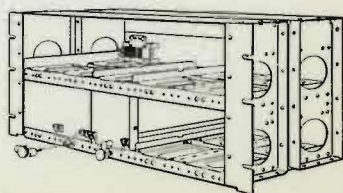
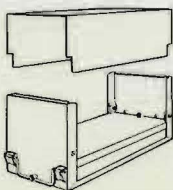
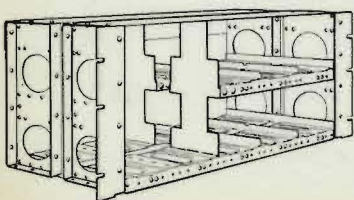
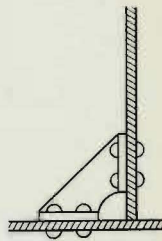
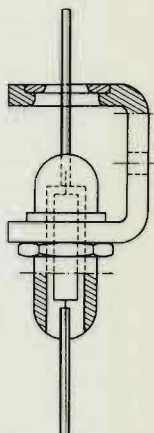
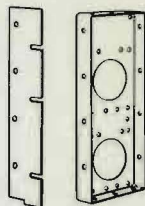


# Konstruktionspraxis för elektronisk materiel

Kungl Armétygförvaltningen





# Konstruktions- praxis för elektronisk materiel

1962 års upplaga

Beställes från  
Kungl Armétygförvaltningen  
Normaliebyrån  
Stockholm 80

Beställningsnummer N 17-1

## Huvudinnehåll

Tillämpningsföreskrifter .	13
Allmänna föreskrifter ...	15
Typprovningsföreskrifter	109
Komponenter .....	153
Material .....	211
Ytbehandling och målning .....	237
Apparatstandard .....	253
Uppbyggnad och montering .....	269
Ledningsdragning och elektrisk förbindning (lödning) .....	331
Störningskontroll .....	359

*Se innehållsförteckning sidan 5*



KUNGL ARMÉTYGFÖRVALTNINGEN  
ELEKTROAVDELNINGEN  
Nr EA/040:673  
7.12.1961

Militär elektronisk materiel skall fungera driftsäkert under många gånger svåra yttre förhållanden och följaktligen måste särskilda krav ställas på denna materiels konstruktion.

Föreliggande KONSTRUKTIONSPRAXIS FÖR ELEKTRONISK MATERIEL är avsedd att i sammanställd form meddela erfarenheter som underlag till konstruktionsarbetet och kunna tjäna som ledning för upprättandet av tekniska specifikationer vid upphandling av elektronisk materiel.

Konstruktionspraxis innehåll har samlats, bearbetats och utformats av Överingenjören vid armétygförvaltningens elektroavdelning Hilding Björklund.

Eventuella förslag till kompletteringar och ändringar torde före utgången av 1962 insändas till KATF/EA, Stockholm 80.

KONSTRUKTIONSPRAXIS FÖR ELEKTRONISK MATERIEL fastställs att i tillämpliga delar följas och nyttjas för arméns tygmateriel.

Enligt armétygförvaltningens beslut

*L Nyström*

Chef för elektroavdelningen



# INNEHÅLL

1.	<b>Tillämpningsföreskrifter</b> .....	13	2.5.4	Manöverorganens utförande .....	65
2.	<b>Allmänna föreskrifter</b>		2.5.5	Inställningsorganens manöverriktning .....	65
2.1	Ändamål och omfattning ..	15	2.5.6	Inställningsorganens märkning .....	66
2.1.1	Konstruktionsfaktorer ..	15	2.5.7	Åtgärder mot felaktigt handhavande .....	67
2.1.2	Apparatsystem .....	16	2.5.8	Övriga synpunkter på utformningen .....	67
2.1.3	Vanliga fel .....	17	2.6	Vikt och volym .....	67
2.2	Driftsäkerhet och fältmässighet .....	19	2.6.1	Allmänt .....	67
2.2.1	Synpunkter på driftsäkerheten .....	19	2.6.2	Bärbar materiel .....	68
2.2.2	Temperaturpåverkan ...	28	2.6.3	Vikt av bördor .....	69
2.2.3	Fuktpåverkan .....	34	2.6.4	Lyftöglor .....	69
2.2.4	Mekaniska påkänningar ..	42	2.6.5	Stativdimensioner .....	69
2.2.5	Lufttrycksvariationer ..	50	2.7	Skydds föreskrifter .....	69
2.2.6	Synpunkter på materielens fältmässighet .....	51	2.7.1	Skydd för driftpersonal ..	69
2.3	Driftgränser .....	54	2.7.2	Skydd för servicemannen .....	81
2.3.1	Allmänt .....	54	2.7.3	Skydd för materielen ..	83
2.3.2	Driftgränser för markmateriel .....	55	2.8	Tillverkningsföreskrifter ..	85
2.4	Underhåll och service ...	58	2.8.1	Allmänt .....	85
2.4.1	Allmänt .....	58	2.8.2	Utvecklingsuppdrag ....	86
2.4.2	Överskådlighet och åtkomlighet för service ..	58	2.8.3	Prototyp tillverkning ...	88
2.4.3	Mätuttag .....	59	2.8.4	Provserietillverkning ...	90
2.4.4	Inbyggda testutrustningar .....	59	2.8.5	Serietillverkning .....	92
2.4.5	Serviceutrustning .....	60	2.8.6	Beskrivningsunderlag ...	93
2.4.6	Reservdelar .....	61	2.9	Kvalitetskontroll .....	93
2.4.7	Speciella serviceföreskrifter .....	61	2.9.1	Kontrollens ändamål ...	94
2.5	Utformning och handhavande .....	62	2.9.2	Nomenklatur .....	94
2.5.1	Den mänskliga faktorn ..	62	2.9.3	Kontrollföreskrifter enligt »Allmänna bestämmelser av år 1957 för leveranser till försvarets myndigheter» .....	97
2.5.2	Placering av bildrör och skalor .....	63	2.9.4	Speciella kontrollföreskrifter .....	98
2.5.3	Placering av manöverorgan .....	64	2.9.5	Tillverkarens kontroll ..	99
			2.9.6	Beställarens kontroll ...	103

2.9.7	Materielens godkännande och avvisande . . . . .	105	3.3.13	Kontroll av personalskyddet . . . . .	124
2.9.8	Särskilda föreskrifter för beställarens kontrollant .	106	3.3.14	Mätning av icke önskvärda signaler och störningar . . . . .	125
2.9.9	Gällande bestämmelser .	106	3.3.15	Störande ljud och vibrationer . . . . .	125
<b>3. Typprovningsföreskrifter</b>			3.4	Temperaturprovning . . . . .	125
3.1	Allmänna föreskrifter för typprovning . . . . .	109	3.4.0	Allmänt . . . . .	125
3.1.1	Ändamål . . . . .	109	3.4.1	Temperaturprov 1 — Temperaturcyklingsprov .	126
3.1.2	Omfattning . . . . .	109	3.4.2	Temperaturprov 2 — Driftprov . . . . .	127
3.1.3	Standardatmosfär . . . . .	111	3.4.3	Temperaturprov 3 — Kombinerat fukt- och köldprov . . . . .	131
3.1.4	Temperaturjämvikt . . . . .	111	3.4.4	Temperaturprov 4 — Äldlingsprov . . . . .	131
3.1.5	Omgivningstemperatur .	111	3.5	Fuktprovning . . . . .	132
3.1.6	Sammanställning av typprov . . . . .	112	3.5.1	Fuktskåpet . . . . .	132
3.2	Okulärkontroll . . . . .	116	3.5.2	Konditionering . . . . .	133
3.2.1	Allmänt . . . . .	116	3.5.3	Fuktprov 1 . . . . .	133
3.2.8	Kontroll av service- och reparationsmöjligheterna .	118	3.5.4	Fuktprov 2 . . . . .	133
3.3	Elektrisk typprovning . . . . .	119	3.5.5	Fuktprov 3 . . . . .	133
3.3.1	Allmänt . . . . .	119	3.5.6	Fuktprov 4 . . . . .	134
3.3.2	Undersökning av röbestyckningen . . . . .	120	3.5.9	Kommentarer till fuktprovet . . . . .	135
3.3.3	Kontroll av driftspänningar . . . . .	120	3.6	Vibrationsprovning . . . . .	135
3.3.4	Mätning av garanterade data . . . . .	120	3.7	Skakprovning . . . . .	136
3.3.5	Kontroll av frekvensstabilitet . . . . .	121	3.7.1	Skakprov 1 (50 g) . . . . .	137
3.3.6	Marginalkontroll . . . . .	121	3.7.2	Skakprov 2 (35 g) . . . . .	140
3.3.7	Trimningskontroll . . . . .	122	3.7.3	Skakprov 3 (50 g) — Funktionsprovning . . . . .	140
3.3.8	Kontroll av anslutningsimpedanser . . . . .	122	3.7.4	Skakprov 4 (35 g) . . . . .	141
3.3.9	Kontroll av reläfunktioner . . . . .	123	3.8	Chockprovning . . . . .	142
3.3.10	Kontroll av förhållandena vid kortslutning och avbrott . . . . .	123	3.8.1	Fallprov 1 — Fallhöjd 1 m . . . . .	142
3.3.11	Kontroll av skydd mot överbelastning och felmanövrering . . . . .	123	3.8.2	Fallprov 2 — Fallhöjd 4 m . . . . .	143
3.3.12	Kontroll av säkringskydd . . . . .	124	3.8.3	Fallprov 3 — Bänkprov .	143
			3.9	Höjdprovning . . . . .	144
			3.10	Tätetsprovning . . . . .	144
			3.10.1	Allmänt . . . . .	144

3.10.2	Täthetsprov 1 — Regnprov .....	146	4.3	Variabla motstånd .....	159
3.10.3	Täthetsprov 2 — Vadprov .....	147	4.4	Fasta kondensatorer .....	159
3.10.4	Täthetsprov 3 — Övertrycksprov .....	147	4.4.1	Allmänt .....	159
3.10.5	Täthetsprov 4 — Undertrycksprov .....	147	4.4.2	Glimmerkondensatorer .	160
3.10.6	Täthetsprov 5 — Dykprov .....	147	4.4.3	Papperskondensatorer ..	160
3.10.7	Täthetsprov 6 — Dammprov .....	148	4.4.4	Elektrolytkondensatorer	161
3.11	Accelererat livslängdsprov, driftsäkerhetsprov .....	148	4.5	Variabla kondensatorer ...	161
3.11.1	Ändamål .....	148	4.5.1	Variabla kondensatorer med luftdielektrikum ..	161
3.11.2	Förutsättningar för pro- vets genomförande .....	148	4.5.2	Trimkondensatorer med keramiskt dielektrikum .	162
3.11.3	Provets uppbyggnad ...	149	4.5.3	Trimkondensatorer av klämtyp .....	162
3.11.4	Att iaktta vid dessa prov .....	150	4.6	Omkopplare .....	162
3.11.5	Livslängdsprov .....	150	4.6.1	Lägesmarkering .....	162
<b>4.</b>	<b>Komponenter</b>		4.6.2	Isolering .....	163
4.1	Allmänna föreskrifter för komponenter .....	153	4.6.3	Kontaktdelar .....	163
4.1.1	Måttstandard .....	153	4.7	Reläer .....	165
4.1.2	Provningsföreskrifter ...	153	4.7.8	Kontakter .....	165
4.1.3	Typprovning .....	154	4.7.14	Hermetiskt tillslutna re- läer .....	166
4.1.4	Rekommendation och standard .....	154	4.8	Vibratorer .....	166
4.1.5	Leveranskontroll .....	154	4.8.4	Livslängdsprov .....	166
4.1.6	Specialtyper .....	154	4.8.5	Fuktprov .....	167
4.1.7	Applikation .....	155	4.8.6	Verkningsgrad .....	167
4.1.8	Toleranser .....	155	4.9	Vakant	
4.1.9	Starkströmskomponenter	155	4.10	Vakant	
4.1.10	Spänningsprov för kom- ponenter med luftgap ..	156	4.11	Spolar, järnpulverkärnor .	167
4.2	Fasta motstånd .....	156	4.12	Transformatorer och in- duktorer .....	168
4.2.1	Ytskiktsmotstånd .....	156	4.12.1	Allmänt .....	168
4.2.2	Massa(kompositions)mot- stånd .....	157	4.12.2	Indelning och karak- teristiska data .....	169
4.2.3	Trådlindade motstånd ..	157	4.12.3	Tillverkningsföreskrifter	171
4.2.4	Motstånd för radioav- störning av motorer ....	158	4.13	Rattar, vred och axel- kopplingar .....	175
			4.14	Instrument .....	175
			4.14.12	Typprovningsföreskrifter	177
			4.15	Metall-likriktare .....	177
			4.15.3	Provningsföreskrift ....	177
			4.16	Rörhållare .....	178
			4.17	Elektronrör och halvledare	178
			4.17.1	Allmänna föreskrifter och rekommendationer .	178



4.17.2	Driftdata .....	182
4.17.3	Rekommendationer för bildrör .....	189
4.17.4	Rekommendationer för likriktarrör .....	189
4.17.5	Rekommendationer för halvledare .....	190
4.18	Säkringar .....	192
4.19	Kvartskrystaller .....	193
4.20	Kablar och ledningar ...	194
4.20.1	Allmänt .....	194
4.20.2	Apparatkablar .....	194
4.20.3	Kopplingsstråd .....	194
4.20.4	Koaxialkablar .....	195
4.20.5	Antennlinor .....	195
4.21	Anslutningsdon .....	195
4.21.1	Allmänna konstruktionssynpunkter .....	195
4.21.2	Standard apparatanslutningsdon .....	199
4.22	Fästdetaljer .....	199
4.22.1	Skruvar och muttrar ...	199
4.22.2	Apparatlås .....	199
4.23	Isolatorer, kopplingsplintar	200
4.23.1	Isolatorer .....	200
4.23.2	Kopplingsplintar för lödning .....	200
4.23.3	Kopplingsplintar för skruvåtdragning .....	200
4.23.4	Kopplingsplintar för pinnfastsättning .....	201
4.24	Lampor och lamphållare för skal- och frontbelysning .....	201
4.25	Vibrationsdämpare .....	201
4.25.1	Karakteristiska egenskaper .....	201
4.25.2	Provningsföreskrifter ..	203
4.25.3	Allmänna konstruktions-synpunkter .....	204
4.26	Vågledare och vågledardetaljer .....	204
4.27	Elgoner .....	204
4.28	Roterande maskiner .....	205

4.28.1	Elektriska motorer och generatorer .....	205
4.28.2	Kugghjul .....	205
4.29	Vakant	
4.30	Förteckning över gällande normer och föreskrifter till kapitel 4 .....	206

## 5. Material

5.1	Allmänt .....	211
5.2	Likvärdigt material .....	212
5.3	Skydd för material .....	212
5.4	Synpunkter på isolermaterial m m .....	212
5.4.1	Allmänt .....	212
5.4.2	Aceton .....	213
5.4.3	Bivax .....	213
5.4.4	Epoxihartser .....	213
5.4.5	Fenol .....	213
5.4.6	Keramik .....	213
5.4.7	Kolofonium .....	213
5.4.8	Koppar .....	214
5.4.9	Melamin .....	214
5.4.10	Naturgummi .....	214
5.4.11	Neopren .....	214
5.4.12	Nylon .....	214
5.4.13	Polymetylmetakrylat ...	215
5.4.14	Polystyren .....	215
5.4.15	PV, polyvinylklorid ...	215
5.4.16	Silikonhartser och silikongummi .....	215
5.4.17	Teflon .....	215
5.4.18	Tejp .....	216
5.4.19	Trikloretylen .....	216
5.4.20	Vulkanfiber .....	216
5.5	Gummi- och plastisolerade ledningar .....	216
5.5.1	Plaster, materialegenskaper .....	216
5.5.2	Gummi, materialegenskaper .....	225
5.6	Ingjutning i isolermassa ..	233
5.7	Metaller .....	234
5.7.1	Korrosion .....	234

5.7.2	Järn och stål .....	234	6.6.2	Eloxering .....	246
5.7.3	Zink .....	234	6.6.3	Lödning .....	246
5.7.4	Magnesium .....	234	6.6.4	Svetsning .....	246
5.7.5	Stålfjädrar .....	234	6.6.5	Målning .....	246
5.7.6	Beryllium-kopparfjädrar	234	6.7	Zink och zinklegeringar ..	247
5.8	Textilier .....	235	6.7.1	Zinkdetaljer .....	247
5.9	Smörjmedel .....	235	6.8	Magnesium och magnesium- legeringar .....	247
5.10	Övrigt .....	235	6.8.1	Allmänt .....	247
5.10.1	Kylvätskor .....	235	6.8.2	Förbehandling före leve- rans .....	247
5.10.2	Transformatorolja .....	235	6.8.3	Bearbetning .....	247
<b>6.</b>	<b>Ytbehandling och målning</b>		6.8.4	Ytbehandling av passytor	248
6.1	Allmänt om ytbehandling och målning .....	237	6.8.5	Elektriskt ledande för- band .....	248
6.2	Ytbehandlingsfaktorer ....	238	6.8.6	Skruvförband .....	248
6.2.1	Miljöförhållanden .....	238	6.8.7	Nitförband .....	248
6.2.2	Kontaktpotentialfaktorer	238	6.8.8	Material för isolerande mellanlägg .....	248
6.2.3	Konstruktionsfaktorer ..	240	6.8.9	Målning av magnesium- legeringar .....	249
6.3	Sammanställning av rekom- menderade ytbehandlingar	240	6.9	Impregnering .....	249
6.4	Ytbehandling av stål ....	242	6.9.1	Allmänt .....	249
6.4.1	Elförzinkning av stål ..	242	6.9.2	Impregnering av trans- formatorer o d .....	249
6.4.2	Elkadmiering av stål ..	242	6.9.3	Impregnering av laminat	249
6.4.3	Elförtening av stål ...	243	6.9.4	Impregnering av tryckt ledningsdragning .....	249
6.4.4	Elförkoppling av stål ..	243	6.9.5	Impregnering av ebonit och gummidetaljer .....	250
6.4.5	Elförnickling av stål ...	243	6.9.6	Petrolatumdoppning ...	250
6.4.6	Elförkromning av stål .	243	6.10	Målning .....	250
6.4.7	Rostfritt stål .....	243	6.10.1	Färgkulörer för markmtrl	250
6.4.8	Lackering av stål .....	243	6.10.2	Målning av trälådor ...	250
6.4.9	Svartoxidering av stål ..	243	6.10.3	Målning av plåtlådor ..	251
6.4.10	Ytbehandling av stål- fjädrar .....	244			
6.5	Koppar och kopparlege- ringar .....	244	<b>7.</b>	<b>Apparatstandard</b>	
6.5.1	Elförsilvring .....	244	7.1	Uppdelning enligt modul- system .....	253
6.5.2	Elförnickling .....	245	7.1.1	Allmänna synpunkter ..	253
6.5.3	Förzinkning och kroma- tering .....	245	7.1.2	Modulsystemets fördelar och nackdelar .....	254
6.5.4	Vitkokning, förtening .	245	7.1.3	Elektriska krav vid mo- dulkonstruktion .....	256
6.5.5	Förgyllning .....	245			
6.5.6	Svartning .....	246			
6.6	Aluminium och aluminium- legeringar .....	246			
6.6.1	Ingen ytbehandling ....	246			

7.1.4 Konstruktiva krav vid modulkonstruktion ..... 256

7.2 Apparatstandard KATF .. 257

7.2.1 Modullösning ..... 257

7.2.2 Apparatensheternas beräkning ..... 259

7.2.3 Kontaktanordningar ... 259

7.3 Plåtfärdiga enhetsstommar 260

7.4 Apparatstativ ..... 261

7.4.1 Dimensioner ..... 261

7.4.2 Stativets utförande .... 261

7.4.3 Kontaktbryggan ..... 263

7.5 Applikationer ..... 264

7.5.1 Enhetsstativ insatt i standardstativ ..... 264

7.5.2 Enhetsstativ i apparatkonstruktioner ..... 264

7.5.3 Enhetsstativ i transportlådor ..... 265

7.6 Katalog över modulenheter och enhetsstativ ..... 266

**8. Uppbyggnad och montering**

8.1 Allmänna uppbyggnadsprinciper ..... 269

8.1.1 Allmänna synpunkter på mekanisk uppbyggnad .. 269

8.1.2 Lista över förekommande fel ..... 270

8.1.3 Allmänna konstruktionsföreskrifter ..... 274

8.2 Konstruktionsdetaljer .... 275

8.2.1 Förslutna apparater .... 275

8.2.2 Konstruktiva synpunkter på tätning medelst packningar ..... 276

8.2.3 Konstruktion av apparat- och transportlåda .. 278

8.2.4 Konstruktion av frontpanel ..... 280

8.3 Formgivning ..... 280

8.3.7 Böckningsradier hos plåt 281

8.4 Bearbetning och toleranser 283

8.4.1 Bearbetning ..... 283

8.4.2 Mekaniska toleranser ... 284

8.5 Mekanisk förbindning .... 287

8.5.1 Allmänt ..... 287

8.5.2 Klistring ..... 288

8.5.3 Svetsning ..... 288

8.5.4 Lödning ..... 289

8.5.5 Nitning ..... 292

8.5.6 Skruvförbindningar .... 292

8.5.7 Övriga förbindningstaljer ..... 295

8.5.8 Låsning ..... 295

8.6 Ytbehandling ..... 297

8.7 Montering av komponenter 297

8.7.1 Allmänna föreskrifter vid montering av komponenter ..... 297

8.7.2 Montering av motstånd . 301

8.7.3 Montering av kondensatorer ..... 302

8.7.4 Montering av omkopplare ..... 303

8.7.5 Montering av reläer .... 304

8.7.6 Montering av vibratorer 304

8.7.7 Montering av spolar .... 305

8.7.8 Montering av transformatorer och induktorer . 305

8.7.9 Montering av skalor och rattar samt axelfastsättning ..... 306

8.7.10 Montering av instrument 310

8.7.11 Montering av metalllikriktare ..... 310

8.7.12 Montering av rörhållare 311

8.7.13 Montering av elektronrör och halvledare .... 312

8.7.14 Montering av säkringar . 317

8.7.15 Montering av kristaller . 318

8.7.16 Montering av ledningsanslutning ..... 318

8.7.17 Montering av anslutningsdon ..... 319

8.7.18 Montering av isolatorer och kopplingsplintar ... 320

8.7.19	Montering av lamphållare för skal- och frontbelysning .....	321	9.5.5	Förläggning av högspänningsledningar (>1000 V)	344
8.7.20	Montering av vibrationsdämpare .....	322	9.5.6	Förläggning av apparatkablar .....	345
8.7.21	Montering av vågledare	323	9.6	Lödning .....	345
8.8	Montering av enheter	323	9.6.1	Allmänt .....	345
8.8.1	Utbytbart .....	323	9.6.2	Felaktigheter som kan uppstå vid lödning .....	345
8.8.2	Mekaniska monteringsföreskrifter .....	323	9.6.3	Flussmedel .....	347
8.8.3	Elektriska monteringsföreskrifter .....	324	9.6.4	Lod .....	347
8.8.4	Montering av ackumulatörer och torrbatterier ..	324	9.6.5	Lödkolv .....	348
8.8.5	Märkning av enheter	325	9.6.6	Lödningens utförande ..	348
8.9	Märkning .....	325	9.6.7	Lödningkontroll .....	349
8.9.1	Ändamål .....	325	9.7	Lödningsföreskrifter .....	349
8.9.2	Utförande .....	326	9.7.1	Allmänt .....	349
8.9.3	Märkningsmetoder .....	326	9.8	Lödning av tryckta ledningar .....	352
8.9.4	Handhavandemärkning	328	9.8.1	Rengöring .....	352
8.9.5	Servicemärkning .....	328	9.8.2	Flussmedel .....	353
8.9.6	Apparat- och tillbehörsmärkning .....	329	9.8.3	Lod .....	353
8.9.7	Emballagemärkning	330	9.8.4	Lödningkontroll .....	353
8.10	Rengöring .....	330	9.8.5	Impregnering .....	353
9.	<b>Ledningsdragning och elektrisk förbindning (lödning)</b>		9.9	Elektrisk skruvförbindning	354
9.1	Ledarföreskrifter .....	331	9.9.5	Kabelskor .....	354
9.1.4	Böjlig förbindning .....	331	9.10	Kontaktpressning .....	354
9.1.11	Märkhylsor .....	332	9.10.1	Allmänt .....	354
9.2	Tryckta ledningar .....	332	9.10.2	Materialet i klämhylsan	355
9.3	Utförande av kabelstammar	333	9.10.3	Märkning .....	355
9.4	Stomförbindningar (jordning) .....	334	9.10.4	Provningsföreskrifter ..	355
9.4.12	Skärmade ledningar	336	9.10.5	Kontrollföreskrifter .....	356
9.5	Ledningsdragning .....	337	10.	<b>Störningskontroll</b>	
9.5.1	Allmänna föreskrifter ..	337	10.1	Allmänt om radiostörningar .....	359
9.5.2	Störningsreducerande ledningsdragning i apparater	339	10.2	Konstruktiva åtgärder .....	362
9.5.3	Förläggning av kabelstammar .....	343	10.2.1	Radioavstörning av apparater .....	362
9.5.4	Förläggning av skärmade ledningar .....	344	10.2.2	Störningsmottaglighet ..	362
			10.2.3	Konstruktiva krav vid radioavstörning av motorfordon .....	363
			10.2.4	Konstruktiva krav vid radioavstörning av flygplan	365

10.3	Mätmetoder vid störningsmätning .....	365	10.7.2	Oscillatorspänningar i mottagarens antenngång	385
10.3.1	Störningsmätarens egenskaper .....	365	10.7.3	Kontroll av störsignaler i anslutningsledningar ..	386
10.3.2	Störningsgeneratorer ...	367	10.7.4	Kontroll av störningskänslighet (verklig selektivitet)	386
10.3.3	Uppmätning av strålad störning .....	367	10.7.5	Kontroll av skyddet mot impulsstörningar .....	388
10.3.4	Uppmätning av ledningsbunden störning .....	370	10.7.6	Kontroll av skyddet mot frekvensstörningar i tillledningar .....	388
10.3.5	Störningar med låg repetitionsfrekvens .....	373	10.7.7	Kontroll av strålad störning från höljet .....	388
10.3.6	Ledningsbundna tonfrekvensstörningar .....	374	10.8	Störningsmätning på radiosändare .....	388
10.4	Maximala störningsnivåer .	375	10.8.1	Omfattning .....	388
10.4.1	Strålad störning, sinusformig, smalbandig ....	375	10.8.2	Kontroll av bisignaler inom modulationsbandet	388
10.4.2	Strålad störning, bredbandig .....	375	10.8.3	Kontroll av övertonhalt och andra bisignaler utanför modulationsbandet .	389
10.4.3	Ledningsbunden störning, sinusformig, smalbandig .	376	10.8.4	Intermodulation vid närvaro av annan sändare .	389
10.4.4	Ledningsbunden störning, bredbandig .....	376	10.8.5	Kontroll av störsignaler i nätleddningar och andra anslutna ledningar .....	391
10.5	Allmänna mätningföreskrifter .....	377	10.8.6	Strålning från höljet ...	391
10.5.1	Omgivningens störnivå .	377	10.9	Störningskontroll av elverk och omformare .....	391
10.5.2	Jordplan .....	377	10.9.1	Driftförhållanden .....	391
10.5.3	Skärmat rum .....	378	10.9.2	Kontroll av ledningsbunden störning .....	392
10.5.4	Strålningsmätningar i skärmat rum .....	379	10.9.3	Kontroll av strålad störning, klass III .....	392
10.5.5	Mätning av ledningsbunden störning i skärmat rum .....	380	10.10	Störningskontroll av taktiska fordon .....	392
10.5.6	Mätfrekvenser .....	380	10.10.1	Omfattning .....	392
10.5.7	Mätning av störningskänslighet .....	380	10.10.2	Kontroll av strålad störning, klass III .....	393
10.6	Materielens indelning i störningsklasser .....	382	10.10.3	Kontroll av ledningsbunden störning .....	393
10.6.1	Skilda krav på störningsfrihet .....	382	10.11	Störningsmätning av materiel för vilken störningsklass II gäller .....	393
10.6.2	Tabell över krav vid störningskontroll .....	384			
10.7	Störningsmätningar på radiomottagare .....	385			
10.7.1	Omfattning .....	385			

# TILLÄMPNINGSFÖRESKRIFTER

1.

- Anvisningarna i denna publikation är avsedda att tillämpas vid utveckling, konstruktion och tillverkning av elektronisk materiel. 1.1
- Hänvisning till denna publikation skall därvid vara intagen i tekniska bestämmelser, program och kontrakt för att vara gällande. 1.2
- Vid tillämpningen av anvisningarna anger beställaren i de tekniska bestämmelserna de krav som gäller för ifrågavarande kategori av materiel. 1.3
- Av beställare i tekniska bestämmelser, program och kontrakt uppställda krav och prestanda gäller även om annat uppges i föreliggande anvisningar. 1.4
- I anvisningarna rekommenderade utföranden har sammanställts med hänsyn till deras tillämplighet i nuläget. Alternativa utföranden som befunnits lämpligare vid framställning av liknande materiel godtas under förutsättning att en bättre produkt erhålles. Om anvisningarna av någon orsak icke kan följas skall detta ofördröjligen anmälas. I detta fall ankommer det dock på tillverkaren att skriftligen anmäla sådan avvikelse till beställaren i och för skriftligt godkännande av denne. Anmälan skall omfatta noggrann beskrivning av och motivering för avvikelsen. 1.5
- Vid hänvisning till dessa anvisningar skall tillses att arbetet utföres enligt överenskommen utgåva. 1.6



## **ALLMÄNNA FÖRESKRIFTER**

2.

### **Ändamål och omfattning**

2.1

#### **Konstruktionsfaktorer**

2.1.1

Den elektroniska (teletekniska) materielen utgör lösningen av i många fall mycket komplicerade tekniska problem och utnyttjas därför i alltmer ökad omfattning. Därvid måste emellertid stora krav ställas på dess funktionssäkerhet. Allt arbete med utveckling, konstruktion och tillverkning måste följaktligen bedrivas med största möjliga uppbåd av insikter och ansträngningar för att slutprodukten skall bli tillfredsställande. I program, kontrakt o d uppställda krav på driftegenskaper är därjämte intimt sammankopplade med följande konstruktiva krav:

- a) enkelhet i den konstruktiva utformningen såväl i mekaniskt som i elektriskt avseende
- b) anpassning till metoder för serietillverkning med hänsyn till snäva marginaler hos in- och utdatavärden
- c) enkelt handhavande
- d) driftsäkerhet i samband med yttre och inre påkänningar av olika slag
- e) hållfasthet mot påkänningar i samband med transporter, svåra driftförhållanden, handhavande och service
- f) minsta möjliga störning av andra apparaters funktion, enkel installation
- g) minsta möjliga vikt och volym
- h) minsta möjliga arbets- och reservdelsinsats vid underhåll och service



### 2.1.2 Apparatsystem

Den elektroniska materielen måste kunna samverka med annan materiel, och får därför betraktas som en integrerande del av ett system. Vid konstruktionen måste hänsyn tas till detta förhållande.

Det är därvid av vikt att känna de ingående apparaternas egenskaper, speciellt deras eventuella inverkan på varandra. På grund av framtida systemförändringar, föranledda av teknikens och taktikens krav, är det nödvändigt att de i systemet ingående enheterna endast utför sina avsedda funktioner och icke dessutom åstadkommer bieffekter som inverkar störande på andra enheters funktion.

*Exempel:* Ett elverk får icke samtidigt som det levererar kraft orsaka störningar som försvårar radiomottagningen i dess närhet; övertonshalten skall vara låg, spänningsregleringen skall vara god etc.

Fjärrskrivare skall vara radioavstörda, och sändare och mottagare fria från icke önskade signaler.

Vid systemplanering måste hänsyn tas till det utrymme som är tillgängligt, dimensionering av kraftkällor, placering av apparater och betjänande personal, omgivningstemperaturer och fastsättningsanordningar. I ett militärt system skall den elektroniska utrustningen samverka med mekaniska system genom servoutrustningar av olika slag. I systemet kan även ingå matematikmaskiner. Det gäller då att åstadkomma en viss balans mellan olika enheter, så att den önskade systemfunktionen blir den bästa möjliga. I ett flygplan är man med hänsyn till vikt och volym ofta tvingad att anpassa enheterna till flygplanets utformning. Man måste därvid »skräddarsy» apparaterna. Även om sålunda systemplaneringen för med sig svårigheter i samband med den tekniska lösningen får man inte glömma bort en viktig konstruktionsparameter, nämligen driftsäkerheten. Det är inte utan vidare klart att även om de ingående enheterna har tillfredsställande driftsäkerhet även systemet har detta. Den totala driftsäkerheten är naturligtvis beroende av varje enhets driftsäkerhet, men även av enheternas samverkan i systemet. Många gånger kan rent ele-

mentära ting, exempelvis olämplig ledningsdragning mellan enheterna (pulsstörningar), icke förutsedda frekvensstörningar m m, förorsaka svagheter hos systemet.

Vid systemlösningen har man även att bedöma möjligheten att skydda sig mot fiendens störande verksamhet. Dessutom måste anordningar finnas för övervakning av systemets funktion.

### Vanliga fel

2.1.3

Här nedan följer en lista över vanliga tekniska svagheter hos den elektroniska materielen. Listan är inte på något sätt uttömmande, men må utgöra ett memento för konstruktören:

1. För hög elektrisk påkänning i elektronrör, transistorer och övriga komponenter i förhållande till märkdata
2. Dålig elektrisk konstruktion, såsom alltför komplicerad kretslösning, data alltför beroende av normal åldring på elektronrör och komponenter, elektrisk instabilitet, brum, störande bifunktioner (otillbörlig strålning och störning av andra apparatsystem)
3. Komponenter med för låg driftsäkerhet och med funktionsstörningar vid yttre påkänningar (exempelvis vibrerande relä-fjädrar)
4. Elektrisk instabilitet orsakad av dålig mekanisk stabilitet hos materielen (uppbyggnad, komponentmontering)
5. Dålig åtkomlighet vid reparation och underhåll
6. Onödigt stor volym och vikt på grund av otillfredsställande teknologisk utnyttjning av ingående material
7. Dålig fastsättning av tunga detaljer (för svagt chassiunderlag, klena dimensioner på fastsättningsbultar), olämplig placering av tyngdpunkten (för högt eller osymmetriskt i förhållande till apparatens fästpunkter), vilket orsakar extra påkänningar då materielen utsätts för vibrationer
8. Otillräcklig låsning av skruvar, muttrar, elektronrör m m, dålig åtdragning av skruvar och muttrar, osäker fastsättning av rattar, vred och kugghjul etc på axlar

9. Otillräckligt skydd för ledningar och kablar mot mekanisk åverkan (vibrationer, chocker, handhavande)
  10. För små bockningsradier hos plåtar och vinklar, ingen hänsyn tagen till valsriktningen
  11. Olämplig konstruktion och placering av manöverorgan och skalor
  12. Otillräcklig ventilation, för höga kolvtemperaturer hos rören under drift
  13. Otillfredsställande resistens mot fukt
  14. Otillfredsställande säkringsskydd och skydd för personalen
  15. Olämpligt utförda vibrationsskydd m m
- Se även 8.1.2.

2.1.4 Denna *konstruktionspraxis* omfattar de allmänna krav som, enligt vad erfarenheten visar, kan ställas på utveckling och konstruktion av elektroniska apparater för militära ändamål. I program och kontrakt anges detaljerade krav på driftegenskaper och utförande för den taktiska användningen.

Här föreliggande anvisningar upptar

- de miljöförhållanden vid vilka apparaten skall fungera tillfredsställande och driftsäkert
- allmänna rekommendationer för material och ytbehandling
- mekaniska och elektriska konstruktionsgrunder
- metoder för utväljande och applikation av komponenter
- i detalj beskrivna medel och metoder för apparatens provning

Ett noggrant iakttagande av dessa föreskrifter medför därjämte en besparing av kostnader för såväl beställare som leverantörer genom att man på ett tidigt stadium av utvecklings- och konstruktionsarbetet kan tillgodogöra sig hittills vunna erfarenheter.

## **Driftsäkerhet och fältmässighet**

2.2

### **Synpunkter på driftsäkerheten**

2.2.1

#### Allmänt

2.2.1.1

Det är av primär betydelse att driftsäkerheten hos den elektroniska materien drivs så långt som är möjligt på teknikens nuvarande ståndpunkt. Leverantören måste sålunda tillsammans med beställaren ovillkorligen vidta alla åtgärder och utnyttja alla möjligheter och metoder i tillverkningsprocessen för att nå detta mål. En låg driftsäkerhet medför ofta förekommande driftavbrott, ökat underhåll, extra transporter, felundersökningar och reparationer. Kostnaderna för underhåll blir därigenom oproportionerligt höga, och den militära organisationen belastas med anskaffning och lagerhållning av reservdelar samt med en stor personalkader som måste ges en omfattande teknisk utbildning.

Man har påvisat att kostnaderna för underhåll av elektronisk materiel under dess livstid kan uppgå till 10–20 gånger materielens anskaffningskostnad. Antalet timmar för kontroll och underhåll av en radarstation kan vara 10 gånger större än antalet drifttimmar.

Dessa exempel har anförts för att påvisa hur nödvändigt det är att stora ansträngningar görs för att förbättra driftsäkerheten.

#### **Personal med driftsäkerhetsuppgifter**

2.2.1.2

Ett betydelsefullt led i strävan efter hög driftsäkerhet är att leverantören avdelar personal med speciellt uppdrag att tillse att alla möjligheter att främja driftsäkerheten tillvaratas under utvecklingsarbetet och vid tillverkningen. Lämpliga åtgärder skall under arbetets gång överenskommas med beställaren.

Driftsäkerhetspersonalen bör bli kända till de i denna konstruktionspraxis angivna rekommendationerna och föreskrifterna. Den bör äga ingående kännedom om komponenternas egenskaper och applikation. Den bör övervaka utvecklingsarbetet vad beträffar standard och marginalprovning, underhåll och service. Den bör beträffande tillverkningskontrollen föreslå och se till att enheter

underkastas simulerade driftprov innan sammanställning sker, så att man kan försäkra sig om att enheten ifråga arbetar tillfredsställande. Erfarenheten har nämligen visat att tillverkarens slutkontroll då vanligen kan genomföras snabbt och utan alltför stora returerna.

### 2.1.2.3 Metoder för driftsäkerhetens höjande

Det är i huvudsak två faktorer som var för sig eller tillsammans bestämmer graden av driftsäkerhet, nämligen den mekaniska och den elektriska konstruktionen. Den mekaniska konstruktionen skall ägnas speciellt intresse, eftersom den utgör grunden för den elektriska driftsäkerheten. Härvid skall hänsyn tas jämväl till sådana dynamiska påkänningar (vibrations- och stötpåkänningar) som ger upphov till utmattning och brott. I avsnitt 8.1 ges en del synpunkter på mekanisk hållfasthet och på de metoder som man använder för att uppnå tillfredsställande resultat. För att man skall få en uppfattning om vad som erfordras i detta hänseende föreskrivs i kapitel 3 accelererade vibrations- och skakprovningar. Man söker dessutom skydda materielen under svåra driftförhållanden genom att utnyttja lämpligt utformade och anpassade vibrations- och stötdämpare.

Beträffande den elektriska konstruktionen har man i huvudsak att ta hänsyn till fyra faktorer, nämligen komponentval, komponenternas anpassning till avsedd funktion, kretsutförande med hänsyn till fordrade driftmarginaler samt apparatens konstruktion i övrigt.

### 2.2.1.4 Komponentval

Komponentvalet spelar en primär roll för driftsäkerheten. En faktor av vikt härvidlag är komponenttypens reproducerbarhet, dvs fabrikationstoleranserna. Andra viktiga faktorer är komponentstabilitet, dvs ändringar i komponentens drifttegenskaper (åldring), beroendet av temperatur, fukt, atmosfärtryck, mekaniska påkänningar, spänningsvariationer. Komponentens toleranser och stabilitet måste vara kända av konstruktören, för att denne skall kunna bestämma de driftmarginaler som apparaten får under sin

livstid. Uppvisar komponenten någon svaghet skall denna på lämpligt sätt kringgås eller kompenseras genom omsorgsfull konstruktion.

### Komponentapplikation

2.2.1.5

Liksom vid den mekaniska konstruktionen skall man även vid anpassningen av komponenterna skaffa sig lämpliga säkerhetsfaktorer genom att inte utnyttja komponenternas märkdata. Erfarenheten har nämligen visat att driftsäkerheten och livslängden avsevärt ökas genom att driftnivån sänks i förhållande till komponentfabrikantens märkdata, *nedgradning* (eng. derating). Storleken av denna nedgradning kan variera, men bör i allmänhet hålla sig under 70 % av märkdata.

Höga omgivningstemperaturer inverkar normalt så, att livslängden minskar. Genom att apparaten måste göras kompakt för att volymen skall bli liten och vikten låg är det i allmänhet svårt att hålla temperaturstegringen hos komponenterna inom föreskrivna gränser. För att materielen ändå skall få tillräcklig livslängd erfordras vanligen en ytterligare nedgradning, speciellt för komponenter som under drift är värmealstrande.

Vid applikationen skall man även ta hänsyn till följande faktorer, nämligen den gradvis skeende försämringen av egenskaperna (åldrande), plötsliga fel (katastroffel), glappkontaktfel (intermittenta fel) och trimningsfel.

### Komponentåldrande

2.2.1.6

Hur lång tid kommer denna komponent att fungera i den avsedda applikationen? Hur påverkas apparatens funktion härunder? Vid utarbetandet av kretslösningen måste man beakta dessa frågor för att kunna åstadkomma driftsäkerhet och livslängd. Speciellt gäller detta för komponenter som är utsatta för slitage, t ex elektronrör, reläer. Vid leverans av komponenter överenskommes om vissa toleransgränser inom vilka komponenternas data skall falla. Det är därvid viktigt att i överenskommelsen inryms det *villkoret, att datavärdena skall vara normalt fördelade mellan dessa toleransgränser* (ex. Gausskurvan); någon utplockning av vissa värden före leve-

ransen får sålunda icke ske. Vid åldrandet kommer nämligen toleransgränsen att överskridas; om de flesta komponenterna då skulle ligga fördelade intill denna gräns minskas livslängden.

För elektronrörens funktion är emissionen eller brantheten av stor betydelse. Härvid måste apparaten vara så konstruerad att rör vilkas branthet vid leverans ligger vid den undre toleransgränsen även ger apparaten tillfredsställande livslängd och funktion. För varje rörtyp anges därför en livsgränsbranthet, vid vilken apparaten skall fungera, ehuru med en viss försämring av prestanda.

Ungefär samma förhållanden gäller även för andra komponenter än rör; åtminstone kommer dessa komponenters toleransområden att vidgas eller förskjutas.

#### 2.2.1.7 Plötsliga fel (katastroffel)

De plötsliga felen yttrar sig som glödtrådsbrott hos rör, avbrott i motstånd, kortslutning i kondensatorer etc. Statistiken har visat att dylika fel är vanligast förekommande i början av komponentens livstid. Man söker därför genom en viss tids drift sälla bort dylika komponenter. Det är följaktligen viktigt att materielen, innan den tas i bruk, provas en viss tid under simulerade driftförhållanden (inkörningstiden).

#### 2.2.1.8 Intermittenta fel

Intermittenta fel är svåra att undanröja. Man söker emellertid att genom accelererade prov utmönstra komponenter med dylika fel. Samma sak gäller även för kompletta apparater; exempelvis underkastar man apparaterna skakprov för att därvid framkalla glappkontakter, vilka beror på dålig lödning, dåliga mekaniska förbindningar m m.

#### 2.2.1.9 Trimningsfel

Under tillverkningen uppstår mekaniska och termiska spänningar hos komponenterna och i uppbyggnaden av apparaten. Efter en viss tids drift utlösas dessa spänningar, varvid en eftertrimning i allmänhet erfordras. Genom konstgjord åldring, bestående i ett antal cykler med temperaturen växlande mellan kyla och värme,

kombinerade med skakprov, kan man uppnå en tillfredsställande stabilitet vid den efterföljande trimningen.

Trimningsanordningarna bör i övrigt vara stabilt utförda. Det är vidare lämpligt att de är försedda med skala, där den ursprungliga triminställningen finns utmärkt. Härigenom undviks i många fall felinställning vid service.

### Kretsutförande

2.2.1.10

För att driftsäkerheten skall bli tillfredsställande måste man se till att kretsens uppbyggnad fyller nedanstående konstruktionskriterier:

1. Kretsens data skall innehållas när samtliga komponenter ligger vid den för funktionen sämsta toleransgränsen och med livsgränsdata.

Med sämsta toleransgräns menas den avvikelse hos komponenten som är minst fördelaktig för kretsens funktion.\* I vissa enkla kretsar kan man tillåta att samtliga komponenter läggs på den sämsta toleransgränsen utan att funktionen äventyras. I mera komplicerade kretsar med en mångfald komponenter kan man statistiskt räkna med att en grupp av komponenter uppnår sin toleransgräns, medan de övriga fortfarande är fördelade över toleransområdet. Därför är uppfyllandet av kriterium 1 en ingenjörsmässig kompromiss när det gäller att finna premisserna för lång livslängd hos materielen.

2. Kretsen skall icke skadas genom att någon av drivspänningarna faller ifrån; ej heller skall någon komponent därvid förstöras.
3. Eftersom alla komponenter, speciellt elektronrören, försämras med tiden bör kretsen förses med hjälpmedel som under drift möjliggör kontroll av signifikanta förändringar av komponentvärden. Man kan då i tid byta ut komponenten innan funktionsmarginalen överskrides (profylax).

Om dylik kontroll av skilda orsaker inte kan ske under drift skall den kunna utföras vid de tillfällen då rutinkontroll görs.

---

\* Vanligen måste man härvid undersöka flera kombinationer.



Om en nedgradning av komponentens märkdata skett vid konstruktionen bör märkdata uppnås vid kontroll enligt ovan, för att man skall kunna konstatera att önskad säkerhetsfaktor förefinnes.

#### 2.2.1.11 Marginalkontroll

Vid kontroll av funktionsmarginalerna rekommenderas att i ett diagram rita upp de olika komponenternas gränsdatavärden med deras inverkan på kretsfunktionen. Därvid bör toleransgränsernas kombinerade inverkan mätas och inritas. Man erhåller på detta sätt konturkurvor som anger gränserna för kretsfunktionen, och dennas inverkan i sin tur på apparatens funktion. För att underlätta denna undersökning, som i många fall blir mycket omfattande, kan man lämpligen införa komponenter och/eller spänningar som simulerar gränsdata.

*Exempel:* en oscillatorkrets.

Kretsens funktion påverkas av gränsdata hos följande komponenter:

- induktans
- avstämningsskapacitans
- återkopplingsgrad
- elektronrörets maximibränthet och livsgränshet
- glödspänningsvariationer
- anodspänningsvariationer (lägsta spänning för vilken oscillatör startar)
- temperaturvariationer (t ex mellan  $-40^{\circ}\text{C}$  och  $+60^{\circ}\text{C}$ )

Härvid kontrollmättes frekvensändringar och uteffekt.

#### 2.2.1.12 Prestandadata

Vid kontrollmätning av de data som skall innehållas enligt specifikationerna för apparaten skall apparaten vara bestyckad med elektronrör med medianvärden (bogie) enligt rördatabladen (se 4.17). Således skall angivna data icke innehållas endast med rör som har initialbräntheter liggande över medianvärdet.

Nämnda data skall därjämte mätas med de normalspänningar som anges i avsnitt 2.3.

### Typprovning

2.2.1.13

För att kontrollera att materielen infriar uppställda krav, även beträffande säkerhetsfaktorer och funktionsmarginaler, underkastar man apparattypen *typprovning* enligt fastställda bestämmelser, som närmare anges i kap. 3.

### Leveranskontroll

2.2.1.14

Vid leveranskontrollen mäts för funktionen representativa data (se även 2.9). Genom en statistisk bearbetning av spridningen hos dessa värden får man en uppfattning om huruvida åtgärder vidtagits under tillverkningsprocessen för erhållande av tillfredsställande jämnhet. Tillverkaren skall före leverans sätta apparaterna i drift under en viss tid och med sådana yttre påkänningar som simulerar den aktuella användningen, i avsikt att därigenom framkalla initialsvagheter, vilka sålunda kan åtgärdas på ett tidigt stadium. Erfarenheten har visat att den framtida driftsäkerheten därigenom förbättras.

### Mått på driftsäkerheten

2.2.1.15

Man eftersträvar att genom felrapportering från serviceverkstäder m m erhålla underlag för en statistisk bearbetning av felorsakerna. Med kännedom om drifttiden kan man då få en uppfattning om driftsäkerheten. På så sätt kan man bedöma vilka åtgärder som erfordras för att förbättra driftsäkerheten.

Som ett mått på driftsäkerheten kan därvid bestämmas ett statistiskt tidsintervall under vilket apparaten fungerat utan fel.

Man har funnit att felen på materielen fördelar sig slumpvis med tiden, men på ett sådant sätt att tidsintervallen mellan felen är exponentiellt fördelade, varvid Poissons sannolikhetsfördelning är tillämplig. Sannolikheten för en felfri användning bestäms då av

$$P_0 = e^{-t/T}$$

där  $P_0$  är sannolikheten för felfri användning

$t$  är antalet använda timmar

$T$  är medelvärdet av tidsintervallen i timmar mellan uppkommande fel

$e$  är 2,718 (basen för naturliga logaritmen).

*Exempel:* Vid 90% sannolikhet för att ett taktiskt företag skall kunna genomföras utan fel på materielen är  $t/T = 0,105$ . Vid 50% sannolikhet (krona eller klave vid slantsingling) är  $t/T = 0,695$ .

(Om  $t = T$  är sannolikheten 36,8 %.)

En statistisk bearbetning av fel på amerikansk materiel innehållande elektronrör har givit följande tumregel (1958):

För markmateriel är  $T \approx \frac{1,8 \cdot 10^4}{N}$  timmar

» marinmateriel »  $T \approx \frac{1,4 \cdot 10^4}{N}$  »

» flygmateriel »  $T \approx \frac{0,25 \cdot 10^4}{N}$  »

där  $N$  är totala antalet elektronrör.

*Exempel:* En bärbar radiostation med ett totalt antal rör  $N = 20$  ger ett tidsmedelvärde mellan fel som är  $T = 900$  timmar. Med 90% sannolikhet kommer denna apparattyp att fungera i 95 timmar (4 dygn) utan fel. Man har dessutom 50% chans att den skall fungera i  $900 \times 0,695 = 625$  timmar (26 dygn) utan fel.

Man torde observera att en på detta sätt beräknad sannolikhet gäller för ett stort antal apparater av samma typ och under likvärdiga driftförhållanden.

#### 2.2.1.16 Konstruktiva synpunkter

Konstruktören skall med alla medel se till att driftsäkerheten blir den bästa möjliga på teknikens nuvarande ståndpunkt. Här följer några sammanfattande synpunkter på detta arbete.

1. *Enkelt kretsutförande* med minsta uppbåd av komponenter och elektronrör skall eftersträvas. Varje komponent har nämligen en viss felfrekvens per 10 000 timmars drift, varför alltför många komponenter orsakar att felmöjligheterna hos apparaten ökar.
2. Använd företrädesvis sådana *komponenter* som man av erfarenhet vet har *god driftsäkerhet*.
3. Kontrollera funktionen med komponenter och rör med livsgränsdata (*marginalkontroll*).
4. Använd föreskriven *nedgradering* från märkdata (minst 70 %). Kompensera kända svagheter hos komponenterna genom lämplig kretsutformning.
5. Undersök funktionen vid *driftgränserna*, även när det gäller vibrationer, chockpåkänningar, temperatur- och fuktpåkänningar.
6. Håll drifttemperaturen hos komponenter (även rör och transistorer m m) så låg som möjligt.
7. Använd en teknisk lösning som ökar driftsäkerheten, exempelvis genom att begagna magnetiska förstärkare och halvledare i stället för elektronrör, där så är möjligt.
8. Utför konstruktionen på sådant sätt att komponenter med känd *kort livslängd* lätt kan utbytas. Hit kan räknas magnetroner, tyatroner, vissa andra mikrovågskomponenter och en del elektromekaniska komponenter.
9. Använd en viss grad av redundans, om driftsäkerhet icke kan ernås genom konstruktiva åtgärder; speciellt gäller detta komplicerade apparatsystem med stort antal komponenter. Detta kan åstadkommas exempelvis genom dubbling av kretsar och enheter, som eventuellt automatiskt ersätter varandra vid fel (modulkonstruktion, se avsnitt 7).
10. Förse apparaterna med signalanordningar som indikerar funktionsfel.

## 2.2.2 Temperaturpåverkan

### 2.2.2.1 Allmänt

Av stor betydelse för materielens driftsäkerhet och livslängd är den temperatur vid vilken komponenterna kommer att arbeta. För praktiskt taget varje komponenttyp föreskrivs en maximitemperatur, som är avgörande för dess livslängd. Genom nedgradning av märkdata söker man öka livslängden utöver den som anges av fabrikanten. För hög arbetstemperatur förkortar sålunda livslängden och orsakar fel som inte säkert framkommer vid typprovningen, eftersom denna i allmänhet sker under relativt kort tid. Att i efterhand eliminera dylika fel i apparaten kan medföra betydande svårigheter. Drifttemperaturen hos en komponent är beroende av:

- den yttre omgivningstemperaturen
- den inre omgivningstemperaturen (temperaturen inuti apparaten)
- egenuppvärmningen under drift

Den yttre omgivningstemperaturen kan i fri atmosfär uppgå till  $+40^{\circ}\text{C}$ , men kan avsevärt överskridas i speciella fall. Den inre omgivningstemperaturen, som adderas till den yttre, är beroende av de värmealstrande komponenterna i apparaten, såsom rör, transformatorer och motstånd. Komponentens temperatur, som adderas till de övriga nämnda, beror på energiutvecklingen i komponenten.

För att komponentens temperatur skall kunna begränsas till godtagbara värden måste komponenternas placering i förhållande till varandra och till omgivningen (kylaren) vara väl genomtänkt. Kravet på kompakt uppbyggnad för att nedbringa vikt och volym ökar svårigheterna. I en del fall måste man tillgripa artificiell kylning genom fläktar för att effektivt bortföra värmen ur apparaterna.

Materielen skall även fungera vid låga yttre omgivningstemperaturer. Vissa komponenter, såsom elektrolytkondensatorer, uppvisar därvid försämrade elektriska egenskaper. Störningar i materielens mekaniska funktion kan uppträda, exempelvis kärvning eller låsning av manöverorgan, motorer, omkopplare, ofta beroende på

olämplig dimensionering och användning av olämpliga smörjmedel.

Av fukt orsakad isbildning kan åstadkomma fastlåsning av manöverorgan samt osäker kontaktverkan hos anslutningsdon, reläer och omkopplare.

Stora temperaturvariationer påverkar dessutom stabiliteten hos frekvensbestämmande kretsar, t ex oscillatorer. Vissa isoler-material, såsom gummi, plast och impregneringsmedel, blir hårda och sköra i köld, med sprickbildning som följd, vilket i sin tur medför att fukt kan intränga.

Med hänsyn till den avsedda användningen indelas materielen i olika temperaturklasser med angivande av det temperaturintervall inom vilket materielen skall fungera tillfredsställande. Dessa temperaturklasser är angivna i avsnitt 2.3. Temperaturen kontrolleras i samband med typprovningsen, kap. 3.

### Synpunkter på värmebortledning

2.2.2.2

Driftsäkerheten fordrar att komponenttemperaturen hålls låg. Kravet på kompakt och tillslutning mot fukt omöjliggör ofta användning av luftcirkulation för att bortleda värmten.

Värme bortföres genom ledning, konvektion och strålning. Under normala förhållanden har de angivna metoderna i stort sett samma betydelse. Tidigare användes mest värmebortföring genom konvektion, eftersom drifttemperaturen var relativt låg och strålningen, som är starkt avhängig av temperaturskillnader till omgivningen, sålunda var mindre betydande. Genom att apparatorleken minskas begränsas i hög grad möjligheten att avleda värme genom ledning och konvektion. Hermetisk tillslutning av apparaterna minskar likaså möjligheten till värmeavledning genom konvektion.

För att värmeavledningen genom ledning skall bli tillfredsställande måste goda värmeledande material användas och värmekontakten mellan de delar som ingår i värmeströmmen vara god. I många fall har man icke insett och utnyttjat principen att hålla

den termiska kontaktresistansen låg. Eftersom den termiska ledningsförmågan är omvänt proportionell mot ledningslängden och direkt proportionell mot tvärsnittet kommer, om apparatens storlek minskas, ledningsförmågan att sjunka linjärt. I många fall omges det varma elementet endast av luft, vars ledningsförmåga är relativt låg i förhållande till metallernas. Vätgas har ca 8 gånger större ledningsförmåga än luft och ungefär samma ledningsförmåga som olja, men i motsats till oljan ökar den inte vikten och erfordrar inte något expansionskärl. Vidare släpper vätgasen genom strålning; till höljet överförs därför värmets direkt från det värmegivande elementet.

Strålningen ökar kraftigt vid ökad temperaturskillnad och möjliggör god värmeavgivning under förutsättning att komponenter med tillåten högre drifttemperatur kan framställas.

Nedan följer en sammanställning av olika faktorer som påverkar värmebortledningen.

#### *Ökning av ledningsförmågan*

1. God termisk kontakt, vilket betyder icke-oxiderande kontaktytor, svetsade eller hårdlödda fogar i stället för skruv- och nitförbindningar, användning av strumpor i stället för metallstrimlor, högt tryck och stora kontaktytor.
2. Användning av material med god ledningsförmåga, såsom koppar och aluminium.
3. Användning av olja, syntetisk kylvätska eller vätgas som värmeledare.
4. Avledning av värmets till en relativt stor massa, *kylaren*, varvid det värmealstrande elementet skall placeras så nära kylaren som möjligt, dvs så nära apparatens väggar som möjligt.

#### *Ökning av strålningen*

1. Material med god värmeemittering och absorption bör användas. Vissa material kan i detta avseende vara avsevärt bättre

än andra. Exempelvis är utstrålning från polerat aluminium mycket sämre än från oxiderat stål. Material med hög emitteringsförmåga är oxiderade stålytor, målade ytor och artificiellt korroderade ytor. Matterede (blästrade) ytor, överdragna med matt svart färg (t ex på kemisk väg) rekommenderas. Material med låg strålnings- och absorptionsförmåga är valsad aluminium, blankpläterade föremål och kallbearbetade ytor i allmänhet.

2. Strålningen kan ökas genom höjning av temperaturen på det värmealstrande elementet eller sänkning av temperaturen hos det föremål som skall uppta strålningen.
3. Den utstrålade och den mottagande ytan skall placeras så i förhållande till varandra att tillbakarefleksion förhindras.
4. Blanka reflekterande ytor utnyttjas för att skydda värmekänsliga komponenter för strålningen från komponenter med hög arbetstemperatur.

#### *Ökning av konvektionen*

1. Konvektionen kan ökas genom höjning av hastigheten hos den luft som bestryker ytan, så att där inte uppstår stagnation eller bildas värmefickor.
2. Vid kylning med hög lufthastighet är det av betydelse att luftstrålen riktas så, att den stryker över ytan och inte lämnar några partier orörda. Ytan skall ha god termisk ledningsförmåga.
3. I vissa fall måste luftstrålen vara nedkyld för att förbättra avledningen.
4. Komprimerad luft i ett slutet system erfordrar inga luftfilter, och luften kan pressas genom små öppningar och riktas. Apparaten kan även sättas under övertryck, vilket i en del fall är en fördel.



### 2.2.2.3 Konstruktiva synpunkter

Apparaten skall vara så konstruerad att bortledningen av värmets sker längs definierade och kontrollerbara vägar till höljet eller annan kylare.

Värmekänsliga delar skall placeras uppströms i flödet från kylmedlet i förhållande till värmeproducerande delar. När forcerad konvektion används skall denna ske i sådan riktning att konvektionsströmning underlättas.

Inre delar vilkas egenskaper försämras genom beläggning av sot, damm, insekter e d skall skyddas för direkt kontakt med luftströmmen genom inneslutning eller lämpligt utformad avvisare.

Vid ventilation genom öppningar, gälar o d skall dessa ha sådana dimensioner och vara så placerade och utförda att radiofrekvent strålning förhindras. Skorstensverkan eftersträvas. Några ventilationsöppningar skall icke tas upp på översidan av apparaten eller på frontpanelen utan att detta godkänts av beställaren.

Vid forcerad luftkylning skall luftfilter finnas vid varje luftintag, och de skall vara fastsatta på sådant sätt att de lätt kan tas loss för rengöring. Storlek och monteringsmetod skall godkännas av beställaren.

Vid användning av värmeväxlare (luft-luft, olja-luft eller vatten-luft) i tillslutna apparater eller enheter skall värmeväxlarens utförande godkännas av beställaren.

Valet av kylningsmetod bestäms av den mängd värme som alstras i apparatenheten. Följande siffervärden rekommenderas:

1. Om värmealstringen utgör högst  $3 \text{ W/dm}^2$  mantelyta vid normalt atmosfärtryck skall naturlig värmebortledning utnyttjas.  $3 \text{ W/dm}^2$  motsvarar dock en temperaturstegring av  $50^\circ \text{ C}$  över rumstemperatur.
2. Inom områden  $3\text{--}30 \text{ W/dm}^2$  bör forcerad kylning användas.
3. Över  $30 \text{ W/dm}^2$  bör värmeväxlare med vatten eller olja användas. Värmeavledning medelst metallbanor bör därjämte åstadkommas.

Samma förhållande gäller också för kylningsmetoder som utnyttjar kylmedlets ångbildning.

## Metoder för kontroll av temperaturegenskaperna

2.2.2.4

Materielens funktion och motståndskraft vid yttre påkänningar kontrolleras normalt genom laboratoriemässigt utförda prov. Därvid har man kommit fram till standardiserade provningsmetoder av olika svårighetsgrad, avpassade till de miljöpåkänningar som uppträder under normal användning.

Vid temperaturprovning undersöks materielens funktion vid

- a) *rumstemperatur*, egenuppvärmningsprov.

Därvid kontrolleras funktionen från det ögonblick apparaten sätts i drift till dess att temperaturen stabiliserats. Temperaturen mäts då på kritiska punkter, och de erhållna mätvärdena uppträds som funktion av drifttiden.

- b) vid den *högsta* omgivningstemperaturen.

Apparaten placeras i ett värmeskåp och sätts i drift sedan temperaturstabilisering uppnåtts. Funktionsegenskaperna mäts som under a.

- c) vid den *lägsta* omgivningstemperaturen.

Apparaten får därvid stå i kylskåp så länge att den antar omgivningstemperaturen. Sedan sätts den i gång och undersöks som i a och b.

En annan metod består däri att man låter apparaten undergå ett fuktprov före köldprovet. Därigenom erhålls en tunn isbeläggning, som kan äventyra funktionen.

Normalt låter man såväl den högsta som den lägsta omgivningstemperaturen gradvis närma sig rumstemperaturen för kontroll av funktionen mellan temperaturgränserna.

- d) Utöver dessa driftprov kontrolleras temperaturresistensen hos materielen vid 70–80° C. Härvid skall bl a impregneringsmedel inte flyta omkring och apparaten i övrigt inte ta skada.
- e) Dessutom utförs ett *lagringsprov* vid låga temperaturer, — 40° C och — 50° C. Apparaten får inte skadas vid detta prov.
- f) Genom upprepade *växlingar* mellan hög och låg temperatur kontrollerar man att datavärdena inte ändras.

### 2.2.3 Fuktpåverkan

#### 2.2.3.1 Allmänt om fuktpåverkan på material

Valet och utnyttjandet av material för konstruktion av elektronisk materiel skall göras omsorgsfullt med tanke på att materielen skall fungera driftsäkert under svåra klimatiska förhållanden. Fuktsorption (gemensam beteckning för absorption, fuktinträngning, och adsorption, fuktvidhäftning) är en av huvudorsakerna till försämringen av material som utsätts för fuktpåverkan. Fukt åstadkommer inte endast en fysikalisk försämring, såsom korrosion av metaller, svällning och brott på absorberande material och rötangrepp på organiska material, utan även en allvarlig nedsättning av de isolerande egenskaperna. Korrosion hos metaller verkar nedbrytande icke blott på den mekaniska uppbyggnaden utan även på den elektriska isolationen. Vissa isolermaterial, fiber, laminat, nylon m fl, är hygroskopiska och absorberar fukt. Även om en försämring av isolationsegenskaperna därvid kan godtas så förändras ändå materialens form, vilket kan äventyra funktionen. Exempel härpå är att kontaktläget hos reläer ändrar sig, att diametern på nylonaxlar ökar, så att låsning sker i lager, att rörsocklar av bakelit lossnar från glasballongerna.

Vid samma grad av fuktighet och vid uppnått fortfarighetstillstånd absorberar vegetabiliska och animaliska material, såsom textilier, läder, kork, papper, kartong och trä fukt lättare och i större mängder än de flesta organiska material, som är mer lämpade för tillverkning av elektronisk materiel.

Rötangrepp i form av mögelbildning utgör en sekundär effekt, framkallad genom lång tids påverkan av fukt. Mögelsvamparna påskyndar förstörelsen genom att förtära materialet på vilket de växer, och genom alstring av organiska syror och ammoniak, vilka med fukten bildar elektrolyt, ökas den elektriska läckningen och förlustfaktorn samt underlättas korrosionen hos metaller. Om mögelbildningen får växa avsevärt blir tillståndet hos apparaten sämre än vad som enbart fukten åstadkommer. Material som är särskilt mottagliga för mögelangrepp är av vegetabiliskt och animaliskt ursprung och innehåller cellulosa och protein.

Till elektronisk utrustning skall man därför undvika att använda material som underlättar mögelbildning. Härvid elimineras automatiskt även fuktabsorberande material. Textil och papper används vid tillverkning av bakelitiserade plattor och trämjöl som fyllnad vid bakelitpressgjutningar. Dessa ämnen absorberar så småningom fukt, vilket kan medföra att plattorna sväller och sprängs sönder. För att dylika material skall bli så fuktresistenta som möjligt skall lägsta procent fyllnad användas utan att de mekaniska och tillverkningstekniska egenskaperna försämras. Laminat skall innehålla just så mycket papper som behövs för att tillåta stansning i en press med hjälp av förupphetning.

De elektriska egenskaper som försämras när material utsätts för fukt är isolationsresistansen, dielektricitetskonstanten, förlustfaktorn och spänningshållfastheten. Isolationsresistansen är kanske den viktigaste; den är en funktion av den relativa fukthalten. Vissa organiska material uppvisar goda egenskaper i fukt och erfordrar i allmänhet inget speciellt fuktskydd. Fenolhartser med mineralfyllnad, såsom glimmer, har mycket bättre fuktresistens än dylika med organiska fyllnadsämnen, men de har mindre mekanisk hållfasthet. Polystyren och polymetylmetakrylat (plexiglas) bibehåller sin höga resistens i fukt, och kan användas då temperaturen inte överskrider 50—60° C. För anslutningskablar och ledningar, där böjlighet är av betydelse, är gummi, polyvinylklorid och polyeten goda material.

De isolermaterial som är mest resistenta mot fukt är glas och glacerad keramik, vilka i förening med metall tillåter konstruktion av hermetiskt tillslutna enheter. Även om glas och keramik inte absorberar fukt erfordrar de ytbehandling för att läckning utefter ytan skall förhindras. Dylik ytbehandling kan utgöras av silikon-kompound, som är fuktavvisande.

En undersökning av korrosionsangreppen visar att dessa lättast uppstår där fukten har tillfälle att under relativt lång tid stanna kvar i springor vid hopfogningsställena, i dåligt ventilerade utrymmen och speciellt i ofullständigt tillslutna delar. Fukten får tillträde till dessa utrymmen och mättar till sist luften där, medan avdunstningen förhindras. Fukten blir då kvar under lång tid, och

försäkras korrosion av metaller och förstöring av andra material. Mycket svår korrosion uppstår vid överlappställena på plåt vid punktsvetsning, varvid springor bildas, som inestänger fukten. Vid punktsvetsningen förstörs ytbehandlingen. Görs ytbehandlingen *efter* punktsvetsningen är det svårt att få bort den syra som används vid betningen före ytbehandlingen. I detta fall kan man vänta sig än värre korrosion. Dessa svårigheter undviks genom sömsvetsning utan överlappning med efterföljande ytbehandling.

### 2.2.3.2 Fuktskydd genom lackering och impregnering

Absorberande och fukt känsliga material kan temporärt skyddas för fuktangrepp om de överdras med fernissor, lacker, vaxer och bitumen. Dylka fukt skydd är dock i viss mån genomsläppliga för fukt och kan inte förhindra att underlagets fuktabsorption intar ett visst jämviktsläge om fukten får verka under mycket lång tid. Om tjockleken är lämplig och hål, sprickor och blåsor saknas kan absorptions hastigheten hos underliggande material reduceras med en faktor av 100 eller 1 000. Ändamålet med dessa fukt skydd är att stabilisera fuktinnehållet till ett acceptabelt medelvärde, beräknat under en tid av en vecka eller en månad. De utjämnar de stora variationer som annars skulle ha erhållits om fuktigheten i omgivningen växlat kraftigt.

Nackdelarna hos dylka fukt skydd är deras mekaniska och termiska karakteristika, speciellt med hänsyn till deras sprödhet vid låga temperaturer och till svårigheten att erhålla ett material som har tillräckligt hög mjukningstemperatur för att fordringarna i apparatspecifikationerna skall kunna innehållas. Vaxöverdrag tenderar att brytas vid vibrationer och stötar eller vid expansion hos det underliggande materialet. Bivax som utsätts för kyla får sprickor genom vilka fukten kan passera, och är därför olämpligt som fukt skydd.

Jordvaxer, bitumen, är mest användbara som impregnering och komponent för transformatorer, induktorer och dylka komponenter. Ugnslacker, speciellt av fenolhartstyp, har visat sig användbara för lackering av isolerande material, eftersom de förblir hårda även vid hög temperatur och fäster bra vid de flesta ytor.

Fernissor är inte lämpliga för djupimpregnering av spolar och lindningar, eftersom det är svårt att bortföra lösningsmedlet, vilket lätt blir inneslutet och även kan lösa upp lacken på tråden.

Epoxihartser, araldit, har den fördelen att de fäster bra på underlaget, varvid god tätning erhålls omkring tilledningstrådar, men är i viss utsträckning fuktgenomträngliga. Den nackdelen kan emellertid uppvägas genom val av lämpliga tillsatsämnen.

Fuktskyddsmedlet skall alltid väljas med hänsyn till den komponent som skall skyddas. Det har t ex konstaterats att vissa fernissor och vaxer orsakar korrosion på kopparrådar som har likspänningspotential. Vissa cellulosamaterial orsakar dylik korrosion. Undersökningar har visat att korrosion av en kopparanod huvudsakligen beror på affiniteten för vatten hos det isolationsmaterial som är i kontakt med kopparn. Korrosionsangreppet beror på läckströmmen genom isoleringen. Om läckströmmen vid fuktprov visar sig öka är det risk för att kopparledaren korroderar.

Material med avsevärd korrosion är oljesiden, presspan, pressboard, fiber, fenolharts med trämjölsfyllnad och pappersfyllnad, shellack i alkohollösning samt vissa alkyder. Bivax, bivaxhartslösningar, ullvax uppvisar ansevärd korrosion på grund av föroreningar som har affinitet för vatten.

Korrosion av detta slag observeras inte vid icke-polära material, som har liten affinitet för vatten, exempelvis paraffinvax, ceresinvax, bitumen, polyeten, polystyren. Polyvinylklorid, naturgummi, glasfiberväv, impregnerad med silikonlack, fenolhartslack m fl uppvisar föga eller ingen korrosion. Liknande korrosionsproblem har man att räkna med vid fuktskyddsöverdrag på trådlindade motstånd.

Beträffande fuktskydd för metaller hänvisas till kap 6.

### Fuktskydd genom hermetisk tillslutning

2.2.3.3

Med hermetisk tillslutning menas här en förslutning som helt förhindrar att luft läcker in i en apparat. Lufttäteten är av betydelse för förhindrande av fukttransmission och andning, eftersom vattenångans molekyl är av ungefär samma storlek som hos syre

eller kväve. Det är viktigt att alla detaljer är torra vid hermetisk tillslutning och att luften är torkad, eftersom närvaro av fukt efteråt kan ge en hög relativ fukthalt på grund av partiell förångning.

Hermetisk tillslutning kan ske på följande sätt:

1. Helglasttillslutning, såsom vid elektronrör.
2. Hoplödning av plåtburkar med genomföringsisolatorer av glas eller keramik, i sin tur lödda till plåtburken.  
I vissa fall kan annan motsvarande tätning anses tillfredsställande.
3. Ingjutning i fuktsäker isolerande massa med eller utan hölje.  
Höljet kan därvid underlätta den mekaniska konstruktionen och bidra till avledning av värmets (kylare).

Hermetisk tillslutning synes vara det effektivaste fuktskyddet. Konstruktionen skall emellertid vara så utförd att tätheten består vid de temperaturpåkänningar och mekaniska påkänningar som föreskrivs i apparatspecifikationerna. På den massa eller komponent som används vid ingjutning av komponenterna ställs följande krav: hög isolation, låg dielektricitetskonstant, stabilitet vid höga och låga temperaturer, en utvidgningskoefficient som överensstämmer med komponenternas eller med plastiska egenskaper samt stabilitet med tiden. Dessutom skall värmeavledningen vara god. Man tillgriper i en del fall den utvägen att före ingjutningen belägga ömtåliga komponenter med en kompressibel massa för att inte skadliga tryckpåkänningar skall uppstå vid temperaturändringar.

Vid hermetisk tillslutning av ett antal komponenter inom samma hölje bör hänsyn tas till driftsäkerheten hos de ingående komponenterna, eftersom ett utbyte av en svag komponent i detta fall oftast medför att hela enheten måste bytas, vilket kan orsaka höga servicekostnader. En dylik sammanlagring av ett antal komponenter inom samma hölje bör därför underställas beställaren för godkännande.

### Fuktskydd genom tillslutning medelst packningar

2.2.3.4

Tillslutning med packningar används antingen för en viss kritisk komponent eller för hela apparaten. Apparaten metallhöljen tätas i förhållande till varandra medelst packningar, vanligen av syntetiskt gummi. En dylik tätning är emellertid inte absolut, och med tiden sker ett visst luftutbyte med omgivningen till följd av lufttrycksvariationer, varvid så småningom den relativa fukthalten i apparatens inre ökar, så att tom kondensat bildas. För att en dylik förslutning skall vara tillfredsställande som fuktskydd måste ett fuktabsorberande medel finnas tillgängligt, vanligen silikagel. Torkmedlet förses med ett färgreagens som anger torkmedlets fuktillstånd och placeras i en kapsel med fönster så att fuktillståndet kan avläsas utan att apparaten behöver öppnas. Silikagelkapseln kan skruvas loss och reaktiveras genom uppvärmning, vilket bör ske med regelbundna tidsintervall. Silikagel kan absorbera vatten upp till 40 % av sin torrsvikt utan att relativa fukthalten överstiger 80 %. En liter torr luft vid 30° C mätas vid absorbering av 30 milligram vatten, men 10 gram aktiverad silikagel, placerad i samma volym, skulle tillåta ända upp till 3 gram vatten utan att relativa fukthalten överstiger 70 %.

Vid tillverkningen skall varje apparat kontrolleras med avseende på tätheten. Täthetsprov och krav på täthet anges i kapitel 3.10. Vid tillverkning och service skall apparaten grundligt genomspolas med torr luft.

Konstruktiva synpunkter på utförande av packningar anges i kapitel 8.2.2.

Apparater som är utrustade med forcerad kylning genom värmväxlare, vanligtvis till höljet, skall underkastas täthetsprov samt förses med torr luft och torkmedel.

I anslutningskontakter försedda med gummitätningar utfälls vid längre tids användning kondensat i kopplingsutrymmet, vilket försämrar isolationen. Utrymmet bör därför fyllas med tiokol eller ceresinvax eller lämplig komponent.

Om apparater eller tillbehör inte kan utrustas med torkmedel bör de förses med dräneringshål genom vilket kondensat kan avrinna.



### 2.2.3.5 Fuktskydd genom luftkonditionering

Härvid hålls apparatens inre fritt från fukt genom kontinuerlig tillförsel av ren och torr luft. Luften får därvid passera ett luftfilter för rengöring och en dehydrator (torkanläggning) för borttagande av fuktigheten. Dehydratorn, vanligen innehållande silikagel som torkmedel, är dubbelverkande i det att den aktiva massan genomströmmas av luften, medan den andra, som tidigare absorberat fukt, reaktiveras genom upphettning. Luftströmningen kan försiggå antingen i ett helt öppet system, då luften efter att ha passerat genom apparaten går ut i det fria, eller i ett helt eller delvis slutet system, då samma luftmassa, eventuellt efter nedkylning, åter får strömma igenom apparaten.

### 2.2.3.6 Fuktskydd genom ventilation

Om höljet för en apparat eller en komponent inte kan göras fukttätt skall det utföras så att fukten kan drivas ut genom avrinning och fri ventilation. Fickor i vilka vatten kan kvarstanna förses med dräneringshål i lägsta punkten. Platta ytor skall lutas så att avrinning kan ske.

Skärmar o d bör placeras vertikalt så att damm inte lägger sig på ytan. Damm är bemängt med fukt och ökar den elektriska läckningen och innehåller dessutom i allmänhet bakterier som orsakar mögelbildning.

Plaströr o d kan bilda vattenfickor och bör förses med tätt liggande hål.

Kopplingsplintar som består av två eller flera mot varandra liggande plattor bildar mellan sig en fuktfilm som försämrar isolationen. Kopplingsplinten bör därför utgöras av en enda platta. Av samma orsak skall kopplingsplinten förläggas fritt från närliggande plåt.

För att ventilationen skall bli tillfredsställande bör luftströmmen utsättas för minsta möjliga motstånd på sin väg genom apparaten. Skorstensverkan skall eftersträvas. Öppningar på översidan av apparaten bör undvikas. Öppningar (gälar) bör utföras, så att insekter hindras tränga in i apparaten. I vissa fall måste radiostrålning genom öppningarna förhindras.

### Allmänna krav på fuktresistens hos materielen

2.2.3.7

1. I en omgivning med en relativ fukthalt av 95—100 % skall apparaten, vid såväl kontinuerlig som intermittent drift, inklusive de fall då kondensation uppträder på och inuti apparaten i form av vatten, frost eller is, i alla avseenden fungera tillfredsställande.
2. Ytbehandling och målning skall vara så utförd att fuktangrepp inte åstadkommer korrosion på metaller eller förstöring av den målade ytan.
3. Apparaten skall vara uppbyggd av fuktsäkra komponenter.
4. Fuktabsorberande material skall icke användas.
5. Lödning skall utföras med syrafritt flussmedel.
6. Yttre fuktskydd i form av hermetisk tillslutning, tillslutning medelst packningar samt luftkonditionering skall överenskommas med beställaren.
7. Apparaten skall underkastas fuktprovning, som anges i kapitel 3.5.

### Metoder för kontroll av fuktresistens

2.2.3.8

För kontroll av fuktresistens placeras materielen i ett fuktskåp, som hålls vid en temperatur av + 55° C. Den relativa fukthalten varierar mellan 95 % och 100 %, så att dagpunkten överskrids, varigenom tidvis kondensat utfälles. Provet fortgår under 48 timmar, i en del fall 72 timmar. Eftersom fuktprovet sålunda är av relativt kort varaktighet skall apparatens höljen vara avtagna. Apparaten får icke vara i drift.

Efter det att apparaten tagits ut ur fuktskåpet får den svalna i rumstemperatur; under denna tid får vattendroppar avtorkas och avskakas. Ett driftprov görs 15 minuter efter det att man tagit ut apparaten ur skåpet. Vid denna tidpunkt kvarligger en fuktfilm över alla ytor i apparaten. Apparaten frångöms och får stå i rumsatmosfär i 4 timmar, då i allmänhet ytfukten avgått, medan fukt som eventuellt inträngt i dielektrikum ej hunnit avgå. Apparaten sätts därefter i drift, varvid den skall uppvisa samma egenskaper som före fuktprovet.

## 2.2.4 Mekaniska påkänningar

2.2.4.1 De mekaniska påkänningarna påverkar materielen vid transport, normal användning och service. Påkänningarna överförs till apparaten genom fastsättningsanordningarna och genom luften som omger apparaten, akustiska påkänningar. Påkänningar kan även förorsakas av mekaniska (akustiska) anordningar inuti apparaten. Vid handhavandet av materielen uppstår därjämte slitage av ingående detaljer, enheter och tillbehör. Vid service utsätts materielen vidare för påkänningar där svårighetsgraden är beroende av servicemannens skicklighet, verktygsutrustningens och apparatens anpassning för service.

Eftersom den mekaniska uppbyggnaden skall utgöra en grundval för de elektroniska funktionerna måste den ägnas största uppmärksamhet med hänsyn dels till funktionsstabiliteten, dels till den mekaniska hållfastheten.

2.2.4.2 De mekaniska påkänningarna kan alltefter det sätt på vilket de alstras indelas i följande grupper (gränsdragningen är dock i många fall besvärlig):

- a) Kraftpåkänningar (rotationskrafter) i samband med hastighetsändringar, *statisk acceleration*. Dessa påkänningar är vanligast hos luftburen materiel och förekommer exempelvis vid utskjutning av projektiler och robotar. Påkänningarna, som anges i g-enheter ( $1 g = 9,81 \text{ m/sek}^2 = \text{jordacceleration}$ ), är vanligen av engångskaraktär.
- b) *Vibrationspåkänningar* av periodisk eller icke-periodisk karaktär orsakas av transportpåkänningar eller påverkan av vibrationer från apparater i samma installation. De karaktäriseras av frekvens och amplitud (g-värde) och bildar oftast frekvensområden inom vilka amplituderna varierar (ofta slumpartat fördelade). Vibrationerna kan åstadkomma funktionsrubbingar hos ingående komponenter genom att dessa exciteras på sin egen resonansfrekvens, varvid vibrationsamplituden hos komponenten eller i denna ingående detaljer blir så stor att funktionsfel uppstår. De kan också förorsaka brott genom utmattning, då detaljer genom långvarig excitering utsätts för ett stort antal lastväxlingar.

- c) *Skakpåkänningar*, som karaktäriseras av snabba förskjutningar av de ingående detaljerna, varvid dessa i bästa fall återtar sina ursprungliga lägen under egenresonansvibrationer. Funktionsrubbnings- och, vid upprepade skakpåkänningar, utmattningsbrott kan därvid bli följden. Skakpåkänningar är vanligast förekommande vid fordonstransporter av olika slag.
- d) *Chockpåkänningar* är vanligen av engångskaraktär och yttrar sig som en snabb och kraftig lägesförflyttning. Påkänningarna kan därvid vara så kraftiga att en kvarstående deformation uppstår eller detaljer slits loss. Påkänningar av detta slag uppkommer i samband med transporter (materielen kastas eller tappas mot hårt underlag), vid projektilanslag eller explosioner i apparatens närhet.
- e) *Slitage* uppstår på elektromekaniska anordningar, såsom mar-överdon, kuggväxlar, lager, borstkol, reläkontakter, anslutningsdon, apparatkablar, antennutrustning, elektronrör, vilket med tiden verkar störande på den elektriska funktionen och driftsäkerheten. Förslitning orsakas också av vibrationer. Exempel härpå är att muttrar som skall fasthålla två massor skakas loss. Skruven utgör därvid den elastiska delen av en mekanisk svängningskrets, vilken vid vibrationer utför rörelser. Den relativa rörelsen mellan mutter och skruv orsakar att gången nöts, vilket i sin tur medför att muttern gängar upp sig.

### Mekaniska skadeverkningar

2.2.4.3

Mekaniska skadeverkningar till följd av mekaniska påkänningar tar sig ofta uttryck i att nitförband och svetsningar lossnar, skruvar, muttrar och komponenter skakas loss, ledningar bryts på grund av dåligt fixerad ledningsdragnings, kortslutning sker genom avnötning av isolationen på grund av olämplig ledningsdragnings. Utmattningsbrott kan uppstå vid olämplig dimensionering av stommen, speciellt vid montering av tunga komponenter, såsom transformatorer. Skadeverkningar kan även förorsakas av att komponenter icke har tillräcklig rörelsefrihet vid chockpåkänningar. I samband härmed avslites eller utmattas ofta ledningar som elektriskt förbinder dylika enheter vid olämplig ledningsförläggning.

Vibrationer kan orsaka att organ för inställning av datavärde (t ex frekvens) rubbas ur sina lägen på grund av otillräcklig friktion eller låsning. Elektronrör, enheter och kabelanslutningar kan skakas loss på grund av otillräcklig låsning.

#### 2.2.4.4 Elektriska funktionsstörningar

Elektriska funktionsstörningar orsakade av mekaniska påkänningar kan yttra sig i form av störmodulation, amplitud- eller frekvensmodulation, mikrofoner på grund av den mekaniska instabiliteten hos ingående komponenter och kretsar. Besvärade funktionsstörningar kan uppstå genom att kontaktpunkter hos reläer och omkopplare råkar i resonans med vibrationerna eller chockerna.

#### 2.2.4.5 Synpunkter på utmattningspåkänningar

Utmattningsbrott uppstår genom långvarig påverkan av mekaniska vibrationer eller slag. Vibrationspåkänningarna åstadkommer en periodisk rörelse hos materialet, varvid detta utsätts för riktningväxlande påkänningar, eftersom detta praktiskt taget alltid ingår som elastiskt element i ett vibrerande system, som tillsammans med den ingående massan ger en eller flera egenresonansfrekvenser. Den mekaniska dämpningen av ett dylikt vibrerande system är normalt mycket låg, varför systemet utför ett stort antal svängningar med fallande amplitud efter en yttre stötexcitering.

I de fall då de utifrån verkande vibrationernas frekvens överensstämmer med resonansfrekvensen hos det svängande systemet erfordras endast en liten amplitud (lågt g-värde) för att systemets amplitud skall växa till höga värden och snabbare leda till utmattningsbrott eller funktionsrubbingar.

Vid dimensionering av hållfastheten i ett statiskt system (i vila) utgår man från uppgifter om materialets hållfasthet vid exempelvis dragprov. Därvid medtas vissa säkerhetsfaktorer. Ett annat förhållande råder vid de växelvisa belastningarna hos vibrerande system. Vid praktiska prov har det visat sig att hållfasthetssiffrorna då är avsevärt lägre, beroende på att materialet gradvis utmattas.

På bild 2.2.4-1 visas det ungefärliga sambandet mellan påkänningen och antalet upprepade riktningväxlande belastningar som behövs

för utmattningsbrott. Av diagrammet framgår sålunda att de använda hållfasthetssiffrorna måste bestämmas efter de dynamiska påkänningarna. En god tumregel är att utnyttja högst 30 % av de för statisk belastning angivna hållfasthetsvärdena.

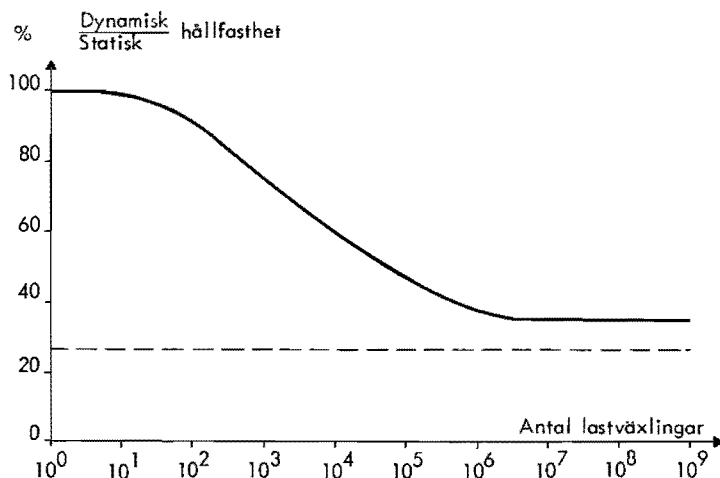


Bild 2.2.4-1.

*Sambandet mellan mekanisk påkänning och antalet lastväxlingar för erhållande av utmattningsbrott*

Av stor betydelse för den dynamiska hållfastheten är ytbeskaffenhets hos materialet. En polerad och väl tätad yta förbättrar hållfastheten, medan en grov och korroderad yta har motsatt verkan. Erfarenheten har därjämte visat att hållfastheten försämras då materialet utsätts för kyla.

I detta sammanhang bör påpekas att den vätesprödhet som uppstår efter galvanisk ytbehandling (t ex elförzinkning) måste elimineras.

Skarpa övergångar vid dimensionsändringar (t ex vid spårtagning i en axel) skall undvikas. Bockningsradierna får icke vara för små (s k skönhetsbockningar är av ondo). Vidare skall valsriktningen vid bockning av plåtmaterial noggrant iakttas, rullad skruvgänga föredras framför skuren etc.

Allmänt kan sägas att alla mekaniska förbindningar vid den konstruktiva utformningen skall utföras så, att diskontinuiteter och spänningskoncentrationer undviks.

#### 2.2.4.6 Konstruktiva synpunkter

Av det ovan sagda framgår att man ovillkorligen måste ta hänsyn även till den *dynamiska* påkänningen vid den konstruktiva utformningen. Ingående material skall på teknologiskt bästa sätt utnyttjas för att hållfastheten skall bli tillfredsställande. Klumpiga och därmed tunga konstruktioner befordrar icke den dynamiska hållfastheten.

Redan från början bör man omsorgsfullt överväga vad kraven på mekanisk hållfasthet kommer att betyda för konstruktionen. Kraven uttrycks lämpligen siffermässigt, enligt nedan:

- a) statisk acceleration som g-värde och varaktighet
- b) vibrationspåkänningar som frekvens (frekvensområden) och amplituder
- c) stöt- och skakpåkänningar som g-värden och varaktighet (stötens frekvensområde)
- d) chockpåkänningar som g-värden och varaktighet

I praktiken är det ofta svårt att erhålla erforderliga uppgifter om dessa påkänningar. Då man emellertid har att utföra konstruktionen så, att säkerhetsfaktorerna blir tillfredsställande måste man vidta alla åtgärder som tekniskt och ekonomiskt är rimliga. För detta ändamål har mekaniska provningsutrustningar konstruerats, medelst vilka de mekaniska påkänningarna bestäms.

Vid val av komponenter för konstruktionen skall dessas elektriska och mekaniska egenskaper noggrant undersökas. Från mekanisk synpunkt bör uppgifter om komponenternas samt fästanordningarnas resonansfrekvens (-er) och dämpning anskaffas. Hållfasthets-siffror för statisk påkänning bör därjämte finnas. Med ledning av dessa uppgifter skall behovet av speciellt *skydd* för komponenterna bedömas. En god tumregel är att något mekaniskt skydd icke erfordras om komponenterna med fästanordningar tål en statisk

acceleration av 600 g, dvs kan utsättas för ett tryck eller en dragning av 600 gånger sin egen vikt. (I speciella fall krävs ännu högre g-värden.)

Uppbyggnadens (stommens) hållfasthet skall stå i proportion till vikten på ingående komponenter. Tumregeln ger även upplysning om huruvida infästningsställen för särskilt tunga komponenter behöver förstärkas.

En resonansundersökning görs genom att apparaten placeras på en vibrationsanordning, så beskaffad att frekvensen långsamt glider över det aktuella frekvensområdet. Komponenter och detaljer som därvid uppvisar höga amplituder vid resonans dämpas på lämpligt sätt. Resonansundersökningen utförs i de tre principalaxlarna (X-, Y- och Z-riktningarna).

#### *Skyddsanordningar*

2.2.4.6.1

Komponenter och ledningar skyddas genom lämplig fastsättning vid stomme eller andra metalldelar.

Skrudar och muttrar fixeras med låsbrickor.

Elektronrör och inpluggbara enheter fixeras genom låsanordningar. Trimningsinställningar skall vara effektivt låsta.

Apparaten förses med *transportskydd*. Detta skall skydda apparaten för vibrations-, skak- och chockpåkänningar.

Vid transport av materielen, t ex på fordon av skilda slag, är det lämpligt att förse apparaterna med *vibrationsdämpare*.

Resonansfrekvensen vid användning av vibrationsdämpare vid fordonstransport har bestämts till 25 Hz. Dylika dämpare skyddar sålunda inte mot påkänningar med frekvenser under ca 35 Hz. Som följd härav bör konstruktören se till att det i konstruktionen om möjligt inte uppträder några resonanssvängningar med frekvenser lägre än ca 60 Hz.

Vibrationsdämparna bör vara konstruerade så att de jämväl utgör *chockskydd*. Ett fritt utrymme omkring apparaten av 25 mm i alla riktningar erfordras för apparatens rörelse i samband med chockpåverkan.



För att extra påkänningar på stötskydden till följd av rotationskrafter skall förhindras bör om möjligt apparatens tyngdpunkt placeras jämnt fördelad i förhållande till infästningspunkterna.

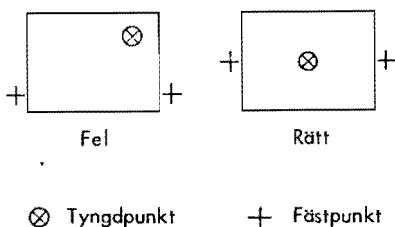


Bild 2.2.4—2

Samma förhållande bör i huvudsak gälla för enskilda komponenter och enheter (se bild 2.2.4-2).

#### 2.2.4.7 Provningsmetoder

För kontroll av den mekaniska hållfastheten och eventuella funktionsrubbnings utförs laboriemässiga provningar. Provningsarnas stränghetsgrad och varaktighet är därvid anpassade till de miljöpåkänningar som man har att räkna med vid användningen av materielen. Eftersom tidsfaktorn härvidlag i allmänhet är svår att simulera på grund av den korta tid som står till förfogande får man i stället höja stränghetsgraden till en gräns som erfarenheten visat vara lämplig. I de fall man fordrar hållfasthet mot statiska påkänningar placeras apparaten i en *slungapparat*, bestående av en roterande horisontell skiva eller arm, på vilken apparaten sätts fast på lämpligt avstånd från rörelsecentrum. Radien och rotationsvarvtalet bestämmer den statiska accelerationen.

Vibrationspåkänningar åstadkommes genom att apparaten eller detaljen placeras på en vibrationsmaskin, som drivs från en generator med möjlighet till varierande frekvens och amplitud. Apparaten vibreras över det aktuella frekvensområdet (glidande frekvensvariation), varvid apparaten och i denna ingående detaljer undersöks beträffande resonans (*resonansundersökning*). Undersök-

ningen sker lämpligen medelst stroboskop, varvid apparaten belyses med korta ljuspulser med en upprepningsfrekvens som något skiljer sig från den mekaniskt påtryckta frekvensen. Upp-täcks härvid kraftiga resonansamplituder, speciellt med frekvenser som ligger i det frekvensband som miljön representerar, bör konstruktionen ändras så, att amplituderna till största delen elimi-neras eller eventuellt genom annan infästning förskjuts till ett ofarligt frekvensområde.

Resonansundersökning utförs utan vibrationsskydd och i tre vinkelräta riktningar.

*Funktionsundersökning* utförs med apparaten i gång och vanligen med vibrationsskydd påsatta. Den tillgår på samma sätt som vid resonansundersökningen, men amplituderna är större.

Funktionsundersökning görs även i form av skakprov.

*Utmattningsprov* på apparater sker med blockerade vibrationsskydd. Vid utmattningsprovet underkastas apparaten vibrationer med kraftiga amplituder under längre tid eller ett stort antal stötar för erhållande av tillräckligt antal lastväxlingar.

Vibrationsprovet utförs med frekvenser som glider upp och ner över det aktuella frekvensområdet många gånger. Vibrationsmaskinen kan även matas med flera frekvenser samtidigt, vilka imiterar de verkliga förhållandena. För att efterbilda miljöförhål-landen med aero- eller hydrodynamiska flödesturbulenser an-vänder man brusmatade vibrationsutrustningar. Medelst filter utväljes vissa aktuella brusband med lämplig effektfördelning mellan banden, som genom förstärkare får påverka vibrations-utrustningen.

Utmattningsprov utförs även så att apparaten fixeras på bordet till en skakmaskin, som är så anordnad att bordet får fritt falla mot ett underlag, varvid stötverkan uppstår. Maskinen lyfter bordet, så att en bestämd fallhöjd erhålles. Genom ett stort antal stötar åstadkommes härigenom utmattningspåkänningar.

*Chockpåkänningar* för kontroll av chockskydd och uppträdande deformationer och andra skador i apparaten åstadkommes med

olika metoder. En metod består däri att apparaten fästes på ett stadigt underlag mot vilken en vikt får falla från en viss höjd. Underlaget med apparaten förflyttas därvid snabbt och kraftigt. Vikten kan även vara fästad på en pendelarm, varvid chocken erhålls horisontellt (pendelhammare).

En annan metod, som huvudsakligen används för kontroll av transportskyddet (chockskydden), består däri att apparaten i sin låda får falla fritt från 1 meters höjd mot ett stadigt betonggolv, som är täckt med 2" furuplank. Fallprovet görs med olika anslagsriktningar.

*Akustiska chocker* för kontroll av hållfastheten hos membran-utformade detaljer, t ex högtalare, hörtelefoner o d, åstadkommes genom definierade skottprov.

*Slitprov* utförs på elektromekaniska detaljer, inställningsorgan, apparatkablar o d. Därvid används härför anpassade maskiner, som utför för den aktuella användningen simulerade operationer.

## 2.2.5 **Luftrycksvariationer**

### 2.2.5.1 Allmänt

Luftburen materiel är speciellt utsatt för luftrycksvariationer i förening med temperaturvariationer som funktion av höjden över markytan. Spänningshållfastheten hos atmosfären på stor höjd är avsevärt lägre än vid marknivå. På grund härav erfordras ökade luftavstånd mellan spänningsförande delar. Glimning uppstår på grund av för små krökningsradier på spänningsförande delar, såsom spetsar bildade t ex av icke anslutna trådparter.

En del komponenter kan ta skada av lågt luftryck, bl a på grund av otäthet.

På grund av det låga luftrycket försämras värmeförföringen från apparaten under drift.

Även normal markmateriel (armémateriel) bör numera tåla reducerat atmosfärtryck, eftersom man måste räkna med flygtransport av sådan materiel. Vanligen nöjer man sig därvid med den påkänning som uppstår på ca 7 500 m höjd (ca 275 mm Hg och  $-35^{\circ}$  C).

Materiel som är avsedd för drift på stor höjd placeras i täta burkar, som vanligen sätts under ett övertryck av 1—2 atmosfärer.

Materielens känslighet för lufttrycksvariationer i förening med låga temperaturer typprovas enligt föreskrifterna i kapitel 3.9.

### **Synpunkter på materielens fältmässighet**

2.2.6

#### **Materielen skall vara transportsäker**

2.2.6.1

Eftersom materielen ofta används under mycket svåra yttre förhållanden måste den tåla hårdhänt behandling. Av stor betydelse är sålunda att materielen kan uthärda transporter av olika slag. I fält kan man inte räkna med att tid och möjligheter står till förfogande för att skydda materielen mot dessa påkänningar. Genom skak- och chockprov kontrollerar man att transportskyddet har tillfredsställande motståndskraft mot transportpåkänningarna.

#### **Materielen skall vara lättskött**

2.2.6.2

Materielen skall kunna betjänas utan svårighet, även av uttröttad personal. Erforderliga inställningar skall kunna utföras utan att alltför stora krav måste ställas på personalens skicklighet och uppmärksamhet (se 2.5.).

Packningen av tillbehör skall kunna göras på enklaste möjliga sätt och så att den kan utföras i mörker och under svåra atmosfäriska förhållanden. Antalet lösa enheter som är väsentliga för materielens funktion skall begränsas i största möjliga utsträckning för att förhindra att de i mörker m m blir borttappade. Apparat-kablar bör därför sitta fast vid apparaterna, där så är möjligt. För att ernå *snabbhet* och *säkerhet* vid uppställande och brytande av stationsplatsen skall åtgärder ha vidtagits för underlättande av personalens arbete härmed. Arbetet skall kunna utföras helt i mörker.

Materielen skall fungera lika säkert under skilda driftförhållanden. Inställningsorganen skall vara skyddade (säkrade) mot oavsiktlig påverkan.

Materielen skall vara så utförd att den lätt kan rengöras.

*Se i övrigt 2.5.*

### 2.2.6.3 Materielen skall vara effektiv

För att erhålla längsta möjliga *drifttid* måste materielen fungera med god verkningsgrad. Energislukande konstruktioner skall undvikas, och anpassningen till tillgängliga driftkällor skall alltid göras på sådant sätt att drifttiden blir så lång som möjligt.

För att materielen skall uppnå största möjliga *livslängd* skall den elektriska påkänningen hos ingående komponenter hållas låg i förhållande till märkdata. Materielen jämte tillbehör skall vara *slitstark*. Manöverorgan och andra rörliga delar underkastas därför *slitprov*. Materielen kan göras robust, utan att därför bli tung och klumpig, genom att ingående material utnyttjas på bästa sätt.

### 2.2.6.4 Fordran på täthet

I de flesta fall erfordras täthet mot damm, fukt, snö, vatten, gaser och insekter. Man kräver numera även att materielen skall vara resistent mot *radioaktiv* strålning i samband med atombombssprängning.

Täthet mot *damm och insekter* erfordras för att förhindra att dammbemängd luft (bl a landsvägsdamm) och insekter tränger in i apparaten. Eventuella ventilationshål (gälar) bör därför täckas med lämpligt material.

Täthet mot *snö* erfordras speciellt för markmateriel. Därvid bör man uppmärksamma att manöverorganen fungerar även vid isbildning.

Täthet mot *vatten* erfordras normalt för markmateriel. Om det endast gäller täthet mot regn provas apparaten genom regnprov enligt avsnitt 3.10. I vissa fall krävs att materielen skall tåla nedsänkning i vatten, vara *vadsäker*, utan att funktionen efteråt påverkas härav. Härvid görs antingen själva apparaten tät (gäller exempelvis för bärbar materiel), eller också apparatens transportlåda.

För att materielen skall bli *fukttät* måste den tillslutas hermetiskt, vilket normalt sker genom hoplödning, ingjutning i isoleringsmassa eller glasinsmältning (se 2.2.3.).

*Gastätthet* kan erfordras för att förhindra att materielen skadas om den befinner sig inom gasbelagt område. I vissa fall måste materielen även vara *explosionssäker*, t ex om explosiva gaser finns i närheten. Gnistbildande organ, t ex reläkontakter, bör därför vara hermetiskt tillslutna.

Materielen skall kunna inordnas i ett apparatsystem

2.2.6.5

Materielen skall utföra sina bestämda funktioner utan att samtidigt störa andra i systemet ingående apparater.

Anhopning av elektronisk materiel inom ett begränsat område, t ex flygplan eller fordon, kan åstadkomma ömsesidiga störningar mellan apparaterna om inte tillfredsställande åtgärder vidtagits häremot. Beträffande radiofrekventa störningar hänvisas till mätmetoder och godtagbara störnivåer, angivna i kapitel 10.

Fältmässig provning

2.2.6.6

Funktionsprovning under fältmässiga förhållanden har till ändamål att undersöka materielens militära användbarhet. Härvid fästes avseende vid materielens driftegenskaper (räckvidder,

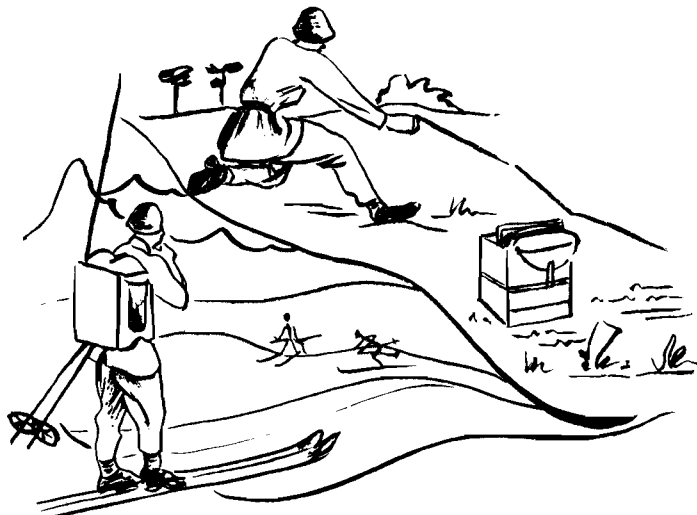


Bild 2.2.6-1.

*Truppprov, sommarprov, vinterprov, speciella prov*

transmissionsegenskaper i övrigt) och dess ändamålsenlighet från militär synpunkt (manöverorgan, vikt, volym, anpassning till avsett transportsätt, energikällor, mekanisk hållfasthet m m). Undersökning görs även av materielens egenskaper vid samkörning med annan materiel.

#### 2.2.6.7 Typprovning — laboratorieprov

För att kontrollera att materielen uppfyller de krav som uppställts i program, kontrakt och tekniska bestämmelser underkastar man den laboratoriemässiga typprov, som anges i kap 3. Tillverkaren bör därför genom egna prov ha försäkrat sig om att materielen uppfyller därvid uppställda krav.

### 2.3 Driftgränser

#### 2.3.1 Allmänt

Vid utveckling av elektronisk materiel skall man undersöka hur materielen fungerar under olika yttre driftförhållanden, exempelvis varierande spänningar hos drivkällorna. För driftspänningar lämnas uppgift om:

1. Nominella driftspänningar, som ligger till grund vid bestämning av materielens nominella prestanda och som anges i program och tekniska bestämmelser.

Vid drift med torrbatterier anges härvid en *medelspänning* bestämd av urladdningsförloppet hos dessa batterier.

2. Maximala och minimala driftspänningar, som förekommer i praktiken.

Vid den elektriska typprovningen enligt avsnitt 3.3 undersöks apparatens funktion vid här angivna driftgränser. I lämpliga fall undersöks dessutom inverkan av olika kombinationer av driftgränser.

För materiel som skall arbeta under speciella driftförhållanden kan andra driftgränser anges.

**Driftgränser för markmateriel** 2.3.2Temperaturgränser under drift: från  $-40^{\circ}\text{C}$  till  $+70^{\circ}\text{C}$  2.3.2.1

Andra temperaturgränser kan vara föreskrivna för materielen.

De anges i nedanstående tabell.

Temperaturklass	Lägsta omgivningstemperatur	Högsta omgivningstemperatur
	$T_1$ °C	$T_2$ °C
1	0	+ 40
2	- 30	+ 40
3	- 30	+ 55
4	- 40	+ 40
5	- 50	+ 55

Fuktgränser: 95–100 % relativ fuktighet 2.3.2.2

Tryckgränser 2.3.2.3

Flygtransporterad materiel skall utan att skadas tåla ett atmosfärtryck av 275 mm Hg, motsvarande 7 500 m flyghöjd. Apparaten är därvid icke i drift.

Driftspänningsgränser 2.3.2.4

Vid *nät*drift:  $\pm 10\%$  2.3.2.4.1*Nominell* spänning: 220 V*Anm.* Nätspänningar på 127 V kommer alltmera ur bruk.a) *Vid blyackumulatordrift och samtidig laddning från fordonsgenerator* 2.3.2.4.2
$$\left. \begin{array}{l} + 20\% \\ - 15\% \end{array} \right\} \text{ av nominell spänning. Kortvarigt } + 30\%$$
*Nominella spänningar*

12,5 V, 25,0 V

b) *Blyackumulatordrift utan samtidig laddning*: + 10 %, - 15 % av normal driftspänning*Nominell spänning*: 2,0 V/cell*Normal driftspänning* är 12,0 V (6 celler)



c) *Nifeackumulatordrift vid samtidig laddning:*

max 1,5 V/cell

min 1,10 V/cell

*Nominell spänning:* 1,4 V/cell

*Normal driftspänning:* 14 V, 26 V

d) *Vid nifeackumulatordrift utan samtidig laddning:*

Driftgränser 1,1 och 1,25 V/cell

*Nominell spänning:* 1,2 V/cell

*Medelspänning:* 1,18 V/cell

*Normal driftspänning* är 7,2 V (3 dubbelceller)  
12,0 V (5 dubbelceller)

2.3.2.4.3 *Vid torrbatteridrift*

max 1,6 V/cell

min 1,05 V/cell (= 70 % av 1,5 V/cell)

*Nominell spänning:* 1,4 V/cell

*Medelspänning:* 1,27 V/cell

*Anm.:* Vid nätdrift av batterirör (direkt upphettade glödtrådar) är nominell spänning 1,30 V  $\pm$  15 %, se 4.17.2.2.5.

2.3.2.4.4 *Vid elverksdrift:* För elverken gäller följande:

1-fas 50 Hz:  $\pm$  6 %

3-fas 50 Hz: 3  $\times$  220 V:  $\pm$  5 %

frekvens  $\pm$  5 %

2.3.2.4.5 *Frekvensomformare*

a) *För radar* 1-fas 50 Hz/400 Hz

120 V  $\pm$  10 %, 400 Hz  $\pm$  10 %

3-fas 3  $\times$  208 V  $\pm$  10 %

400 Hz  $\pm$  10 %

(Huvudspänning 208 V)

b) *Likström 400/Hz:* 220 V  $\pm$  10 % (1-fas)

400 Hz  $\pm$  10 %

*Anm.:* 1. Angiven spänning är effektivvärde

2. Distorsionsfaktor < 10 %

*Nätfrekvensvariationer* 2.3.2.4.6

1. 45—65 Hz. Gränserna bestäms av att materielen skall kunna drivas från såväl 50 Hz- som 60 Hz-maskiner.
2. 360—440 Hz.

*Transienta spänningar* 2.3.2.4.7

Om icke annat föreskrivs i apparatspecifikationerna skall apparaten kunna motstå en transient spänning som är  $\pm 20\%$  inom toleransområdet,  $\pm 10\%$  av nominell nätspänning, under 2 sekunder. Momentana funktionsfel är härvid tillåtna, men transienten skall icke orsaka kvarstående fel eller äventyra fortsatt drift.

*Inkopplingspänningsfall* 2.3.2.4.8

Kontakter skall utan kontaktavbrott fungera vid ett inkopplingspänningsfall till  $60\%$  av nominell driftspänning.

*Anslutningsimpedanser* 2.3.2.4.9

För *högfrekvens*:  $50 \pm 10\%$  ohm

För *telefoniområden* 300—3 500 Hz:  $600 \pm 10\%$  ohm

*Reglerade likspänningsvärden* i området 100—500 V skall ha en nominell spänning av 150 V, 250 V och 300 V. 2.3.2.4.10

*Elektronrör, transistorer* 2.3.2.4.11

Apparaten skall undersökas beträffande egenskaperna vid gränsdata hos elektronrör och transistorer.

*Mekaniska påkänningar* 2.3.2.4.12

*Vibrationer*, frekvensområde 5—500 Hz med farliga frekvenser över 35 Hz. Vibrationsskydd beräknas nedsätta accelerationerna till 10 g.

*Chockpåkänningar*. 600—900 g, varaktighet 5—20 millisek. Chockskydd beräknas nedsätta påkänningen till max 100 g.

## 2.4 Underhåll och service

### 2.4.1 Allmänt

Vid konstruktionen skall hänsyn tas till nödvändigheten av att på allt sätt underlätta underhåll och service. Apparaten skall vara så konstruerad att minsta möjliga anspråk behöver ställas på specialskolning av servicepersonalen. Åtgärder skall ha vidtagits för att underlätta felsökning och reparation, så att återställningstiden blir så kort som möjligt. Största vikt läggs vid att underhållet underlättas under krigsförhållanden.

Vid konstruktionen bör man överväga möjligheten att uppdelat apparaten på *enkla funktionsenheter*, som lätt kan bytas ut och funktionskontrolleras. Konstruktören skall på ett tidigt stadium av arbetet sätta sig in i servicemannens problem och på alla sätt underlätta dennes arbete. Goda funktionsdata är endast *en* sida av problemlösningen. Av minst lika stor betydelse är anordningar som underlättar *underhållet, vilket skall hålla apparaten vid liv*.

### 2.4.2 Överskådlighet och åtkomlighet för service

#### 2.4.2.1 Överskådlighet

Konstruktören bör söka åstadkomma en enkel och överskådlig konstruktion för att underlätta felsökning och service. Varje komponent skall vara försedd med väl synlig och läsbar märkning. Resistans- och kapacitansvärden t ex skall kunna avläsas utan att komponenten ifråga behöver lödas loss. För att underlätta identifiering och felsökning skall anslutningsplintar och lödpunkter vara utmärkta med nummer som skall återfinnas i kopplingschema.

#### 2.4.2.2 Åtkomlighet

Alla delar, speciellt sådana som erfordrar kontroll och utbyte, skall sålunda vara åtkomliga *utan demontering av andra komponenter*. Konstruktören bör överväga om vissa delar skall finnas i beredskap för snabb inkoppling medelst en omkopplare e d.

- Testpunkter** 2.4.2.3
- Testpunkter inuti apparaten skall vara utmärkta och lätt åtkomliga för anslutning av test signaler och mätinstrument. Anordning för säker fastsättning av testkropp intill testpunkten skall finnas.
- Serviceschema** 2.4.2.4
- Serviceschema skall finnas med testpunkter, erforderliga instrument och normala mätvärden (gränsvärden) angivna. Service-schemat bör även innehålla en orienterande skiss över testpunkternas platser i apparaten. Skissen kan lämpligen utgöras av en skylt placerad på lämplig plats inuti apparaten.
- Felsökningsschema** 2.4.2.5
- Felsökningsschema skall finnas med uppgift på felyttring och åtgärder, som skall vidtas för att man snabbt och säkert skall kunna avgränsa felet.
- Mätuttag** 2.4.3
- Komplicerad utrustning bör förses med mätuttag på frontpanelen, så fördelade med hänsyn till funktionerna att felsökningen underlättas. 2.4.3.1
- Mätuttagen sammanförs lämpligen till ett anslutningsdon, med omkopplare, till vilket serviceinstrumentets (t ex universalinstrumentet) mätsladdar anslutes. Mätning skall kunna utföras utan att apparatens funktion störs. 2.4.3.2
- Shuntar och förkopplingar i apparaten avpassas så att lämpligt visarutslag erhålles på mätinstrumentet. 2.4.3.3
- Inbyggda testutrustningar** 2.4.4
- Om så erfordras förses apparaten med inbyggda testutrustningar. Därvid bör dock någon av nedanstående förutsättningar föreligga: 2.4.4.1
- a) När funktionen behöver kontrolleras ofta (t ex panelinstrument och oscilloskop).

- b) När portabel mätutrustning icke ger erforderlig upplysning om funktionen (t ex konstanter, anpassning till antenner).
- c) När testning fordrar isärkoppling av apparaten eller transmissionsledning (t ex riktkopplare, ledningskopplare till konstantantenn, ståendevågmätare).
- d) För underhåll av komplicerad utrustning eller apparatsystem (t ex monitorskop med omkopplare, som visar kritiska vågformer på olika för funktionen väsentliga ställen i utrustningen).
- e) När mätningen måste göras i punkter som innebär livsfara för personalen.

2.4.4.2 Testutrustningen skall vara mer driftsäker än den materiel som den skall användas tillsammans med. Den skall vidare vara enkel att handha samt medge noggrann avläsning av mätvärden.

2.4.4.3 Frågan om inbyggd testutrustning skall avgöras i samråd med beställaren.

#### 2.4.5 Serviceutrustning

2.4.5.1 Vid testning skall man om möjligt utnyttja den *mätutrustning* som personalen normalt har tillgång till. Specialutrustningar skall om möjligt undvikas. Om speciella testutrustningar erfordras skall dessa på ett tidigt stadium av utvecklingsarbetet diskuteras med beställaren.

Speciella testutrustningar skall kunna drivas från apparatens spänningskälla.

2.4.5.2 En förteckning över den testutrustning som normalt ingår i organisationen skall i samband med apparatutvecklingen begäras från beställaren.

#### 2.4.5.3 Verktyg

Vid konstruktionen skall tillses att de för servicearbetet erforderliga verktygen ingår i den verktygsutrustning som personalen normalt har till sitt förfogande. Specialverktyg skall däremot om möjligt undvikas. Om sådana är nödvändiga skall de sättas fast

ordentligt på lämpligt ställe inuti apparaten. Förteckning över den verktygsutrustning som normalt ingår i organisationen erhålles från beställaren.

### **Serviceinstruktion**

2.4.5.4

I samband med att konstruktionen fastlagts skall serviceinstruktion utarbetas och praktiskt provas. Instruktionen skall innehålla bl a felsökningsschema samt uppgifter om mätvärden i testpunkterna.

### **Reservdelar**

2.4.6

För att man under apparatens livstid skall kunna utföra reparationer erfordras lager av reservdelar. För att inte reservdelshållningen skall bli alltför betungande bör vid konstruktionen standardiserade och lättillgängliga komponenter utnyttjas.

### **Speciella serviceföreskrifter**

2.4.7

Enheter med tillhörande kablar skall monteras så att servicemannen inte får svårigheter vid hantering av chassier, t ex i ett stativ. (Kom ihåg att servicemannen endast har två händer!) Servicemannen måste vidare ha tillräckligt utrymme vid sitt arbete. Enheterna bör förses med handgrepp. Belysningsfrågan bör därjämte ägnas uppmärksamhet.

2.4.7.1

Inspektionsluckor, höljen skall lätt kunna öppnas, t ex genom att på lämpligt sätt hängas på gångled. Utför konstruktionen så, att servicemannen inte skadas av vassa hörn och kanter.

2.4.7.2

Installation skall kunna ske med föreskrivna verktyg med behandskade händer.

2.4.7.3

Inställningsorgan som sällan används placeras lämpligen under en lucka på frontpanelen.

2.4.7.4

Apparat med avtaget hölje skall vara så utförd att den vid service och reparation utan att innanmätet skadas kan placeras på ett bord på vilken av sina sidor som helst.

2.4.7.5

Jordförbindning skall icke ske via fästskruvar, vilka måste tas bort vid service.

2.4.7.6

- 2.4.7.7 Ledningar till spolar skall, om funktionen det tillåter, dras fram till en kopplingsplint för att felsökning skall underlättas.
- 2.4.7.8 Komponenter som *måste* tas ut ur apparaten efter vissa tidsintervall skall förses med märkning som utvisar detta.
- 2.4.7.9 Installationen av drifttimmätare är vanligen önskvärd.
- 2.4.7.10 Roterande utrustningar, t ex vridbord, skall förses med sådana anordningar att de kan vridas för hand. Normal rotationsriktning skall vara utmärkt.
- 2.4.7.11 Triminställningar bör förses med skala och index. Den normala inställningen bör utmärkas, vilket underlättar servicemannens inställningsarbete. En avläsbar förskjutning från normalvärdet avslöjar att en gradvis försämring av apparatens trimningsstabilitet skett.
- 2.4.7.12 Triminställning bör kunna göras med skruvmejsel eller trimnyckel.
- 2.4.7.13 Triminställningen skall vara entydig och okritisk.
- 2.4.7.14 Servicearbetet försvåras om alltför många komponenter hopas på varandra.

## 2.5 **Utformning och handhavande**

### 2.5.1 **Den mänskliga faktorn**

- 2.5.1.1 Den elektroniska materielen skall inte endast fullgöra bestämda funktioner under omgivningens påkänningar, den skall dessutom anpassas till personalens möjligheter att på ett effektivt sätt betjäna den. Vid den konstruktiva utformningen skall sålunda hänsyn tas till den mänskliga faktorn. Här följer några synpunkter på koordinationen den mänskliga faktorn — apparatutförandet.  
Man kan lätt konstatera att den mänskliga faktorn inte är någon konstant företeelse, dess storlek eller nivå företer stora variationer mellan individerna. Kroppsstorleken varierar, de psykiska och intellektuella förutsättningarna är olika, iakttagelseförmågan likaså, och personalens handlag, erfarenhet och träning kan växla.

Under drift utsätts personalen för hårda påfrestningar av olika slag, som i längden verkar tröttande. Skötseln av materielen får därför icke bli beroende av alltför mycket tankeskärpa; exempelvis skall manöverorgan och avläsningsanordningar utformas så att de fungerar i en klar och naturlig följd. 2.5.1.2

Kontrollanordningar för funktionen skall vara enkla och lättfattliga, så att eventuella fel lätt kan identifieras och åtgärdas. 2.5.1.3

Om möjligt bör arbetsförhållandena göras så bekväma som möjligt. Följande faktorer bör därvid undersökas: utrymme, arbetsplatsens utformning, temperatur, ventilation, belysning, störningar från egen och annan i samma lokal (omgivning) arbetande utrustning. 2.5.1.4

Vid konstruktionen bör man noga överväga vilka manöverorgan som är absolut oundvikliga och försöka minska deras antal. Manöverorgan av sekundär art eller sådana som endast erfordras för speciella ändamål bör täckas med lock e d. 2.5.1.5

Konstruktören skall i god tid innan det slutligt bestäms hur manöverdon och inställningsskalor (instrument) skall placeras och utföras lämna förslag härom till beställaren i form av ritning, modell, fotografier eller annan beskrivande materiel, för att beställaren skall få tillfälle att närmare analysera utförandet ur handhavandesynpunkt. Utförandet skall godkännas av beställaren. 2.5.1.6

## **Placering av bildrör och skalor** 2.5.2

Se även 8.7.9.1., 8.7.9.2., 8.7.9.3.

I allmänhet bör bildrör placeras centralt på frontpanelen. Inställningsorganen placeras perifert för att händer och armar inte skall skymma bildytan. 2.5.2.1

Vertikalt placerade bildrör, skalor etc bör sitta i ögonhöjd. Lämplig monteringshöjd är 1,25—1,5 m över golvet vid avläsning i stående ställning. 2.5.2.2

Vid avläsning i sittande ställning bör bildrör, instrument o d placeras ca 0,75 m över stolsitsen. Stolsitsens höjd över golvet justeras så att angivet mått erhålles. 2.5.2.3



- 2.5.2.4 Bildrörsytans vinkel mot horisontalplanet bör för bekväm läsbarhet inställas enligt nedanstående tabell:

Sittande ställning	60°
Sittande och stående ställning i kombination	45°
Stående ställning	30°

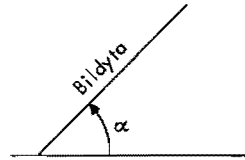


Bild 2.5.2-1.

*Bildrörsytans lutning mot horisontalplanet enligt tabellen*

### 2.5.3 Placering av manöverorgan

(Se även 8.7.9.)

- 2.5.3.1 Samhörande funktionella organ bör på lämpligt sätt samordnas med varandra, exempelvis genom färgmärkning, markeringslinjer, gruppindelning o d.
- 2.5.3.2 Inställningsorgan bör, om så är möjligt, placeras i närheten av samhörande skalor och bildrör.
- 2.5.3.3 Inställningsorgan bör placeras i den ordningsföljd i vilken de skall betjänas. Vid placeringen bör man även ta hänsyn till att båda händerna ibland måste användas.
- 2.5.3.4 Manöverorgan som måste betjänas ofta placeras på en armlängds avstånd, högst 0,7 m räknat från skuldran, för att onödiga kroppsrörelser skall undvikas. Sådana manöverorgan bör placeras inom området mellan skuldran och armbågen.
- 2.5.3.5 I de fall då man måste använda handen för att under längre tid (kontinuerligt) sköta ett inställningsorgan bör stöd finnas för handleden eller armen.
- 2.5.3.6 För sittande ställning bör lämpligt avpassat fotstöd och justerbar höjdställning av stolsitsen finnas. Tillräckligt knäutrymme erfordras dessutom.
- 2.5.3.7 Bromspedaler skall monteras så att knävinkeln (vinkeln mellan låret och underbenet) är 105°—135°.

- Pedaler skall pivoteras så, att deras rörelse liknar fotens, dvs så att en accelererande rörelse (ankelrörelse) sker i närheten av hälen och en bromsrörelse ovanför foten (benrörelse). 2.5.3.8
- Spakrörelse (joystick) skall vara lika fri i alla riktningar. Mindre spakar på bordyta skall monteras så att handen får stöd, vilket gör rörelsen stadigare. 2.5.3.9
- Vevrörelse skall vara dimensionerad med hänsyn till hastighet och belastning. Vid låg belastning skall vevarmen vara liten, så att den kan vridas genom en rörelse med handleden, och vid hög belastning skall den vara stor, så att full armrörelse kan tas ut. 2.5.3.10
- Manöverorganens utförande** 2.5.4
- Rattar och vred bör om möjligt utformas olika för olika funktioner, så att operatören med känslan (av betydelse särskilt i mörker) lättare hittar rätt manöverorgan. 2.5.4.1
- Inställningsrattar skall icke ha större diameter än 50 mm, och vridmomentet skall vara litet. 2.5.4.2
- Manöverorgan skall vara så utförda och placerade att de kan betjänas även med grovt behandskade händer. 2.5.4.3
- Manöverorgan skall vara utförda så, att inställningen inte rubbas på grund av vibrationer eller genom oavsiktlig beröring (dvs tillräcklig friktion skall finnas). 2.5.4.4
- Manöver- och inställningsorgan skall ha kraftigt markerade lägen. Lägesmarkeringen skall vara sådan att mellanlägen inte intas. 2.5.4.5
- Runda rattar används då en noggrann kontinuerlig inställning erfordras, och vred med visare då steginställning erfordras. 2.5.4.6
- Beträffande *axelfastsättning* se 8.7.9. 2.5.4.7
- Inställningsorganens manöverriktning** 2.5.5
- Manöverriktningen för inställningsorgan och skalor skall vara positiv i enlighet med föreskrifterna i FSD 900, Manöverriktning för teletekniska apparater. En ökning av funktionen (förstärkningen) skall åstadkommas genom vridning medurs. Likaså skall instrumentutslaget gå mot ökat värde när visaren vrider sig medurs. 2.5.5.1

Graderingen på en rörlig instrumentskala skall öka medurs i förhållande till ett fast index. Inkoppling skall ske genom rörelse uppåt eller till höger.

- 2.5.5.2 Inställningsorganets vridningsaxel skall vara parallell med rörelsen hos skalinställningen eller markeringen på bildröret, som orsakas av vridrörelsen.
- 2.5.5.3 Vid slagtäljare (sifferverk) sker rörelsen nedåt vid ökande nummer (undantag från regeln). Välj om möjligt sifferverk där sifferlägena insnäppes.
- 2.5.5.4 Vid avsteg från här nämnda regler skall tillstånd inhämtas från beställaren.

## 2.5.6 **Inställningsorganens märkning**

- 2.5.6.1 Inställningsorganens märkning jämte övrig märkning på frontplattan utförs normalt med bokstäver ur stora alfabetet. Punkttecken vid förkortningar utsätts icke.
- 2.5.6.2 Textförkortningar skall användas enligt fastställd förteckning.
- 2.5.6.3 Märkning på själva inställningsorganet undviks för att förrådhållning och utbyte skall underlättas.
- 2.5.6.4 Siffror och bokstäver skall placeras vertikalt för att underlätta läsningen. Radiellt placerade märkningar skall sålunda undvikas.
- 2.5.6.5 Lägesmarkering skall utgöras av kraftigt markerade punkter.
- 2.5.6.6 Vid flervarviga rattar placeras 0-strecket överst.
- 2.5.6.7 Text och placering skall överenskommas med beställaren.
- 2.5.6.8 Inställningen av en viss standardfunktion (t ex kalibreringsinställning) skall förses med karakteristiska markeringar för inställningsorganen (eller på skalan).  
Eventuellt kan apparaten därvid förses med skrivplån på vilket anteckning kan göras.
- 2.5.6.9 *Inställningsinstruktion* skall fästas på lämpligt ställe på apparaten, normalt i form av skylt.

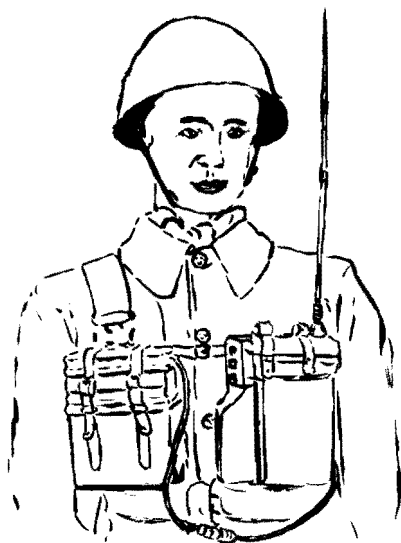
<b>Åtgärder mot felaktigt handhavande</b>	2.5.7
Materielen skall vara så konstruerad att den inte skadas vid handhavande under svåra driftförhållanden.	2.5.7.1
Åtgärder skall dessutom vidtas för att förhindra att skada uppstår på materielen vid felaktigt handhavande. Man bör bl a överväga om automatik i form av reläer o d bör införas <i>dels</i> för att förhindra att manövrer utförs i felaktig ordningsföljd och tidsföljd, <i>dels</i> för att förhindra överbelastningar.	2.5.7.2
Om så erfordras bör apparaten förses med felindikatorer (med larmsignal).	2.5.7.3
Apparater försedda med automatik skall om fel uppstår på denna snabbt kunna omkopplas för handinställning.	2.5.7.4
<b>Övriga synpunkter på utformningen</b>	2.5.8
Lådor och höljen skall vara av kraftig konstruktion, så att apparatens innanmäte inte skadas eller kortslutningar uppstår vid yttre påkänningar på lådan.	2.5.8.1
Apparatstommen skall vara försedd med avbäringsanordningar, som skyddar ledningar och komponenter vid insättning och uttagning ur lådor och höljen.	2.5.8.2
Lådor bör vara försedda med bärhandtag, lämpligt placerade i förhållande till apparatens tyngdpunkt.	2.5.8.3
Frontplattan skall vara försedd med handtag som underlättar apparatens uttagande ur höljet, så att inte manöverorganen används härför.	2.5.8.4
Apparatkablar m m skall anslutas till apparaten på sådant sätt att de inte är till besvär vid materielens handhavande.	2.5.8.5
<b>Vikt och volym</b>	2.6
<b>Allmänt</b>	2.6.1
Apparater skall utföras med minsta möjliga vikt och volym utan att kraven på driftsäkerhet och mekanisk stabilitet eftersättes.	

## 2.6.2 Bärbar materiel

2.6.2.1 Vikten av ryggbörda med bäransordning bör icke överstiga 18 kg.

2.6.2.2 Måtten på ryggbörda bör icke överstiga:

- för ryggbredd 300 mm
- för ryggdjup 200 mm



*Bild 2.6.2-1.*

*Apparaten skall ha minsta möjliga vikt och volym*

Bredden bestäms av att soldaten skall fritt kunna röra armarna, vilket är särskilt viktigt vid skidåkning. Avgörande för djupet är att bördan inte får bli baktung. Tyngdpunkten förläggs så nära ryggsidan som möjligt.

### 2.6.2.3 Volymvikt

För bärbar materiel krävs att volymvikten är sådan att apparaten nått och jämnt flyter i vatten för att underlätta simning över vattendrag.

2.6.2.4 Apparater som kommer att placeras på snö skall vara så utförda att den specifika belastningen på snöytan inte överstiger 15 kp/dm<sup>2</sup>.

**Vikt av bördor**

2.6.3

Vikt av börda som skall transporteras kortare sträcka bör icke överstiga: för 1 man 30 kg och för 2 man 50 kg. Tung komponenter, t ex transformatorer, skall placeras i apparaten, så att dennas tyngdpunkt blir låg och centrerad.

Bördorna skall fördes med ändamålsenliga och i förhållande till tyngdpunkten rätt placerade handtag. Handtagen bör placeras skyddade, så att de inte skadas vid transport.

På bördor för två man bör handtagen vara så anordnade att en stång kan skjutas in i dessa.

**Lyftöglor**

2.6.4

Materiel som väger över 75 kg skall fördes med lyftöglor.

**Stativdimensioner**

2.6.5

Materiel som avses för uppbyggnad i stativ skall dimensioneras enligt standard som anges i SEN R 430115.

**Skyddsföreskrifter**

2.7

**Skydd för driftpersonal**

2.7.1

Personalen skall skyddas mot livsfarliga spänningar, höga temperaturer (brännskador) och skador orsakade av materielen.

**Livsfarliga spänningar**

2.7.1.1

Vid normal betjäning av apparaten skall högre spänningar än 50 volt icke kunna åtkommas. Under vissa förhållanden kan även spänningar under 50 volt vara livsfarliga, t ex då operatören står på ett vått cementgolv. Vid torrbatteridrift är en högsta åtkomlig spänning på 150 volt tillåten.

Vid högre spänningar får åtkomliga punkter icke avge mer än 5 mA vid slutning med 10 kiloohm.

- 2.7.1.2 Alla yttre metalldelar skall ha jordpotential, och likaså antenn- och transmissionsledningar, med undantag av de delar som överför den utstrålade effekten.
- 2.7.1.3 Axlar till manöverorgan skall vara effektivt stomanslutna.
- 2.7.1.4 Anslutningsdon skall i öppet läge icke exponera punkter med livsfarliga spänningar.
- 2.7.1.5 Från apparaten utgående ledningar (mikrofon-, telefonledningar m m) skall vara så anslutna till apparatens kretsar att risk för livsfarliga spänningar icke föreligger, inte ens vid fel på apparaten. Följande utföranden rekommenderas:
- a) En av ledningsbranscherna stomanslutes.
  - b) Ledningarna stormansluts via en lågohmig transformatorlindning.
  - c) Utgående transformatorlindningar spänningsprovas med 2 500 volt eff, 50 Hz, under 1 minut till övriga metalldelar och lindningar.
- 2.7.1.6 **Skyddsjordning**
- 2.7.1.6.1 Nättransformatorernas primärlindningar (även avstörningsfilter) skall spänningsprovas med 2 500 volt eff-värde, 50 Hz, under 1 minut i förhållande till övriga lindningar och kärnan. Primärlindningen får icke stomanslutas i någon punkt.
- 2.7.1.6.2 I ett apparatsystem ingående enheter skall vara stomanslutna till en gemensam jordpotentialledning. Överbrygningen av eventuella gummivibrationsdämpare skall vara effektiv. Jordpotentialledningen skall ha anslutning för yttre jordning (jordspett). Denna systemjordning har till ändamål att förhindra spänningssättning av apparatenheter vid fel på nättransformatorernas primärlindningar.
- 2.7.1.6.3 Systemjordningen skall ske genom separat, kraftigt dimensionerad ledning, som bekvämt kan kontrolleras tillsammans med anslutningspunkterna. Systemjordning genom ledningspart (skärm) i kabel godkännes icke.

*Anvisningar för skyddsåtgärder vid strömförsörjning av fälttygmateriel, utförd för enfas 220 V eller trefas 220 V, 50 Hz* 2.7.1.6.4

Ur skyddssynpunkt kan följande viktigare strömförsörjningsfall framhållas:

- A. Drift från fältverk, enfas 220 V, 50 Hz (bild 2.7.1-2)
- B. Drift från fältverk, trefas 220 V, 50 Hz (bild 2.7.1-3)
- C. Drift från permanent distributionsnät, 380/220 V, 50 Hz (bild 2.7.1-4)
- D. Drift via mellantransformator från permanent distributionsnät, max 500 V, 50 Hz (bild 2.7.1-5).

#### *Fordon*

Fordon skall vara försedda med en eller flera jordskruvar för anslutning av jordspett och för anslutning av ekvipotentialförbindningar (ledande förbindelse). I fordon fast anslutna apparaters utsatta delar ekvipotentialförbindas med fordonets stomme medelst skyddsledare i apparaternas tilliedningar eller på annat sätt.

*Anm:* »Utsatt del» = för beröring åtkomlig, ledande anläggningsdel, som normalt icke är spänningsförande, men som är så beskaffad och belägen att den på grund av ett isolationsfel kan anta spänning. Del som är skyddad genom extra isolering anses dock icke vara utsatt del.

#### *Uttag*

Följande slag av uttag förekommer:

2-poliga uttag (hylstag) utan jorddon

Dessa är avsedda för anslutning av apparater via sladd utan skyddsledare. Sladden har stickpropp (stiftpropp) utan jorddon.

4-poliga uttag (hylstag) med jorddon (3 faser + jorddon)

Dessa är avsedda för anslutning av apparater via sladd med skyddsledare. Sladden har stickpropp (stiftpropp) med jorddon.



*Apparater*

Apparater med utsatta delar

Apparat avsedd att via sladd anslutas till 2-poligt uttag (hylstag) har

- *antingen* till apparaten fast ansluten sladd
- *eller* apparatintag (stifttag).

I båda fallen skall apparaten vara försedd med jordskruv. Undantag kan förekomma ifråga om lödkolv.

I det fall apparaten har fast ansluten sladd, är sladden utförd som 2-ledarsladd utan skyddsledare och i den fria ändan försedd med 2-polig stickpropp (stiftpropp) utan jorddon.

I det fall apparaten har apparatintag (stifttag), ansluts den medelst 2-ledarsladd, som är utförd utan skyddsledare och i ena ändan försedd med apparatuttag (hylspropp) utan jorddon och i andra ändan försedd med stickpropp (stiftpropp) utan jorddon. Sådan sladd används även som skarvsladd (skarvkabel).

Apparat avsedd att via sladd anslutas till 4-poligt uttag (hylstag) har

- *antingen* till apparaten fast ansluten sladd
- *eller* apparatintag (stifttag).

I båda fallen skall apparaten normalt ha jordskruv.

I det fall apparaten har fast ansluten sladd, är sladden utförd som 4-ledarsladd (3 fasledare och 1 skyddsledare) eller som 3-ledarsladd (2 fasledare och 1 skyddsledare) och i båda fallen i den fria ändan försedd med 4-polig stickpropp med jorddon (stiftpropp).

I det fall apparaten har apparatintag (stifttag), ansluts den medelst 4-ledarsladd (3 fasledare och 1 skyddsledare), i ena änden försedd med 4-poligt (3 faser och jorddon) apparatuttag (hylspropp) och i andra ändan försedd med 4-polig stickpropp med jorddon (stiftpropp). Sådan sladd används även som skarvsladd (skarvkabel).

## Apparater med extra isolering

Apparat med extra isolering har sladd utan skyddsledare. Sladden har normalt stickpropp (stiftpropp) utan jorddon. Sådan apparat har icke jordskruv.

### Elektriska symboler

Bild 2.7.1-1 visar de elektriska symboler som förekommer på bilderna 2.7.1-2 t o m 5.

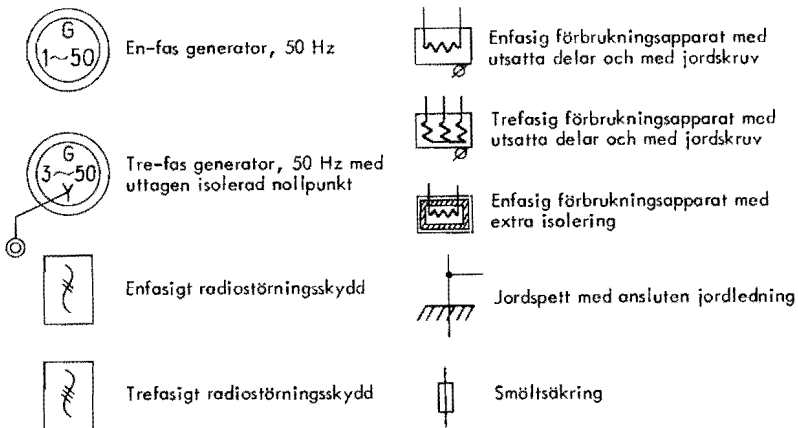


Bild 2.7.1-1.

Elektriska symboler

## A. Drift från fältelverk, enfas 220 V, 50 Hz (bild 2.7.1-2)

1. Generatorlindningen skall icke direkt-jordas. Generatorns stomme jordförbinds medelst jordspett. Radiostörningsskyddet på generatorns växelströmsida är anslutet till generatorns stomme och utfört för 5–10 mA.
2. Från fältelverket utgående ledning innehåller två fasledare.
3. För i fordon anbragt flyttbar apparat med utsatta delar och med jordskruv anordnas ekvipotentialförbindning mellan apparatens hölje och fordonets stomme (A1). Stommen jordas medelst jordspett (A1).
4. För annorstädes än i fordon anbragt apparat med utsatta delar och med jordskruv anordnas jordning medelst jordspett (A2). Om två eller flera dylika apparater är anbragta inom räckhåll för varandra anordnas ekvipotentialförbindning mellan apparaternas höljen och jordning medelst jordspett (A3). Undantag ifråga om jordning medelst jordspett medges i torrt rum med isolerande golv av trä eller dylikt (A4).
5. För apparater med extra isolering anordnas varken ekvipotentialförbindningar eller jordning (A1 och A5).
6. För bedömning av anläggningens isolationstillstånd utförs jordfelskontroll medelst ett för ändamålet avsett mätinstrument enligt särskild föreskrift och i följande omfattning:
  - a) i samband med idrifttagande av anläggningen eller av tillkommande del av denna
  - b) minst en gång varje dygn.

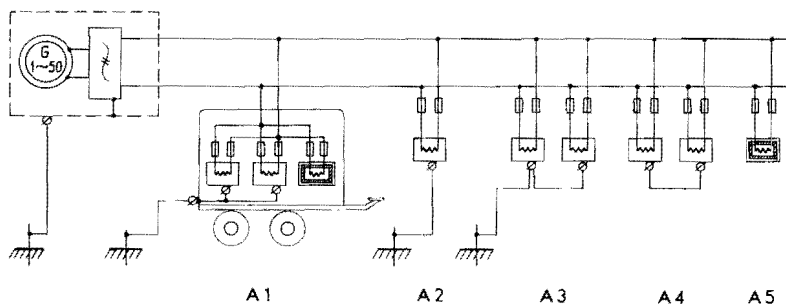


Bild 2.7.1-2. Drift från fältelverk, enfas 220 V, 50 Hz

B. Drift från fältverk, trefas 220 V, 50 Hz (bild 2.7.1-3)

1. Generatorlindningens nollpunkt är icke direkt-jordad men för mätändamål anslutet till ett från stommen isolerat anslutningsdon på elverket. Elverkets stomme jordförbinds medelst jordspett, som ansluts till en för ändamålet avsedd jordskruv. Radiostörningsskyddet på generatorns växelströmsida är anslutet till stommen och utfört för 5—10 mA.
2. Från elverket kan utgå en eller flera ledningar. Sådan ledning kan innehålla antingen fyra ledare, nämligen tre fasledare och en skyddsledare, eller enbart två fasledare. När skyddsledare finns är den ansluten till elverkets stomme. När ledning med enbart två fasledare dras ut förfars på samma sätt som enligt avsnitt A. När ledning med fyra ledare dras ut förfars på nedan angivet sätt.
3. I fordon till vilket fyra ledare framdras ansluts skyddsledaren till fordonets stomme. För apparat med jordskruv på höljet anordnas ekvipotentialförbindning till fordonets stomme. Dessutom jordförbinds stommen medelst jordspett (B1).  
I fordon till vilket enbart två fasledare avgränsas från ledning med fyra ledare (B2) förfars på samma sätt som enligt avsnitt A.

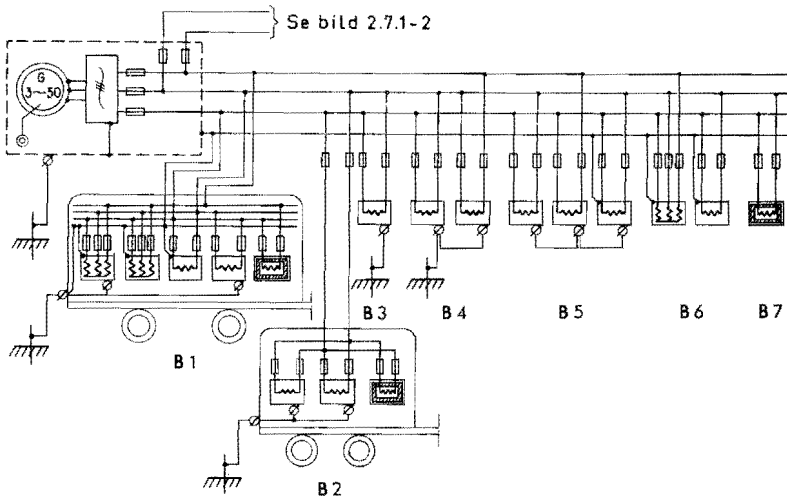


Bild 2.7.1-3. Drift från fältverk, trefas 220 V, 50 Hz

4. För annorstädes än i fordon anbragt apparat med utsatta delar och med jordskruv anordnas jordning medelst jordspett (B3). Om två eller flera dylika apparater är anbragta inom räckhåll för varandra anordnas ekvipotentialförbindning mellan apparaternas höljen och jordning medelst jordspett (B4).  
Undantag ifråga om jordning medelst jordspett medges i torrt rum med isolerande golv av trä eller dylikt (B5). Vidare medges undantag för jordspett och ekvipotentialförbindning för apparater som samtliga är förbundna med fältelverkets skyddsledare (B6).
5. För apparater med extra isolering anordnas varken ekvipotentialförbindning eller jordning (B1, B2 och B7).
6. För bedömning av anläggningens isolationstillstånd utförs jordfelskontroll medelst ett för ändamålet avsett instrument enligt särskild föreskrift och i följande omfattning:
  - a) i samband med idrifttagande av anläggningen eller av tillkommande del av denna
  - b) minst en gång varje dygn.

C. *Drift från permanent distributionsnät, 380/220 V, 50 Hz (bild 2.7.1-4)*

Apparat som ansluts med 4-poligt anslutningsdon skall anslutas via fulltransformator enligt avsnitt D i det följande.

För apparat som ansluts med 2-poligt anslutningsdon gäller 1–5 här nedan.

1. Anslutningen sker till 2-poligt uttag, 220 V, i fast installation i byggnad, oberoende av om apparaten används i fordon eller annorstädes.

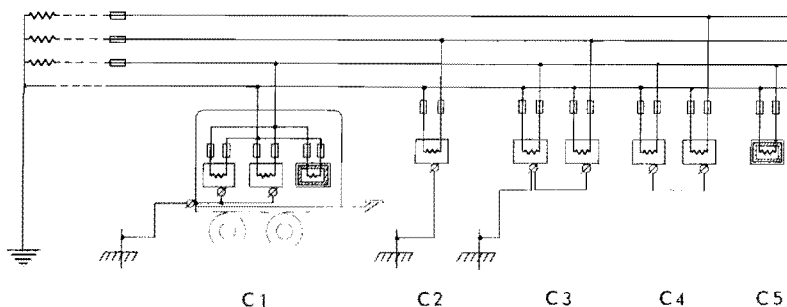


Bild 2.7.1-4. Drift från distributionsnät, 380/220 V, 50 Hz

2. För i fordon använd apparat med utsatta delar och jordskruv anordnas ekvipotentialförbindning mellan höljet och fordonets stomme. Dessutom jordas stommen medelst jordspett (C1).
3. För annorstädes än i fordon anbragt apparat med utsatta delar och jordskruv anordnas jordning medelst jordspett (C2). Om två eller flera dylika apparater är anbragta inom räckhåll från varandra anordnas ekvipotentialförbindning mellan apparat-höjlerna och jordning medelst jordspett (C3). Undantag ifråga om jordning medelst jordspett medges i torrt rum med isolerande golv av trä eller dylikt (C4).
4. För apparater med extra isolering anordnas varken ekvipotentialförbindning eller jordning (C1 och C5).
5. För bedömning av anläggningens isolationstillstånd utförs jordfelskontroll medelst ett för ändamålet avsett instrument enligt särskild föreskrift och i följande omfattning:
  - a) i samband med idrifttagande av anläggningen eller av tillkommande del av denna
  - b) minst en gång varje dygn.

- D. *Drift via mellantransformator från permanent distributionsnät max 500 V, 50 Hz (bild 2.7.1-5)*
1. Anslutning sker via trefas fulltransformator, kopplad D/Y. Primärlindningen är omkopplingsbar för 190, 220, 380 och 500 V. Sekundärlindningen är utförd för  $3 \times 220$  V.
  2. Distributionsnätets jordade ledare (nolledare, skyddsledare) ansluts icke till transformatorns hölje.
  3. Sekundärlindningens nollpunkt jordas icke. För mätändamål är nollpunkten ansluten till ett isolerat anslutningsdon på transformatorns hölje. Transformatorns hölje jordförbinds medelst jordspett som ansluts till en för ändamålet avsedd jordskruv.
  4. Från transformatorn kan utgå en eller flera ledningar. Sådan ledning kan innehålla antingen fyra ledare, nämligen tre fasledare och en skyddsledare, eller enbart två fasledare. Om skyddsledare finns är den ansluten till transformatorns hölje. När ledning med enbart två fasledare utdras förfars på samma sätt som enligt avsnitt A ovan. När ledning med fyra ledare utdras förfars på nedan angivet sätt.
  5. I fordon till vilket fyra ledare framdras ansluts skyddsledaren till fordonets stomme. För apparat med jordskruv på höljet anordnas ekvipotentialförbindning till fordonets stomme. Dessutom jordförbinds stommen medelst jordspett (D1).  
I fordon, till vilket enbart två fasledare avgränsas från ledning med fyra ledare (D2) förfars på samma sätt som enligt avsnitt A.
  6. För annorstädes än i fordon anbragt apparat med utsatta delar och jordskruv anordnas jordning medelst jordspett (D3). Om två eller flera dylika apparater är anbragta inom räckhåll för varandra anordnas ekvipotentialförbindning mellan apparaternas höljen och jordning medelst jordspett (D4). Undantag

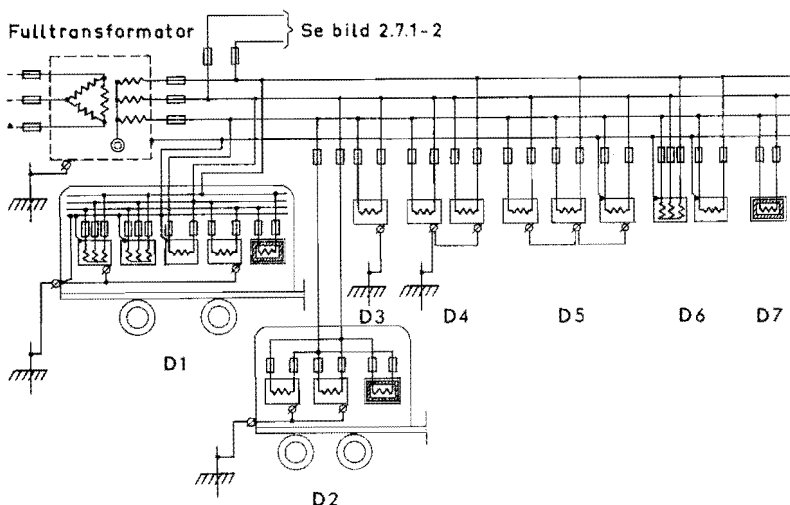


Bild 2.7.1-5.

Drift via mellantransformator från permanent distributionsnät, max 500 V, 50 Hz

ifråga om jordning medelst jordspett medges i torrt rum med isolerande golv av trä eller dylikt (D5). Vidare medges undantag ifråga om jordspett och ekvipotentialförbindning för apparater som samtliga är förbundna med transformatorns skyddsledare (D6).

7. För apparater med extra isolering anordnas icke vare sig ekvipotentialförbindning eller jordning (D1, D2 och D7).
8. För bedömning av anläggningens isolationstillstånd utförs jordfelskontroll medelst ett för ändamålet avsett instrument enligt särskild föreskrift och i följande omfattning:
  - a) i samband med idrift-tagande av anläggningen eller av tillkommande del av denna
  - b) minst en gång varje dygn.



- 2.7.1.7 Personalen skall skyddas mot imploderande bildrör; provningsföreskrifter, se SEMKO 6C Televisionsmottagare.
- 2.7.1.8 Vid mätning av spänningar över 1 000 volt skall utrustningen förses med en spänningsdelare som är anpassad för voltmeteren ifråga.
- 2.7.1.9 **Höga temperaturer**  
Uppträder höga temperaturer skall skydd mot ofrivillig beröring finnas. Tillåten högsta temperatur är 80° C.  
Temperaturen på frontpanel eller manöverorgan får icke överstiga 45° C.
- 2.7.1.10 **Skydd mot kroppsskador**  
Fordonsinstallerade apparater skall ha säkringsanordningar som hindrar att apparaterna vid haverier (diskeskörning) lossnar från sina fästeanordningar.  
Gummibuffertar skall vara försedda med mekanisk säkring som träder i funktion vid brott på gummit.  
Utskjutande delar på apparaten bör ha sådan form att personalen inte fastnar med kläder eller annan utrustning vid hastig utrymning av fordonet. Utrustningen skall vara utförd på sådant sätt att personalen skyddas för ofrivillig beröring av rörliga delar, såsom kugghjul, fläktvingar, kedje- och remtransmissioner. Roterande antenner (vridbord) skall förses med nödströmställare vid antennen.
- 2.7.1.11 **Bullrande omgivning**  
Personalen skall skyddas mot alltför hög bullernivå från omgivande maskiner vid betjäning av elektronisk utrustning. Bullernivån bör begränsas till 85 dB över 0,0002 dyn/cm<sup>2</sup>.

## Skydd för servicemannen

2.7.2

Av naturliga skäl är det svårt att åstadkomma ett säkert skydd för servicemannen. Man måste förutsätta att denne genom sin utbildning erhållit tillfredsställande insikt i materielens funktion.

### Skyddskontakter

2.7.2.1

Apparaten skall förses med varningsskyltar, dörrströmbrytare och anordning för automatisk urladdning av kondensatorer, då spänningen är högre än 350 volt effektivvärde.

Dylika skyddskontakter skall bryta omedelbart i öppningsrörelsens början. Vid urkoppling av skyddskontakterna skall anordningen fungera så, att dörrar eller luckor inte går att stänga förrän inkoppling skett.

Dörrar, luckor etc skall ha rundade hörn, eller också skall andra åtgärder ha vidtagits så att personalen inte kommer till skada. De bör även kunna låsas i öppet läge.

### Varningsskyltar

2.7.2.2

Varningsskyltar skall placeras på ett iögonfallande sätt. Höljen som för spänning i förhållande till stommen skall märkas med röd färg eller skyddas, där så är möjligt, med isolerande yta.

### Kondensatorurladdning

2.7.2.3

Kondensatorer förses med lämpligt urladdningsmotstånd, så att de vid frånslag av nätspänningen inte kvarstår uppladdade.

## 2.7.2.4 Skyddsföreskrifter för handhavande av bildrör

2.7.2.4.1 *Allmänt*

Varje serviceman skall äga kännedom om de stora risker som föreligger vid handhavande av bildrör. Om t ex ett föremål tappas på röret kan detta vara tillräckligt för att röret skall implodera med allvarliga följder (glassplitter i ögonen m m).

Vid handhavande skall följande föreskrifter iakttas.

2.7.2.4.2 Bildrören skall förvaras i sina kartonger och häckar, vilka skall vara försedda med skyddshuvar som fångar upp det kringflygande glaset vid implosion.

2.7.2.4.3 Vid hantering av bildrören skall händerna skyddas med handskar och ansiktet med ansiktsskydd med skyddsglasögon.

Om röret är monterat på en öppen stomme skall röret alltid vara täckt med ett hölje av kraftig smärtning.

2.7.2.4.4 Röret skall insättas i och uttagas ur sin kartong på sådant sätt att bildytan vänds mot kartongens öppning.

2.7.2.4.5 Bildröret får icke fattas med händerna om rörhalsen; icke heller får någon kraft påverka halsen. Ett sätt att hantera röret är att fatta om den del av konen där denna förenar sig med rörhalsen. Den andra handen stöder röret antingen utefter dess kant eller vid rörhalsens anslutningsända. Denna hand skall icke uppta någon tyngd utan endast hålla röret i balans.

2.7.2.4.6 Om ett rör måste läggas på ett bord e d skall det *icke* läggas så att det stöder på bildkanten och halsens ända, utan ställas vertikalt på bilytan, varvid denna skyddas med en mjuk filtskiva, avpassad efter bilytan.

2.7.2.4.7 Om ett bildrör skall förstöras skall detta ske i en sluten låda, försedd med ett litet hål, genom vilket man kan skjuta in en metallstav och stöta hål på röret.

2.7.2.4.8 Bildrören arbetar *med livsfarliga spänningar*. Var därför försiktig, så att kontakt med spänningsförande delar inte sker.

2.7.2.4.9 Innan bildröret tas ut ur en apparat bör yttre ledande skikt urladdas till anoden. Kapacitansurladdningen är normalt icke farlig,

men servicemannen kan få en chock, så att han inte längre kan kontrollera sina åtgärder.

Rör med metallkon skyddas mot kontakt med magnet för att lokala bilddeformationer inte skall uppstå i bildytans kanter vid användningen. 2.7.1.4.10

I vissa elektronrör (ex kallkatodrör) används radioaktiv dosering för stabilisering av dataegenskaperna. Aktiviteten härav är låg och utgör ingen fara för personalen. Vid hantering av rör med krossad kolv varnas dock för skärsår, genom vilka det aktiva materialet kan komma in i blodet. Dylika sår skall omedelbart göras rena; ett öppet sår enklast genom spolning med rinnande vatten. 2.7.2.5

## **Skydd för materielen**

2.7.3

### Allmänt

2.7.3.1

Materielen skall vara så utförd att den när fel uppstår inte avger brinnbara (explosiva) gaser eller själv kan underhålla eld. Materielen skall därför vara uppbyggd av eldsäkert material.

### Nätanslutning

2.7.3.2

Vid anslutningsstället för kraft skall på väl synlig skylt anges driftspänning och frekvens. När apparaten är avsedd för drift från växelströmsnät, alternativt likströmsnät (ackumulator), skall konstruktionen vara sådan att felaktig inkoppling förhindras.

### Nätströmställare

2.7.3.3

Nätströmställare skall ge tvåpolig brytning av likström och enfasig nätspänning. Vid 3-fassystem skall samtliga faser brytas.

### Säkringar

2.7.3.4

Apparaten skall ha säkringar mot överbelastning, avpassade för den del de skall skydda. Säkringarna skall vara så dimensionerade att de inte bryter vid normala driftförhållanden, och inte heller vid driftgränserna. 2.7.3.4.1

Apparater för torrbatteridrift behöver normalt icke säkras.

2.7.3.4.2

- 2.7.3.4.3 Användning av motstånd såsom säkring är icke tillåten, då risk för kortslutning av motstånd föreligger.
- 2.7.3.4.4 Säkring utförs så
- att den oskyddade ledningen blir så kort som möjligt
  - att avbrott sker i ledningen till nätströmställaren
  - att brytning icke sker i ledning som normalt är stomansluten
- Erfordras skydd i dylik ledning bör detta skydd utgöras av ett överbelastningsrelä som inte bryter stomförbindningen.
- 2.7.3.4.5 Om flera apparater ingår i ett system är det önskvärt att samtliga säkringar placeras *centralt* i en säkringsbox (-tavla). Säkringsboxen skall ha tydlig och säkert kvarsittande märkning (tablå), som anger varje säkrings märkström samt den apparat som skyddas av säkringen.
- 2.7.3.4.6 Säkringen placeras på frontpanelen om central placering inte är tillämplig. Märkningen skall anges på frontpanelen och icke på säkringshållaren.
- 2.7.3.4.7 Automatsäkringar skall företrädesvis användas i st f smältsäkringar.
- 2.7.3.4.8 *Vibratoromformare*
- Transformatorn skall vara försedd med värmesäkring med momentbrytning.
- 2.7.3.4.9 *Magnetroner och motorer* skall skyddas för överström.
- 2.7.3.5 **Fläktkylning**
- Vid kylning med fläkt tillses att apparaten sätts under *tryck* för att förhindra att damm och andra partiklar sugs in i springor. Fläktintaget skall därvid vara försett med dammfilter, som lätt kan tas bort för rengöring.
- Om fläktkylningen upphör att fungera skall en larmanordning träda i funktion. Larmanordningen får icke vara försedd med frånkopplingsanordning. Huruvida larmanordningen därjämte skall automatiskt frånkoppla apparaten från spänning avgörs från fall till fall.

*Skydd mot insekter o d* 2.7.3.5.1

Ventilationshål skall om möjligt täckas med trådnät för att insekter, råttor etc inte skall komma in i hålen. Vid dimensioneringen av ventilationshålerna skall hänsyn tas till öppningsareans minskning.

**Överspänningsskydd** 2.7.3.6

Fast installerad materiel förses med åskskydd.

Stavantenner till fordon utförs så att skydd finns mot högspänning från kraftledningar, speciellt i samband med järnvägstransport.

Vid drift med höga spänningar bör överspänningsskydd anordnas.

Skydd mot nätspänningstransienter skall finnas.

Antenner som inte har jordpotential skall förses med urladdningsmotstånd e d.

**Mekaniskt skydd för materielen** 2.7.3.7

Apparat skall med avtagna höljen i och för service kunna placeras på ett bord i vilket läge som helst utan att delar skadas; se *fallprov 3*, 3.8.3.

Installation skall kunna göras utan att interna delar exponeras. Beträffande skydd mot miljöpåkänningar se 2.2.4, 4.25 och 8.7.20.

**Tillverkningsföreskrifter** 2.8**Allmänt** 2.8.1

För tillverkning och leverans av elektronisk materiel gäller i tillämpliga delar de allmänna bestämmelser som upprättats efter samråd mellan försvaret tillhörande myndigheter och Sveriges Industriförbund, i den mån de icke ändras genom skriftlig överenskommelse mellan parterna. 2.8.1.1

Ändamålet med denna föreskrift är att ange de procedurregler som normalt erfordras för framställning av elektronisk materiel. Dennes i allmänhet komplicerade natur och kravet på anpassning till elektroniska apparatsystem medför en omfattande uppföljning 2.8.1.2

och kontroll av materielens egenskaper, inte enbart i slutstadiet av tillverkningen (leverans) utan under hela tillverkningen.

2.8.1.3 Framtagandet av elektronisk materiel kan normalt indelas i följande tillverkningsfaser:

- a) utvecklingsuppdrag
- b) prototyp tillverkning
- c) provserietillverkning
- d) serietillverkning

2.8.1.4 Vid genomförandet av större projekt är det av största betydelse att genomloppstiden för tillverkningsfaserna är så kort som möjligt, varigenom materielens användbara livslängd ökas. Detta kräver en stor kraftinsats från det projekteringen börjar till dess materielen kan tas i bruk.

Eftersom kraven på ökad driftsäkerhet (tillförlitlighet) gör sig alltmer gällande leder även detta till ökade insatser.

Ett förtroendefullt samarbete mellan beställare och tillverkare är nödvändigt för att resultatet av tillverkningen skall bli tillfredsställande och en förutsättning för lägsta möjliga kostnader.

## 2.8.2 Utvecklingsuppdrag

### 2.8.2.1 Projektanalys

Som grundval för igångsättning av anskaffning av materiel skall beställaren med hjälp av projektorgan utföra analyser och värderingar i olika avseenden för att utröna om en apparat har förutsättning att uppfylla vissa funktioner i ett system. Resultatet av denna analys fastställs närmare i ett utvecklingsprogram för apparaten.

Med hänsyn till fordran på modernitet och effektivitet ställs normalt kravet att den tekniska lösningen skall stå på erforderligt hög nivå.

Vid genomförandet av utvecklingsuppdraget skall denna strävan noggrant uppföljas och sådana vägar väljas och undersökas, som snabbt och säkert leder till den önskade effektiviteten.

### Utvecklingsprogram

2.8.2.2

Beställaren (dennes projektorgan, eventuellt i visst samarbete med tillverkarens projektorgan) utarbetar ett utvecklingsprogram, bl a med uppgifter om:

- a) den taktiska användningen och omfattningen i den utsträckning som erfordras för utvecklingsuppdragets genomförande
- b) tekniska data för in- och utfunktioner, datapresentation, tekniska bestämmelser för material, komponenter och mätmetoder
- c) drivkällor, driftförhållanden
- d) utformning och anpassning till givna utrymmen, betjänings- och övriga handhavandeföreskrifter
- e) viktuppgifter
- f) transportsätt, installation m m
- g) tillbehör
- h) miljöfaktorer och i samband därmed typprovningsföreskrifter för kontroll av att givna föreskrifter innehålls
- i) hänvisning till denna konstruktionspraxis

Programmet bör för att ge ett tillfredsställande underlag för utvecklingsarbetet vara specificerat i erforderlig omfattning.

### Utvecklingsuppdragets planering

2.8.2.3

*Tillverkaren* bearbetar programmets föreskrifter och överlämnar till beställaren en plan för arbetet, bl a med angivande av:

- a) den tekniska lösningen, ev alternativa lösningar
- b) materiella och personella resurser som kan erbjudas
- c) beräknad tidsplan för utvecklingsarbetet
- d) beräkning av driftsäkerhetsegenskaperna med hänsyn till komponentuppbygget och övriga förhållanden
- e) övriga förhållanden som kan ha inflytande på utvecklingsarbetets gång och kommande produktion (tillverkningsplanering)

Tillverkaren skall tillstålla beställaren en sådan plan för godkännande innan arbetet igångsätts. Det kan framhållas att en noggrant genomarbetad plan är grundvillkoret för att ernå ett snabbt och säkert resultat. Det är av stor vikt att driftsäkerhets- och inte enbart prestandaegenskaperna från början ingår i bilden, med risk för att i annat fall utvecklingsarbetet till stor del måste göras om med förlorad tid och ökade kostnader som följd.



#### 2.8.2.4 Utvecklingsarbetet

Under utvecklingsarbetets gång erforderliga avsteg från det överenskomna programmet och planeringen skall omedelbart skriftligen med noggrant angivande av orsak meddelas beställaren för godkännande. Normalt sker detta genom sammanträdesprotokoll som justeras av parterna.

Av beställaren utsedd *kontaktman* för utvecklingsarbetet skall ges alla informationer sammanhängande med uppdraget.

*Tillverkaren* skall under arbetets gång delge beställaren (kontaktmannen) löpande laboratorierapporter över uppnådda resultat.

Komponenter (inklusive elektronrör, transistorer etc) bör väljas bland de av beställaren rekommenderade typerna och fabrikaten. Erfordras andra komponenttyper skall dessa jämte provningsresultat och uppgift om tillverkare överlämnas beställaren för godkännande. Ett dylikt godkännande fritar icke tillverkaren från ansvaret beträffande mottagningskontroll, applikation och driftsäkerhet hos den levererade materielen.

Tillverkaren skall vid slutförandet av utvecklingsuppdraget överlämna en sammanfattande *redovisning* av produktens egenskaper, även vid driftgränserna (se 2.3), inverkan av komponenternas spridning i data, åldringen hos komponenterna (exempelvis genom simulerande prov), kontroll av icke önskade bifunktioner (avstörning och mottaglighet för yttre störningar, se avsnitt 10) samt övriga förhållanden som kan inverka på apparatens egenskaper.

Om de vid utvecklingsarbetet erhållna resultaten bedöms vara godtagbara i förhållande till bestämmelserna i utvecklingsprogrammet sker normalt en överarbetning av bestämmelserna som skall gälla för prototyp tillverkningen.

#### 2.8.3 Prototyp tillverkning

Prototyp tillverkningen utgör vanligen en fortsättning av utvecklingsuppdraget. Den har till ändamål att ge apparaten dess avsedda slutliga utformning så långt detta är möjligt. Uppbyggnaden sker vanligen i olika avsnitt, ofta med hjälp av attrapper, för att ge

underlag för bedömning av lämplig formgivning, åtkomlighet och lämplig placering av manöverorgan, uppdelning i underenheter m m. En intensiv samverkan mellan beställaren och tillverkaren erfordras i detta förberedelsestadium.

Prototypexemplar framställs vanligen på grundval av skisser. Då så anses erforderligt, t ex beträffande mekaniska detaljer, sker tillverkning efter mer eller mindre fullständiga ritningar. Sådan tillverkning sker vanligen hantverksmässigt.

På grund av tillverkningssättet utförs prototypen endast i ett fåtal exemplar.

Tillverkaren utför noggranna och omfattande undersökningar på prototypen för att verifiera fordringarna i de tekniska bestämmelserna. Härvid undersöks prestanda under olika miljöförhållanden, samt reparations- och servicemöjligheter, i enlighet med typprovsningsbestämmelserna.

Temperaturegenskaperna bör ägnas särskild uppmärksamhet, eftersom alltför höga temperaturer minskar apparatens driftsäkerhet och livslängd. Användning av exempelvis elektronrör och halvledarkomponenter fordrar därvid en noggrann undersökning.

Om apparaten måste ändras tvingas man vanligen upprepa hela serien av undersökningar för att få visshet om att ändringarna inte försämrat tidigare uppmätta egenskaper.

Härefter överlämnar tillverkaren en noga specificerad rapport över utförda undersökningar till beställaren med förslag till förbättringar, bl a från tillverkningssynpunkt.

*Beställaren* deltar i och övervakar tillverkarens undersökningar samt utför kompletterande undersökningar i den utsträckning detta bedöms vara erforderligt. Beställaren utför, vanligen tillsammans med tillverkaren, prov i avsedd installation för att utröna apparatens egenskaper och användbarhet i den avsedda miljön.

Det kan inte undvikas att dessa undersökningar ofta ger anledning till krav på förbättringar i olika avseenden, speciellt vid komplicerad materiel. Då så är möjligt bör dessa förbättringar införas på

prototypen, varefter ny undersökning utförs för att utröna om önskat resultat uppnåtts.

Om ändringarna är alltför omfattande kan det bli nödvändigt att tillverka en ny prototyp, varvid man eventuellt kan delvis utnyttja den tidigare prototypen, där dessa ändringar införts.

För att fastslå om den ändrade prototypen fungerar tillfredsställande bör man på nytt företa ovan nämnda undersökningar. En sammanställning av erfarenheterna från prototypen ligger sedan till grund för utarbetandet av de tekniska bestämmelserna för provserietillverkningen.

## 2.8.4 **Provserietillverkning**

### 2.8.4.1 **Förutsättningar för start av provserietillverkningen**

- a) En av förutsättningarna för att en försöksserie skall kunna påbörjas är att utfallet av prototypprovningen blivit tillfredsställande. Kvarstående krav på ändringar och förbättringar bör därvid inte vara mera omfattande än att man med säkerhet kan bedöma att ändringar kan göras i provserien utan att komplikationer tillstöter.
- b) Eftersom provserietillverkningen förutsätter en efterföljande serietillverkning ingår normalt båda tillverkningsfaserna i leveransavtalet.
- c) Fullständiga ritningar skall ligga till grund för tillverkningen.
- d) Tillverkningen skall ske med utnyttjande av produktionsverktyg i full utsträckning.
- e) Tillverkaren bör — för att minska risken för underkännande vid leveranskontrollen — göra upp ett tekniskt underlag som möjliggör en snabb och rationell provserietillverkning. Förutom ritningar med material- och komponentspecifikationer bör det tekniska underlaget vid tillverkningsplaneringen omfatta föreskrifter för tillverkningskontroll, provningsföreskrifter för komponenter och enheter samt anvisningar för slutkontrollen. I olika skeden av denna kontroll bör ingå inverkan av miljöfaktorer (se även 2.9).

### Ändamålet med provserietillverkningen är sålunda 2.8.4.2

*att bereda tillverkaren* möjlighet att, dels bedöma hur tillverkningen av konstruktionsdetaljer medelst framtagna verktyg utfaller och tillverkningsprocessen i övrigt fortlöper, dels konstatera om uppställda krav på produkten kan innehållas

*att förse beställaren* med underlag som gör det möjligt för denne att dels bedöma tillverkningsmetodernas ändamålsenlighet, dels företa praktiska prov i större omfattning än vad som kunnat ske i samband med provningen av prototypen.

### Leveransplanering 2.8.4.3

Eftersom åtgärder från såväl beställare som tillverkare vid olika tidpunkter avlöser varandra vid utvärderingen av provserietillverkningen, erfordras en leveransplanering. Den bör omfatta:

1. antal apparater i provserien för utförande av följande prov:
  - a) typprovning (laboratorieprov), normalt av destruktiv karaktär
  - b) driftsäkerhetsprov (laboratorieprov), vartill åtgår minst två apparater
  - c) driftprov i avsedd omgivning (installation)
2. leveranstider samt eventuellt en överenskommelse om framtagande av ett mindre antal apparater i ett tidigt skede av tillverkningen för prov (typprovning)
3. villkor för införing av ändringar under tillverkningen föranledda av tidigare erfarenheter av apparatens svagheter
4. tidsplan efter leverans av provserien omfattande:
  - a) den tid som beställaren förfogar över för utförande av erforderliga driftprov
  - b) tidpunkten vid vilken beställaren efter utförandet av dessa prov bör lämna sitt godkännande för fortsatt tillverkning (serietillverkning).

#### 2.8.4.4 Kommentarer

Ovan angivna procedurregler för behandlingen av provserien har uppställts i syfte att i största möjliga utsträckning minska riskerna för att den seriemässigt framtagna materielen inte besitter önskade egenskaper. För att materielen skall bli så användbar och driftsäker som möjligt måste därför stora resurser, såväl personella som materiella, ställas till förfogande för utvärdering av egenskaperna. Har på grund av tidsnöd eller av andra orsaker undersökningarna inte gjorts tillräckligt omfattande kan man riskera att den vid serietillverkningen framtagna produkten är behäftad med svagheter, vilkas tillrättläggande i detta stadium medför irritation, leveransförseningar och därtill stora kostnader.

Det kan icke undvikas att det åtgår en relativt stor del av leveranstiden vid en utvärdering av provserien. Denna tid kan emellertid minskas betydligt genom viss chanstagnation från båda parter. För att minska igångsättningstiden för serietillverkningen kan t ex överenskommas att tillverkaren i viss utsträckning upphandlar material och komponenter som erfordrar långa leveranstider.

#### 2.8.5 Serietillverkning

Erfarenheter från provserietillverkningen skall effektivt utnyttjas till förmån för serietillverkningen. De vid provserietillverkningen vidtagna åtgärderna ändras och kompletteras eventuellt för anpassning till serietillverkningen.

Om det vid utvärderingen av provserien framkommit krav på ändringar vid serietillverkningen införs erforderliga ändringar på en *förserie*, som man tar fram separat och därefter underkastar erforderliga undersökningar för att verifiera förbättringarna.

Vid serietillverkningen som normalt sträcker sig över relativt lång tid bör leveransen uppdelas i partier. Eventuella ändringar mellan partierna, t ex ändring i material, komponenter eller byte av underleverantör, skall skriftligen överenskommas med beställaren samt införas i tillverkningsjournal.

Föreskrifterna för leveranskontrollen enligt 2.9 kommer vid serietillverkningen att tillämpas i full utsträckning.

## Beskrivningsunderlag

2.8.6

Tillverkaren skall i samband med *provserietillverkningen* i god tid till beställaren överlämna en kortfattad instruktion för materielens handhavande.

Tillverkaren skall i god tid före första delleverans av *serietillverkningen* till beställaren överlämna underlag för utarbetande av beskrivningar, instruktioner för materielens handhavande (del I), service (del II), detaljkatalog eller detaljlista.

I *del I* skall ingå uppgifter om materielens installation, nominella data, dimensioner, vikt, en kort beskrivning av materielens funktion, handhavande och föreskrifter för åtgärder vid driftstörningar.

*Del II* är avsedd för personal som utför injustering, reparation och service. Den skall följaktligen innehålla en detaljerad beskrivning av materielen, dess funktion, anvisningar för trimning, felsökning och uppgifter om ingående komponentvärden och typer.

*Detaljkatalogen* skall omfatta en detaljförteckning jämte bilder i form av teckningar eller fotografier över i materielen ingående enheter, så utförda att komponenter och detaljer lätt kan identifieras. Komplicerade anordningar bör illustreras med sprängbilder.

*Detaljlistan* skall omfatta en förteckning över i materielen ingående komponenter och enheter med hänvisning till kopplingsschema. Till varje del skall i form av bilagor fogas alla de scheman, skisser, fotografier m m som kan anses vara erforderliga för att komplettera och förtydliga de i texten givna uppgifterna.

När ovannämnda underlag utarbetas skall tillverkaren hålla kontakt med beställaren som ger direktiv om arbetets utformning.

## Kvalitetskontroll

2.9

Denna sammanställning har till ändamål att redogöra för den kontroll som såväl tillverkare som beställare dels var för sig, dels tillsammans bör utföra för att säkerställa att produkter av tillfredsställande kvalitet levereras till försvarets myndigheter.

### 2.9.1 **Kontrollens ändamål**

Kontrollverksamheten i samband med tillverkning och leverans har till huvudsaklig uppgift att övervaka tillverkningen och genom provning verifiera att den tillverkade materielen är fullgod, ändamålsenlig och driftsäker samt uppfyller i det tekniska underlaget fastställda kvalitetskrav.

Det tekniska underlaget skall sålunda vara noggrant utarbetat, så att kvalitetskraven är klart och entydigt uttryckta. Härigenom vinner man bl a fördelen att erforderliga kontrollåtgärder och därav föranledda kostnader från början kan överblickas.

Framställningen av den elektroniska materielen är ofta komplicerad och innefattar mycket manuellt arbete, varför kontrollen måste vara omfattande. Av de tillverkningsföreskrifter som utarbetas av tillverkaren skall klart framgå på vilka punkter i tillverkningsprocessen som kontrollen skall sättas in. Kontrollens omfattning skall vara så stor att en hög och jämn tillverkningskvalitet kan garanteras.

### 2.9.2 **Nomenklatur**

Här anges några benämningar som används vid kontroll av elektronisk materiel.

#### **Kontroll**

Undersökning att ett objekt befinner sig i bestämt skick eller att ett förlopp sker på bestämt sätt.

*Anm.* Undersökningen behöver inte beröra samtliga egenskaper hos undersökningsobjektet, utan endast de egenskaper för vilka fordringar är uppställda, t ex i en viss standard. Kontrollen omfattar

- provning och observation
- jämförelse av provningsresultatet med fordringarna
- bedömning av om fordringarna är uppfyllda
- åtgärder i anslutning till bedömningen

I förekommande fall innefattas även provtagning och provbedömning.

### Allkontroll

Kontroll vid vilken alla enheter undersöks med avseende på viss(a) egenskap(er).

*Anm.* Förleden »all» innebär inte att undersökningen behöver omfatta samtliga de egenskaper för vilka fordringar är uppställda.

### Delkontroll

Kontroll vid vilken endast en del enheter undersöks.

### Typkontroll

Kontroll som utförs på en enskild enhet eller på flera enheter av samma typ för bedömning av typen med hänsyn till avsedd funktion och andra uppställda fordringar.

*Anm.* Typkontroll utförs i regel innan tillverkningen sätts igång eller på enheter ur det först tillverkade partiet. Den kan upprepas under löpande produktion dels när man önskar verifiera att fastställda typdata innehålls, dels när konstruktion eller tillverkningsmetoder ändras. Med hänsyn till materielens utförande kan undersökningen behöva omfatta även andra förhållanden än sådana för vilka krav uppställts.

Som ett led i typkontrollen ingår typprovning.

### Kontroll av utfallsprov

Kontroll av enhet ur första serie eller löpande tillverkning för bedömning av ritningsunderlagets, verktygens eller tillverkningsmetodens lämplighet.

*Anm.* Kontrollen utförs enligt föreskrifterna för typkontroll och sker normalt genom provuttag efter det att tillverkningen satts igång.

Förnyad kontroll av utfallsprov kan utföras vid mindre ändringar i konstruktion eller tillverkningsmetod, varvid kontrollen normalt omfattar endast därvid påverkbara funktioner eller utföranden.



### Leveranskontroll

Den kontroll som utförs av statlig myndighet sedan beställt gods färdigställt (jfr 1952 års upphandlingsförordning).

### Prov

Mindre mängd av en vara, en produkt etc uttagen ur en större mängd och avsedd för provning.

*Anm 1.* Ett prov kan bestå av ett eller flera exemplar av sak- eller formvara, *sakprov*, eller av en kvantitet mängdvara, *mängdprov*.

*Anm 2.* Termen används inte endast då den större mängden ur vilken provet uttas finns samlad vid provtagningen, utan även då den mindre mängden uttas t ex i början av en tillverkning eller successivt under tillverkningens gång.

*Anm 3.* Som efterled i sammansättningar kan -prov användas i stället för -provning, t ex brinellprov, spänningsprov.

### Provning

Undersökning utförd på ett objekt i syfte att mäta, gradera eller i övrigt bestämma egenskap, sammansättning eller annat kännetecken.

### Parti

Viss mängd som på en gång förvaras, tillverkas, avlämnas, förbrukas, säljs, kontrolleras e d och som man i samband med någon av dessa åtgärder vill betrakta som en enhet.

*Anm.* Termens innebörd anges närmare genom tillägg av en förled, t ex tillverkningsparti, kontrollparti.

**Kontrollföreskrifter enligt »Allmänna bestämmelser av år 1957 för leveranser till försvarets myndigheter»** 2.9.3**Säljarens kontroll** 2.9.3.1

I »Allmänna bestämmelser av år 1957 för leveranser till försvarsmyndigheter» föreskrivs att gods skall vara kontrollerat av säljaren och befunnet vara i enlighet med i ritningar eller i andra handlingar angivna fordringar, innan det framläggs för köparens kontroll.

Ansvar för att materielen är av avsedd kvalitet åvilar således leverantören. Denne är också ansvarig för underleverantörs material och arbete som för sitt eget.

Över den kontroll som avtalats skall leverantören upprätta och tillhandahålla beställaren provningsintyg, utvisande arten, omfattningen och resultaten av företagna prov. För *kontrollverksamheten* erforderliga apparater och mätutrustningar skall, om annat icke överenskommits, utan kostnad för beställaren tillhandahållas och iordningställas av leverantören. Utrustningen skall vara tillräcklig för att möjliggöra kontroll i takt med tillverkningen.

Säljare (leverantör) svarar för att tillverkarens åligganden om annat icke avtalats uppfylls enligt föreskrifterna i avsnitt 2.9.

**Köparens kontroll** 2.9.3.2

Förutom i avtalet angiven provning äger beställaren rätt att kontrollera att godset överensstämmer med i ritningar, beskrivningar, specifikationer och andra handlingar angivna fordringar.

Beställaren äger rätt att i samråd med leverantören kontrollera tillhandahållna mätdon, verktygs- och provningsanordningar. Beställarens kontroll utförs av kontrollant som utses av beställaren.

Kontrollanten skall under hela den tid arbetet pågår ha fritt tillträde till de avdelningar hos tillverkaren där tillverkning av den beställda materielen bedrivs.

Leverantören är skyldig att under tillverkningens gång samt vid leverans lämna beställarens kontrollant alla upplysningar som efterfrågas för bedömning av godsets kvalitet, i den mån dessa inte röjer tillverkningshemligheter.

## 2.9.4 Speciella kontrollföreskrifter

Speciella kontrollföreskrifter kan omfatta bl a

- typkontroll
- kontroll av utfallsprov
- gemensam kontroll
- partiindelning

### 2.9.4.1 Typkontroll

Normalt föreskrivs att materielen skall underkastas typkontroll. Denna utförs om möjligt på prototypen eller på produkter från provtillverkningen, och omfattar en allsidig provning av materieltypen. Härvid kontrolleras även hur materielen påverkas av miljöpåverkningar, såsom värme, kyla, fukt, vibrationer, mekaniska utmattningspåverkningar, driftsäkerhet, underhåll och service. Vanligtvis finns speciella typkontrollföreskrifter utarbetade. Typkontrollen utförs normalt av beställaren under medverkan av leverantören.

Uppdrag kan även lämnas provningsanstalt e d att utföra provning enligt överenskommelse mellan beställare och leverantör. Resultatet av denna provning anses i regel bindande för både beställare och leverantör om inte annat avtalats.

### 2.9.4.2 Kontroll av utfallsprov

Utfallsprov skall godkännas av beställaren innan serietillverkningen får sättas igång. Förnyat utfallsprov kan dessutom påfordras under serietillverkningen.

Eventuella ändringar införs vanligen efter det att pågående tillverkningsparti färdigställts.

### 2.9.4.3 Gemensam kontroll

I de fall kontrollen är dyrbar eller förstörande föreskriver det tekniska underlaget i regel att den skall utföras gemensamt av köparen och säljaren. Härvid gäller enligt »Allmänna bestämmelser av år 1957»:

»Om köparen utför i avtalet angiven provning hos säljaren, skall detta regelmässigt ske under normal arbetstid. Därest annat icke överenskommits, skall säljaren härvid kostnadsfritt tillhandahålla erforderliga mätdon, verktyg, provningsanordningar och lokaler jämte erforderlig personal för provningens genomförande samt bestrida alla övriga kostnader för denna provning med undantag av personliga utgifter för köparens kontrollant.»

### Partiindelning

2.9.4.4

När så föreskrivs skall materielen under tillverkning och vid leverans vara sammanförd i partier med avseende på dygns-, vecko- eller månadsproduktion. Vid paralleldrif med olika maskiner kan det dessutom vara lämpligt med maskinpartiindelning.

Delleveranser i mindre poster bör där så är möjligt undvikas. Kontroll av större leveransposter möjliggör användning av rationella kontrollmetoder.

### Tillverkarens kontroll

2.9.5

Tillverkarens kontroll skall planeras och genomföras på sådant sätt att köparen garanteras produkter av avsedd kvalitet.

### Kontrollens planering och organisation

2.9.5.1

Kontrollens planering skall utgöra en integrerande del av tillverkningsprocessens planering. Vid planeringen av kontrollen bör bl a iakttas

att erforderliga specifikationer och metodbeskrivningar finns utarbetade för råmaterial, detaljer, komponenter, delsammansatta eller sammansatta enheter som inköps från utomstående företag

*Obs!* I de fall egenskap anges med tolerans och viss fördelning av de levererade produkterna inom toleransområdet fordras, måste detta speciellt anges. Så t ex kan det vara nödvändigt att föreskriva att produkternas mätvärden skall vara centrerade kring toleransområdets mitt för att slutprodukten skall få erforderliga funktionsmarginaler

att nödvändiga kontrolltempon eller kontrollstationer inläggs i tillverkningskedjan

att kontrollinstruktioner utarbetas för kontrollen under tillverkningen

att föreskrifter för slutkontrollen utarbetas

Dessa föreskrifter skall omfatta

a) uppgift om erforderliga mätinstrument och koppling för mätningens genomförande

b) beskrivning av mätningens utförande

att erforderliga mätdon, kontrollinstrument och metodbeskrivningar finns tillgängliga

att föreskrifter för kontroll av mätdon, kontrollinstrument o d finns

Tillverkaren skall delge beställarens kontrollorgan de specifikationer, kontrollinstruktioner, metodbeskrivningar som utarbetats. Vidare skall tillverkaren meddela vilka kontrollinstrument som kommer att användas samt i övrigt lämna de uppgifter om sin kontroll som kan erfordras för bedömning av kvaliteten på levererade produkter. Även namnet på den chef som är ansvarig för kontrollen skall uppges.

Det förhållandet att beställarens kontrollorgan delgivits ovan angivna uppgifter fritar inte leverantören från ansvaret för att materielen blir av avsedd kvalitet.

Om specifikationer, ritningar, kontrollinstruktioner eller andra handlingar som ingår i det tekniska underlaget måste ändras är tillverkaren skyldig att meddela beställaren och övriga berörda instanser härom.

### 2.9.5.2 Materialkontroll

Materialkontrollen innefattar kontroll av att utgångsmaterialet för tillverkningen motsvarar gällande materialspecifikationer beträffande sammansättning, dimensioner, mekanisk och elektrisk hållfasthet och övriga för tillverkningen ifråga betydelsefulla egenskaper. Om viss bedömning av materialets kvalitet baserar sig på av materialleverantören utfärdade certifikat eller provningsintyg

skall tillverkaren övertyga sig om att den av underleverantören använda provningsutrustningen är ändamålsenligt utförd och så kalibrerad att resultatet av kontrollen inte blir missvisande.

### Komponentkontroll

2.9.5.3

Denna kontroll berör komponenternas egenskaper, såsom märkdata, dimensioner och inverkan av miljöpåkänningar. Kontrollen omfattar dels typkontroll enligt typkontrollbestämmelserna, dels mottagningskontroll, som huvudsakligen gäller märkdata. Därvid bör undersökas om erhållna mätvärden är centrerade kring toleransområdets mitt, när så är föreskrivet, se 2.9.5.1.

Även om beställaren i avtalet begärt att tillverkaren skall använda rekommenderade och standardiserade komponenttyper, som genomgått typprovning med godtagbart resultat, så fritar detta inte tillverkaren från skyldigheten att vidta en effektiv mottagningskontroll. Skulle det vid denna kontroll visa sig att fabrikkatet inte har tillfredsställande egenskaper bör rapport härom lämnas beställaren och Försvarets teletekniska laboratorium (FTL).

Kontrollen av egna eller av underleverantör tillverkade detaljer sker på samma sätt som för komponenter (typkontroll och mottagningskontroll).

### Kontroll under tillverkningsprocessen

2.9.5.4

Kontrollen under tillverkningsprocessen sker i huvudsak vid de kontrollstationer som fastställts vid kontrollplaneringen. Den skall utföras kontinuerligt och inbegripa dels monterings- och sammanställningskontroll, omfattande bl a sammansättningsarbetet, ledningsdragningen och lödningen, dels kontroll av funktionsdata hos ingående enheter. I vissa fall kan det vara lämpligt att kontrollstationerna för dylika enheter förses med anordningar för åstadkommande av lämpliga miljöpåkänningar, t ex vibration. Injusterings(trimnings)arbetet skall utföras enligt de föreskrifter som utarbetats vid kontrollplaneringen. Erhållna mätvärden skall noteras. För stabilisering och kontroll av utförandet skall produkten vanligen genomgå en *åldringsprocess* (temperaturväxlingar kombinerade med skakprov eller vibrationsprov) före sluttrimningen.

Normalt ingår i avtalet bestämmelser om *inkörningstid* före slutprov och leverans. Under dessa prov kan vissa mekaniska och klimatiska påkänningar på materielen påfordras. Tillverkaren skall protokollföra de fel och reparationer som kan förekomma vid proven.

Felaktig materiel som påträffas under kontrollen skall bortsorteras och märkas på lämpligt sätt, för att den inte skall kunna användas i produktionen innan den tillrättats. Orsakerna till felen skall undersökas och eventuella åtgärder vidtas, så att ett upprepanande förhindras.

I allmänhet bör *tillverkningsjournal* föras, i vilken noteras de material- och komponentkvaliteter, tillverkningsmetoder, blandningsförhållanden o d, samt maskiner och mätdon som använts, eventuella ändringar under tillverkningens gång samt erforderliga mätvärden i tidsföljd som referens för kontinuitet i tillverkningen.

#### 2.9.5.5 Slutkontroll

Slutkontrollen är tillverkarens kontroll av utförande och föreskrivna funktionsdata enligt leveransavtalet. Slutkontrollen skall för elektronisk materiel normalt utgöras av en allkontroll. Vid slutprov får *inga justeringar eller trimningar* göras. Endast de inställningsorgan som normalt är avsedda för driftpersonalen får användas. Kan avtalade värden inte innehållas skall materielen återgå för åtgärd.

*Mätprotokoll* vid slutkontrollen skall föras för varje enhet och slutprodukt, varvid mätvärdena anges enligt leveransbestämmelserna.

I protokollet skall införas

- a) hänvisning till gällande kontrollinstruktioner
- b) inställningsföreskrifter för de funktioner som skall mätas
- c) hänvisning till mätmetod för ifrågavarande funktion
- d) normala mätvärden jämte tillåtna toleransgränser för varje funktion
- e) *mätta* värden
- f) datum och underskrift (signatur) av provare och eventuellt av kontrollant

*Anm.* Toleransgränserna för funktionerna fastställs lämpligen efter det att tillverkningsprocessen stabiliserats, t ex efter första leveranspartiet.

### Driftsäkerhetskontroll

2.9.5.6

Om i avtalet föreskrivits att materielen skall uppfylla däri angiven garanti på driftsäkerhet skall kontroll härav ske enligt särskilda föreskrifter.

### Anmälan om leveranskontroll

2.9.5.7

Leverantören skall i god tid före önskad leveranskontroll till beställaren anmäla att materielen är leveransklar. Innan materielen framläggs för beställarens kontroll skall den vara kontrollerad och godkänd av leverantören. Resultatet av tillverkarens kontroll (mätprotokoll, certifikat) skall delges beställarens kontrollant.

## Beställarens kontroll

2.9.6

### Kontrollplats

2.9.6.1

Kontrollen förrättas i regel på den ort där materielen tillverkats och i därför lämpad lokal. Till kontrollantens förfogande ställs ett läsbart utrymme för förvaring av mätdon och kontrollinstrument tillhörande kontrollanten.

### Kontrollens utförande

2.9.6.2

Beställarens kontroll skall utföras så, att man erhåller tillräcklig säkerhet för att den materiel som mottas av beställaren uppfyller de i det tekniska underlaget angivna fordringarna.

Hur beställarens kontrollinsats skall disponeras bestäms från fall till fall, varvid hänsyn tas bl a till effektiviteten hos leverantörens kontroll och de informationer man kan erhålla genom denna (provningsintyg, tillverkningsjournaler, kontrollföreskrifter, mätprotokoll o d).

Beställarens kontrollant äger rätt att med egna instrument kontrollera samtliga av tillverkaren redovisade mätresultat.

Bedömningen av de beställda varornas kvalitet bör sålunda grundas dels på de informationer man kan få genom studium av leveran-



törens produktionsprocess och tillverkningskontroll, dels på resultatet av de prov som skall redovisas vid slutkontroll eller som utförs för beställarens räkning eller av dennes kontrollant.

I början av en tillverkning eller i övrigt när de ovannämnda informationerna är otillräckliga måste givetvis beställarens kontrollinsats genom egna provningar ökas.

Beställarens kontroll blir, om den utförs enligt de anförda principerna, huvudsakligen en kontroll av leverantörens kontroll.

Att utföra allkontroll, att justera förekommande fel eller att söka efter källan till fel för att fastställa orsaken tillhör leverantörens arbetsområden och bör endast i undantagsfall utföras av beställarens kontrollpersonal.

### 2.9.6.3 Bedömning av fel

Om vid beställarens allkontroll fel påträffas på materielen men dessa bedöms vara av ringa betydelse för materielens ändamålsenlighet avgörs i varje speciellt fall om materielen ändå kan godkännas.

Felen skall anges i kontrollrapporten.

Vid beställarens delkontroll med statistiskt provuttag ur ett parti gäller i princip att den minsta avvikelse från angiven fordran skall räknas som fel, i annat fall riskerar man att partiet blivit felaktigt bedömt.

Om mätvärden huvudsakligen är fördelade intill någon toleransgräns och icke kring toleransområdets mitt (konstruktionscentrum) inverkar detta ofördelaktigt på funktionsmarginalerna hos den färdiga materielen. En rättelse härvidlag kan påfordras.

### 2.9.6.4 Kontrollrapport

Kontrollrapporten från beställarens kontrollant är den handling som skall ligga till grund för beställarens beslut angående den till leverans anmälda materielen. Det är därför viktigt att den är till-

räckligt uttömmande för att ge en klar uppfattning om den utförda kontrollen.

Kontrollrapporten bör vara så utförlig att den även möjliggör systematisk bearbetning av kontrollresultaten i avsikt att åstadkomma underlag för avvägning av kommande kontrollinsats, för leverantörens bedömning osv.

## **Materielens godkännande och avvisande**

2.9.7

### **Materielens godkännande**

2.9.7.1

Materiel som vid beställarens kontroll bedöms vara i enlighet med i ritningar, specifikationer eller i andra handlingar angivna fordringar föreslås av kontrollanten till godkännande med stöd av kontrollrapporten. Beställarens kontrollorgan tar slutlig ställning till kontrollrapporten och godkänner eller underkänner materielen.

För godkänd materiel översänds *leveransk kontrollbevis* till leverantören med angivande av i vilken utsträckning materielen är godkänd. Först därefter får leverans äga rum.

### **Överleverans**

2.9.7.2

Önskar leverantören leverera och erhålla betalning för överantal när det framställda partiet är större än vad som avtalats före leverans, skall han från beställaren inhämta skriftligt godkännande därom.

### **Avvisning**

2.9.7.3

När det konstaterats att felaktigheterna är flera än som är tillåtet skall hela kontrollpartiet avvisas.

För materiel som avvisas på grund av att den inte fyller avtalade fordringar skall enligt »Allmänna bestämmelser av år 1957» efter avvisningen vidtagna åtgärder och erhållna resultat särskilt redovisas, innan materielen ånyo framläggs för beställarens kontroll. Ny kontroll skall dock normalt inte påfordras om felet varit obetydligt.

### 2.9.8 Särskilda föreskrifter för beställarens kontrollant

Beställarens kontrollant äger under inga omständigheter befogenhet att på eget bevåg ge sådana direktiv eller träffa sådan överenskommelse som går utanför köpeavtalets bestämmelser eller kan medföra krav på jämkning beträffande pris, leveranstid eller kvalitet.

Kontrollant får enligt erhållna direktiv, om detaljer och materiel uppvisar avvikelser som ur teknisk synpunkt kan anses betydelselösa, avgöra om ifrågakvarande detaljer och materiel kan godkännas. I kontrollrapporten skall dock tydligt anges att tillstånd till avvikelse lämnats jämte motivering härför.

Vid framställningar från leverantören i ärenden som rör beställd materiel skall kontrollanten yttra sig beträffande de omständigheter han äger kännedom om och som kan vara av vikt vid ärendenas bedömning.

Beställarens kontrollant skall rapportera förhållanden som synes kunna medföra leveransförseening, oklarheter i det tekniska underlagets tolkning, avsteg från konstruktions- eller tillverkningspraxis, vilka kan förmodas inverka på slutlig kvalitet.

Beställarens kontrollant får icke utnyttja eller obehörigen yppa de arbets- eller tillverkningsmetoder varav han kan komma att erhålla del i samband med tillträde till verkstad eller annan plats där tillverkning bedrivs samt skall i övrigt iaktta tystlåtenhet beträffande förhållanden hos leverantören.

### 2.9.9 Gällande bestämmelser

Tillverkaren (säljaren) är skyldig att iaktta tystlåtenhet beträffande leveransen. Färdigt gods och gods under arbete, som icke ingår i säljarens normala produktion, må icke av säljaren utan beställarens (köparens) skriftliga medgivande i original eller avbildning utställas eller demonstreras för utomstående.

Beställaren (köparen) är skyldig att ålägga kontrollant eller annan representant för köparen som erhållit tillträde till verkstad eller annan plats där tillverkningen bedrivs, att icke utnyttja eller

obehörigen yppa de arbets- eller tillverkningsmetoder, varav han därvid kan komma att erhålla del, samt i övrigt iaktta tystlåtenhet beträffande förhållande hos säljaren. Därest kontrollant eller annan representant för köparen lämnar uppgifter i nu angivna hänseenden till köparen, är denne likaledes skyldig att iaktta motsvarande tystlåtenhet.

(Allmänna bestämmelser av år 1957, p 32 och 33.)

Vid utveckling och tillverkning av materiel av *hemlig natur* gäller särskilda föreskrifter. Information får därvid endast delges de personer som därtill är berättigade. Varje annan person är obehörig.

»SekreSSFöreskrifter för försvarets leverantörer» (Skr Lev), 1956 års upplaga, kan beställas från Armébokförrådet Stockholm 10.



# TYPPROVNINGSFÖRESKRIFTER

3.

## Allmänna föreskrifter för typprovning

3.1

### Ändamål

3.1.1

Typprovningen har till ändamål att genom olika prov kontrollera att materielen uppfyller de krav som angivits i utvecklingsprogram, tekniska bestämmelser och kontrakt. Vid typprovningen undersöks sålunda materielens elektriska prestationsförmåga och övriga egenskaper vid påkänningar som liknar dem som materielen utsätts för vid transport och handhavande under växlande miljöförhållanden. Typprovningen skall även vara en kontroll av driftsäkerheten och livslängden. Eftersom den tid som i allmänhet står till förfogande för genomförandet av typproven är starkt begränsad är proven av accelererad art, dvs driftförhållandena under typproven är hårdare än de som materielen normalt utsätts för. Typproven är upplagda på sådant sätt att man erhåller underlag för bedömning av de säkerhetsfaktorer som erfordras för att materielen skall fylla sin uppgift.

### Omfattning

3.1.2

Föreskrifterna omfattar ett antal typprov, såväl elektriska, klimatiska som mekaniska med sådan svårighetsgrad att de bedöms motsvara den förslitning som materielen normalt utsätts för under sin livslängd.

I program och kontrakt angivna tekniska bestämmelser kontrolleras genom typprovningen. Därvid tar man hänsyn till den avsedda användningen och anpassar typprovets svårighetsgrad här efter. I nedanstående sammanställning anges de moment som normalt ingår i typprovningen. Materielens olika egenskaper och användning gör det icke möjligt att inrymma alla prov i denna sammanställning. Inom parentes anges de föreskrivna proven.

1. Kontroll av yttre och inre uppbyggnad, utförande, skyddsanordningar (2.7), apparatlådan (8.1.2), täthetsprov (3.10.3), manöver- och kontrollorgan.
2. Vikt och dimensioner, dels för själva apparaten, dels för varje tillbehör (3.2).
3. Kontroll av service- och reparationsmöjligheter (3.2).
4. Kontroll av trimningsmöjligheterna, märkning, åtkomlighet, mätinstrument, mätuttag, konstanter (3.2).
5. Antennegenskaper, strålningsdiagram, anpassning.
6. Kontroll av att rekommenderade rörtyper och komponenter använts, märkning, åtkomlighet, fastsättning, belastningsförhållanden.
7. Kontroll av ledningsdragnings (9.5), färgkodutnyttjning, lödning (9.6), ledningsmärkning, märkning av enheter.
8. Driftprov vid normala nät- eller batterispänningar, spännings- och nätfrekvensvariationer, nättransienter, kontroll av data vid driftgränserna (2.3), (3.3).
9. Kontroll av icke önskvärd strålning och ledningsbunden störning (10).
10. Kontroll av icke önskvärda signaler (10).
11. Funktionskontroll vid anslutning till ett apparatsystem, fältprov.
12. Kontroll av komponentmarginaler, inkl elektronrör och halvledare (4), (3.3), (4.17).
13. Temperaturprov (3.4).
14. Stabilitetsprov, trimning, frekvens.
15. Fuktprov (3.5), vattenprov, regnprov (3.10).
16. Chockprov (3.8), vibrationsprov (3.6), skakprov (3.7), funktionsprov under vibration och skakning (3.7.3). Vibrationsdämparnas resonansfrekvenser, resonansförstärkning.
17. Höjdprov (3.9).
18. Slitprov på manöverorgan.
19. Livslängdsprov (3.11).
20. Spänningsprov och isolationsprov.

### Standardatmosfär

3.1.3

Om inte annat föreskrivs utgör standardatmosfären följande kombination av temperatur, fukt och lufttryck inom angivna gränser:

- rumstemperatur:  $+ 15^{\circ} \text{C} + 35^{\circ} \text{C}$
- relativ fukthalt:  $45 \% - 75 \%$
- lufttryck:  $860 \text{ mbar} - 1\,060 \text{ mbar}$

Temperatur och fukthalt bör hållas relativt konstanta under provningen. Vid mätningarna bör rumstemperaturen anges. I det fall att temperatur och tryck har väsentlig inverkan på resultatet bör mätvärdena korrigeras till följande referensvärden:

- temperatur:  $+ 20^{\circ} \text{C}$
- lufttryck:  $1\,013 \text{ mbar}$

### Temperaturjämvikt

3.1.4

Temperaturjämvikt (fortfarighetstillstånd) anses ha uppnåtts då temperaturvariationen på en viss mätplats under närmast föregående timme har sjunkit under  $10 \%$  av den temperaturstegring eller — sänkning som uppträtt under den första timmen. Är därvid temperaturändringen mindre än  $1^{\circ} \text{C}$  anses temperaturjämvikt ha inträtt.

### Omgivningstemperatur

3.1.5

Om annat inte anges bestäms omgivningstemperaturen på följande sätt. På ett avstånd av  $0,5 \text{ m}$  från apparatens vertikala sidor och mitt för sidornas centrum placeras fyra termometrar. Dessa skall vara skyddade mot direkt värmestrålning från apparaten.

På apparater som har fläktkylning i förbindelse med omgivningen placeras termometern  $0,5 \text{ m}$  framför luftintaget.

Den omgivande luften får icke sättas i rörelse med fläktar eller på annat sätt.

Omgivningstemperaturen utgör medelvärdet av de på termometrarna avlästa gradtalen.



### 3.1.6 Sammanställning av typprov

3.1.6.1 Innan typprovning företas skall stabilisering utföras enligt följande *åldringsprocess*. Apparaten är därvid inte i drift. Åldringsprocessen består av minst två cykler, av vilka var och en omfattar

- köldprov,  $-30^{\circ}\text{C}$
- värmeprov,  $+70^{\circ}\text{C}$
- skakprov, 35 g, 1 000 slag vid rumstemperatur (skakprov 4, 3.7.4).

Snabb temperaturväxling erfordras icke.

Typprovets omfattning framgår av nedanstående sammanställningar för olika materielslag. Vid typprovningen utförs dessutom prov som speciellt är inriktade på kontroll av egenskaperna hos konstruktionselement som i vissa hänseenden kan vara behäftade med svagheter eller om vilka man saknar erfarenhet.

Exempel härpå är provning av komponenters ingjutning i plastmaterial i syfte att kontrollera att temperaturväxlingar icke orsakar brott eller sprickbildning på plastmaterialet eller skada på komponenterna.

## Bärbar materiel

3.1.6.2

Prov	Moment	Beskrivning
Okulärkontroll	3.2	
Eldatamätning	3.3	Rumstemperatur, egenuppvärmningsprov
Störningskontroll	10.	
Temperatur-cykling	3.4.1	+ 80°C, -- 40°C. Apparaten ej i drift
Driftprov vid temperaturgränser	3.4.2	Kontroll vid högsta och lägsta omgivnings-temp. Apparaten i drift.
Fuktprov	3.5.3	+ 55°C, 100 % rel fuktighet, 48 h. Apparaten ej i drift.
Höjdprov	3.9	275 mm Hg. Apparaten ej i drift.
Skakprov	3.7.1	50 g, 20 000 slag. Apparaten ej i drift.
Funktionsprov vid skakning	3.7.3	Apparaten i drift.
Chockprov	3.8.1	Fall fr 1 m höjd, 6 fall
Täthetsprov	3.10.4 3.10.5	Över- eller undertrycksprov
Vadprov	3.10.3	Nedsänkt 1 m under vattenyta
Livslängdsprov	3.11	Enligt i tekniska bestämmelser angivna grunder

3.1.6.3 Fordonstransporterad materiel

Prov	Moment	Beskrivning
Okulärkontroll	3.2	
Eldatamätning	3.3	Rumstemperatur. Egenuppvärmningsprov
Störningskontroll	10.	
Temperaturcyklning	3.4.1	+ 80°C, - 40°C, Apparaten ej i drift
Driftprov vid temperaturgränser	3.4.2	Kontroll vid högsta och lägsta omgivningstemperatur
Fuktprov	3.5.3	+ 55°C, 100 % relativ fukt, 48 h. Apparaten ej i drift
Höjdprov	3.9	275 mm Hg. Apparaten ej i drift
Skakprov	3.7.1	50 g, 20 000 slag. Apparaten ej i drift
Funktionsprov vid skakning	3.7.3	Apparaten i drift, med vibrationsdämpare
Chockprov	3.8.1	Fall fr 1 m höjd, 6 fall
Täthetsprov	3.10.4 3.10.5	Över- eller undertrycksprovning
Livslängdsprov	3.11	Enligt i tekniska bestämmelser angivna grunder

## Materiel för stationär uppställning

3.1.6.4

Prov	Moment	Beskrivning
Okulärkontroll	3.2	
Eldatämätning	3.3	Rumstemperatur. Egenuppvärmningsprov
Störningsmätning	10.	
Driftprov vid temperaturgränser	3.4.2	Kontroll vid högsta och lägsta omgivningstemperatur
Fuktprov	3.5.3	+ 55°C, 100 % relativ fuktighet, 48 h. Apparaten ej i drift.
Skakprov av ingående enheter	3.7.1	50 g, 20 000 slag. Ej i drift.
Chockprov av transportlåda	3.8.1	Fall fr 1 m höjd, 6 fall
Livslängdsprov	3.11	Enligt i tekniska bestämmelser angivna grunder

## 3.2 Okulärkontroll

### 3.2.1 Allmänt

Vid okulärkontrollen tillses att apparaten är ändamålsenligt utförd samt att givna föreskrifter följts.

3.2.2 *Dimensioner och vikt* bestämmas även genom mätning och vägning av varje separat enhet (tillbehör).

3.2.3 *Fäst- och bäranordningars* utförande kontrolleras.

*Lådans* (höljets) utförande, tätningsutförandet, fuktindikatorns reaktionsegenskaper, lock, lås, beslag, vibrations- och chockdämpare kontrolleras.

*Tillbehörens* ändamålsenlighet och *packning* kontrolleras.

3.2.4 *Ytbehandling och mätning*, kulörer och märkning av lådan kontrolleras.

3.2.5 *Frontplattans* utförande kontrolleras enligt nedan.

3.2.5.1 *Manöverorganens* (vred, rattar, tryckknappar, omkopplare etc)  
 utformning  
 placering, åtkomlighet  
 manöverriktning  
 lägesmarkering  
 axelfastsättning  
 dödgång  
 låsning, friktion och  
 märkning

3.2.5.2 *Inställningsorganens* (skalors)  
 läsbarhet  
 manöverriktning  
 skalindelning  
 indexutformning  
 parallax  
 belysning och  
 märkning

- Anslutningskontakternas* 3.2.5.3  
 typval  
 placering  
 åtkomlighet  
 oförväxelbarhet  
 läsning  
 dragavlastning  
 kabelföring och  
 märkning
- Frontplattans* (apparatens) 3.2.5.4  
 inpassning och fastsättning i lådan  
 styrpinnar  
 fastorganens åtkomlighet, oförlorbarhet och märkning (röd ring)  
 belysning, ljusavskärmning  
 text på skyltar  
 fastsättning av skyltar  
 säkringar, säkringshållare  
 skallampor, lamphållare  
 instrument
- Stommen* (chassiet) kontrolleras beträffande 3.2.6  
 utförande (stommen skall kunna placeras i vilket läge som  
 fastsättning vid frontplattan | helst utan att skada uppstår på  
 rörtyper | ömtåliga delar, t ex rör)  
 rörskyltar  
 läsning av rör  
 åtkomlighet för rörbyte  
 åtkomlighet av trimrar och trimpunkter  
 montering av komponenter  
 märkning av komponenter, läsbarhet  
 läsning av skruvar och muttrar  
 ledningstyp  
 ledningsdragnings, färgkod på ledningar  
 lödning  
 märkning av enheter och plintar
- Kontroll av att *standard* följts. Härvid sker en kritisk genomgång av 3.2.7  
 komponenterna i anslutning till kopplingsschema och detaljlistor.

### 3.2.8 **Kontroll av service- och reparationsmöjligheterna**

Härvid görs en detaljerad undersökning av förfarandet vid kontroll av spänningar och strömmar (ev kurvform) hos ingående enheter och komponenter för underlättande av felsökning, och i samband därmed prövas möjligheterna till reparation och ersättning av felaktiga detaljer. Mätpunkter skall finnas märkta i apparaten eller på annat sätt identifierade. Erforderliga instrument och verktyg för arbetets utförande skall fastställas.

I samband med undersökningen skall därjämte fastställas de enheter som måste hållas i reserv för att användas vid reparation. Åtgärder som underlättar utbytet av dylika enheter skall genomgå, bl a skall åtkomligheten beaktas, anslutningspunkter märkas. Reservenheter skall vara försedda med materielmärkning enligt fastställd kod samt om möjligt ha etikett (skylt), eventuellt på förpackningen, på vilken anges erforderlig instruktion för utbytet.

I undersökningsprotokoll skall anges

- åtgärder som vidtagits eller bör vidtas för underlättande av service- och reparation
- instrument och verktyg som erfordras utöver normal serviceutrustning
- beskrivning av förfarandet i komplicerade fall
- angivande av reservenheter utöver komponenter av standardkaraktär för bedömning av erforderlig reservdelshållning.

## Elektrisk typprovning

3.3

### Allmänt

3.3.1

Elektrisk typprovning används för att fastslå att i program, kontrakt etc uppställda prestanda innehålles.

Tillverkaren skall, om beställaren så fordrar, till dennes förfogande ställa de mätanordningar och övrig utrustning som behövs för provens genomförande.

För typprovningen skall tillverkaren överlämna:

- kopplingsschema
- trimningsschema
- kort beskrivning över handhavandet
- protokoll över utförda mätningar och undersökningar
- komponenter som inte är av militär standard, med uppgift om tillverkare samt de specialundersökningar som fabrikanter och tillverkaren utfört.

Tillverkaren skall också uppge om apparaten genomgått föreskriven åldringsprocess.

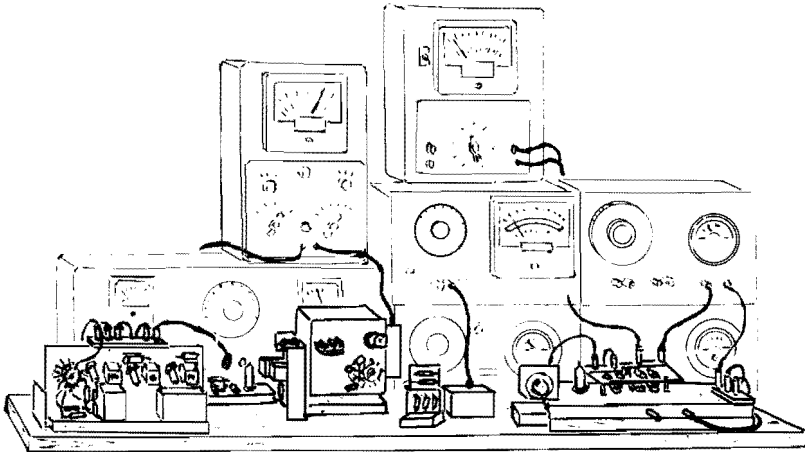


Bild 3.3.1-1. Elektrisk typprovning



### 3.3.2 Undersökning av rörbestyckningen

Innan den elektriska typprovningsen sätts igång skall de elektronrör med vilka apparaten är bestyckad mätas. Härvid mäts brantheten och övriga värden med de för rörtyper i provningsföreskrifterna angivna elektrodspänningarna.

De för apparaten ifråga angivna data hänför sig till elektronrör med brantheter som ligger inom området bogie- (median) värdet minus 10 %.

Vad som ovan sägs om elektronrör gäller även för transistorer och andra förstärkande komponenter.

*Anm:* Elektronrör med s k »toppbrantheter» får sålunda icke användas vid bestämning av garanterade data.

### 3.3.3 Kontroll av driftspänningar

De i tekniska bestämmelserna angivna prestanda gäller drift med *normaldriftspänningar* (se *driftgränser*, 2.3). Vid torrbatteridrift används därvid medelspänningar. När normaldriftspänning används kontrolleras elektronrörens arbetsspänningar. Vid seriekoppling av glödtrådar kontrolleras glödtrådsspänningen på varje rör, såväl under tillslag av driftspänningen som under drift.

Apparaten skall dessutom kontrolleras vid *gränsdriftspänningar* och därvid köras under så lång tid att jämviktstillstånd inträtt. Inverkan på apparatens funktion skall mätas vid driftspänningsundersökningen. Apparaten undersöks dessutom, där så är befogat, i fråga om inverkan av *nätspänningstransienter* (se 2.3).

I förekommande fall undersöks elektronrörens (transistorernas) arbetsspänningar vid alternativ drift med 400 Hz, exempelvis med kurvform som skiljer sig från sinusform.

### 3.3.4 Mätning av garanterade data

Garanterade data mäts

1. vid normaldriftspänning (medelspänning vid torrbatteridrift)
2. vid normal driftfrekvens
3. vid rumstemperatur

4. med elektronrör (transistorer) med data som undersökts enligt 3.3.2
5. under övriga förhållanden som kan finnas angivna i de tekniska bestämmelserna

Förutom provning under dessa *normaliserade* förhållanden underkastas apparaten andra prov för att man skall kunna konstatera att den uppfyller uppställda krav vid inverkan av faktorer som kan påverka apparatens funktion och driftsäkerhet.

### Kontroll av frekvensstabilitet

3.3.5

*Frekvensstabiliteten* hos oscillatorer kontrolleras som funktion av rördataba, egenuppvärmning (se även 3.4.2), omgivningstemperaturer, driftspännings- och driftfrekvensvariationer. Dessutom bestäms korttids- och långtidsstabiliteten.

3.3.5.1

*Inställningsnoggrannheten* för frekvens undersöks vid ökande resp minskande inställning av manöverorganet. Provet görs av flera personer, varefter resultatet bearbetas statistiskt.

3.3.5.2

Frekvenskontroll utförs i samband med *funktionsprov* vid *mekaniska påkänningar* (se 3.7). Frekvensdeviationen uppmättes. I samband härmed bestäms eventuell amplitudmodulation, mikrofoneffekt och övriga störningar av funktionen.

3.3.5.3

### Marginalkontroll

3.3.6

Vid marginalkontrollen undersökes

*hur rördataba inverkar* på apparatens funktion. Apparaten bestyckas stegvis med rör med gränsdatabrantheter, varvid inverkan på funktionen mäts. Apparaten provas även med rörtyper av olika fabrikat. Vid undersökning av oscillatorer skall därjämte bestämmas frekvens- och amplitudvariation vid ändring av glödtråds- och anodspänningar hos rören. Provet skall utsträckas så långt att upplysning erhålles om de inställningar då oscillatorn slutar och börjar svänga. Gränsdiagram uppritas med gränsbrantheter, amplituder, frekvenser som parametrar som funktion av driftspänningen.

3.3.6.1

3.3.6.2 att tillfredsställande *nedgradning av märkdata* hos komponenter skett. Därvid mäts ström och spänning (effekt) hos varje komponent.

3.3.6.3 att apparatens funktion inte nämnvärt försämras genom att *åldringstoleranserna* hos komponenterna utnyttjas. Detta sker genom att komponenterna byts ut mot sådana som befinner sig på åldringstoleransgränsen. Undersökningen bör begränsas till sådana komponenter som bedöms vara betydelsefulla för funktionen.

*Anm:* Med *åldringstoleransgränsen* förstås den (uppskattade) förskjutning av data utanför komponenternas toleransvärden som inträffar vid längre tids användning av apparaten.

### 3.3.7 **Trimningskontroll**

Tillverkarens trimningsschema bildar underlag för undersökningen. Trimningsförfarandet skall vara entydigt och medge bekväm inställning.

Angivna trimningspunkter vrids ur sina lägen. Med hjälp av trimningsschemat och angiven mätutrustning skall förfarings sättet vid trimningen genomgås. Föreligger någon svårighet att trimma apparaten eller anses förfarandet olämpligt skall detta anges.

De erhållna trimningslägena får icke helt utnyttja trimningsområdet.

I mätpunkterna uppmätta värden (oscilloskopfigurer) noteras. Felsignalanordningar kontrolleras. Mätjackarnas (mätpunkternas) ändamålsenlighet, placering och utmärkning kontrolleras.

### 3.3.8 **Kontroll av anslutningsimpedanser**

Mätning utförs över det aktuella frekvensområdet. I förekommande fall bestäms även fasvinkeln.

För sändare och antennavstämningenheter bestäms tillåtna anslutningsimpedanser.

### Kontroll av reläfunktioner

3.3.9

Reläfunktionerna kontrolleras vid olika omgivningstemperatur, driftspänning och driftfrekvens (gränsdata).

Reläts tillslags- och frånslagsgränser vid gränstemperaturer mäts för bestämning av förfogbar marginal.

Spänningstoppar över lindningen vid frånslag av strömmen mäts.

Kontroll görs av att gnistskyddet är tillfredsställande.

Kontroll görs av att felaktig funktion av reläkontakterna icke åstadkommer skada på andra komponenter.

### Kontroll av förhållandena vid kortslutning och avbrott

3.3.10

a) Kontrollen gäller både in- och utgångar. Vid kortslutningsprovet undersöks inverkan av olika grader av »kortslutning» (kortslutningsimpedanser). Uppmärksamhet bör ägnas förekomsten av självsvingningar. I förekommande fall undersöks följderna av kortvariga kortslutningar eller avbrott, speciellt beträffande eventuella skadliga transienter (ström- eller spänningstoppar med snabba förlopp). Undersökningen bör vid växelström göras med olika värden på ströminkeln.

b) Kortslutningar eller avbrott inuti apparatens kretsar bör på lämpliga ställen utföras för kontroll av att eventuella skador blir begränsade och att förefintligt skydd fungerar tillfredsställande. (Kortslutningar kan uppstå mellan rörelektroder, i kondensatorer, mellan lindningar; avbrott kan uppstå i motstånd, i lindningar m m).

### Kontroll av skydd mot överbelastning och felmanövrering

3.3.11

Funktionen hos förekommande skydd mot överbelastning och felmanövrering kontrolleras.

Apparaten skall icke ta skada vid dylika påkänningar.

Bortfall av en styrfunktion får icke orsaka skador på därav beroende funktionsenheter; om t ex styrningen i ett klass C-sändarslutsteg faller bort får detta icke medföra att slutsteget blir överansträngt.

Vid drift med likström (ackumulator) kontrolleras att felpolning icke skadar apparaten.

### 3.3.12 **Kontroll av säkringsskydd**

Med denna undersökning avser man att bestämma i vilken utsträckning skydd finnes med hänsyn till säkringarnas egenskaper. Kontroll görs därvid genom *kortslutningar* av de komponenter i apparaten, som bör påverka skyddet (transformatorns sekundärlindningar, filterkondensatorer m m)

Nättransformatorns sekundärsida belastas för kontroll av inverkan av ofullständiga kortslutningar. Härvid mäts primärström och lindningstemperatur. Uppsök det strömvärde som ger största temperaturstegringen.

### 3.3.13 **Kontroll av personalskyddet**

Yttre anslutningspunkter kontrolleras beträffande farliga spänningar vid normaldrift.

Skyddsanordningarnas ändamålsenliga placering och funktion kontrolleras.

Kondensatorjordningen kontrolleras.

Kontrollera att manöveraxlar är effektivt elektriskt förbundna med stommen.

I övrigt skall undersökas om apparaten har skydd som förhindrar att farliga spänningar uppstår på anslutna mikrofoner, hörtelefoner och ledningar vid fel i apparaten. Spänningsprovning av nättransformatorns nätsida till stommen utföres. (Skall utan glimning hålla för lägst 2 500 V växelspanning 50 Hz under 1 minut.)

På separat provtransformator bestäms spänningen vid glimning och vid genomslag.

Kontrollera att apparatens metallhölje vid installationen blir effektivt jordat till installationens jordsystem (bl a effektiv överbrygning av gummibuffertar).

**Mätning av icke önskvärda signaler och störningar**

3.3.14

Mätningar utförs i förekommande fall i enlighet med föreskrifterna för störningsmätningar (10).

Se även »Utstrålning från rundradiomottagare SEN R 4703».

**Störande ljud och vibrationer**

3.3.15

Härvid uppmärksammas störande ljud från fläktar och transmissioner. Störande ljud mäts på ett avstånd av 1 m från apparatens yttre del. Mätningen utförs i olika riktningar. Maximal tillåten ljudnivå mätt på 1 m avstånd är 55 dB (0,114  $\mu$ bar).

**Temperaturprovning**

3.4

**Allmänt**

3.4.0

*Temperaturklasser.* De omgivningstemperaturer vid vilka materieln skall fungera indelas i ett antal temperaturklasser med temperaturintervall, vilkas gränser anges i nedanstående tabell.

Temperaturklass	Lägsta omgivningstemperatur $T_1$ °C	Högsta omgivningstemperatur $T_2$ °C
1	0	+ 40
2	− 30	+ 40
3	− 30	+ 55
4	− 40	+ 40
5	− 50	+ 55

*Anm.* Tabellen anger omgivningstemperaturgränser för apparaten i drift. För transport och förrådsförvaring kan fordras att apparaten utan att vara i drift skall kunna uthärda lägre temperaturer.

Omgivningstemperaturen anses uppnådd då temperaturen i varje del av apparaten skiljer sig från den föreskrivna med högst  $\pm 1^\circ$  C.

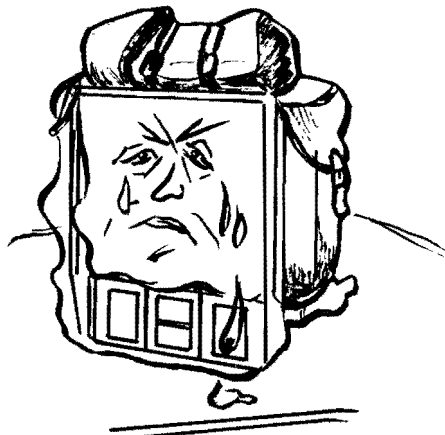
Före ett temperaturprov skall materielen, om så föreskrivs, genomgå ett åldringsprov (se 3.4.4.), för att de ingående kretsarna skall få mekanisk och elektrisk stabilitet. Detta kontrolleras genom temperaturprov 1 (temperaturcyklingsprovet).

**3.4.1 Temperaturprov 1 — Temperaturcyklingsprov**

Apparaten ej i drift

Apparaten skall fungera normalt efter följande temperaturcyklning:

- 3.4.1.1 Apparaten förvaras i ett kylrum med en temperatur av  $T_1^{\circ}\text{C}$  (se tabell) under 1 dygn. Om i program, kontrakt etc en lägre förråds- eller transporttemperatur anges skall denna tillämpas.



*Bild 3.4.1-1. Laboratorieprov. Värme-, köld- och fuktprov*

- 3.4.1.2 Efter 1 dygn i kylrummet skall apparaten omedelbart utsättas för en omgivningstemperatur av  $+70^{\circ}\text{C}$  under minst 1 h efter det att apparaten antagit omgivningstemperaturen. I program, kontrakt etc angiven annan temperatur skall då tillämpas.
- 3.4.1.3 Apparaten skall därefter stå i rumstemperatur ( $+20^{\circ}\text{C}$ ) tills den antagit denna temperatur.
- 3.4.1.4 Härpå sätts apparaten i drift i rumstemperatur, varvid man undersöker hur temperaturcyklningen påverkat apparatens funktion.

*Att iakttä* vid detta prov:

- a) Mät kvarstående förändringar av drifttegenskaperna (exempelvis frekvensändringar, förstärkningsändringar).
- b) Kontrollera tätheten hos hermetiskt tillslutna enheter, undersök utflytning av impregneringsmedel, deformation av plastdetaljer.
- c) Kontrollera manöver- och inställningsorgan samt övriga mekaniska anordningars funktion (speciellt i köld).
- d) Efterjustera trimningen och anteckna eventuella ändringar i data.

## Temperaturprov 2 — Driftprov

3.4.2

### Apparaten i drift

Temperaturklasser, se tabellen i avsnitt 3.4.0.

Apparaten körs i normal drift. Under proven får någon trimning eller justering icke göras. Endast de inställningsorgan som normalt avses för betjäning av apparaten användes.

Ändringar i erhållna mätvärden skall antecknas för kontroll av att i program och kontrakt angivna toleranser innehålles.

Temperaturcykeln skall genomgås i följande ordning (se bild 3.4.2-1).

### Egenuppvärmningsprov (se bild 3.4.2-2)

3.4.2.1

Data mäts vid rumstemperatur (+ 20° C) och vid olika omgivningstemperaturer och jämförs sinsemellan. Mätningen pågår till dess att fortfarighetstillstånd inträtt i apparaten.

Omgivningstemperaturen bestäms enligt 3.1.5. Temperaturen kontrolleras i olika delar av apparatens inre, speciellt på glaskolvar och transistorer. Temperaturerna avläses med lämpligt tidsintervall.

Under igångsättningsperioden mäts frekvens, uteffekt, förstärkning eller andra för apparaten karakteristiska data, varvid provet fortgår så länge att fortfarighetstillstånd inträtt.

Om beredskapsläge finns skall egenuppvärmningsprov utföras även i detta läge. Provet utförs dels vid normala driftspänningar, dels vid maximala driftspänningar.



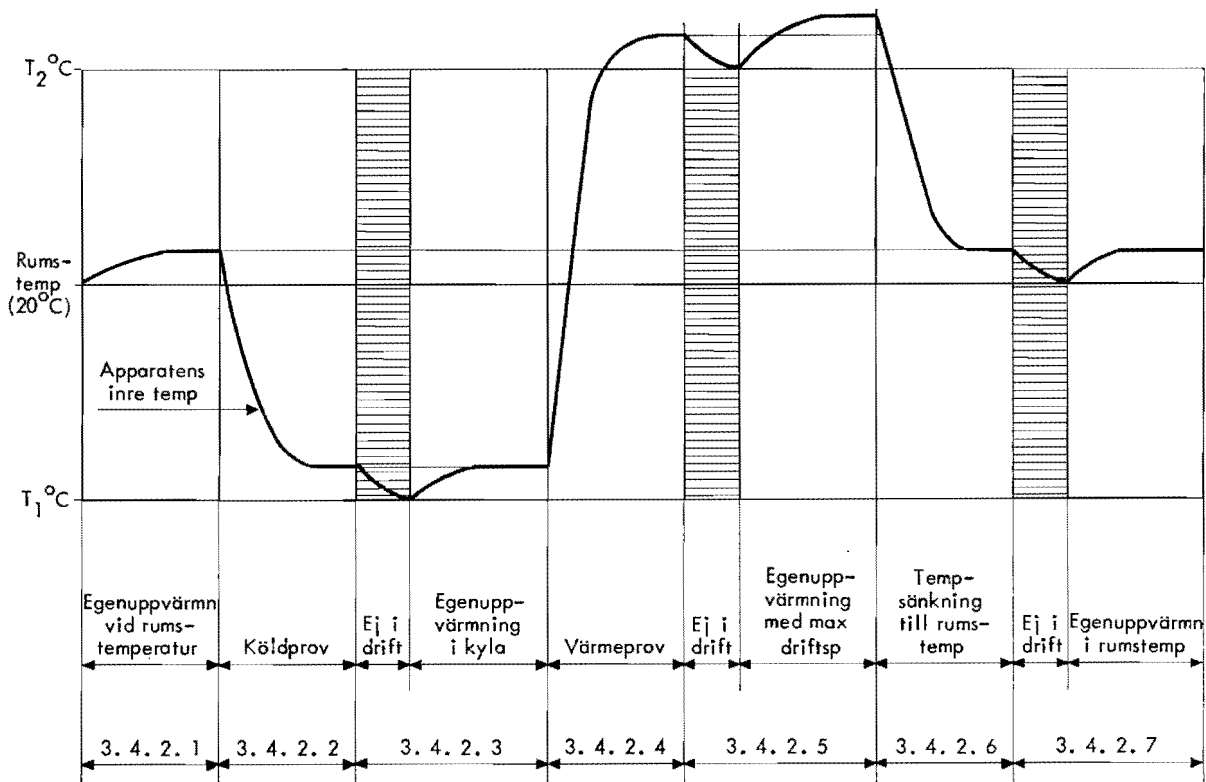


Bild 3.4.2-1. Driftprov

Vid provet används kontinuerlig maximal uteffekt (full utmodulering) eller annan inställning som kan anses verka försvärande.

Apparaten nedkyls under drift till  $T_1$  ° C under 24 h eller så lång tid att temperaturfortfarighetstillstånd inträder. Under nedkylningen upptas mätvärden som funktion av yttre och inre temperatur. 3.4.2.2

När fortfarighetstillstånd inträtt slås driftspänningen ifrån, och apparaten kyls ned till omgivningstemperaturen  $T_1$  ° C. 3.4.2.3

Sedan apparaten antagit omgivningstemperatur sätts den i drift. Mätvärden noteras under egenuppvärmningen i kyla.

Omgivningstemperaturen höjs gradvis till  $T_2$  ° C, och mätning utförs under uppvärmningen. När omgivningstemperaturen uppnått sitt högsta värde körs apparaten under minst 4 h eller så länge att temperaturen stabiliseras. 3.4.2.4

Fortfarande under inverkan av omgivningstemperaturen  $T_2$  ° C kopplas apparaten ifrån och får anta omgivningstemperaturen. När detta skett slås apparaten till med högsta driftspänning, och förloppet vid egenuppvärmningen vid  $T_2$  ° C kontrolleras. 3.4.2.5

Omgivningstemperaturen sänks till rumstemperatur medan apparaten är i drift. Mätvärden upptas. 3.4.2.6

Apparaten tas därefter ur drift och får anta rumstemperatur. Egenuppvärmningsprov i likhet med under 3.4.2.1 utföres. 3.4.2.7

Därvid mätta värden jämförs med enligt 3.4.2.1 erhållna värden för kontroll av om kvarstående dataändringar (temperaturhysteresis) inträffat.

*Att iaktta vid dessa prov:*

- a) Omgivningstemperatur och inre temperatur som funktion av tiden antecknas.
- b) Gränstemperaturerna skall hållas med en tolerans av  $\pm 2$  ° C.
- c) Köldprovet skall utföras i ett kylrum med tillräcklig kapacitet, så att temperaturen i rummet inte nämnvärt påverkas av värmeutvecklingen från apparaten i drift.

- d) Apparaten körs med sina vanliga höljen påsatta.
- e) Temperaturen mäts på kritiska ställen i apparaten och registreras under provningsförloppet. Av speciellt intresse är temperaturen hos glaskolvar på effektsteg och på effekttransistorer.
- f) Under provet kontrolleras in- och uteffekter, frekvensdrift, reläfunktioner och övriga data som skall innehållas.
- g) Vid batteri- eller ackumulatordrift bör provet ordnas så, att apparatens energikällor parallellkopplas med energikällor som har rumstemperatur.

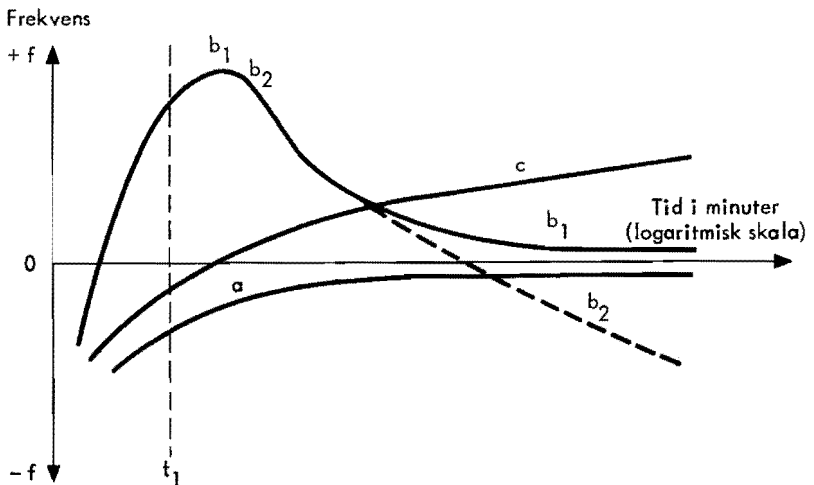


Bild 3.4.2-2. Egenuppvärmningsprov.

Exempel på frekvensglidning som funktion av tiden

Kurva a visar en tillfredsställande frekvensgång.

Kurva  $b_1$  visar att temperaturkompensationen sätter in vid en senare tidpunkt.

Kurva  $b_2$  visar samma egenskap som i  $b_1$ , men med överkompensation.

Kurva c visar att jämviktsläget inträder vid en för sen tidpunkt (frekvensen fortsätter att glida).

Tidpunkten  $t_1$  (tex 3 minuter efter tillslag) är den tidpunkt från vilken frekvensvariationen räknas.

**Temperaturprov 3 — Kombinerat fukt- och köldprov** 3.4.3

Apparaten får stå i fuktskåp enligt prov 3.5 (+ 55° C, 100 % rel fukt) under 16 h. Höljen skall vara avtagna så att fukten får fritt tillträde till innanmätet. Apparaten är inte i drift. 3.4.3.1

Apparaten tas ut ur fuktskåpet och placeras omedelbart i köldskåp med en temperatur av — 30° C och hålls där så länge att temperaturjämvikt inträder. 3.4.3.2

Fortfarande nedkyld kontrolleras apparaten beträffande mekaniska och elektriska funktioner.

*Att iaktta vid detta prov*

- a) Kontrollera att manöver- och inställningsorgan fungerar utan anmärkning. (Isbildning kan försvåra funktionen.)
- b) Kontrollera reläfunktioner, omkopplarkontakter, anslutningskontakter (isbildning på kontaktytor förhindrar säker elektrisk kontakt).

**Temperaturprov 4 — Äldringsprov** 3.4.4

Kombinerat temperatur- och skakprov.

**Ändamål** 3.4.4.1

Genom successiva temperatur- och mekaniska påkänningar utjämnar man eventuella mekaniska spänningar, varigenom de elektriska egenskaperna stabiliseras. Denna konstgjorda åldring är av särskild betydelse för apparater i vilka frekvensbestämmande kretsar ingår. En dylik åldring skall av tillverkaren göras före sluttrimningen av apparaten.

Vid typprovningsen kontrolleras att stabilisering ernåtts.

**Provets utförande** 3.4.4.2

1. Före provet mäts karakteristiska egenskaper hos apparaten (t ex frekvens, bandbredd) vid rumstemperatur.
2. Apparaten nedkyls sedan till — 30° C. Apparaten är inte i drift.

3. Apparaten får anta rumstemperatur. Apparaten skak provas med 35 g, 1 000 slag (skakprov 4).
4. Apparaten får stå i en omgivningstemperatur av  $+ 70^{\circ}\text{C}$  under så lång tid att temperaturjämvikt inträder. Apparaten är inte i drift.
5. Apparaten får därefter anta rumstemperatur.

Ovanstående utgör 1 cykel. Apparaten skall genomgå minst 2 cykler. Efter varje fullbordad cykel sätts apparaten i drift, och elektriska data mätes.

*Att iaktta vid detta prov:*

1. Efter varje cykel noteras hur data förändrats i förhållande till före provet.
2. Det är särskilt viktigt att fastslå om datavärdena inte stabiliseras efter varje cykel. I så fall får apparaten genomgå ännu en cykel.
3. Efter varje prov (kyla, värme) är det lämpligt att undersöka dataändringar för att konstatera eventuell temperaturhysteresis (ändringar i data, orsakad av den temperatur apparaten utsatts för).

## 3.5 Fuktprovning

### 3.5.1 Fuktskåpet

Fuktprovet utförs i ett fuktskåp. Detta består av dels ett inre skåp, i vilket fukten alstras eller dit den förs, dels ett yttre skåp, som omsluter det inre. Båda skåpen kan tätt tillslutas. Det inre skåpet skall ha en relativ fuktighet av 95–100 %, och mellanrummet mellan skåpen skall ha en temperatur av  $+ 55 \pm 2^{\circ}\text{C}$ . Fuktalstringen skall försiggå utan bildning av dimma. Båda skåpen förses med fläktar som jämnt fördelar såväl fukt som värme. Genom den yttre uppvärmningen av det inre skåpet förhindras att luftens fuktighet kondenseras på fuktrummetts väggar.

Temperaturen regleras med termostat.

Det yttre skåpet förses lämpligen med en termosåkring, som avbryter provet om temperaturen av någon orsak överstiger + 65° C. Anvisningar för fuktskåpets utförande kan erhållas från KATF/Ellab.

### **Konditionering**

3.5.2

Innan provet påbörjas skall apparatens funktion kontrolleras och data mätas. Alltefter avsikten med provet görs därjämte erforderliga isolationsmätningar och spänningsprov.

Apparaten förvaras därefter med frånslagen driftspänning i standardatmosfär under minst 6 h.

*Fuktprovning av med packningar tätade apparater* skall utföras med öppnad kåpa. Orsaken till denna föreskrift är

1. att dylika apparater vid vissa tillfällen öppnas utan att luften vid tillslutning ersätts med torkad luft, varför kravet på fuktresistens hos innanmätet måste innehållas, och
2. att här beskrivet fuktprov är av accelererad typ och sålunda inte kan ge utslag på tätningens kvalitet.

*Ann:* Under fuktprovet får ingen värme alstras i den undersökta apparaten (se dock 3.5.4 och 3.5.6).

Beträffande *tätetsprov* se 3.10.

### **Fuktprov 1**

3.5.3

Apparaten sätts in i fuktskåpet och utsätts därefter för fukt under 48 h. Apparaten är ej i drift.

### **Fuktprov 2**

3.5.4

Apparaten sätts in i fuktskåpet och utsätts därefter för fukt under 48 h. Apparaten sätts i drift medan den förvaras i fuktskåpet under 30 minuter efter 16, 24, 40 och 48 h.

### **Fuktprov 3**

3.5.5

Utföres som fuktprov 1 enligt 3.5.3, men under en tid av 72 h.

3.5.6 **Fuktprov 4**

Utföres som fuktprov 2 enligt 3.5.4, men under en tid av 72 h. Apparaten sätts i drift jämväl efter 64 och 72 h.

3.5.7 Efter avslutade fuktprov tas apparaten ut ur fuktskåpet, varvid eventuella vattendroppar avskakas eller avtorkas. (Torkning med tryckluft är icke tillåten!)

15 *minuter* efter det att apparaten tagits ut provas den med normal driftspänning. Härvid kontrolleras driftegenskaperna och jämföres med dem som apparaten hade före fuktprovet.

Härvid skall

- a) apparaten fungera normalt, varvid dock någon försämring av data i förhållande till vad som uppmätts före provet i allmänhet kan accepteras.
- b) känsligheten hos en radiomottagare icke har försämrats mer än 4 gånger värdet före fuktprovet (– 12 dB)
- c) uteffekten hos en radiosändare utgöra minst 50 % av värdet före fuktprovet (– 3 dB)
- d) inga genomslag eller överslag erhållas för en provspänning som är 90 % av spänningen före fuktprovet. Provspänningen skall ligga på under 1 minut
- e) vid fuktprov på *roterande maskiner och transformatorer för kraftändamål* under 15 minuter en mätspänning påläggas mellan lindning och gods eller mellan lindningar, vilken är 1,5 gånger normala driftspänningen. Läckströmmen mäts kontinuerligt under provet och får icke visa tendens att öka. Isolationsresistansen bör icke understiga 0,1 megohm vid detta prov.

Vidare undersöks

- f) att korrosion inte uppstått
- g) att svällning eller deformation av isolationsmaterial inte föreligger
- h) att missfärgning eller fuktangrepp (blåsor, flagning) inte uppträder på färgade eller isolerade ytor.

Efter de i 3.5.7 utförda proven skall apparaten med frånkopplade spänningskällor lämnas i rumstemperatur under en tid av 4 h efter uttagandet ur fuktskåpet. 3.5.8

Apparatens driftegenskaper skall omedelbart därefter undersökas; de skall vara desamma som före fuktprovet. Skulle detta krav inte uppfyllas undersöker man apparaten på nytt 24 h efter uttagandet ur fuktskåpet för att kontrollera om försämringen av data orsakats av fuktprovet.

### **Kommentarer till fuktprovet**

3.5.9

Kontrollmätningen 15 min efter apparatens uttagande ur fuktskåpet, varvid vattendroppar o d får avlägsnas, har till ändamål att undersöka apparatens känslighet för ytfuktighet.

Kontrollmätningen 4 h efter uttagandet, under vilken tid man kan förutsätta att ytfuktigheten haft tillfälle att avgå, har till ändamål att undersöka om fukten kunnat tränga in i den använda isolationen och därigenom försämra driftegenskaperna. Erfarenheten har visat att denna konditionering under 4 h i huvudsak kvarhåller dylik inträngande fuktighet.

## **Vibrationsprovning**

3.6

Särskilda provningsföreskrifter är under utarbetande. Prov får t v utföras enligt gällande praxis.



### 3.7 Skakprovning

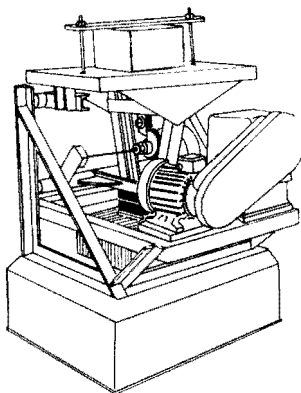
*Allmänt*

Skakprovning har till ändamål att genom upprepade stötpåkänningar åstadkomma utmattningspåkänningar.

Genom stötverkan åstadkommes egenresonanser hos apparatens detaljer. Skakprovningen utgör en laboratoriemässig reproduktion av de påkänningar som förekommer vid transport av markmateriel.

Skakprovningen utförs i skakmaskin, bestående av ett i vertikalled styrt bord, på vilket materielen är fastspänd, som lyfts till en viss höjd och därifrån får fritt falla mot ett underlag med specificerade fjädrande egenskaper. Underlaget har en viss dämpning, varför studshöjden blir ungefär halva fallhöjden. Vid anslaget mot underlaget sker en hastig uppbromsning, som anges i g-enheter i förhållande till jordaccelerationen ( $1 g = 9,81 \text{ m/sek}^2$ ).

Det därvid erhållna toppvärdet anges som g-värde. Det tidsintervall varunder kontakt sker mot underlaget kallas kontakttid, och denna har ett variationsområde 4–6 millisekunder.



*Bild 3.7-1. Skakmaskin*

En skakmaskin av standardtyp kan belastas med en vikt av 75 kg, vilket inkluderar vikten hos fästianordningarna. Apparaten skall fästas säkert vid skakmaskinens bord för att påkänningarna skall överföras på apparaten.

*Kalibrering*

För sin grundfunktion skall skakmaskinen lyda för denna gällande fysikaliska lagar. Vid installation av skakmaskinen skall denna noggrant kontrolleras beträffande sin funktion. Är installationen tillfredsställande företas kalibrering, varvid g-värdet erhålls som funktion av fallhöjd och apparatvikt.

Föreskrifter för kontroll och kalibrering av skakmaskin kan erhållas från KATI/NB, Stockholm 80.

*Skakprovning utförs*

- a) som utmattningsprov, 50 g, *skakprov 1*
- b) som utmattningsprov, 35 g, *skakprov 2*
- c) vid funktionsprov av elektronisk materiel, 50 g, *skakprov 3*
- d) som mekanisk åldring i samband med temperaturprov 4, 35 g, *skakprov 4*

**Skakprov 1 (50 g)**

3.7.1

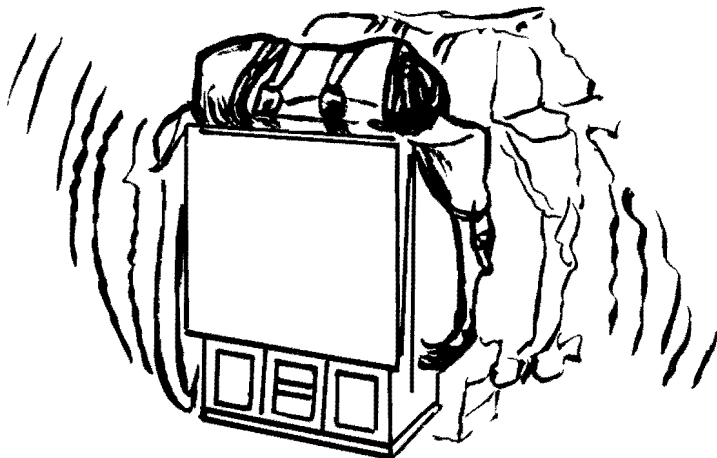
Detta skakprov är standard för materiel som transporteras med markfordon, nämligen

3.7.1.1

- a) bärbar materiel
- b) materiel som normalt ingår i fordonsutrustning
- c) materiel som i transportlådor transporteras på fordon
- d) komponenter

Detta skakprov sker normalt utan drittpänningar. Det är dock tillåtet att förse apparat (komponent) med ström för indikering av uppträdande fel. Apparaten skall vara bestyckad med rör och övrig normal utrustning. Den skall normalt stå i sin transportlåda. Eventuella vibrationsstötdämpare måste vara effektivt blockerade, men vibrationskydd för ömtåliga detaljer inuti apparaten skall vara verksamma. Innehåller apparaten roterande detaljer, såsom motorer, skall den roterande delen under provet hållas i långsam rotation (härigenom vill man undvika t ex punktvisa deformationer i kullager). Efter provets avslutande bör en ingående undersökning av lagren göras.

Apparat eller komponent skall sättas fast med till apparaten (komponenten) hörande normala fästanordningar. Anslutningskablar placeras så att apparatens rörelser inte hindras; lämpligen fästes de vid bordet.



*Bild 3.7.1-1. Skakprov*

Apparatens vikt och tyngdpunktsläge skall bestämmas före provet. Apparaten spänns fast säkert vid bordet och så att dess tyngdpunkt befinner sig över bordets mittpunkt.

Fallhöjden ställs in för en toppacceleration av 50 g, varvid korrektion skall göras för apparatens vikt.

Skakmaskinens hastighet ställs in så, att bordet i det närmaste kommer att stå stilla före nästa lyft.

- 3.7.1.2 Apparaten spänns fast i normalläge, och skakmaskinen körs 10 000 slag.
- 3.7.1.3 Efter prov enligt 3.7.1.2 placeras apparaten i ryggsläge, och skakmaskinen körs 5 000 slag.
- 3.7.1.4 Efter prov enligt 3.7.1.3 placeras apparaten på ena gavelsidan, och skakmaskinen körs 5 000 slag.

*Ann.* Vid prov med komponenter är det lämpligast att använda minst tre sådana och placera dessa i nämnda tre riktningar på bordet. Provet skall då omfatta 20 000 slag.

Vid lämpliga intervall, exempelvis efter 1 000, 2 000, 5 000 och 10 000 slag, stannas maskinen och apparaten undersöks om den företer några felaktigheter. Uppehåll skall även göras då detaljer lossnat, som kan skada andra detaljer i apparaten (sekundära fel). Tillfälliga reparationer bör därvid göras för att provet skall kunna slutföras. 3.7.1.5

Apparaten skall anses godkänd om reparationer eller förbättringar gjorda före nedanstående antal slag visat sig hålla provet ut, nämligen 3.7.1.6

för prov 3.7.1.2 före 2 000 slag

» » 3.7.1.3 » 1 000 »

» » 3.7.1.4 » 1 000 »

Felaktigheter hos elektronrör skall räknas som fel, om det kan visas att de orsakats genom slag mot närliggande väggar eller detaljer.

Apparaten funktionsprovas efter skakprovet och skall därvid fungera utan anmärkning.

Att *iakta* vid provets genomförande:

- a) Kontrollera under provets gång att apparaten är säkert fäst vid bordet och följer dess rörelser.
- b) Anteckna hur många slag som avverkats när skador uppstår och reparationer företes; gör upp skisser.
- c) Ge akt på losskakade detaljer, så att dessa inte förorsakar sekundära skador.
- d) Mät vibrationsamplituderna hos detaljer som vibrerar kraftigt.
- e) Undersök om sprickbildning och deformation uppstått på stomdelar och fästansordningar.
- f) Undersök om ledningarnas isolering skadats genom nötning.

**3.7.2 Skakprov 2 (35 g)**

Detta skakprov är standard för

- a) stationär materiel
- b) komponenter speciella för dylik materiel

Föreskrifterna för detta skakprov är desamma som för skakprov 1, med den skillnaden att skakapparaten ställs in för en topp-acceleration av 35 g.

Att *iakttu* vid detta prov: se skakprov 1.

**3.7.3 Skakprov 3 (50 g) — Funktionsprovning**

Skakprov 3 utförs vid funktionsprovning. Det är avsett för materiel som skall användas under sådana förhållanden att den utsätts för vibrationer, t ex i fordon under rörelse. Dylik materiel är normalt försedd med vibrationsskydd.

3.7.3.1 Apparaten placeras i normalläge och fästes vid skakmaskinens bord med vibrations- och chockskydd i funktion. Apparaten körs med normala driftspänningar. In- och utdata kontrolleras under provets gång.

3.7.3.2 Skakmaskinen ställs in för en acceleration av 50 g. Man ställer härvid in fallhöjden på ett värde som motsvarar det som gäller för blockerade vibrationsskydd.

Under detta prov kommer sålunda apparaten att utsättas för en påkänning med ett g-värde som reduceras genom vibrations-skydden.

3.7.3.3 Apparaten skakas med det antal slag som erfordras för att konstatera eventuella funktionsstörningar förorsakade av skakprovet. Apparaten körs i olika driftlägen. Om så anses erforderligt mäts apparatens vibrationsamplituder i förhållande till skakbordet.

I samband med prov enligt 3.7.3.2 kontrolleras *resonansfrekvensen* 3.7.3.4 hos apparatens vibrationsdämpare. Resonansfrekvensen mäts i de tre principalaxlarna (normalläge, ryggläge och sidoläge).

Vid typprovning av *vibrationsdämpare*, se föreskrifter 4.25. 3.7.3.5

Att *iakta* vid detta prov:

- a) funktionsstörningar i form av mikrofoni, frekvensmodulation, amplitudmodulation, distorsionsökningar, kontaktstörningar i reläer m m
- b) ändringar hos inställningsorgan på grund av mekanisk obalans eller för låg friktion, dödgång, vibrerande instrumentvisare, som försvårar inställning på rätt skalstreck
- c) vibrationsskyddens funktion tillfredsställande
- d) resonansfrekvensen hos vibrationsdämparna — skall för armémateriel vara  $25 \pm 4$  Hz

#### **Skakprov 4 (35 g)**

3.7.4

Detta prov är avsett att utjämna och stabilisera mekaniska inre spänningar som uppstår i samband med tillverkningsprocessen. Bortglömda lödningar, dåligt tilldragna skruvar och lödloppor avslöjas vid detta prov.

Detta skakprov används

- a) i samband med temperaturprov 4 såsom *åldringsprov*, se 3.4.4
- b) i samband med *driftsäkerhetsprovning*, se 3.11
- c) i övrigt vid *tillverkningskontroll*

Apparaten spänns fast i normalläge vid skakbordet på sätt som anges för skakprov 1. 3.7.4.1

Skakmaskinen ställs in för en acceleration av 35 g. Apparaten underkastas 1 000 slag i normalläge. 3.7.4.2

### 3.8 Chockprovning

Vid chockprovning underkastas materielen påkänningar av chockkaraktär, dvs kortvariga påkänningar med hög amplitud.

Chockprovning görs normalt på transportlådor och förpackningar för kontroll av att transportskyddet är effektivt.

Man kan räkna med att chockamplituden kan uppgå till 500–600 g under ca 10 millisekunder, varmed transportskyddets ytterdel påverkas. Inte endast transportskyddet utan också apparatens hållfasthet mot påkänningar i samband med reparation och service (bänkprov) kontrolleras genom chockprovning, som normalt utförs som fallprov.

#### 3.8.1 Fallprov 1 — Fallhöjd 1 m

Fallprov utförs

- när en apparatlåda samtidigt tjänar som transportlåda
- när materielen är förpackad i transportlåda

Provet används även för tillbehör, rörhäckar, rör förpackade i kartonger eller annat skydd.

3.8.1.1 Fallet sker mot ett stabilt cementgolv, som täckts med 2" tjocka furuplankor. Plankorna skall överallt ligga väl an mot golvet.

3.8.1.2 På lämpliga ställen kontrollerar man apparatens maximalrörelse i förhållande till lådans innervägg genom att där anbringa modeller (plastellin). Rörelsens storlek kan då bestämmas genom mätning av det intryck som lådan gör i modell-leran.

3.8.1.3 Apparaten får falla fritt från 1 m höjd mot plankgolvet. Provet utförs så, att anslag sker mot lådans botten, översida, fram- och baksida samt gavelsidor, inalles 6 fall.

Om apparatens tyngdpunkt är symmetriskt placerad i förhållande till fästpunkterna för chockskyddet kan antalet fall begränsas till 3 fall.

3.8.1.4 Efter utfört prov undersöks låda, chockskydd, fästanordningar samt apparat. Provet godkänns om ingen skada uppstår.

Att *iakttä* vid detta prov:

- a) Kontrollera genom att mäta intrycket att chockskyddet inte slagit i botten genom överbelastning i slutläget.
- b) Kontrollera att chockskyddet inte skadats.
- c) Kontrollera att inga deformationer uppstått på fästanelningarna.
- d) Eventuellt kan det vara erforderligt att placera en accelerometer i apparaten. Accelerationen får icke överskrida 70 g.

### Fallprov 2 — Fallhöjd 4 m

3.8.2

Fallprov 2 används för kontroll av emballage för materiel som skall landsättas med fallskärm.

Emballaget med innehåll får falla fritt från 4 m höjd mot ett stadigt cementgolv, belagt med 2" furuplank. Planken skall ligga väl an mot golvet.

3.8.2.1

Provet utförs så, att anslag sker mot emballagets botten, sida och gavel, inalles 3 fall.

3.8.2.2

Provet godkänns om apparaten inte tagit skada.

3.8.2.3

Att *iakttä* vid prov: I förekommande fall kan det vara lämpligt att ersätta apparaten med en attrapp som har samma vikt, dimensioner och tyngdpunktsläge som apparaten. I attrappen insätts en accelerometer. Accelerationen får icke överskrida 70 g.

### Fallprov 3 — Bänkprov

3.8.3

Fallprov 3 används för kontroll av hållfastheten hos en apparat med avtagna höljen. Genom provet vill man fastslå om apparaten tål behandlingen vid service och reparation.

När höljen tagits bort i den utsträckning som erfordras för service ställs apparaten på en av sina kanter på en stadig träbänk och får därefter fritt falla ner mot bänken. Apparaten skall falla så alla dess sidor utsätts för påkänningar, även frontpanelen.

3.8.3.1

Provet godkänns om apparaten och detaljer i denna inte tagit skada.

3.8.3.2



### 3.9 Höjdprovning

Särskilda provningsföreskrifter är under utarbetande. Prov får t v utföras enligt gällande praxis.

### 3.10 Täthetsprovning

#### 3.10.1 Allmänt

Under fältmässig användning skall materielen och dess komponenter uppfylla olika krav på täthet. Vanligen vill man förhindra att fukt, vatten, snö och damm tränger in.

Följande tätningsmetoder används:

#### a) *Hermetisk tillslutning*

##### a 1) Komponenter med gasinnehåll (vakuum)

*Exempel:* Halvledare såsom dioder, transistorer av germanium och kisel.

*Prov:* Temperaturcyklingsprov 3.4.1, 15 cykler

Fuktprov 3 (3.5.5)

72 h, + 55° C, 100 % relativ fukt

Kontroll av fuktkänsliga parametrar

##### a 2) Hölje med fast impregneringsinnehåll

*Exempel:* Papperskondensatorer, hoplödda burkar med komponentinnehåll.

*Prov:* Temperaturprov

+ 70° C, temperaturjämvikt 3.1.4

Kontroll av läckning av impregneringsmedlet

Fuktprov 3 (3.5.5)

72 h, + 55° C, 100 % relativ fukt

Kontroll av fuktkänsliga parametrar

## a 3) Kompoundingjutna enheter

*Exempel:* Selenlikriktare, aralditingjutna enheter.

*Prov:* Temperaturcyklingsprov 3.4.1, 15 cykler  
Fuktprov 3 (3.5.5)  
72 h, + 55° C, 100 % relativ fukt  
Kontroll av fuktkänsliga parametrar

## a 4) Hölje med oljeinnehåll

*Exempel:* Komponenter, t e kondensatorer. Höljet är försett med yttre eller inre expansionsutrymme.

*Prov:* Komponenten körs i en omgivningstemperatur av + 65° C under 8 h vid maximal driftgräns eller så länge att fortfarighetstillstånd inträder  
Kontroll av läckning och eventuell deformation

b) *Tillslutning genom packningar*

## b 1) Hölje med luftinnehåll

*Exempel:* Komponenter, apparater.

*Prov:* Täthetsprov 3 och 4 (3.10.4, 3.10.5)  
Täthetskontroll genom övertryck eller undertryck  
Täthetsprov 2 (3.10.3)  
Vattentäthet vid 1 m vattenpelare (vadprov)  
Täthetsprov 5 (3.10.6)  
Vattentäthet vid 6 m vattenpelare (dykprov)

## b 2) Hölje med oljeinnehåll

*Prov:* som a 4

c) *Regnskyddade men öppna för lufttillträde*

*Exempel:* Roterande maskiner, apparater.

*Prov:* Fuktprov 1 (3.5.3)  
48 h, + 55° C, 100 % relativ fukt  
Täthetsprov 1, regnprov (3.10.2)

d) *Dammtätade men öppna för lufttillträde*

*Exempel:* Apparater med dammfilter.

*Prov:* Fuktprov 1 (3.5.3)

48 h, + 55° C; 100 % relativ fukt

Täthetsprov 6, dammprov (3.10.7)

### 3.10.2 **Täthetsprov 1 — Regnprov**

#### 3.10.2.1 Provningsanordning

Apparaten placeras på en roterbar platta med vertikal axel i en lämplig kammare. Vattenledningstvatten med en temperatur som avviker högst 10° C från rumstemperatur sprutas vid ett tryck av 3—3,8 kp/cm<sup>2</sup> mot apparaten från åtta strilmunstycken. Varje strilmunstycke skall bestå av en plan, icke rostande platta, 1,6 mm tjock, i vilken 36 hål med 1 mm diameter uppborrats och jämnt fördelats i koncentriska cirklar enligt nedanstående:

16 hål med en delningsdiameter av 51 mm
8 » » » » » 38 »
8 » » » » » 25 »
4 » » » » » 13 »

Sprutmunstyckena placeras på ett avstånd av 500—800 mm från hörn eller sidor på apparaten. Fyra sprutmunstycken är riktade nedåt i 45° vinkel mot apparatens fyra övre hörn, och de övriga fyra är riktade horisontellt mot mitten av de fyra vertikala sidorna.

#### 3.10.2.2 Provning

Apparaten provas i två lägen, vardera under en tid av 1 h. I det ena läget är apparatens översida vänd uppåt, i det andra är frontpanelen vänd uppåt.

Under proven skall den roterbara skivan, på vilken apparaten är placerad, kontinuerligt rotera med ett varvtal av 12—20 r/m. Apparaten placeras mitt över skivans rotationsaxel.

#### 3.10.2.3 Efter varje provs slut kontrolleras apparaten med normala driftspänningar under det att skivan står stilla, dock med vatten påsläppt (K 114).

**Täthetsprov 2 — Vadprov**

3.10.3

## Typprovning

3.10.3.1

Apparaten hålls nedsänkt i vatten till ett djup av 1 m under 2 h.

Djupet räknas till det horisontalplan som motsvarar apparatens översida. Omedelbart före provet skall apparaten ha en temperatur som är 20° C högre än vattnets. Vattentanken skall ha en sådan volym att temperaturen på vattnet kan hållas  $\pm 1^\circ$  C från begynnelsestemperaturen. Efter provet torkas apparaten utvändigt och provas.

Invändigt skall ingen läckning ha uppstått. (U S A — P M P) (K 114).

**Täthetsprov 3 — Övertrycksprov**

3.10.4

Apparaten skall öppnas och stängas till igen på sådant sätt att tätningsanordningarna öppnas och sluts. Omedelbart därefter pressas genom en öppning in luft som torkats med silikagel. Sedan apparaten sålunda åter fyllts med torkad luft ökas trycket till 1,35 kp/cm<sup>2</sup> (inre övertryck 0,35 kp/cm<sup>2</sup>), varefter lufttillförseln avstängs. Efter 15 timmar får trycket sjunka till lägst 1,21 kp/cm<sup>2</sup> (inre övertryck 0,21 kp/cm<sup>2</sup>). (Engl.)

**Täthetsprov 4 — Undertrycksprov**

3.10.5

Med apparaten förfärs som vid täthetsprov 3 (3.10.4). Apparaten utsätts därefter för ett atmosfärtryck som är 53 mm Hg lägre än det omgivande atmosfärtrycket. Efter avstängning av pumpen skall apparaten stå i 1 minut, varefter tryckändringen får uppgå till högst 5 mm Hg. Mätapparaturen skall ha sådan noggrannhet att en tryckändring på 5 mm med säkerhet kan konstateras. (U S A — P M P.)

**Täthetsprov 5 — Dykprov**

3.10.6

Apparaten med skyddshöljen tätt åtdragna placeras i en övertryckskammare. Sedan sänks den ner i vatten, och ett tryck av 1 200 mm Hg (övertryck 440 mm Hg) appliceras, motsvarande vattentrycket på ca 6 m djup.

Provet skall pågå under en tid av 7 dygn. Efter provet tas apparaten ut ur övertryckskammaren och avtorkas eller torkas i cirkulerande varmluft. Det är tillåtet att därvid ta loss inproppade enheter för separat torkning enligt ovan.

Återhämtningstiden inklusive torktiden får icke överstiga 3 h. Efter denna tid skall apparaten sättas ihop och kontrolleras med normala driftspänningar. Apparaten skall icke ha tagit skada av provet. (K 114.)

### 3.10.7 **Täthetsprov 6 – Dammprov**

Detta prov är f n icke fastställt.

## 3.11 **Accelererat livslängdsprov, driftsäkerhetsprov**

### 3.11.1 **Ändamål**

Avsikten med provet är att låta materielen utsättas för sådana påkänningar att dess driftsäkerhet kan bedömas. Eftersom den tid som står till förfogande härför är rätt begränsad nödgas man ge påkänningarna en sådan svårighetsgrad som under materielens normala livslängd endast tidvis förekommer. En metod att på konstlad väg minska livslängden för undersökning av driftsäkerheten är att utsätta materielen för ökad omgivningstemperatur. Vid driftsäkerhetsprovet bör därjämte hänsyn tas till den ökade förslitning som härrör från mekanisk påkänning, fuktangrepp, till- och frånslagning av apparaten samt varierande nätspänningar. Vid provets genomförande skall hänsyn tas till de föreskrifter som anges i KATF/EA/Ellab protokoll A 349, *Driftsäkerhetskontroll av elektronisk materiel*.

### 3.11.2 **Förutsättningar för provets genomförande**

Normalt provas minst två apparater samtidigt. Provet genomförs såsom *sekvensprovning* med bestämning av tidsintervallen mellan uppkomna fel.

I protokoll A 349 angivna *procedurregler* samt regler för *klassificering av fel* bör följas.

## Provets uppbyggnad

3.11.3

Driftsäkerhetsprovet uppdelas på dagcykler och nattcykler. Dagcykeln omfattar 5 h och nattcykeln 19 h. I dagcykeln ingår kontrollmätningar, fuktprov, köldprov och mekaniska prov. Nattcykeln, som är programstyrd, är uppdelad i 6 subcykler, omfattande vardera 3 h, se bild 3.11.5.

*Dagcykeln* (5 h, kl 1000–1500) omfattar:

- a) kontrollmätningar, bl a av den programstyrda kontrollutrustningen, ca 1 h
- b) skakprov, 35 g, 200 slag i normalläge med blockerade vibrationskydd, varaktighet ca  $\frac{1}{2}$  h, däri inberäknat tiden för montering och demontering
- c) fuktprov vid  $+ 55^{\circ}\text{C}$ , 100 % relativ fukt, varaktighet  $1\frac{1}{2}$  h
- d) köldprov  $- 25^{\circ}\text{C}$  under  $1\frac{1}{2}$  h. Apparaten tas direkt ur fukt-skåpet och placeras i köldskåpet
- e) kontrollmätning, ca  $\frac{1}{2}$  h, rumstemperatur

Under dagcykeln företas *slitprov* på mekaniska detaljer, såsom manöverorgan. Provet utförs lämpligen varannan dag under tiden för proven b–d, då den andra apparaten genomgår dessa. Härunder skall apparaten inte vara i drift. Vid fuktprovet (c) och köldprovet (d) skall apparatens höljen vara avtagna men delta i proven.

Under dagcykeln får de organ som normalt betjänas av stationspersonalen injusteras. Vidtagna justeringar skall dock antecknas med angivande av tidpunkten.

*Nattcykeln* (19 h, kl 1500–1000) omfattar:

- 1 igångsättningscykel,  $\frac{1}{2}$  h, funktionskontroll
- 6 subcykler om 3 h
- 1 kontrollcykel ca  $\frac{1}{2}$  h

Härvid kontrolleras den programmerade styrningen och data-mätningen. Nattcykeln försiggår vid en konstant omgivnings-temperatur, som normalt är  $+ 40^{\circ}\text{C}$ .

*Subcykeln* (3 h) omfattar:

1. drift vid nominella nätspänningar (100 %), 1 h
2. » » 110 % av nominell nätspänning  $\frac{1}{2}$  h
3. » » 90 % » » »  $\frac{1}{2}$  h
4. » » 110 % » » »  $\frac{1}{2}$  h
5. driftavbrott,  $\frac{1}{2}$  h.

Mellan faserna 1 och 2 och 2 och 3 slås nätspänningen ifrån under 5 min.

Apparaterna skall under proven köras med fulla in- och utdata.

*Anm.* Subcykeln kan ändras alltefter apparatens driftegenskaper.

Vid bärbara stationer t ex är det önskvärt att subcykeln uppdelas i sändnings- och mottagningspass (exempelvis sändning i 1 minut, mottagning i 5 minuter, S/M =  $\frac{1}{5}$ ). Nätspänningsfaserna kan därvid utföras vid högsta respektive lägsta batterispänning.

#### 3.11.4 **Att iaktta vid dessa prov**

- a) Provet skall styras av en programapparat, och dessutom skall förloppen samt väsentliga data hos apparaten registreras.
- b) Uppkomna felaktigheter och tidpunkten för dessa skall antecknas i protokollet. Tidsintervallet mellan fel bestämmes.
- c) Reparation får företas av tillverkaren. Tidpunkterna för provets avbrytande och igångsättning skall antecknas. Likaså utförda reparationer och eventuella ändringar.
- d) Temperaturmätningssinstrument skall vara placerade på kritiska punkter i apparaten. Noggrann beskrivning med skiss skall ange placering av temperaturmätinstrumenten.
- e) Drifttiden bestäms och utgörs av hela nattcykeln (19 h) jämte halva dagcykeln ( $\frac{5}{2}$  h), således per dygn  $21\frac{1}{2}$  h.

#### 3.11.5 **Livslängdsprov**

Se bild 3.11.5-1.

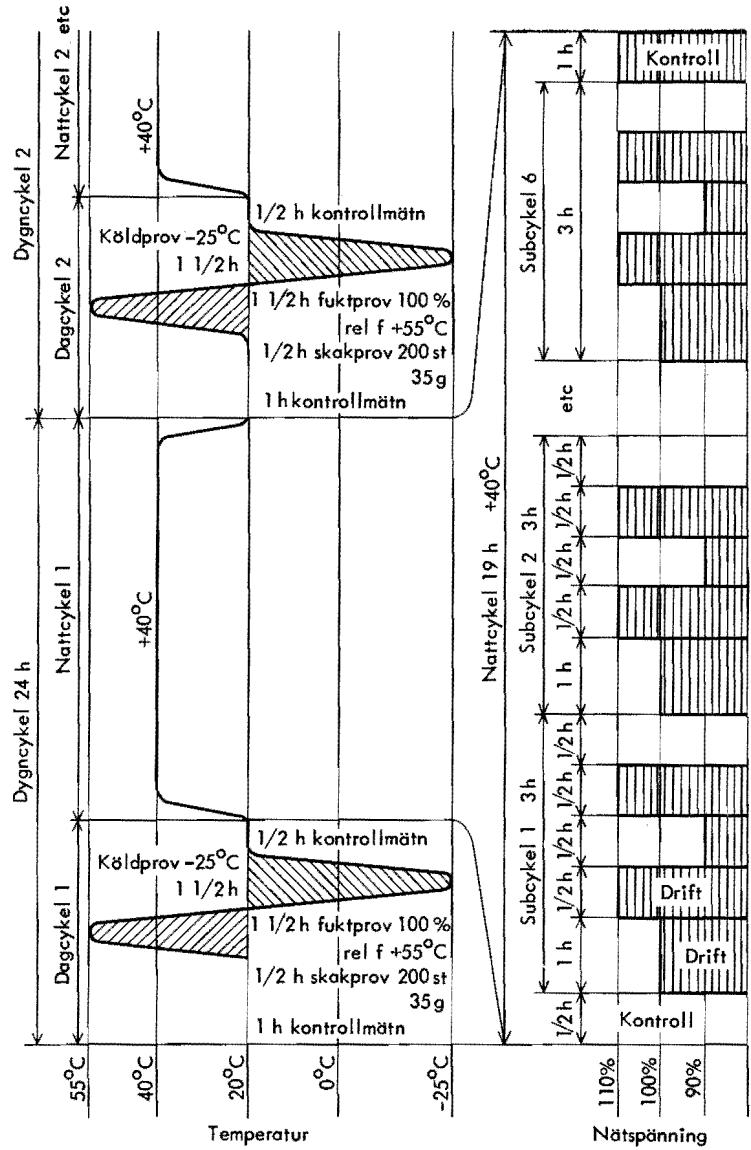


Bild 3.11.5-1. Livslängdprov





# KOMPONENTER

4.

## Allmänna föreskrifter för komponenter

4.1

### Måttstandard

4.1.1

För att minska antalet typer av ett visst komponentslag har ett typval mellan på marknaden förekommande komponenter gjorts. Därvid har man eftersträvat att ange maximala mått, inom vilka komponenttypens storlek skall ligga. Maximalmåttan har valts så, att ett större antal fabrikat skall kunna rymmas inom dessa mått. Denna måttstandard finns angiven i *Försvarets Telemateriel*, som distribueras inom försvaret av Försvarets Klassifikationscentral (FKC), Stockholm 80, och till övriga av Sveriges Standardiseringskommision, SIS, Box 3295, Stockholm 3.

Vid apparatkonstruktionen skall man ta hänsyn till denna måttstandard för att vid reparation inte bli beroende av ett visst fabrikat. Följs dessa anvisningar förenklas problemet med förrådshållningen av ersättningsdelar, dels genom att samma komponenttyp kan utnyttjas i ett flertal apparatkonstruktioner, dels genom att reservdelsanskaffningen inte belastas med en mängd specialtyper som var för sig får liten utnyttjningsgrad.

### Provningsföreskrifter

4.1.2

För varje komponenttyp har fastställts eller är under utarbetande provningsföreskrifter för typgodkännande av fabrikatet ifråga. Provningsföreskrifterna innehåller detaljerade bestämmelser för undersökning av egenskaperna hos typen ifråga med hänsyn till de påkänningar som uppträder i praktiken.

Provningsföreskrifterna ansluter sig i huvudsak till dem som utarbetas av International Electrical Commission (IEC), varför de får internationell räckvidd.

De militära provningsföreskrifterna distribueras genom Försvarets Klassifikationscentral (FKC).

#### 4.1.3 **Typprovning**

Typprovning enligt provningsföreskrifterna utförs av Försvarets Teletekniska Laboratorium (FTL), Stockholm 80.

FTL utger publikationen *Försvarets typprovade telekomponenter* (FTT), som upptar katalogbeteckning, dimensioner och applikationsanvisningar.

Utländska fabrikat som typgodkänts av utländska militära provningsanstalter kan typgodkännas utan typprovning vid FTL. Bevis om dylikt utländskt typgodkännande skall emellertid uppvisas.

#### 4.1.4 **Rekommendation och standard**

Förteckning över för försvaret rekommenderade komponenter kan erhållas från FKC och över speciellt för viss förvaltning rekommenderade från förvaltningen ifråga.

#### 4.1.5 **Leveranskontroll**

Vid leverans av en typgodkänd komponent skall kontrolleras att uppgivna data innehålls. I provningsföreskrifterna och data-bladen anges i vilken utsträckning leveranskontroll skall utföras.

*Resultatet av leveranskontrollen skall anmälas till FTL och beställaren för att man vid eventuella anmärkningar skall kunna bedöma om typgodkännande skall gälla även i fortsättningen.*

#### 4.1.6 **Specialtyper**

En specialtillverkad eller ny typ kan ej godkännas, där godkända och tillgängliga typer kan ersätta denna. Undantag härifrån kan göras då apparatens prestanda är beroende av en ny och förbättrad typ. Apparatillverkaren skall därvid ange varför komponenten ifråga skall insättas samt lämna beställaren provningsprotokoll över egenskaperna jämte uppgift om anskaffningsmöjligheterna. Beställarens godkännande skall avvaktas innan apparatkonstruktionen fastlägges.

I detta sammanhang kan framhållas att erfarenheten visat att driftsäkerheten befrämjas genom användning av massproducerade komponenter i stället för specialkomponenter.

### **Applikation**

4.1.7

Parametrar, såsom märkdata, toleranser, omgivningstemperatur, belastningsförhållanden, procentuell utnyttjningsnivå i förhållande till märkdata, angivna i de individuella databladen, skall noggrant iakttas. Använd icke komponenter i en applikation beroende av en parameter som inte är under kontroll vid tillverkning och leverans. Kretsförhållandena bör undersökas för att man skall kunna fastslå om komponenternas egenskaper under aktuella arbetsförhållanden är tillfredsställande.

Konstruktören skall därför äga god kännedom om komponenternas egenskaper. Speciell hänsyn skall tas till komponenternas åldringsegenskaper, så att funktionsmarginalerna under livslängden kan innehållas. Dessutom skall man vid dimensioneringen beakta att nivån på märkdata måste sänkas om komponenternas temperatur ökar till följd av närheten till andra värmealstrande komponenter. Speciellt gäller detta för komponenter och enheter som staplas på varandra, varvid särskild uppmärksamhet ägnas de överst belägna.

### **Toleranser**

4.1.8

Apparaten skall vara så elektriskt dimensionerad att det vidaste toleransområdet för komponenten kan utnyttjas. Vid tillverkning är det dock tillåtet att använda snävare toleranser för så vitt man konstaterat att apparatens funktion inte äventyras då komponenter med normala toleranser insätts.

### **Starkströmskomponenter**

4.1.9

I den elektroniska materielen ingående komponenter av starkströmstyp, såsom motorer, strömställare, säkringsapparater, skall för att kunna godkännas för användning dessutom underkastas kompletterande prov, som närmare föreskrivs för dylika komponenter.

#### 4.1.10 Spänningsprov för komponenter med luftgap

Komponenter med luftgap, såsom reläer, omkopplare, trimrar, skall spänningsprovas enligt i nedanstående tabell angivna värden. Provet utförs i standardatmosfär (se 3.1.3). Spänningen läggs på under 10 sek. Komponenten skall icke ta skada av provet.

Arbetsspänning V Anm 1	Provspänning V Anm 2
0 till 30	400
30 till 125	500
125 till 500	4 gånger arbetsspänningen
500 eller högre	1000 + 2 gånger arbetsspänningen

*Anm 1.* Arbetsspänningen är den maximala toppspänningen, dvs växelspanning plus likspänning, hos apparaten under specificerade driftförhållanden.

*Anm 2.* Provspänningen kan utgöras av antingen växelspanning eller likspänning. Om växelspanning används är denna angiven som toppspänning, varvid spänningen i det närmaste skall vara sinusformad och 50 Hz.

## 4.2 Fasta motstånd

Montering, se 8.7.2.

### 4.2.1 Ytskiktspotstånd

Normer, se 4.30.

#### 4.2.1.1 Vid användningen av dessa motstånd bör man observera att följande svagheter kan förekomma:

Keramikstaven innehåller spår av föroreningar som orsakar korrosion på motståndsskiktet.

Motståndsskiktet fäster dåligt på keramiken.

Lackskiktet kan vara sprött och fästa dåligt samt vara icke resistent mot fukt och brinna med låga vid överbelastning.

Ändhylsorna gör dålig kontakt mot motståndsskiktet, fäster dåligt samt är av olämpligt material.

Anslutningstrådarna sitter dåligt fast på motståndet, speciellt efter olämpligt utförd bockning och inlödning; i vissa fall är böjbarheten icke tillfredsställande.

Endast godkända fabrikat av ytskiksmotstånd får användas. 4.2.1.2

### **Massa(kompositions)motstånd** 4.2.2

Normer, se 4.30

Vid användningen av massamotstånd bör följande beaktas: 4.2.2.1

Massamotstånd har dåliga högfrekvenssegenskaper vid högre resistansvärden.

Massamotståndens resistans ändras med tiden avsevärt (20 %).

Massamotstånd exploderar med låga vid överbelastning och bör därför icke användas i kretsar där de vid fel utsätts för överbelastning.

Massamotstånd av normal handelskvalitet har låg resistens mot fukt.

Endast av beställaren godkända fabrikat av massamotstånd får användas. 4.2.2.2

### **Trådlindade motstånd** 4.2.3

Normer, se 4.30.

Cementerade trådlindade motstånd får icke användas, emedan de korroderar vid fuktangrepp. 4.2.3.1

Trådlindade motstånd med ställbara uttag skall undvikas på grund av korrosionsrisken. Motstånd med fasta uttag är att föredra. 4.2.3.2

På trådlindade motstånd skall motståndstråden hårdlödats (icke svetsas) till anslutningarna, varvid flussmedlet skall noggrant avlägsnas. 4.2.3.3

Trådlindade motstånd med tunnare tråd än 0,065 mm får icke användas, därför att avbrott lätt uppstår till följd av elektrolys eller bildandet av kristallfas, som växer över hela tvärsnittet. 4.2.3.4

Endast godkända fabrikat av trådlindade motstånd får användas. 4.2.3.5

#### 4.2.4 Motstånd för radioavstörning av motorer

Normer, se 4.30.

##### 4.2.4.1 Motstånd skall tåla följande omgivningstemperaturer:

- insatta i tändstift: 200° C
- fastsatta utanpå tändstift: 100° C
- insatta i tändkabel eller fördelare: 70° C

##### 4.2.4.2 Typprovning av motstånd i ledningar till tändstift o d.

Motståndet mäts före provet med en spänning ej överstigande 12 V.

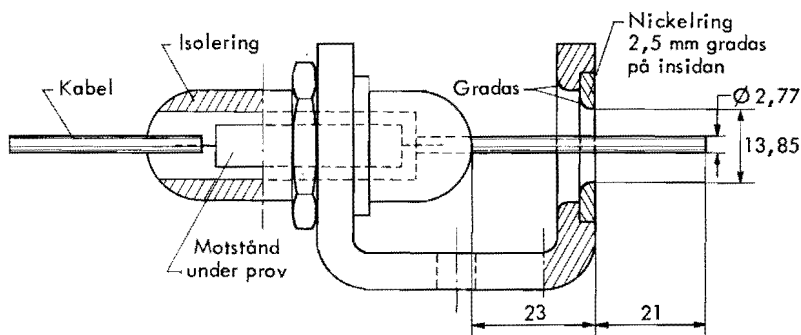


Bild 4.2.4-1

Provningen görs i en omgivningstemperatur av + 60° C under 1000 timmar. Motståndet ansluts till centralelektroden. Pulsfrekvensen skall uppgå till 100 pulser per sekund, och energin till tändspolens primärledning skall vara minst 0,025 joule/impuls men högst 0,05 joule/impuls.

Under provet får inget gnistöverslag ske över motståndet.

Efter provet får motståndsvärdet icke skilja sig mer än 30 % från initialvärdet.

(Provet motsvarar förhållandena hos en fyrcylindrig motor vid 1500 r/m.)

Energivärdet beräknas sålunda:

Energien i joule per impuls är  $= (1/2) I^2L$

där  $I$  är strömmen vid avbrott uttryckt i ampere och  $L$  är induktansen uttryckt i henry.

Den primära självinduktansen  $L$  bestäms genom beräkning ur likströmsresistansen hos lindningen  $R$  ohm och dess impedans  $\sqrt{R^2 + \omega^2L^2}$  över lindningen, varvid spänningen mäts över lindningen vid en växelström av 2,5A vid 50 Hz.

## Variabla motstånd

4.3

Normer, se 4.30.

Montering, se 8.7.2.

Potentiometrar av massa (kompositions)typ skall utföras med motståndskropp. Motståndselement sprutat på laminat godkänns icke. 4.3.1

Potentiometer kombinerad med omkopplare bör undvikas. 4.3.2

Trådlindade motstånd bör vara hårdlödda till anslutningspunkterna, varvid flussmedlet skall noggrant avlägsnas. 4.3.3

Potentiometern skall vara försedd med isolerad axel. 4.3.4

Rekommenderad axeldiameter 6h9, 8h9 och 10h9. 4.3.5

## Fasta kondensatorer

4.4

Normer, se 4.30.

Montering, se 8.7.3.

### Allmänt

4.4.1

Glimmer- och papperskondensatorer skall ha en provspänning som är 100 % högre än märkspänningen. 4.4.1.1



- 4.4.1.2 Den högsta toppspänning som uppträder över kondensatorn får utgöra högst 50 % av märkspänningen.
- 4.4.1.3 Kondensatorer för bilavstörning skall ha låg induktans och vara fuktresistenta. Läckningsresistansen bestäms av  $R \cdot C > 20$ , där  $R$  uttrycks i  $M\Omega$  och  $C$  i  $\mu F$ .
- 4.4.2 **Glimmerkondensatorer**
- 4.4.2.1 Glimmerkondensatorer av s k skraptyp (fönsterkondensatorer) får icke användas.
- 4.4.2.2 Kondensatorer med försilvrad glimmer (silverglimmer) bör icke användas där likspänning förekommer. De kan dock användas som avkopplingskondensatorer vid filtrering.
- 4.4.2.3 Glimmerkondensatorer skall ha kontaktsäkert utförande.
- 4.4.3 **Papperskondensatorer**
- Normer, se 4.30.
- 4.4.3.1 Papperskondensatorer i icke-metalliskt hölje godkänns icke, med undantag för vissa härdplastimpregnerade typer.
- 4.4.3.2 Papperskondensatorer med klorinerad impregnering bör undvikas. Tennfolier bör icke användas.
- 4.4.3.3 Papperskondensatorer skall ha kontaktsäkert utförande.
- 4.4.3.4 Papperskondensatorer med lägsta möjliga induktanseffekt bör användas.
- 4.4.3.5 **Metallpapperskondensatorer (MP)**
- Metallpapperskondensatorer (MP) får användas endast i nätfilter och okritiska kopplingar och som avkopplingskondensatorer i kretsar med låg impedans.
- 4.4.3.6 MP-kondensatorer skall icke användas i kopplingar där brus eller spänningsändringar kan försämra kretsarnas egenskaper. De skall icke heller användas i kretsar med pulsspänningar.
- 4.4.3.7 Godtagbara MP-kondensatorer skall ha extra pappersisolering samt aluminiumelektroder.

**Elektrolytkondensatorer**

4.4.4

Normer, se 4.30.

**Aluminiumelektrolytkondensatorer**

4.4.4.1

Aluminiumelektrolytkondensatorer skall fungera i kyla, åtminstone vid  $-30^{\circ}\text{C}$ .

Elektrolyten är något vattenhaltig och fryser vid låg temperatur. Vid hög temperatur kan den avdunsta, varvid kondensatorn uttorkas och förstörs. Vid längre tids lagring angriper elektrolyten svagt elektrodens oxidskikt. Kondensatorn måste då formeras upp till märkspänning med en liten ström. Spår av klorider korroderar kondensatorns inre, varvid livslängden blir kort.

Kondensatorlindan skall vara säkert förankrad vid höljet genom fastgjutning med lämplig komponent. 4.4.4.2

**Tantalelektrolytkondensatorer**

4.4.4.3

Tantalelektrolytkondensatorer angrips inte av korrosion, varför de har lång livslängd. Tantalkondensatorer med sintrad (solid) kropp bör användas, då denna typ fungerar vid mycket låg temperatur.

**Variabla kondensatorer**

4.5

Normer, se 4.30.

Montering, se 8.7.3.

**Variabla kondensatorer med luftdielektrikum**

4.5.1

Det nominella plattavståndet får icke understiga 0,2 mm, om annat inte överenskommes. Vid plattavstånd under 0,3 mm skall kondensatorn vara innesluten i dammtätt hölje. 4.5.1.1

Plattorna skall vara korrosionsfria eller effektivt skyddade mot korrosion. Plattorna skall vara fria från olja, damm, smuts och metalliska grader. 4.5.1.2

- 4.5.1.3 Rotorn skall vara väl uppstavad och balanserad. Kan denna balansering inte göras inom vridkondensatorn skall denna förses med en yttre motvikt.
- 4.5.1.4 Installerad skall kondensatorn tåla en provspänning på lägst 500 V, 50 Hz, applicerad mellan plattorna och mellan platta och stomme. Denna provspänning skall innehållas för varje läge hos plattorna. Resistansen mellan rotor och anslutningspunkt skall vara låg.
- 4.5.1.5 Rekommenderad axeldiameter 6h9 för normala vridkondensatorer.

#### 4.5.2 **Trimkondensatorer med keramiskt dielektrikum**

Trimkondensatorer med keramiskt dielektrikum är icke önskvärda på grund av kapacitansändringar vid fuktangrepp. Kontroll härav erfordras.

#### 4.5.3 **Trimkondensatorer av klämtyyp**

Trimkondensatorer av klämtyyp får icke användas.

### 4.6 **Omkopplare**

Normer, se 4.30.

Montering, se 8.7.4.

#### 4.6.1 **Lägesmarkering**

- 4.6.1.1 Steg- och områdesomkopplare skall ha kraftig mekanisk lägesmarkering utan mellanlägen.
- 4.6.1.2 Lager och språngverk förses med fett, som tillåter rörelse vid låga temperaturer. Fettet får icke ha möjlighet att övergå till kontakt-ytorna.  
Tumbleromkopplare skall fungera utan smörjning.
- 4.6.1.3 Språngverk skall vara monterade på manöversidan.
- 4.6.1.4 Lägesmarkeringen slitprovas med minst 100 000 vridningar mellan ändlägena utan att brott eller nedslitning får uppstå.

<b>Isolering</b>	4.6.2
Omkopplaren skall vara så utförd att kontaktelementet inte släpar över isoleringen. Därigenom förhindras att metallfilm bildas mellan kontaktlägena.	4.6.2.1
Isoleringen skall utgöras av	4.6.2.2
<ul style="list-style-type: none"><li>● glaserad keramik (tätad mot fukt)</li><li>● termohärdat material</li><li>● laminat, vakuuminpregnerat mot fukt</li></ul>	
På omkopplare av <i>tefontyp</i> skall isoleringen skjuta utanför kontaktfjädrarna såväl i sid- som i längdled i överensstämmelse med god praxis. Mellanrummet mellan isolationsplattorna utfylls med ett isolerande cement om inte isoleringen är kontinuerlig.	4.6.2.3
Isoleringens fuktresistens kontrolleras med ett fuktprov: + 55° C, 100 % relativ fuktighet, 48 h (se 3.5.3). Isolationsresistansen i olika funktionslägen mellan kontaktdelarna och mellan dessa och monteringsplåten får nedgå till lägst 10 % av värdet före fuktprovet (lägsta värde 1 megohm). Mätning utförs med 100 V likspänning. Omkopplaren skall fungera tillfredsställande och icke uppvisa korrosion.	4.6.2.4
Gnistsäkert material skall användas vid omkopplare för kraftfrekvens.	4.6.2.5
<b>Kontaktdelar</b>	4.6.3
Omkopplare med rullkontakt får användas <i>endast</i> som nätspänningsomkopplare vid 220 V.	4.6.3.1
Kontakttrycket skall vara tillfredsställande och i lämplig proportion till strömmen genom kontakten. Minsta kontakttryck: 30 gram.	4.6.3.2
Kontaktfjädrar skall uthärda $10^7$ lastväxlingar utan brott eller sättning.	4.6.3.3

4.6.3.4 Kontaktytor med guldplätering skall vara hårdpolerade. Guldpläteringens läggs på ett nickelskikt om minst 10  $\mu\text{m}$  tjocklek. För hårdförgyllning gäller särskilda föreskrifter.

4.6.3.5 Kontaktytor får rengöras och smörjas med av beställaren godkänd kontaktolja (Servisol).

4.6.3.6 Slitprov med *strömbelastning* utförs med märkström i resistiv belastning och med 100 000 slutningar och brytningar. I övrigt enligt föreskrifterna i SEMKO nr 10, Strömställare för bruksföremål.

Efter slitprovet görs ett fuktprov: + 55° C, 100 % relativ fuktighet, 48 h (se 3.5.3).

Kontaktresistansen (se 4.6.3.7) mäts före och efter provet, i senare fallet vid var och en av ett antal slutningar och brytningar. Kontaktresistansen för de individuella kontaktpunkterna får icke ha ökat mer än 25 %.

4.6.3.7 Mätning av *kontaktresistans*

- Kontakter för manöverström. Spänningskällans emk 2,5 V max och ström ca 100 mA likström. Spänningsfallet över kontakt-delarna mäts.
- Kontakter för telefonströmmar och för högfrekvensströmmar (ingen frittspänning). Mätning görs enligt bild 4.6.3-1.

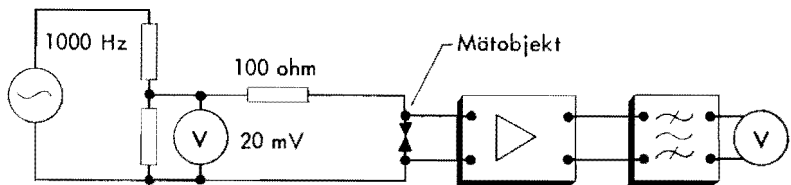


Bild 4.6.3-1

4.6.4 Anslutningspunkterna skall vara grovförtenta för att underlätta inlödning av kopplingsledningar.

4.6.5 Rekommenderade axeldiametrar: 6h9 för vridomkopplare av normalt utförande för elektroniska apparater och 8h9 för starkströmsomkopplare av paccotyp.

- Reläer** 4.7
- Normer, se 4.30.
- Montering, se 8.7.5.
- Reläer skall användas i minsta möjliga utsträckning. 4.7.1
- Reläer av telefontyp skall undvikas. Om sådana skall användas måste godkännande inhämtas av beställaren. 4.7.2
- Ankare till reläer skall vara låsta till sitt funktionsläge. 4.7.3
- Reläer bör vara dynamiskt utbalanserade, vilket kontrolleras genom skakprov. Kontaktsäkerheten i funktionslägena indikeras lämpligen med glimlampa, varvid tänd- och brinnspänningen utnyttjas. 4.7.4
- Reläets kontaktdelar bör vara skyddade mot damm, främmande partiklar och ofrivillig åverkan. 4.7.5
- Reläets till- och frånslagsspänningar bestäms vid den högsta och lägsta omgivningstemperaturen. 4.7.6
- Kontaktresistansen bestäms på samma sätt som för omkopplare. (Se 4.6.3.7). 4.7.7
- Kontaktorer** 4.7.8
- Kontaktorer skall behålla slutningsläget vid sänkning av nätspänningen till 65 % av den nominella spänningen (220 V).
- Pappersisolering av spolar skall undvikas för att kopparlindningen inte skall korrodera. Spolstommen bör utgöras av keramik eller hårdplast. 4.7.9
- Bimetallreläer bör undvikas, eftersom det är svårt att göra dem skaksäkra. 4.7.10
- Bimetallreläer för fördröjt tillslag skall vara kompenserade med hänsyn till omgivningstemperaturen samt vara försedda med mikrobrytare (vippanordning).
- Spänningskännande reläer bör undvikas. 4.7.11

4.7.12 Kvikksilverbrytare bör undvikas, emedan kvicksilvret vid brott på glaskolven ohjälpligt skadar den elektroniska utrustningen (speciellt selenlikriktare) samt utgör en förgiftningsfara för personalen.

4.7.13 Gnistsäkert isolermaterial skall användas i kontaktorer.

#### 4.7.14 **Hermetiskt tillslutna reläer**

Kontaktförgiftning kan uppstå till följd av gnistbildning i instängd atmosfär. För att förhindra detta lägger man in bitar av aktiverat kol eller uppdelar utrymmet i separat del för spoldelen.

Tätheten kontrolleras. En läcka kan orsaka kondens i behållaren med korrosion och försämrad isolering som följd.

### 4.8 **Vibratorer**

Normer, se 4.30.

Montering, se 8.7.6.

4.8.1 Vibratorer skall vara försedda med säkra fastsättningsanordningar.

4.8.2 Vibratorer skall vara effektivt radioavstörda medelst filter inom frekvensområdet 150 kHz–1000 MHz och tonfrekvensområdet (se kap 10).

4.8.3 Transformatorer till vibratorer skall förses med temperatursäkring.

#### 4.8.4 **Livslängdsprov**

Livslängdsprov utförs med den aktuella kopplingen och belastningen. Livslängdens gräns är uppnådd då utspänningen sjunkit till 90 % av begynnelse-spänningens värde. Startförsök görs för varje timme med en primärspänning som är 85 % av den nominella. Om ett startförsök misslyckas innebär detta att drifttidsgränsen är uppnådd.

**Fuktprov**

4.8.5

Vibratorn utsätts för *fuktprov*: + 55° C, 100 % relativ fuktighet, 48 h (se 3.5.3). Om höljet inte är hermetiskt tillslutet åstadkommes hål i detta för fukttillträde (accelererat fuktprov). Startförsök görs med en primärspänning som är 85 % av den nominella.

**Verkningsgrad**

4.8.6

Verkningsgraden bestäms genom mätning av tillförd effekt (vridspoleinstrument) och avgiven effekt. Vid likströmseffekt mäts effekten med vridspoleinstrument och vid växelströmseffekt med instrument, som visar effektivvärdet, termokors. Primär och sekundär vågform bestäms med katodoscilloskop. Vid växelströmseffekt bestäms därjämte distorsionsfaktorn. Värdena bestäms för olika belastningsfall.

**Vakant**

4.9

**Vakant**

4.10

**Spolar, järnpulverkärnor**

4.11

Normer, se 4.30.

Uttagsändar från spolar skall effektivt förankras vid spolstommen och anslutningsplinten (gäller speciellt vid klens tråddimensioner, varvid dessa även skall skyddas mot åverkan). Förankringen kan ofta ske genom klistring.

4.11.1

Spolar för kontinuerligt variabel induktans (roterande spole eller roterande strömuttag; det senare utförandet är att föredra på grund av mindre rörlig massa) skall vara mekaniskt utbalanserade och ha säker kontaktgivning (även efter slitprov och åtföljande fuktprov.)

4.11.2



- 4.11.3 Kretsjordning får icke göras över spolskärmar. Då så erfordras kan man göra det till skärmburk, men jordpunkten skall vara uttagen till stift (lödstjärt) för utvärdig jordanslutning.
- 4.11.4 Spolar bör lindas på stomme (bobin). Fribärande spole kan lätt deformeras vid service.
- 4.11.5 Spolstomme för trimkärnor skall vara utförd enligt FSD M 1802:1.

## 4.12 Transformatorer och induktorer

Montering, se 8.7.8.

Normer, se 4.30.

### 4.12.1 Allmänt

- 4.12.1.1 Nedanstående föreskrifter omfattar transformatorer och induktorer normalt avsedda för inbyggnad i elektronisk materiel och för effekter av högst 1 kVA.

Föreskrifterna anger de allmänna krav som ställs på dylika komponenter för ernående av erforderlig driftsäkerhet och livslängd. Speciella föreskrifter kan behövas för vissa komponenter. Dessa föreskrifter gäller då, om de kolliderar med här angivna.

- 4.12.1.2 Angiven *märkeffekt* skall gälla för den maximala omgivningstemperaturen, vid vilken transformatorn skall arbeta kontinuerligt då märkspänning och märkfrekvens ansluts till transformatorn.
- 4.12.1.3 Alla *nättransformatorer* för 220 V skall spänningsprovas med 2500 V eff, 50 Hz, mellan primärlindning och gods, skärm och övriga lindningar hopkopplade. Provtid 1 minut. Ingen glimning får uppträda.
- 4.12.1.4 Nättransformatorer bör förses med elektrostatisk skärm mellan primärlindning och övriga lindningar.

Transformatorer för omformning av likström bör utrustas med värmesäkring. 4.12.1.5

Induktorer för radioavstörning av motorer o d får inte ha större spänningsfall än 5 % av nätspänningen och inte högre egenuppvärmningstemperatur än 60° C vid märkström. Provspänningen är 2500 V eff, 50 Hz, under 1 minut. 4.12.1.6

### Indelning och karakteristiska data 4.12.2

Transformatorer och induktorer indelas i följande grupper. 4.12.2.1

#### Grupp A – Krafttransformatorer

- *A1: Krafttransformatorer för enbart växelström*

*Data:* Primär driftspänning och frekvens, sekundär spänning och ström (effekt)

driftspänning till jord för varje lindning (vid över 700 V toppspänning)

- *A2: Krafttransformatorer för likriktad ström*

*Data:* Primär driftspänning och frekvens, sekundär spänning och likström, varvid hänsyn tas till kapacitiv belastning och ackumulatorbelastning

- *A3: Krafttransformatorer för samtidig likriktad ström och växelström*

*Data:* som för A2

- *A4: Transformatorer för frekvensomformning*

*Data:* Primär driftspänning (ackumulatorsänning), driftström (toppvärde) samt frekvens

sekundär spänning och ström för varje lindning

- *A5: Transformatorer med variabel spänningsomsättning*

*Data:* Primär driftspänning och frekvens, sekundär spänning och maximal ström

*Anm:* Normalt fordras att transformatorer för 50 Hz nätfrekvens utan försämring av data även skall kunna drivas med 400 Hz nätfrekvens.

### Grupp B — Induktorer

- *B1: Svinginduktor*
- *B2: Filterinduktor med kondensatorringång*
- *B3: Övriga induktorer*

*Data för ovanstående:* Induktans vid given växelspanning och likström, resistans, frekvensområde, egenkapacitans, växelströmsbelastning, driftspanning till jord (vid spänningar över 700 V)

### Grupp C — Tonfrekvenstransformatörer

*Data:* Primär och sekundär anpassningsimpedans, frekvensområde, effektnivå, dämpning, likström i lindningar

### Grupp D — Pulstransformatörer

*Data:* Pulsfrekvens, pulslängd, in- och utimpedanser, spänningar över lindningar och till jord

### Grupp E — Radiofrekvenstransformatörer

*Data:* In- och utimpedanser, effekt, bandbredd

#### 4.12.2.2 Temperaturklasser

Med hänsyn till omgivningstemperaturen i apparaterna indelas komponenterna i följande temperaturklasser:

+ 55° C, + 70° C, + 100° C, + 125° C.

Temperaturområdet omfattar därvid som lägsta temperatur – 40° C.

Den för nämnda temperaturklasser använda isoleringen och impregneringen skall vara sådan att komponenterna vid angiven märkeffekt och maximal omgivningstemperatur får erforderlig livslängd vid kontinuerlig drift. Driftsäkerheten skall kontrolleras även vid intermittert drift.

**Yttre utförande** 4.12.2.3

Med hänsyn till det yttre utförandet indelas transformatorerna (induktorena) i följande typer:

- TA I hermetiska plåtburkar, luftkylda
- TB » » » , komppoundfyllda
- TC » » » , oljefyllda
- TD Ingjutna i komppound, plast
- TE Öppet utförande, impregnerade, luftkylda
- TF » » » , oljekylda

**Tillverkningsföreskrifter** 4.12.3**Yttre utförande** 4.12.3.1

*Märkning.* Transformatorer och induktorer bör märkas med lindningsdiagram angivande typnummer, anslutningsschema, strömmar, spänningar, impedanser, frekvensbandbredd enligt 4.12.2.1.

Transformatorer och induktorer skall vara försedda med *anslutningsplintar* (motsvarande) för att utbyte och felsökning skall underlättas.

Fästvinklar, skruvar, muttrar, brickor och plåtar skall vara tillfredsställande skyddade mot korrosion.

Fastsättningsbyglar av aluminium har inte visat tillfredsställande hållfasthet.

**Bobin** 4.12.3.2

Bobinmaterialet skall vara av god kvalitet samt tåla förekommande arbetstemperaturer och den uppvärmning som sker vid impregnering utan att ändra form.

Lindningarna skall göras på en fullständig spolforn, bestående av centrumrör med gavlar. Annat utförande skall godkännas av beställaren. Bobinen skall före användningen vara rengjord och fri från grader och skarpa kanter. Centrumrörets kanter skall därför vara väl avputsade. Genomföringshål för uttagsändar bör fhasas och ha minsta möjliga håldiameter.

Vid uppsättning i lindningsmaskinen skall bobinen, där så erfordras, vara uppstöttad såväl i centrum som vid gavlarna, så att givna dimensioner kan innehållas.

Det är förbjudet att efter lindningen forma till bobinen genom åtklämning.

#### 4.12.3.3 Ledarisolering

Denna skall med god marginal kunna uthärda uppträdande temperaturer. Termoplastisk ledarisolering bör icke användas. Ledarisoleringen får icke skadas av det använda impregneringsmedlet.

#### 4.12.3.4 Lindning

Tråden skall vara fri från fukt. Lindningen skall vara kontinuerlig och utan skarvar, i den mån detta är möjligt. Vid skarvning skall lödstället vara väl rengjort från överskott av flussmedel och skarven väl isolerad. Varje lager skall läggas jämnt utan korsande trådar och under konstant spänning på tråden. Tråden får icke uppvisa kinkar, bockar och blottor hos isoleringen. Tråden skall läggas varvtätt, om inte annat föreskrives. Varje lager isoleras med mellanlägg, så utfört att tråden erhåller god nedbäddning utan att det undre lagret blottas. För att trådvarven intill gavlarna inte skall skära ner i föregående lager skall mellanläggets kant vikas upp mot gaveln eller annan åtgärd vidtas.

Den färdiglindade spolen skall vara fast och ha riktiga dimensioner. Tillformning efter lindningen får icke göras.

Spolens utsida skall skyddas medelst pappers- eller textilband, som skall ligga an väl mot bobinens gavlar. Den färdiga lindningen skall ligga minst 1 mm under gavlarnas ytterkanter.

#### 4.12.3.5 Lindningsisolering

Som lagermellanlägg används klorfritt papper, kondensatorpapper och, för högre arbetstemperaturer, glasfibermaterial o d. Klistrande eltejp bör undvikas, eftersom klistret innehåller klorföreningar som angriper koppar med lindningsbrott som följd.

»Silkeväv» bör icke användas.

**Tilledningstrådar** 4.12.3.6

Trådar med en diameter understigande 0,2 mm förses med mångtrådig, isolerande tilledningstråd. Denna får icke överdras med isolerrör.

Tilledningstrådarna skall säkert förankras vid spolen och vid anslutningsplinten. Avisolering görs högst 3 mm från ködstället.

**Elektrostatisk skärm** 4.12.3.7

Elektrostatisk skärm utförs med koppar av lämplig tjocklek och med en axiell längd som är ungefär lika med lindningens axiella längd. Skärmen, som skall vara fri från grader, förses med isolering som överlappar minst 3 mm.

**Transformator kärna** 4.12.3.8

Standardiserande plåtklipp och kärndimensioner skall användas. Stansad plåt skall vara utan grader.

Vid plåtningen skall tillses

*att* bladningen sker på föreskrivet sätt och med väl ansatta fogar

*att* utrymmet är väl utfyllt med plåtar och i annat fall säkert fastkilade

*att* större våld inte tillgrips

*att* buckliga och på annat sätt deformerade plåtar inte används

*att* hopdragningsbultar  $\phi$  d är isolerade från plåtarna

*att* plåten är fri från rost

**Impregnering** 4.12.3.9

Impregneringen skall utföras så,

*att* den väl utfyller lindningen och mekaniskt fixerar lindningstråden

*att* impregneringslacket inte skadligt påverkar lackskiktet på tråden

*att* lösningsmedel effektivt drivs ut ur lindningen, då i annat fall trådens lackisolering skadas

*att* transformatorn förses med en ytterlackering som skydd mot fukt

Följande förfaranden rekommenderas:

- Användning av termohärdande konsthartslack, varvid lösningsmedlet effektivt avlägsnas innan härdning sker. Doppning i fuktskyddande komponent.
- Användning av epoxilack med tillsatt härdare. Doppning i fuktskyddande lack.

Vid ingjutning i epoxikomponent o d kontrolleras att transformatorns egenskaper eller omgjutningen inte skadligt påverkas av temperaturvariationer.

#### 4.12.3.10 Burkutförande

Transformatorn (induktorn) skall fastsättas stadigt i burken. Enbart tennlödning är inte tillfredsställande.

Transformator som väger mer än 0,2 kg skall fästas med bultar. Om burkvolyten inte överstiger 100 cm<sup>3</sup> är det tillåtet att fästa transformatorn genom fyllning med komponent, som inte mjuknar vid arbetstemperaturen.

Innan fyllning med komponent görs skall transformator och burk vara väl uttorkade genom uppvärmning, för att fukt och luft inte skall inestängas vid fyllningen.

Komponenten skall väl täcka transformatorn, och utrymme skall finnas för expansion. Oljefyllda transformatorburkar bör fyllas under vakuum i rumstemperatur, varvid minst 15 % av burkinnehållet utgör expansionsutrymme.

Koppar och kopparlegerade detaljer skall vara ytbehandlade, t ex vitkokade. Anordningar skall finnas som åstadkommer en likformig montering av transformatorn, för att det magnetiska läckfältet skall erhålla entydig orientering.

<b>Rattar, vred och axelkopplingar</b>	4.13
Montering, se 2.5.4, 2.5.5., 2.5.6, 8.7.9.	
Rattar och vred skall vara hållbara mot slag och stötar. Av denna orsak är rattar och vred av hårdplast inte tillfredsställande.	4.13.1
Rattar och vred av hårdplast skall ha metallinsats för axelfastsättningen.	4.13.2
Rattar, vred och axelkopplingar får icke fastsättas med spets- eller skålskruv mot axel, även om denna är planfräst.	4.13.3
Rattar används för kontinuerlig rörelse och vred för stegrörelse.	4.13.4
Fininställning genom friktionsrörelse är otillfredsställande, speciellt i kyla.	4.13.5
Vevrörelse skall vara försedd med motvikt.	4.13.6
Rattar ges en lämpligt avpassad friktion, så att inställningen förblir orubbad under vibrations- och skakpåkänningar.	4.13.7
Ändlägesstopp skall påverka inställningsorganet direkt, för att den inre mekanismen inte skall utsättas för extra påkänningar.	4.13.8
Mellan manöverorgan på frontpanelen och den drivna värdegivaren skall finnas en axelkoppling, som tillåter en vinkeldifferens från 180° och som inte överför tryck i axiell riktning.	4.13.9
Böjliga axlar skall godkännas av beställaren.	4.13.10
Lagrade axlar av nylon skall icke användas på grund av att de sväller i fukt.	4.13.11
<b>Instrument</b>	4.14
Normer, se 4.30.	
Montering, se 8.7.10.	
Endast av beställaren godkända instrument får användas.	4.14.1
Instrument med fullt utslag för 50 mikroampere eller mindre är vanligen känsliga för fukt samt vibrations- och stötpåkänningar.	4.14.2



Dylika instrument ställer speciella krav på skyddande fastsättning i apparaten.

- 4.14.3 Instrument skall ha statiskt och dynamiskt balanserade mätsystem. Vid placering på vibrerande maskiner (t ex elverk) kommer i annat fall instrumentvisaren att vibrera, vilket omöjliggör avläsning.
- 4.14.4 Instrument som erfordrar kalibrering för paneltjockleken skall normalt icke användas. Amperemetrar vilkas visarutslag kan påverkas genom tilledningarnas placering bör injusteras med tvinnad tilledning.
- 4.14.5 Instrument med hårdplasthölje är icke tillfredsställande från mekanisk synpunkt. Måste sådana instrument användas bör de placeras bakom mekaniskt skydd.
- 4.14.6 Instrumentfönster får icke vara av glas utan bör göras av sådant plastmaterial som inte missfärgas eller deformerar vid fuktangrepp. (Kontrolleras genom fuktprov: 55° C, 100 % relativ fuktighet, 48 h.) Plastfönster sätts fast medelst klämram och klistras dessutom för att bli täta.  
Instrumentfönster skall vara antistatikbehandlade.
- 4.14.7 Instrument med termokors bör undvikas, bl a därför att de har dåliga överbelastningsegenskaper. Erfordras dylika instrument skall försiktighetsmått vidtas vid monteringen; se 8.7.10.
- 4.14.8 Instrument med spetslagrade visare bör förses med fjädrande lager så dimensionerade att spetsarna hindras att hoppa ur lagren vid mekaniska påkänningar. (Erfarenheten visar att instrument med fjädrande spetslagring inte uppvisar besvärande friktion efter skakprovning.)
- 4.14.9 Lysfärg skall ha effektiv efterlysningstid, vilket kontrolleras enligt särskilda föreskrifter.
- 4.14.10 Instrumentskalor bör förses med fält som anger de maximi- och minimivärden som måste innehållas för att apparaten skall fungera tillfredsställande.
- 4.14.11 Instrumentvisarens spets skall icke överbrygga någon del av skalans delstreck. Skalindelningen skall vara lättläst.

**Typprovningsföreskrifter**

4.14.12

- a) Kontroll av visarutslag vid rumstemperatur,  $-40^{\circ}\text{C}$  och  $+55^{\circ}\text{C}$
- b) Kontroll av balanseringen
- c) Fuktprov:  $+55^{\circ}\text{C}$ , 100 % relativ fukt, 48 h  
Om instrumentet inte är hermetiskt tillslutet skall instrumentkåpan tas av under fuktprovet.
- d) Skakprov: 50 g, 10 000 slag i normalläge och 5000 + 5000 slag i mot varandra vinkelräta riktningar; balanseringskontroll  
Efter proven kontrolleras visarutslag, friktionsförhållanden, korrosionsangrepp och deformationer.

**Metall-likriktare**

4.15

Normer, se 4.30.

Montering, se 8.7.11.

Metall-likriktare skall förses med lacköverdrag, som effektivt skyddar mot fuktangrepp. 4.15.1

Kylflänsar skall vara säkrade mot vridning, så att det likriktande skiktet inte skadas vid vibrations- och chockpåkänningar. 4.15.2

**Provningsföreskrift**

4.15.3

Provningsföreskrift för kontroll av fuktresistens: Likriktarna fuktprovas i 72 timmar vid  $+55^{\circ}\text{C}$  och 95–100 % relativ fuktighet. Backresistansen mäts före och efter fuktprovet vid samma temperatur på likriktaren.

#### 4.16 Rörhållare

Normer, se 4.30.

Montering, se 8.7.12.

- 4.16.1 Rörhållare skall vara så utförda att rörstiften får god kontakt. En bockning av lödstjartarna får icke påverka kontaktegenskaperna.
- 4.16.2 Rörhållare med laminerat isolermaterial godkänns icke.
- 4.16.3 Isolationskroppen skall bilda ett enda stycke och bestå av endera
- glaserad keramik
  - hårdplast, dock ej med trämjölsfyllnad
  - glas
  - teflon
- 4.16.4 Rörhållaren skall medge tillfredsställande *låsning* av rören. På större rör bör låsning ske över glaskolven (exempelvis strumpa).

#### 4.17 Elektronrör och halvledare

Normer, se 4.30.

##### 4.17.1 Allmänna föreskrifter och rekommendationer

###### 4.17.1.1 Allmänt

Här upptagna föreskrifter och rekommendationer har till ändamål att upplysa om vilka faktorer som inverkar på elektronrörens driftsäkerhet och livslängd. Vid typprovning av materielen skall man därför även undersöka om rörens driftförhållanden är sådana att livslängden inte äventyras. Föreskrifterna gäller även halvledare i tillämpliga fall. Beträffande *montering* se 8.7.13.

###### 4.17.1.2 Rörval

Elektronrör skall utväljas bland de typer som innefattas i för försvaret rekommenderad standard. I program o d skall beställaren ange de rörtyper som avses för uppdraget i fråga.

- 4.17.1.3 Om inte annat anges tillhandahåller tillverkaren erforderlig mängd rör för tillverkningen i fråga.

- 4.17.1.4 Beträffande *utvecklingsuppdrag* se 2.2.1.12.

#### Utväljande av rör 4.17.1.5

Om inte annat föreskrivs av beställaren skall apparatens prestanda innehållas utan utväljande av rör. Eftersom det är svårt att uppskatta effekten vid användning av rör med olika gränsdatafunktioner rekommenderas att utprovning sker med största möjliga antal rör av olika fabrikat och i tillräckligt antal apparater. Om tillverkaren finner det omöjligt att uppfylla prestandaforordningarna skall han anmäla detta till beställaren och därvid lämna

- a) uppgift om att utvalda rör inte kan undvikas, även om mindre konstruktionsändringar prövats
- b) detaljerade uppgifter på toleranser eller speciella karakteristikor hos de utvalda rören
- c) uppgifter om tillgången på utvalda rör för ersättning

#### Nya rörtyper 4.17.1.6

Vid konstruktion av en apparat i vilken skall ingå rörtyper som är under utveckling bör man komma ihåg att dessa — ofta handgjorda — rör kan skilja sig avsevärt från de sedermera i massproduktion framställda.

#### Dimensioner 4.17.1.7

Vid utprovning av rör i en apparat skall man ta hänsyn till de i *databladet* angivna rördimensionerna för att säkerställa att utrymme finns för rörskärmar, fasthållningsanordningar och övriga monteringsanordningar för rörtyper av olika fabrikat.

#### Applikationsföreskrifter 4.17.1.8

Fabrikanten levererar rören efter en statistisk fördelning av rörens karakteristiska data med maximal-, median- (bogie-) och minimivärden, vilka, bl a brantheten, finns angivna i databladet. Apparaten skall därför vara så konstruerad att elektronrör med en dylik approximativ normalfördelning av de karakteristiska data skall ge apparaten de prestanda som anges i de för apparaten gällande tekniska bestämmelserna. För att kontrollera att så är förhållandet skall man prova apparaten genom att insätta rör som

slumpvis utplockats ur flera partier från olika tillverkare av rör-typen ifråga. Vid kontrollen av de tekniska kraven skall, då inte annat föreskrivs, *rör med mediandata användas*.

#### 4.17.1.9 Pålitliga rör

Vid utveckling och konstruktion av materielen skall strävan alltid vara att ge elektronrören lång livslängd. Den rekommenderade rörlistan upptar därför rörtyper som erfarenhetsmässigt visat god driftsäkerhet och livslängd, s k *pålitliga rör*. Dessa har förbättrad mekanisk uppbyggnad, och dessutom provar man dessa rör en längre tid för att kunna sälla bort de rörexemplar som uppvisar svagheter i begynnelsestadiet, såsom glödtrådsbrott, inre kortslutningar, glasbräck m m. Livslängden bestäms numera oftast av en relativt långsam och gradvis skeende försämring av data, vilken yttrar sig i branthetsminskning och ökad läckning mellan elektroderna i röret. Konstruktören bör därför förse apparaten med mätuttag, så anpassade att denna gradvisa försämring kan kontrolleras utan att rören behöver flyttas ur sina hållare. Erfarenheten visar att många rör förstörs (luftläckning) vid rörbyten.

#### 4.17.1.10 Livsgränsbranthet

Vid utvecklingen av materielen skall en undersökning göras av funktionen vid rörens livsgränsbrantheter, då rören kan anses kassabla. Härigenom vill man kontrollera att de kretsar i vilka rören arbetar är så dimensionerade att rörens normala livslängd utnyttjas. Det har tyvärr ofta visat sig att apparater fungerar endast med rör som uppvisar toppbranthet. En mindre nedgång i brantheten efter en relativt kort drifttid har i dylika fall medfört utbyte av rör som vid kontroll väl innehållit fabrikantens leveransdata för nya rör.

Vid denna kontroll med livsgränsrör skall hänsyn tas även till föreskrivna driftspänningsgränser (2.3).

Livsgränsbrantheten, som i allmänhet utgör 65 %, av medelvärdesbrantheten, finns angiven på rördatabladen.

### Gallerisolation

4.17.1.11

Den med drifttiden ökande läckningen och galleremissionen (4.17.2.4) stegras då röret får arbeta med fulla märkdata eller i omgivning med hög temperatur. Är dessutom glödtrådsspänningen hög uppträder med tiden gallerströmmar. Besvärande blir denna försämring av gallerisolationen i kretsar med hög impedans för gallerströmmen, t ex kretsar för automatisk känslighetsreglering (AKR), förstärkarkopplingar, oscillatorkopplingar m m.

Den vid rörets åldring uppträdande läckningen bör för att rörets livslängd skall kunna utnyttjas helt sålunda beaktas genom lämplig dimensionering av gallerkretsarna, varvid lägsta möjliga impedans eftersträvas (åtminstone lägre än 1 megohm; se 4.17.2.4.1).

### Kolvtemperatur

4.17.1.12

Av stor betydelse för livslängden är att kolvtemperaturen hålls låg. Det är därför av vikt att rören placeras så i apparaten att god värmebortledning åstadkommes. Värmefickor, där luften stängs inne och blir stillastående, bör därför undvikas. Rören förses med rörsärmar av sådan konstruktion att värmebortledningen från glaskolven blir tillfredsställande. Rörsärmar som har metallisk kontakt med glaskolven rekommenderas (8.7.12).

I övrigt hänvisas till 2.2.2 med synpunkter på värmebortledning. Beträffande drifttemperaturer på halvledare, se 4.17.5.

### Datareducering

4.17.1.13

Erfarenheten har visat att livslängden kan ökas avsevärt genom att rören arbetar med i förhållande till märkdata reducerade spänningar eller effektvärden, *nedgradning*. Det föreskrivs därför en generell nedgradning till åtminstone 70 % av märkdata. I en del fall kan nedgradningen uppgå till 50 % av märkdata utan att prestanda försämrans i alltför hög grad. Det har t o m visat sig fördelaktigare från driftsäkerhetssynpunkt att därvid öka antalet rör för att upprätthålla kravet på prestanda.

## 4.17.2 Driftdata

### 4.17.2.1 Allmänna rekommendationer

De av rörfabrikanten angivna driftdata är resultatet av en kompromiss mellan prestanda och livslängd. Rören skall därför arbeta under angivna driftförhållanden och med utnyttjande av karakteristikor som är under kontroll vid fabrikationen. Görs avsteg från rekommenderad användning bör rörfabrikanten konsulteras, och vidare skall apparattillverkaren kunna påvisa att dylik specialdrift inte försämrar driftsäkerheten och livslängden.

*Märkdata* upptar de driftförhållanden som anges av rörfabrikanten och som är så avvägda att bästa prestanda och livslängd erhålls.

*Maximaldata* är de maximala elektroddata inom vilka röret skall arbeta, varvid hänsyn tas till de momentana spetsbelastningar som uppträder vid normal användning, till driftgränserna (se 2.3) och till utnyttjningen av toleransgränserna för de komponenter som ingår i anslutna kretsar. Härvid bör uppmärksammas att den först uppnådda minimi- eller maximigränsen utgör gränsvärdet för rörets användning. Man är nämligen inte på den säkra sidan om man vid överskridande av ett maxvärde på en elektrod söker kompensera detta genom minskning av ett annat elektrodvärde.

*Atmosfärtryck.* Normalt gäller rörens märkdata för ett atmosfärtryck motsvarande 1000 m höjd. Skall rören arbeta på större höjder föreligger risk för överslag, om inte fabrikanten meddelat speciella data för dessa höjder.

*Höga frekvenser.* Konstruktören skall iaktta de föreskrifter som anges beträffande driftdata för höga frekvenser. Dessa är ofta reducerade på grund av ökade resistiva förluster i tilledningarna och ökade dielektriska förluster hos glaset, vilket sänker livslängden hos röret.

### 4.17.2.2 Glödtrådsmatning

4.17.2.2.1 Rörets prestanda och livslängd är beroende av att rätt spänning hålls på glödtråden. För röret angivna toleranser bör därför icke överskridas. Vissa rörtyper kräver mycket noggrann kontroll av glödspänningen.

*Mätning*

4.17.2.2.2

Mätning av glödtrådsspänningen skall utföras på rörstiften, vilket är av speciell betydelse för rör med stor glödström, då spänningsfallet ofta är betydande i tilledningarna. Hänsyn skall därvid tas till kurvformen, varför voltmetrar med likriktare ofta ger missvisande värden.

Glödtrådsmatning med frekvenser för vilka röret icke avsetts kan åstadkomma mekaniska resonanser hos glödtrådarna, så att dessa utmattas. 4.17.2.2.3

*Högfrekvent matning*

4.17.2.2.4

Högfrekvent matning av glödtrådarna (exempelvis likriktarrör för bildrörsspänningar) injusteras lämpligen genom jämförelse med motsvarande rör, som matas med likström eller 50 Hz växelström. Spänningen injusteras så att färgen på glödtrådarna blir lika, vilket bäst bestäms med en optisk pyrometer. Rören bör skiftas, och ett medelvärde användas för den slutliga inställningen.

*Nominella glödtrådsspänningar*

4.17.2.2.5

Vid nominell klämspänning på apparaten (se 2.3) skall glödspänningen inställas på följande nominella värden, om inte annat föreskrivs i databladen:

Rörtyp	Nominell glödspänning	Driftgräns
6,3 V	6,3 V	± 10 %
12,6 V	12,6 V	± 10 %
1,4 V	1,3 V	± 15 %

När paralleldrift av glödtrådar från transformator förekommer tillses att spänningsvariationerna vid nominell primärspänning (exempelvis 220 V) inte överstiger ± 2 % av den nominella glödtrådsspänningen. 4.17.2.2.6

Inkoppling av wolframglödtrådar på större rör bör ske så, att strömmen begränsas under uppvärmningstiden till högst 150 % av normalvärdet under drift. Vid fränkoppling bör strömmen reduceras långsamt. 4.17.2.2.7



Dessa försiktighetsmått är föranledda av att man vill förhindra påkänningar orsakade av magnetiska och termiska effekter.

#### 4.17.2.2.8 *Katodupphettning av likriktarrör*

För direktupphettad glödtråd rekommenderas transformatorlindning med mittuttag. För att emissionsströmmen skall fördelas jämnt över glödtråden skall vid större toppströmmar katodspänningen vara 90° fasförskjuten i förhållande till anodspänningen (gäller även vid enfasmätning).

#### 4.17.2.2.9 *Kvicksilverångrör*

Kvicksilverångrör är för sin funktion beroende av att ångtemperaturen uppnår sitt riktiga värde. Extra förvärmning av katoden är nödvändig efter transport, handhavande, nyinstallation eller längre uppehåll i driften. Anodspänningen bör därvid successivt höjas till sitt slutvärde. Kvicksilverångrör är inte lämpliga för apparater som skall fungera i kyla och bör icke användas i mobila apparater.

#### 4.17.2.2.10 *Seriematning av glödtrådar*

Seriematning av glödtrådar bör om möjligt undvikas om inte rören är speciellt avsedda härför. Vid kombination av olika rörtyper bör tillses att otillåtna strömrusningar hos de enskilda rören inte uppstår under uppvärmningsperioden. På grund av olika temperatur-resistanskaraktäristik är det därvid möjligt att vissa glödtrådar överhettas och därmed fort förslits.

#### 4.17.2.2.11 *Seriematning av 6,3 V-rör*

Seriematning av 6,3 V-rör vid drift från 24 V-blyackumulator under laddning från generator får göras med högst tre glödtrådar i serie, varvid spänningen över dessa tre glödtrådar skall stabiliseras till  $19 \pm 1$  V (ackumulatorspänningen varierar normalt mellan 22,5 och 29 V). Glödtrådarna skall härvid ha ungefär samma temperatur-resistanskaraktäristik.

#### 4.17.2.2.12 *Seriematning av batterirör*

Vid seriematning av 1,4 V-rör tillses att varje glödtrådssektion har en nominell spänning av 1,3 V. Härvid bör observeras att

övriga elektrodströmmar (skärmgaller- och anodström etc) adderar sig till glödströmmen, så att sektioner närmast anodspänningens negativa sida erhåller överspänning och andra underspänning. Spänningen över varje sektion måste därför justeras medelst shuntmotstånd till nominell spänning vid tillslagen anodspänning.

#### *Seriematning av glödtrådar till bildrör*

4.17.2.2.13

Seriematning av glödtrådar till bildrör erbjuder svårigheter på grund av att temperatur-resistanskaraktistiken hos bildrörens glödtrådar ofta skiljer sig från vanliga rörs. Följande moment bör därför studeras: tillslagsperioden, uppvärmningsperioden, från- och tillslagsperioden under uppvärmningsperioden.

#### **Katodspänningar och -strömmar**

4.17.2.3

##### *Glödtråd-katodisolation*

4.17.2.3.1

I databladerna angivna spänningar glödtråd-katod får icke överskridas. När katoden är positiv i förhållande till glödtråden erhålls en viss emissionsström samtidigt med läckströmmen. Denna ström är icke nödvändigtvis proportionell mot pålagd spänning. Anläggs lågfrekvens- eller högfrekvensspänning mellan glödtråd och katod föreligger risk för tillsatsbrus, brummodulation eller frekvensinstabilitet vid oscillatorkopplingar.

##### *Katodnyckling*

4.17.2.3.2

Vid dylika kopplingar tillses att katoden är »låst» till en spänningsdelare från exempelvis anodspänningen, så att katodspänningen vid strypning av röret inte överstiger tillåtet värde. Resistansen till katoden får icke överstiga 0,1 megohm.

##### *Isolerad transformatorlindning*

4.17.2.3.3

Vid matning av glödtråd via en separat transformatorlindning måste glödtråden förbindas med katoden med en resistans av högst 0,1 megohm för att genomslag av glödtrådkatodisoleringen skall förhindras.

#### 4.17.2.3.4 *Likströmsförbindelse*

Likströmsförbindelse mellan katod och övriga elektroder erfordras under alla omständigheter, och den effektiva resistansen skall hållas så låg som möjligt. Innehåller förbindelsen t ex en likriktare vars resistans är beroende av polariteten skall sålunda tillses att elektroderna får en potential som är under kontroll i förhållande till katoden.

4.17.2.3.5 Karakteristikor hos direktupphettade katoder hänför sig, om inte annat anges, till katodens mittpunkt, vilken kan erhållas genom anslutning till transformatorlindningens mittpunkt eller till en artificiell mittpunkt. Elektropotentialen bestäms i förhållande till glödträdens negativa sida.

#### 4.17.2.4 *Styrgallerspänningar och strömmar*

4.17.2.4.1 Resistansen mellan styrgaller och katod bör vara så låg som möjligt. Maximalvärdet anges vanligen i rördatalistor, men bör inte utnyttjas. Vid autoförspänning (katodresistans) bör gallerresistansen hos mottagarrör ej överstiga 1 megohm och hos mottagarrör med 10 W anodförlust ej överstiga 0,5 megohm eller 0,1 megohm vid fast förspänning. Ovan angivna restriktioner betingas av följande förhållanden:

- a) *jonström*, som normalt är försumbar, men som vid längre fördröjsförvaring eller möjligen även vid överbelastningar kan bli besvärande
- b) *galleremission*, som kan uppstå på grund av att aktivt katodmaterial har samlats på gallret vid fabrikationen eller under användningen, eller på grund av att temperaturen hos gallret under användningen blir hög under vissa driftförhållanden
- c) *läckströmmar* inuti röret på grund av höga drifttemperaturer och korta isolationsavstånd jämte försämrade isolering genom metallnedslag under drift samt försämring under inverkan av fukt och åldring i anslutna delar.

#### 4.17.2.4.2 *Gallerströmmen*

Gallerströmmen får icke överstiga det av fabrikanten uppgivna värdet.

### *Gallerförspänningen* 4.17.2.4.3

Gallerförspänningen skall icke åstadkommas enbart genom gallerlikriktning, utan åtgärder skall vidtas för att förhindra att tillåtna elektrod förluster (anod förluster) inte överskrids vid bortfall av gallerväxelspänningen. Eftersom användningen av maximalrelä inte ger tillfredsställande säkerhet skall röret förses med lämpligt värde på katodresistansen (autoförspänning).

### *Bildrör* 4.17.2.4.4

Bildrör skall icke utnyttjas i kopplingar där gallerströmmar uppstår. Normalt är lägsta gallerförspänning — 1 volt. Vid pulsdrift bör därför spänningsbegränsning åstadkommas med en lågresistiv diod. Kretsarna skall utformas så, att en negativ förspänning finns i tillräcklig grad för att säkert strypa bildströmmen, lämpligen anordnad i anslutning till högspänningsmatningen.

### *Gallerstyrda likriktarrör* 4.17.2.4.5

Gallerstyrda likriktarrör (tyratroner) skall förses med serieresistans till gallret inom det av fabrikanten angivna toleransområdet.

### **Skärmgallerspänningar** 4.17.2.5

Spänningsdelare för skärmgallerspänningen till flerelektrodrör bör väljas med lägsta möjliga resistans. Skärmgallerspänningen till variabelmypoer må åstadkommas medelst en serieresistans. 4.17.2.5.1

Om skärmgallerspänningen överstiger anodspänningen skall tillses att tillåten skärmgallerförlust inte överskrides. Vissa slutrör som arbetar på gränsen till tillåten skärmgallerförlust kan avge avsevärd sekundäremission, speciellt under den del av perioden då anodspänningen är hög, varför en hög skärmgallerresistans kan medföra felaktigt arbetssätt hos röret.

### *Skärmgallermodulering* 4.17.2.5.2

Det är icke tillfredsställande att nyckla röret genom att öppna skärmgallret medan normala styrgaller- och anodspänningar är för handen (speciellt gäller detta tetroder). Ifall dylik nyckling erfordras måste man tillse att skärmgallret är förbundet med katoden med så låg resistans som möjligt.

#### 4.17.2.5.3 *Bildrör*

För bildrör gäller att elektrodsänningar mellan katod och anod skall åstadkommas med en sänningsdelare med god sänningsstabilitet. Serieresistanser skall därför icke användas.

#### 4.17.2.6 Fångallerspänningar

4.17.2.6.1 Fångallerspänningen hos flerelektrodrör skall normalt hållas på katodsänningsnivå eller, i vissa kopplingar, till katodresistansens negativa ände.

4.17.2.6.2 Om databladen inte upptar en fångallerkaraktistik är det olämpligt att utnyttja fångallerstyrning, därför att stora variationer kan förväntas uppstå hos olika rörfabrikat.

4.17.2.6.3 Vid användning av en pentod, kopplad som triod, är det viktigt att fångallret ansluts till katoden.

4.17.2.6.4 Positiva sänningar på fångallret (fångallermodulering) får användas endast i de fall då detta finns angivet på databladen.

#### 4.17.2.7 Anodspänningar

##### 4.17.2.7.1 *Fördröjt tillslag*

Vid större effekt fordrar de flesta direktupphettade och alla indirekt upphettade rör fördröjt tillslag av anodspänningen. Detta bör helst ske medelst ett automatiskt tidrelä, så beskaffat att ett förnyat tillslag inte kan ske utan att normal tidsfördröjning inkopplas. Fördröjt tillslag är av betydelse vid användning av metallikriktare för anodspänningen.

##### 4.17.2.7.2 *Beredskapsläge*

Vissa rörtyper är inte lämpliga att under långa perioder köras med upphettad katod utan att emissionsström flyter (katodförgiftning). För dylik användning skall rören (fabrikat) speciellt undersökas. Livslängden, speciellt hos rör med wolframkatoder, kan avsevärt höjas genom reducerad glödspänning i beredskapsläge.

## Rekommendationer för bildrör

4.17.3

*Skyddsanordningar för katod och skärm.* Bildströmmen bör hållas så låg som möjligt för att rören skall få optimal livslängd. Speciellt gäller detta bildrör med långsamtgående eller stillastående stråle.

Vid anodspänningar över 3 kV bör en strömbegränsande resistans insättas omedelbart intill elektroderna, så att elektrodströmmen momentant inte överskrider 100 mA vid överslag. Tidskonstanten hos anslutna kretsar skall vara så avvägd att å ena sidan förspänningen inte sjunker fortare än anodspänningen vid frånslag och å andra sidan anodspänningen inte stiger fortare än förspänningen vid tillslag. Dessutom bör deflektionsspänningarna finnas anbringade innan emissionsström dras från katoden. Om inte dessa försiktighetsmått vidtas bildas brännfläckar på skärmen och katoden förstörs.

## Rekommendationer för likriktarrör

4.17.4

### Toppbackspänning

4.17.4.1

Vid utnyttjande av rörets toppbackspänning skall man ta hänsyn till de transienta spänningar som uppträder exempelvis vid till- och frånslag, eller till de överspänningar som uppstår vid strömbelastad induktans.

### Toppanodström

4.17.4.2

Databladens uppgifter om toppanodström får icke överskridas. För kondensatoringång angivet minimivärde på skyddsresistans innefattar inte rörets resistans. Om databladen anger värden för induktansingång får dessa icke användas för kondensatoringång.

### Maximal medelström

4.17.4.3

Maximal medelström skall mätas med vridspoleinstrument.

### Avjoniseringstid

4.17.4.4

Avjoniseringstid är den tid som behövs, sedan anodströmmen slutat flyta, för att praktiskt taget alla elektroner och joner i urladdnings-

rummet skall ha rekombinerat. Avjoniseringstiden ökar med anodströmmen och med den hastighet med vilken anodströmmen minskar till noll samt med gas- eller ångtrycket. Tiden står i relation till anodspänningen. Man anger en kommuteringsfaktor som är produkten av den hastighet med vilken anodströmmen minskar till noll (ampere per mikrosekund) och den hastighet med vilken den negativa anodspänningen stiger (volt per mikrosekund; värdena bestämda invid strömmen noll). Angiven kommuteringsfaktor får icke överskridas.

4.17.4.5 För likriktarrör som arbetar med *höga spänningar* skall man öka spänningen successivt efter vissa för röret angivna tidsintervall för att förhindra genomslag. (Genomslag med begränsad ström utnyttjas vid *högvakuumrör* för att rensa röret från gas; i permanentgasfyllda rör sker därvid en gasförtunning, som reducerar rörets livslängd.)

#### 4.17.4.6 Likriktarrör i parallell

Härvid observeras att en strömfördelande resistans eller induktans måste inkopplas i varje anodkrets.

### 4.17.5 **Rekommendationer för halvledare**

Montering, se 8.7.13.

4.17.5.1 Halvledare skall om möjligt väljas bland halvledare upptagna på rekommenderad lista.

4.17.5.2 Vid användning bör följande kriterier föreligga.

a) Halvledaren skall ha provats, så att man kunnat konstatera att elektriska data innehålles. I samband härmed skall spridningsområdet för elektriska data vid leverans från fabrikant vara undersökt.

b) Vidare skall man ha fastslagit att kraven på hållfasthet mot miljöpåkänningar, såsom chocker och mekaniska vibrationer, täthet mot fukt och temperaturmiljöer, är uppfyllda.

- c) Lagringsdugligheten vid hög omgivningstemperatur skall också vara kontrollerad.
- d) Slutligen skall man ha konstaterat att halvledaren får tillfredsställande livslängd vid utnyttjande av maximaldata.

### Märkdata, maximalvärden

4.17.5.3

Märkdata har normalt bestämts med hänsyn till att acceptabla driftdata erhålls under specificerade laboratoriemässiga livslängdsprov (vanligen 1000 timmar). Maximalvärden är angivna som gränsvärden, vilka icke skall överskridas i samband med tillfälliga överbelastningar.

Vid märkdatabestämningen beaktas normalt inte de förhållanden som råder under användningen i den aktuella apparaten. För att vara på den säkra sidan bör konstruktören därför skaffa sig en säkerhetsmarginal (nedgradning).

Konstruktören skall tillse att specificerade datavärden inte överskrids vid någon tänkbar variation av driftspänningar, kretsvariationer, temperaturvariationer och variationer i inspänningar, likaså vid kombinationer av dessa. Konstruktören måste därvid ta hänsyn till transistortypens datatoleransområden, tillverkningsvariationer hos motstånd och andra komponenter. Angivna data garanterar inte att halvledaren fungerar tillfredsställande under mycket lång drifttid. Halvledarnas driftegenskaper försämras sålunda kraftigt då märkdata överskrids. Denna gradvisa försämring kan emellertid avsevärt minskas om märkdata underskrids.

4.17.5.4

Halvledare skall skyddas för transienta spänningstoppar.

4.17.5.5

### Kretsstabiliteten

4.17.5.6

Kretsstabiliteten kontrolleras inom det föreskrivna temperaturområdet. Kontrollen bör ske dels vid full insignal, dels utan insignal. Speciellt skall kontrolleras att i strypt läge temperaturrusning *icke* uppträder, vilket förstör transistorn. Normalt erfordras något slag av motkoppling som tar hänsyn till karakteristikvariationer hos de extrema exemplaren.



#### 4.17.5.7 Arbetstemperaturen

Arbetstemperaturen är intimt förbunden med kollektorförlusterna och omgivningstemperaturen. Om detta förhållande inte noggrant beaktas av konstruktören kan det leda till att transistorns livslängd minskar kraftigt. Omgivningstemperatur, kylarens och monteringsanordningens termiska resistans skall noggrant bestämmas, så att halvledarens arbetstemperatur kan innehållas. Kristalltemperaturerna bör för germanium icke överskrida  $70^{\circ}\text{C}$  och för kisel  $135^{\circ}\text{C}$ . I allmänhet anges tillåtna förluster vid  $40^{\circ}\text{C}$ , den termiska resistansen som  $^{\circ}\text{C}/\text{W}$  samt tillåtna förluster vid högre temperaturer enligt en kurva, som för germanium är nollställd vid  $90^{\circ}\text{C}$ , och för kisel vid  $150^{\circ}\text{C}$  (enligt bild 4.17.5-1).

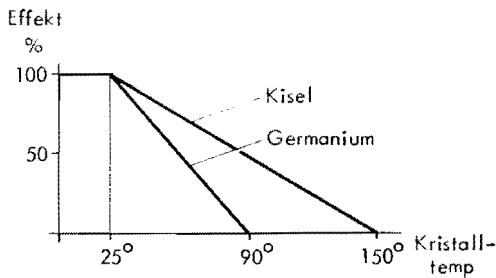


Bild 4.17.5-1

#### 4.18 Säkringar

Normer, se 4.30.

Montering, se 8.7.14.

- 4.18.1 Finsäkringar (smältsäkringar) skall i normala applikationer ha dimensionen  $5 \times 20\text{ mm}$ , och skall vara utförda i glaströr för strömstyrkor t o m  $2000\text{ mA}$  och i keramikrör för strömstyrkor över  $2000\text{ mA}$ . Säkringarna bör vara S-märkta.
- 4.18.2 Säkringshållare för finsäkringar skall vara av beprövad konstruktion och ha propphuvud som inte lossnar vid skakningar och

vibrationer. Propphuvudet skall ha en fjädrande insats som griper om och säkert håller fast säkringen. Ett sådant utförande underlättar i hög grad kontroll och utbyte av säkring.

Diazedsäkringar (D-säkring) skall vara så utförda att sanden säkert hålls kvar i kroppen då de utsätts för vibrations- och skakpåkänningar. 4.18.3

Säkringarna skakprovas enligt skakprov 1 med 50 g och 20 000 fall. Varje säkring vägs före och efter provet. Sandminskningen får utgöra högst 10 % av den totala sandvikten. D-säkringarna skall vara av keramiskt material och i övrigt vara utförda enligt SEMKO 15-1959. 4.18.4

Säkringshållare för D-säkring skall ha effektiv låsring, som inte lossnar vid vibrations- och stötpåkänningar. Den fjädrande delen av hållaren skall vara så utförd att avbrott icke sker vid ett skakprov med en högsta acceleration av 70 g. 4.18.5

## **Kvartskristaller** 4.19

Normer, se 4.30.

Montering, se 8.7.15.

Kvartskristaller skall vara hermetiskt tillslutna. 4.19.1

Kvartskristaller skall vara mekaniskt stabila. De skall kunna utvärda ett skakprov på 50 g, 20 000 slag. 4.19.2

Styrkristaller skall vara injusterade att arbeta på standardiserade kapacitansvärden, så att de lätt kan utbytas. 4.19.3

Kristallhållare skall förses med låsningsanordning. 4.19.4

Belastningsvariationerna vid drift av kristallugn bör vara utjämnade. 4.19.5

## 4.20 Kablar och ledningar

Montering, se 9.5.

### 4.20.1 Allmänt

4.20.1.1 Ledaren skall ha en sådan area

- a) att den tål strömbelastningen
- b) att den tål den mekaniska påkänningen
- c) att spänningsfallet inte blir för stort

4.20.1.2 Massiva ledare skall, där så är möjligt, undvikas. Montering av massiv ledare, se 9.5.1.13.

### 4.20.2 Apparatkablar

4.20.2.1 Apparatkablar skall förses med yttermantel av gummi. Om PV-mantel används skall godkännande inhämtas av beställaren.

4.20.2.2 Gummigjutningar för anslutningskontakter, förgreningar skall vara av samma material som kabelns hölje.

4.20.2.3 Apparatkablar väljs enligt förteckning (KATF/EA).

4.20.2.4 Varje ledare i apparatkabelnhet skall provas beträffande kontinuitet och korrekt inkoppling till dess anslutningspunkter (kontakter), varvid en lågspänningskrets med lämplig indikator användes.

Varje ledare spänningsprovas till samtliga andra, hopkopplade och anslutna till gods. Lägsta provspänning är 500 V likspänning eller 350 V växelspanning. Spänningen skall appliceras minst 5 sek. För nätspänning 220 V, 50 Hz skall provspänningen utgöra 2500 V, 50 Hz.

### 4.20.3 Kopplingstråd

4.20.3.1 Kopplingstråd skall väljas enligt beställarens föreskrifter.

4.20.3.2 Färgkod för förbindelsetråd FSD A 700:2 skall normalt följas.

- Koaxialkablar** 4.20.4
- För koaxialkablar skall normalt användas en karakteristisk impedans av 50 ohm. 4.20.4.1
- Koaxialkablar skall väljas enligt förteckning över rekommenderade koaxialkablar, SEN R 430306. 4.20.4.2
- Antennlinor** 4.20.5
- Antennlinor utförs normalt av fosforbronslina med gummiisolering. 4.20.5.1
- Förteckning över antennlinor (KATF/EA).
- Anslutningsdon** 4.21
- Normer, se 4.30.
- Montering, se 8.7.21.
- Nomenklatur*, se SEN R 0103.
- Allmänna konstruktionssynpunkter** 4.21.1
- Isolator kroppens utförande** 4.21.1.1
- Isolator kroppen bör om möjligt vara utförd i ett stycke, för att fuktfilm inte skall bildas mellan hopläggningssytorna. Tillåter konstruktionen inte detta utförande skall delkropparna efter kontaktmontering hopfogas med ett fuktsäkert lim.
- Isolator kroppen skall vara så utformad att stiften (motsvarande) styrs innan de åstadkommer kontakt, för att de inte skall demolera fjädrarna.
- Isolator kroppen skall vid kabelanslutningssidan ha ryggar mellan metalldelarna för att krypavståndet skall bli längre. Anslutningspunkterna skall vara numrerade.

Isolatorkroppen skall vara säkert fixerad i förhållande till den yttre metalleden.

Isolatorkroppen skall vara utförd av ett fuktsäkert isolermaterial.

Isolatorkroppen skall effektivt täta mot den yttre metalleden och mot kontaktdelarna för att förhindra fuktvandring.

I de fall då strömmen bryts vid frånskiljning av kontaktdonen skall isolatorkroppen vara av gnistsäkert material, exempelvis keramik eller melamin.

Kontaktkroppen skall vara så utförd att ofrivillig beröring av spänningsförande punkter förhindras (kontrolleras med SEMKO:s provfinger).

#### 4.21.1.2 Kontaktdelarnas utförande

Kontaktdelarna skall vara så utförda att säkert kontakttryck erhålls efter slitprov (100 000 inkopplingar). Kontaktresistansen kontrolleras därvid efter fuktprov (+ 55° C, 100 % relativ fuktighet, 72 h) och efter temperaturprov (+ 85° C, 72 h).

Kontaktdelarna skall vara säkert låsta i sina lägen, och vara utförda så att kontakten inte försämras vid inlödning eller vid åverkan (bockning av lödtappar). Endera av kontaktdelarna skall vara rörligt insatt för att fjädrarna vid hopkoppling inte skall utsättas för extra påkänningar.

Vid lödningsstället skall kontaktdelarna vara grovförtenta, försilvrade eller förgyllda för att lödningen skall bli fullgod. Kontaktdelarna skall vara så utförda och placerade att inlödningen underlättas. Kontaktdelar för högfrequens skall vara försilvrade och helst rodiumpläterade.

Kontaktdelar för lågfrekvens skall vara förnicklade eller på annat sätt ytbehandlade för att få god slitstyrka. Kontaktdelar som beräknas vara hopkopplade längre tid och som är avsedda för svaga strömmar bör förgyllas.

Anslutningsdon för nätspänning eller högspänning skall vara försedda med skyddsjordningskontakt. Skyddsjordning skall ske före annan kontaktgivning.

### Höljets utförande, lägesorientering

4.21.1.3

Stift- och hylsdon skall vara så konstruerade att felaktig hopkoppling förhindras även om våld tillgrips. Proppen skall vara säkert styrd innan kontakt sker. Styrningen för orientering av kontaktläget får icke åstadkommas med kontaktdelarna.

Styrklackar skall vara av slitstarkt material. Klackar av oriktigt utförd pressgjuten aluminium har icke visat sig tillfredsställande. Lägesorienteringen skall vara väldefinierad. Antalet styrklackar och läget av dessa i förhållande till varandra bör noggrant utprovas. Styrningen skall vara så utförd att inga av proppens metalldelar kan komma i kontakt med eller kortsluta kontakter i vilket läge proppen än anlägges.

Styrklackar och liknande detaljer kontrolleras beträffande greppets hållfasthet genom applicering av vridmoment. Vid detta prov skall isolatorkroppen vara borttagen ur anslutningsdonet.

Orienteringen bör vara omställbar, så att anslutningsdon av samma typ inte förväxlas med varandra. Samma typ kan därvid användas på flera ställen i samma apparat.

För att underlätta orienteringen, speciellt i mörker, bör proppen förses med orienteringsmärke, som kan identifieras med känseln.

Om kontaktdonshalvorna hopfogas medelst gänga skall denna vara försedd med minst två ingångar. Av ingångarna borttas så mycket att hållbarheten hos gängan kan innehållas, dvs gängan får icke sluta i intet. Samma sak gäller muttergängan.

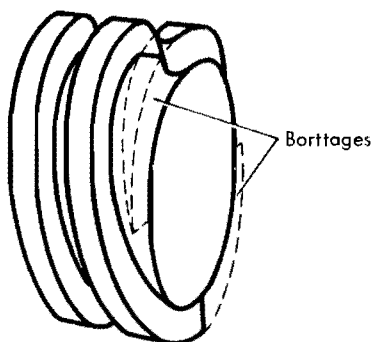


Bild 4.21.1-1

Gångstigning och gånghöjd skall avpassas så, att åtdragning och losstagning kan göras för hand utan ansträngning. Slutrörelsen vid hopkopplingen bör lämpligen ske i samband med gängåtdragningen. Vid hopkopplingen skall en gummipackning, som tåtar mot fukt, finnas. Packningen måste sättas fast ordentligt.

Hopfogningen av anslutningsdonen skall vara så utförd att tätningen inte blir beroende av dragning i kabeln. Detta kontrolleras genom att anslutningsdonen nedsänks i vatten, varvid dragprov utförs. Porositet hos metalldelarna skall åtgärdas medelst lämpligt tätningsförfarande.

#### 4.21.1.4 Kabelanslutningen

Kabelavlastningen skall vara effektiv. Kabeln får icke glida vid infästningen i proppen när dragpåkänning appliceras enligt provningsföreskrifterna. Kabelavlastningen skall därjämte kunna tåla specificerade vridningspåkänningar.

Proppen skall vara försedd med fäste för en dragavlastningslina, med vilken apparatkablarna numera är försedda. Dragavlastningslinan befinner sig i kabelns centrum.

Kabelns hölje fästes normalt genom åtklämning av en cylindrisk gummiring, som skall väl passa till kabelns ytterdiameter. Vid åtklämningen skall kabelns ledare skyddas med ett rör av mässing eller stadig plast, som skjuts in mellan ledarna och kabelns hölje (skärm).

Kabeln skall skyddas mot brott i området intill proppen. Inloppet för kabeln skall vara väl rundat och kabeln på lämpligt sätt uppstyvad över en längd av ca 10 gånger kabelns ytterdiameter, för att kabeln inte skall få för liten krökningsradie inom detta område. Utbyte av kabel bör kunna göras utan tillgång till specialverktyg.

Kopplingsrummet i proppen skall vara vattentätt och tillräckligt rymligt, så att ledarna kan läggas i bukt, vilket förhindrar dragning i anslutningsstället (lödpunkten).

Efter hopkoppling bör kopplingsrummet fyllas med jordvax, annat lämpligt vax eller syntetiskt medel som förhindrar kondensatbildning. Proppen bör därför förses med in- och utlopp för att fyllning och tömning skall underlättas.

### **Standard apparatanslutningsdon**

4.21.2

Val av anslutningsdon skall underställas beställarens godkännande. Lista över godkända anslutningsdon kan erhållas från beställaren. Banankontakter skall icke användas.

### **Fästdetaljer**

4.22

Montering, se 8.7.

#### **Skrubar och muttrar** (se även 8.5.6)

4.22.1

Skrubar och muttrar skall vara av stål, och vidare bör rullad gängning användas, allt för att öka hållfastheten. Detaljerna skall vara ytbehandlade, exempelvis genom elförzinkning, elkadmiering med åtföljande kromatering eller elförnickling. Mäsningsdetaljer används endast där god elektrisk kontakt erfordras.

4.22.1.1

Skrubar och muttrar skall vara enligt svensk metrisk standard.

4.22.1.2

Cylindrisk skalle bör användas. Försänkt skruv bör om möjligt undvikas.

4.22.1.3

#### **Apparatlås**

4.22.2

Apparatlås skall vara godkända av beställaren.

4.22.2.1

Lås för lådor skall vara försänkta eller på annat sätt skyddade mot mekanisk åverkan i samband med transport.

4.22.2.2

Snäpplås skall ha tillfredsställande styrka.

4.22.2.3



## 4.23 **Isolatorer, kopplingsplintar**

Montering, se 8.7.18.

### 4.23.1 **Isolatorer**, se 4.30.

### 4.23.2 **Kopplingsplintar för lödning**

- 4.23.2.1 Kopplingsplintar av laminat med täckplint är förbjudna.
- 4.23.2.2 Lödstjärter och lödstöd på kopplingsplintar skall vara säkrade mot vridning och sitta fast säkert, även efter inlödning. Fastsättning i fyrkanthål rekommenderas om inte annan låsning kan anordnas.
- 4.23.2.3 Kopplingsplintar skall vara försedda med hållbar märkning som underlättar identifieringen av ledningsdragningen.
- 4.23.2.4 Efter bearbetningen skall plinten rengöras och impregneras i vakuum. Laminatmaterial, som för stansbarhet erfordrar värming, föredras.
- 4.23.2.5 Lödstjärter och lödstöd skall vara grovförtenta eller försilvrade före montering på plinten.
- 4.23.2.6 Kopplingsplintarnas isoleringsresistans skall undersökas genom fuktprovning. Härvid skall massiva trådar vara pålödda.

### 4.23.3 **Kopplingsplintar för skruvåtdragning**

- 4.23.3.1 Tråden skall anslutas genom fjädrande skruvåtdragning, vilket förhindrar glappkontakt. Skruven får icke påverka tråden direkt.
- 4.23.3.2 Vid anslutning medelst kabelsko skall denna vara så utförd att den blir styrd i sitt läge.
- 4.23.3.3 Tråden får icke förtennas. Den normala förteningen på tråden behöver dock icke avlägsnas.
- 4.23.3.4 Skruvåtdragningen skall vara så utförd att trycket inte upptas av isolermaterial eftersom trycket minskas med tiden genom att isoleringen sätter sig (glappkontakt).

- Kopplingsplintar för pinnfastsättning** 4.23.4
- Utförandet med kopplingsplint, där tråden ansluts genom klämförbindning till en konisk pinne, som i sin tur införs i kopplingsplinten, skall godkännas av beställaren. 4.23.4.1
- Lampor och lamphållare för skal- och frontbelysning** 4.24
- Montering, se 8.7.19.
- Lampor skall väljas ur Försvarets lampkatalog. Härvid bör föreskrifter om rekommenderad typ följas. 4.24.1
- Lampor och lamphållare med bajonettfattning bör väljas. 4.24.2
- Lamphållaren bör vara av typ som tillåter lampbyte från frontpanelen. Vid enhålsfastsättning skall hållaren vara säkrad mot vridningspåkänningar. 4.24.3
- Vibrationsdämpare** 4.25
- Montering, se 8.7.20.
- Karakteristiska egenskaper** 4.25.1
- På bild 4.25.1-1 visas överföringsegenskaperna hos en vibrationsdämpare som funktion av vibrationsfrekvensen. Vid en frekvens  $f = f_0$  erhålls en maximal ökning (resonans) av överföringen. Apparatens vibrationsamplitud blir i och omkring denna punkt förstärkt i förhållande till underlagets amplitud. Förstärkningen kan utgöra 2–10 gånger beroende på dämpningen i det fjädrande elementet. Vid en frekvens  $f = \sqrt{2} \cdot f_0$  blir överföringsamplituden lika stor som underlagets. Vid frekvenser högre än denna sjunker amplituden. Vibrationsdämparen uppvisar sålunda samma egenskaper som ett avkopplingsfilter i den elektriska kretsen. Den skyddar därför apparaten för vibrationspåkänningar med höga frekvenser, som också är de farligaste när det gäller utmattningsav ingående detaljer i apparaten. Av bilden framgår att avkopplingen vid höga frekvenser blir sämre om dämpningen är för stor. 4.25.1.1

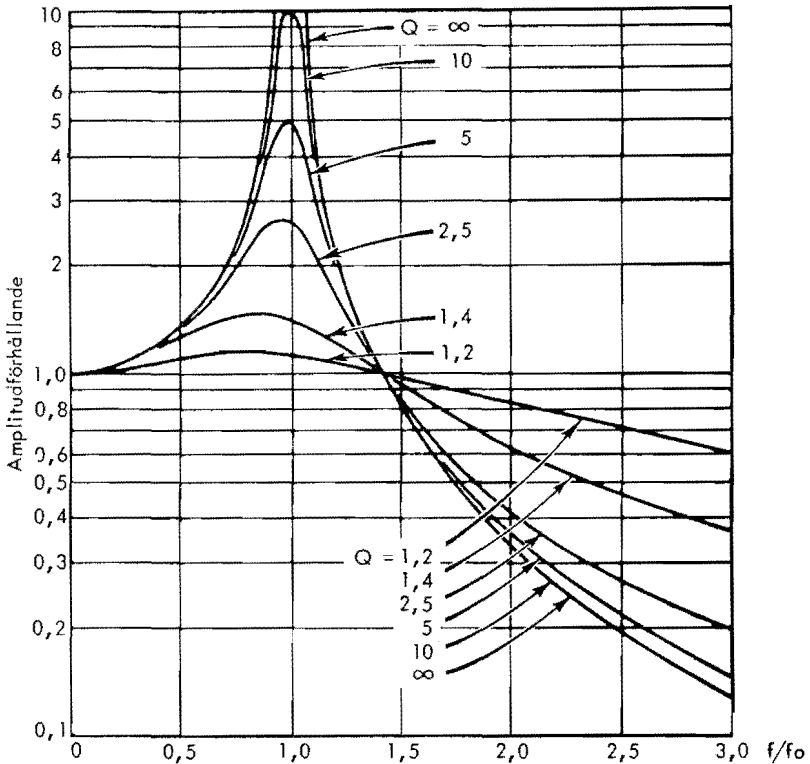


Bild 4.25.1-1.

Vibrationsdämpares överföringsegenskaper som funktion av frekvensen

Resonansfrekvensen bestäms av fjäderkonstanten  $k = P/S$  kp/mm, där på  $P$  är drag-(tryck)-kraften i kp och  $S$  den av kraften  $P$  orsakade längdändringen i mm. Belastas vibrationsdämparen med en massa med vikten  $W$  kg blir resonansfrekvensen vid längdändring  $S_0$  mm.

$$f_0 = (1/2 \pi) \sqrt{k/m} = (1/2 \pi) \sqrt{(W/S)(g/W)} = (1/2 \pi) \sqrt{g/S} = (1/2 \pi) \sqrt{9810/S_0} = 15,8/\sqrt{S_0}$$

$m =$  massan,  $g = 9,81$  m/sek<sup>2</sup>,  $S_0$  i mm

För fordonsmateriel har en resonansfrekvens hos dämparna av  $f_0 = 25$  Hz visat sig lämpligast. Detta motsvarar en relativt hård

inspänning. En enkel bestämning av resonansfrekvensen är att uppmäta hoptryckningen  $S_0$  mm av dämparna vid placering av apparaten på dessa. Nedtryckningen blir därvid 0,4 mm för 25 Hz resonansfrekvens. Ovanstående gäller för relativt små vibrationsamplituder.

Vibrationsdämparna skall i allmänhet även kunna uppta *chockpå-känningar*. Funktionen  $P = f(S)$  bör därför vara exponentiell och så avpassad att vid fritt fall från 1 m accelerationen inte överskrider 150 g ( $P = 150 W \text{ kg}$ ) vid  $S \text{ max} = 20 \text{ mm}$ .

### Provningsföreskrifter

4.25.2

#### *Töjning*

Töjningen mäts genom att man bestämmer längdändringen som funktion av dragkraften respektive tryckkraften. Töjningen bestäms för samtliga kordinataxlar, x, y, z dels i rumstemperatur, dels vid  $-25^\circ \text{ C}$ .

#### *Brottkrafter*

Brottkrafterna bestäms för samtliga axelriktningar.

#### *Dämpningsfaktorn*

Dämpningsfaktorn Q bestäms vid resonans som förhållandet mellan resonanssvängningens amplitud och den påtryckta amplituden på vibrationsdämparens fastsättningsdel. Dämpningsfaktorn bestäms vid rumstemperatur.

#### *Livslängdsprov*

Vibrationsdämparen belastas med den massa som ger resonansfrekvensen 25 Hz och skall provas i skakmaskin med en inställd toppacceleration av 50 g. Härvid bestäms fallhöjden med hänsyn till den belastning som provanordningen utgör. Vibrationsdämparen underkastas 10000 slag i vardera riktningen (x, y och z-riktningen).

Härvid kontrolleras temperaturstegringen i gummibuffertarna.

Inget brott på vibrationselementet eller fästnanordningar godtas. Diskontinuitet hos vibrationselementet (hoppackning) godtas inte.

### 4.25.3 Allmänna konstruktionssynpunkter

- 4.25.3.1 Det dämpande mediet skall ha en dämpningsfaktor  $Q$  som är större än 2,5 och mindre än 10.  
Normalt används lämpliga gummikvaliteter.
- 4.25.3.2 Svampgummi får icke användas, eftersom det visat sig att dess egenskaper försämras med tiden.
- 4.25.3.3 Vibrationsdämparna bör ha samma egenskaper i alla riktningar.
- 4.25.3.4 Vibrationsdämparna bör vara försedda med mekanisk säkring, så att apparaten vid eventuellt brott på elementet hålls kvar på sin plats.
- 4.25.3.5 Vibrationsdämparna skall fungera tillfredsställande vid  $-25^{\circ}\text{C}$ .
- 4.25.3.6 Vibrationsdämparna samt deras fastsättning skall godkännas av beställaren.
- 4.25.3.7 Vid temperatur över  $100^{\circ}\text{C}$  skall gummi icke användas.

### 4.26 Vågledare och vågledardetaljer

Nomenklatur för mikrovågsteknik. Ledningar SEN R 4202. Rektangulära vågledare SEN R 5501.

Grafiska symboler mikrovågsteknik SEN 012766.

### 4.27 Elgoner

Normer, se 4.30.

Under utarbetande.

**Roterande maskiner** 4.28**Elektriska motorer och generatorer** 4.28.1

Elektriska *motorer och generatorer* skall överlämnas till beställaren för typprovning.

I tillämpliga delar provas därvid maskinerna beträffande:

- a) belastningsegenskaperna i rumstemperatur och vid  $+ 55^{\circ} \text{C}$  omgivningstemperatur. Därvid bestäms belastningsegenskaperna under olika belastningsförhållanden, verkningsgrader, lindningstemperaturer, kurvformsdistorsion.
- b) start och drift i kyla,  $- 40^{\circ} \text{C}$ , för kontroll av köldhårdigheten hos smörjmedlen och av verkningsgraden.
- c) vibrations- och bulleregenskaper
- d) resistens mot fukt genom fuktprovning (ca 100 % relativ fuktighet,  $+ 55^{\circ} \text{C}$ , 48 h) enligt 3.5.7e
- e) mekaniska egenskaper genom skakprov enligt 3.7.1
- f) radioavstörning enligt 10

**Kugghjul** 4.28.2

Stångmaterial av pappers- och vävbakelit skall icke användas för framställning av kugghjul. Dessa skall i stället framställas av laminerat plattmaterial. Material som sväller i fukt skall icke användas.

**Vakant** 4.29

#### 4.30 **Förteckning över gällande normer och föreskrifter till kapitel 4.**

##### Avsnitt

- |      |              |  |
|------|--------------|--|
| 4.2  | FSD A 4700:1 | Färgkod för fasta motstånd                   |
|      | FSD M 2400:1 | Fasta motstånd av ytskiktstyp                |
|      | FSD M 2400:1 | Fasta motstånd av massatyp                   |
|      | SEN 4310     | Fasta, icke trådlindade motstånd, typ 1      |
|      | SEN 4311     | Fasta, icke trådlindade motstånd, typ 2      |
| 4.3  |              |  |
| 4.4  | FSD A 4700:3 | Färgkod för fasta glimmerkondensatorer       |
|      | FSD M 2423:1 | Fasta kondensatorer med metalliserat glimmer |
|      | SEN 4304     | Papperskondensatorer för likström            |
|      | SEN 4306     | Elektrolytkondensatorer                      |
|      | SEN 4307     | Keramiska kondensatorer typ 1                |
|      | SEN 4312     | Kondensatorer med metalliserat glimmer       |
| 4.5  |              |  |
| 4.6  | SEN 4313     | Vridomkopplare                               |
|      | SEN 4314     | Vippströmställare                            |
| 4.7  | SEN 0107     | Reläer. Ordlista                             |
| 4.8  |              |  |
| 4.9  |              |  |
| 4.10 |              |  |
| 4.11 | FSD M 1802:1 | Spolstommar för trimkärnor                   |

- 4.12 FSD M 1851:1 Kärnklipp av E-I-typ för transformatorer och reaktorer  
 FSD M 1802:2 Spolstommar för E-I-typ för transformatorer och reaktorer  
 SEN R 430132 Bandkärnor av C-typ för enfastransformatorer och reaktorer  
 SEN 4-1930 Transformatorer  
 SEN 2703 Mättransformatorer  
 SEMKO 22 o. 22 A-1957 Skyddstransformatorer samt mellantransformatorer för skyddsändamål  
 KATF 5022 Provningsföreskrifter för transformatorer och induktorer
- 4.13
- 4.14 SEN 39-1951 Normer för elektriska mätinstrument
- 4.15 SEN 2706 Kopparoxidul- och selenlikriktare
- 4.16 SEN R 5207 Rörhållare och skärmar för 7- och 9-stifts miniatyrör  
 SEN R 5202 Hålning för rörhållare
- 4.17 FSD M 2460:1 Elektronrör och halvledarorgan  
 FSD M 2460:2 Elektronrör, provningsföreskrifter  
 FSD M 2461:1 Halvledardioder av germaniumtyp. Allmänna provningsföreskrifter  
 SEN 4221 Halvledarteknik. Fysikaliska begrepp. Ordlista  
 IEC Publ. 67 Dimensions des tubes électroniques
- 4.18 SEMKO 24-1949 Bestämmelser om utförande och provning av finsäkringar  
 SEMKO 15-1959 D-säkringar av keramiskt isolermaterial  
 SEN 2810 Smältsäkringar för spänningar om högst 1000 volt  
 SEN 4317 Säkringar för telesignalanläggningar



4.19	SEN R 5213	Kristallhållare av tvåstiftstyp
4.20	SEN 240200	Installationsledningar för starkström. Allmänna bestämmelser
	SEN 241600	Telesignalledningar. Allmänna bestämmelser
	SEN 5503	Telesignalanläggningar
	SEMKO 8-1955	Gummiisolerade ledningar
	SEMKO 8A-1957	Termoplastisolerade ledningar
	SEMKO 8B-1958	Termoplastisolerade telesignalledningar
	SEMKO 8C-E-1958	} Speciella isolerade ledningar
	SEMKO 8G-H-1958	
	SEMKO 8F-1960	
	SEMKO 8I-1960	} Speciella isolerade ledningar
	SEN R 430306	
	SEN R 430307	Jämförelse mellan böjliga svenska koaxialkablar och närmast motsvarande utländska kablar
	SEN R 430308	Högfrekvenskablar. Nominell dämpning
	SEN R 430309	Högfrekvenskablar. Tillåten effekt
	SEN 430301	Högfrekvenskablar. Allmänna bestämmelser och mätmetoder
	FSD A 4700:2	Färgkod för förbindningsmotstånd

- 4.21 SEN R 0103 Nomenklatur för anslutningsdon  
 SEN 4315 Anslutningsdon för frekvenser under  
 3 MHz. Allmänna bestämmelser och  
 provningsmetoder
- SEN R 5203 Kontakttdon av flatstiftstyp. L-serien  
 FSD M 1831:1 Anslutningsdon med flata stift och  
 hylsor. M-serien
- FSD M 1835:1 Koaxialkontakttdon. BNC-serien  
 FSD M 1835:3 Koaxialkontakttdon. C-serien  
 FSD M 1835:4 Koaxialkontakttdon. C-serien. Anslut-  
 ningsmått
- FSD M 1835:5 Koaxialkontakttdon. Övergångsdon  
 FSD M 1835:6 Koaxialkontakttdon. Skyddslock  
 FSD M 1835:7 Koaxialkontakttdon. Monteringsföre-  
 skrifter
- SEMKO  
 11-1953 Bestämmelser om utförande och prov-  
 ning av installationsuttag med tillhörande  
 stickproppar
- SEMKO  
 11A-1953 Speciella installationsuttag och stick-  
 proppar
- SEMKO 12 Apparatproppar och pinnuttag  
 SEMKO  
 17-1952 Kapslade uttag och stickproppar
- 4.22 SMS Gällande svensk metrisk skruvstandard
- 4.23 SEN R 430120 Keramiska stödisolatorer, cylindriska.  
 Typ FCG
- SEN R 430123 Keramiska genomföringsisolatorer, ko-  
 niska med fläns. Typ GIK
- SEN R 430124 Antenngenomföringar. Typ VF 5 och  
 VF 2
- SEN R 430126 Keramiska genomföringsisolatorer,  
 trycktäta, koniska. Typ GHK

4.24

- 4.25
- 4.26    SEN 012766    Grafiska symboler. Mikrovågsteknik  
          SEN R 4202    Nomenklatur för mikrovågsteknik.  
                          Ledningar  
          SEN R 4205    Nomenklatur för mikrovågsteknik. An-  
                          tenner och resonatorer  
          SEN R 5501    Rektangulära vågledare
- 4.27
- 4.28    SEN 22-1938    Elektriska maskiner jämte tillägg av  
                          1.9.1954  
          SEN 2801    Pådrag, regler- och skyddsapparater för  
                          elektriska maskiner  
          SEN 34-1947    Elborstar till kommutatorer och släp-  
                          ringar  
          SEN R 62-1952    Elektriska småmaskiner  
          SEN 8101    Roterande elektriska maskiner för land-  
                          fordon
- 4.29

# MATERIAL

5.

## Allmänt

5.1

Allt material skall vara ändamålsenligt och såvitt möjligt av definerad kvalitet. Fastställda materialnormer skall tillämpas. Materialet skall kunna utsättas för under materielens normala användning tänkbara mekaniska och andra påkänningar, såsom temperaturväxlingar och inverkan av fukt och gaser, utan att materielens funktion eller livslängd äventyras.

Användningen av brännbart material skall begränsas till ett minimum. Material som kan antändas av gnista eller av värme som kan uppstå under användningen får överhuvud icke användas.

Viktbesparande material skall genomgående användas, där så med hänsyn till hållfasthet, beständighet och kostnad är möjligt.

Material som angrips av mögel och insekter skall icke användas. Organiska hartser kan användas i samband med inert fyllnadsmaterial. Dylika inerta material är glas, asbest, glimmer, kvarts och vissa metalliska fyllnadsmaterial.

### *Explosiva material*

Material som avger brännbara gaser eller som kan ge upphov till explosioner skall icke användas. Brännbar impregnering och injutningsmaterial som är inneslutna i eldsäkra behållare är undantagna härifrån.

### *Toxisk effekt*

Material som under olika förhållanden kan avge giftiga gaser skall icke användas.

### *Icke godkända material*

Följande material godkänns icke vid konstruktion av elektronisk materiel: linne, cellulosanitrat, regenererad cellulosa, trä, jute, läder,

kork, papper och papp, organiska fibermaterial, hår- och ullfilt, plastmaterial i vilka ingår linne och trämjöl i för stor mängd, svampgummi.

### *Godkända material*

Som godkända material vid konstruktion av elektronisk materiel räknas bl a metaller, glas, keramik, glimmer, mikanit, polyamider, cellulosacetat, gummi (natur- och konstgummi), plastmaterial med fyllnadsmaterial av glas, glimmer, asbest eller kvartssand, polyvinylklorid (PV), polytetrafluoretylen (teflon), monoklortrifluoretylen, polyeten.

## 5.2 **Likvärdigt material**

Om en tillverkare önskar ersätta ett på ritningar eller specifikationer angivet material med »likvärdigt» skall han nämna detta i sitt anbud och därvid beskriva material samt garantera att det är likvärdigt eller har bättre egenskaper än det föreskrivna.

## 5.3 **Skydd för material**

Transformatorolja, smörjolja, smörjfett, fernissor, färg och pulver för pressgjutning och andra material som lätt upptar beståndsdelar från omgivningen skall förvaras i väl tillslutna kärl.

## 5.4 **Synpunkter på isolermaterial m m**

### 5.4.1 **Allmänt**

Isolermaterial skall uppfylla följande allmänna villkor:

- goda elektriska egenskaper
- goda mekaniska egenskaper
- hållbarhet mot höga och låga temperaturer under sin livslängd
- låg absorption av fukt
- vattenavstötande förmåga
- motståndskraft mot mögel- och insektsangrepp

**Aceton** 5.4.2

Aceton angriper emaljen på koppartrådar.

**Bivax** 5.4.3

Bivax skall icke användas som impregneringsmedel. Bivax är icke fuktsäkert efter att ha utsatts för kyla. Lämpliga impregneringsmedel är jordvaxer i renat tillstånd.

**Epoxihartser** 5.4.4

Epoxihartser, araldit, förstör impregneringsmedel i kondensatorer. Oxidationsprodukter av impregneringsvaxer är även skadliga i detta hänseende.

Koppar bör skyddas för hårdare.

Se även 5.4.8.

**Fenol** 5.4.5

Bakelitdetaljer bör icke inneslutas tillsammans med kadmierade detaljer. *Fenoler* åstadkommer korrosion hos kadmium på grund av att flyktiga syror bildas i samband med sönderfallsprocessen.

Fenol påverkar i längden polystyrenkondensatorer ogynnsamt.

Fenol är ett av de få ämnen som angriper polyetylentereftalat.

**Keramik** 5.4.6

Keramiska detaljer skall vara glaserade, så att fuktabsorption förhindras.

**Kolofonium** 5.4.7

Kolofonium (hartsflusssmedel) utgör säte för mögelbildning, om syre och fukt får tillträde, med dåliga isoleringsegenskaper som följd. Överskott på flusssmedel vid lödning bör därför effektivt avlägsnas genom borstning eller tvättning med ren sprit.

#### 5.4.8 **Koppar**

Koppar inom hölje tillsammans med mineraloljor (transformatorolja) bör undvikas, därför att kopparn verkar som katalysator vid bildande av kopparsåpa. Koppar som används tillsammans med epoxihärdare (araldithärdare) bör skyddas för kontakt med härdaren genom övermålning eller lämplig isolering. Härdare som erfordrar upphettning har i allmänhet ingen påverkan.

Koppar (och platina) verkar som katalysator vid oxidation av metylalkohol till formaldehyd och myrsyra. Metoden att bränna av lackisoleringen på tunna koppartrådar (litz) och därefter doppa den heta änden i alkohol har en liknande effekt. Ångorna irriterar ögonen.

#### 5.4.9 **Melamin**

Melamin rekommenderas där gnistsäkert material erfordras (ingen kolbana vid gnistöverslag).

Insatser bör icke gjutas i materialet, därför att det med tiden krymper något, varvid sprickor kan bildas.

#### 5.4.10 **Naturgummi**

Naturgummi angrips av syre om det utsätts för ljus och av små kvantiteter ozon om det sträcks, i senare fallet även i mörker. Kvaliteten på gummit kontrolleras därför med gummit sträckt.

#### 5.4.11 **Neopren (kloropren)**

Magnesiumoxid, som ibland används vid framställning av neopren, orsakar svällning i vatten. O-ringar av neopren med magnesiumoxid sväller därför i fukt. Se även 5.5.2.2.

#### 5.4.12 **Nylon**

Nylon angrips av fenol. Nylon oxiderar långsamt i syre och ozon och är känsligt för syraangrepp, t ex från smog. När nylon sönderfaller bildas bl a vatten. Se 5.5.1.4.

Nylon absorberar lätt vatten (upp till 10 %), och diffusionshastigheten är rätt hög. Nylon sväller därvid, och därför har t ex bobiner av nylon dålig dimensionsstabilitet. Även nylonaxlar i lager är otillfredsställande, därför att de sväller i fukt. Kuggväxlar med nylonkuggjul är icke tillfredsställande i fukt.

Nylonisolerad sk lödbar tråd skall icke användas.

### **Polymetylmetakrylat**

5.4.13

Polymetylmetakrylat (perspex, plexiglas), transparenta syntetiska plattor, skall typprovas genom fuktprov (+ 55° C, 100 % relativ fuktighet, 72 timmar), varvid någon försämring av genomskinligheten eller någon formförändring icke får äga rum. Materialet används bl a för skal- och instrumentfönster.

### **Polystyren**

5.4.14

Hos polystyren uppträder i kyla ofta sprickbildning vid ingjutna insatser. Polystyren angrips kraftigt av trikloretylen.

### **PV, polyvinylklorid**

5.4.15

Mjukmedel hos PV kan migrera in i polyeten och fördärva polyetenens goda högfrekvenssegenskaper. Om ett migrerande mjukningsmedel används måste en migreringsbarriär finnas mellan dem. Vid en lödningstemperatur av 220° C sönderdelas PV. Sönderdelningsprodukterna kan angripa emaljen på koppartråd och möjligen även kopparen. Se 5.5.1.1.

### **Silikonhartser och silikongummi**

5.4.16

Silikonhartser och silikongummi har dålig resistens mot alkaliangrepp. Se 5.5.2.3.

### **Teflon**

5.4.17

Vid arbete med teflon rekommenderas här några försiktighetsmått (enligt Du Pont de Nemours & Ci).



När teflonprodukter upphettas till 200° C—300° C bildas mindre mängder sönderfallsprodukter. Om dessa gasliknande produkter inandas orsakar de temporära symptom liknande influensa. Dessa visar sig först 2 till 6 timmar efter exponeringen och försvinner efter 36—48 timmar. En enkel motåtgärd är att åstadkomma en effektiv ventilation. Under tillverkning bör cigarrettrökning förbjudas, emedan influensaliknande symptom uppstår vid rökning om cigarretten bemängts med teflon. Vid maskinbearbetning bör lokal kylning av teflondetaljen åstadkommas, varjämte fördelen vinnes med högre hastighet hos skärande eller slipande verktyg. Ventilation såsom vid slipning rekommenderas.

#### 5.4.18 **Tejp**

S k elektrisk tejp skall icke användas i elektroniska apparater.

#### 5.4.19 **Triklöretylen**

Triklöretylen angriper neopren och polystyren.

#### 5.4.20 **Vulkanfiber**

Vulkanfiber har dålig resistens mot fukt och bör därför icke användas som isolering eller för mekanisk uppbyggnad.

### 5.5 **Gummi- och plastisolerade ledningar**

*Med benäget tillstånd hämtat ur Sieverts Kabelverks katalog 600, 1958.*

#### 5.5.1 **Plaster, materialegenskaper**

Under beteckningen plaster sammanfattas ett stort antal syntetiska material med mycket varierande egenskaper. I vår kabeltillverkning använder vi i huvudsak tre: PV, polyten och nylon.

## PV

5.5.1.1

*Termiska egenskaper*

5.5.1.1.1

PV är ett termoplastiskt material, dvs det mjuknar vid upphettning och styvnar vid avsvälning. Mjukheten vid olika temperaturer beror till stor del på typen och mängden av det ingående mjukningsmedlet. Om ej annat anges, kan våra PV-isolerade ledningar användas mellan  $-30^{\circ}\text{C}$  och  $+60$  á  $70^{\circ}\text{C}$ . Temporärt uthärdar de emellertid, fritt upphängda, temperaturer t o m över  $100^{\circ}\text{C}$ . I installationer där ledningar utsätts för hög driftstemperatur bör försiktighet iakttagas, så att ledningarna vid montage över skarpa hörn o d ej kommer att utsättas för konstant högt tryck. Vid långvarig upphettning till temperaturer av ca  $100^{\circ}\text{C}$  styvnar PV av standardkvalitet på grund av mjukningsmedlets avdunstning. Specialkvaliteter innehållande mindre flyktiga mjukningsmedel kan användas för ledningar som utsätts för hög temperatur, t ex i härdningsugnar.

*Mekaniska egenskaper*

5.5.1.1.2

PV har mycket god drag- och rivhållfasthet, och hårdheten kan anpassas efter användningsområdet (bild 5.5.1-1).

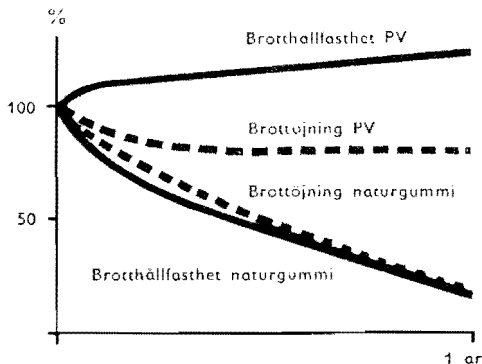


Bild 5.5.1-1.

*Aldringsprov i cirkulerande varmluft på PV och naturgummi.  
Metod enligt SEMKO 8 A. Brotthållfasthet och töjning i procent av ursprungsvärdet.  
1 mm plattor.*

5.5.1.1.3 *Elektriska egenskaper hos vår standard-PV vid 20° C*

Resistivitet .....	ohm cm	$10^{13}$ — $10^{15}$
Dielektricitetskonstant vid 50 Hz .....		5,0—6,5
Förlustfaktor vid 50 Hz .....	tg $\delta$	ca 0,1
Genomslagshållfasthet, 50 Hz 1 min. prov ..	kV/mm	ca 30

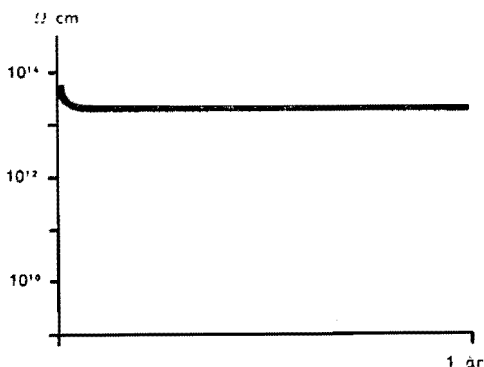


Bild 5.5.1-2.

*Resistivitet hos Sieverts PV efter förvaring i vatten vid + 40° C.  
1 mm plattor. Mättemperatur + 40° C*

De elektriska egenskaperna förblir praktiskt taget oförändrade även sedan PV en längre tid förvarats i vatten (bild 5.5.1-2).

Isolationsresistansen hos PV varierar liksom hos andra isoler-material med temperaturen. Sålunda är isolationsresistansen vid 50° C ca 100 ggr mindre än vid 20° C.

5.5.1.1.4 *Åldringsbeständighet*

PV är synnerligen åldringsbeständigt även i tropiskt klimat. För användning utomhus är svart färg den mest lämpliga, men även ljus PV har god väderbeständighet. PV är mycket beständigt mot ozon (bild 5.5.1-3).

5.5.1.1.5 *Kemikalieresistens*

PV är mycket motståndskraftigt mot syror och alkalier, vidare mot motoroljor och ett stort antal lösningsmedel. Vissa lösningsmedel och oljor kan dock åstadkomma en utlösning av mjukningsmedlen,

resultterande i att PV-materialet blir hårdare, vilket emellertid ej försämrar de elektriska egenskaperna. Motståndskraften mot sådana oljor och lösningsmedel kan höjas genom användandet av speciella mindre lösliga mjukningsmedel.

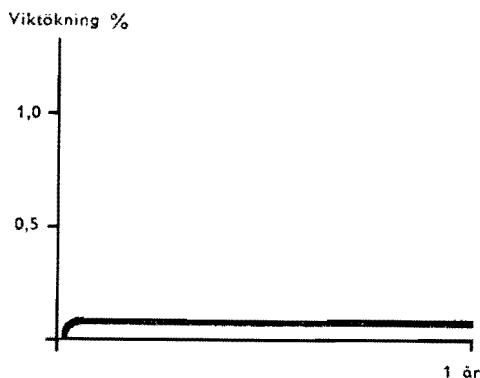


Bild 5.5.1-3.

Fuktabsorption hos Sieverts PV i vatten vid  $+40^{\circ}\text{C}$

#### *Inverkan på andra material*

5.5.1.1.6

På grund av migrering av det ingående mjukningsmedlet kan PV efter långvarig beröring med andra material orsaka klubbighet och andra förändringar hos t ex lackerade ytor, plaster etc. Särskilt starkt påverkas cellulosalack och polystyren, medan hårdplaster och brännlackerade ytor är mindre känsliga för angrepp. PV hårdnar i allmänhet något i kontakt med material till vilka migrering sker, vilket emellertid ej ofördelaktigt påverkar de elektriska egenskaperna. För specialändamål, t ex höljen för koaxialkablar, tillverkas migreringsfri PV.

#### *Eldbeständighet*

5.5.1.1.7

PV är brandsäkert, så till vida att elden ej fortplantar sig om en PV-ledning antänds på ett ställe, och ledningen ej tidigare uppvärmts till hög temperatur.

### 5.5.1.2 Polyten (bild 5.5.1-4 och 5.5.1-5)

#### 5.5.1.2.1 Termiska egenskaper

På grund av materialets termoplastiska egenskaper är högsta rekommenderade driftstemperatur vid kontinuerlig drift 60–70 °C, medan kortvarig uppvärmning till 90 à 100° C kan tillåtas, förutsatt att isoleringen ej samtidigt utsätts för tryck. Polyten styvnar liksom PV vid låga temperaturer, men blir sprött först vid mycket låg temperatur. En hårdare kvalitet, lågtryckspolyten, är mera motståndskraftig mot mekanisk deformation vid förhöjd temperatur än högtryckspolyten.

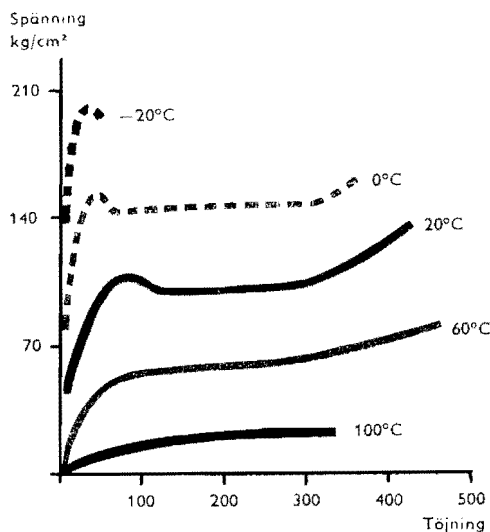


Bild 5.5.1-4.

Spänning-töjningsdiagram för polyten med smältindex 2

#### 5.5.1.2.2 Mekaniska egenskaper

De mekaniska egenskaperna hos polyten är goda. Högtryckspolyten är något styvare men mera beständigt mot nötning och mekanisk åverkan än lågtryckspolyten.

*Elektriska egenskaper hos polyten vid 20° C*

5.5.1.2.3

Polytenets ypperliga elektriska egenskaper framgår av följande tabell:

		<i>ofärgad</i>	<i>svart</i>
Resistivitet .....	ohm cm	ca $10^{17}$	ca $10^{17}$
Dielektricitetskonstant vid 50 Hz		2,3	2,5
Förlustfaktor vid 1 kHz .....	tg $\delta$ 0,0003—0,0005	ca 0,004	

Egenskaperna påverkas obetydligt av temperatur och praktiskt taget inte alls av polytenets lagring i vatten.

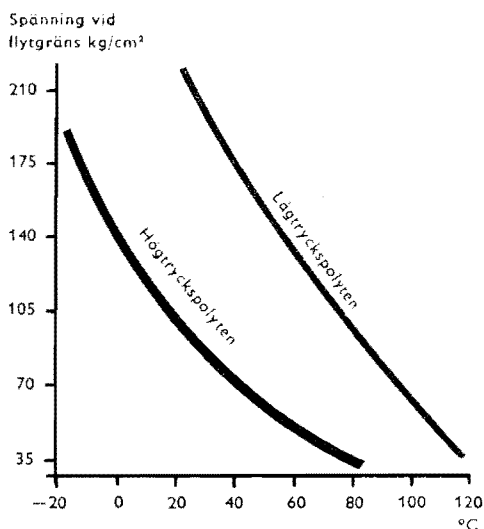


Bild 5.5.1-5.

*Flytgränsens temperaturberoende för högtryckspolyeten (smältindex 2) och lågtryckspolyeten*

*Åldringsbeständighet*

5.5.1.2.4

Ofärgat polyten är praktiskt taget åldringsbeständigt även vid förhöjd temperatur, om det ej utsätts för direkt solljus. Ultraviolet strålning förorsakar sprickbildning i materialet, såvida ej kimrök ingår i polytenet. Väderbeständigt polyten kan därför endast utföras i svart färg.

5.5.1.2.5 *Kemikalieresistens*

Polyten är vid rumstemperatur motståndskraftigt mot kemikalier och lösningsmedel av praktiskt taget alla slag. De elektriska egenskaperna kan dock försämrans genom absorption av oljor och lösningsmedel även vid rumstemperatur.

5.5.1.2.6 *Inverkan av andra material*

Polyten innehåller inget mjukningsmedel och påverkar därför ej andra material genom migrering. I kontakt med PV, gummi etc. kan det dock absorbera små mängder mjukningsmedel, vilket menligt påverkar de elektriska egenskaperna, särskilt förlustfaktorn. Polyten bör därför endast användas i kontakt med migreringsfri PV eller på annat sätt skyddas för migrering av mjukningsmedel.

5.5.1.2.7 *Eldbeständighet*

Polyten är brännbart och smälter vid förbränningen.

5.5.1.3 **Cellpolyten**

Cellpolyten är porös polyten, som innehåller ett stort antal helt slutna gasfyllda celler. Dielektricitetskonstanten är beroende av cellernas antal och storlek och kan ges ett så lågt värde som 1,3, medan isolationsresistans och förlustfaktor påverkas obetydligt. De mekaniska egenskaperna samt genomslagshållfastheten sjunker emellertid med dielektricitetskonstanten. Cellpolyten är bäst lämpat för teletekniskt ändamål.

5.5.1.3.1 *Elektriska egenskaper hos cellpolyten med en dielektricitetskonstant av 1,5 vid 20° C (bild 5.5.1-6)*

Resistivitet .....	ohm cm	ca 10 <sup>17</sup>
Dielektricitetskonstant vid 1 kHz .....		1,5
Förlustfaktor vid 1 kHz .....	tgδ	0,0003–0,0005

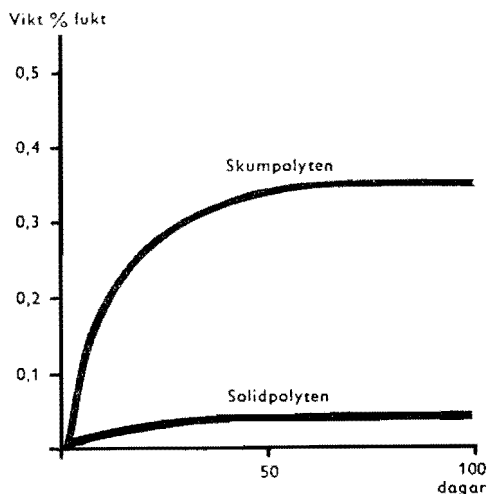


Bild 5.5.1-6.

*Fuktabsorption hos solid och cellulär polyten vid 20° C. Mätt på ledning*

Materialets elektriska egenskaper påverkas relativt obetydligt av längre tids lagring i vatten, men cellpolyten absorberar fukt snabbare än solid polyten.

## Nylon

5.5.1.4

Nylon användes i kabeltillverkning huvudsakligen som skyddshölje på PV och polytenisolerad ledning, vilken utsätts för svårare mekaniska påkänningar.

### *Termiska egenskaper*

5.5.1.4.1

Då nylonets mjukningstemperatur överstiger 200° C är de mekaniska egenskaperna hos materialet tillfredsställande även över 100° C. Materialet kan under kortare tid kontinuerligt användas upp till 120° C. Vid användning över 100° C avgår emellertid den fukt som normalt finns absorberad, vilket gör nylonet sprött. Efter kort tid vid normal temperatur och fuktighet återtoges dock de mekaniska egenskaperna. Nylon är böjligt och användbart även vid en temperatur av - 40° C.



5.5.1.4.2 *Mekaniska egenskaper (bild 5.5.1-7)*

Nylon är jämfört med övriga här nämnda material oerhört starkt och motståndskraftigt mot nötning och övrig mekanisk åverkan.

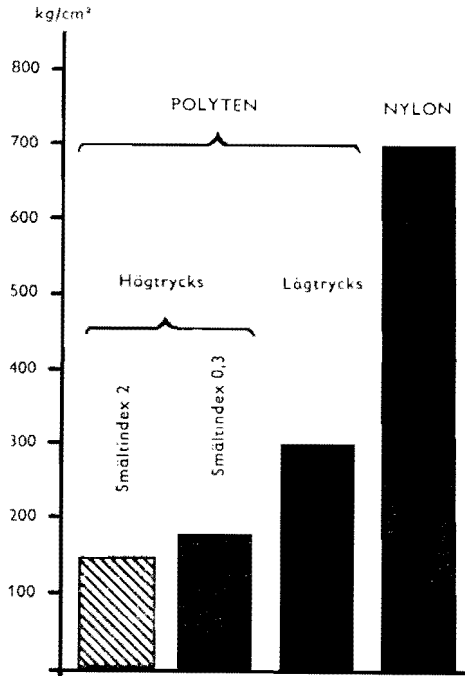


Bild 5.5.1-7.

*Brotthållfasthet hos polyten och nylon*

5.5.1.4.3 *Elektriska egenskaper*

På grund av materialets höga fuktabsorption är nylon av standardkvalitet ej lämpat som isolermaterial.

Vissa specialkvaliteter med låg fuktabsorption kan dock användas som isolering.

5.5.1.4.4 *Åldringsbeständighet*

Nylonets åldringsbeständighet inomhus är utmärkt, men på grund av materialets känslighet för ultraviolettt ljus är den utomhus ej så god.

*Kemikalieresistens*

5.5.1.4.5

Nylon är motståndskraftigt mot oljor och de flesta kemikalier.

*Eldbeständighet*

5.5.1.4.6

Nylon är brännbart, men då det pålagges t ex PV-isolerad ledning i ytterst tunna skikt förmår det ej menligt påverka ledningens eldbeständighet.

**Gummi, materialegenskaper**

5.5.2

Gummi har under senare år blivit samlingsterm för ett stort antal material, som efter vulkanisering blir elastiska. Materialen liknar i sina egenskaper naturgummi, men skiljer sig dock i flera avseenden markant från detsamma, vilket framgår av nedanstående. I vår kabeltillverkning användes förutom naturgummi i stor utsträckning även neopren-, butyl- och kiselgummi. Egenskaperna hos materialen kan varieras inom relativt vida gränser genom ändring av blandningarnas sammansättning. I nedanstående sammanställning behandlas icke naturgummi då materialets egenskaper förutsättes vara tillräckligt kända.

**Butyl**

5.5.2.1

*Termiska egenskaper*

5.5.2.1.1

Liksom övriga gummityper är butyl efter vulkanisering ej termoplastiskt och kan kontinuerligt användas vid en temperatur av 75° C. De mekaniska egenskaperna försämras vid förhöjd temperatur, men under måttlig mekanisk belastning uthärdar samtliga gummityper under kort tid temperaturer upp till 200° C. Butylgummits böjlighet vid låg temperatur är enastående. Vid böjprov vid - 22° C uthärdade naturgummi 90 000 böjningar, medan inga sprickor kunde upptäckas i butylgummi efter 1 milj. böjningar. Den lägsta temperatur vid vilken butylisolerad ledning kan användas bestäms därför i allmänhet ej av butylgummit utan av övriga material i kabeln.

### 5.5.2.1.2 Mekaniska egenskaper (bild 5.5.2-1 och 5.5.2-2)

Isolergummi på butylbasis har relativt låg mekanisk hållfasthet. De goda åldringsegenskaperna kompenserar dock de ursprungliga låga hållfasthetsvärdena. I kablar skyddas butylgummi i allmänhet av en slitstark och hållfast neoprenmantel.

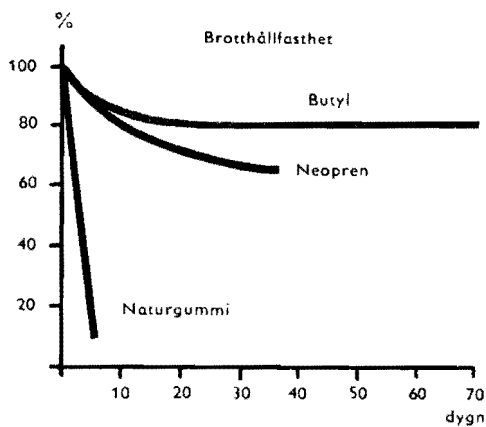


Bild 5.5.2-1.

Varmluftsåldring vid 100° C av natur-, butyl- och neoprengummi.  
Brotthållfasthet i procent av ursprungsvärdet.  
Mätt på ledning enligt SEMKO 8-55

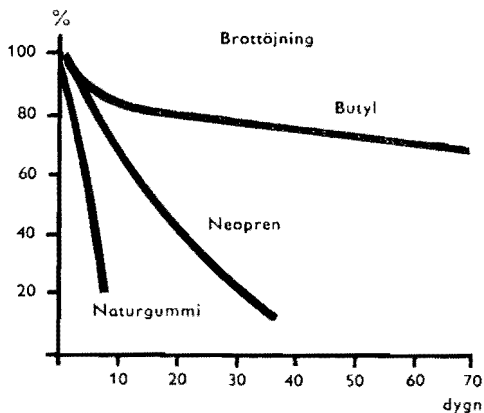


Bild 5.5.2-2.

Varmluftsåldring vid 100° C av natur-, butyl- och neoprengummi.  
Brottöjning i procent av ursprungsvärdet.  
Mätt på ledning enligt SEMKO 8-55

*Elektriska egenskaper hos butylgummi vid 20° C*

5.5.2.1.3

Resistivitet .....	ohm cm	$10^{15}$ — $10^{16}$
Dielektricitetskonstant vid 1 kHz .....		3,0—4,0
Förlustfaktor vid 1 kHz .....	tg $\delta$	0,001—0,005
Genomslagshållfasthet vid 50 Hz 1 min. prov	kV/mm	ca 30

De elektriska egenskaperna påverkas obetydligt av längre tids förvaring i vatten.

*Fuktabsorption (bild 5.5.2-3)*

5.5.2.1.4

Butylgummits låga fuktabsorption jämfört med naturgummi gör materialet mycket lämpat som isolermaterial.

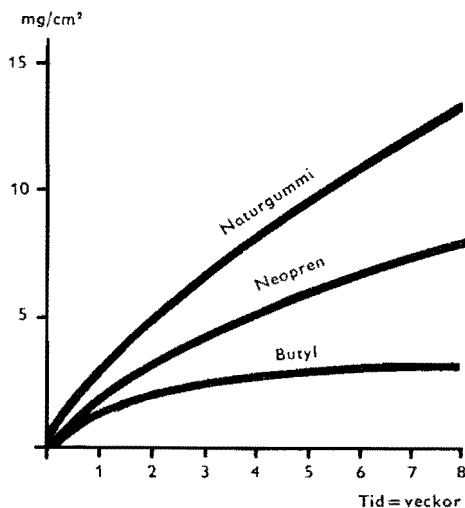
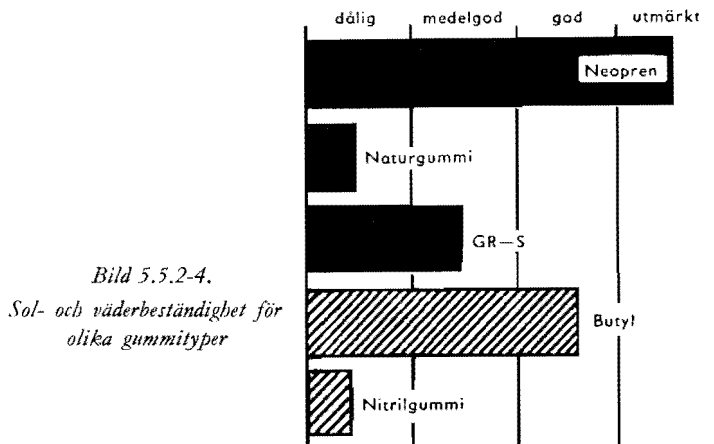


Bild 5.5.2-3.

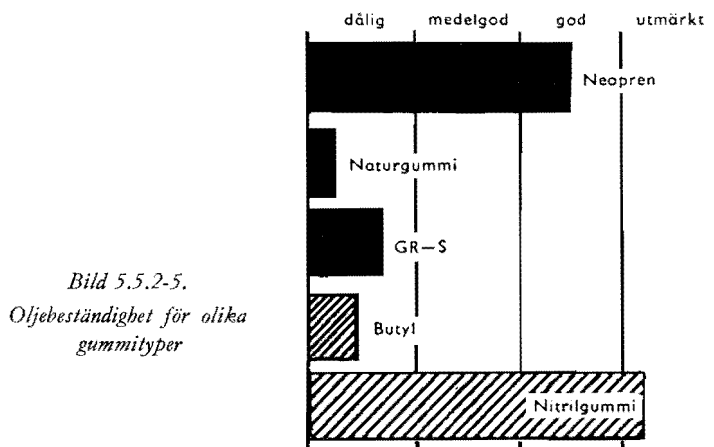
*Vattenabsorption vid 70° C hos natur-, butyl- och neoprengummi. Utfört med plattor av isolerblandningar (butyl-naturgummi) respektive mantelblandning (neopren)*

5.5.2.1.5 *Åldringsbeständighet (bild 5.5.2-4)*

Butylgummi är synnerligen åldringsbeständigt även vid hög temperatur ( $100^{\circ}\text{C}$ ) och överträffar i detta avseende vida naturgummi.

5.5.2.1.6 *Kemikalieresistens (bild 5.5.2-5)*

Mineraloljor och diverse lösningsmedel förorsakar svällning av både naturgummi och butyl, men butyl är i allmänhet mera motståndskraftigt mot oorganiska kemikalier än naturgummi.



*Eldbeständighet* 5.5.2.1.7

Butylgummi är brännbart.

**Neopren** 5.5.2.2

*Termiska egenskaper* 5.5.2.2.1

Neoprenets motståndskraft mot höga temperaturer är jämförbar med butylgummit. Efter längre tids lagring vid låga temperaturer hårdnar neopren, beroende på kristallisation. Sieverts kabelverk använder dock en kvalitet med maximal motståndskraft mot kristallisation. Neopren av standardkvalitet styvnar dock märkbart redan vid  $-20^{\circ}\text{C}$ . Denna uppstyvning sammanhänger ej med kristallisation och försvinner då materialet åter uppvärms. Trots uppstyvningen kan neoprenmantlade kablar användas vid så låga temperaturer som  $-40^{\circ}\text{C}$ .

*Mekaniska egenskaper* 5.5.2.2.2

Neopren har mycket goda mekaniska egenskaper, och används på grund av sin nötningshållfasthet och slitstyrka alltmest i kabelmantlar.

*Elektriska egenskaper hos neopren vid  $20^{\circ}\text{C}$*  5.5.2.2.3

På grund av sin kemiska struktur är neoprenets elektriska egenskaper mindre goda.

Resistivitet .....	ohm cm	$10^{10}-10^{12}$
Dielektricitetskonstant vid 1 kHz .....		7—10
Förlustfaktor vid 1 kHz .....	tg $\delta$	ca 0,1

Ovanstående värden avser slangblandningar. Specialblandningar avsedda för isolering har bättre elektriska egenskaper, vilka dock erhålls på bekostnad av den mekaniska hållfastheten. De elektriska egenskaperna hos neopren påverkas i högre grad av lagring i vatten än motsvarande hos naturgummi, butylgummi, PV och polyten.

*Åldringsbeständighet* 5.5.2.2.4

Åldringsbeständigheten är mycket god även i tropiskt klimat dvs under inverkan av starkt solljus, ozon och fuktig atmosfär.

### 5.5.2.2.5 *Kemikalieresistens*

Neoprenets motståndskraft mot oljor, lösningsmedel, syror och alkalier är god. Särskilt oljebeständigheten är av stor betydelse för kabelmantlar.

### 5.5.2.2.6 *Eldbeständighet*

Neopren är i motsats till butyl- och naturgummi brandsäkert, så till vida att det ej fortplantar eld, och ledningar ej tidigare uppvärmts till hög temperatur.

### 5.5.2.3 *Kisलगummi (Silikongummi)*

Kablar och ledningar som kontinuerligt utsätts för hög temperatur t ex i elektriska ugnar, spisar o d tillverkas numera i allt större omfattning med isolering av kiselgummi. Den enastående värmebeständigheten hos detta material beror på att kisel ingår i molekylerna.

#### 5.5.2.3.1 *Termiska egenskaper (bild 5.5.2-6)*

Enligt nu gällande bestämmelser får kiselgummiisolerad ledning kontinuerligt användas med en övertemperatur av 150° C, temporärt 170° C, räknat från rumstemperatur 20° ± 5° C. Materialet

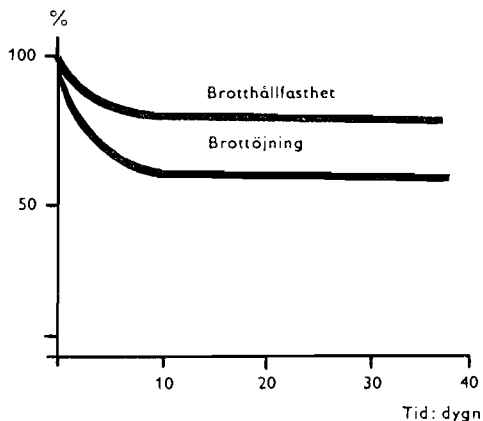


Bild 5.5.2-6.

*Ändring i ursprungsvärdet av brotthållfasthet och brottöjning hos kiselgummi efter åldring vid 200° C*

uthärdar dock under kortare tid upp till 250° C. Vid upphettning till ca 400° C och högre övergår gummit i pulverformig kiselasyra, vilken, om ledningen ej rubbas, tjänstgör som ett ypperligt isoler-material i torrt tillstånd. Vid låg temperatur bibehåller kiselgummi sin elasticitet och böjlighet ända ned till - 70° C och kan kontinuerligt användas vid - 60° C.

### Mekaniska egenskaper

5.5.2.3.2

Kiselgummits hållfasthetsegenskaper vid rumstemperatur är närmast jämfällbara med butylgummits. Vid såväl höga som låga temperaturer är kiselgummi mekaniskt överlägset övriga gummityper.

### Elektriska egenskaper hos kiselgummi vid 20° C (bild 5.5.2-7)

5.5.2.3.3

Resistivitet .....	ohm cm	10 <sup>14</sup> —10 <sup>15</sup>
Dielektricitetskonstant vid 1 MHz .....		2,5—3,0
Förlustfaktor vid 1 MHz .....	tgδ	ca 0,002

Dielektricitetskonstant, förlustfaktor och genomslagshållfasthet ändras obetydligt vid temperaturförhöjning. Resistiviteten hos kiselgummi sjunker t ex mycket långsammare vid temperaturförhöjning än hos PV, minskningen i resistivitet vid temperaturförhöjning från 20° C till 50° C är för PV ca 100 ggr men för kiselgummi endast ca 10 ggr.

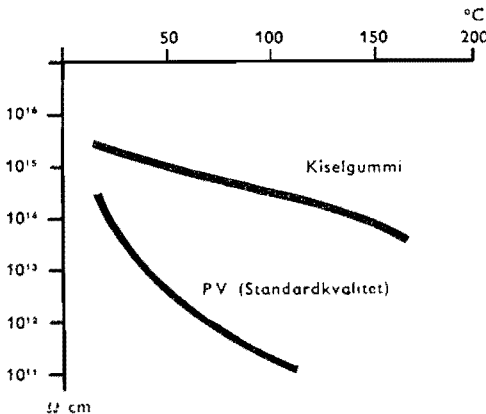


Bild 5.5.2-7. Resistivitetens temperaturberoende hos kiselgummi och PV



#### 5.5.2.3.4 *Åldringsbeständighet (bild 5.5.2-8)*

Åldringsbeständigheten för kiselgummi vid 200° C är ungefär densamma som för naturgummi vid 70° C. Väderbeständigheten är mycket god även i tropiskt klimat.

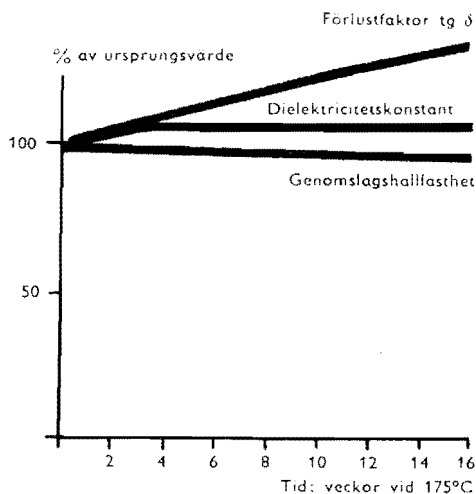


Bild 5.5.2-8.

*Dielektricitetskonstantens, förlustfaktorns och genomslags hållfasthetens förändring hos kiselgummi under åldring vid 175° C*

#### 5.5.2.3.5 *Kemikalieresistens*

Kiselgummi är ytterst beständigt mot ozonangrepp och har god motståndskraft mot ett flertal syror och baser. Organiska lösningsmedel förorsakar svällning av gummit, men efter torkning återtager de sina ursprungliga egenskaper. Motståndskraften mot animaliska och vegetabiliska oljor samt tunga smörjoljor är god.

#### 5.5.2.3.6 *Eldbeständighet*

Kiselgummi fortplantar ej eld samt utmärker sig därigenom att det bibehåller goda isolationsegenskaper även då det utsätts för öppen låga.

## Ingjutning i isolermassa

5.6

Ingjutmingsmassor utgörs huvudsakligen av tre typer, fenolharts, polyesterharts och epoxiharts (araldit). Fenoltypen är i allmänhet olämplig för elektroniska apparater och lämnas här ur räkningen.

*Polyesterharts*, som är relativt tunnflytande (sirapsliknande), modifieras genom tillsatser av lämpliga monomer, t e styren, och stelnar antingen vid rumstemperatur eller vid högre temperatur genom tillsats av katalysator och acceleratorer (härdare). Vid noggrann temperaturbehandling är gjutmassan mekaniskt och elektriskt stabil.

*Epoxiharter* har olika viskositet. Tillsats av härdare, vanligen en amin eller sur förening, jämte värme överför dessa hartsar till hårda kroppar. Vissa epoxiharter härdnar vid rumstemperatur, men samtliga typer av polyester- och epoxiharter erfordrar dessutom en efterhärdning vid högre temperatur. Krympningen i samband med temperaturbehandlingen minskas genom att man använder minsta möjliga mängd härdare.

Typer som härdnar vid rumstemperatur (kallhärdande) utvecklar i allmänhet värme genom exotermisk reaktion.

Vissa material är olämpliga i samband med hartsgjutningar och skall därför undvikas. Gummi innehållande svavel, vissa typer av fenolharts laminat och exponerad koppar, antingen förhindrar lokal härdning eller missfärgar massan. Koppar och dess föreningar skall täckas genom förtenning (vitkokning), försilvring eller målning.

Vid ingjutning av detaljer skall tillses att massans temperaturutvidgningssegenskaper inte menligt inverkar på komponenterna.

Elektronrör skall icke ingjutas.

Vid ingjutning tillses att värmen leds bort från inbäddade värmealstrande komponenter, exempelvis genom metall-ledning.

Gjutna enheter typprovas genom temperaturchockprovning (+ 85° C till - 40° C) med minst 10 cykler. Sprickbildning får icke förekomma vid godkänt prov.

Efter temperaturchockprovningen kontrolleras enheterna genom ett fuktprov (+ 55° C, 100 % rel fukthalt, 72 timmar). Vid kontroll av enheten får någon försämring av egenskaperna (isolationsresistansen) icke godtas.

## 5.7 **Metaller**

### 5.7.1 **Korrosion**

Använd icke metaller i kontakt med varandra, där korrosion kan tänkas uppträda. Se vidare kap 6.

### 5.7.2 **Järn och stål**

Dessa metaller används endast där fordran på elektromagnetisk funktion och på mekanisk hållfasthet föreligger.

Gjutjärn skall normalt icke användas. Ståldetaljer skall vara ytbehandlade mot korrosion.

### 5.7.3 **Zink**

Den mekaniska hållfastheten hos pressgjuten zink försämras med tiden. Zink bör därför icke användas på platser där hållfastheten är av betydelse.

### 5.7.4 **Magnesium**

Användning av magnesiummaterial erfordrar godkännande av beställaren.

### 5.7.5 **Stålfjädrar**

Stålfjädrar skall vara behandlade mot vätesprödhet.

### 5.7.6 **Beryllium-kopparfjädrar**

Beryllium-kopparfjädrar skall värmebehandlas till föreskriven temperatur.

**Textilier** 5.8

Textilmaterial skall vara krympt före tillverkningen eller också skall utrymme lämnas för krympning. I varje fall skall passning vara för handen både före blötläggning i vattenledningsvatten vid rumstemperatur och efter torkning i rumstemperatur.

**Smörjmedel** 5.9

Lista över godkända smörjmedel erhålls från beställaren. Smörjmedel skall fungera tillfredsställande vid  $-40^{\circ}\text{C}$ .

**Övrigt** 5.10**Kylvätskor** 5.10.1

Kylvätskor skall ha hög flampunkt och icke avge toxiska gaser. Vidare skall de vara kemiskt neutrala till omgivande delar (värmväxlare och rör).

**Transformatorolja** 5.10.2

Transformatorolja kontrolleras enligt SEN 14-02/1952 Kvalitetsbestämmelser för transformatorolja i leveranstillstånd.



## YTBEHANDLING OCH MÅLNING

6.

### Allmänt om ytbehandling och målning

6.1

Då det är av största betydelse för materielens användbarhet att ytbehandlingens är tillfredsställande utförd bör detta område ägnas största omsorg och noggrannhet. 6.1.1

Anvisningarna avses huvudsakligen som ledning vid val av lämplig ytbehandling och målning av elektronisk materiel. Hänvisningar görs därvid till 6.1.2

- IVA:s (Ingenjörsvetenskapsakademiens) anvisningar och normer för korrosionsskydd (K-nr)

- KATF:s materialnormer för ytbehandling och målning (Yb-nr)  
Dessa erhålls från KATF/NB, Stockholm 80.

För kontroll av att ytbehandling och målning är tillfredsställande utförd skall provstycken överlämnas till beställaren för godkännande, innan tillverkning sker. 6.1.3

Skikt tjockleken hos metallplätering kontrolleras enligt särskilda föreskrifter. 6.1.4

Målning (lackering) kontrolleras med särskild inriktning på korrosionsskyddet, vidhäftningen till underlaget, segheten hos filmen, dennas tjocklek samt kulören, bl a med hänsyn till beständigheten mot inverkan av solljus och fukt. 6.1.5

Ytbehandlingens av fjädermaterial kontrolleras bl a för konstaterande av att vätesprödhets elimineras. 6.1.6

Angivna skikt tjocklekar är minimivärden efter erforderlig efterbehandling, såsom polering, borstning, kromatering. 6.1.7

Vid bearbetning av detaljer tillses att angivna mått innehålls efter det att ytbehandling skett. 6.1.8

## 6.2 Ytbehandlingsfaktorer

### 6.2.1 Miljöförhållanden

Ytbehandlingen bör avpassas till driftförhållandena. Hänsyn måste även tas till lagringsförhållanden och den tid som materielen hålls i förråd. Förrådsmiljön kan ofta vara sådan att kraftiga angrepp uppstår på ytbehandlingen.

Materielen utsätts för nötning vid hantering och transport, vilket ställer stora krav på ytbehandlingens mekaniska hållfasthet. Vid skada på målningen skall underliggande korrosionsskydd vara effektivt.

Materielen utsätts för fuktangrepp, som orsakar korrosion. Fukt som utfaller som kondens, regn och vatten, bildar nämligen tillsammans med smuts och dammpartiklar, som vanligen innehåller salter, en elektrolyt. Om denna elektrolyt får tillfälle att kvarligga längre tid åstadkommer den tillsammans med metaller och oxider elektrokemiska reaktioner med rost och andra korrosionsprodukter som slutprodukt. Papp- och kartongförpackningar kvarhåller fukten avsevärd tid och har visat sig orsaka svår korrosion.

Reaktionen påskyndas vid höjd temperatur. Den kombinerade verkan av nötning, fukt och temperatur ökar korrosionen.

### 6.2.2 Kontaktpotentialfaktorer

Om metaller med olika kontaktpotentialer (se tabellen nedan) fogas samman uppstår genom fuktens inverkan korrosion i hopläggningsytan. Även hopfogning av metaller med icke-metalliska material kan ge upphov till korrosion.

Hopfogning av metaller med stor potentialdifferens skall därför undvikas eller, om detta inte är möjligt, skall metallerna på effektivt sätt elektriskt isoleras från varandra.

*Metaller i den galvaniska spänningskedjan*

Volt	Anodisk sida — korroderande
– 1,60	Magnesium, magnesiumlegeringar
– 1,05	Zink, pressgjuten zink, elförzinkning av stål Kadmium, elkadmiering av stål
– 0,75	Aluminium, duralumin, silumin
– 0,60	Stål, gjutjärn
– 0,55	Tenn, bly, lödtenn, bly-silverlod
– 0,25	Koppar, mässing, brons, nickelkoppar (monel) Nickel, nickelkromleg (inconel), silverlod
– 0,20	Elförkromat stål, rostfritt stål 18/8, 18/8/3
± 0	Silver, elförsilvrad koppar, rhodium på försilvrad koppar
+ 0,15	Guld, platina, grafit
	Katodisk sida — skyddad

Metaller med negativ potential i förhållande till andra utsätts därvid för korrosion. Vissa metaller, såsom magnesium, zink och legeringar inom dessa grupper, är starkt negativa i förhållande till andra metaller och därför särskilt utsatta för korrosionsangrepp.

En god regel är att potentialskillnaden får utgöra högst 0,25 volt. Vid högre potentialskillnader bör elektrisk isolation tillgripas.

Genom plätering med lämpliga metaller kan visst skydd erhållas. Härvid måste pläteringen vara tät (icke porös), så att fuktgenomträngning förhindras. En tät plätering betyder oftast att skiktet måste vara tillräckligt tjockt.

Den elektriska strömmens gång mellan metallerna kan ytterligare förhindras genom inläggning av en isolerande komponent, med vilken kontaktytorna bstryks före hopläggningen. Efter hopläggningen bör även fogen tätas. Kontaktytor där dylik kontaktkomponent inte kan användas, t ex skruvgångor, skyddas i viss utsträckning genom påläggning av temporära skyddsmedel, t ex vaselin, lanolin, ytolja, kiselfett.



### 6.2.3 Konstruktionsfaktorer

Korrosionsskyddet genom ytbehandlingen kan mer eller mindre sättas ur funktion på grund av konstruktiva förhållanden, t ex innestängning eller kvarhållande under längre tid av korroderande elektrolyter. Hit hör överlappningar i samband med punktsvetsning, djupa kaviteter, såsom bottenhål, skruvgångor, vattenfickor, fuktfilm vid kopplingsplintar med direkt anliggning mot plåt.

Vid vissa tillverkningsprocesser är det svårt att avlägsna korrosiva ämnen, t ex vid betning, rengöring, svetsning och lödning. En efterföljande ytbehandling, t ex målning, förhindrar icke effektivt att fukt tränger igenom, med korrosion som följd.

Om olämpligt isolermaterial, t ex klorhaltigt papper, tejp, används kan korrosion angripa lindningar, så att vid små tråddimensioner avbrott uppstår.

I utrymmen tillslutna genom packningar, t ex gummipackningar, kommer med tiden att samlas vatten, som ger innanmätet en hög relativ fukthalt (närmare 100 %) och därigenom kan orsaka kraftiga korrosionsskador.

Fuktabsorberande material, såsom silikagel, kan förlänga tiden för angreppet, men skyddar icke i mättat tillstånd. Endast hermetiskt tillslutna utrymmen innehållande torkad luft eller inert gas eller utrymmen helt utfyllda av fuktgenomträngligt material kan skyddas för dylik åverkan.

### 6.3 Sammanställning av rekommenderade ytbehandlingar

I denna sammanställning hänvisas till moment där dessa ytbehandlingar närmare specificeras.

*Aluminiumdetaljer:* betning  
inuti apparater: ingen ytbehandling  
frontpanel: eloxering, 6.6.2  
svetsning: 6.6.4  
målning: 6.6.5

*Axlar* av stål pläteras icke. De bestryks med fett eller oljas.

Axlar för lager skall smörjas med olja för låga temperaturer  
(— 40° C)

- » av mässing: vitkokas, 6.5.4
- » av rostfritt stål: ingen ytbehandling

*Handtag* på paneler; av stål: förnicklas, 6.4.5

*Kopplingsplintar*, laminat — vakuuminpregnerade, se 6.9.3

<i>Lödstitf</i>	}	vitkokas: 6.5.4, tenndoppas
		försilvras: 6.5.1
<i>Lödstätär</i>	}	petrolatumdoppas: 6.9.6

*Magnesiumdetaljer*: 6.8

<i>Målning</i> : markmateriel: kulörer	6.10.1
frontpanel på stativ	6.10.1
» » fältmateriel	6.10.1
lådor av stål: lackering	6.10.3
lådor av trä:	6.10.2

*Mässingsdetaljer*: i apparater: vitkokas, 6.5.4

*Petrolatumdoppning*, se 6.9.6

*Reläbryggor*: förnicklas, se 6.4.5

*Rostfria ståldetaljer*: ingen ytbehandling, infettning; detaljer i kontakt med gummi målas

*Selenelement*, lackering: särskilda föreskrifter

*Skrivar, muttrar, brickor*

<i>av stål</i> : elförzinkas och kromateras	6.4.1
» elkadmieras » »	6.4.2
» förnicklas	6.4.5
<i>av mässing</i> : vitkokas	6.5.4
» förnicklas	6.5.2

*Ståldetaljer*: elförzinkas och kromateras: 6.4.1  
elkadmieras och kromateras: 6.4.2  
lackering: 6.4.8

*Stålfjädrar*: 6.4.10

*Transformatorer*: impregneras: 6.9.2

*Tryckta ledningar*: impregneras: 6.9.4

*Tråldådor*: målning: 6.10.2

*Zinkdetaljer*: 6.7.1

## 6.4 Ytbehandling av stål

### 6.4.1 Elförzinkning av stål

Elförzinkning jämte kromatering är den normala ytbehandlingen av ståldetaljer. Elförzinkning utförs enligt Yb 0103, och kromatering enligt Yb 1202.

Skiktjockleken är därvid minimum 12  $\mu\text{m}$  och maximum 24  $\mu\text{m}$  beroende på korrosionsrisken. Zinksiktet skall vara fritt från blåsbildning.

### 6.4.2 Elkadmiering av stål

Elkadmiering utförs av

- a) muttrar, skruvar och brickor och andra detaljer med små dimensioner
- b) plåtdetaljer

Den utförs enligt IVA K 3222 med min 12  $\mu\text{m}$ , och skall åtföljas av kromatering enligt särskilda föreskrifter.

Kadmiering skall icke användas i oventilerade utrymmen där fenolisolerade detaljer finns. Fenol angriper kadmium. Elkadmierat stål avger giftiga gaser vid svetsning.

**Elförtening av stål** 6.4.3

Elförtening används där tennlödning erfordras. Den utförs enligt IVA K 3242 med en skiktjocklek av ca 20  $\mu\text{m}$ .

Korrosiva rester skall effektivt avlägsnas. För att underlätta hoplödning bör ytan petrolatumbehandlas, se 6.9.6.

**Elförkoppling av stål** 6.4.4

Elförkoppling används för att öka den elektriska ledningsförmågan, och utförs enligt IVA K 3282.

För förkopprad ståltråd, copperweld, gäller särskilda föreskrifter.

**Elförnickling av stål** 6.4.5

Elförnickling begränsas vanligen till detaljer som utsätts för nötning och hantering. Den utförs även på de magnetiska kretsarna hos reläer. Elförnickling utförs enligt IVA K 3262. Skikt som utsätts för nötning bör ha en tjocklek av minst 20  $\mu\text{m}$ .

**Elförkromning av stål** 6.4.6

Elförkromning används för detaljer som nöts kraftigt. Den utförs enligt IVA K 3272. Vanligen sker förkoppling + förnickling + + förkromning med 20  $\mu\text{m}$  nickel och 0,25  $\mu\text{m}$  krom för hållbart utförande.

**Rostfritt stål** 6.4.7

Rostfritt stål ytbehandlas icke. Ytan skall rengöras från flagor. Sker kontakt mot gummi bör metallen dock målas.

**Lackering av stål** 6.4.8

Se 6.10.3.

**Svartoxidering av stål** 6.4.9

Då svart yta erfordras för värmeöverföring bör lämpligt skydd av metallen åstadkommas.

Ytan bör sandblästras för att bli »rå».

Svartoxidering utförs enligt IVA K 3411 och Yb 1102, svartförnickling enligt IVA K 3262, bl 2.

#### 6.4.10 Ytbehandling av stålfjädrar

Kallslagna kolstålsfjädrar skall betas före ytbehandlingen. Tätslagna fjädrar skall utspännas vid ytbehandlingen. Betningsprocessen och elpläteringen försämrar fjädrarnas mekaniska egenskaper. De skall därför efter ytbehandlingen undergå en värmebehandling för eliminering av vätesprödhet (se nedan). Efter betningen elförzinkas fjädrarna och genomgår därefter en lågtemperaturbehandling (exempelvis oljekokning).

Efter temperaturbehandlingen sker kromatering. Om fjädrarna inte skall lackeras skall kromateringen åtföljas av doppning i oljevattenemulsion (olja-vatten 10/90) eller i petrolatum (se 6.9.6). Lackering utförs med Yb 4348.

*Vätesprödhet* elimineras genom värmebehandling, minst 2 timmar vid en temperatur av ca 200° C. Fjädrarna skall icke utsättas för någon mekanisk påkänning före denna värmebehandling.

*Elektrisk kontakt* över fjädrar skall ske genom separat ledning och icke genom fjädrarna.

Fjädrar av *rostfritt stål* erfordrar inte någon ytbehandling eller lackering. Oljekokning rekommenderas dock för utjämning av ytspänningar.

### 6.5 Koppar och kopparlegeringar

(Hit räknas fjädermaterial, såsom fosforbrons, nickelsilver och berylliumkoppar)

#### 6.5.1 Elförsilvring

Försilvring används för

- a) lödstjärtar, lödstöd, rörhållarfjädrar
- b) kontaktstift och - hylsor
- c) omkopplarkontakter för liten strömbelastning
- d) elektriska ledare (t ex vågledare), som för ström över 30 MHz

- e) kontaktbanor, svirvlar (varvid grovförsilvring bör användas)  
Hårdpolering efter försilvringen förbättrar slitstyrkan. Koppar-  
kol bör användas.

För lödstjärter och kontaktstift föreskrivs en skiktjocklek av  
minst  $7,5 \mu\text{m}$ . För att underlätta lödning efter förrådsförvaring  
bör petrolatumdoppning (se 6.9.6.) användas.

### **Elförnickling**

6.5.2

Elförnickling används för detaljer som utsätts för mekanisk nötning, såsom skruvar, muttrar och brickor. Förnickling kan utgöra alternativ till försilvring av kontaktstift och -hylsor vid stor nötning.

För att ytterligare förbättra slitstyrkan kan enligt överenskommelse med beställaren  $0,3 \mu\text{m}$  krom påläggas enligt IVA K 3272. Elförnickling utförs enligt IVA K 3262. Ytan skall före förnicklingen vara polerad för att bli jämn och blank.

Skiktjockleken bör vara minst  $10 \mu\text{m}$ , om inte annat överenskommes.

### **Förzinkning och kromatering**

6.5.3

Förzinkning och kromatering används för att begränsa potentialskillnaden mellan metaller då så erfordras.

### **Vitkokning, förtening**

6.5.4

Mässingsdetaljer som inte erfordrar speciell ytbehandling skall vitkokas enligt Yb 0404. Ytor som skall lödas varmdoppas. Petrolatumdoppning är önskvärd för att underlätta lödning efter förrådsförvaring.

### **Förgyllning**

6.5.5

Förgyllning används på elektriska kontaktdelar som för svaga strömmar. Förgyllningen skall vara slitstark och kräver därför ett underlag av nickel (vanligen  $10 \mu\text{m}$ ). Hårdförgyllningen utförs enligt särskilda föreskrifter (guld-nickel, guld-kobolt). Skiktjockleken varierar mellan  $1 \mu\text{m}$  och  $5 \mu\text{m}$ , beroende på vilken slitstyrka som önskas.

### 6.5.6 Svärtning

Svärtning utförs enligt gällande praxis.

## 6.6 Aluminium och aluminiumlegeringar

### 6.6.1 Ingen ytbehandling

Aluminium utan ytbehandling används endast för detaljer inuti apparater. Plåt, silumindetaljer, rör erfordrar därvid normalt ingen ytbehandling.

### 6.6.2 Eloxering

Eloxering utförs av aluminiumdetaljer utsatta för nötning. Ytan blir därvid inte elektriskt ledande. Eloxering utförs enligt IVA K 3416, Yb 1104.

### 6.6.3 Lödning

För att aluminium skall kunna lödas måste det först förkoppras, 25  $\mu\text{m}$ , och sedan förtennas, 25  $\mu\text{m}$ . Petrolatumdoppning (se 6.9.6.) är önskvärd. Se även 8.5.4.6.

### 6.6.4 Svetsning

Flussmedlet måste omsorgsfullt avlägsnas, emedan det verkar starkt korroderande. Fogen betas i 5-procentig svavelsyra, som helst bör vara het (50–60° C), under ca 5 min. Kvarsittande flussrester avlägsnas genom borstning med stålborste. Fogen sköljs därefter noggrant med vatten.

Fogen neddoppas därefter under ca 2 minuter i en varm kromsyralösning (ca 10 gram kromsyra per 10 liter vatten). Fogen och dess omgivning målas med en zinkkromatprimer (Arvid Lindgrens nr 864 eller likvärdig).

### 6.6.5 Målning

Målning och förbehandling utförs enligt Yb 3104.

## **Zink och zinklegeringar** 6.7

### **Zinkdetaljer** 6.7.1

Zinkdetaljer skall kromateras enligt Yb 1202 och därefter målas.

## **Magnesium och magnesiumlegeringar** 6.8

### **Allmänt**

Magnesium, som är den mest korrosionsbenägna metallen, måste ytbehandlas med den största noggrannhet och omsorg, för att korrosionsskyddet skall bli tillfredsställande och färgen få säkert fäste. 6.8.1

Om magnesiumlegeringar under ogynnsamma omständigheter kommer i direkt kontakt med trä eller tunga metaller, såsom koppar, mässing, stål eller kopparlegerad aluminium, inträffar en mycket kraftig och snabbt verkande korrosion.

### **Förbehandling före leverans** 6.8.2

Allt fabrikat av magnesiumlegeringar måste före leverans sandblåstras och kromateras. Kromatering utförs enligt IVA K 3424. Denna ytbehandling räcker som transportskydd och vid förvaring i värmda lokaler med normal relativ fukthalt.

### **Bearbetning** 6.8.3

För bearbetning av magnesiumlegerat gods gäller särskilda föreskrifter. Brandrisk föreligger vid bearbetningen, och explosion kan inträffa vid anhopning av magnesiumdamm. Varningsskyltar skall finnas på arbetsplatsen.



#### 6.8.4 Ytbehandling av passytor

Vid kombination av magnesium med andra metaller bör dessas ytor behandlas på sådant sätt att det blir minsta möjliga kontakt mellan dem. Ytorna bör elförzinkas, varvid alla badrester omsorgsfullt sköljs bort, då de verkar starkt korroderande på magnesiumdetaljer. Efter krcmatering isoleras anliggningsytorna med grundfärg, syrafri vaselin eller mellanlägg, beroende på de till förfogande stående toleranserna. Efter montering tätas alla fogar genom målning för att förhindra tillträde av fukt.

#### 6.8.5 Elektriskt ledande förband

Elektriskt ledande förband bör åstadkommas genom separat ledningsdragning, icke med skruvförband.

#### 6.8.6 Skruvförband

Stålskruvar skall vara förzinkade eller kadmierade. Skruvarna skall dessutom doppas eller infettas med vaselin före idragning. Isolerande brickor bör därvid användas. Därefter målas hela skruvförbandet.

#### 6.8.7 Nitförband

Mellan en magnesiumlegering och en annan lättmetall bör nitar av tunga metaller eller av kopparhaltig lättmetall icke användas. Nitar av hydronalium eller renaluminium (eloxerade) bör om möjligt användas.

Vid nitning till tunga metaller bör nitarna vara elförzinkade. Under nithuvudet, som placeras mot magnesiumlegeringen, läggs en isolerande bricka. Före nitningen skall ytorna målas med lättmetallgrundfärg för att fukt inte skall tränga in i fogen. En dylik målning är likaledes lämplig då delarna består av magnesiumlegering. Efter nitningen målas hela förbandet.

#### 6.8.8 Material för isolerande mellanlägg

Klorfria laminat, tätade mot fukt, neutrala plastfolier, helst av polyeten, klor- och syrafritt oljepapper, gummi.

### **Målning av magnesiumlegeringar** 6.8.9

Om olja och fett efter kromateringen förorenat ytorna skall dessa avfettas med organiska lösningsmedel. Det avfettade godset skall väl skyddas mot alla slag av föroreningar och bör sålunda icke beröras med oskyddade händer eller smutsiga skyddshandskar.

Målningen utförs enligt Yb 3104. Målning av aluminium- och magnesiumlegeringar.

### **Impregnering** 6.9

#### **Allmänt** 6.9.1

Vid impregnering skall sådana lacker och impregneringsmedel användas som har en mjukningstemperatur över 70° C.

#### **Impregnering av transformatorer o d** 6.9.2

Transformatorernas lindningar skall vakuumimpregneras med härdande lack, dels för mekanisk stabilisering av lindningen, dels som skydd mot fuktangrepp. Impregneringsmedel med mjukningstemperaturer lägre än 100° C får icke användas. Dessförinnan skall man ha kontrollerat att impregneringen inte skadar tråd-  
emaljeringen. Impregneringen skall utföras så, att eventuella lösningsmedel i lacket effektivt avlägsnas från lindningens inre delar, vilket kontrolleras genom isolationsprov eller uppsågning.

Transformatorns yttre, även kärnan, impregneras därefter mot fuktangrepp.

#### **Impregnering av laminat** 6.9.3

Sågade och stansade laminat skall efter bearbetningen vakuumimpregneras med lämpligt jordvax, ceresin, ozekerit etc.

#### **Impregnering av tryckt ledningsdragning** 6.9.4

Efter färdigställandet av tryckt ledningsdragning skall lödsidan impregneras med fuktsäkert lack.

### 6.9.5 Impregnering av ebonit och gummidetaljer

Detaljerna tvättas noga i såpa och vatten eller i metylalkohol.

Efter torkning impregneras detaljerna i följande komponent:

4 viktdelar bästa paraffinvax

4 » » terpentin

Ytorna beläggs med en tunn film av nämnda komponent.

### 6.9.6 Petrolatumdoppning

Petrolatumdoppning, vilken föreskrivs i en del fall, består i doppning av detaljen i 1-procentig lösning av vattenfri vaselin (t ex Chesebroughs Vaseline) i lacknafta (white spirit). Lösningen får avrinna och detaljen får torka i torr luft. Denna behandling ger en nästan omärklig film av neutralt kolväte på ytan, vilket förhindrar atmosfärisk anlöpning (svärtning), som försämrar lödbarheten efter en tids förrådsförvaring. Filmen försvårar på intet sätt lödningen.

## 6.10 Målning

### 6.10.1 Färgkulörer för markmateriel

För markmateriel föreskrivs olivgrön färg enligt likare KATF 325 HM, 1960, som erhålls från KATF/NB, Stockholm 80. Se Yb 4101.

Apparater som skall användas i det fria skall ha samma kulör på frontpanelen. På apparater monterade i stativ målas frontpanelen ljusgrå (aluminiumbrons).

### 6.10.2 Målning av trälådor

Se Yb 3105.

#### 6.10.2.1 Plywoodlådor

Plywoodlådor målas invändigt med linolja och fernissa samt utvändigt 2 gånger med olivgrön färg.

**Målning av plåtlådor**

6.10.3

Vid lackering av lådor av stål skall följande metod användas:

- a) elförzinkning med 5  $\mu\text{m}$
- b) kromatering omedelbart efter elförzinkning
- c) svetsning och nitning
- d) washprimer enligt Yb 4211, torktid min 30 min
- e) brännlackering 2 gånger med tjocklek av min 40  $\mu\text{m}$  enligt Yb 4348



## APPARATSTANDARD

7.

### Uppdelning enligt modulsystem

7.1

#### Allmänna synpunkter

7.1.1

Med modulkonstruktion förstås uppdelning av ett apparatsystem i enheter med dimensioner som kan flerfaldigas med utgångspunkt från en minsta dimensionsenhet, *modulen*. Dimensionsstorlekarna, bredd, höjd och djup, blir därvid bestämda, och vid konstruktion av ett apparatsystem kan man därvid välja de genom modulen fastlagda dimensionerna.

I ett komplicerat system har det visat sig erforderligt att avgränsa funktionerna i skilda enheter för att underlätta utveckling, tillverkning, underhåll och service. Det har därjämte visat sig att driftsäkerheten befrämjas av en lämplig funktionsuppdelning i apparatenheter. Uppdelningen bör därvid ske i så många enheter som från elektrisk och fysikalisk synpunkt är praktiskt med hänsyn till platsutnyttjning och driftsäkerhet. En apparatenhet kan i sin tur innehålla eventuellt inpluggbara underenheter, ofta utgörande funktionsenheter med begränsad uppgift, exempelvis diskriminatorer, filter. För varje apparatenhet i systemet skall därvid kraven på in- och utdatafunktioner bestämmas.

För att underlätta konstruktion, tillverkning och underhåll har det visat sig praktiskt att uppbygga apparatenheterna enligt ett modulsystem med dimensionsstorlekar, begränsade till ett mindre antal typer och med ett enhetligt utförande.

Varje tillverkare har i detta sammanhang haft anledning att i största möjliga utsträckning basera sin tillverkning på egna standardiserade enheter.

I det följande kommer att beskrivas en metod för apparatkonstruktion enligt modulprincipen, som under årens lopp visat sig erbjuda stora fördelar.

## 7.1.2 Modulsystemets fördelar och nackdelar

### 7.1.2.1 Modulsystemets fördelar

a) *Utvecklingsarbetet.* Genom lämplig uppdelning i funktionsenheter med givna in- och utdata kan utvecklingsarbetet fördelas på flera händer alltefter skicklighet och erfarenhet hos personalen. Genom noggrann planering kan utvecklingsarbetet på ett komplicerat system bedrivas på ett flertal parallella vägar med tidsvinst som följd.

Vid laboratoriarbetet kan plåtfärdiga enheter utnyttjas varigenom man dessutom vinner fördelen att dessa i ett tidigt utvecklingsskede kan sättas in i apparatsystemet för verifiering av den planerade systemlösningen.

b) *Konstruktionsarbetet* underlättas genom att ritningsarbetet förenklas i och med att enhetssystemet är konstruerat och utprovat i förväg. Ritningsarbetet begränsas i stället till håltagning, placering av komponenter och schemaritning.

c) *Tillverkningen* omfattar huvudsakligen hålstansning, montering av komponenter, ledningsdragnings och trimning. Tillverkningskontrollen underlättas genom uppdelningen i funktionsenheter och kan utföras med relativt enkel instrumentutrustning vid kontrollstationerna. Kraven på personalens tekniska skolning behöver därför inte ställas så högt.

d) *Driftsäkerheten* befrämjas genom att felaktiga enheter lätt kan ersättas av reservenheter. Driftavbrotten blir därför av kort varaktighet.

I en del fall kan funktionsenheter av viss typ ingå i flera apparatsystem, t ex förstärkare, omformare av nätspänningar. Dylka enheter kan genom omsorgsfull utprovning bibringas en hög grad av driftsäkerhet, som i sin tur befrämjar systemets driftsäkerhet. Goda drifterfarenheter från dylka funktionsenheter ger anledning till sammanställningar av rekommenderade kopplingar.

Genom uppdelningen i funktionsenheter har man därjämte möjlighet att under det att apparaten är i drift och anledning därtill föreligger utveckla enheter med förbättrade egenskaper, som kan tillföras apparaten utan nämnvärt driftavbrott.

- e) *Underhåll och service* underlättas genom uppdelningen i utbytbara reservenheter, som utan trimning kan inkopplas i apparaten. Servicearbetet underlättas genom förenklad och avgränsad felsökning. Uppdelningen gör det lättare att komma åt felaktiga komponenter i och för ersättning eller reparation.

### Modulsystemets nackdelar

7.1.2.2

- a) *Begränsad användning*. Modulindelningens fördelar kan inte generellt utnyttjas vid all apparatbyggnad. Konstruktionslösningar, som erfordrar lätt och kompakt uppbyggnad, samt konstruktioner som måste anpassas till den avsedda användningen kan oftast inte utföras enligt denna princip. Hit hör konstruktioner som av utrymmesskäl måste »skräddarsys», t ex apparater som måste anpassas till flyg- och robotutrymmen, bärbara stationer. Inpluggbara underenheter med små dimensioner kan dock i dylika fall med fördel utnyttjas.
- b) *Kontaktosäkerhet*. I och med uppdelningen i ett flertal enheter, som snabbt skall kunna inpluggas i systemet, införs ett stort antal kontaktnordningar som kan försaka felyttringar. Denna nackdel måste därför bemästras genom att stor omsorg nedläggs på kontaktnordningarnas tillförlitlighet. Kontaktmaterialens egenskaper kontrolleras genom slitprov och korrosionsprov. Valet av kontaktmaterialens ytbehandling är av stor betydelse, inte minst med hänsyn till det förhållandet att lång tids vila hos kontaktelementen orsakar kontaktosäkerhet, som annars genom ömsesidig rörelse vanligen elimineras. Genom val av lämplig guldplätering av kontaktelementen kan man ernå god kontaktsäkerhet.



### 7.1.3 Elektriska krav vid modulkonstruktion

7.1.3.1 Konstruktionen skall tillåta en lämplig funktionsuppdelning, så att enheterna kan placeras med minsta hänsyn till varandra.

Enheterna skall därför vara väl skärmade för undvikande av ömse-sidig koppling.

7.1.3.2 In- och utkretsar får icke vara kritiska med hänsyn till lednings-dragningen mellan enheterna. In- och utimpedanser skall därför i största utsträckning ansluta sig till standardiserade värden (tele-fonfrekvenser: 600 ohm, högfrekvenser: 50 ohm).

7.1.3.3 Säkra kriterier skall kunna fastläggas för varje enhet, så att enheter-na kan ersättas av andra av samma typ utan att justering (trim-ning) erfordras. Enheterna skall kunna provas med full funktion, när de tagits ut från sina platser i systemet.

Enheternas anslutning med skarvkabel till systemet skall sålunda icke påverka funktionen.

7.1.3.4 Enheter skall icke avge några bisignaler, som i andra sammanhang kan utgöra störningskällor.

7.1.3.5 Enheterna förses med möjligheter för funktionskontroll under drift. Önskvärt är att enheten förses med automatisk felfunktions-indikering.

7.1.3.6 Enheterna skall i största utsträckning vara termiskt oberoende av varandra. Varje enhet skall därför, om funktionen det fordrar, vara temperaturkorrigerad.

7.1.3.7 Under drift erforderliga triminställningar skall vara åtkomliga från frontpanelen.

### 7.1.4 Konstruktiva krav vid modulkonstruktion

7.1.4.1 Modulen för apparatdimensionerna skall tillåta tillfredsställande antal variationer.

7.1.4.2 Varje enhet skall utföras så att den tillåter bekväm hantering och transport. Den skall sålunda vara mekaniskt stabil och robust samt utgöra ett effektivt skydd för ingående detaljer.

- Stativet för enheternas placering och elektriska hopkoppling skall vara mekaniskt stabilt och tillåta effektiv kylning av enheterna. 7.1.4.3
- Enheterna jämte stativet bör kunna byggas in i det standardiserade apparatstativet, SEN R 430115. 7.1.4.4
- Enheterna skall kunna bekvämt anslutas till stativet för att möjliggöra snabbt utbyte. Gejder, styrstift, låsanordningar och märkning skall vara tillfredsställande utförda. 7.1.4.5
- Kontaktsystemet skall fungera säkert och vara av standardiserat utförande för att möjliggöra anslutning av standardiserade enheter. 7.1.4.6
- Kontaktsystemet skall medge tillfredsställande antal kontaktmöjligheter.
- Kontaktsystemet skall vara så utfört att anslutning kan ske med kontakter av koaxialtyp för högfrekvens.
- Ledningsdragningen i stativet för ingående enheter skall vara över-skådligt utförd. 7.1.4.7
- Stativet skall medge anslutning av enheter med olika djupdimensioner (enheter med djupdimensioner mindre än de för stativet maximalt möjliga). 7.1.4.8

## Apparatstandard KATF 7.2

### Modullösning 7.2.1

Vid bestämning av lämplig modul har utgångspunkten varit anpassning till dimensioner för stativstandard enligt SEN R 430115, som i huvudsak överensstämmer med den amerikanska 19"-standard. Fördelen härmed är bl a att materiel som konstruerats efter denna standard kan placeras i standardstativet.

#### *Breddmodul*

Den maximala apparatbredden bakom panelen enligt stativstandard är 440 mm, men för att kablar eller gejdandordningar skall få plats vid sidorna har det för modulindelningen tillgängliga ut-

rymmet begränsats till 400 mm. Detta utrymme har uppdelats i fem delar, varför breddmodulen sålunda blir 80 mm. (Försök har gjorts att använda en breddmodul av 50 mm, men utnyttjningen av utrymmet blev icke tillfredsställande vid användning av normala komponentstorlekar.)

Från modulen måste borträknas 3 mm för gejdstyrning och spel, varför apparatbredderna blir 77, 157, 237, 317 och 397 mm.

### *Höjdm modul*

För att erhålla lämplig apparathöjd har det visat sig ändamålsenligt att utgå från en standardiserad panelhöjd, nr 5 med höjden 221,4 mm. Denna höjd har uppdelats på två apparathöjder, 88 och 198 mm. Höjdutrymmet kan sålunda utnyttjas antingen av två apparatenheter ovanför varandra eller av en apparatenhet med höjden 198 mm. Övrigt utrymme används för bottenbalk och, vid två enhetshöjder, dessutom för en mellanbalk.

### *Djupmodul*

Stativstandarden rekommenderar vissa apparatdjup: 180, 250, 320 och 400 mm m fl. Med avdrag för bakre anordningar för anslutningsdon och ledningsutrymme erhålls följande djupmått för apparatenhet: 155, 225, 295 och 375 mm.

På bild 7.2.1-1 visas några exempel på användningen av apparatmodulerna för bredd och höjd.

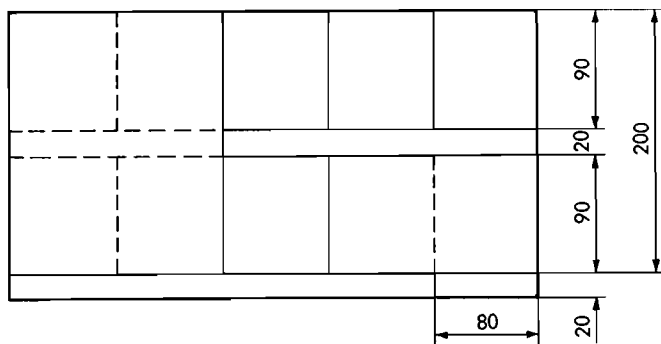


Bild 7.2.1-1. Modulindelning

## Apparatenheternas beteckning

7.2.2

Efter det att apparatenheternas storlek bestämts i enlighet med det föregående och då ett stort antal storleksvariationer på detta sätt erhållits har det visat sig praktiskt att införa en beteckning på enheterna medelst tre siffror, varvid

*första* siffran anger modulbredden  
*andra* » » modulhöjden  
*tredje* » » moduldjupet

Den minsta apparatenheten betecknas sålunda 111. En enhet med dubbla modulbredden, minsta modulhöjden och dubbla djupet betecknas med 212 etc. Se bild 7.3.1-1.

Med fyra moduldjup erhålls 36 olika apparatstorlekar. I praktiken har det emellertid inte visat sig erforderligt att utnyttja denna variationsrikedom.

## Kontaktanordningar

7.2.3

För att enheter av samma typ skall kunna utbytas mot varandra är det nödvändigt att fastlägga en gemensam kontakttyp. Då det samtidigt är nödvändigt att säkerställa åtkomsten av denna kontakttyp för framtiden valdes ett standardiserat kontaktdon enligt FSD 1831:1, ett 8-poligt flatstiftsdon med tillåten likspänning av 500 V, växelspänning 350 V samt 5 A.

Kontaktdonet tillverkas även inom landet, och förbättringar har under årens lopp införts.

Ett högfrekvenskontaktdon av koaxialtyp för bakre anslutning har även utarbetats. Kontakterna utnyttjas för bakre anslutning.

Tvärtemot gängse praxis har de bakre fasta kontakterna utförts med stift, som sålunda blir spänningsförande och åtkomliga efter det att enheten uttagits. Denna nackdel har man dock ansett uppvägas av fördelen att kunna förse de löstagbara enheterna med hylskontakter, som inte kan deformeras vid handhavande och transport av de lösa enheterna. Eftersom de fasta spänningsförande stiften ligger djupt indragna blir de ej åtkomliga för ofrivillig beröring.

### 7.3 Plåtfärdiga enhetsstommar

Efter det att sålunda enhetsstorlekar fastlagts har konstruktionen av enheterna kunnat göras. Av stor betydelse härvidlag har varit att utföra konstruktionen så, att plåtfärdiga enheter för vidare anpassning till färdiga enheter kunde framställas. De delar som härvid måste bearbetas, huvudsakligen håltagning, begränsades till frontplåt och monteringsplatta, som därvid borde ges en enkel form för underlättande av efterbearbetningen. Bakplåten för bl a fastsättning av kontaktnordningarna kunde bearbetas i samband med framtagningen av de plåtfärdiga enheterna. Bild 7.3.1-1 visar plåtfärdiga enheter. I dessa ingår

*bakre plåt* (stål) med fastsvetsade sidoplåtar, med fastnitade anslutningskontakter och med fästanordning för bottenplåt och kåpa

*bottenplåt* (aluminium) med oförlorbar skruv

*kåpa* (aluminium, stål)

*monteringsplåt* (stål)

*frontplåt* (stål)

*handtag* (rostfritt) med samtidig fästanordning för handtag, bottenplåt och monteringsplåt

*låsknopp* (stål), som nitas till frontplåten

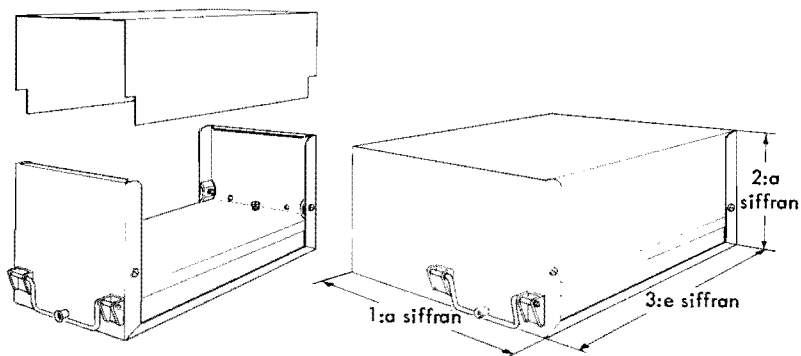


Bild 7.3.1-1. Apparatensbeter

Den använda stålplåten, 1 mm kallvalsad, är elförzinkad och kromaterad. Efter bearbetning kan frontplåt och eventuellt andra plåt detaljer målas i önskad färg.

Den fria höjden ovanför monteringsplåten är 60 mm vid enhets-höjden 88 mm, och 170 mm vid enhetshöjden 198 mm. Fria höjden under monteringsplåten är 26 mm.

Endast de vanligaste enhetsstorlekarna utförs i plåtfärdigt skick, och då de tillverkas i relativt stora serier kan tillverkningskostna-den avsevärt nedbringas.

Andra utförandeformer kan utnyttjas i den fastlagda modulstan-darden. Om en apparattyp skall tillverkas i tillräckligt stor serie kan detta motivera utförande i pressgjuten lättmetallkonstruktion.

## Apparatstativ

7.4

### Dimensioner

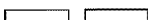

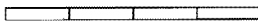
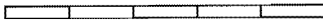
7.4.1

Apparatstativets dimensioner ansluter sig till stativstandarden; se 7.2.1. De i stativet ingående detaljerna medger variationer i upp-byggnaden, dels med hänsyn till modulindelningen i bredd, höjd och djup och dels i det fall att enbart den lägsta modulhöjden kommer till utförande. I det senare fallet blir den totala höjden 113 mm.

### Stativets utförande

7.4.2

Stativet är uppbyggt av plåt detaljer, som kan kombineras för er-hållande av erforderlig variation hos dimensionerna.

180 mm		Ant bottenbalk	2
250			3
320			4
400			5

Stativdjup enl FSD 906

*Bild 7.4.2-1*

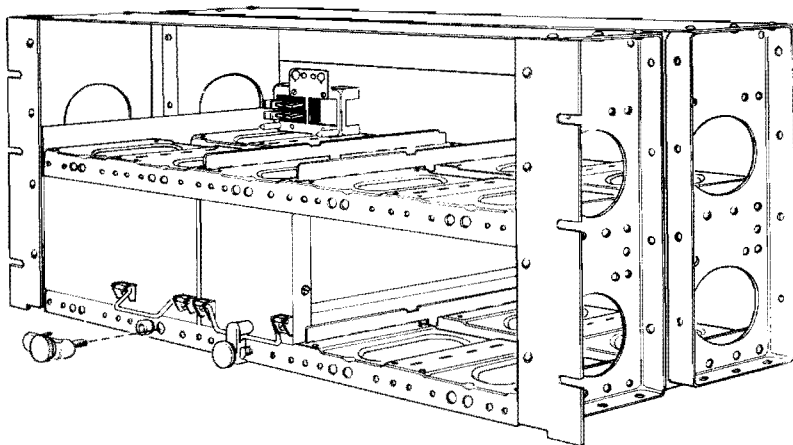


Bild 7.4.2-2

Stativets detaljer har nedbringats i antal och utformats så att anpassning kan ske till ingående modulstorlekar. Grundenheterna är dragna, lådliknande plåtbalkar för att hållfastheten skall bli tillfredsställande (bild 7.4.2-2).

*Bottenbalken*, på vilken enheterna vilar, är försedd med hål för fäste av gejder för breddmodulerna, kontaktbryggor, lås för enheter samt skyltar. Den har vidare lättningshål, som även utnyttjas för ledningsdragningen.

*Sidbalken* nitas ihop med bottenbalkens kortsidor och bildar därmed en ram. Genom att placera flera ramar bakom varandra kan man variera stativdjupet enligt djupmodulen. Ramarna förenas med varandra med hålförsedda linjaler, som nitas vid sid- och bottenbalkarna. Linjalerna levereras i längder och avkasas för önskad djupmodul.

Om stativet skall innehålla enheter med båda höjdmödelerna kapas den övre bottenbalken (mellanbalken) och hålls på sin plats av en plåt, som därvid även tjänstgör som gejd (gejdplåt). Om så erfordras täcks stativet av plåtar (bild 7.4.2-3).

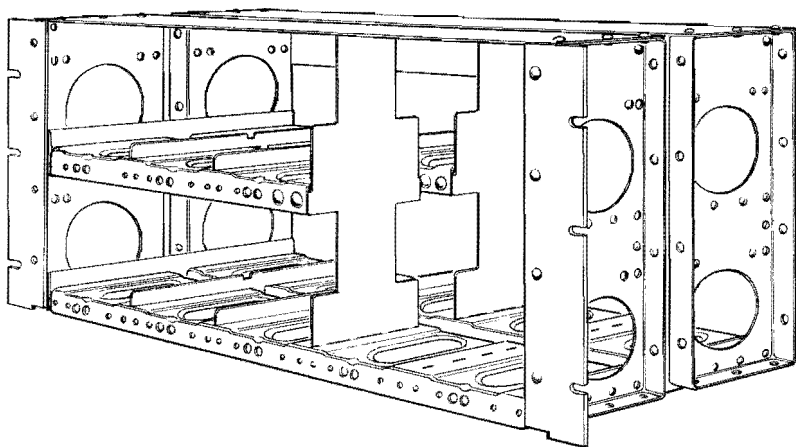


Bild 7.4.2-3

Vid uppbyggnad av stativet erfordras sålunda följande *grunddetaljer*: bottenbalk, sidbalk, eventuellt gejdplåt, sidlinjal, kontaktbrygga, gejder, lås för enheter, skyltar och nitar. Dessa grunddetaljer lagerförs.

För *montering* erfordras följande arbetsmoment: kapning av sidlinjaler och eventuellt bottenbalken, nitning samt fastskruvning av kontaktbrygga och lås.

Plåt detaljerna är elförzinkade och kromaterade vid leverans. Nitningen kan utföras som dragnitning (specialverktyg).

### Kontaktbryggan

7.4.3

Kontaktbryggan är utförd i helpressad plåt och utgör fäste för två 8-poliga kontaktdon med flatstift. En dylik brygga kan placeras för varje breddmodul och även för djupmoduler som är mindre än den största.

Bryggan skruvas fast vid bottenbalken, varvid en fixtur används för att bryggan skall få rätt läge. Bryggan har två styrtstift för enheten. Dessa är placerade så att enheten lyfts något från bottenbalken i inskjutet slutläge för att kärvning till följd av mindre



variationer hos enheterna skall förhindras och för att samtidigt instyrningen av kontaktelementen skall bli noggrann.

Kontaktbryggan är försedd med slitsar för fäste av ledningarna. Möjlighet finnes även för montering av koaxialkontaktidon.

Genom att placera nummerskyltar i därför avsedda hål på bottenbalken kan man numrera varje kontaktbrygga. Då varje rad kan innehålla fem kontaktbryggor får övre radens bryggor nummer från 11 till 20, och den undre radens nummer från 21 till 30. Eftersom varje 8-poligt kontaktidon är försett med nummer 1 till 8 kan varje kontaktpunkt identifieras med ett tresiffrigt tal, t ex 213, där första siffran anger undre raden, andra siffran kontaktenhetens nummer i denna rad och tredje siffran anslutningspunkten i kontakten.

Kopplingsschemat kan därför vid ledningsdragning och lödning ersättas av en *kopplingstablå*, vilket även är till fördel vid felsökning.

Eftersom det är möjligt att fästa ledningsknippen på kontaktbryggans överkant erfordras icke någon sydd kabelstam.

## 7.5 Applikationer

### 7.5.1 Enhetsstativ insatt i standardstativ

Härvid förses stativet med panelplåt, som skruvas (nitas) fast i sidbalkarna, antingen på stativets framsida för inskjutning i standardstativet eller på stativets baksida för uthängande montering.

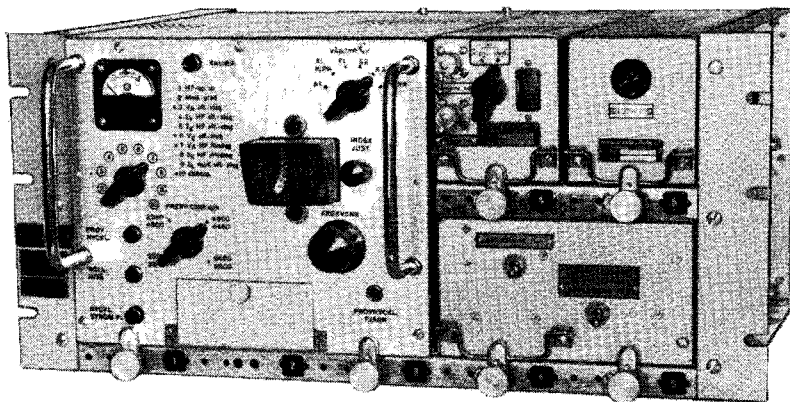
I förra fallet förses stativet med styrstift.

Panelplåten kan även utföras med gångled för utsvängning av stativet.

### 7.5.2 Enhetsstativ i apparatkonstruktioner

I allmänhet önskas därvid extra utrymme för manöverorgan, instrument, anslutningskontakter m m. Det kan då vara lämpligt att placera enhetsstativet bakom en extra frontpanel för åstadkom-

mande av detta extra utrymme. Frontpanelen kan lämpligen vara fäst på gängled för att underlätta åtkomligheten bakom frontpanelen. Enheterna kan därvid vara utdragbara från apparatens baksida, så att stativkopplingen är vänd mot frontpanelens baksida.



*Bild 7.5.2-1. Radiosändarens framsida*

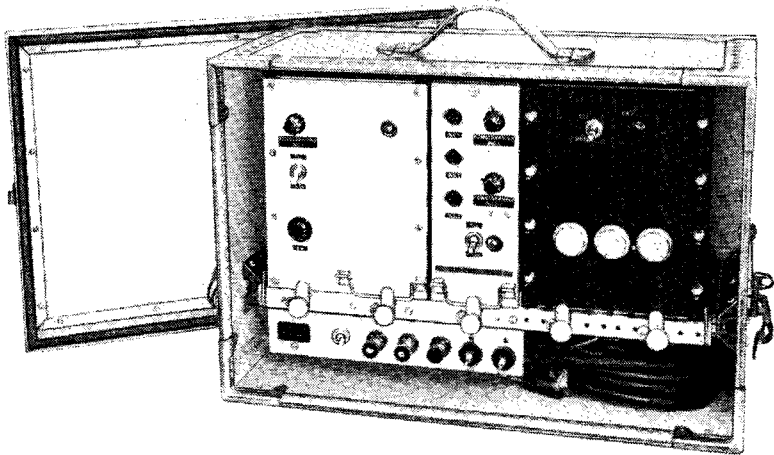
Bild 7.5.2-1 visar en radiosändare med modulenheter.

Eftersom apparatenhetererna bildar en mekanisk enhet kan de utnyttjas på skilda sätt.

### **Enhetsstativ i transportlådor**

7.5.3

Genom att enhetsstativet har givna dimensioner, dels som enhetsstativ med totalhöjden 113 mm, dels som dubbelstativ med totalhöjden 221 mm har man möjlighet att konstruera transportlådor av standardtyp. Stativen förses därvid med vibrationsdämpare och med extra plint för montering av erforderliga manöverorgan, anslutningsdon för apparatkablar m m. Vid lådornas dimensionering tar man hänsyn till dessa utrymmeskrav liksom till vibrations- och chockutrymmen.



*Bild 7.5.3-1. Transportlåda*

Lådorna — utförda av vattensäker plywood — är tätade mot vatteninträngning och försedda med gummitätade lock. Dessa kan vid apparatens användning placeras och fästas på lådans baksida. Lådorna är försedda med lägen så att de kan staplas på varandra.

Bild 7.5.3-1 visar transportlåda med monterat stativ.

## 7.6 **Katalog över modulenheter och enhetsstativ**

Denna katalog kan beställas från KATF/NB.

På bild 7.6.1-1 visas ett exempel på beställningsblad.





# UPPBYGGNAD OCH MONTERING

8.

## Allmänna uppbyggnadsprinciper

8.1

### Allmänna synpunkter på mekanisk uppbyggnad

8.1.1

En stor del av de fel som förekommer i den elektroniska utrustningen kan spåras tillbaka till olämplig mekanisk uppbyggnad. Man kan därvid skilja på direkta och indirekta orsaker. De direkta orsakerna är oftast lätt iakttagbara, medan de indirekta icke så lätt uppmärksammas. Konstruktörens intresse är oftast inriktat på att lösa de elektriska problemen, varför de mekaniska lätt blir skjutna i bakgrunden.

8.1.1.1

Efter det att den elektriska lösningen börjat ta form erfordras en noggrann analys av den mekaniska konstruktionen med hänsyn till utformning, handhavande, hållfasthet mot miljöpåkänningarna, tillverkningsmetoder och servicemöjligheter. Analysen bör även inriktas på eventuellt dolda svagheter, som under användningen kan ge sig tillkänna som felorsaker, ofta av slumpartad karaktär. Icke minst bör en översyn göras med inriktning på de möjligheter till misstag som personalen vid handhavande eller service kan råka ut för. Om något kan göras galet så gäller generellt att så kommer att ske.

### Rekommenderade metoder

8.1.1.2

- a) Sedan den elektriska lösningen funnit sin form planeras en uppdelning av konstruktionen i lämpliga funktionsenheter. Det mekaniska utförandet sker därvid med hänsyn till planeringen av apparaten i stort. Erforderligt utrymme skall ges för eventuella ändringar. Ej slutgiltiga funktionsenheter ersätts med attrapper. Kopplingsplintar, kontaktdon, omkopplare, rörhållare, ledningar, kabelstammar m m inplaceras, eventuellt inlödes (delvis). Då apparatattrappen blivit någorlunda färdig,

med alla beståndsdelar på plats, analyseras den från olika synpunkter. Därvid bör personal ansvarig för sin del av utvecklingsarbetet delta och framlägga sina synpunkter. Sedan görs erforderliga justeringar. Attrapper ersätts med laboratoriemässigt framställda enheter. De elektriska egenskaperna, som eventuellt kan ha ändrats på grund av inbyggnaden, mäts, varefter eventuella justeringar utförs.

- b) En apparatstomme i relativt slutgiltigt utförande monteras med enheter eller eventuellt med attrapper med samma mekaniska egenskaper, dvs vikt och tyngdpunktsläge, som de avsedda. Apparaten utsätts därvid för vibrationsprov, skakprov och chockprov för kontroll av de mekaniska egenskaperna hos uppbyggnaden. Eventuella svagheter åtgärdas.
- c) Sedan angivna undersökningar gjorts (parallellt härmed görs laboratorieundersökningar av ingående komponenter och enheter) framställs en eller flera prototyper i det avsedda slutgiltiga utförandet. Härvid sker biträde från ritkontor, verkstad, laboratorium. En noggrann analys görs av tillverkningsmetoder, tillverkningskontroll, åtkomlighet för reparation och service, testmetoder, funktionsmarginaler, funktionsprovning under föreskrivna miljöförhållanden m m.

Prototypen genomgår därefter föreskriven *typprovning*.

### 8.1.2 Lista över förekommande fel

Här följer några fel som är vanliga i samband med uppbyggnaden. Listan är inte fullständig, men kan lämpligen användas för avprickning vid genomgång av en konstruktion.

1. Apparatstomme och fästanordningar gjorda för statiska påkänningar, icke för dynamiska.
2. Den bärande delen av stommen för vek för påkänningar genom nitar, bultar o d, speciellt vid fastsättning av tunga detaljer, såsom transformatorer.
3. Mekaniska spänningskoncentrationer o d, för små bockningsradier, bockning utan hänsyn till valsriktning, skarpa övergångar vid dimensionsändringar.

4. Dålig utnyttjning av plåtmaterial.
5. Utstående skarpa kanter och hörn.
6. Fickor och bottenhål där smuts och fukt kan samlas.
7. Hopläggning av metaller som elektrolytiskt angriper varandra, dåligt skydd härför.
8. Dräneringshål saknas eller är otillräckliga.
9. Ytbehandlingen otillfredsställande.
10. Otillräckligt utrymme för rörelser hos enheter under vibration och chock.
11. Otillfredsställande låsning av enheter vid vibrationspåkänningar.
12. Otillfredsställande kylning av ingjutna enheter, för höga drifttemperaturer hos värmealstrande enheter.
13. Dåligt mekaniskt skydd för ömtåliga komponenter vid ovarsam behandling.
14. Apparatens inre dåligt skyddat och svåråtkomligt vid servicehantering på bänk.
15. Otillfredsställande styrning vid påsättning av höljen (lock) på gummitätade lådor. Gummitätning skadas därvid. Otillfredsställande styrning kan skada ledningar och komponenter vid ovarsamt handhavande.
16. Höljen utan tillfredsställande orienteringsanvisningar. Felaktig påsättning kan förstöra eventuell tätning eller ventilation.
17. Öppningar i höljen utförda så att kritiska detaljer i apparaten blir oskyddade.
18. Höljernas fastsättningsanordningar otillfredsställande. Skruvar icke utmärkta, för många skruvar, förlorbara skruvar, dålig passning, gängtagning icke underlättad, snäppfastsättningen för vek, låsanordningarna oskyddade mot mekanisk åverkan.
19. Inpluggbara enheter, såsom rör, kristaller, reläer, är icke försedda med låsanordningar, eller också är dessa ineffektiva och svåråtkomliga.



20. Enheter, rör m m, är placerade så att de är svåra att byta utan specialverktyg.
21. Individuellt inpassade enheter försvårar utbyte.
22. Vissa detaljer, såsom skruvar, muttrar, brickor, distansbultar, är placerade under enheter. Montering av nya enheter försvårad, då fästdetaljerna inte är åtkomliga utan bortmontering av andra enheter.
23. Enheter är monterade på varandra.
24. Kontaktytan mellan enhet och stomme, frontpanel och stomme utnyttjas som jordning.
25. Apparaten saknar handtag eller grepp för lyftning. På stativ saknas utmärkning, där lyft får appliceras.
26. Fästånordningar för installation svåråtkomliga. För litet utrymme vid användning av verktyg.
27. Fästånordningar så utförda att muttrar och brickor tappas och faller in i apparaten.
28. Gängade kutsar, muttrar, fastnitade i plåt är inte effektivt säkrade mot vridning vid åtdragning av skruvar. Dylig »rundgång» är tålmodsprövande i de fall då muttern icke är åtkomlig!
29. Aluminiumnit används, vilket icke kan godtas. Nitning utförd utan fullt utbildad skalle. Rörnitar utförda med sprickbildning.
30. Alltför många skruvtyper.  
Alltför många skruvlängder.  
För långa eller för korta skruvar.
31. Skruvar och muttrar saknar låsbrickor.
32. Skruvar placerade så att mejseln måste lutas för att gå fri från andra detaljer.
33. Detaljer och komponenter placerade så att de lätt skadas av skruvmejsel eller andra verktyg vid reparation eller service. Mejseln kan slinta.
34. Detaljer monterade så att de pressas mot stomme eller hölje vid yttre påkänningar på höljet.

35. Detaljer placerade så att man vid utbyte av dem först måste ta bort andra.
36. Detaljer monterade tätt mot stommen så, att fuktfilm kan kvarhållas.
37. Detaljer monterade så att yttre påkänningar, exempelvis genom stommen eller genom skruvåtdragning, kan påverka detaljens funktion (injustering).
38. Testpunkter dåligt utmärkta och utan grepp för instrumentsladd.
39. Låsning av trimrar otillfredsställande. Specialverktyg för trimningen.
40. Testpunkter placerade i närheten av livsfarliga spänningar eller för testinstrumentet farliga spänningar.  
Belysningen och arbetsförhållandena kan ge anledning till misstag.
41. Apparatkabelförningen olämplig. Hänsyn icke tagen till skilda installationsförhållanden. Alltför små bockningsradier på apparatkabeln.
42. Apparatkabeln överför vibrationerna på anslutningskontakten. Kabeln ligger an mot skarpa kanter eller är klämd mot dessa. Kabeln kommer i kontakt mot rörliga delar.
43. Kablar eller kontaktdon otillfredsställande skyddade mot olja från hydrauliska system, påfyllningsställen för olja eller bensin, smörjställen o d.
44. Användning av anslutningsdon med otillfredsställande orientering av kontaktläget. Felaktigt läge kan åstadkommas med milt våld på grund av för vek styrning eller efter nötning.
45. Anordning för jordningsförbindelse saknas på frontpanel eller stativ.  
Vibrationsdämpare är icke överbryggade.
46. Kopplingstråden är för kort och åstadkommer spänningar på tråden och anslutningspunkterna.
47. Kopplingstråden går emot rörliga delar eller för nära trimpunkter, så att den lätt skadas.

48. Alltför många trådar inlödda på samma ställe.
49. Kopplingstråden är i vägen för utbyte av detaljer och kan därvid lätt skadas.
50. Kabelstammen är icke uppbyggd med slutgiltiga krökningsradier, vilket orsakar extra påkänningar vid inläggning i apparaten.
51. Kabelstammar och övriga ledningar är icke effektivt klamrade vid stommen med hänsyn till vibrationer.
52. Jordning har skett genom skruvförbindning utan effektiv elektrisk kontakt med stommen. Aluminiumstommar skall därvid ägnas särskild uppmärksamhet. Erfordras separat ledningssystem för jordning?
53. Grova ledningar anslutna till små lödstjärter.
54. Lödpunkter alltför nära temperaturkänsliga komponenter.
55. Lödpunkter icke avlastade för vibrationspåkänningar från kopplingstrådarna.  
Se även 2.1.3.

### 8.1.3 Allmänna konstruktionsföreskrifter

- 8.1.3.1 Vid uppbyggnaden skall *enkelhet* eftersträvas. Apparaten skall vara uppbyggd av lättillgängligt material och normala komponenter.
- 8.1.3.2 Utveckling av ett apparatsystem skall ske i form av *underenheter*, som driftsäkert hopkopplas. Enheter av elektromekanisk art, såsom gyron, optiska och andra speciella detaljer, skall utföras som underenheter. Konstruktionen skall vara sådan att funktionen inte är kritisk vid utbyte av enheter eller inkopplingsbara detaljer, såsom rör, kristaller.

#### 8.1.3.3 Installation

Apparaten skall vara så utförd att installation och anslutning kan göras utan att apparatens inre exponeras eller enheter behöver tas loss.

## Smörjställen

8.1.3.4

Smörjställen skall vara lätt åtkomliga och tydligt utmärkta. Ett smörjschema skall finnas på iögonenfallande plats. Konstruktionen skall vara så utförd att smörjmedel inte kommer i kontakt med gummi, färg, oljekänsliga plastmaterial och elektriska kontaktpunkter. Använd vid behov *antikrypolja*. Platser som behandlats med denna olja skall märkas med röd färg.

## Radioavstörning

8.1.3.5

Vid konstruktion skall åtgärder vidtas för att nedbringa störningsnivån, så att föreskrifterna i kap 10 kan innehållas.

Från apparaten utgående ledningar, bl a telefon- och mikrofonledningar, skall vara befriade från frekvenser som inte är avsedda att nyttiggöras. Gnistbildning på reläkontakter skall avhjälpas genom lämpliga åtgärder.

## Rekommenderade kopplingar

8.1.3.6

Rekommenderade kopplingar skall i största möjliga utsträckning användas, för att driftsäkerheten skall bli tillfredsställande.

## Konstruktionsdetaljer

8.2

### Förslutna apparater

8.2.1

Se även 2.2.3.3 och 2.2.3.4

Apparater som är tillslutna med packningar skall förses med anordningar för täthetsprovning och torkning efter det att de öppnats för service. Anslutningarna härför skall vara så placerade att luftcirkulationen blir effektiv. En dylik anordning kan bestå av en tätbar skruv, som lämnar en tillfredsställande öppning.

8.2.1.1

Uttorkning sker genom avfuktad och upphettad luft, som spolats igenom apparaten.

När desickator är inbyggd i apparaten skall fuktillståndet i desickatorn kunna observeras utifrån.

8.2.1.2

- 8.2.1.3 Elektrisk förbindelse med apparaten skall ske genom tätanslutningsdon eller genom tätade kablar.  
Kablar tätas genom inpressning av tätande komponent.
- 8.2.1.4 Det bör observeras att pressgjutna detaljer ofta kan vara porösa. Tätning kan ske genom lämplig impregnering av detaljen.
- 8.2.1.5 Fenoldetaljer, även fernissa, är behäftade med korroderande ämnen, och bör väl uttorkas före förseglingen av apparaten. Speciellt elkadmierade ytor angräps av dylika ämnen.
- 8.2.1.6 Hoplödda burkar fyllda med impregneringsmassa täthetsprovas före montering. Enheten får därvid stå i en omgivningstemperatur av + 70° C så länge att den antar temperaturjämvikt. Någon läckning får icke förekomma.
- 8.2.1.7 Förslutna apparater fuktprovas vid typprovningen med avtagna höljen (+ 55° C, 100 % rel fukthalt, 48 h). Orsaken härtill är att det vid service under fältförhållanden inte alltid är möjligt att förse apparaten med torr luft före förslutningen.
- 8.2.1.8 Använda packningar skall köldprovas vid - 40° C och därvid uppvisa tillfredsställande elasticitet.

## 8.2.2 **Konstruktiva synpunkter på tätning medelst packningar**

- 8.2.2.1 Packningen bör efter åtdragning av tryckflänsarna pressas ihop så mycket som möjligt, så att det inte finns några håligheter i vilka packningen med tiden kan »flyta in», varigenom mottrycket och därmed tätheten till stor del kan försvinna.  
Gummimaterial har sådan elasticitet, men lämplig kvalitet måste utväljas. I samband härmed bör egenskaperna i kyla (- 40° C) undersökas.
- 8.2.2.2 Tryckflänsarna skall ha erforderlig styvhet, så att trycket blir jämnt fördelat. Användning av enbart plåt är ofta icke tillfredsställande även om man söker upprätthålla tryckfördelningen med ett stort antal skruvförbindningar. Tryckfördelningen bör anpassas så att ett tryck av åtminstone 0,2 kp per cm-längd erhålles.

En av tryckflänsytorna bör räfflas, så att det bildas en serie tryckringar i läckningens väg. Genom att olja ytan, t ex med silikonolja, erhåller man bättre täthet. 8.2.2.3

Elasticiteten hos packningsmaterialet skall anpassas efter elasticiteten hos hopdragningsanordningarna, så att en mindre deformation inte medför en avsevärd minskning av trycket. Elasticiteten kan lämpligen åstadkommas genom en fjäderbricka under skruvskallen. Elasticiteten hos packningen kan ökas genom att denna är i form av ett rör. 8.2.2.4

Tryckflänsarnas ytor bör vara behandlade mot korrosionsangrepp. En målad yta är i allmänhet inte tillfredsställande, eftersom färgen kan flaga av och förstöra tätningsegenskaperna. 8.2.2.5

I de fall funktionen kräver tätning med direkt anliggning mellan tryckytorna inläggs en gummiring i spår antingen i den ena eller i båda tryckflänsarna. Härvid avpassas gummiringens dimension i förhållande till spårets med beakttagande av att massivt gummi-material är inkompressibelt; bild 8.2.2-1. 8.2.2.6

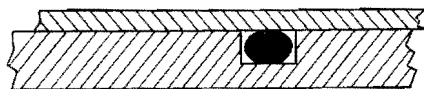


Bild 8.2.2-1

**Tätning av roterande axlar** 8.2.2.7

För lågvarviga axlar har det visat sig att O-ringar i glandmutter är tillfredsställande. Smörjning med silikonfett eliminerar i stor utsträckning friktionen och återfjädringen. O-ringens egenskaper bör kontrolleras i kyla ( $-40^{\circ}\text{C}$ ).

**Tätning av enheter som överför rörelse** 8.2.2.8

Tätning av enheter som överför rörelse kan ske genom bälgkonstruktion (t ex för tryckknappar, tangenter, lägesomkastare). Gummibälgar (-tutor) skall kontrolleras i kyla ( $-40^{\circ}\text{C}$ ).

**Tätning av transportlådor** (se 8.2.3) 8.2.2.9

### 8.2.3 Konstruktion av apparat- och transportlåda

#### 8.2.3.1 Allmänt

Apparatlådan utförs i en del fall som transportlåda, t ex för bärbara stationer. Lådan skall i sådana fall vara så gjord att den uthärdar miljöpåkänningar och vara försedd med erforderliga beslag. I andra fall placeras apparaten försedd med skyddshölje i en transportlåda, varvid apparaten i sin tur är fastsatt vid transportlådan med vibrations- och chockskydd.

- 8.2.3.2 Lådan skall vara tillräckligt stark för att med innehåll tåla fall från 1 meters höjd mot fast underlag. (Fallprov nr 1, se 3.8.1.)
- 8.2.3.3 Lådan skall utan att deformerar kunna belastas med en mans vikt (100 kg), tåla förrådsstapling av 10 enheter (maximihöjd 5 m) och utan läckning kunna nedsänkas i vatten till 1 meters djup. (Tät-hetsprov nr 2, se 3.10.3).
- 8.2.3.4 För att tåla chockpåkänningar bör lådan utföras så, att den därvid absorberar en del av energin genom viss deformation. Lådan bör därför konstrueras av trä eller plåt eller annat plastiskt material. En gjuten låda är icke tillfredsställande, eftersom töjningen är liten hos gjutods.
- 8.2.3.5 Låda av plåt bör vara helt svetsad. Punktsvetsning och tennlödning för åstadkommande av tätning har icke visat sig tillfredsställande.
- 8.2.3.6 Lådväggarna uppstyvas genom sickning antingen av lådplåten direkt eller av plåtar som i sin tur svetsas vid lådan. Stabiliteten hos lådan skall icke enbart åstadkommas genom ökning av plåt-tjockleken.
- 8.2.3.7 Apparathöljen skall vara av kraftig konstruktion, så att yttre påkänningar inte skadar apparatens innanmäte.
- 8.2.3.8 Lock tätas lämpligen så, att de får ligga an mot en gummilist, utförd utan skarv och säkert fastsatt. Lock skall förses med tillräcklig styrning; se bild 8.2.3-1.

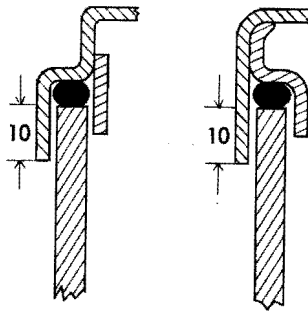


Bild 8.2.3-1

- Bärhandtag, lås och övriga beslag skall vara av kraftig konstruktion. Aluminium- och mässingsbeslag är inte tillräckligt hållfasta. Om möjligt bör beslag skyddas genom infällning eller på annat sätt. Beslag erfordrar vanligen förstärkning av lådan. 8.2.3.9
- Bäranordningarna utförs enligt beställarens bestämmande. 8.2.3.10
- Locket skall vara så utfört att det vid tillslutning stagar lådan. 8.2.3.11
- På transportlådor av trä skall beslag, såsom handtag, gångled, låsanordningar, fästas medelst nit, skruv med mutter, gängade brickor med skruv o d som går genom träet. En stadig bricka mot träet skall därvid bilda underlag. Träskruv får icke användas för dylikt ändamål. 8.2.3.12
- Vid hopsättning av lådor får träskruv icke användas mot ändträ. Lådans kanter skyddas med stålbeslag. Hörn skall förstärkas. Vid hopsättningen skall tätning ske med fuktsäkert lim eller på annat sätt.
- Ytbehandling och målning utförs enligt beställarens bestämmande. 8.2.3.13



- 8.2.4 **Konstruktion av frontpanel** (se även 2.5)
- 8.2.4.1 Frontpanelen skall vara så robust att den kan motstå mekaniska påkänningar. Panelen bör vara något indragen så att den skyddas. Då skyddsgaller måste tillgripas skall detta vara av stabilt utförande. Aluminium har därvid inte visat sig tillfredsställande.
- 8.2.4.2 Frontpanelen bör utföras i lådform för att erhålla stabilitet.
- 8.2.4.3 Om frontpanelen är en bärande konstruktion skall den vid fastsättning på lådan vara försedd med styrstift. Skjuvpåkänningarna skall icke upptas av fästskruvar.
- 8.2.4.4 Fästskruvarna skall vara oförlorbara. De utmärks med en röd ring, graverad i frontpanelen.
- 8.2.4.5 Beteckningarna på frontpanelen skall vara läsliga, entydiga och permanenta. Förkortningar och symboler skall vara i överensstämmelse med gällande föreskrifter.
- Placeringen bör ske på sådant sätt att texten inte skymms av handen.
- 8.2.4.6 På frontpanelen eller i dess närhet (lock) placeras en handhavandeinstruktion, som i numrerade punkter anger inställningsföljden och indikationer på mätinstrument.
- 8.2.4.7 Undvik blänkande ytor.
- 8.2.4.8 Frontpanelen förses med handtag.
- 8.2.4.9 Färgen på frontpanelen hålls normalt i ljus kulör om panelen under transport är täckt med lock. I annat fall är kulören densamma som lådans.

### 8.3 Formgivning

- 8.3.1 Vid uppbyggnaden tillses att materialet utformas så, att största mekaniska styrka erhålles med minsta möjliga materialåtgång.
- 8.3.2 Vid upptagande av *lättningsbål* med relativt stor diameter i plåt kan avsevärd styrka erhållas genom att man viker ut hålkanten med liten radie till ca 45° mot plåtens plan.

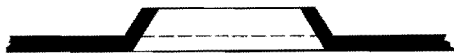


Bild 8.3.2-1

Triangelformade hörnstöd bör användas för ökande av stabiliteten. 8.3.3

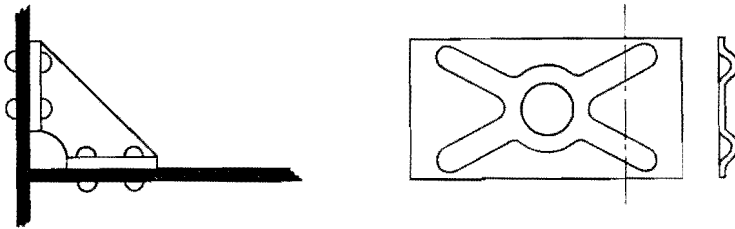


Bild 8.3.3-1

Sickning är lämplig som ett medel att öka hållfastheten. 8.3.4

Frontpanelens fria del bör stagas mot stommen. 8.3.5

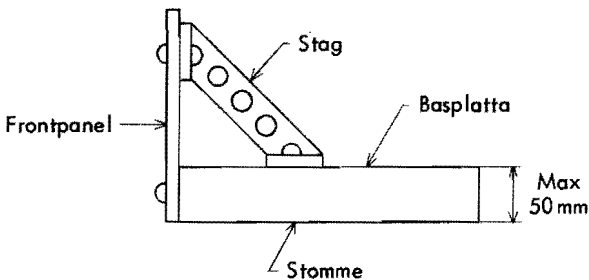


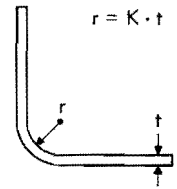
Bild 8.3.5-1

Stommens höjd under basplattan bör för att underlätta montering och service icke överstiga 50 mm. 8.3.6

### Bockningsradier hos plåt

8.3.7

Bockning av plåt eller band bör ske med tillräckligt stor innerradie. Erfarenheten visar att om man uraktlåter detta, så uppstår ofta brott på grund av utmattning vid mekaniska påkänningar. »Skönbockningar» med praktiskt taget ingen innerradie godkännes icke. Minsta innerradie utan brottanvisning är beroende av plåtmaterialens egenskaper, se tabell. Vid bockningen får ingen bristning uppstå på ytterradien.

Material	Faktorn K	
Aluminium	1,5	
Mässing, hård	2	
» , halvhård	1,5	
Fosforbrons	4	
» , fjäder	4	
Koppar, glödgd	0,5	
Berylliumkoppar, 1/4 hård	2	
Stål, kallvalsat	2	
» , kolstål	1,5	
» , glödgd	2	
» , rostfritt	2	

Tabell visande

minsta inre bockningsradie hos plåt, uttryckt som en faktor K gånger plåttjockleken

Bockningen skall göras utefter en linje som är vinkelrät mot valsriktningen. Avvikelser härifrån får utgöra högst 45° i de fall då avsteg från regeln erfordras. Valsriktningen bör finnas utmärkt på plåten i förråd, för att misstag vid tillverkningen skall förhindras.

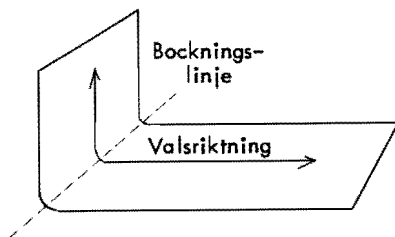


Bild 8.3.7-1

8.3.8 Apparater får utföras i gjuten eller pressad konstruktion. Den gjutna konstruktionen skall förses med förstärkande fjädrar för att få styrka och stadga.

Yttre fjädrar och andra förstärkningar inräknas i dimensionerna. Gjutningsutförandet bör godkännas av beställaren.

8.3.9 Dörrar och luckor på gångleder skall ha rundade hörn. Dörrar förses med låsning för öppet läge.

## Bearbetning och toleranser 8.4

### Bearbetning 8.4.1

Bearbetningen skall utföras enligt bästa verkstadspraxis. 8.4.1.1

### Gradning 8.4.1.2

Metalldelen skall gradas och skarpa kanter tas bort om de inte utgör en konstruktionsfordran. Om speciellt radiemått erfordras vid borttagande av grader invid hål skall detta anges på ritning.

### Bottenhål med gänga 8.4.1.3

Bottenhål med gänga skall om möjligt undvikas, dels därför att de är besvärliga att åstadkomma, dels därför att de är svåra att ytbehandla och rengöra från elektrolyt (betning).

### Bockning av plåt (se 8.3.7) 8.4.1.4

### Plattfjädrar 8.4.1.5

Plattfjädrar ur plåtmaterial skall utstansas så att böjningslinjen (generatrisen) är vinkelrät mot valsriktningen. Om detta av olika skäl inte kan göras får böjningslinjen avvika högst 45° härifrån.

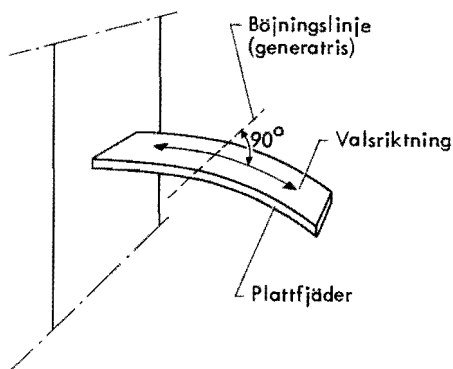


Bild 8.4.1-1. Valsriktning för fjädrar

Vid gängning i plåt, i mässing och stål skall gänglängden i materialet motsvara gänglängden på högmutter av standardtyp. 8.4.1.6

Gängning i aluminiumplåt skall undvikas. Jfr 8.5.6.16. 8.4.1.7

- 8.4.1.8 Vid gängning i duraluminiumplåt skall gänglängden vara 1,5 gånger gänglängden på högmutter av standardtyp.
- 8.4.1.9 Gängning i isolermaterial skall undvikas. Om gängning i bakelitlaminat är nödvändig skall gänglängden vara minst 3 mm för M3-skruv.
- 8.4.1.10 Om gängade bussningar (insatser) används i isoler- eller plåtmaterial skall de vara utförda på sådant sätt att rotation, lossgörande och extraktion förhindras.

#### 8.4.1.11 Isolermaterial

Isolermaterial skall efter bearbetningen noggrant tvättas med såpa och vatten eller metylalkohol. Arbetet skall utföras så att isolationen inte äventyras. Material med goda isoleringsegenskaper, såsom glimmer, polystyren, skall handhas så, att de så litet som möjligt kommer i kontakt med isolationsnedsättande föroreningar (t ex händer). Kan detta inte undvikas skall rengöring ske med medel som inte angriper materialet eller försämrar dess egenskaper.

### 8.4.2 Mekaniska toleranser

#### 8.4.2.1 Allmänt

Toleranser på dimensioner skall normalt anges på ritningar.

För att komponenter och enheter skall kunna användas tillsammans och för att komponenter, utbytbara underenheter och delar skall passa såväl till den aktuella apparaten som till andra måste konstruktören ange lämpliga värden på mått och toleranser, vilka skall godkännas av beställaren.

Reservdelar skall kunna sättas utan bearbetning.

För dimensioner som inte kräver speciella toleranser skall följande allmänna toleranser tillämpas. Härvid måste dock hänsyn tas till hoppassningen med andra detaljer.

- 8.4.2.2 Maskinbearbetade detaljer  $\pm 0,1$  mm.

#### 8.4.2.3 Plåt

Toleranser för tjockleken på valsad plåt skall överensstämma med specifikationen för plåten ifråga.

Toleranser för plåt till paneler o d:

- intill 300 mm längd  $\pm 0,4$  mm
- över 300 » »  $\pm 0,25$  mm per 300 mm längd

### Gjutgods

8.4.2.4

- pressgjutgods:  $\pm 0,1$  mm
- bearbetade delar och dimensioner mellan bearbetade ytor:  
 $\pm 0,4$  mm
- obearbetade delar: tjocklek  $\pm 0,4$  mm

Linjära dimensioner och diametrar:

- upp till 150 mm  $\pm 0,8$  mm
- över 150 mm  $\pm 1,5$  mm

### Trävirke

8.4.2.5

För instrumentlådor o d: tjocklek  $\begin{matrix} + 0,8 \\ - 0 \end{matrix}$  mm

Längd, bredd, djup (inre mått i lådor):

- under 1 m:  $\pm 0,3$  mm per 100 mm längd
- över 1 m:  $\pm 0,15$  mm per 100 mm längd

### Hålavstånd

8.4.2.6

Toleranser för placering av frigående hål:

- i trä:  $\pm 0,4$  mm
- i metall och isolermaterial:  $\pm 0,1$  mm

### Stativ, uppbyggda av profiljärn

8.4.2.7

Toleranser på längd, bredd och djup på stativ, inkluderande alla enheter, svetsning etc:

- upp till 300 mm: 0,75 mm
- 300 till 600 » :  $\pm 1,25$  mm
- 600 till 1200 » :  $\pm 2$  mm
- över 1200 » :  $\pm 2,5$  mm

För järnställningar och större konstruktioner skall toleranser överenskommas med beställaren.

#### 8.4.2.8 Pressgjutning av bakelitdetaljer

Omfattar detaljer gjutna i ebonit, hårdplast och för alla blandningar och pulver.

- a) *Vertikala ytor*. För att underlätta uttagande ur verktyg används följande släppningar:

upp till 50 mm: högst 0,015 mm per längd ( $0,9^\circ$ )

50 till 75 mm: » 0,01 »

över 75 mm: speciella toleranser, som skall överenskommas med beställaren.

För detaljer med dubbla vertikala ytor, väggar, fjädrar eller liknande, skall den totala släppningen på den dubbla ytan vara den som getts ovan: t ex upp till 50 mm får släppningen på varje sida om centrumlinjen icke överstiga 0,0075 mm per mm.

Ovanstående släppning skall icke läggas till den släppning som anges på ritning, utan skall endast tillämpas då ingen släppning anges.

- b) *Linjära dimensioner*, diameter och tjocklek:  $\pm 0,1$  mm. I vissa fall kan diameter och tjocklek påverkas av släppningen på vertikala ytor. I dessa fall skall toleransen vid basen vara  $\pm 0,1$  mm och tjockleken i övrigt bestämmas av släppningen.

- c) *Insatser*. Toleranser för placeringen av dylika skall vara  $\pm 0,1$  mm.

#### 8.4.2.9 Keramik

Konstruktionsanvisningar för detaljer av keramik anges i SEN.

Toleranser för mått enligt SEN 6601 Elkeramiska Måttoleranser.

Toleranser för mått på detaljer som erfordrar slipning överenskomms med tillverkaren.

## Mekanisk förbindning

8.5

### Allmänt

8.5.1

Förbindningsdetaljerna utgör främsta orsaken till fel som uppträder vid mekaniska påkänningar hos materielen. Detta beror på att förbindningsdetaljerna oftast dimensionerats med hänsyn till den statiska påkänningen, icke till den dynamiska. En god regel är att förbindningsdetaljerna skall tåla en statisk påkänning i alla riktningar av 600 gånger vikten hos den komponent eller enhet som skall fixeras. Underlaget skall därvid ha motsvarande hållfasthet.

8.5.1.1

Vid konstruktion av förbindningsanordningar skall därför följande iakttagas:

8.5.1.2

- a) Val av korrekt typ på förbindning, t ex skruvar och nitar
- b) Val av korrekt storlek och material
- c) Val av korrekt låsanordning, t ex vid skruvförbindning
- d) Val av riktig monterings teknik

Alla löstagbara förband skall på tillfredsställande sätt vara säkrade mot lösgöring i samband med vibrationspåkänningar.

8.5.1.3

En förbindning som är beroende av friktionen mellan motstående ytor är inte tillräcklig för att förhindra att på detta sätt fixerade detaljer förskjuter sig. Detaljerna skall säkras på sådant sätt att fel hos en enda nit, punktsvets eller skruv inte medför att detaljerna lossnar helt.

Minsta antalet fastsättningspunkter för en enhet är sålunda två. Detta gäller även mycket små komponenter.

Detaljer skall icke fästas på vinklar o d, som lätt råkar i kraftig vibration vid påkänningar.

8.5.1.4



## 8.5.2 **Klistring**

### 8.5.2.1 Allmänt

Vid förbindning medelst klistring skall vidhäftningen kontrolleras. Vid kontrollen utsätts förbindningen för

a) fuktprov (72 h, + 55° C, 95–100 % rel fukt) för kontroll av materialets fuktresistens

b) temperaturchocker

c) skakprov

d) dragprov och slagprov

e) åldringsprov genom längre tids förvaring vid höjd temperatur

8.5.2.2 Klistring av komponenter och ledningar vid fast underlag som skydd mot vibrationspåkänningar får utföras i de fall klamring inte kan göras. Godkänt plastcement skall därvid användas.

8.5.2.3 Erfordras isolation mot stomme skall isoleringsplattan klistras med fuktsäkert lim mot stommen för att inte fuktfilm skall bildas mellan ytorna.

## 8.5.3 **Svetsning**

8.5.3.1 Alla svetsställen skall vara av lämplig storlek med god vidhäftning och genomträngning. S k häftsvets godtas icke.

8.5.3.2 Svets skall vara fri från slag och bränning.

8.5.3.3 Svetsfogen skall kunna uthärda påkänningar utan att brott uppstår hos denna. Hållfasthetsprov utförs som stickprov ur produktionen.

8.5.3.4 Spänningar som uppstår i samband med svetsning skall elimineras genom lämpligt upphettningsförfarande.

8.5.3.5 I de fall då härdning och värmebehandling av svetsade detaljer föreskrivs skall kontrollprov efter dylik behandling utföras.

8.5.3.6 Svetsfogen skall om möjligt utföras så att den inte behöver slipas.

8.5.3.7 Förvärmning bör användas där deformation kan förväntas vid svetsningen.

- Rengöring** 8.5.3.8
- Ytor som skall hopsvetsas rengörs enligt bästa praxis. De skall vara fria från rost, målning, olja och andra främmande ämnen. Svetsade enheter befrias från skal, oxidationsprodukter och överskott av flussmedel genom sandblåstring, stålborstning eller andra lämpliga metoder. Syra och betmedel för rengöringen skall vara fullständigt neutraliserade och avlägsnade.
- Punktsvetsning** 8.5.3.9
- Svetsens styrka skall icke vara beroende av en enda punktsvets. Avståndet mellan svetspunkterna skall vara tillräckligt, så att god svets erhålles.
- Punktsvetsning skall utföras *efter* ytbehandlingen (pläteringen). 8.5.3.10
- Den vid svetsningen skadade ytbehandlingen skall täckas med en fuktsäker fernissa.
- Punktsvetsning av *aluminium* eller magnesium skall begränsas till 8.5.3.11
- okritiska konstruktioner med liten påkänning.
- Vid svetslödning av *aluminiumvägledare* med AGA aluminiumlod 8.5.3.12
- och AGA-fluss AL-H måste flussmedlet omsorgsfullt avlägsnas, emedan det verkar starkt korroderande. Fogen betas i 5-procentig svavelsyra, som helst bör vara het (50–60° C), under ca 5 min. Kvarsittande flussrester kan avlägsnas genom borstning med stålborste. Fogen sköljs därefter noggrant med vatten. Därefter behandlas fogen genom neddoppning under ca 2 min i en varm kromsyralösning (ca 10 gr kromsyra per 10 l vatten).
- Svetslödning bör om möjligt göras utan flussmedel i skyddsgas-atmosfär, t ex argon.
- Varning!** *Svetsning efter elkadmiering åstadkommer giftiga gaser.* 8.5.3.13
- Lödning** (*gäller icke för lödning av elektrisk förbindning*) 8.5.4
- Detaljer bör om möjligt hoplödvas med harts som flussmedel. 8.5.4.1
- Salmiak, zinkklorid (»syra») godtas emellertid också som flussmedel, under förutsättning att detaljerna befrias från varje spår av flussmedlet.

## 8.5.4.2 Rengöring

Rengöring efter det att t ex zinkklorid använts som flussmedel sker enklast genom tvättning först i 2-procentig saltsyrelösning och sedan i hett vatten.

8.5.4.3 Den mekaniska hållfastheten skall normalt icke vara beroende av enbart lödningen; detta förhållande kan dock accepteras om det är allmän praxis vid små påkänningar.

8.5.4.4 Lödning av detaljer som i sin tur vid montering utsätts för lödvärme bör om möjligt utföras med lödtenn med olika smältemperaturer för att de inte skall lossna.

8.5.4.5 Vid mekanisk påkänning på fogen bör *hårdlödning* tillgripas.

8.5.4.6 Aluminium kan tennlödvas sedan det belagts med koppar genom doppning i en vattenlösning av ett kopparsalt och en amin, t ex 10 g kopparsulfat och 10 g etylendiamin i 90 g vatten. Erhålls inte ett sammanhängande kopparskikt kan ytan beläggas med tenn eller zink genom doppning i en lösning av något av dessa metallers salter tillsatt med amin.

8.5.4.7 Vid lödning eller hårdlödning tillses att lämpligt avstånd mellan metallytorna erhålls eftersom lödningsförfarandet baseras på kapillärverkan. De metaller som skall förenas placeras med ett visst mindre avstånd från varandra, så att lödmedlet kan fördela sig över ytorna och väta dessa.

<i>Lödmedel</i>	<i>Avstånd mm</i>
Lödtenn	0,07—0,25
Silverlod	0,05—0,13
Mässingslod	0,07—0,25
Kopparlod	0,03—0,05

## 8.5.4.8 Lödning av bälg- och spiralarör (enligt Svenska Metallverken)

Lödning av bälgar måste utföras med största omsorg, då en felaktigt gjord lödning lätt föranleder kassation av bälgen. Det finns risk dels för överhettning med åtföljande ogynnsam strukturförändring (kornförstoring), dels för korrosion på grund av olämpligt lödmedel.

- a) *Lödmetaller.* Det bästa lödtennet för detta ändamål är en legering av 50 % bly och 50 % tenn. Den eutektiska blandningen 37 % bly och 63 % tenn kan också användas, men är något svårare att arbeta med. Båda slagen av lödtenn kan användas för de flesta ändamål, där temperaturen inte överstiger 120° C. För temperaturer mellan 120° C och 200° C är ett lödtenn av mycket hög blyhalt användbart. Detta är åtskilligt svårare att löda, och en speciell teknik är nödvändig för att åstadkomma en stark lödfog.
- b) *Uppvärmning.* För erhållande av den erforderliga lödvarmen bör man i så stor utsträckning som möjligt använda lödkolv. Gaslåga bör användas endast i undantagsfall och då med största försiktighet för att överhettning av bälgen inte skall inträffa.
- c) *Lödmedel.* Ammoniak(salmiak)-haltiga lödmedel bör *absolut icke* användas vid lödning av bälgar. Ammoniaksalter är nämligen — liksom kvicksilver — mycket farliga för kallbearbetade mässingslegeringar och åstadkommer frätning i korngränserna, vilket på kort tid gör bälgen oduglig. Kemiskt ren zinkklorid kan användas, men i så fall måste lödmedlet omedelbart efter lödningen noggrant sköljas bort. I annat fall uppstår lätt frätning, som försvagar bälgen. Här bör påpekas att teknisk zinkklorid ofta innehåller salmiak.

Det bästa lödmedlet är ren harts, löst i alkohol; det skadar inte bälgen. En lämplig blandning erhåller man genom att lösa ca 350 g harts i 1 liter sprit.

Användningen av lödning begränsas dels av bälgens arbetstemperatur (max 200° C), dels av trycket. Där förhållandena inte tillåter lödning måste hopfogning ske genom överbockning av ändarna, fastvalsning, fastklämning mellan flänsar eller dylikt.

### 8.5.5 Nitning

- 8.5.5.1 Detaljer som behöver bytas vid service får icke fästas genom nitning.
- 8.5.5.2 Rörhållare, kondensatorer och transformatorer skall icke fästas genom nitning.
- 8.5.5.3 Aluminiumnit skall undvikas. Nit av duraluminium, mot korrosion ytbehandlad mässingsnit eller, då större hållfasthet erfordras, nit av rostfritt stål bör i stället användas.
- 8.5.5.4 I de fall då så är praktiskt möjligt bör uppbyggnadsdetaljer, såsom vinklar och stöd för fastsättning av komponenter hellre utföras genom nitning eller hårdlödning än genom användning av skruv och mutter.
- 8.5.5.5 Vid användning av försänkt nit skall plättjockleken icke vara mindre än nithuvudets höjd. Avståndet från hålets centrum till plåtkanten skall vara minst 1 1/2 gånger nitens diameter.
- 8.5.5.6 Nitning med rörnits skall så utföras att kantsprickor inte uppstår (roterande nitverktyg).
- 8.5.5.7 Efter utförd nitning skall hopfogningen vara väl dragen, och nithuvudena väl utbildade och ansatta mot underlaget. Nitskallar får icke avplanas.
- 8.5.5.8 Vid nitning av magnesiumdetaljer, se 6.8.7.
- 8.5.5.9 Nitning av pläterade detaljer skall göras *efter* pläteringen. Eventuella skador vid nitningen övermålas.
- 8.5.5.10 Elektrisk förbindelse får icke ske över nitförband. Sålunda förbjuds stomförbindning (jordning) genom nitning.

### 8.5.6 Skruvförbindningar

- 8.5.6.1 För mekanisk förbindning skall *stålskruv* användas. Skruven skall vara ytbehandlad (elkadmierad, elförzinkad och kromaterad); se kap 6.
- 8.5.6.2 Svensk metrisk standard på bult, skruv, mutter och brickor skall tillämpas. Specialskruv får icke användas utan beställarens godkännande.

- Skruv och mutter med rullad gänga i stället för skuren föredras. 8.5.6.3  
Skruvmejselskåran skall vara skuren.
- Skrubar och muttrar av aluminium eller duraluminium får icke 8.5.6.4  
användas utan beställarens godkännande.
- Skruv med cylindrisk skalle rekommenderas. 8.5.6.5
- Försänkt skruv skall undvikas. Erfordrar konstruktionen försänkt 8.5.6.6  
skruv måste små toleranser tillämpas vid håltagningen för att för-  
hindra extra påkänningar.
- Försänkt skruv i plåtmaterial, speciellt aluminium, godtas icke. 8.5.6.7  
I stället bör skruv med cylindrisk skalle användas, varvid indorning  
görs i plåtmaterialet och utrymme för indorningen åstadkommes  
i underlaget.

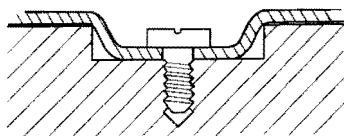


Bild 8.5.6-1

- Självgängande skruv (plåtskruv) är icke tillåten annat än för fast- 8.5.6.8  
sättning av skyltar o d.
- Om konstruktionen det tillåter skall längden på skruvar och bultar 8.5.6.9  
vara sådan att minst 1 1/2 gänga finns utanför muttern.
- Skrubar och muttrar skall vara åtdragna med ett verktyg så be- 8.5.6.10  
skaffat att avsett vridmoment kan innehållas.
- För stålskruv och stålmutter skall vridmomentet vara
- |        |      |        |        |       |
|--------|------|--------|--------|-------|
| M 2,3, | M 3, | M 4,   | M 5,   | M 6   |
| 3—4,   | 6—9, | 16—22, | 35—45, | 60—75 |
- kpcm
- Åtdragningen bör därför göras med momentverktyg.
- Använd oförlorbara skruvar eller andra fastsittande detaljer där 8.5.6.11  
risk finnes att lösa skruvar, muttrar och brickor kan falla in i  
apparaten.

- 8.5.6.12 Ankarmuttrar bör användas i de fall då lös mutter inte är lämplig. Ankarmuttrar skall vara säkrade mot lossvridning (fastnitning i runt hål godkännes icke).
- 8.5.6.13 Hopskruvning av detaljer av magnesiumlegeringar, se 6.8.6.
- 8.5.6.14 Fästskruvar för paneler och enheter skall ej erfordra specialverktyg.
- 8.5.6.15 Bultar och muttrar skall vara utformade så att gängtagning underlättas.

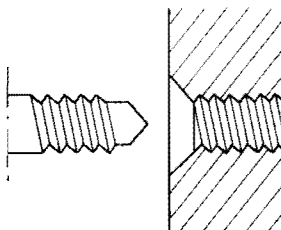


Bild 8.5.6-2

- 8.5.6.16 Vid montering av detaljer av *mjukt material*, såsom aluminium, magnesium, hårdplast, termoplast och laminat, skall följande metoder användas:
- Skriv i genomgående hål dras mot låsmutter. En bricka läggs under skruvskallen och eventuellt under muttern för att minska specifika trycket på materialet.
  - I materialet infälls en gängad kuts, bussning, mutter som är tillfredsställande säkrad mot vridningspåkänningar och frigående hål i övrigt. Inpressning av en lättad kuts har icke visat sig ge ett tillfredsställande grepp.
  - I aluminium och magnesium upptas ett gängat hål avpassat för trådspiral (helicoil) eller hål för en självgängande kuts.
  - I plastmaterial injuten kuts skall förses med tillfredsställande grepp för såväl drag- som vridpåkänningar. Lättring för vridpåkänningarna har icke visat sig tillfredsställande.
  - Vid insättande av *pinnbult* skall den i materialet ingångade delen ha grövre diameter och gänga än den fria delen. Vid diameterövergången skall lämplig hålkäl utbildas.

<b>Övriga förbindningsdetaljer</b>	8.5.7
Stift och pinnbultar	8.5.7.1
Stift och fjädrande rörstift bör vara av korrosionsresistenta material, så att losstagnning inte försvåras. Om omagnetiskt material erfordras bör stiften utföras av rostfritt stål.	
Enheter för inskjutning i stativ bör ha minst två styrstift i bakväggen. Styrstiften kan kombineras med fastdragningsbultar som går genom apparaten.	8.5.7.2
Kabelskor	8.5.7.3
Kabelskor bör ha låsning mot vridning. Kabelskons skaft bör vara utfört så att omklämning kan ske av ledningens isolation. Vid inlödning tillses att tennet icke flyter in i den böjbara delen av ledaren.	
Lödstjärter	8.5.7.4
Lödstjärter skall vara säkrade mot vridning. Lödstjärter för enhålsnitning skall vara utförda för nitning i fyrkanthål.	
<b>Låsning</b>	8.5.8
Allmänt	8.5.8.1
Vinklar, fästen, flänsar, kutsar, bultar och andra fästdetaljer skall vara så utförda att säker låsning sker av enheter och komponenter när apparaten utsätts för specificerade påkänningar. Deformationer som eventuellt kvarstår efter chockpåkänningar får icke åstadkomma någon försämring av apparatens egenskaper. Om det är praktiskt möjligt får <i>friktion</i> mellan motstående ytor icke utgöra enda medlet för att hindra vridrörelse mellan ytorna. Konstruktionen skall vara så utförd att fel på en nit eller en skruv inte möjliggör för enheten eller komponenten att frigöras.	
Samtliga muttrar och skruvar skall vara försedda med godtagbar låsning.	8.5.8.2
Fjäderbrickor används för skruvar som kommer att lossas ofta.	8.5.8.3
Låsning av skruvar bör göras enligt följande:	8.5.8.4
a) Skruv i frigående hål låses medelst låsmutter. En vanlig mutter med låsbricka är inte tillfredsställande.	



b) Skruv i gängat hål låses med fjädrande låsbricka, t ex uppskuren typ, taggbricka.

8.5.8.5 Låsbrickor med *yttertandning* används under skruvskallar i gängade hål. Låsbrickor med *innertandning* används för låsning av skruvar på frontpanel eller på platser där man vill undvika synlig skada på ytbehandlingen.

8.5.8.6 Fjäderlåsbrickor skall vara av ytbehandlat stål, varvid vätesprödheten skall vara borttagen genom lämplig värmebehandling.

Fjäderlåsbrickor av fosforbrons kan även användas.

8.5.8.7 Låsmuttrar med nyloninsats rekommenderas vid temperaturer under 120° C.

Vid 120° C temperatur under mer än 45 min och vid högre temperaturer skall låsmuttern vara av helmetalltyp.

8.5.8.8 Låsmuttrar med fiberinsats får endast användas till skruvar som inte skall lossas vid service.

#### 8.5.8.9 Låsning med färg

Låsning med färg får tillgripas endast då skalle och mutter är försänkta i materialet, så att färgen får tillfredsställande grepp.

#### 8.5.8.10 Låsning av trimrar

Låsning av trimrar bör åstadkommas med tillfredsställande friktion. Låsning med färg eller vax bör undvikas.

8.5.8.11 Samtliga *elektronrör* och andra inpluggbara enheter skall vara försedda med tillfredsställande låsning.

8.5.8.12 Underläggsbrickor av bly, som begagnas t ex vid keramikfastsättning, får icke användas i frekvensbestämmande kretsar.

8.5.8.13 Underläggsbrickor av fiber godtas icke.

#### 8.5.8.14 Enhålsfastsättning

Enhålsfastsättning av detaljer för manuell inställning, t ex potentiometrar, lamphållare, säkringshållare, polskruvar, skall vara sådan att detaljerna låses mot vridning, t ex genom användning av knaster eller tandad låsbricka.

## Ytbehandling 8.6

Vid ytbehandling skall föreskrifterna i kap 6 följas. 8.6.1

Stommar av aluminium eller dess legeringar behöver normalt icke ytbehandlas. 8.6.2

Stommar av stålplåt ytbehandlas normalt genom *elförzinkning* (20  $\mu\text{m}$ ) med åtföljande kromatering. 8.6.3

*Elkadmirering* med kromatering av apparatstommar skall för godkännande typprovas medelst fuktprov (72 h, + 55° C, 95–100 % relativ fuktighet). Rostbildning får icke uppstå.

Ytor som utsätts för nötning vid hantering bör förnicklas. 8.6.4

Axlar och lager bör normalt icke ytbehandlas. 8.6.5

## Montering av komponenter 8.7

**Allmänna föreskrifter vid montering av komponenter 8.7.1**

Måttstandard 8.7.1.1

Konstruktionen skall om möjligt basera sig på standardkomponenter, för att reparation och service skall underlättas. Specialkomponenter bör därför undvikas. 8.7.1.1.1

Utrymmet för komponenterna bör möjliggöra insättning av standardkomponenter vid reparation. 8.7.1.1.2

Kretslösningen skall vara sådan att komponenter kan utbytas utan svårighet. 8.7.1.1.3

Om inte speciella fördelar vinns skall subminiatyriserade komponenter undvikas. 8.7.1.1.4

Vid konstruktionen skall om möjligt matchade komponenter undvikas. Om sådana erfordras skall de bilda en enhet, som byts ut helt vid anskaffning och reparation. 8.7.1.1.5

- 8.7.1.1.6 Använd icke justerbara komponenter när komponentvärdet inte behöver ändras under apparatens livslängd.
- 8.7.1.1.7 Apparaten skall vara så konstruerad att inpassning av komponentvärde icke sker för apparatindivid. Erfordras detta skall dylik inpassning finnas angiven på detaljlista (ev kopplingsschema) och beskriven i instruktionen för apparaten.
- 8.7.1.2 **Åtkomlighet**
- 8.7.1.2.1 Alla ingående komponenter skall vara lätt åtkomliga och utbytbara, utan att andra komponenter behöver tas bort. Detta gäller speciellt sådana komponenter som normalt kräver periodisk tillsyn, rengöring eller utbyte. Dylika komponenter får icke sättas fast genom nitning eller lödning.
- 8.7.1.2.2 Användning av gemensamma fästskruvar för komponenter skall undvikas.
- 8.7.1.2.3 Miniaturiserade komponenter bör monteras så, att servicemannen kan byta ut dem utan att skada andra.
- 8.7.1.2.4 Komponenter skall placeras så, att erforderligt utrymme finns för testpinnar och andra verktyg, för att närliggande komponenter inte skall skadas.
- 8.7.1.3 **Mekaniska synpunkter**
- 8.7.1.3.1 Infästningsanordningarna för en komponent skall dimensioneras för en statisk påkänning av 600 gånger komponentens vikt.
- 8.7.1.3.2 Den mekaniska resonansfrekvensen hos komponenten själv och tillsammans med fästansordningarna skall lämpligen ligga inom frekvensområdet 50—100 Hz. Resonansfrekvenserna bör verifieras genom resonansundersökning.
- 8.7.1.3.3 Vid utplacering av komponenterna tillses att erforderlig rörelsefrihet finns för dessa då apparaten utsätts för vibrationer och chockpåkänningar. Om fordran på elektrisk stabilitet eller utrym-

messkäl inte tillåter sådan rörelsefrihet monteras därav berörda komponenter på en stabil basplatta, som i sin tur har rörelsefrihet i förhållande till apparatens övriga delar.

Tunga detaljer monteras så nära apparatens fästanoordningar som 8.7.1.3.4 möjligt.

I apparater som skall sättas fast på vägg, varvid övre fästpunkter 8.7.1.3.5 jämväl erfordras, bör tunga detaljer monteras i bakre delen av apparaten.

Använd styrstift och pinnar för att uppta påkänningar vid chocker 8.7.1.3.6 och vibrationer. Inpluggbara enheter bör förses med styrstift, vilka skall vara av stål.

Alla rörliga delar skall fungera mjukt och utan kärvning. Dödgång 8.7.1.3.7 och torsionsfjädring skall i möjligaste mån undvikas.

Inpluggbara komponenter skall förses med låsanordningar. 8.7.1.3.8

Mekaniska enheter som erfordrar översyn, varvid isärtagning av 8.7.1.3.9 delarna sker, skall förses med inställningsindex som underlättar riktig hopsättning.

Komponenter skall monteras så att de mekaniska påkänningarna 8.7.1.3.10 blir de minsta möjliga.

Komponenterna skall fästas med väl åtdragna skruvar och muttrar, 8.7.1.3.11 försedda med låsbrickor.

Låsning av trimrar skall ske utan användning av fixativ, såsom 8.7.1.3.12 fernissa, vax, låsfärg.

Placera icke justeringsanordningar i närheten av komponenter 8.7.1.3.13 som för hög spänning eller utvecklar stark värme.

Lätta komponenter, såsom fasta motstånd och kondensatorer, 8.7.1.3.14 kan fästas i tilledningarna, om dessa är axiella och komponenterna väger högst 5 g. Anslutningstråden förses med en bukt för att dragpåkänningar i samband med vibrationer skall förhindras. Övriga komponenter skall fästas genom klamring eller annan metod.

- 8.7.1.3.15 Vid bockning av axiella tråduttag hos miniatyrkomponenter (motstånd, kondensatorer, elektronrör etc, speciellt för tryckt ledningsdragning) bör förfarandet vara sådant att påkänningar icke sker på infästningsstället. I samband med bockningen bör trådfästningarna sålunda inte utsättas för vridningsspåkänningar. Efter bockningen skall avståndet  $a$  mellan trådcentrum och komponentkropp utgöra minst 5 gånger tråddiametern  $d$ .

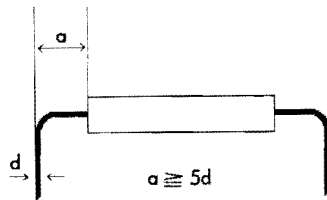


Bild 8.7.1-1

#### 8.7.1.4 Montering av sköra komponenter

- 8.7.1.4.1 Vid konstruktion av en apparat i vilken sköra komponenter ingår skall tillses att dessa på lämpligt sätt skyddas för påkänningar, speciellt för åverkan i samband med montering, felsökning och service.
- 8.7.1.4.2 Skört gjutgods eller delar av keramiska eller andra sköra material får icke utsättas för extra påkänningar när de sätts fast. Mer än tre kontaktpunkter får inte användas mellan den sköra detaljen och monteringsytan, för så vitt inte dessa ytor är maskinbearbetade. Monteringsbrickor av lämplig plast, gummi eller mjuk koppar med någon kompressibilitet bör användas för att förhindra lokalt bräck eller krossning av detaljer. Blybrickor eller fiberbrickor får icke begagnas. Gänghål i keramiska detaljer skall icke användas vid hopsättning eller montering av detaljer. Förskruvningar skall förses med fjäderbrickor, och skruvarna dras åt ordentligt. Vid nitning skall likaså hopdragning göras.
- 8.7.1.4.3 Vid montering av miniatyriserade komponenter iakttas försiktighet så att inte skador uppstår. Dylika komponenter bör på lämpligt sätt skyddas så att de inte skadas vid reparation av närliggande komponenter.

Komponenter försedda med anslutningstrådar av klen dimension fixeras lämpligen vid underlaget genom klistring med plastcement. 8.7.1.4.4

**Montering av värmeavgivande komponenter** 8.7.1.5

Värmealstringen i komponenten skall icke skadligt uppvärma komponenten själv eller andra komponenter. 8.7.1.5.1

Komponent får icke förses med någon impregnering eller förslutning som skadas av värme från komponenten själv eller från omgivningen. 8.7.1.5.2

Plaststommar skall ha metalliska värmeledare till en kylare om komponenterna avger mer än 1/2 W. 8.7.1.5.3

**Märkning** 8.7.1.6

(se även 8.9)

Komponenter monteras så att påstämplade värden kan avläsas utan att andra komponenter behöver tas bort. 8.7.1.6.1

Platsen för inpluggbara enheter skall vara märkt på stommens över- och undersida med komponentens schemabeteckning. 8.7.1.6.2

Komponenterna skall märkas enligt föreskrifterna i FSD A 0100:1 resp KATF/EA, TS 00-02. 8.7.1.6.3

Transformatorer, reaktorer och ingjutna nätverk skall ha kretsdiagram angivande ström, spänning och impedans permanent anbringade på utsidan av komponenten. 8.7.1.6.4

**Montering av motstånd** 8.7.2

Motstånd skall i regel monteras på plintar. 8.7.2.1

Stora motstånd skall fästas så att de tål de mekaniska påkänningarna. 8.7.2.2

Maximala effekten i motståndet får icke överstiga 70 % av märkeffekten för den aktuella omgivningstemperaturen. 8.7.2.3

Motstånd som avger avsevärd värme placeras på sådant avstånd från andra komponenter att dessa inte skadas eller får sin funktion försämrad. Eventuellt erfordras en reflekterande skärm för skydd av komponenten. 8.7.2.4

- 8.7.2.5 Motstånd för större effekter skall vara av emaljerad typ och placeras vertikalt för erhållande av bästa luftkylning.
- 8.7.2.6 Motstånd monteras fritt i luftströmmen.
- 8.7.2.7 Motstånd med ställbara uttag bör undvikas. Speciellt gäller detta höghomiga motstånd.
- 8.7.2.8 Variabla motstånd med kombinerad strömställare skall icke användas utan tillstånd av beställaren.
- 8.7.2.9 Motstånd över 1 megohm bör undvikas. Erfordras dylika skall särskilda åtgärder vidtas för att fuktresistensen hos motståndens isolation skall förbättras. Se även 4.17.2.4.1.

### 8.7.3 **Montering av kondensatorer**

- 8.7.3.1 Vridkondensatorer skall monteras så att mekaniska påkänningar på frontpanel och stomme inte påverkar kapacitansvärdena.
- 8.7.3.2 Trimrar vilkas kapacitans ändras genom tryckverkan får icke användas.
- 8.7.3.3 Trimkondensatorer skall ha luftdielektrikum och vara försedda med effektiv fastsättning och låsning. Låsning skall företrädesvis ske genom friktion.
- 8.7.3.4 Papperskondensatorer skall vara hermetiskt inneslutna i metallhölje.
- 8.7.3.5 Glimmerkondensatorer av s k skraptyp får icke användas.
- 8.7.3.6 Glimmerkondensatorer skall ha en arbetsspänning av lägst 400 V.
- 8.7.3.7 Glimmerkondensatorer med silverbelägg bör icke användas för likspänning, därför att silvret då kan vandra över till andra delar av isolationen.
- 8.7.3.8 Glimmerkondensatorer av s k frimärkstyp bör fästas vid underlaget genom klistring med plastcement (tilledningsrådarna har i allmänhet visat sig för vecka för att bära upp kondensatorns massa vid vibrationer).

- Metalliserade papperskondensatorer bör icke användas 8.7.3.9
- a) i kretsar med hög impedans, emedan det vid eventuell kortslutning inte finns tillräcklig ström till förfogande för att bränna bort kortslutningen
- b) i pulskänsliga kretsar, där gnistbildning inuti kondensatorn kan åstadkomma falska pulser.
- Montera icke temperaturkänsliga kondensatorer i närheten av värmealstrande komponenter. Använd strålningskyddande skärmar. 8.7.3.10
- Kondensatorer för temperaturkompensation placeras i förhållande till den komponent vars temperaturdrift skall kompenseras, så att kompensation sker samtidigt med temperaturdriften. 8.7.3.11
- Keramiska kondensatorer för temperaturkompensering skall utnyttjas med största möjliga kapacitansolerans och minsta möjliga krav på temperaturkoefficientolerans. 8.7.3.12
- Aluminiumelektrolytkondensatorer skall vara aktiverade före montering efter längre tids förrådsförvaring. 8.7.3.13
- Opolariserade elektrolytkondensatorer skall icke användas. 8.7.3.14
- Montering av omkopplare** 8.7.4
- Monteringen av omkopplare skall utföras så att ofrivillig omställning undvikas. 8.7.4.1
- Omkopplare av telefontyp skall vara lätt utbytbara och monteras så att de lätt kan kontrolleras och rengöras utan att tas bort. 8.7.4.2
- Variabla motstånd i kombination med omkopplare skall icke användas utan tillstånd av beställaren. Kombinationen medför bl a ökad nötning på motståndet. 8.7.4.3
- Beträffande fastsättning av vred se 8.7.9. 8.7.4.4
- Språngverk skall infettas med fett avsett för användning i kyla. Kontakter får icke vara infettade. Åtgärder skall ha vidtagits mot att fett från språngverket inkommer i kontaktutrymmet. 8.7.4.5



### 8.7.5 **Montering av reläer**

- 8.7.5.1 Bomull, papper eller liknande organiska isolermaterial skall icke användas, eftersom de i samband med likströmspotential och fukt ger upphov till elektrolytisk korrosion av lindningarna. Om reläer med dylikt isolermaterial måste användas skall de kopplas så att spolens potential blir negativ i förhållande till potentialen hos reläets metalldelar.
- 8.7.5.2 Reläerna bör förses med dammskydd.
- 8.7.5.3 Reläkontakter bör vara lätt åtkomliga för kontroll och rengöring.
- 8.7.5.4 Reläer skall vara utförda så, att ankaret vid chockpåverkan kvarhålls i sitt arbetsläge.
- 8.7.5.5 Telefonreläer är icke önskvärda; om sådana används bör de arbeta med ökat kontaktryck.
- 8.7.5.6 Reläer skall arbeta med ett kontaktryck av lägst 30 gram. Detta kontaktryck skall innehållas vid den drifttemperatur som reläerna utsätts för.
- 8.7.5.7 Reläer bör vara dynamiskt utbalanserade för att förhindra kontaktstörningar vid vibration.
- 8.7.5.8 Spänningsreducerande anordningar bör finnas för att förhindra spänningstoppar vid drift av reläer med stor ström genom spolen.
- 8.7.5.9 Reläkontakt bör, då så är möjligt, förses med gnistskydd. Eventuellt skall filter insättas för att förhindra spridning av radiofrekventa störningar.

### 8.7.6 **Montering av vibratorer**

- 8.7.6.1 Vibratorn måste vara hermetiskt tillsluten för att kunna fungera tillfredsställande vid minskat lufttryck. Platsen intill vibratorn bör då vara försedd med en skylt som anger detta.
- 8.7.6.2 Vibratorn skall vara radioavstörd. Avstörningsfiltret skall vara effektivt under vibratorns hela livslängd.
- 8.7.6.3 Transformatorns primärlindning skall vara försedd med termosäkring som skyddar transformatorn vid vibratorfel.
- 8.7.6.4 Batteriledningarna till vibratorn bör befrias från lågfrekventa störningar.

<b>Montering av spolar</b>	8.7.7
Vid skärmning av spolar tillses att den sekundärkrets som bildas av skärmen utgörs av metall utan skarv.	8.7.7.1
Spolar får icke stomanslutas genom nitning.	8.7.7.2
Hopkoppling av krets bestående av spole och kondensator måste ske genom lödning.	8.7.7.3
I frekvensbestämmande kretsar tillses att anslutningsledningar till spole och kondensator är fixerade mot vibrationspåkänningar.	8.7.7.4
Bivaxdoppning godkännes icke som impregnering eller fixering av lindningsvarv.	8.7.7.5
Frekvensbestämmande kretsar monteras så att de skyddas för värme från värmealstrande komponenter.	8.7.7.6
Trimningsanordning för induktansen skall godkännas av beställaren.	8.7.7.7
<b>Montering av transformatorer och induktorer</b>	8.7.8
Tunga transformatorer placeras så att apparatens tyngdpunkt blir låg och centrerad. Apparater som skall monteras på vägg bör ha tyngdpunkten placerad så nära väggen som möjligt.	8.7.8.1
Stomplåten på vilken transformatorer och induktorer monteras skall ha tillfredsställande hållfasthet mot vibrations-, skak- och chockpåkänningar.	8.7.8.2
Fastsättningsbultar skall vara rätt dimensionerade. Fastsättningen skall ske med fyra bultar. Fästvinklar förses med lämplig bockningsradie (se 8.3.7)	8.7.8.3
Transformatorns plåtpaket skall vara säkert fixerat. Fixering enbart genom klämning är icke tillfredsställande.	8.7.8.4
Fastsättningsbyglar av aluminium godkänns icke.	8.7.8.5
Transformatorn skall ha god värmekontakt till stommen. Kontaktytorna befrias från impregnering.	8.7.8.6
Transformatorer och induktorer förses med lindningsschema med angivande av ström, spänning och impedans.	8.7.8.7

## 8.7.9 **Montering av skalor och rattar samt axelfastsättning**

### 8.7.9.1 Skalavläsning

- 8.7.9.1.1 Inställningsskalor skall vara utförda så att tveksamhet om rätt avläsning icke råder.
- 8.7.9.1.2 Vid montering av flera skalor på samma axel skall den aktuella skalan tydligt anges, exempelvis genom täckning av övriga skalor eller genom olika färger (det senare dock mindre tillfredsställande).
- 8.7.9.1.3 Avläsningsöppningen (fönster) på en skala skall vara tillräckligt stor, så att någon tveksamhet om skalvärdets storlek och ändringsriktning inte behöver uppstå. Minst två sifferbeteckningar skall samtidigt vara synliga i öppningen.
- 8.7.9.1.4 Skalindelningen skall icke vara så fin eller tät att avläsningen försvåras.
- 8.7.9.1.5 Vid bestämning av *skallängden* skall hänsyn tas till erforderlig träffsäkerhet vid återinställning. Skallängd och skalgradering skall stå i relation till det sannolika felet hos erhållna värden. I allmänhet skall skalan vara så utförd att minsta läsbara streckindelning är lika med det sannolika inställningsfelet hos det erhållna värdet (exempelvis frekvensen). Vid bestämning av det sannolika inställningsfelet skall totala noggrannheten hos hela systemet tas med i beräkningen, speciellt den mekaniska överföringen från det värdegivande elementet (exempelvis vridkondensatorn) och skalan. I praktiken betyder detta att den mekaniska överföringen skall vara utförd med stor noggrannhet. Hänsyn skall även tas till att fukt-, temperatur- och friktionsvariationer samt mekanisk nötning icke inför otillåtna ökning av felvärdena. Den mekaniska drivningen av elementet skall vara skild från den mekaniska överföringen till skalan.
- 8.7.9.1.6 Det värdegivande elementet (exempelvis vridkondensator) och skalmekanismen bör var för sig vara mekaniskt utbalanserade för att eliminera påverkan från vibrationer och chocker.
- 8.7.9.1.7 Vid normal belysning skall delstreck och index vara tydligt läsbara på 0,5 meters avstånd inom en konvinkel av 60°. Metallskalor skall ha tillfredsställande stabilitet (vara präglade) till förhindrande av skevning.

- Skalstreck och index skall vara så kraftigt markerade att avläsning kan göras, även om repor och imma förekommer på skalfönstret. 8.7.9.1.8
- Skala och index utförs så att parallax förhindras. 8.7.9.1.9
- Siffror och beteckningar skall placeras vertikalt för bekväm avläsning av radiella skalstreck. 8.7.9.1.10
- Skalavläsningen skall vara positiv enligt FSD 900 Manöverriktning för teletekniska apparater. 8.7.9.1.11
- Räkneverk* 8.7.9.1.12
- För att avläsningen skall bli bekväm rekommenderas användning av räkneverk.
- Räkneverk placeras nära frontpanelen för att underlätta avläsningen.
- Avståndet mellan siffrorna på räkneverk bör ej vara stort. Siffrorna skall läsas från vänster till höger.
- Lågt liggande skalor är svåra att avläsa. 8.7.9.1.13
- Skalans plan bör vara vinkelrätt mot siktlinjen.
- Skalor som vibrerar i förhållande till index är svåra att avläsa. 8.7.9.1.14
- Skalfönster** 8.7.9.2
- Skalfönster skall utföras av plast (ej glas), vanligen plexiglas, som utan deformation eller grumlighet kan uthärda fukt- och temperaturprov. Fönstret skall fastsättas med klämring jämte klistring. På förslutna apparater skall fönstret dessutom tätas med gummi.
- Rattar och vred** 8.7.9.3
- Vridmoment.* Montering av rattar och vred skall kunna uthärda ett vridmoment av 20 kpcm i samband med ändlägesstopp. 8.7.9.3.1
- Inställningsvred skall vara mekaniskt *utbalanserade*. 8.7.9.3.2
- Inställningsrattar förses med *friktion*, så avpassad att inställningsläget inte rubbas vid vibrationer eller skakningar. 8.7.9.3.3

- 8.7.9.3.4 *Grepp* för rattar och vred skall vara så utformade att manövrering kan ske med behandskad hand.
- 8.7.9.3.5 *Ändlägesstopp* skall om möjligt undvikas. Erfordras stopp skall dessa påverka manöverorganet direkt för att förhindra söndervridning av axelfastsättningar m m.
- 8.7.9.3.6 *Lägesmarkeringen* skall vara effektiv. Markeringen skall vara sådan att mellanlägen inte kan intas.
- 8.7.9.3.7 Rattdonet bör vara så utfört att axialtryck eller -dragning inte påverkar inställningen av rätt värde. Tryck på frontpanelen får ej heller påverka inställningen av värdet.
- 8.7.9.3.8 *Låsning*. Erfordras låsning av inställningsorgan skall denna vara så utförd att den inte påverkar värdeinställningen.

#### 8.7.9.4 Utväxling

- 8.7.9.4.1 Utväxling mellan grepp och värdeinställning skall avpassas så att inställningen inte är kritisk.
- 8.7.9.4.2 *Dödgången* skall minskas till tolerabla värden.
- 8.7.9.4.3 Utväxlingen mellan inställningsorgan och värdeinställning avpassas så att lämplig ändringshastighet erhålles. Därvid skall man bedöma om både grov- och fininställning erfordras för att inställningen skall kunna göras snabbt.
- 8.7.9.4.4 Friktionskoppling för fininställning har inte visat sig tillfredsställande i kyla.
- 8.7.9.4.5 Fininställningen skall vara försedd med *ändlägesstopp*, så att den genom utväxlingen ökade påkänningen inte åstadkommer deformation eller annan skada.
- 8.7.9.4.6 *Smörjning* skall ske med olja (fett), avsedd för låga temperaturer.

#### 8.7.9.5 Axelfastsättning

- 8.7.9.5.1 Fastsättningen av inställningsdon på axlar skall kunna uppta ett vridmoment av 30 kpcm utan kvarstående deformation.

Fastsättning medelst mot axeln radiella skruvar (spets- eller skålformiga) är icke tillåten, emedan dylik fastsättning inte visat sig tillfredsställande. Radiell skruv mot avfasad axel är inte heller tillfredsställande. 8.7.9.5.2

Följande axelfastsättningar *rekommenderas*. Utförandet skall dock godkännas av beställaren. Skruv skall kunna dras åt med vanliga mejslar. 8.7.9.5.3

a) Genom axeln borrar ett diametralt hål, i vilket en konisk pinne indrives. Rattdonet förses med diametrala vinkelskåror mot vilka pinnen pressas vid åtdragning med en axiell skruv.

b) Axeln förses med en längsgående avfasning, som slutar i en lämplig konicitet. Rattdonets hål för axeln förses med motsvarande kilspår med kil, varvid åtdragning sker med en axiell skruv.

c) Fastsättning sker med en expanderande hylsa, som dras åt med skruv. Axeln bör därvid vara något lätttrad.

**Axlar och axelkopplingar** 8.7.9.6

Minsta axeldiameter för inställningsorgan är 6 mm (6,3 mm). 8.7.9.6.1

Som material till axlar rekommenderas rostfritt stål eller duraluminium. 8.7.9.6.2

Axel och lager skall vara så utförda att kärvning eller låsning inte uppträder vid låga temperaturer. 8.7.9.6.3

Axel och lager skall förses med fett avsett för låga temperaturer. 8.7.9.6.4

Isolerade axlar av nylon är icke tillfredsställande, eftersom dessa sväller i fukt. 8.7.9.6.5

Axelkoppling skall låsas med stift eller effektiv klämanordning. 8.7.9.6.6

Axlar skall effektivt jordas till frontpanelen. 8.7.9.6.7

### Kugghjul

Kugghjul och nockskivor skall fungera likformigt under varvet. 8.7.9.7  
Fjäderspända kugghjul skall uppta momentet utan eftergift.

### 8.7.10 **Montering av instrument**

- 8.7.10.1 Instrument placeras så att stora järnmassor eller likströms- och växelströmsfält inte påverkar instrumentets funktion.
- 8.7.10.2 Instrument med yttre termokors, speciellt för strömmar över 1 A, förses med noggrann skärmning eller filtrering av såväl instrument som ledningar, så att radiofrekventa strömmar inte påverkar termokorset bakvägen. Om instrumentet placeras så att det utsätts för radiofrekventa spänningar i förhållande till panelen skall instrument- och termokors skyddas mot kapacitiva strömmar för att felvisning eller förstöring skall förhindras.
- 8.7.10.3 Använd skalindelning i enhetsdelning, delning på 5 eller 10 om möjligt.
- 8.7.10.4 Instrumentet förses med skyddande upphängning i gummi, varvid tillses att resonansfrekvensen inte överensstämmer med den normala vibrationsfrekvensen t ex på elverk.
- 8.7.10.5 Vid montering av instrument på vibrerande utrustningar tillses att instrumentets utslag ej påverkas av vibrationerna.

### 8.7.11 **Montering av metall-likriktare**

- 8.7.11.1 Endast fuktskyddade likriktare får användas.
- 8.7.11.2 Montera likriktare så att kylflänsarna blir vertikala för att underlätta kylningen.
- 8.7.11.3 Placera likriktarna på »kalla» punkter på stommen och åstadkom god termisk kontakt till stommen.
- 8.7.11.4 Selenlikriktare monteras så att omgivningstemperaturen inte överstiger  $+ 55^{\circ} \text{C}$ .
- 8.7.11.5 Större typer av selenlikriktare monteras så, att plattorna (kylflänsarna) vid vibrationer eller skakpåkänningar inte vrider sig i förhållande till varandra och därigenom skadar den likriktande beläggningen. Hopdragning med centrumbulten är därvid inte tillfyllest.

- Montering av rörhållare** 8.7.12
- För att underlätta utbyte vid service, bör inte rörhållare sättas fast genom nitning eller lödning. 8.7.12.1
- Rörhållare skall normalt vara försedda med fasthållningsanordning för varje individuellt rör och applicera tryck på rörets topp. 8.7.12.2
- Miniatyr rör förses normalt med skärmar som skall vara svärtade på in- och utsidan. 8.7.12.3
- Använd termiskt effektiva rörskrävar i alla applikationer. Rörskräven skall ha den inre ytan svärtad och göra god termisk kontakt med åtminstone 50 % av glasytan omkring anodens område. Rörskräven skall ha god termisk kontakt med monteringsplanet (apparatstommen). 8.7.12.4
- Glaskolvens temperatur hos mottagarrör bör icke överstiga 100° C. Höga kolvtemperaturer kan orsaka elektrolys hos glaset mellan stiften, och gas kan avges från kolvens yta. 8.7.12.5
- Placera rörhållarna så att rören inte kan »se» varandra. 8.7.12.6
- Oskärmade rör placeras så att ett minimiavstånd av 40 mm finns mellan rören. 8.7.12.7
- Vid inlödning av rörhållare med rörliga kontaktfjädrar tillses att anslutningstrådarna inte hindrar rörligheten. Användning av mångtrådig kopplingstråd rekommenderas. Hopkoppling av lödstjärter inom rörhållaren med styv ledare förbjöds. 8.7.12.8
- Ej utnyttjade kontaktpunkter i rörhållaren får icke användas som stödpunkter (lödstöd) vid ledningsdragningen. (Vissa rörfabrikanter utnyttjar dessa lediga punkter för stift som utgör stöd vid den inre uppbyggnaden av röret.) 8.7.12.9
- Montera icke komponenter på rörhållaren för så vitt inte detta fordras för god funktion. 8.7.12.10
- I röret parallellkopplade spänningsförande stift bör kopplas hop i rörhållaren för att markera att de är spänningsförande (service-synpunkt). 8.7.12.11
- På båda sidor av apparatstommen och i närheten av rörhållaren skall rörets beteckning i schemat utsättas. 8.7.12.12



### 8.7.13 **Montering av elektronrör och halvledare**

8.7.13.1 Permanenta magneter till elektronrör skall förrådsförvaras och hanteras på sådant sätt att de magnetiska egenskaperna inte äventyras.

#### 8.7.13.2 **Vertikal montering**

Vertikal montering med rörbasen nedåt är önskvärd. Annan montering kan orsaka överhettning av delar av röret, vilket kan menligt inverka på rörets funktion och livslängd (t ex gettermaterialet avger gas, som gör röret »mjukt»).

8.7.13.3 Likriktarrör med kvicksilverånga skall monteras vertikalt med rörbasen nedåt, om icke annat överenskommes med rörfabrikanten.

8.7.13.4 Se till att elektronrören inte kan slå emot närliggande delar i apparaten vid chockpåkänningar.

8.7.13.5 Stora elektronrör bör förses med klammer omkring glaskolven. Klammer kring rörbasen ger ofta otillfredsställande läsning.

8.7.13.6 Toppkontakter på elektronrör bör vara beröringsskyddade.

#### 8.7.13.7 **Horisontell montering**

Om dylik montering erfordras skall glödtrådens plan på direkt upphettade rör (batterirör) monteras vertikalt. Indirekt upphettade rör med hög branthet bör monteras med gallrets huvudplan vertikalt.

#### 8.7.13.8 **Montering av bildrör**

Montering av bildrör kan ske i önskad vinkel, om inte annat föreskrivs, varvid dock är att märka att vid montering med bildskärmen uppåt rörets livslängd förkortas om elektrodmaterial lossnar och faller ner på katoden. Vid montering av bildrör tillses att inga mekaniska påkänningar förefinns mellan konen och halsen eller mellan sidoanslutningar och någon del av röret.

Rörhållaren får icke utgöra något mekaniskt stöd för röret. Anslutningarna till rörhållare och sidoanslutningar skall vara böjliga och så långa att erforderlig orientering av bilden kan göras. Bild-

ytan förses med mekaniskt skydd mot yttre åverkan och mot eventuell implosion. Bildrörets inre del bör likaledes förses med skydd mot eventuell implosion (servicekrav).

Yttre ledande beläggningar bör alltid anslutas (jordas) med för vibrationspåkänningar säkra kontakter.

Tillfredsställande isolation skall finnas mellan bildröret och dess fastsättningsanordningar, avlänkningsspolar o d, så att elektrostatiska laddningar och läckning inte stör bildåtergivningen. Skärmning skall finnas mot elektriska och magnetiska störfält (även jordmagnetiska fältet).

På bildrör med elektromagnetisk avlänkning och fokusering skall spolarnas ventilation uppmärksammas, så att överhettning av rörhalsen förhindras.

Beträffande *bandhavande* av bildrör se 2.7.2.4.

### Montering av miniatyrör

8.7.13.9

För att minska förekomsten av luftläckning invid stiftgenomföringarna bör apparaten förses med rörutdragare.

### Montering av rör med anslutningstrådar för inlödning

8.7.13.10

Subminiatyrör är vid leverans vanligen försedda med skydd för anslutningarna. Skyddet skall icke tas bort förrän omedelbart innan rören insättes. Om dessa rör sätts in i rörhållare skall rörpinnarna dessförinnan tillrättas i härför avsett verktyg. Vid inlödningen måste man undvika att bocka anslutningstråden i närheten av glaset. Dessutom skall tillses att tätheten mellan tråd och glas inte förstörs på grund av överhettning genom värmekonduktion längs tråden. Lödning får icke utföras närmare än 3 mm från glaset, och därvid skall en värmeshunt åstadkommas (exempelvis genom tång) mellan lödstället och glaset. Lödkolven skall vara het, och lödtiden mycket kort.

Rören skall mekaniskt fixeras medelst metallklammer i termisk kontakt med glaskolven och klammern i sin tur med kontakt mot stommen.

**8.7.13.11 Lödning på rörstift**

Lödning på rörstift får icke utföras om icke speciella åtgärder vidtagits för att förhindra termiska påkänningar i genomföringarna. Dylika påkänningar kan med tiden ge upphov till dåligt vakuum.

**8.7.13.12 Spänningsstabilisering**

Om möjligt bör glödtrådsspänningen stabiliseras.

**8.7.13.13 Ingjutning**

Elektronrör bör icke ingjutas i plastmassa.

**8.7.13.14 Störfält**

Rörets funktion kan kraftigt påverkas av magnetiska, elektriska och akustiska störfält från exempelvis transformatorer, högtalarmagneter, högspänning och ledningsdragning.

Gallerstyrda likriktarrör skall icke monteras i närheten av starka radiofrekvensfält, vilka kan åstadkomma felaktig styrning. Om annan placering icke är möjlig erfordras skärmning och filtrering i tillledningarna.

Gasfyllda likriktarrör och tyratroner kan orsaka radiostörningar. För att eliminera dessa måste skärmning och filtrering anordnas i tillledningarna.

**8.7.13.15 Mikrofoni**

Rören monteras så att de ej utsättes för mekaniska och akustiska vibrationer.

**8.7.13.16 Montering av halvledare**

Föreskrifterna för *inlödning* skall iakttas. Använd värmeshunt.

**8.7.13.17 Den termiska utformningen av konstruktionen är av särskild betydelse vid montering av halvledare. Speciellt gäller detta för halvledare som styr större effekter. Föreskrifterna härför skall noggrant följas och kontrolleras.****8.7.13.18 Halvledare skall skyddas mot överspänningar och transienter.**

Kretsfunktionen utförs så att den erforderliga backresistansen 8.7.13.19 utgör högst  $1/5$  av halvledarens backresistans, för att kretsen skall fungera säkert under apparatens livslängd.

Skydd skall finnas mot felpolning av batterispänningar vid drift 8.7.13.20 av halvledare.

Seriekopplade kisellikriktare shuntas med kondensatorer med en 8.7.13.21 kapacitans  $C \mu\text{F}$ , bestämd av  $C = 10 I/U$ , där  $I$  i A är ström, som flyter före backspänningsinsatsen.

$U$  i V är maximala kontinuerliga toppbackspänning hos likriktarcellen.

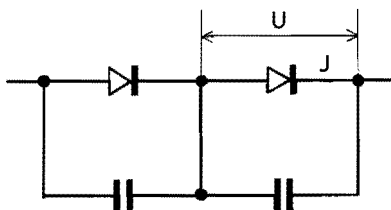


Bild 8.7.13-1

Försiktighetsmått vid hantering av transistorer 8.7.13.22

Här nedan följer några förhållningsregler att tillämpas vid montering och handhavande av transistorer.

#### A. Elektriska

1. Koppla bort spänningarna innan transistorerna byts ut.
2. Kortslut inte transistorer eller tillhörande kretskomponenter vid användning av testinstrument. Dyliga kortslutningar är orsak till de flesta transistorfel.
3. Vid kontroll av transistorkretsar bör man undvika att använda de ohmmetrar vilkas batterispänning kan förstöra transistorn. Många ohmmetrar kan ha 22,5 V och högre batterispänning, som kan vara för hög för transistorn.
4. Kontrollera att rätt polaritet vid inkoppling av driftspänningar användes.

5. Använd en 6 V lödkolv eller en isolationstransformator med normal kolv.
6. Vid inlödning av transistorer i kretsen bör man avlägsna överskott av flussmedel för att förhindra att isolationen försämras med tiden.
7. Observera föreskrift på isolation för de transistorer som har anslutning till metallhöljet.

### *B. Mekaniska*

1. Undvik mekaniska chocker på transistorerna vid handhavandet.
2. Förhindra mekaniska resonanser, montera transistorn stadigt och använd korta tilliedningar.
3. Undvik skarpa bockningar på tilliedningstrådarna intill glasgenomföringen; minst 4 mm skall vara fri från bockning.
4. Hantera de grova tilliedningarna varsamt, så att bräck inte uppstår på effekttransistorernas genomföringsisolatorer.

### *C. Termiska*

1. Använd värmeshunt (spetstång) mellan transistorkropp och lödställe som skydd mot upphettning. Lödningen skall ske på kortaste möjliga tid.
2. Monteringsytan för effekttransistorer skall vara plan och fri från färg och smuts. Värmestrålningen ökas om kylflänsar och ytor är svarta.
3. Undvik termiska chocker.
4. Föreskrifter för gränsvärden på temperaturer skall noga följas.
5. Undvik risken för temperaturrusning genom att nedgrada kollektorförlosterna vid drift vid hög omgivningstemperatur och avskärma värmestrålning från andra värmealstrande komponenter. För att utjämna variationer i egenskaperna hos transistorerna bör lämplig grad av motkoppling åstadkommas.

6. En isolerande glimmerbricka med en tjocklek av 0,05 mm ökar den termiska resistansen med ca  $0,5^{\circ} \text{ C/W}$ . Resistansen kan reduceras genom att man bestryker monteringsytorna med silikonfett. Vid direkt kontakt mellan ytor bestrukna med silikonfett kan en termisk resistans av  $0,2^{\circ} \text{ C/W}$  uppnås.
7. Kylarens termiska resistans till omgivningen skall genom konstruktiva åtgärder hållas låg. God termisk kontakt till apparatens hölje bör eftersträvas. Den termiska kontaktresistansen hos aluminium försämras genom oxidbildning.

Som god *tumregel* gäller att en kopparplåt (tjocklek 2 mm) på varje kvadratdecimeter avger 125 mW per  $^{\circ}\text{C}$  över omgivningens lufttemperatur. För aluminium bör man räkna med 100 mW per  $^{\circ}\text{C}$ . Transistorn är därvid placerad i plåtens mitt. De termiska egenskaperna skall emellertid kontrolleras genom mätningar.

### Montering av säkringar

8.7.14

Säkringshållare av Diazed-typ skall vara försedd med låsning av propphuvudet. 8.7.14.1

Säkringshållare av bakelit skruvas fast med elastiskt mellanlägg. 8.7.14.2

Vid montering av automatsäkringar tillses att fastsättningen inte påverkar säkringens funktion. Det är lämpligt att använda brickmellanlägg. 8.7.14.3

Säkringar bör vara åtkomliga från frontpanelen. 8.7.14.4

Platsen intill säkringshållaren skall vara märkt med säkringens märkströmsvärde. 8.7.14.5

Placera reservsäkring på lämplig plats. 8.7.14.6

Diazed-säkringar skall vara vibrationssäkra så att sandfyllningen inte läcker ut. 8.7.14.7

Den osäkrade ledningen bör vara så kort som möjligt. 8.7.14.8

Glasrörssäkringar bör ha dimensionen  $20 \times 5$  mm. 8.7.14.9

Se även beträffande säkringsskydd 2.7.3.4. 8.7.14.10

### 8.7.15 **Montering av kristaller**

- 8.7.15.1 Kristallhållare skall vara försedd med låsning av godkänt utförande.
- 8.7.15.2 Kretsar vari kristaller ingår skall ha sådana konstanter att utbyte av kristall inte orsakar att frekvens och uteffekt varierar utanför förutbestämde gränser.
- 8.7.15.3 Anslutningskapacitansen för kristaller skall vara definierad för att möjliggöra utbyte.

### 8.7.15.4 **Kristallugn**

Kontaktanordningen i en kristallugn får icke åstadkomma radiofrekventa eller andra störningar. Kontaktanordningen bör vara elektronisk. Strömintervaller får icke verka störande på apparatens funktion (exempelvis förorsaka glödspänningsvariationer).

### 8.7.16 **Montering av ledningsanslutning**

Beträffande ledningsdragning se 9.5.

- 8.7.16.1 En elektrisk förbindelse skall icke klämmas mellan en metallyta och en isolationsyta. Den senare sätter sig nämligen med tiden med glappkontakt som följd.
- 8.7.16.2 Rund tråd skall icke klämmas mellan plana metallytor, utan dessa skall vara räfflade. Åtdragningen skall vara fjädrande, så att tråden hålls väl fastklämd även efter en viss sättning med tiden.
- 8.7.16.3 Mångtrådig ledare får icke förtennas vid anslutning till klämkontakt.
- 8.7.16.4 Elektrisk förbindelse får icke åstadkommas genom nitning.
- 8.7.16.5 Utförandet med kopplingstråd lagd under mutter eller skruvskaft är icke tillfredsställande. Kopplingstråden bör anslutas medelst lödning till låsbricka försedd med lödstjert.  
Om kabelsko används skall den vara säkrad mot vridning.
- 8.7.16.6 Gallerledningar och andra höghögiga ledningar skall vara korta, väl skärmade och stadigt fastsatta.

<b>Montering av anslutningsdon</b>	8.7.17
Koaxialkontakter skall monteras enligt föreskrifter.	8.7.17.1
Kontaktidon monteras så att det är lätt att inlöda ledningar till kontaktens baksida utan att flytta andra ledningar eller detaljer. Kontaktidonet skall kunna tas loss från frontpanelens framsida för kontroll och service.	8.7.17.2
Kontaktidon placeras så att de är lätt åtkomliga för kontroll och service.	8.7.17.3
Kontaktidon placeras så att de inte utsätts för smuts och vatten.	8.7.17.4
Anslutningsdon bör placeras försänkta för att mekaniska påkänningar skall förhindras. Om försänkning inte kan åstadkommas bör donen förses med skydd av lämpligt utförande.	8.7.17.5
Kontaktidon bör förses med skyddslock.	8.7.17.6
Kontaktidonet innanmäte bör fyllas med lämplig isolermassa som förhindrar vattensamling genom kondensation. Lämplig isolermassa är tiokol eller jordvaxer (ceresin, ozekerit). Kontaktidonet hölje skall därvid förses med påfyllningshål. En gummitätning är icke effektiv nog för att förhindra kondensbildning.	8.7.17.7
Proppar och jack av telefontyp bör endast användas då sådana erfordras. Måste dessa kontaktidon användas bör de placeras på skyddad plats. Jackar placeras så att kontakterna kan rengöras med borste utan att jackarna behöver bortmonteras.	8.7.17.8
Kontakter som ingjutits i melamin bör före användning rengöras med trikloretylen (borttagande av isolationshinna).	8.7.17.9
För att underlätta <i>orienteringen</i> vid inkopplingen av proppen skall denna vara försedd med ett märke så beskaffat att proppen kan placeras rätt även i mörker.	8.7.17.10
Vid anslutning av två eller flera kontaktidon av samma typ skall dessa, förutom att vara oföväxelbara, förses med (färg) märkning, vilken även bör återfinnas på serviceschemat.	8.7.17.11
Märkning intill anslutningsdon skall finnas angivande nätspänning och nätfrekvens.	8.7.17.12
Anslutningsimpedans skall utmärkas för transmissionsledningar.	8.7.17.13



**8.7.18 Montering av isolatorer och kopplingsplintar**

- 8.7.18.1 Kopplingsstöd, lödstjärter etc skall vara förtenta eller försilvrade före monteringen.
- 8.7.18.2 Lödstjärter, kutsar, stöd o d skall vara säkrade mot vridning. Nitning i runt hål godtas endast om annan låsning finnes.
- 8.7.18.3 Elektrisk förbindelse skall icke åstadkommas genom klämning mellan en metallyta och en isolationsyta. Den senare sätter sig nämligen med tiden med glappkontakt som följd (8.7.16.1).
- 8.7.18.4 Vid montering av kopplingsplintar tillses att fuktsamling inte uppstår. Monteringsplinten skall utgöras av en enda platta. Dubbla plattor (täckplatta), får icke användas, eftersom fuktfilm kan bildas mellan dem. Avståndet mellan kopplingsplint och stomme eller annan detalj skall utefter plintens hela längd vara minst 3 mm. Isolерplattor mot metalldelar (stommen) får icke förekomma.
- 8.7.18.5 Isolermaterial skall efter bearbetning och handhavande tvättas med såpa och vatten eller med metylalkohol. Vid bearbetningen tillses att isolationsegenskaperna inte äventyras. En del material, såsom polystyren och metakrylat, kan fördärvas genom vissa rengöringsmedel. Se 5.4.19.
- 8.7.18.6 Glasfiberlaminat bör icke användas på grund av viss porositet, som kan medge utrymme för elektrolytisk effekt eller en gradvis försämring av isolationsegenskaperna.
- 8.7.18.7 Utstansade plintar av laminerat material skall efter rengöring enligt 8.7.18.5 vakuumimpregneras med jordvax eller annat lämpligt impregneringsmedel.
- 8.7.18.8 Kopplingsplintar skall vara åtkomliga sedan apparatens hölje avtagits.
- 8.7.18.9 Vid bestämning av antalet anslutningspunkter på kopplingsplinten bör tillses att 10 % (minst 2) finns i reserv för framtida revidering av materielen. Nätanslutningskontakter skall icke förses med reserv.
- 8.7.18.10 Höghögmiga anslutningspunkter (ex gallerpunkter) skall så fördelas på kopplingsplinten att intilliggande anslutningspunkt be-

finner sig på jordpotential. Härigenom avskärmas dessa anslutningspunkter från inverkan av andra spänningar, t ex anodspänningar.

### Märkning

8.7.18.11

Kopplingsplintar skall förses med en permanent märkning som anger plintens beteckning i schemat och anslutningspunkternas nummer i detta. Är kopplingsplinten av standardtyp skall i stället plintens beteckning anges på apparatstommen, för så vitt inte plinten är försedd med märkskylt för ändamålet.

Isolatorer och kopplingsplintar skall sättas fast med skruvar för att vara lätt utbytbara. 8.7.18.12

### Montering av lamphållare för skal- och frontbelysning

8.7.19

Lampor och lamphållare skall fastställas i samråd med beställaren. 8.7.19.1

Skallampor skall vara utbytbara från frontpanelen. 8.7.19.2

Skallampor bör arbeta med underspänning för att erhålla ökad livslängd. 8.7.19.3

Skallampor skall icke vara seriekopplade. 8.7.19.4

Rattdon, omkopplare och skalor bör ha tillfredsställande belysning, utvändigt eller invändigt, så att inställning kan ske utan svårighet. Belysningen bör vara jämnt fördelad och får icke blända. Om inställningen är kritisk kan belysning från två eller flera ljuskällor vara erforderlig. Kantbelysning rekommenderas. 8.7.19.5

Reglering av ljusstyrkan för skal- och frontbelysning är i vissa fall erforderlig. 8.7.19.6

Ljssläckning genom apparathöljen bör förhindras. 8.7.19.7

Varnings signaler för visst ändamål bör tydligt skilja sig från annan belysning för normal funktion. 8.7.19.8

Ljusstyrkan bör kunna regleras i förhållande till omgivande allmän belysning.

Blinks signaler bör ha en frekvens av 3–10 blinkar per sekund, och varje blink en varaktighet av mer än 0,1 sekunder.

- 8.7.20 Montering av vibrationsdämpare**
- 8.7.20.1 Chock- och vibrationsdämpare monteras så att de är lätt utbytbara och därvid underlättar installationen.
- 8.7.20.2 Omsorg ägnas *valet* av dämpare samt placeringen i förhållande till apparatens tyngdpunktsläge och dimensioner. Därjämte bör bedömas om dämpare över huvud taget erfordras.
- 8.7.20.3 Vibrationsdämpare för fordonstransport av materiel bör ha resonansfrekvenser inom området 21–29 Hz, och dessa bör innehållas i alla riktningar.
- 8.7.20.4 För att undvika diskontinuiteter till följd av apparatens vikt bör dämparna ges en lämplig initialförspänning.
- 8.7.20.5 Eftersom vibrationsdämparna samtidigt utgör chockskydd (eventuellt kan apparaten dessutom förses med separat chockskydd) skall tillses att apparaten har tillfredsställande rörelsefrihet, så att kollision med omgivningen icke uppstår vid chockpåverkan. Avståndet till omgivningen bör vara minst 25 mm.
- 8.7.20.6 I de fall då dämparnas fästpunkter måste placeras excentriskt i förhållande till tyngdpunkten skall korrektion härför göras vid dimensioneringen av dämparna.
- 8.7.20.7 Mekanisk säkring anordnas för att vid eventuellt brott på dämparna förhindra att apparaten frigörs och därvid kan skada personal eller apparatur i omgivningen.
- 8.7.20.8 Vid kraftiga chockpåverkningar från omgivningen (t ex projektilanslag o d) tillses att infästningsanordningarna för dämparna utformas så att chockenergin huvudsakligen upptas som deformationsarbete.
- 8.7.20.9 Dämparna skall överbryggas med en skyddsordningsförbindelse.
- 8.7.20.10 Eftersom dämparna är avpassade till apparatens massa bör de normalt ingå i apparatens utrustning och icke utgöra en del av infästningsanordningarna.

<b>Montering av vågledare</b>	8.7.21
Vågledare och andra vågledardetaljer av aluminium skall icke användas i de fall då de kommer i kontakt med silver- eller kopparlegerade vågledare och vågledardetaljer.	8.7.21.1
Kopparlegerade flänsar skall försilvras efter monteringen om de skall hopfogas med silverlegerade vågledare.	8.7.21.2
Vågledare förses med anordningar som skall förhindra att fukt tränger in vid drift.	8.7.21.3

## **Montering av enheter** 8.8

### **Utbyttbarhet** 8.8.1

Utbytbara enheter och ersättningskomponenter skall vara fysiskt och funktionellt utbytbara som enheter utan föregående modifiering eller trimning av dem eller andra detaljer. Om dimensioner, märkdata etc inte är specificerade skall tillverkarens toleransgränser användas för att man skall kunna konstatera om nämnda krav är uppfyllda.

Enheter skall icke monteras på varandra. Varje enhet skall kunna tas loss utan att andra enheter behöver tas bort dessförinnan.

Vid fastsättning medelst skruv tillses att motsvarande mutter är bekvämt åtkomlig eller helst fastsittande.

### **Mekaniska monteringsföreskrifter** 8.8.2

Vid monteringen tillses att fastdragningsanordningarna utförs så att mekaniska spänningar inte uppstår, som kan påverka enhetens funktion.

Styrpinnar eller liknande detaljer skall hålla kvar enheten i rätt läge även om samtliga fastsättningsbultar är lossade. Enheten behöver då inte hållas med händerna vid montering.

- 8.8.2.3 Gemensamma fästskruvar för enheter skall i regel undvikas.
- 8.8.2.4 Enheter och komponenter placeras så att andra delar eller ledningar inte skadas eller överhettas.
- 8.8.2.5 På gejder inskjutbara enheter skall föras med styrstift såväl framtill som baktill. Styrstiften placeras så att gejderna inte utsätts för mekaniska påkänningar. I inskjutet läge bör sålunda enheten vara lösgjord från gejderna. Styrstiften skall vara av stål.
- 8.8.2.6 Axelkopplingar mellan enheter utförs så att rätt läge intas automatiskt vid hopkopplingen. Ytterligare fixering bör undvikas.
- 8.8.2.7 Enheter med kuggväxlar föras med lägesindikering för att underlätta hopsättning vid servicearbetet.

### 8.8.3 Elektriska monteringsföreskrifter

- 8.8.3.1 Utbytbara enheter skall, där så är möjligt, vara anpassade med in- och utimpedanser till föreskrivet värde (t ex 50 och 600 ohm), för att ledningsdragningen skall underlättas.
- 8.8.3.2 Den elektriska kontakten (stomjordning) mellan enheter bör icke åstadkommas genom direkt stomkontakt utan genom särskilt anbringad ledning med säker anslutningskontakt. Med tiden blir nämligen dylika stomkontakter osäkra på grund av korrosion (oxidbildning).

### 8.8.4 Montering av ackumulatorer och torrbatterier

- 8.8.4.1 Ackumulatorer och torrbatterier bör om möjligt icke monteras inuti apparater. Om detta dock erfordras skall de vara lätt åtkomliga. Läckande elektrolyt skall därvid hindras att angripa delar i apparaten, exempelvis genom att separat tät batterilåda användes.
- 8.8.4.2 Förvaringsfack (låda) för torrbatterier skall tillåta att batterierna sväller, varvid konstruktionen skall vara sådan att dylika batterier kan tas bort utan användande av våld.
- 8.8.4.3 Kontaktanordningen för stavbatterier bör utföras så att felpolning förhindras.

- Märkning av enheter** 8.8.5
- Enheter skall märkas dels med *katalognummer*, dels med *funktionsbeteckning* enligt hopkopplingschema. 8.8.5.1
- Platsen på stommen för enhetens inpluggning skall jämväl vara märkt med funktionsbeteckningen.
- Batterianslutning** 8.8.5.2
- Apparater som utrustas med inre batterier skall på lämplig plats förses med märkning, angivande batterityp, batteriets placering, polaritet, nominell spänning och ledningsdragning. Lämplig är märkning med en skylt, placerad på en lämplig plats. Om torr-batterier används inuti en apparat skall denna utvändigt förses med en skylt (stämpling) som anger att batterierna skall tas ut vid förrådsförvaring och vid längre viloperioder.
- Enheter av sådan beskaffenhet att de måste överses efter bestämda tidsintervaller förses med skylt med text som anger detta. 8.8.5.3
- Märkning** 8.9
- Ändamål** 8.9.1
- Märkningen har till ändamål
- att* ange äganderätten till materielen
  - att* identifiera stationsenheter och tillbehör
  - att* underlätta handhavandet av materielen genom märkning av inställningsorgan, anslutning av tillbehör och ledningar etc
  - att* underlätta service genom utmärkning av komponenter (enheter), inkopplingsställen och att genom förrådsmärkning underlätta ersättning
  - att* ange utförda ändringar
  - att* identifiera materiel som försänds emballerad

## 8.9.2 Utförande

- 8.9.2.1 Förslag till text, placering och utförande av märkning skall underställas beställaren för godkännande.
- 8.9.2.2 Märkningen skall utföras så, att den sitter kvar säkert samt är bekvämt läsbar.
- 8.9.2.3 Märkningen skall utföras så, att den inte försämrar egenskaper och funktion hos komponent och apparat.
- 8.9.2.4 Märkningen utförs normalt med bokstäver ur stora alfabetet.
- 8.9.2.5 Läsbarheten hos märkningen skall vara sådan att den vid belysning i indirekt solljus är bekvämt läsbar på ett avstånd av minst en meter. Bokstävernas höjd skall vara minst 2,5 mm.
- 8.9.2.6 Vid märkningen skall sådan färg användas som icke nämnvärt förlorar kulören vid exponering för starkt solljus.

## 8.9.3 Märkningsmetoder

Märkning kan ske enligt följande metoder:

1. Stansning med stålstans. Vid stansning på tillbehör (verktyg) tillses att tillbehörets (verktygets) funktion och hållfasthet inte försämras. Efter stansningen skall det stansade stället fyllas med säkert kvarsittande färg, som kontrasterar mot omgivningen.
2. Bränning medelst brännstämpel, t ex i trä och bakelit.  
*Trälådor* skall äganderättsmärkas genom brännmärkning på locket ovanför den schablonmålade (metod 3) texten. Brännmärkningen skall ske efter oljemålningen.  
*Fenoldetaljer* brännmärkas då så erfordras, helst med en elektriskt uppvärmd brännstämpel, som håller jämn och lämplig temperatur.
3. Schablonmålning eller silk-screen-förfarande  
Schablonmålning utförs enligt  
FSD 119 Bokstäver för schablonmärkning, stora alfabetet  
FSD 120 Bokstäver för schablonmärkning, lilla alfabetet  
FSD 121 Siffror för schablonmärkning

Målningen utförs med svarta siffror och bokstäver på armé-kulör och ljusare färg, annars med vit färg.

Efter schablonmärkning skall texten, sedan den torkat, strykas med fuktsäker, färglös fernissa.

4. Stansning med specialstans på läder
5. Stämpling med gummistämpel. Hållbar färg skall användas.
6. Graving i verktyg  
Vid sandgjutning etc, pressgjutning av lättmetall och bakelit insätts märke (graving) i verktyget (formen).
7. Graving genom ljusbåge (schablon för styrning)
8. Graving och fyllning med färg  
Graving skall utföras med sådant djup att god läsbarhet och hållbarhet erhålles. Gravingen skall fyllas med en säkert kvarsittande färg, som kontrasterar mot omgivningen.
9. Textning för hand  
(Användes i undantagsfall huvudsakligen för märkning av komponenter och enheter.)
10. Dekalkomani  
Texten skall strykas med fuktsäker fernissa.  
Dekalkomani skall vara av typ som fästes med fernissa eller lösning; dylik som appliceras med hjälp av vatten skall icke användas.
11. Fastsättning av skylt  
Skylten skall vara graverad och ifylld med färg, fotoetsad eller annan likvärdig tillverkningsmetod.  
Tejp som skylt bör undvikas.
12. Etikett och adresslapp skall efter fastklistring (spikning) strykas med fernissa, varvid såväl klister som fernissa skall vara fuktsäker.



#### 8.9.4 Handhavandemärkning

- 8.9.4.1 Märkningen skall vara så utförd och placerad att handhavandet normalt kan ske utan tillgång till speciella instruktioner.
- 8.9.4.2 *Förkortningar* skall användas i överensstämmelse med gällande föreskrifter. Punkt vid förkortning utsättes icke.
- 8.9.4.3 Märkning på själva manöverorganet skall undvikas för att underlätta utbyte.
- 8.9.4.4 Märkningen skall placeras så, att den inte skymms av handen vid inställningen.
- 8.9.4.5 Skalavläsningen skall vara så anordnad att parallax i största möjliga utsträckning undvikas.
- 8.9.4.6 Märkning av skalor och index samt övrig handhavandemärkning medelst dekalkomani skall undvikas.

#### 8.9.5 Servicemärkning

- 8.9.5.1 Enheter som skall tas loss vid service märks med röd ring kring de skruvar (muttrar) som skall lossas. Ringen bör vara graverad.
- 8.9.5.2 I apparaten ingående enheter, kopplingsplintar, transformatorer etc skall märkas i överensstämmelse med detaljlista till kopplings-schemat. Märkningen skall i största utsträckning ske enligt FSD A 0100:1 Bokstavs-beteckningar, FSD A 4700:2 Färgkod för förbindningstråd.
- 8.9.5.3 Anslutningspunkter på kopplingsplintar skall vara märkta med sifferbeteckningar, som skall återfinnas på kopplings- och service-schema.
- 8.9.5.4 Trimningsställen skall vara tydligt utmärkta enligt angivelser på trimningsschema.
- 8.9.5.5 När höljen tas bort skall märkningen på komponenter och enheter (kopplingsplintar) vara synlig utan att losslödning erfordras.
- 8.9.5.6 Vid märkning med dekalkomani skall tillses att denna sitter säkert fast. Dekalkomani bör strykas med fuktsäker fernissa.

Platsen för en med kontaktdon ansluten enhet samt för en större enhet skall vara märkt med enhetens beteckning. Denna märkning kan även göras på ett i apparaten fastsatt översiktsschema. 8.9.5.7

Kåpor och enheter som inte har någon mekanisk lägesbestämning skall förses med färgmärke som korresponderar till motsvarande märke på stommen. 8.9.5.8

I vissa fall är det lämpligt att i apparaten fastsätta en skylt på vilken kopplingsschemat är överfört enligt fotoetsningsmetod. 8.9.5.9

## **Apparat- och tillbehörsmärkning** 8.9.6

**Omfattning** 8.9.6.1

Materielen skall vara märkt med:

- äganderättsmärkning av försvarets materiel, »tre kronor»
- stationsbeteckning angivande typ och löpande stationsnummer
- tillverkningsnummer, löpande
- förrådsbeteckning
- tillverkarens firmabeteckning
- renoverings- och ändringsmarkering
- garantimärkning

### **Äganderättsmärkning** 8.9.6.2

Försvarets materiel (inklusive tillbehör) skall vara äganderättsmärkt med »tre kronor». 8.9.6.2.1

Äganderättsmärkning skall sitta kvar säkert och utföras enligt metod som försvårar avsiktligt utplånande. Äganderättsmärkning bör därför endast i undantagsfall utföras i form av skylt. 8.9.6.2.2

»Tre kronor» utförs enligt FSD 116. 8.9.6.2.3

Äganderättsmärkning utförs på samtliga lådor, apparatenheter och tillbehör. 8.9.6.2.4

- 8.9.6.3 **Frontpanel**  
Frontpanelen förses med
- »tre kronor»
  - skylt angivande stationstyp, stationsnummer samt »tre kronor»
  - skylt angivande tillverkarens firmabeteckning
- 8.9.6.4 **Förrådsnummer**  
Föreskrifter meddelas av beställaren.  
Märkningen utförs enligt beställarens föreskrifter.
- 8.9.6.5 **Renoveringsmärkning**  
Sådan märkning görs efter det att materielen genomgått renovering. Föreskrifter meddelas av beställaren.
- 8.9.6.6 **Garantimärkning**  
Garantimärkning utförs i samband med tillverkningskontrollen, se kap. 2.9.
- 8.9.7 **Emballagemärkning**  
Föreskrifter meddelas av beställaren.
- 8.10 **Rengöring**
- 8.10.1 Tillverkade detaljer skall före sammanställning rengöras enligt bästa praxis. Alla spår av korrosiva ämnen skall avlägsnas för att förhindra korrosion av detaljen själv eller av andra detaljer som sätts ihop.
- 8.10.2 Om det visar sig nödvändigt skall rengöring ske såväl före som efter den slutliga hopsättningen.
- 8.10.3 Främmande material skall avlägsnas ur apparaten. S. k. »lödloppor» skall effektivt avlägsnas.
- 8.10.4 Efter gjutning där sand används skall denna effektivt avlägsnas från ytan.

## **LEDNINGSDRAGNING OCH ELEKTRISK FÖRBINDNING (LÖDNING)** 9.

### **Ledarföreskrifter** 9.1

Ledaren skall ha en sådan area att strömbelastning och spänningsfall inte blir för stora. 9.1.1

För att underlätta inlödning bör ledaren vara förtent. 9.1.2

Mångtrådiga ledare bör användas. En sådan är nämligen på grund av sin större böjlighet motståndskraftig mot vibrationer och utmattas inte i samma grad som en massiv ledare. Vid lödning fordras emellertid aktsamhet, så att lödtennet inte vandrar in i ledaren och gör denna ömtålig för påkänningar. 9.1.3

### **Böjlig förbindning** 9.1.4

Böjlig förbindning är antingen en elektrisk förbindning till en anordning som vid sin funktion åstadkommer mekanisk rörelse, eller en elektrisk förbindning mellan enheter som under handhavande och vid funktionskontroll är rörliga i förhållande till varandra. Exempel på det sistnämnda slaget av förbindning utgör apparatstommar och paneler, försedda med gångled, utdragbara enheter.

Vid böjlig förbindning bör extra mångtrådig lina användas (tråddiameter 0,085 mm). 9.1.5

Fjäärmanövreringsledningar utgörs normalt av fältkabel (ställlina). 9.1.6

Antennlinor bör lämpligen bestå av bronslina med isolerande hölje, som köldprovas vid  $-40^{\circ}$  C. 9.1.7

Apparatkablar, kopplingstråd, koaxialledningar skall väljas ur förteckning som tillhandahålls av beställaren. 9.1.8

Kopplingstråd skall vara isolerad. Undantag härifrån är i vissa fall stomförbindningar och ledningar för nollpotential i apparater. 9.1.9

9.1.10 Ledningens isolering skall i hela sin längd vara i god kontakt med ledaren för att fukt inte skall tränga in mellan isoleringen och ledaren. Ledare med påträtt rör (systoflex, PVC-rör o d) godtas icke.

#### 9.1.11 **Märkhylsor**

Märkhylsor på ledningsavslutning skall ha säkert kvarsittande märktext. Endast av beställaren godkända typer bör användas. Märkhylsor med tejpfastsättning godkännes icke. Erfarenheten har visat att klistret med tiden torkar, varvid märkhylsorna lossnar.

## 9.2 **Tryckta ledningar**

9.2.1 Grundläggande mått på isolerskivornas tjocklek, metallfoliens tjocklek och monteringshålens placering är angivna i SEN 430133, Tryckta ledningar.

9.2.2 Laminatets mekaniska och elektriska egenskaper bör kontrolleras, likaså kopparfoliets häftning vid laminatet. Vidhäftningen kontrolleras enligt RETMA-metoden på särskild testplatta. Metallfoliernas bredd är 3 mm och avståndet mellan dem 10 mm. Testplattan placeras med kopparsidan mot badet med tennlod (60 % tenn, 40 % bly) i en tenngryta med en temperatur av 230° C (+ 5° C) under en tid av 10 sek. Vidhäftningen skall efter provet vara utan anmärkning.

9.2.3 Bredden (eller tjockleken) på foliet och avståndet mellan ledningarna skall avpassas efter ström och spänning. Ledningens minsta bredd skall vara 1,5 mm och minsta fria avstånd 1,5 mm.

9.2.4 Lödpunkter skall ha god hålpassning till komponenten ifråga. Innerdiametern hos hålet bör vara högst 0,3 mm större än ytterdiametern hos den del som skall insättas i hålet.

9.2.5 Ledningstråden bör vid lödningen sticka ut ca 12 mm utanför hålet.

9.2.6 Användning av öljetter i samband med lödpunkter är förbjuden, då erfarenheten visat att kontaktövergången blir dålig.

- Anslutningskontakter skall vara godkända av beställaren. Direkt kontaktövergång från foliet har icke visat sig tillfredsställande. 9.2.7
- Kontroll skall göras av att frättningsproceduren och den efterföljande tvättningen (neutraliseringen) ger tillfredsställande belägg för laminatets isolationsegenskaper. 9.2.8
- Kretsen skall vara konstruerad för den använda lödmetoden. 9.2.9
- Vid monteringen i apparaten skall plattan vara väl styrd efter kanterna. Plattan skall vara så monterad att yttre påkänningar icke överförs till plattan. 9.2.10
- Detaljer med stor massa får icke monteras på plattan. Kontroll härav sker genom skakprovning (skakprov 1, se 3.7.1). 9.2.11
- Färdigmonterad platta skall undergå fuktprovning (fuktprov 3, 72 h, 55° C, 100 % relativ fuktighet, se 3.5.). Normalt skall plattan beläggas med tillfredsställande impregnering mot fukt. 9.2.12
- Beträffande *lödning*, se 9.8. 9.2.13

## Utförande av kabelstammar

9.3

Förläggning av kabelstammar, se 9.5.3.

Ledningsdragning skall företrädesvis utföras i form av kabelstammar. Uppdelning i flera kabelstammar görs om stammen blir för grov. 9.3.1

Uppmärksamhet ägnas kablar med ledningar som för pulsspänningar, då störande koppling kan uppstå. 9.3.2

För att underlätta service bör man eftersträva att uppbygga stammen med olikfärgade ledningar. 9.3.3

Kabelstammen skall byggas i den form som den skall ha i apparaten. 9.3.4

Kabelstammar skall sys på sådant sätt att trådisolationen inte skadas. Plasbehandlat bindgarn skall därför sys med lös åtdragning. Vaxat bindgarn skall icke användas. (Bindgarn av textil tar åt sig fukt och stramas därvid åt, vilket kan skada isolationen på de ytterst liggande ledarna). PV-band eller PV-rör av dimension som anpassas till stammens tjocklek rekommenderas. 9.3.5



Bild 9.3.6-1. Kabelstammens syning

- 9.3.6 Kabelstammar sys lämpligen på sätt som bild 9.3.6-1 visar.
- 9.3.7 Kabelstammens anslutningsändar skall avisoleras före monteringen av kabeln.
- 9.3.8 I stället för syning kan ledningarna inläggas i ett plaströr av lämplig dimension. Plaströret skall därvid vara utfört med hål runt omkretsen för att vattenfickor inte skall bildas.

## 9.4 Stomförbindningar (jordning)

- 9.4.1 Som allmän rekommendation gäller att stommen (chassiet) icke bör utgöra någon del i strömbanan. Man undviker därmed vagabonderande strömmar i stommen, vilka kan ge anledning till störningar och instabilitet.

Anslutning till stommen bör om möjligt därför ske i en enda punkt (se även 9.5.2).

- 9.4.2 Man får icke ordna jordningsförbindelser till skärm eller annan mekanisk del (undantag stommen) för att sluta den elektriska kretsen, utan endast för att bringa någon del av kretsen på jordpotential. Om funktionen kräver jordning till skärmburk (mellanfrekvenskretsar) skall dock jordningspunkten dessutom tas ut till ett kopplingsstift.
- 9.4.3 Frontpanelen får icke ingå i en ledningsförbindelse.
- 9.4.4 Apparatstommen får icke användas som återledning för glödströmsledningen (dock är detta i vissa fall tillåtet beträffande likströmsmatade glödtrådar i indirekt upphettade rör).

Jordning skall icke åstadkommas genom skruvförbindningar som måste lossas vid service. 9.4.5

Det är tillåtet att ansluta ledningar till stomplåt genom till denna punktsvetsade lödstjärter eller genom till i plåten utstansade lödtabbar. Dessa skall emellertid vara förtenta dessförinnan. Lödning direkt till plåten är icke tillåten på grund av att någon mekanisk låsning av ledaren inte erhålles. 9.4.6

Det är tillåtet att ansluta ledningar till stomplåt medelst lödstjært och tandad bricka (även kombinerad), som är fastskruvad vid stommen. Målningen skall därvid vara avlägsnad för att säker kontakt skall erhållas. 9.4.7

Hos aluminiumstommar har man att räkna med dålig kontakt på grund av en med tiden uppkommande korrosion i kontaktpunkterna. Ytan skall rengöras väl och bestrykas med petrolatum eller lämpligt korrosionsskydd före monteringen.

### Lödning på aluminium

9.4.7.1

För jordning till aluminiumstomme medelst lödning rekommenderas följande metod.

Platsen för lödstället rengörs från oxid genom slipning med sandpapper (finhet 0 eller 00). En sista slipning görs med sandpapper indränkt med symaskinsolja eller med några droppar symaskinsolja på slipstället. Lödstället förtenns sedan med vanligt hartsflusmedel, varvid effekten hos lödkolven skall vara något större än vid lödning mot mässing. Det är viktigt att aluminiumytan skrapas något med kolven under förtenningsproceduren genom små, cirklande eller fram- och återgående rörelser. Efter förtennningen kan lödstjärter och ledningar ditlödås på vanligt sätt.

Metoden tarvar möjligen en förklaring över funktionssättet. Tennlödning mot oxidfri aluminiumyta kan göras utan svårighet. Slipning med sandpapper avser att avlägsna oxiden. Denna återbildas snabbt vid närvaro av luft och förhindrar lödningen. Genom slip-



ning med symaskinsolja beläggs ytan med en tunn oljefilm, som hindrar denna oxidation. Vid beröring med den varma kolven förbränns oljan och avgår delvis i form av rök. Förbränningsprodukterna bildar dock ett skyddande lager, som vid lödningen genombryts genom de små kolvrörelserna, varvid tennet flyter ut blankt och jämnt i god förening med underlaget.

Vid tillverkning bör lämpligen roterande verktyg för slipning och lödning användas.

- 9.4.8 Anslutning till stomplåt genom lödstjart som nitats fast är förbjuden.
- 9.4.9 Minuspolen skall normalt vara ansluten till stommen.
- 9.4.10 Jordförbindning mellan olika apparatstommar i stativ skall ske över separat ledning i anslutningskontakten.
- 9.4.11 Skyddsjordning, se 2.7.1.6.

#### 9.4.12 Skärmade ledningar

- 9.4.12.1 Vid användning av skärmade ledningar får metallstrumpan användas som ledning om den är effektivt ansluten.
- 9.4.12.2 Lödning direkt på skärmen är icke tillåten.
- 9.4.12.3 Vid stomanslutning genom *lödning* friläggs skärmstrumpan från isolationen genom att erforderlig längd utkammats åt sidan, varefter parterna vrids ihop vid sidan av kabeln och ansluts genom lödning. Samtliga trådar skall därvid inlödvas. Kabelns ände skall dessutom fästas genom klamring.
- 9.4.12.4 Vid stomanslutning genom *klamring* inskjuts mellan skärmen och isoleringen en cylindrisk hylsa av lämplig dimension, varvid hylsan jämväl inskjuts under kabelns ytterhölje. Fastsättning sker därefter med en dubbelklammer, varvid dess ena del omsluter skärmen och dess andra del kabelns ytterhölje. Lödning till skärmen skall därvid icke göras.

<b>Ledningsdragning</b>	9.5
<b>Allmänna föreskrifter</b>	9.5.1
Uppmärksamhet skall ägnas ledningsförläggningen, så att inte vattenfickor uppstår i <i>skydds slangar</i> . Dylika slangar skall hålas på lämpliga avstånd.	9.5.1.1
<i>Glödströmsledningar</i> skall dras fram till rörhållarna. Stommen får dock användas som återledning för likströmsmatade glödtrådar vid indirekt upphettade rör.	9.5.1.2
Glödströmsledningar skall utföras tvinnade och vara mångtrådiga.	9.5.1.3
Ledningar skall icke vridas om varandra, om inte detta erfordras från elektrisk synpunkt.	9.5.1.4
<i>Lågfrekventa</i> ledningar på låg spänningsnivå utförs tvinnade eller, om så är nödvändigt, i skärmad ledning.	9.5.1.5
Ledningar till <i>högfrekventa</i> kretsar skall fixeras i förhållande till omgivningingen för att ledningsdragningen inte skall förändras vid vibrationer.	9.5.1.6
Ledningar som för radiofrekvens skall vid dragning genom hål i skärmsplåtar förses med genomföring med keramisk eller därmed likvärdig isolering.	9.5.1.7
Ledningar som för pulsspänningar skall icke förläggas tillsammans med andra ledningar, t ex i kabelstam; därigenom minskas störningar.	9.5.1.8
Kopplingstråd och kabling skall dras så att de induktiva och de kapacitiva effekterna (om de inte utnyttjas i konstruktionen) blir så små som möjligt.	9.5.1.9
Koaxialkablar med yttre skydd samt ledningar i övrigt skall vid dragning genom hål i plåt skyddas med gummi (neopren) eller plast.	9.5.1.10
En mångtrådig ledare som löts till lödstjärt skall fästas så, att vibrationer inte åstadkommer böjningar i det område där de enskilda trådarna löts samman.	9.5.1.11

- 9.5.1.12 Böjliga ledningar förses med bukt för att utbyte av ansluten komponent skall underlättas. Bukten skall möjliggöra minst två utbyten.
- 9.5.1.13 Om massiv ledare erfordras skall denna dras så, att en bukt erhålls, som förhindrar brott i samband med vibrationer.
- 9.5.1.14 Ledningar skall förhindras att komma i kontakt med skarpkantade detaljer och ej heller ges för små bockningsradier. Ledningarna skall på lämpligt sätt fixeras i sitt läge i förhållande till stommen eller annat stöd.
- 9.5.1.15 Ledare får icke lödas ihop utan mekaniskt stöd i hopkopplingspunkten (kopplingsstöd). Sålunda får skarvning av ledare icke ske med endast en isoleringshylsa trädd över skarven.
- 9.5.1.16 Ledningar skall placeras så, att de inte skadas vid trimning av apparaten eller vid utbyte av detaljer. Hänsyn skall även tas till att skruvmejseln kan slinta.
- 9.5.1.17 Intern ledningsdragnings skall om möjligt sammanföras till en eller flera kabelstammar.
- 9.5.1.18 Vid förläggning av ledningar i *kabelrännor* tillses att ledningarna klamras i rännan på effektivt sätt, så att de inte kommer i rörelse vid vibration.
- 9.5.1.19 Föreskrifter beträffande *färgkod* för förbindningstråd (FSD A4700: 2) skall i tillämpliga delar följas.
- 9.5.1.20 Oisolerade ledare skall färgmärkas genom färgklickar eller påträdde plasthylsor intill anslutningspunkterna.
- 9.5.1.21 Tillse att föreskriven metod för ledningsmärkning följes.

## Störningsreducerande ledningsdragning i apparater 9.5.2

### Störningsorsaker 9.5.2.1

Vid utförandet av ledningsdragningen i en apparat skall bl a tillses att elektrisk stabilitet erhålls och att funktionen inte påverkas av inre och yttre störningar.

De olika strömkretsarna i en apparat bildar tillsammans med ledningsdragningen slutna ledningsbanor mellan vilka ömsesidig koppling kan uppträda. Kopplingen ökar i samma mån som arean hos strömbanorna blir större och avståndet mellan dem minskar. En strömdräng i någon av banorna inducerar därvid en störspänning i de andra banorna.

Utöver denna induktiva strömkoppling måste man räkna med en kapacitiv spänningskoppling mellan vissa delar i apparaten.

Den tredje och icke minst väsentliga orsaken till störningar är den koppling som uppstår då gemensam impedans ingår i kretsarna. Denna impedans (resistans) kan ofta inte undvikas vid stomanslutning av de olika kretsarna, *jordning*. Som exempel på ledningar med sådan impedans kan nämnas anodspänningsledningar, anslutningsledningen till ackumulator (nät) och anslutning av kretsar till olika punkter på stommen. Eftersom spännings- och strömförhållanden mellan olika delar i elektroniska apparater ofta är mycket stora (100—120 dB) är det av största vikt att icke önskvärda kopplingar reduceras i minst motsvarande grad. Härvid bortses från erforderliga motkopplingsanordningar, vilkas utförande och verkan skall vara väl definierade.

### 9.5.2.2 Störningsreducerande metoder

Vid projektering av en elektronisk apparat eller ett apparatsystem skall i första hand jordningssystemet klarläggas eftersom övriga åtgärder är beroende av detta systems egenskaper. Av största betydelse härvid är att ömsesidig impedanskoppling förhindras genom att stomsjordning sker i en enda punkt, till vilken samtliga kretsars jordledningar ansluts separat. Därmed måste man emellertid se till att det inte uppstår någon induktiv koppling mellan ledningarna.

I praktiken kan emellertid en sådan idealisk lösning inte komma till stånd då de olika kretsarnas utbredning inom apparaten skulle medföra att alltför långa ledningar behövdes för kretsarnas jordning.

En viss utbredning av jordningsstället kan dock tillåtas om jordningsplanet är lågohmigt, exempelvis genom att jordningsstället utgörs av en eller flera kopparremсор av tillräcklig bredd och tjocklek som förenats i en mittpunkt, till vilken även stommen är ansluten.

I ett apparatsystem med flera apparatenheter är det vanligen svårt att åstadkomma en gemensam och effektiv jordningspunkt för hela systemet. I sådana fall kan det bli nödvändigt att åtskilja in- och utgångar med transformatorlindningar som uppvisar minsta möjliga kapacitiva koppling mellan lindningarna. Jordningspunkterna hos de olika apparatenheterna kan då förenas med en separat ledning, som genom att in- och utgångarna är åtskilda endast för en mycket liten ström och därför praktiskt taget ger de olika apparatjordningarna samma jordpotential (bild 9.5.2-1).

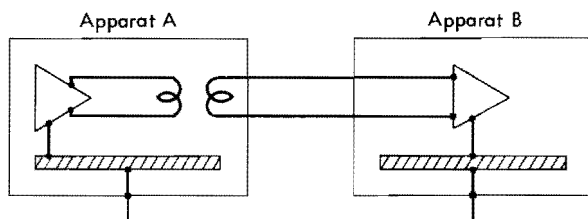


Bild 9.5.2-1. Jordning av apparatsystem

Inom en apparat är det lämpligt att göra en uppdelning av jordningspunkterna. Principen härför bör vara att förbindelsen mellan primärjordningen (referensjord) och sekundärjordningarna leder en mycket svag ström eller har låg impedans, så att spänningsfallet till primärjordningen blir obetydligt. I vissa fall kan det vara nödvändigt att isolera sekundärjordningarna i förhållande till apparatstommen för att undvika vagabonderande strömmar som kan ta olämpliga vägar. För varje sekundärjordning bör den anslutna strömkretsen vara sluten och anordnad på sådant sätt att den induktiva kopplingen till omgivningen är liten (bild 9.5.2-2).

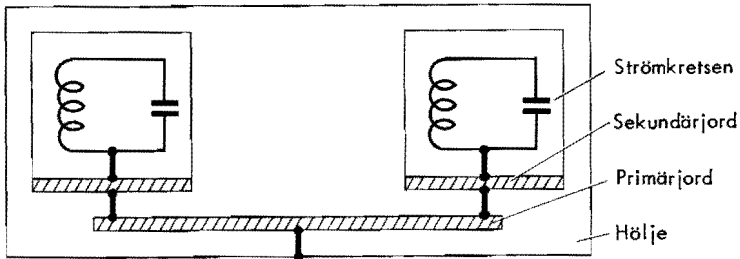


Bild 9.5.2-2. Kretsjordning

Ledningarna inom en kretsenhet som tillhör en sekundär- eller primärjordning bör vara tvinnade för att reducera den induktiva kopplingen till andra kretsar och ledningsknippen.

För att reducera den kapacitiva kopplingen förser man ledningarna med en omgivande skärm eller, då detta inte är möjligt, med en plåtavskärmning. Jordningen av skärmen måste därvid ske i endast *en* punkt. Ledningsdragning direkt mellan punkter skall undvikas eftersom kopplingslingor kan bildas vid ett sådant utförande.

In- och utgångar på en förstärkare, bild 9.5.2-3, skall anslutas till skilda sekundärjordningar så att strömkoppling dem emellan förhindras. En eventuell kapacitiv (spännings-) koppling mellan ut- och ingång förhindras genom skärmning av tilledningarna. Vanligtvis ansluts skärmningen enpoligt till primärjordningen, men

den kan eventuellt anslutas även till en sekundärjordning, om denna har samma potential som primärjordningen. Ett sådant förfarande blir ofta nödvändigt för att inte jordningsledningarna för skärmen skall bli för långa.

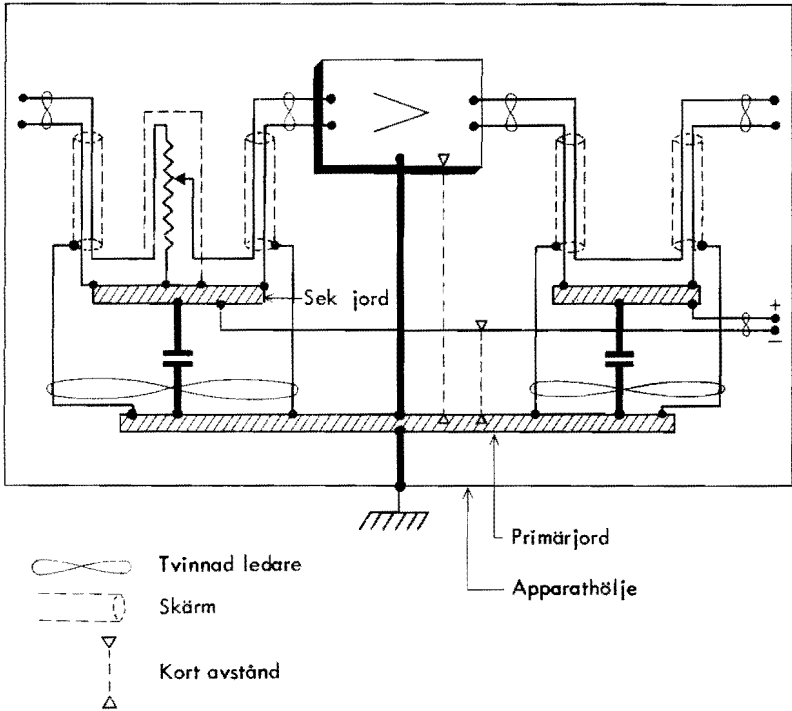


Bild 9.5.2-3

Enligt det ovan sagda gäller det *alltså*:

att åstadkomma en definierad primärjordning i apparaten

att bestämma antalet erforderliga sekundärjordningar för de ingående kretsarna och att jorda dessa till primärjordningen i endast *en* punkt

att se till att ingen direkt punkt-till-punktförbindelse finns

att ledningarna uppdelas på tvinnade tvåledare som förbinder endast *en* strömkrets

att förhindra kapacitiv koppling mellan kretsarna genom att skärma av dessa och de tvinnade ledarna samt att jorda skärmen för varje krets i endast *en* punkt

### **Förläggning av kabelstammar**

9.5.3

Alltför tjocka kabelstammar bör uppdelas i flera.

9.5.3.1

Om möjligt bör i kabelstammen inläggas reservledning för användning vid modifiering eller vid fel.

9.5.3.2

Beträffande utförandet av kabelstam, se 9.3.

9.5.3.3

Kabelstammen skall på lämpliga punkter fixeras i sitt läge för att stammen inte skall komma i rörelse vid vibrationer.

9.5.3.4

Kabelstammen förläggs så att den inte utsätts för skarpa brytningar eller kommer i kontakt med skarpa hörn och kanter som kan skada isolationen.

9.5.3.5

Kabelstammen sätts fast med klammer, som skall ha rundade kanter. Stammen skyddas under klammern med en uppskuren pv-slang. Klammern får icke dras åt så hårt att isoleringen skadas eller hoptryckes. Kabelstammen får icke sträckas för hårt mellan klammerna.

9.5.3.6

En pv-isolerad ledning får icke ligga an mot en cellulosalackerad yta.

9.5.3.7

Vid övergång från fast till rörlig stomdel bör kabelstammen icke utsättas för böjning utan huvudsakligen för vridning. En sådan kabelstam skall icke sys utan sammanhållas av en textilstrumpa (ev hålät plaströr), som jämte kabeln klamras i båda ändar. Klammerna skall ha väl rundade kanter, och kabelstammen skall skyddas med ett uppskuret plaströr under klammerna. Mittdelen av kabelstammen bör i förekommande fall skyddas mot vibrationer (eventuellt genom en ögla i vilken stammen kan fritt röra sig).

9.5.3.8

För att utbyte skall gå lätt förses ett dylikt knippe med kopplingsplintar i båda ändar, i vissa fall lämpligen med anslutningsdon.



9.5.2.9 Vid anslutning av en kabelstam till kopplingsplintar, instrument och övriga detaljer tillses att ledarna erhåller tillräckligt fri bukt, dels för att vibrationer inte skall överföras till kabelstammen, dels för att detaljer lätt skall kunna bytas. I vissa fall skall bukten göras så stor att den tillåter att en ansluten detalj tas loss från sin plats utan losslödning. Härvid tillses att klamring utförs så att vibrationer inte skadar området omkring lödstället.

#### 9.5.4 **Förläggning av skärmade ledningar**

9.5.4.1 En skärmad ledning som inte har yttre isolering skall mekaniskt fästas vid stommen, så att skärmstrumpan inte kommer i kontakt med andra anslutningspunkter eller komponenter.

9.5.4.2 Skarpa bockningar måste undvikas. Krökningsradien bör vara minst 5 gånger kabelns ytterdiameter.

9.5.4.3 Den metalliska skärmningen skall sluta på betryggande avstånd från den blottade ledaren, så att tillfredsställande isolationsavstånd erhålles.

9.5.4.4 Skärmstrumpan skall avkapas så att inga lösa trådar blir kvarsittande vid kabeln.

9.5.4.5 Kabelns ändrar skall liksom kabeln i övrigt vara klamrade vid stommen eller den detalj till vilken anslutningen sker.

#### 9.5.5 **Förläggning av högspänningsledningar (> 1000 V)**

9.5.5.1 Högspänningsledningar skall ges tillräckligt utrymme eller vara väl isolerade för att genomslag och glimning med säkerhet skall kunna förhindras.

9.5.5.2 För spänningar över 5000 V skall högspänningskabeln understödjas av isolatorer på sådant sätt att ledningen går fri från stomdelar och komponenter. Ledningen skall icke placeras i närheten av skarpa hörn och ej heller läggas i för skarpa krökar, detta för att glimning skall förhindras.

- Förläggning av apparatkablar** 9.5.6
- Apparatkablar skall förläggas så att de inte bryts eller skaver mot skarpa kanter, och så att de inte utsätts för trampning eller utnyttjas som bärhandtag. 9.5.6.1
- Apparatkablar skall vara lätt åtkomliga för utbyte. Kabeln skall i de fall den ansluts inuti apparaten förses med en anslutningsplint i närheten av genomföringsstället eller på lättåtkomlig plats. 9.5.6.2
- Kabeln skall innanför genomföringsstället vara dragavlastad genom klammer.
- När enheter dras ut ur stativ skall de kunna dras till yttersta läget utan att den elektriska förbindelsen bryts. Kabeln skall därvid ha tillräcklig längd och kabelföringen vara sådan att kabeln automatiskt placeras på sin plats när enheten skjuts in. 9.5.6.3
- I de fall då enheten måste tas ut ur stativet skall den elektriska funktionen kunna kontrolleras med användning av skarvkablar. 9.5.6.4

## Lödning 9.6

### Allmänt 9.6.1

I de flesta elektroniska utrustningar förekommer hundratals, kanske tusentals lödpunkter. Då varje sådan lödpunkt är av vital betydelse för driftsäker funktion är det av vikt att lödningen utförs med den största omsorg och kunnighet. Den personal som skall sysselsättas med lödningsarbete bör skolas härför och undergå särskilda prov innan den insätts i produktionen.

### Felaktigheter som kan uppstå vid lödning 9.6.2

1. *Icke lödd*, överhoppad lödpunkt
2. *Kalllödning*
3. *Överskott av lod*. Som tumregel gäller att den största mängd lödtenn som erfordras för att åstadkomma god lödning utgör ca  $1/3$  av tråddiametern. Omkretsen av tråden skall därför till större delen vara synlig.

4. *Lödning till jord.* Därmed avses det fall då lodet antingen droppar eller bildar spetsar i sådant läge att en icke avsedd jordförbindelse bildas.
5. *Otillräcklig lödning* är det fall då mängden lod är otillräcklig för att bilda en säker elektrisk förbindelse, speciellt i samband med mekaniska påkänningar, såsom vibrationer.
6. *Delvis lödning* innebär att lödningen tagit på någon eller några parter hos kopplingstråden.
7. *Flusslödning* betecknar det fall då lödstället är isolerat av ett skikt flussmedel, även om tillräcklig mängd lod är pålagd. Dylig lödning ger upphov till glappkontakt, ofta svår att upptäcka.
8. *Kortslutningslödning* uppstår då två eller flera lödställen hopkopplas genom ovarsam lödning.
9. *Lod- och flussflytning* till kontaktpunkter och mångtrådiga ledare. Lod- och flussmedel har flutit in i omkopplarkontakter, avslutningsdon, mångtrådiga ledare och kablar.
10. *Lodet har icke flutit ut jämnt*
11. *Lodspetsar* som vid höga spänningar orsakar glimning.
12. *Anslutning till fel lödpunkt*
13. Tråden skadad med *back*, exempelvis vid avisoleringen.
14. *Mekanisk fästning* av tråden före lödning olämpligt utförd.
15. *Lösa trådändar* kvarliggande i apparaten.
16. *Ledarisolation bränd*, fransad eller trasig, beroende på lång lödtid eller otillräcklig lödkolvstemperatur.
17. *Brutna parter* i mångtrådiga ledare.
18. *Loddroppar*, »lödloppor», lösa eller tillfälligt fastsittande på stomme, ledningar eller komponenter.
19. *För stor avisolering* av ledaren. Vid service eller andra tillfällen kan därvid oavsiktligt kontakt ske mellan ledare eller lödpunkter.

- Flussmedel** 9.6.3
- Endast harts av godkänd kvalitet (kolofonium) får användas som flussmedel. Kontroll bör göras att rörtenn med kärna av flussmedel innehåller godkänt harts. 9.6.3.1
- »Lödsalva», »syra» och salmiak är absolut förbjudna vid ledningsförbindning. 9.6.3.2
- Erfarenheten har visat att om dylika medel använts, beroende på okunnighet eller misstag blir följden kassation av ledningar, kopplingsplintar och komponenter. Av den anledningen bör sådana flussmedel icke förvaras i lokal där lödning förekommer. Arbetsbefälet skall tillse att denna bestämmelse iakttas.
- Grundning av lödkolvspetsar får endast utföras med godkänt harts som flussmedel. 9.6.3.3
- Minsta möjliga kvantitet flussmedel skall användas vid lödningen. Överskott av flussmedel vid lödningen skall på lämpligt sätt avlägsnas, eftersom damm och fukt med tiden åstadkommer en beläggning, som tillsammans med flussmedlet försämrar isolationen. Överskottet kan tas bort med en tyglapp fastsatt på en pinne och fuktad med lösningsmedel, t ex etylalkohol eller lika delar toluen, alkohol eller acetone. 9.6.3.4
- Lod** 9.6.4
- Lödtenn skall innehålla minst 40 % tenn och resten bly; normalt användes 50 % tenn och 50 % bly. För lodets renhet gäller särskilda föreskrifter. 9.6.4.1
- Lödning till *silverbeläggning* på keramik och glas måste utföras med speciell försiktighet, eftersom vanligt lödtenn kan absorbera silver. Användning av lödtenn med liten silvertillsats, 1,5—2 %, rekommenderas. Denna tillsats motverkar nämnda tendens, och samtidigt erhåller lodet lägre smältpunkt. 9.6.4.2
- Lödning av *smältsäkringar* utförs med följande legeringar: 9.6.4.3
- Eutektiskt lödtenn, 63 % Sn, 37 % Pb, smält- och fryspunkt 183°C
- Newtons metall, 32 % Pb, 50 % Sn, 18 % Cd, smältpunkt 145°C

Roses metall, 25 % Pb, 25 % Sn, 50 % Bi, smältpunkt 94° C

Lipkowitz metall, 26,7 % Pb, 13,3 % Sn, 50 % Bi, 10,0 % Cd, smältpunkt 70° C

Woods metall, 25 % Pb, 13 % Sn, 50 % Bi, 12 % Cd, smältpunkt 61° C

I normala fall används Roses metall. Vid lödning av dessa metaller skall lödkolvspetsen vara rengjord från vanligt lödtenn.

### 9.6.5 **Lödkolv**

Lödkolven skall ha passande storlek, spetsutförande och termisk kapacitet, så att lödningen kan ske på tillfredsställande sätt. Spets-temperaturen bör vara ca 60° C högre än lodets smältpunkt.

### 9.6.6 **Lödningens utförande**

9.6.6.1 Lödning skall utföras omsorgsfullt och enligt bästa verkstadspraxis.

9.6.6.2 Lödningen skall flyta ut blankt utan märkbar övergång till underlaget. Härmed har man största säkerhet för att lödningen tagit.

9.6.6.3 Skarpa spetsar eller råa ytor, härrörande från överhettning eller otillräcklig uppvärmning, godkännes icke.

9.6.6.4 Minsta möjliga mängd lod skall eftersträvas utan att lödstället försvagas.

Vid inlödning av en mångtrådig ledare bör man förhindra att lodet flyter tillbaka in i ledaren, vilket medför en mekanisk försvagning av ledaren.

9.6.6.5 Lödningen skall utföras med tillräckligt varm spets och så snabbt att isolermaterial och komponenter inte skadligt upphettas.

9.6.6.6 Lödstället får under det ögonblick då lodet stelnar icke rubbas, varav lätt följer att lodet får en gråaktig yta, »kristallisering». Tråden skall därför fästas mekaniskt före lödningen. Metoden att hålla tråden på plats på annat sätt, t ex med en tång, bör undvikas, då handen lätt kan darra och därvid orsaka dylik rubbning.

Följande *regel* för lödningens utförande bör iakttas: Rörtennet med flussmedlet placeras intill föreningspunkten mellan flatan på lödkolvspetsen och den punkt där lödningen skall ske. I allmänhet blir metallen oxiderad vid upphettningen, vilket tenderar att hindra tillflödet av värmen. Flussmedlet skall förhindra denna oxidation genom att täcka lödstället, så att lodet kan fästa och förbättra värmeövergången till metallen. 9.6.6.7

Om lodet i stället läggs an mot den heta lödkolvspetsen, som därefter förs mot metallen, förångas eller förbrännes flussmedlet så att lödningen blir ofullständig. Om utrymmet inte tillåter rätt förfarande är det lämpligt att droppa flussmedel på lödstället före uppvärmningen, lägga an lodet mot kolvspetsens flatsida och därefter föra lödspetsen mot lödstället.

### Lödningskontroll

9.6.7

Lödningens kvalitet bör kontrolleras även av annan person än den som utfört lödningen. Att lödningen tagit kontrolleras vanligen genom dragning i ledningen. 9.6.7.1

*Kontrollmärkning* av lödställe med färgklick är tillåten, dock skall dylikt lack godkännas av beställaren. Lacket skall vara transparent och skall icke försvåra omlödning vid service. Lackfilmen skall vara hård, icke korroderande, icke hygroskopisk, ha goda isolerande egenskaper och icke underlätta mögelbildning. Lacket skall endast placeras på lödstället. 9.6.7.2

Lämplig lack utgörs av 16 % ren harts i metylalkohol med tillsatt färgämne.

### Lödningsföreskrifter

9.7

#### Allmänt

9.7.1

Ledningar skall ha säker mekanisk och elektrisk anslutning. Vid varje anslutningspunkt skall ledningen ha säkert mekaniskt fäste, innan lödning utförs. Lödning såsom enbart mekaniskt fäste godtas icke.

- 9.7.2 Vid anslutning till kopplingsstöd, -stift där instickshål inte finns skall tråden förtennas, därefter bockas runt anslutningspunkten 180°, klämmas åt och därefter lödas.
- 9.7.3 Vid anslutning till lödstjært eller annan anslutningspunkt där hål finns förtennas tråden, bockas i rät vinkel (L-form) sticks in i hålet och lödes. Tråden skall därvid icke bockas ytterligare, varigenom losslödning vid service underlättas.
- 9.7.4 Om inte strökapacitanser eller andra besvärande effekter uppstår, eller om det inte visar sig opraktiskt från andra synpunkter bör vid inlödning en trådända på ca 1,5 mm lämnas fri för att vid behov underlätta losslödning.
- 9.7.5 Högst tre ledare får anslutas till samma lödställe. Ledarna skall anslutas individuellt och får sålunda icke vridas om varandra.
- 9.7.6 Skarvning av kopplingstråd utan användning av kopplingsstöd är icke tillåten.
- 9.7.7 Icke förtent ledare skall förtennas före lödningen.
- 9.7.8 Vid lödning av ledning till hylsa (stift med ändhål) skall hålet vara fyllt med lod, varefter tråden sticks in i samband med lödningen.
- 9.7.9 Lödning av ledare *direkt till plåt* får endast göras om ledningen därvid är så fixerad att påkänning inte uppstår på lödstället.
- 9.7.10 Användning av *lödspiräl* är tillåten under förutsättning att ledningen är mekaniskt låst före lödningen.
- 9.7.11 *Anskalning* av isolering på ledare skall utföras så att de individuella parterna inte skadas. *Bockning* av ledaren får ej heller ske så, att trådparter bryts av.

Som mindre fel bedöms om högst 20 % av parterna är avbrutna. På en 7-trådig ledning får härvid högst två trådar vara brutna. Hack i tråden bedöms som brott.

*Bränning* med glödtråd för avisolering kan godtas om metoden visar sig lämplig för ledningsisolationen ifråga. Bränning med glödspiräl har visat sig vara en lämplig metod för avisolering av emaljerad litztråd. Efter bränningen doppas ledningen i alkohol.

- Fria lödstjärter i rörhållare eller andra komponenter skall icke utnyttjas som kopplingsstöd annat än för kondensatorer eller motstånd som i övrigt är anslutna till rörhållaren etc. 9.7.12
- Inlödning av *kabelstammar*, se 9.5. Observera att ledningslängden invid lödstället skall vara tilltagen så, att minst två omlödningar (efter bortklippning) skall kunna göras. 9.7.13
- Vid inlödning av motstånd, kondensatorer etc skall lödstjärten vara belägen på *samma* sida av kopplingsplinten som komponenterna, för att dessa snabbt skall kunna utbytas. 9.7.14
- Komponenterna skall vid inlödningen placeras så att påstämplat värde lätt kan avläsas.
- Komponenter som väger över 5 gram skall klamras fast. 9.7.15
- Komponenter som väger högst 5 gram kan enbart fästas i anslutningsledningarna, varvid dock iakttas att anslutningsträdens längd mellan kropp och lödställe icke får överstiga 12 mm. 9.7.16
- Anslutningsträdens längd mellan komponentkropp och lödställe får icke understiga 6 mm (allmän fordran från komponentfabrikanterna). Anslutningstråden får icke bockas intill komponentkroppen. Vid bockning av axiella tråduttag hos miniatyrkomponenter (motstånd, kondensatorer, elektronrör etc, speciellt för tryckt ledningsdragning) bör förfarandet vara sådant att infästningsstället inte utsätts för påkänningar. I samband med bockningen bör trådinfästningarna sålunda icke utsättas för vridningspåkänningar. Efter bockningen skall avståndet mellan trådcentrum och komponentkroppen vara minst 5 gånger tråddiametern. Jfr 8.7.1.3.15. 9.7.17
- Lödning på rörhållare får icke utföras med isittande rör. 9.7.18
- Vid inlödning på kontaktfjädrar, som för sin funktion skall vara rörliga, måste tillses att funktionen inte äventyras. Hoplödning av lödstjärter med kort massiv tråd, som förhindrar den individuella fjädringen, är därför förbjuden. Detsamma är förhållandet vid en del anslutningsdon. 9.7.19



- 9.7.20 Vid inlödning av komponenter och enheter som vid vibrations- och stötpåkänningar rör sig i förhållande till omgivande enheter tillses *dels* att anslutningsledningarnas längd och förläggning tillåter detta, *dels* att påkänningar inte överförs till lödställena.
- 9.7.21 Vid lödning på tättsittande hylsor, t ex i anslutningsdon, skjuts isolerrör av passande dimension på lödstället.
- 9.7.22 Vid inlödning av temperaturkänsliga komponenter, t ex germaniumdioder, -transistorer, föreskrivs att *värmeshunt* används som skydd. Värmeshunten placeras mellan lödstället och komponenten. Shunten kan utgöras av en tång eller *bättre* av två 2 mm tjocka kopparplåtar, fastsatta vid en krokodilklämma och vardera med en area på  $6 \times 25$  mm.
- Värmeshunten skall kvarhållas minst 10 sek efter det att lödkolven tagits bort från lödstället.
- 9.7.23 Vid inlödning av *transistorer* tillses att skadliga elektriska spänningar inte överförs till transistorn från lödkolven. Lödkolvspetsen bör därför jordas till apparatstommen eller motsvarande skydd. Använd en 6 V lödkolv eller en isolationstransformator med normal kolv. Jfr 8.7.13.22.

## 9.8 Lödning av tryckta ledningar

### 9.8.1 Rengöring

Laminatets isolationsegenskaper försämras om plattan inte är rengjord från järnkloridetsningen, fingeravtryck, damm, silvermigring och flussmedel. Galvaniska element och korrosion kan därjämte uppstå med tiden. Tvättning (i vissa fall med neutraliserande egenskaper hos tvättmedlet) bör därför ske.

Isolationsegenskaperna kontrolleras genom fuktprov ( $+ 55^\circ \text{C}$ , 48 h, 100 % rel fukthalt), varvid isolationsresistansen skall ha uppnått tillfredsställande värden.

- Flussmedel** 9.8.2
- Vid dopplödning skall ren harts (kolofonium) löst i alkohol användas. 9.8.2.1
- För att underlätta lödningsförfarandet förekommer på marknaden s k *aktiverat* hartsflussmedel, dels som harts med organisk tillsats, dels som harts med hydrazintillsats. Vid användning av sådant flussmedel avgår vid lödningen gaser, som avsevärt försämrar isolationen. Flussmedlet tränger in i plattorna vid hål och kanter. Användningen av aktiverad harts skall godkännas av beställaren.
- Flussmedlet skall påläggas i tunnaste möjliga skikt utan att lödbarheten eftersättes. Maskering av andra delar än lödpunkterna rekommenderas. 9.8.2.2
- Överskott av flussmedel skall effektivt avlägsnas efter lödningen. 9.8.2.3
- Lod** 9.8.3
- Lodets sammansättning bör så nära som möjligt ansluta sig till eutektiskt tenns. Inblandning av silver skall undvikas eftersom silvret i viss grad även vill fastna på icke metalliska ytor. 9.8.3.1
- Temperaturen på lodbadet skall vara noga kontrollerad, och badet skall ha sådan termisk kapacitet att temperaturen inte påverkas av värmeavgången vid lödningen. 9.8.3.2
- Lödningskontroll** 9.8.4
- Lödstillt skall vara blankt och lodet väl utflutet. Droppbildning på lödstället godkänns icke. Den tryckta ledningen och lödstället skall väl fästa vid laminatet. Överhettning av laminat och komponenter godtas icke.
- Impregnering** 9.8.5
- I kretsar där hög isolation erfordras bör den tryckta ledningen impregneras mot fuktangrepp. Dylig impregnering, som kontrolleras genom fuktprov, skall godkännas av beställaren.

## 9.9 Elektrisk skruvförbindning

- 9.9.1 Massiv, rund tråd skall icke klämmas fast mellan två plana ytor. Åtminstone den ena ytan bör vara räfflad, varjämte skruvåtdragningen skall vara fjäderbelastad för att glappkontakt med tiden inte skall uppträda.
- 9.9.2 Mångtrådiga ledare skall före insättning i skruvförband icke hoplödask, för att förbindningen med tiden inte skall orsaka glappkontakt. Den förtening som vid tillverkningen ges de enskilda trådarna är tillåten och behöver icke avlägsnas.
- 9.9.3 Vid skruvförbindning får skruven icke ligga an direkt mot tråden.
- 9.9.4 Vid skruvförbindning får något isolermaterial (undantag keramik) icke uppta åtdragningstrycket för att förhindra framtida glappkontakt.

### 9.9.5 Kabelskor

Kabelskor skall vara styrda mot vridningspåkänningar, och de skall vara utformade så att omklämning kan ske av ledarens isolering.

- 9.9.6 Vid skruvförbindning bör ledarna klamras, för att brott inte skall inträffa vid vibrationspåkänningar.

## 9.10 Kontaktpressning

### 9.10.1 Allmänt

Lödfria metoder för elektrisk kontaktpressning skall vara godkända av beställaren. Ett villkor för godkännande är att tillverkaren använder godkända verktyg och klämhylsor. Verktyg skall vara så konstruerade att slutläge vid pressningen intas tvångsmässigt. Ett villkor är också att tillverkaren vidtar åtgärder som garanterar att verktyg och klämhylsa i rätt förhållande till kopplingstrådens area användes.

## Materialet i klämhylsan

9.10.2

Materialet i klämhylsan skall för den strömförande delen utgöras av lämplig kopparlegering. Denna skall ha tillfredsställande ledningsförmåga och styrka för avsett ändamål. Metalldelen skall vara förtent över hela inre och yttre ytan. Hylsdelen skall bilda ett rör utan skarv med trattformad öppning för att kopplingstråden lätt skall kunna stickas in. Hylsan skall vid pressningen med effektivt grepp även omsluta ledningsisoleringen.

Om hylsan är utförd med *kabelsko* skall denna vara gjord så, att den medger låsning mot vridning. *Isolerade klämhylsor* skall förses med isoleringshylsa, som även efter pressningen sitter fast stadigt och väl omsluter metalldelen och ledningsisoleringen.

## Märkning

9.10.3

Såväl pressverktyget (insatsen) som klämhylsan skall vara märkta med ledningens kvadratmillimetermått eller enligt annan metod som klart och tydligt anger den rätta användningen.

## Provningsföreskrifter

9.10.4

Klämhylsor skall kontrolleras beträffande material, konstruktion, dimensioner, ytbehandling, märkning och lämplighet för sitt ändamål. Vid pressningen får hylsan icke svälla mer än 3 mm jämfört med före provet. Metallhylsan och isoleringshylsan får icke uppvisa några sprickor eller flisor.

Kontaktpressningens effektivitet kontrolleras enligt följande tabell.

Ledningsarea mm <sup>2</sup>	Dragkraft kp	Ström A	Maximalt spänningsfall i millivolt	
			Före dragprov	Efter dragprov
0,3	6	9	8	12
0,5	9	11	7	11
0,75	13	15	6	9
1,0	16	18,5	6	9
1,5	22	25	6	9
2,5	32	36	6	9
4,0	45	45	6	9
6,0	56	60	6	9

Ledningen utgörs av en mångtrådig ledare. Spänningsfallet skall mätas vid den angivna strömmen, och efter det att temperaturen på tråden har stabiliserats. Spänningsfallet skall icke överskrida i tabellen angivna värden. Spänningsfallet mäts med ena anslutningen omedelbart intill övergången till hylsan och med den andra anslutningen 6 mm från metallhylsan, varvid ledningsisoleringen genomstickes. Vid isolerade skarvhylsor punkteras isoleringen mitt på.

Vid dragprovet insätts provet lämpligen i dragprovmaskin. Dragprovet skall göras med en hastighet av 12 mm per minut.

Den mekaniska föreningen mellan ledning och kontakt skall vid angivna värden icke uppvisa brott eller sådana förändringar att förbindningen efter provet anses oanvändbar för sitt ändamål.

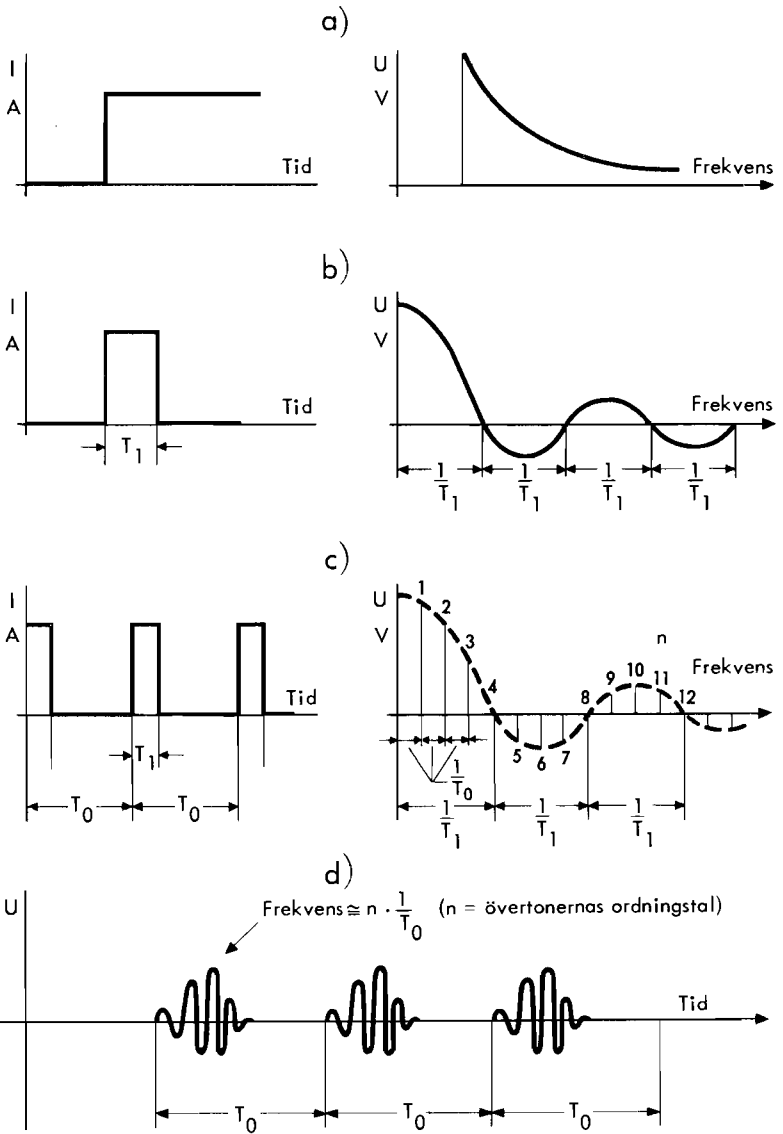
Pressning skall kunna utföras med verktyg och kontakt nedkylda till  $-25^{\circ}$  C. Provet får därefter anta rumstemperatur, varvid dragprov utförs.

#### 9.10.5 **Kontrollföreskrifter**

1. Kontrollera att intrycket överensstämmer med fabrikantens föreskrifter.
2. Kontrollera förbindningen genom dragprov enligt tabellen.
3. Kontrollera den elektriska resistansen hos förbindningen enligt tabellen.
4. Kontrollera klämhylsans dimension och märkning i förhållande till ledningsarean.
5. Kontrollera att verktyget fungerar på avsett sätt.
6. Kontrollera skador på metalldelar och isolering.
7. Lämpligt avpassad avisolering av ledningen. Isoleringen skall effektivt hållas fast av fattningen på klämhylsan.
8. Kontrollera att ledningstråden skjutits in ordentligt (inspektionshål).

9. Kontrollera att inga trådar skadats eller brutits bort vid avisoleringen. Om 20 % av parterna är brutna eller inte deltar i omklämningen underkänns utförandet. På en 7-trådig lina får högst två parter vara brutna. Dylika fel får endast uppträda sporadiskt för att partiet skall kunna godkännas.

Kopplingstråd som används vid kontaktpressning skall vara tennpläterad. 9.10.6



Strömförlopp och frekvensspektrum för  
 a) enkelt tillslag av ström  
 b) enkelpuls  
 c) periodiskt upprepade pulser  
 d) exempel på störpulsens utseende

Bild 10.1-1 a--d

## STÖRNINGSKONTROLL

10.

### Allmänt om radiostörningar

10.1

Plötsliga strömändringar, impulser, utgör oftast en radiostörningskälla. Dessa snabba strömförlopp orsakar ett brett frekvensspektrum, som utbreder sig till mycket höga frekvenser och därvid förhindrar eller försvårar radiomottagning, speciellt vid mottagning av svaga signaler.

Den teoretiska utbredningen av störningen över frekvensområdet visas i bild 10.1-1 a—d. Ett enstaka strömtillslag enligt a ger en radiofrekvent impuls med ett toppvärde (amplitud), som uppträder kontinuerligt över högfrekvensområdet, men med sjunkande amplitud mot högre frekvenser. Ju kortare stigtiden för strömtillslaget är desto större blir amplituden vid höga frekvenser. En snabb brytning av en strömförande ledning ger upphov till liknande förlopp.

En enstaka impuls, som i b, ger en störning, där amplitudens variation över frekvensområdet är beroende av pulstiden  $T_1$ . Även här gäller sambandet att korta stig- och falltider samt kort pulstid orsakar störningar vid höga frekvenser. Av bilden framgår dock att impulsen försvinner vid nollgenomgångarna, som uppträder vid frekvenser som är multiplar av  $1/T_1$ .

Vid upprepade pulser enligt c med repetitionsfrekvensen  $f_r = 1/T_0$  erhålls ett frekvensspektrum, vars olika frekvenser utgörs av multiplar av repetitionsfrekvensen och där amplituderna bestäms av spektrum för en enda impuls. Undersöks en sådan störning sedan den passerat en selektiv anordning skall man finna att störningen i stort sett har ett utseende enligt d.



Amplituden hos denna störningsfrekvens, som är en multipel av repetitionsfrekvensen ( $=n/T_0$ ), bestäms av

$$U = U_0 \cdot 2 \frac{T_1}{T_0} \left| \frac{\sin(n \cdot \pi \cdot T_1/T_0)}{n \pi T_1/T_0} \right|$$

där  $U$  är amplituden vid frekvensen  $n/T_0$

$U_0$  är störningsamplituden och  $T_1$  är pulsens varaktighet.

### Exempel

Repetitionsfrekvens  $f_r = 1/T_0 = 1$  kHz

eller  $T_0 = 1$  millisek

$$\frac{T_1}{T_0} = \frac{1}{2}; n = 241 \text{ vid en frekvens av } 241 \text{ kHz}$$

$$\text{Härvid blir } \frac{U}{U_0} = \frac{1}{241 \cdot \pi \cdot 1/2} = \frac{1}{375}$$

En ursprunglig impuls på 1 V ger sålunda vid 241 kHz en störspänning av 2650  $\mu$ V.

I praktiken kommer störningsimpulserna icke att fördela sig så som visats i bilden. Genom i kretsarna ingående reaktanser kan resonanser uppstå, som dels kan framhäva amplituderna, dels mer eller mindre kortsluta dessa. I vissa områden av frekvensbandet kan därför kraftiga störningar uppträda. Genom filter kan stig- och falltider ökas och amplituden nedbringas så att störningarna inte blir besvärande.

Radiofrekventa störningar erhålls sålunda från elektriska motorer, generatorer, vibratoromformare, gnistgap, pulsgeneratorer, finger-skivor, tänd- och laddningssystem vid explosionsmotorer (otto-motorer), kraftnät och annan elektrisk utrustning.

Störningskällor ger även upphov till *tonfrekventa störningar*, som kan vara besvärande för effektiv utnyttjning av den elektriska utrustningen.

Elektroniska apparater skall fungera tillfredsställande inte enbart ensamma utan även i förening med annan elektronisk utrustning, om de av olika orsaker måste placeras omedelbart intill varandra.

För att detta skall vara möjligt erfordras dels att apparaten själv inte utgör en störningskälla för andra apparater, dels att apparaten för sin funktion är okänslig för yttre störningskällor.

Med hänsyn till kravet på störningsfrihet skall sålunda åtgärder, där sådana erfordras, ha vidtagits för att hålla störningsnivåerna inom tolerabla gränser.

Störningarna uppträder

som *elektromagnetisk fri strålning* vid tillräckligt avstånd från störningskällan

som kapacitivt och/eller induktivt överförd störning nära störningskällan (närfältet, Fresnelzonen) och

som högfrekventa spänningar i anslutningsledningarna till apparaten, *ledningsbunden störning*.

Vågformen hos störningarna ger upphov till

*bredbandig störning*, bestående av ett spektrum av störningsamplituder, som utbreder sig över ett brett frekvensområde, samt till *smalbandig, sinusvägig, störning*, som består av en eller flera diskreta högfrekvenssvängningar inom apparatens frekvensområde i form av modulerad eller omodulerad (bärvågs-) signal, som är skarpt avstämbart och som icke alstrar ett brett spektrum.

Den erforderliga avstörningen kontrolleras genom uppmätning av störningsnivån. Genom undersökningar har man funnit att störningsnivån kan tillåtas uppnå vissa gränsvärden, som dels är möjliga att med rimliga medel innehålla, dels inte inverkar alltför försämrande av materielens funktion. Ändamålet med denna föreskrift är

att fastlägga nämnda gränsvärden på tillåtna maximala störningsnivåer,

att därvid ange mätmetoder och

att definiera mätutrustningens egenskaper.

Störningsnivåer och mätmetoder anpassas därvid till den störningstyp som är förhanden.

## 10.2 **Konstruktiva åtgärder**

### 10.2.1 **Radioavstörning av apparater**

Avstörningsarbetet skall ingå som integrerande del av utvecklingsarbetet. Härvid bör följande synpunkter beaktas.

Avstörningen skall om möjligt ske intill störningskällan för att minska störningstalsträngen och för att hindra störningen att utbreda sig i apparaten. Komponenter och åtgärder för avgränsningen av störningskällan, såsom gnistsläckare, filter, skärmning och jordning, skall därför vara integrerande delar av den störande enheten. Avstörningsarbetet skall därvid utföras enligt god ingenjörspraxis.

Erfarenheten har visat betydelsen av att gnistsläckare placeras omedelbart intill den störningstalstrande kontakten.

Erfordras ytterligare anordningar, efter en omsorgsfullt utförd avstörning av källan, skall erforderliga filter vara inbyggda i apparaten. Dessa skall utföras i överensstämmelse med de miljökrav som i övrigt gäller för apparaten. Hermetiskt förslutna anordningar bör företrädesvis användas även om detta krav icke gäller för apparaten ifråga.

En störningsreduktion av källan föredras även om lika bra resultat erhålls på annat sätt.

Vid dimensionering av avstörningsfilter tillses att kapacitansvärden väljas så, att därvid erhållen spänningssättning av utifrån åtkomliga delar icke medför farliga strömvärden (max 5 mA).

### 10.2.2 **Störningsmottaglighet**

Apparaten skall konstrueras för minsta mottaglighet för yttre störningar.

*Höljet* skall vara så utfört att det utgör skydd mot yttre störningar. Mekaniska diskontinuiteter hos höljet, såsom lock, inspektionsluckor, ventilationshål och hopfogningsställen, skall därför utföras så att elektrisk kontinuitet mellan hopfogningsdelar och omkring hål erhålls med lågimpediva egenskaper. Stort antal fjäderbelastade kontaktpunkter föreslås som önskvärd metod.

Ventilationsöppningar bör utföras så att föreskrivna störningsgränser kan innehållas. Elektrisk jordning görs av dörrar eller luckor då dessa utgör del av skärmningen. Jordning via gångleder är icke tillfredsställande i detta hänseende.

Fogar mellan stomme och hölje bör vara fria från isolerande ytbehandling (målning) för ernående av god elektrisk kontinuitet.

Anslutningspunkter för utgående ledningar från apparaten förses med avkopplande filter för att förhindra att yttre störningar inkommer i apparaten och därvid inverkar störande på dess funktion. Dylika filter placeras inuti apparaten och skall vara skärmade i förhållande till apparatens inre.

Antenningångar till mottagare och andra transmissionsledningar med låg spänningsnivå skall vara lågohmiga, eventuellt av balanserat utförande, så att koaxialledningar och andra skärmade ledningar kan användas för att möjliggöra störningsfri installation. Jordning av skärmen till dessa ledningar skall så utföras att någon gemensam del icke ingår i andra kretsar eller ger upphov till vagabonderande jordningsströmmar hos stomme och hölje.

Mottagare skall förses med skydd mot påverkan av i mottagarens omgivning verkande sändare, arbetande på frekvenser som faller *utanför* det aktuella frekvensområdet för mottagningen. Mottagaren skall ej heller ta skada av stark signal som faller *inom* frekvensområdet för mottagaren.

### **Konstruktiva krav vid radioavstörning av motorfordon**

10.2.3

Fordonselektriska system alstrar bredbandiga impulsstörningar, som, om icke effektiva åtgärder häremot vidtas, avsevärt nedsätter radiomottagares egenskaper, vare sig mottagarna är installerade i fordonet, i närgående fordon eller i fasta anläggningar som passeras av dylika fordon.

Tändsystem, laddningskretsar (generatorer och spänningsregulatorer) och andra elektriska kretsar (blinkljus, vindrutetorkare) skall därvid avstöras med utnyttjande av dämpmotstånd i tändsystemet, kondensatorer och filter, skärmning av apparatur och ledningar jämte tillfredsställande stomförbindningar.

Motstånd i tändsystemet erfordras för att minska kraven på skärmningen och underhållet av denna. Vid helskärmade system erfordras dock icke dylika motstånd.

Högspännings- (tänd-)kablar och lågspända tändkablar skall förläggas så långt från annan ledningsdragning som möjligt. Ledningarna skall vara väl klamrade vid sina platser.

Avstörningsledningar från kondensatorer och filter skall vara så korta som möjligt och vara väl jordade till stommen.

Metallrör, skärmslangar skall vara väl jordade till stommen i båda ändar och på mellanliggande ställen. Jordningen skall ske via till stommen fastsvetsade bultar för att erhålla säker elektrisk kontakt och därtill mekanisk förbindning. Tandbrickor skall användas för erhållande av god jordning.

Stålkonstruktioner (rör) för uppbärande av högspänningskablar skall ha god elektrisk förbindelse till motorblocket.

Mekaniska detaljer, såsom gas- och bromsanordningar, hastighetsmätare, kablar till dito, rattstång och dylika detaljer som sticker in i motorutrymmet, där hög störningsnivå är för handen, skall vara jordade för att förhindra transporter (överföring) av störningarna. Jordning utförs med kopparfolier (flera i parallell), tandlåsbrickor o d.

Jordningsförbindelse skall vara av flexibelt utförande för att avbrott icke skall ske på grund av vibrationspåkänningar.

Utförandet skall därjämte vara sådant att jordningen bekvämt kan lossas vid service.

Plåtskruv i samband med jordning får icke användas.

Tändspolen skall vara placerad omedelbart intill fördelaren och liksom denna vara av skärmat utförande. God jordförbindelse till motorblocket skall eftersträvas.

Fordonsbeskrivningen skall innehålla komplett beskrivning av avstörningssystemet med orienteringsscheman (teckningar, fotografier) jämte serviceinstruktion för att tillförsäkra god funktion hos avstörningsanordningen.

## Konstruktiva krav vid radioavstörning av flygplan

10.2.4

Flygplanskroppen skall ha elektrisk kontinuitet med ett minimum av diskontinuiteter och förses med lågimpediva radiofrekventa strömvägar mellan hopfogade delar. För erhållande av tillfredsställande utnyttjning av normalt komplicerade elektroniska utrustningar erfordras dels noggrant utförd avstörning av elektriska strömkretsar *inom* flygplanskroppen och dels i största utsträckning reducerad *koppling* mellan yttre antenner och inre utrustning.

Ledningsförläggningar görs i helt skärmat utförande med god anliggning till flygplanskroppen. Apparater med störande funktioner, såsom omformare, reläer etc, utförs kapslade och med effektiv avstörningsfiltrering. Koaxialkablar för anslutning till mottagaringångar bör vara dubbelskärmade och förlagda åtskilda från ledningar, förande störande strömmar.

Accessdörrar och -luckor förses med kontakthanordningar för erhållande av god kontinuitet. Av särskild betydelse vid högre frekvenser är att huvar och öppningar förses med elektriskt ledande ytbehandling för att minska kopplingen mellan yttre antenner och inre utrustning.

## Mätmetoder vid störningsmätning

10.3

### Störningsmätarens egenskaper

10.3.1

Vid kontroll av störningsnivåerna utgörs mätapparaturen av en mottagare med kalibrerad känslighet och en härför lämpad signalindikering. Mätvärden anges i decibel (dB) i förhållande till 1 mikrovolt ( $\mu\text{V}$ ) toppvärde över mottagarens ingångsklämmor, där ingångsresistansen är 50 ohm. I mottagarens ingång kan inlänkas dämpsatser, så att inspänningar upp till 100 000  $\mu\text{V}$  (100 dB) kan uppmätas. Mottagarens *frekvensområde* 0,15–1000 MHz är uppdelat i enheter, innehållande även mellanfrekvensförstärkare med efter frekvensområdena avpassade bandbredder, vilka skall vara kända. *Bandbredden* (linjära bandbredden) bestäms genom mätning av störningsmätarens selektivitetskurva, dvs inspänningen

$U$   $\mu\text{V}$  som funktion av frekvensen  $f$  vid konstant utspänning hos indikeringsinstrumentet. Därvid är

$$B = \int_0^{\infty} \frac{U}{U_0} df \approx \int_{f_1}^{f_2} \frac{U}{U_0} df$$

där  $U_0$  är inspänningen i  $\mu\text{V}$  vid mittfrekvensen i bandet,

$$f_1 \text{ och } f_2 \text{ är de frekvenser, då } \frac{U}{U_0} \approx \frac{1}{10}.$$

(Bandbredden är i allmänhet frekvensavståndet på selektivitetskurvan där  $\frac{U}{U_0} \approx 0,45$ ).

Vid störningsmätningar användes sålunda *icke* den kvadratiske bandbredden, brusbandbredden.

Bandbredden är normalt inom frekvensområdet

0,15—	30 MHz	0,01 MHz
25—	250 »	0,1 »
200—	400 »	0,3 »
400—	1000 »	0,6 »

*Signalindikeringen* mäter efter detektering störningsamplituderna (toppvärdet) exempelvis medelst ett toppvisande instrument, oscilloskop, eller slide-back-rörvoltmeter. Slide-backmätningen sker genom att pålägga en diod stryplikspänning, så att dioden nätt och jämnt blir ledande för störimpulserna, vilket exempelvis kontrolleras i en hörtelefon.

Den toppvisande voltmeteren har kort tidskonstant för stigande spänningsvärde och något större tidskonstant för fallande spänning.

S k vägd indikering, »quasi-topp», används icke vid mätningar enligt dessa föreskrifter.

*Kalibreringen* kontrolleras med inbyggd spänningsnormal, som antingen lämnar sinussvängningar eller impulssvängningar med konstant amplitud över ett brett frekvensspektrum.

Mätinstrumentet är kalibrerat i decibel över  $1 \mu\text{V}$  för smalbandig, sinusvågig, störning och i decibel över  $1 \mu\text{V}$  för 1 MHz bandbredd

för bredbandig störning. Spänningen anges som toppspänning över ingångsklämmorna.

Periodisk kontroll av störningsmätaren skall ske med en laboratoriesignalgenerator, som skall ha en spänningsnoggrannhet av minst 20 %.

*Anslutningen* av störspänningarna till störningsmätaren sker medelst en väl skärmad koaxialkabel med 50 ohms karakteristik.

### Störningsgeneratorer

10.3.2

För kontroll av den elektroniska materielens *mottaglighet* för yttre störningar används störningsgeneratorer, bestående av signalgeneratorer, impulsgeneratorer och tonfrekvensgeneratorer. Störspänningarna inmatas på in- och utgångar för den normala signalen, på övriga anslutna ledningar samt som yttre störfält för kontroll av skärmningen mot dylika störningar.

### Uppmätning av strålad störning

10.3.3

#### Fjärrfältet

10.3.3.1

Den radiofrekventa strålningsnivån anges normalt som fältstyrka, mikrovolt per meter,  $\mu\text{V}/\text{m}$ . Vid mätning av fältstyrka ansluts till störningsmätaren en antenn med känd effektiv antennhöjd och mäts den i antennen av strålningsfältet inducerade spänningen, emk. Fältstyrkan erhålls därvid genom att dividera spänningen med den effektiva antennhöjden.

Denna mätmetod förutsätter villkoret att strålningen har utbildat sig till en plan, elektromagnetisk våg med de elektriska och magnetiska fältkomponenterna riktade vinkelrätt mot fortplantningsriktningen (vågimpedans 377 ohm i fri rymd) och där ovan angiven relation är gällande. Mätavståndet till störningskällan (sändarantennen) bör därvid vara minst 5 våglängder.

I bestämmelser om förhindrande av störning av rundradio- och televisionsmottagning anges sålunda den tillåtna maximala störnivån i fältstyrka angiven på mätavstånd på 30 eller 100 m beroende på mätfrekvensen.



### 10.3.3.2 Närfältet

För apparater som måste uppställas intill varandra, t ex i flygplan och fordon, erfordras en betydligt lägre godtagbar störnivå än vid ovan angivna förhållanden. Kontrollen av avstörningsgraden måste då utföras på näravstånd, varvid det är oegentligt att ange störnivå i fältstyrka. I detta läge överförs störningen till mätantennen vid rent elektrisk fältkomponent i huvudsak som kapacitiv koppling, vid rent magnetisk fältkomponent i huvudsak som induktiv koppling och vid närvaro av både elektriska och magnetiska fältkomponenter medelst koppling av komplex natur.

En bestämning av fältstyrkan enligt grunderna för en utbildad plan våg kommer därför att visa dålig överensstämmelse vid användning av olika antenntyper.

Fältstyrkevärden som bestäms i dylika närfältsmätningar kan sålunda ej heller utnyttjas för bestämning av störnivåer i fjärrfältet.

För att erhålla reproducerbara resultat av mätningar på störnivån intill apparaterna är det därför nödvändigt att använda definierade antenntyper med bestämda geometriska dimensioner och placeringar.

Vid definierade antenner bestäms störnivån genom uppmätning av den i antennen inducerade störspänningen, som är den spänning, som erhålls vid obelastad antenn, *emk*. Spänningen anges därvid som toppvärde med hänsyn till mätmetoden.

### 10.3.3.3 Antenner för frekvensområde 0,15—25 MHz

*Stavantenn.* Mätantennen utgörs därvid av en stavantenn med 1 m längd. Vid antennens fot är anslutning och anpassning gjord till koaxialledning med 50 ohms karakteristik. Antennfästet ansluts därjämte till ett jordplan (plåt) av minst 2 m<sup>2</sup>.

Inom nämnda frekvensområde skall antennens egenskaper vara angiven med en antennfaktor i dB, som tillsammans med anpassningsförluster och kabeldämpning anger antennens inducerade spänning i förhållande till klämspänningen på störningsmätaren.

I fjärrfältet är antennens effektiva antennhöjd ca 0,5 m, så att fältstyrkan angiven som toppvärde är ca 6 dB högre eller, om fältstyrkans effektivvärde skall anges;  $6-3 = 3$  dB högre än den angivna antennfaktorn.

*Ramantenn.* Ramantennen är vanligen cirkulär med en diameter av ca 0,6 m och med anpassning till 50 ohms kabel. Antennfaktorn i dB anger vanligen fältstyrkans effektivvärde direkt. Eftersom den effektiva antennhöjden för en ramantenn är  $h = 2\pi A N/\lambda$  (där  $A$  är ramens area i  $m^2$ ,  $N$  varvtalet och  $\lambda$  våglängden i m) kan den inducerade emk:n därav beräknas ( $A < 0,001 \lambda^2$ ).

#### Antenner för frekvensområdet 25–35 MHz

10.3.3.4

*Dipolantenn.* Inom detta frekvensområde utgörs antennen av en dipolantenn, som är längdavstämd till 35 MHz (ca 4,3 m total-längd). Inom detta frekvensområde bibehålls denna längd, och en antennfaktor i dB anges för detta område.

Den effektiva antennhöjden är därvid ca 2,7 m och, om fältstyrkans effektivvärde skall anges, bör antennfaktorn minskas med  $8,7 + 3 = 11,7$  dB.

*Sökspole.* Sökspolen har en diameter av ca 75 mm och innehåller 1 eller 2 varv. Den är ansluten till en 50 ohms koaxialkabel och används vid uppsökning av störställen hos apparaten.

#### Antenner för frekvensområdet 35–1000 MHz

10.3.3.5

*Dipolantenn.* Inom detta område längdavstäms dipolen till varje mätfrekvens. Antennfaktorn i dB anger emk i förhållande till störningsmätarens klämspänning.

Den effektiva antennhöjden är  $\lambda/\pi$  meter, där  $\lambda$  är våglängden i m.

*Sökspole:* samma som ovan. För det högre frekvensområdet används en sökspole med ca 25 mm diameter.

### 10.3.4 Uppmätning av ledningsbunden störning

#### 10.3.4.1 Mätmetod

Vid mätning av den ledningsbundna störningen ansluts störningsmätaren mellan ledningen och jord (apparatens stomme). Härvid uppmäts den asymmetriska störningskomponenten. Man bortser härvidlag från den störspänning som utbildas *mellan* ledningsparterna, den symmetriska störningskomponenten, då det visat sig att den asymmetriska störningen är representativ för störningsnivån hos apparaten ifråga. Störningsnivån bestäms såsom störspänningen över en resistans av 50 ohm (störningsmätarens inresistans). För att denna resistans icke skall påverkas av belastningen på ledningen isoleras belastningssidan ur radiofrekvenssynpunkt med en induktans av lämplig storlek, *mätfiltret*, bild 10.3.4-1. Den radiofrekventa störningen kopplas via en kondensator till en koaxialledning, till vilken störningsmätaren ansluts.

Ett mätfilter inkopplas i varje ledning, varvid störningen uppmäts i varje ledning för sig. Störningsnivån bestäms av den ledning, som ger högsta störning. (Anpassning till den verkliga impedansen hos störningskällan sker sålunda icke.)

Störspänningen anges i decibel över  $1 \mu\text{V}$  toppspänning vid sinusvågig (smalbandig) störning och i decibel över  $1 \mu\text{V}$  toppspänning vid 1 MHz bandbredd vid bredbandig störning. Vid bredbandig störning bör mätinstrumentet kalibreras med impulsgenerator.

I vissa angivna fall anges störningens effekt i decibel i förhållande till 1 milliwatt, dBm ( $1 \text{ mW} = 10^{-3} \text{ W}$ ).

#### 10.3.4.2 Mätfiltrets konstruktion, bild 10.3.4-1 och 2

Mätfilter förekommer i två utföranden:

1. *mätfilter I* med en induktans av  $5 \mu\text{H}$ , mätt vid 1 MHz, vilket tål en ström av 50 A. Eftersom detta filter vid de lägre frekvenserna åstadkommer en belastning av inresistansen 50 ohm görs härför en korrektion.

2. *mätfilter II* med en induktans av  $50 \mu\text{H}$ , mätt vid  $1 \text{ MHz}$ , vilket tål en strömbelastning av  $4 \text{ A}$ . Någon korrektion erfordras icke vid användning av detta filter.

Mätfiltrets hölje placeras intill den apparat som skall kontrolleras och förbinds med god elektrisk kontakt till apparatens stomme med en kopparplåt vars längd är högst 5 gånger bredden och minst  $0,7 \text{ mm}$  tjock.

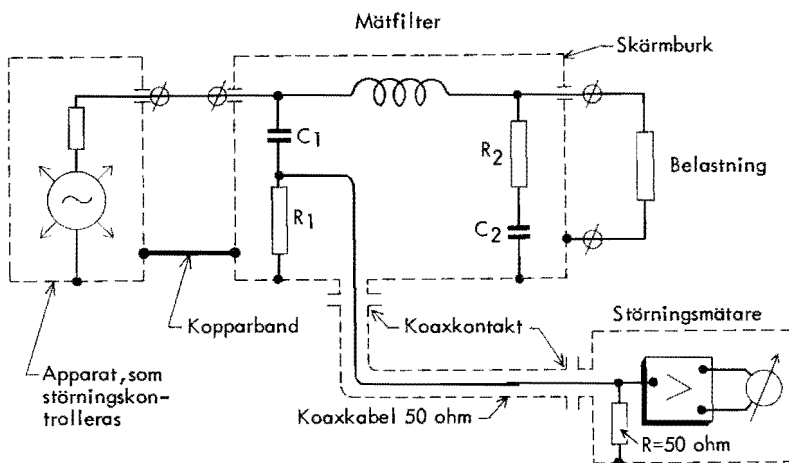


Bild 10.3.4-1

#### Mätfilter I

$L = 5,0 \text{ mikrobenty vid } 1 \text{ MHz}$

$C_1 = 0,1 \text{ mikrofarad, } 500 \text{ V}$

$R_1 = 1000 \text{ ohm, } 1 \text{ W}$

$R_2 = 1 \text{ ohm, } 1 \text{ W}$

$C_2 = 1 \text{ mikrofarad, } 500 \text{ V}$

Max ström:  $50 \text{ A}$

#### Mätfilter II

$L = 50 \text{ mikrobenty vid } 1 \text{ MHz}$

$C_1 = 0,1 \text{ mikrofarad, } 500 \text{ V}$

$R_1 = 1000 \text{ ohm, } 1 \text{ W}$

$R_2 = 1 \text{ ohm, } 1 \text{ W}$

$C_2 = 1 \text{ mikrofarad } 500 \text{ V}$

Max ström:  $4 \text{ A}$

*Mätfiltrets impedans kontrolleras över frekvensområdet  $0,15 - 100 \text{ MHz}$*

Bild 10.3.4-2 visar uppkopplingen vid störningsmätning av en apparat.

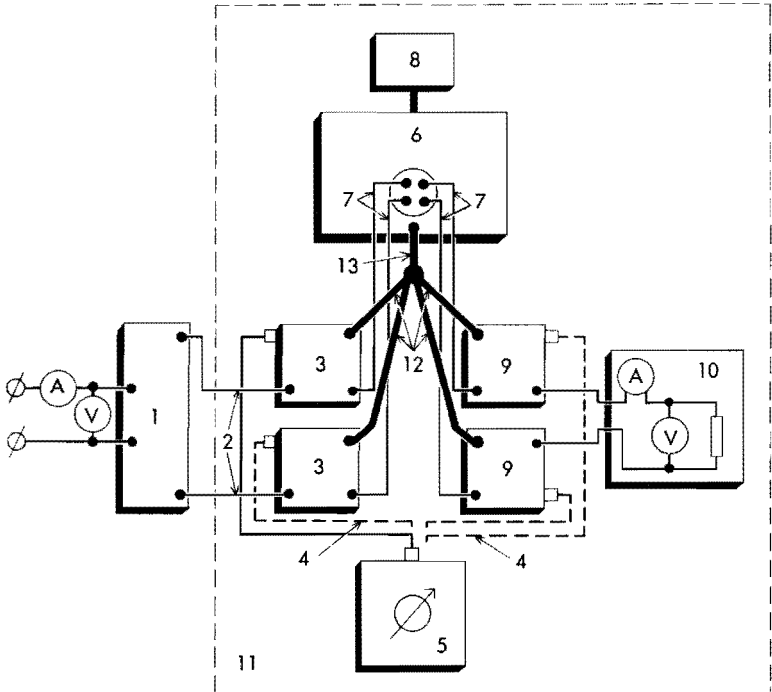


Bild 10.3.4-2. Allmän uppkoppling för mätning av ledningsbunden störning

- |   |   |
|---|---|
| 1. Nätfilter, som ger minst 30 dB lägre störning efter 3 än den mätta störnivån | 8. Mekanisk belastning i ty fall                            |
| 2. Nätledningar   | 9. Mätfilter som 3 i ty fall                                |
| 3. Mätfilter  | 10. Elektrisk belastning i ty fall                          |
| 4. Koaxialledning   | 11. Skärmbur, jordplan                                      |
| 5. Störningsmätare  | 12. Jordningsanslutning av mätfilter till apparatens stomme |
| 6. Apparat, som kontrolleras  | 13. Anslutning till jordplan                                |
| 7. Korta ledningar  |   |

**Störningar med låg repetitionsfrekvens**

10.3.5

Vid störimpulser med låg repetitionsfrekvens kan en något ökad störningsnivå tillåtas. Ökningen bestäms på följande sätt:

Om  $n$  = antalet impulser per sekund tillåts en ökning av störningsnivån med

$$5 \cdot 10 \log \cdot \frac{250}{n} \text{ dB}$$

*Exempel 1*

En ringsignalomformare alstrar 20 impulser per sekund. Nivån kan därvid få öka 5,5 dB.

*Exempel 2*

En impuls högst 1 gång per 30 sekunder ger en tillåten ökning av 19,4 dB.

Det ankommer emellertid på beställarens kontrollorgan att avgöra om dylik ökning av nivån kan godtas.

### 10.3.6 Ledningsbundna tonfrekvensstörningar

Tonfrekventa störningar inom frekvensområdet 50–15 000 Hz kontrolleras i samtliga anslutningsledningar till apparaten. Störningsspänningen uppmäts över en belastningsresistans som är lika med anpassningsresistansen. För anslutningsledningar till nät (ackumulator) bestäms belastningsresistansen för spänningsmätningen såsom nätspänningen dividerad med strömmen till apparaten.

#### Exempel

En transistoriserad utrustning drivs från ackumulator med 12 V spänning med en strömåtgång av 1 A. Störningsspänning uppmäts därvid över en resistans av 12 ohm.

I strömkretsen insätts en induktans  $L$  med sådant värde att reaktansen vid den störande frekvensen är minst 5 ggr större än resistansvärdet  $R$ .

Störningsnivån i nätanslutningsledningar skall utgöra högst 0,15 % av normala nätspänningsvärdet.

De uppmätta spänningarna bestäms som toppvärden.

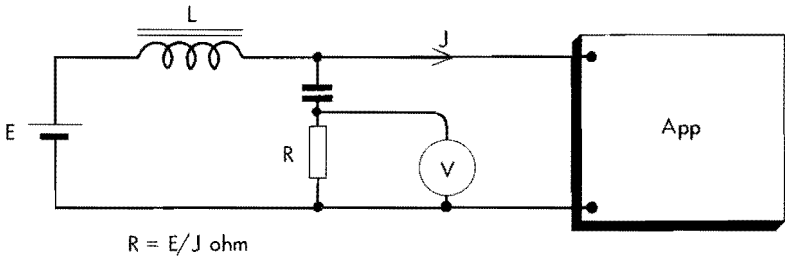


Bild 10.3.6-1

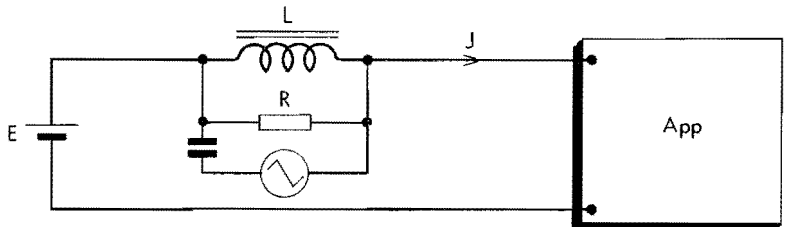


Bild 10.3.6-2

## Maximala störningsnivåer

10.4

## Strålad störning, sinusformig, smalbandig, bild 10.4-1

10.4.1

Frekvensområde MHz	Antenn	Antennemk dB över 1 $\mu$ V topp	Fältstyrka $\mu$ V topp/m
0,15–25	Stavant, 1 m	8	5
25	Dipol, 35 MHz	22	5
35	» , längdavs- stämd	27	8
1000	» , »	40	1000

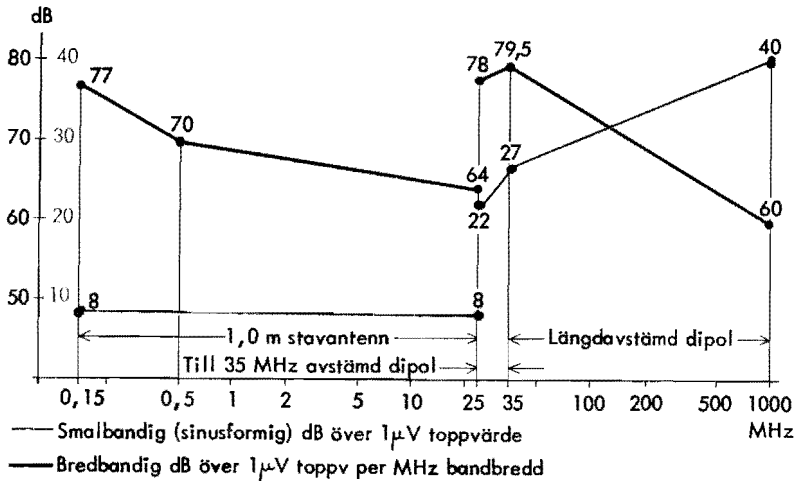


Bild 10.4-1. Maximala nivåer vid strålad störning

## Strålad störning, bredbandig, bild 10.4-1

10.4.2

Frekvens MHz	Antenn	Antennemk dB över 1 $\mu$ V topp per MHz bandbredd	Fältstyrka $\mu$ V topp/m per kHz bandbredd
0,15	Stavant 1 m	77	14
0,5	»	70	6,3
25	»	64	3,2
25	Dipol, 35 MHz	78	3,2
35	» , längdavs- stämd	79,5	3,5
1000	» »	60	10



10.4.3 **Ledningsbunden störning, sinusformig, smalbandig,**  
bild 10.4-2

Frekvens MHz	dB över $\mu\text{V}$ toppv	
	Mätfilter I $5 \mu\text{H}$	Mätfilter II $50 \mu\text{H}$
0,15	3	17
0,5	11	17
2	17	17
100	17	17

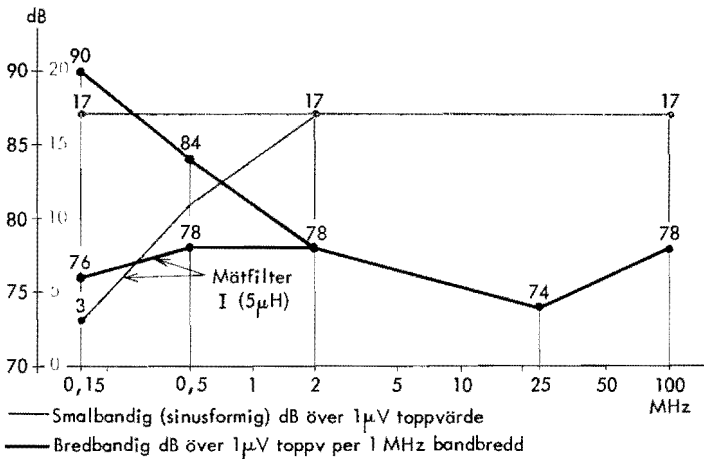


Bild 10.4-2. Maximala nivåer vid ledningsbunden störning

10.4.4 **Ledningsbunden störning, bredbandig,** bild 10.4-2

Frekvens MHz	dB över $1 \mu\text{V}$ toppv per 1 MHz bandbredd	
	Mätfilter I $5 \mu\text{H}$	Mätfilter II $50 \mu\text{H}$
0,15	76	90
0,5	78	84
2	78	78
25	74	74
100	78	78

- Allmänna mättningsföreskrifter** 10.5
- Omgivningens störnivå** 10.5.1
- Vid mätning i öppen terräng skall sådan plats väljas, där störnivån är låg. Marken bör vara plan och på ett avstånd av minst 40 m vara fri från byggnader, elektriska ledningar, staket, träd, vattenledningar och jordkablar.
- Det är önskvärt att omgivningens störnivå vid frånslagen drivspänning på apparaten är minst 6 dB under föreskriven nivågräns. Om emellertid yttre störnivå tillsammans med apparatens störnivå håller sig under föreskriven nivågräns skall apparaten anses godkänd. Detta gäller såväl strålad som ledningsbunden störning.
- Är omgivningens störnivå högre än den föreskrivna bör mätningen utföras i skärmat rum.
- För kontroll av mätresultatet bör omgivningens (resp störningsmätarens) störnivå samtidigt anges.
- Jordplan** 10.5.2
- Apparaten uppställs på ett jordplan bestående av koppar- eller mässingsplåt med en area av minst 2 m<sup>2</sup>. Plåttjocklek vid koppar minst 0,5 mm och vid mässing 1 mm. Jordplanet kan även utgöras av stålgolv, vid större apparater av metallstommen eventuellt utökad med en metallklädd plankbädd.
- I skärmat rum skall detta jordplan vara förenat med den skärmade väggen med intervall av högst 0,5 m och därjämte vid jordplanets ändrar.
- Om annat inte anges skall apparaten anslutas till jordplanet i samma punkt som mätfiltret.
- Om apparaten är försedd med *jordskriv* skall denna vara ansluten till jordplanet.
- Vibrationsdämpare* skall, om dylikt föreskrivs vid installation, vara överbryggade med jordanslutning, i annat fall icke. Därvid skall de vid installation föreskrivna förbindningarna användas.
- Om *störningsmätaren* skall förenas med jordplanet får detta ske endast med koaxialledningens skärm.

Apparater, som normalt förenas med jord medelst *skyddsledning* och som icke är jordade på annat sätt, skall anslutas till jordplanet endast med nämnda skyddsledning.

*Bärbara utrustningar* skall kontrolleras dels vid anslutning till jordplan, dels fritt från detta, så att kapacitansen vid 1000 Hz utgör ca 100 pF till omgivningen (jordplan).

Ledningar mellan apparat och mätfilter samt mellan apparater (kopplingslådor) skall normalt vara 0,6 m långa.

Har apparaten fast anslutna ledningar får ledningslängden utgöra högst 1,5 m.

Ledningarna skall placeras 50 mm över jordplanet och lika långt från apparaten samt läggas så nära jordplanets framkant som möjligt.

Om möjligt skall apparat och kablar arrangeras så som sker vid installation. Vid störningsmätningen skall *frontpanelen* på varje enhet placeras  $100 \pm 10$  mm från jordplanets kant.

### 10.5.3 Skärmat rum

Det skärmade rummet bör ha en längd av minst 5,0 m för att kunna utnyttja en dipol, avstämd till 35 MHz. Takhöjden bör vara minst 2,8 m. Rummets bredd bör vara minst 3 m.

Skärmningens effektivitet bör vara minst 60 dB.

Föreskrifter för bestämning av skärmningens effektivitet (KATF 5023) kan erhållas från KATF.

Vid mätning i skärmat rum bör observeras att rummet äger *egenresonanser* med i allmänhet liten bandbredd, som vid dessa frekvenser kan påverka mätresultatet. Dessa frekvenser kan med rätt stor noggrannhet bestämmas enligt följande.

Resonans uppstår i en rektangulär parallelepipedisk kavitet när dennas längd 1 m är lika med en multipel av en halv våglängd, dvs

$l = n \frac{\lambda_g}{2}$ , där  $\lambda_g$  är våglängden i m hos resonatorn och  $n$  är ett helt tal.

Resonansfrekvensen bestäms sålunda av

$$f_{\text{unp}} = \frac{c}{2} \sqrt{\frac{m^2}{b^2} + \frac{n^2}{h^2} + \frac{p^2}{l^2}} \text{ Hz}$$

där  $c =$  våghastigheten  $= 3 \cdot 10^8$  m/sek

$b, h, l,$  är bredd, höjd och längd, vardera i m hos skrämbyren

$m, n, p$  är hela tal, där två av dem icke samtidigt är noll

### *Exempel*

För  $b = 3,0$  m,  $h = 2,8$  m och  $l = 5,0$  m blir  $f_{101} = 58,3$  MHz,  $f_{011} = 61,3$  MHz,  $f_{110} = 73,0$  MHz etc.

Vid dessa resonansfrekvenser kan ökad koppling uppstå mellan störning och mätantenn liksom även minskad skärmningseffektivitet (t ex sänkning med 30 dB). Q-värdet hos skärmburen kan uppgå till 500 för de lägsta frekvenserna, vilket motsvarar en bandbredd av ca 0,1 MHz mellan 3 dB-punkterna, varför resonansfrekvensen är svår att hitta. För att minska resonansen bör innerväggarna beklädas med ett dämpande material, t ex järntrådsnät.

## **Strålningsmätningar i skärmat rum (se bild 10.5.7-1)**

10.5.4

### *Stavantenn* (frekvensområde 0,15—25 MHz)

Stavantennen placeras vertikalt på ett avstånd av 200 mm klass I och 800 mm klass III från jordplanets framkant och med stavantennens fotpunkt 150 mm under jordplanet. Stavantennens motviktsanslutning förenas med jordplanet med en 150 mm bred kopparplåt. Stavantennen placeras på den punkt som ger maximal störningsindikering när den förs efter en linje parallell med jordplanets framkant.

### *Dipolantenn* (frekvensområde 25—1000 MHz)

Dipolantennen placeras horisontellt och parallellt med jordplanets framkant och på ett avstånd från denna av 200 mm klass I och 800 mm klass III. Dipolen placeras på en höjd av 300 mm över jordplanet. Dipolens mittpunkt placeras mitt framför apparaten. Vid högre frekvenser då dipolens längd är mindre än apparatens bredd skall dipolen föras parallellt med jordplanets framkant, så att maximiutslag erhålles.

I nätledningen till och från apparaten insätts mätfilter, som är avslutade med 50 ohm resistivt (koaxialkontakt med 50 ohm).

### 10.5.5 Mätning av ledningsbunden störning i skärmat rum

Störningsmätningen utförs med apparatuppställning som vid strålningsmätning. Störningsmätarens koaxialkabel ansluts i tur och ordning till uttagen hos mätfiltren. Under mätningen skall övriga mätfilter vara avslutade med 50 ohm i koaxialuttagen (häriigenom förhindras resonanser hos mätfiltren).

Störningsmätaren skall endast jordförbindas med jordplanet medels koaxialledningens skärm.

### 10.5.6 Mätfrekvenser

Med störningsmätaren avsöks långsamt varje frekvensoktav, och den frekvens som ger maximal störning skall uppmätas. Mätfrekvensen skall därför icke anges före mätningen.

Minst tre frekvenser skall mätas inom varje oktav.

Kontroll skall göras av att yttre störningar inte påverkar mätvärdena. Vid de fall då yttre störningar inte kan undvikas skall dessa därjämte uppmätas vid fränslagen apparat.

### 10.5.7 Mätning av störningskänslighet

#### 10.5.7.1 Allmänt

Vid mätning av störningskänsligheten hos en apparat skall yttre och inre inställningsorgan inställas för högsta känslighet för den normala funktionen. Manöverorgan för brusundertryckning eller brusbegränsning skall inställas för minimiverkan.

#### 10.5.7.2 Strålad störningskänslighet

Uppkoppling görs så som visas på bild 10.5.7-1, varvid störningsmätaren ersätts av en signalgenerator, som lämnar 100 000 mikrovolt över ett belastningsmotstånd av 50 ohm. Kontrollmätningen görs över frekvensområdet 0,15—1000 MHz, 30 % modulationsgrad, 400 eller 1000 Hz med de antenner och de placeringar som används vid störningsmätningen. Någon ändring hos funktionsegenskaperna hos apparaten skall icke uppstå, då den utsätts för strålningsfältet.

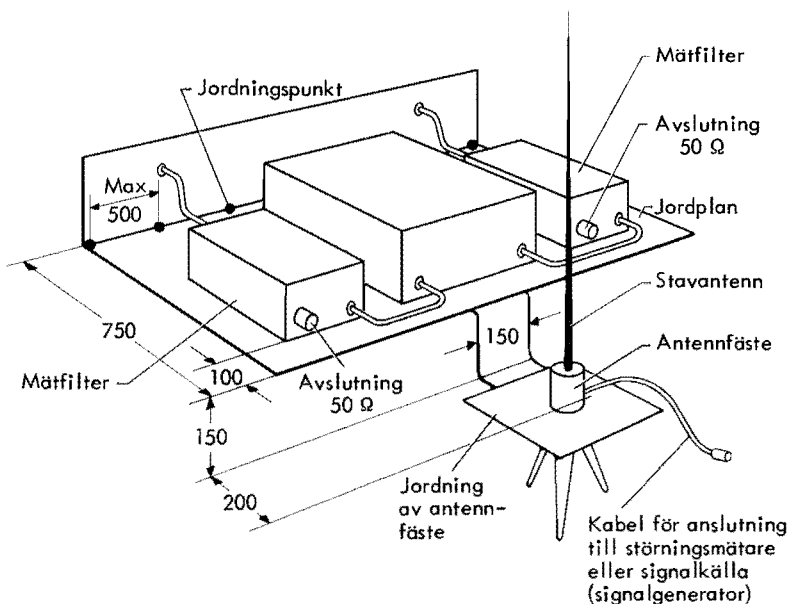


Bild 10.5.7-1.

Uppkoppling i skärmat rum för kontroll av strålad störning i störningsgrad klass I.

Mätning visad med stavantenn 0,15–25 MHz.

Mätning med dipol sker på liknande sätt. Dipolens höjd över jordplanet 300 mm

Vid mätning på radiomottagare förses ingången med en skärmad konstantenn. Nätledningarna förses med mätfilter, avslutade med 50 ohm.

### Ledningsbunden störningskänslighet

10.5.7.3

*Radiofrekventa störningar.* I varje från apparaten utgående ledning insätts ett mätfilter, avslutat med 50 ohm. En signalgenerator inkopplas till mätfiltren i tur och ordning. Signalgeneratören skall lämna en spänning av 100 000 mikrovolt, modulerad med 30 %, 400 eller 1000 Hz över frekvensområdet 0,15–1000 MHz.

Vid kontroll av radiomottagare ansluts till denna en signal för högsta känslighet hos mottagaren, exempelvis signal + brus till brus för 12 dB.

Felfunktioner eller försämring av funktioner skall icke uppträda under detta prov.

*Tonfrekventa störningar.* En tonfrekvensspänning av  $3 V_{\text{eff}}$  inkopplas i nätledningen för 220 V enligt bild 10.5.7-2. Tonfrekvensen varierar över området 50–15 000 Hz.

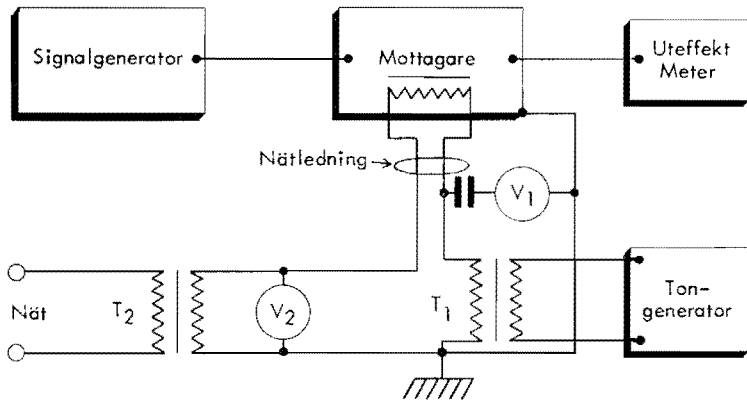


Bild 10.5.7-2.

*Tongeneratorns förstärkare (50 W) skall ha lågohmig utgång, 5 ohm eller mindre. Transformatorn  $T_1$  skall överföra samtliga strömmar utan mätning. Transformatorn  $T_2$  isolerar mätanordningen från nätet. Spänningen på voltmeter  $V_1$  inställs på  $3 V_{\text{eff}}$*

Vid drift från ackumulator inkopplas en tonfrekvensspänning som är 1,5 % av den nominella ackumulatorspänningen.

Ingen ändring eller försämring av apparatens egenskaper skall uppstå vid drift under i övrigt normala förhållanden.

*Störnivån* i ledningar avsedda för tonfrekvens skall vara minst 80 dB under den normala tonfrekvensnivån.

## 10.6 Materielens indelning i störningsklasser

### 10.6.1 Skilda krav på störningsfrihet

Den störande inverkan inbördes mellan materielen är beroende av följande faktorer:

- intensiteten hos störningen
- medlet för överföringen av störningen mellan apparaterna
- avståndet mellan apparaterna
- apparaternas känslighet för störningarna

Som allmän princip bör gälla att störningsnivån hos apparaterna bör vara så låg som möjligt för att vinna större frihet vid installationen av apparaterna. I de fall då krav föreligger att apparater skall installeras omedelbart intill varandra, t ex i flygplan, fartyg och fordon, måste kraven på störningsfrihet ställas högt.

Förbinds apparaterna med ledningar som lätt överför störningarna mellan apparaterna måste kraven ställas högt på störningsfrihet hos den ledningsbundna störningen.

Överförs störningar via antenner ställs krav på störningsfrihet hos den utstrålade effekten eller på känsligheten för dylika störningar. Är däremot installationen av apparaterna sådan att avståndet mellan dem är stort kan kraven på störningsfrihet minskas. Samma förhållande råder då apparaternas känslighet för störningar är låg.

Med hänsyn till skilda användningar av materielen kan kraven på störningsegenskaperna indelas i tre olika klasser.

*Klass I* gäller för materiel som installeras i omedelbar närhet till varandra, t ex i flygplan, fordon, vapensystem.

*Klass II* gäller för materielslag som avses för installation på plats som är fri från övrig elektronisk utrustning, t ex fyrar, relästationer, fordon utan elektronisk utrustning, bagerimaskiner, traktorer, kranar.

*Klass III* gäller för materiel, som kan placeras någorlunda utspridd.

Hit kan räknas

- a) Elektronisk utrustning, såsom radiomottagare, sändare, fjärrskriftsapparater, telefonväxlar.
- b) Elektrisk utrustning i samband med elektronisk, såsom fläktar, belysning.
- c) Nätutrustningar, såsom elverk, omformare, likriktare för drift av elektronisk utrustning, varvid därtill ansluten elektronisk utrustning dock icke får störas.



Indelningen i störningsklasser kan vara svår att göra i de fall då materiel enligt klass III kan komma att sammanföras i förhållanden där klass I erfordras för störningsfri funktion.

I nedanstående tabell har kraven för de olika störningsklasserna sammanställts.

**10.6.2 Tabell över krav vid störningskontroll**

Prov	Störningsmätningar och tillåtna nivåer					
	Klass I		Klass II		Klass III	
	Avsnitt	Bild	Avsnitt	Bild	Avsnitt	Bild
a) <i>Ledningsbunden störning</i>						
1. Hörfrekvent .....	10.4.3 10.4.4	10.4-2	—	—	10.4.3 10.4.4	10.4-2
2. Tonfrekvent .....	10.3.6	10.3.6-1	—	—	10.3.6	10.3.6-1
b) <i>Strålad störning</i>						
1. Mätavstånd 0,3 m ....	10.4.1 10.4.2 10.7.7 10.8.6	10.4-1	—	—	—	—
2. Mätavstånd 1 m ....	—	—	—	—	10.4.1 10.4.2 10.7.7 10.8.6	10.4-1
3. Mätavstånd 10 m ....	—	—	10.4.1 10.4.2 10.11	10.4-1	—	—
c) <i>Störning i antenncledning</i>	10.7 10.8.3	10.7.2-1 10.8.3-1	—	—	10.7 10.8.3	10.7.2-1 10.8.3-1
d) <i>Störningskänslighet</i>						
1. Radiofrekvent via ledning .....	10.5.7.3 10.7.3	10.7.3-1	—	—	10.5.7.3 10.7.3	10.7.3-1
2. Tonfrekvent via ledning .....	10.5.7.3	10.5.7-2	—	—	10.5.7.3	10.5.7-2
3. Strålad radiofrekvent	10.5.7.2	10.5.7-1	—	—	10.5.7.2	10.5.7-1
4. Intermodulation ....	10.8.4	10.8.4-1	—	—	10.8.4	10.8.4-1
5. Störning i antenncledning .....	10.7.4	10.7.2-1	—	—	10.7.4	10.7.2-1

## Störningsmätningar på radiomottagare

10.7

### Omfattning

10.7.1

Radiomottagares egenskaper anges närmare i de tekniska bestämmelserna. Därvid kontrolleras känsligheten (signalbruskaraktäristik), fidelitet, automatisk volymkontroll, brusspärnkänslighet (vid FM-mottagare), distorsion, bandbredd (ensignalmetoden) m m. (Se även SEN 4706, Funktionsprovning av mobila mottagare för frekvenser över 30 MHz.)

I detta avsnitt behandlas kontrollen av icke önskvärda bisignaler och av mottagarens känslighet för yttre störningar.

Beträffande strålad störningskänslighet, se 10.5.7.

### Oscillatorspänningar i mottagarens antenningång

10.7.2

Störningsmätaren ansluts till mottagarens antenningång. Är anpassningen för mottagaren annan än 50 ohm, ansluts mottagare och störningsmätare till en konstantenn, där störningsmätaren ingår med 50 ohm. Den därvid uppmätta signalen omräknas till dBm (effekt i förhållande till 1 mW).

*Anm.* Störningsmätaren mäter ett dB-värde över 1  $\mu\text{V}$ -toppvärde. Om anpassningsresistansen är  $R_2$  ohm enligt bild 10.7.2-1 blir

$$\text{dBm} = -110 + 10 \log \frac{R_2}{50} + (\text{dB})_{\text{mät}}$$

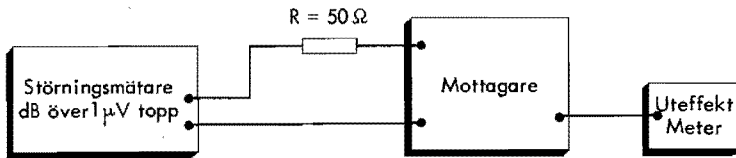


Bild 10.7.2-1

### Exempel

Mottagaren har en anpassningsresistans  $R_2 = 100$  ohm. I serie med störningsmätaren insätts en resistans  $100 - 50 = 50$  ohm. Oscillatorspänningen uppmäts i störningsmätaren till 20 dB över 1  $\mu\text{V}$  toppvärde. Därvid erhålls en effekt av  $-110 + 3 + 20 = -87$  dBm.

*Tillåtet gränsvärde* är  $-80$  dBm ( $= 10$  pW), om inte annat värde föreskrivs.

### 10.7.3 Kontroll av störsignaler i anslutningsledningar

I nätledningarna inkopplas mätfilter till vilka störningsmätaren ansluts. Mottagaren moduleras från signalgeneratoren för maximal uteffekt. Härvid kontrolleras signalalstring över frekvensområdet 0,15–1000 MHz. Speciellt kontrolleras de aktuella frekvenserna, såsom signalfrekvens, oscillatorfrekvenser, mellanfrekvenser och andra blandningsprodukter. I övriga utgående ledningar kontrolleras eventuella bisignaler på liknande sätt.

Föreskrivna värden enligt 10.4 bör innehållas.

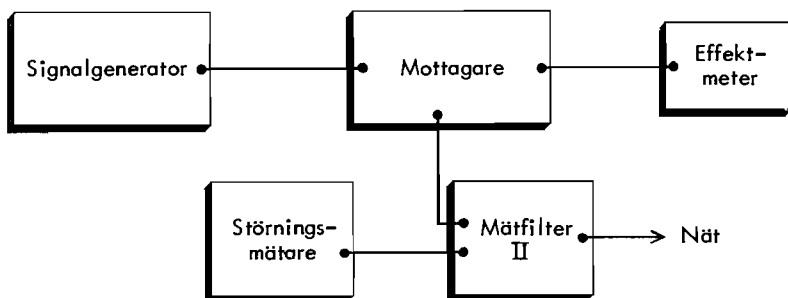


Bild 10.7.3-1

### 10.7.4 Kontroll av störningskänslighet (verklig selektivitet)

Denna kontroll utförs enligt *tvåsignalmetoden*. Den ena signalgeneratoren, SG1, är under hela mätningen injusterad på mottagarfrekvensen med normal modulation, 1000 Hz, och mottagaren inställd på största känslighet med ett signal-störningsförhållande av 12 dB. Den störande signalgenerators, SG2, frekvens varieras över frekvensområdet 0,15–1000 MHz med en normal modulationsgrad, t ex 30 % och 400 Hz, se bild 10.7.4-1. Störskyddet utgörs av skillnaden i nivå, uttryckt i dB, mellan den från SG1 inmatade signalen och den från SG2 inmatade signalen då denna senare signal höjer störningshalten i mottagarens utnivå med 6 dB. Mätning utförs på tre frekvenser per oktav av mottagarens frekvensområde.

Signalgeneratorns SG2 inmatade effekt till mottagaren skall därjämte anges i dBm (över 1 mW).

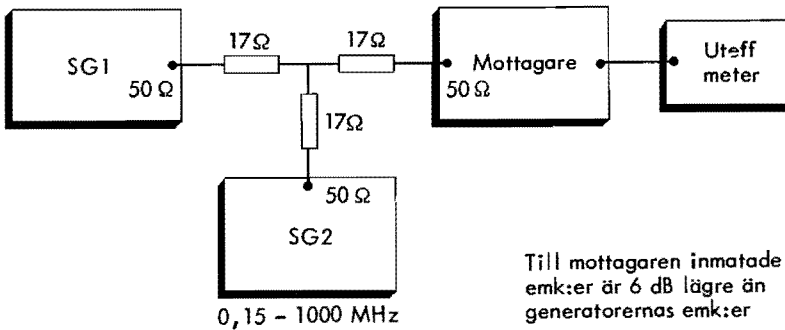


Bild 10.7.4-1. Mätning med tvåsignalmetoden

Vid mätningen är det av vikt att den interfererande signalgeneratoren, SG2, inte själv alstrar bisignaler.

De allmänna kraven på en radiomottagares skyddsdämpning mot störningar framgår av bild 10.7.4–2.

Vid denna mätning bestäms

- störningskänsligheten för signal inom samma kanal, capture-effekten vid FM-mottagare
- dämpningen vid signaler i närliggande kanal
- dämpningen vid spegelfrekvenser och andra pipfrekvenser.

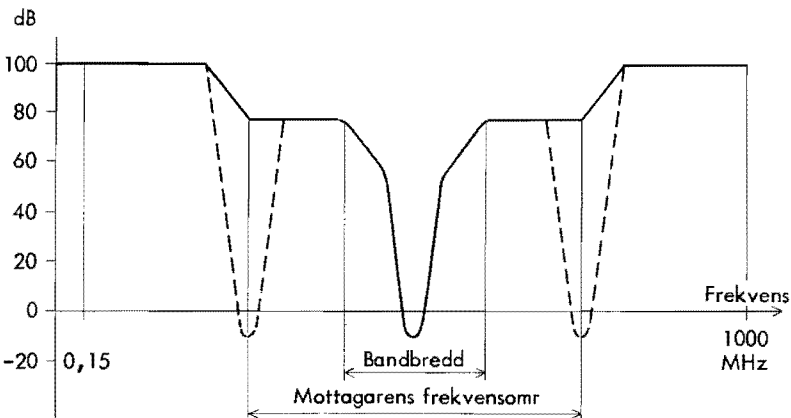


Bild 10.7.4-2. Allmänna krav på radiomottagares skyddsdämpning mot störningar

### 10.7.5 **Kontroll av skyddet mot impulsstörningar**

Signalgeneratoren SG2 enligt bild 10.7.4-1 ersätts härvid av en impulsgenerator med konstant amplitud över frekvensområdet 0,15–1000 MHz. Impulsgeneratorn har lämpligen en pulsrepetitionsfrekvens av 400 Hz. Mätningen tillgår som vid 10.7.4, och impuls-känsligheten bestäms då störningsnivån ökat med 6 dB. Dämpningskyddet anges därvid i dB över 1  $\mu\text{V}$  och 1 MHz bandbredd.

### 10.7.6 **Kontroll av skyddet mot frekvensstörningar i tilledningar**

Utförs enligt bild 10.5.7-2.

### 10.7.7 **Kontroll av strålad störning från höljet**

Mätningen utförs i skärmat rum.

Mottagaren inställs för maximal uteffekt vid signal från signalgenerator. I nätledningen insätts mätfilter avslutade med 50 ohm. Kontrollen gäller huvudsakligen strålning på mellanfrekvenser och oscillatorfrekvenser.

## 10.8 **Störningsmätning på radiosändare**

### 10.8.1 **Omfattning**

Radiosändares egenskaper anges närmare i de tekniska bestämmelserna. Radiosändares alstring av icke önskade bisignaler kommer här endast att behandlas. Hit hör alstring av pipfrekvenser inom och utom modulationsbandet, övertonsalstring, intermodulation i närvaro av annan sändare, kontroll av störsignaler i nätledningar och andra anslutna ledningar samt strålningen från höljet.

### 10.8.2 **Kontroll av bisignaler inom modulationsbandet**

Mätningen sker enklast med en *spektrummeter*, vilken presenterar signalerna på bildskärm, där signalstyrkan anges direkt i decibelvärden.

Genom modulering med en tonfrekvens undersöks övertonshalten inom modulationsbandet vid amplitudmodulerade sändare (dubbel sidband och enkelt sidband). Genom modulering med två tonfrekvenser undersöks intermodulation inom modulationsbandet vid amplitudmodulerade sändare.

### Kontroll av övertonshalt och andra bisignaler utanför modulationsbandet 10.8.3

Mätningen utförs enligt bild 10.8.3-1.

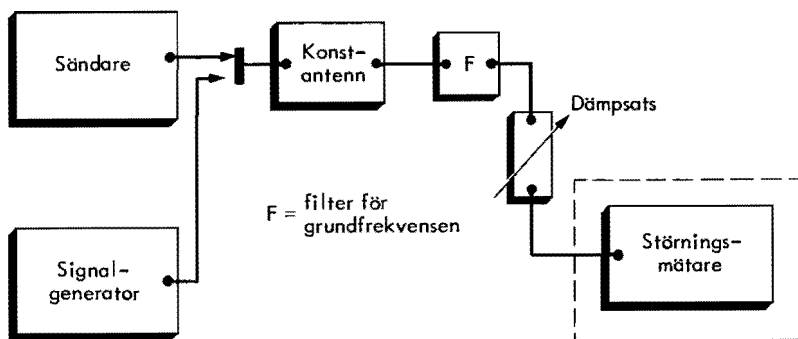


Bild 10.8.3-1. Mätning av övertonshalt och andra bisignaler

Mätningen utförs genom sökning efter bisignaler, såsom frekvensmultiplar, eventuella blandningsfrekvenser inom frekvensområdet 0,15–1000 MHz. Kalibrering sker genom att ersätta sändaren med en signalgenerator.

Samtliga bisignaler bestäms i relation till sändarens grundfrekvensstyrka.

Bisignalernas dämpning skall därvid vara bättre än  $-80$  dB.

### Intermodulation vid närvaro av annan sändare 10.8.4

På grund av sändarslutstegets olinjäritet för ström och spänning alstras intermodulationsprodukter då slutsteget samtidigt påverkas av signaler från annan sändare.

Om därvid den undersökta sändarens frekvens är  $f_1$  MHz och signalfrekvensen från en annan sändare är  $f_2$  MHz bildas blandningsfrekvenserna

$$f_{03} = 2f_1 - f_2 \text{ MHz, } f_{05} = 3f_1 - 2f_2 \text{ MHz och } f_{07} = 4f_1 - 3f_2 \text{ MHz etc.}$$

Intermodulationen undersöks för en frekvensskillnad mellan  $f_1$  och  $f_2$  som är 1 % av  $f_1$ . Härvid undviks i praktiken inverkan av slutstegets filterverkan.

Är sålunda  $f_2 = f_1 \pm 0,01 f_1$ , dvs med en frekvensskillnad  $\Delta f = 1 \%$  av  $f_1$ , blir blandningsfrekvenserna

$$f_{03} = f_1 (1 \pm 0,01) \text{ MHz; } f_{05} = f_1 (1 \pm 0,02) \text{ MHz; } f_{07} = f_1 (1 \pm 0,03) \text{ MHz}$$

där  $f_{03}$ ,  $f_{05}$  och  $f_{07}$  är frekvenser av tredje, femte och sjunde ordningen respektive. En analys visar att blandningssignalens styrka relativt den från den andra sändaren påtryckta signalens styrka är beroende av den undersökta sändarens respektive övertonshalt relativt grundtonen under förutsättning att den undersökta sändaren icke överstyres av den andra sändarens signal.

Intermodulationsdämpningen, som anges i dB, utgör förhållandet mellan den alstrade intermodulationssignalens styrka och den från den andra sändaren påtryckta signalen i den undersökta sändaren. Intermodulationsdämpningen bör vara bättre än -40 dB.

Bild 10.8.4-1 visar principen för mätningsförfarandet.

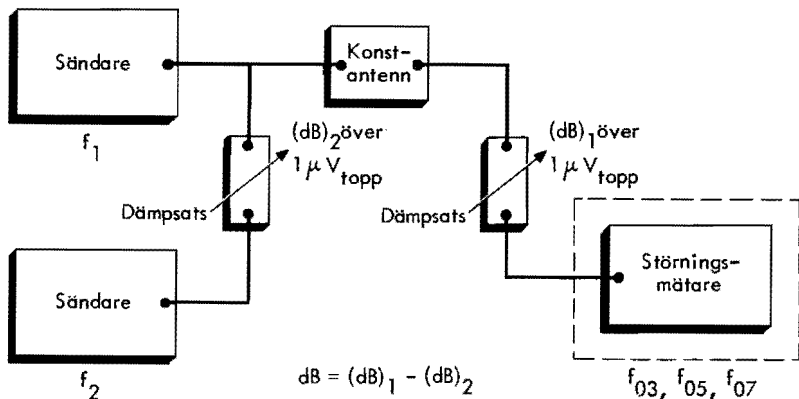


Bild 10.8.4-1. Koppling för intermodulationsmätning

## **Kontroll av stör signaler i nätledningar och andra anslutna ledningar** 10.8.5

Sändare skall icke i nämnvärd grad avge radiofrekventa eller tonfrekventa signaler i nätledningar eller andra anslutna ledningar. För kontroll av de radiofrekventa stör signalerna inkopplas mätfilter i anslutna ledningar, och stör signalerna mäts med störningsmätare. Sändaren skall därvid vara modulerad. Frekvensområdet 0,15—1000 MHz undersöks.

De tonfrekventa stör signalerna mäts med signalanalysator över frekvensområdet 300—15 000 Hz. Spänningarna mäts över en resistans av 600 ohm. Mätutrustningen skall skyddas mot inverkan av nätets grundfrekvens.

## **Strålning från höljet** 10.8.6

Mätningen utföres normalt i skärmat rum eller i omgivning med låg störnivå. Se 10.6.2.

## **Störningskontroll av elverk och omformare** 10.9

### **Driftförhållanden** 10.9.1

Störningskontrollen skall ske vid normal belastning och i tomgång. Apparaten skall drivas vid märkspänning och under så lång tid att normala driftförhållanden uppnåtts. Den använda belastningen skall efterlikna den aktuella med avseende på resistans och reaktans.

Om icke annat föreskrivs sker provet i en omgivningstemperatur 10—40° C. Vid drift i annan omgivningstemperatur skall kontroll ske av mätutrustningen. Apparaten uppställes i öppen terräng med låg störningsnivå eller, då detta svårligen kan ske, på avsedd installationsplats eller i skärmat rum. Vid störningsmätningen i övrigt erforderliga instrument får endast inkopplas mellan mätfiltret och belastningen (nätspänningen).



### 10.9.2 **Kontroll av ledningsbunden störning**

Mätningen utförs enligt bild 10.3.4-2.

Maximalt tillåtna störningsnivåer enligt 10.4.3, 10.4.4.

Frekvensområdet 0,15—100 MHz undersöks.

### 10.9.3 **Kontroll av strålad störning, klass III**

Uppställning och uppkoppling görs så som föreskrivs för mätning i skärmat rum enligt 10.5. Dipolens höjd över marken skall vara minst 1 m. Mätningar görs med antennuppställningar i olika riktningar i förhållande till apparaten. Frekvensområdet 0,15—1000 MHz undersöks.

Maximalt tillåtna störningsnivåer enligt 10.4.2.

## 10.10 **Störningskontroll av taktiska fordon**

### 10.10.1 **Omfattning**

Fordon, självgående och släpfordon, innehållande elektronisk utrustning skall uppfylla här angivna föreskrifter. Hit hör olika typer av stridsvagnar, kanonfordon, traktorer, fordon för last- och persontransport, motorcyklar. De skall uppfylla de krav som gäller för störningsgrad av klass III.

Grävmaskiner, väghyvlar, kranar, transporttruckar av olika slag, bageri- och slakterifordon, inledda last- och personbilar, traktorer, motorcyklar, fotobussar o d, vilka, om de icke är försedda med elektronisk utrustning, skall uppfylla de krav som gäller för störningsgrad av klass II.

För last- och personbilar försedda med s k enkel radioavstörning finnas särskilda föreskrifter, KATF, To FA 262 14.8.58.

I övrigt hänvisas till gällande allmänna lagar och förordningar beträffande tillåtna störningsnivåer: Kungl Telestyrelsen rek d 1.2.61 (Primär avstörning).

**Kontroll av strålad störning, klass III**

10.10.2

Fordonet ställs upp på plats med låg störningsnivå från omgivningen. Antennerna placeras på ett avstånd av en meter från fordonet med antennens fotpunkt på samma höjd som fordonets mittpunktshöjd, horisontell dipol, vertikal stavantenn. Frekvensområdet 0,15–1000 MHz kontrolleras. Störningar som uppstår under startförlopp bortses ifrån. Fordonets drivmotor körs i tomgång vid olika varvtal. Utrustningen i övrigt körs under varierande belastningsförhållanden. Ackumulatorers laddningstillstånd skall vara sådant att laddningssystem är i funktion. Spänningsregulatorer skall vara i funktion. Inverkan av stängda och öppna luckor och dörrar undersöks.

Mätningar görs på samtliga sidor av fordonet.

**Kontroll av ledningsbunden störning**

10.10.3

I varje uttag för drift av elektronisk utrustning inkopplas mätfilter, till vilka störningsmätaren ansluts i tur och ordning. Erforderliga belastningar ansluts till mätfiltren. Den ledningsbundna störningsnivån uppmäts under varierande belastningsförhållanden. Föreskrivna störningsnivåer skall innehållas.

**Störningsmätning av materiel för vilken störningsklass II gäller**

10.11

Mätningen utförs på ett avstånd av 10 m räknat från materielens yttre del. Antennernas fotpunkt placeras 2 m över markytan. Stavantennen förses med en motvikt, bestående av en metallplatta med minst 2 m<sup>2</sup> yta.

Störningsnivån kontrolleras över frekvensområdet 0,15–400 MHz. De för bredbandig strålad störning angivna värdena enligt 10.4.2 kan därvid ökas med 10 dB.

















