

Årsga Elektronikhistoriska Förening
www.aef.se

1802

CVA kursgård

Elektronik

NR 4

1965

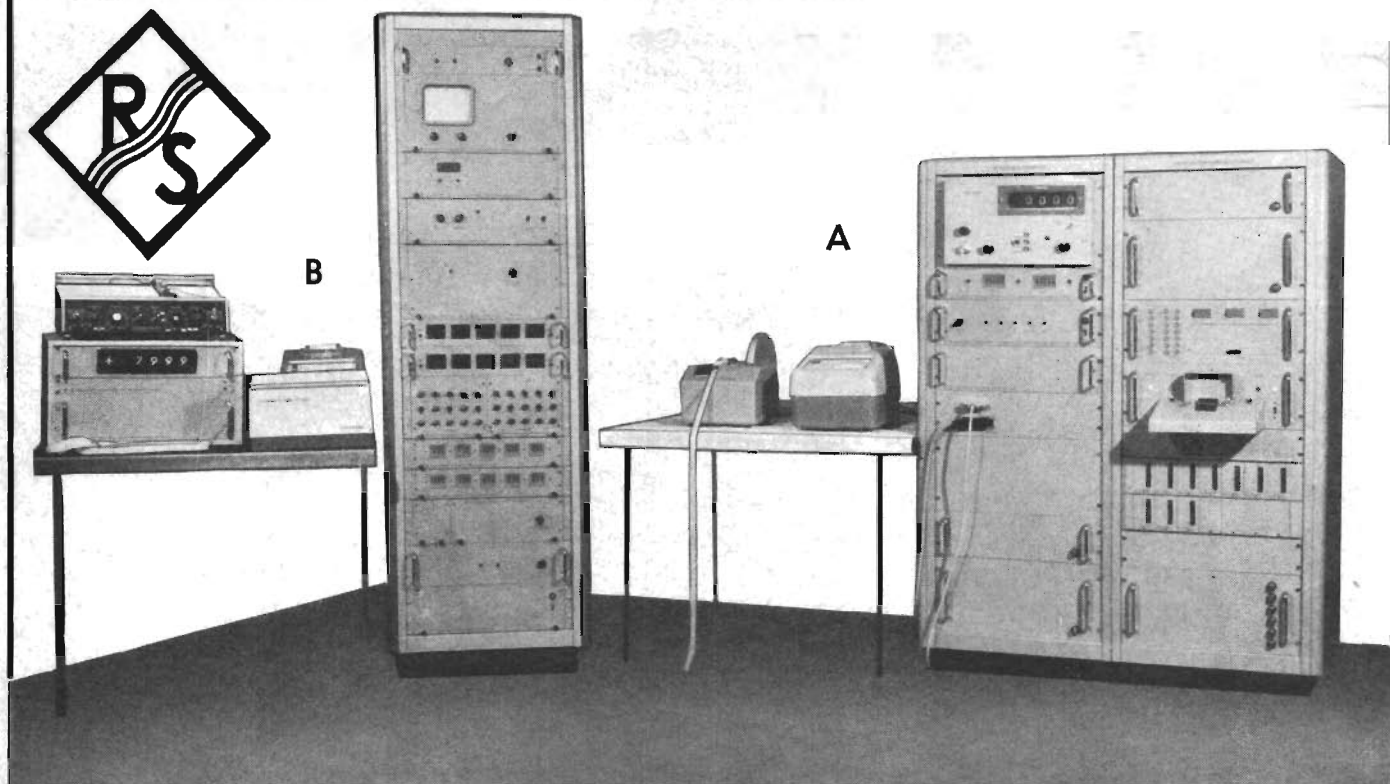
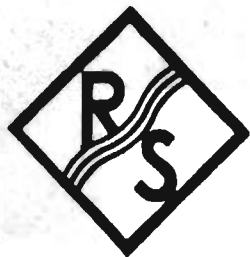
PRIS 4: -

INKL. OMS.

I TEORI OCH PRAKTIK



Svensk termografiutrustning SE SID 44



Mätautomaten (A) i utförande enligt ovan mäter helautomatiskt 15 statiska transistorparametrar och 6 diod- respektive zenerdiodparametrar med en högsta hastighet av 10 mätningar per sekund. Klasseringsautomaten (B) tillföres mätresultaten och presenterar resultaten i lättöverskådlig form.

AUTOMATISK KOMPONENTPROVNING

AUTOMATISK MÄTVÄRDESVÄRDERING

Automatisera alla ständigt eller ofta återkommande mätförfaranden, vid vilka ett stort antal mätvärden skall upptagas och utvärderas.

Rhode & Schwarz presenterar nu en mätautomat avsedd för snabb statisk och dynamisk seriemätning av stora komponentantal.

Mäthastigheten per transistorparameter är stegvis varierbar mellan 100 ms—100 s. Själva parametermätningen sker, vid mäthastighet 100 ms, under totalt 20 ms medan transistorn under övrig tid ligger skyddad. Det totala mätförloppet inleds med kortslutning av mätobjektet under 20 ms, därefter tillföres ström och spänning under 40 ms och mätning utföres efter att insvängningsförloppen dämpats ut. Mätförfarandet avslutas med kortslutning av mätobjektet under 20 ms.

Presentation: över digital siffervoltmeter, hållremsa och/eller i klartext på blankett.

För en snabb utvärdering av de erhållna mätresultaten kan mätautomaten kombineras med en klasseringsautomat, ett ytterst mångsidigt mätställ, som statistiskt inordnar inmatade mätresultat i olika klasser. Klassfördelningen av värdena presenteras optiskt i kurvform, digitalt, analogt, i kurvform över en x/y-skrivare, på remsa eller i klartext tryckt på blankett.

Mät- och utvärderingstiden kan varieras inom vida gränser. Programmeringsbar inmatning.

Såväl mätautomat som klasseringsautomat är uppbyggd enligt byggklotsprincipen, vilket ger en hög systemflexibilitet.

Begär datablad och upplysningar från

ROHDE & SCHWARZ



SVENSKA KONTOR

ERSTAGATAN 31 — STOCKHOLM SÖ — TELEFON 44 01 05

Chefredaktör

JOHN SCHRÖDER

Ekonomi- och marknadschef

GUNNAR LINDBERG

I redaktionen

KJELL JEPSSON

THORE RÖSNES

ANNA-LISA NORRSÄTER

Layout

KURT FINK

Annonchef

HARRY LITHNER

Prenumeration och distribution

THURE BYLUND

Ansvarig utgivare

BENGT SÖDERSTAM

Förlag och tryck

Nordisk Rotogravyr, Stockholm 1965

Postadress: Box 21060, Stockholm 21

Telefon 28 90 60 (växel)

Telegramadress Rotogravyr, Stockholm

Postgirokonton 65 11 10

Lösnummerpris: 4: — (därav 25 öre oms).

Pren.-pris: helår (8 nr) 30: — (därav

1: 85 oms) utanför Norden 32: 15

Subscription: For readers abroad the annual subscription (8 issues) is 32.15

Sw.crowns=about £ 2.4.8, \$ 6.25,

DM 24.80, NF 30.60, postage included.

Samprenumeration ELEKTRONIK och

RADIO & TELEVISION: helår 47: 50

(varav 3: 05 oms); utanför Norden

helår 54: 95.

Eftertryck av artiklar, helt eller delvis, förbjudet utan speciellt tillstånd



Omslagsbilden för detta nummer visar en »värmebild» av ett ansikte, tagen med en värmebildskamera, ingående i en nyutvecklad svensk utrustning för termografi. På bilden framträder »varma ytor» som ljusa partier. Se artikel på s. 44.

Innehåll

Ledare

Satsa på »Viggen» 43

Industriell elektronik

Snabb svensk utrustning för termografi 44

Av Ragnar Forshufvud

Infrarött och ultraviolett 46

Vad kan termografi användas till 48

Mikroelektronik

Mikroelektronik på Paris-utställningen 52

Av Thore Rösnes

Förbindningar och mellanförbindningar för integrerade kretsar 66

Av G W A Dummer och A Letchford

Mätteknik

SI-systemet — en orientering 56

Av Rolf Ohlson

Så härleddes Coulombs lag 58

Storheter och enheter i SI-systemet 62

Halvledare

MOS-transistorn — en fälteffekttransistor med isolerad styrelektrod 74

Av Gerhard Westerberg

Förslag till termer för MOS-transistorer 79

Diverse

Nya produkter 84

Problemhörnan 86

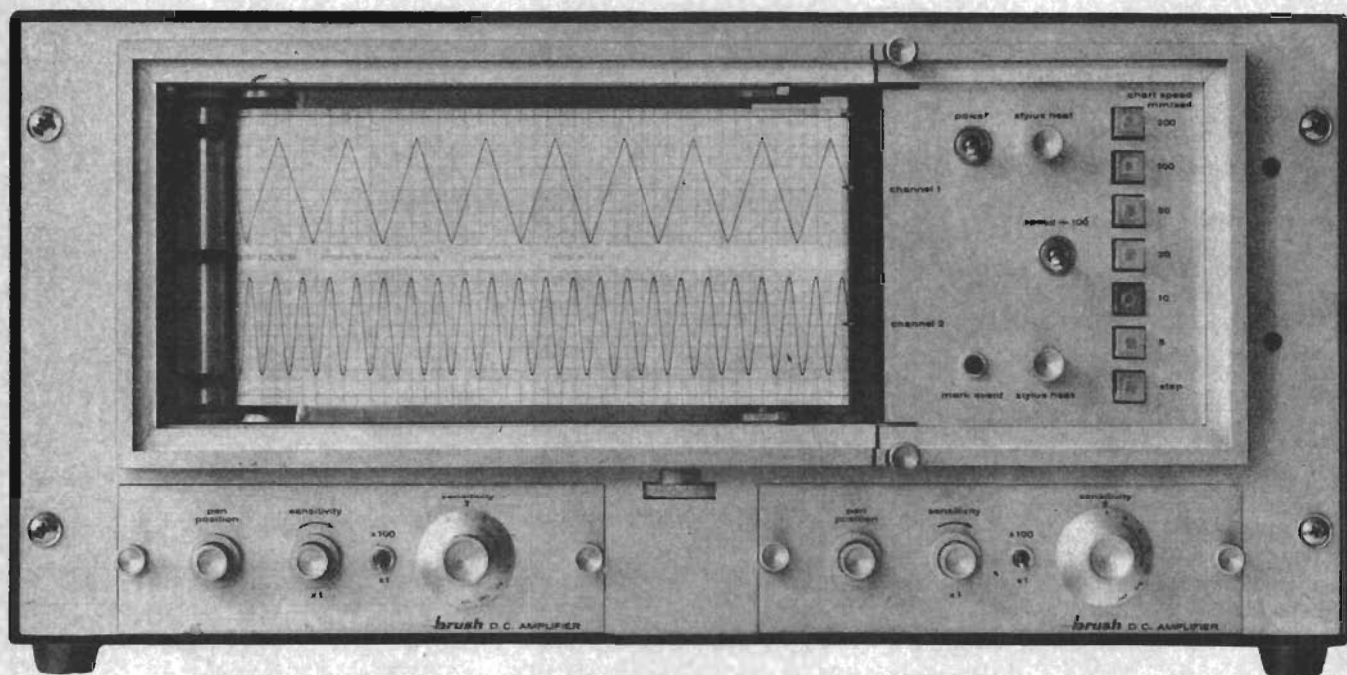
Nya IEC-publikationer 92

Kataloger och broschyrer 100

Branschnytt 102

Nya män på nya poster 106

Ny **brush** Mark 842



2-kanals direktskrivare — större frekvensområde Plug-in förstärkare

Brush Mark 842 är ett system för allmänna eller specialiserade krav på analog registrering.

Stort frekvensområde ... till 75 Hz över hela kanalbredden, 150 Hz med reducerad amplitud.

$\pm 0,5\%$ linjäritet ... tack vare tangent-korrektion

Plug-in förförstärkare ... konstruera Er egen skrivare.

12 pappershastigheter ... 0,05—200 mm/sek.

Enkel skötsel ... »Tryck på knappen».

Solid-State elektronik.

Nya penn-motorer med stort vridmoment tillåter högt penntryck och ger tydlig registrering av transienter. Robusta pennor levererar kontrastrik skrift på värmekänsligt papper. Stort urval av plug-in förförstärkare anpassar system Brush Mark 842 till Era krav. Välj utförande: 19" rack, vagn eller bärbar — Brush system uppfyller kraven på mångsidighet och tillförlitlighet.

Begär utförligt datablad om Brush Mark 842.

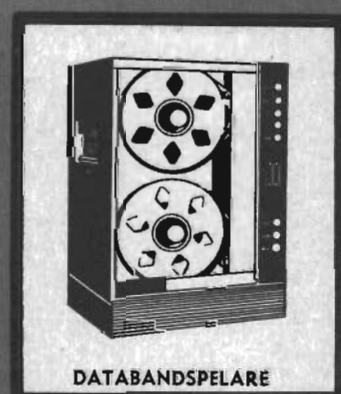
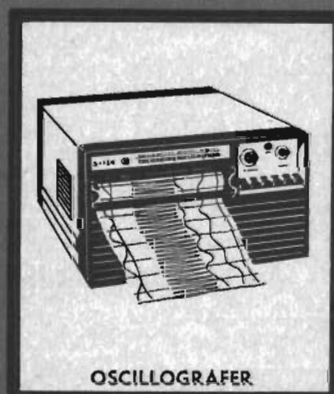
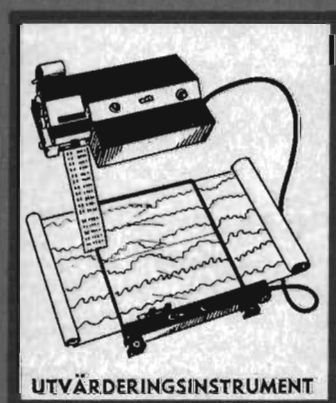
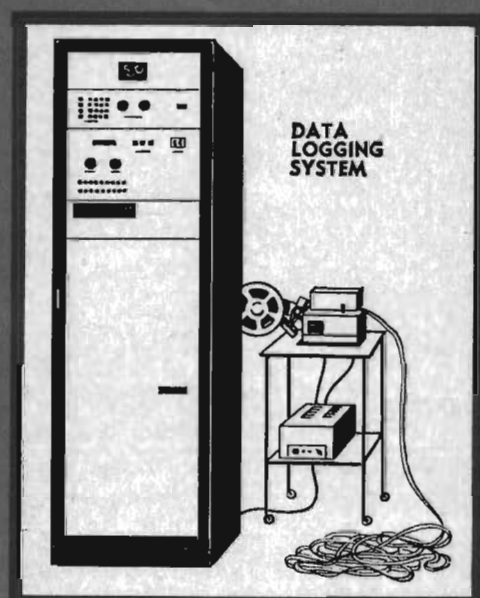
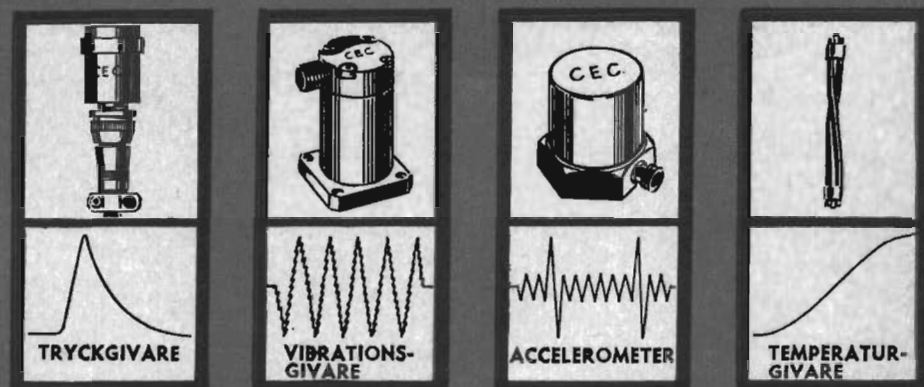
Brush analog och binär registrering — It's the record that counts.

GENERALAGENT:

M. STENHARDT AB

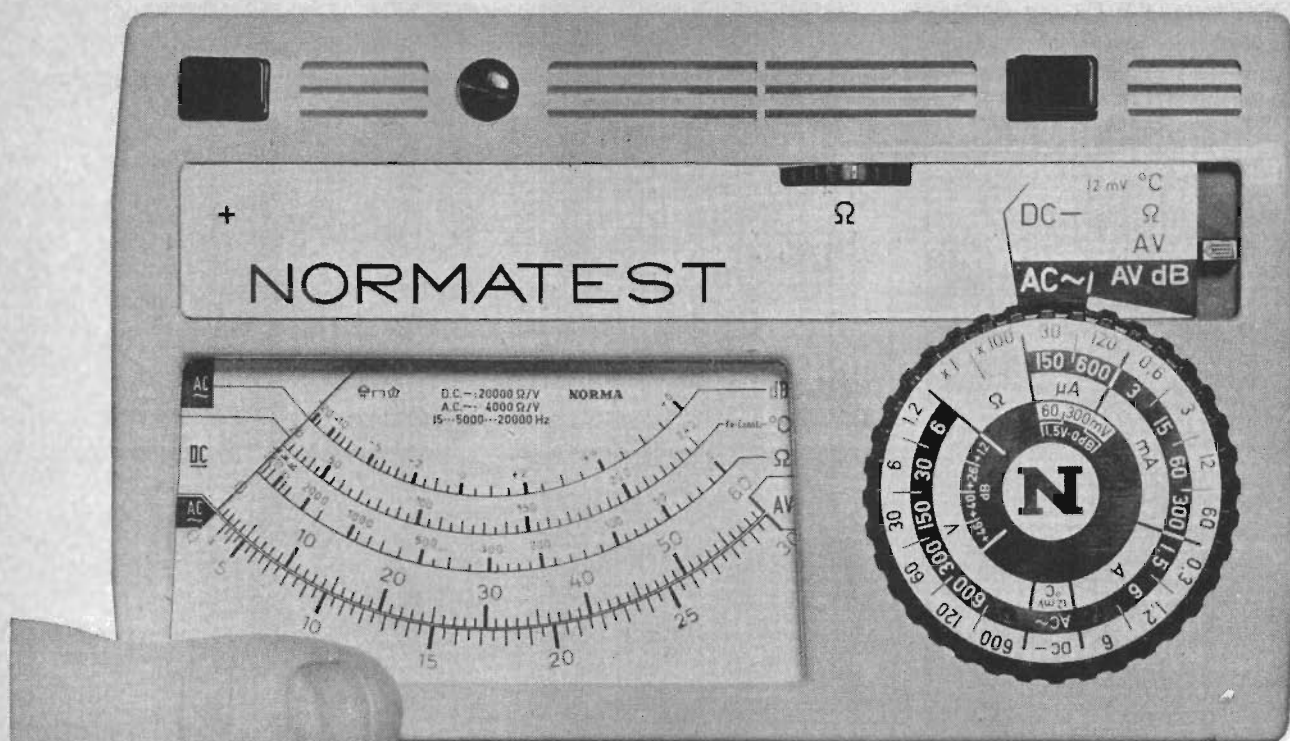
BJÖRNSONGATAN 197, BROMMA

TEL. STOCKHOLM (08) 87 02 40



SVENSKA AEROPLAN AKTIEBOLAGET
SAAB ELECTRONIC

STOCKHOLM: BALDERSGATAN 2, TELEFON 08/240770 • GÖTEBORG: GETEBERGSÄNG, TELEFON 031/400080



Ert nya universalinstrument!

**Pris
135 kr**

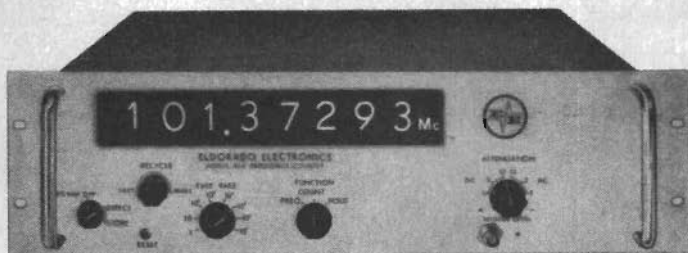
- 1000x överbelastbart, chocksäkert bandinspant mätsystem och likriktare
- 40 mätområden inkl. växelström upp till 6 A och 30 kHz
- 20 000 Ohm/V 2,5 %

Beställ datablad nu! Ring

SCANDIA METRIC AB

S. LÅNGGATAN 22 • FACK SOLNA 3 • TEL. 08/82 04 10

ELDORADO ELECTRONICS



TYPÖVERSIKT

Typ	Frekvensområde MHz	Antal dekoder	Oscillatorstabilitet/ 24h
910	0—110	8	10 ⁻⁸
920	20—200 200—2000	7	A 10 ⁻⁶ B 10 ⁻⁷
945	10 Hz—110, 100—900 800—4000	7	5.10 ⁻⁸
950	0—110, 100—900 800—6400	7	10 ⁻⁷
951		9	3.10 ⁻⁹

ULTRASNABBA RÄKNARE och TIDSINTERVALLMÄTARE

Genom ett banbrytande arbete har Eldorado Electronics lyckats utveckla ultrasnabba, heltransistoriserade räknekretsar, som möjliggör direkt räkning av frekvenser upp till 6.4 GHz.

Räknarna är i första hand avsedda för frekvensmätning på högfrekvenssändare och -mottagare, stabilitetsmätning på oscillatorer och kalibrering av laboratorieinstrument. Räknarna är i allmänhet försedda med inbyggd referensoscillator, men kan även anslutas till yttre normalfrekvensgeneratorer. För frekvensmätning på högfrekvensmottagare kan levereras tillsatser för automatisk kompensering för mottagarens mellanfrekvens så att man genom mätning av lokaloscillatorfrekvensen får direkt indikering av signalfrekvensen.

Som indikatorer användes NIXIE-rör med särskilt indikatorminne så att kontinuerlig indikering erhålles. Känsligheten är för de flesta typer ca. 50 mVeff. Ingångsimpedans 50 ohm. Räknarna har utgångar för anslutning till siffertryckare. Kod: BCD 1-2-4-8.

För typ 950/951 finns heterodyntillsatser för utökning av frekvensområdet till 18.4 GHz.

ANDRA ELDORADO-INSTRUMENT

Heltransistoriserade tidsintervallräknare 1 ns—1s. Noggrannhet ± 0.5 ns

Digital fördröjningsgenerator 0—9999 ns i steg om 1 ns

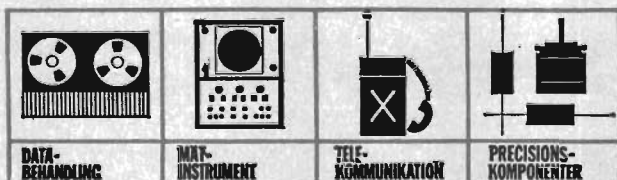
Fördröjningskomparator med upplösningsförmåga 1 ps

Variabel fördröjningsledning kalibrerad i steg om 2 ps

Elektroniska räknare för frekvens kvot period. Max räknehastighet 3 MHz

Elektroniska räknare med förval, främst avsedda för industribruk. Max räknehastighet 100 kHz.

Vi sänder gärna specialbroschyrer och offert.

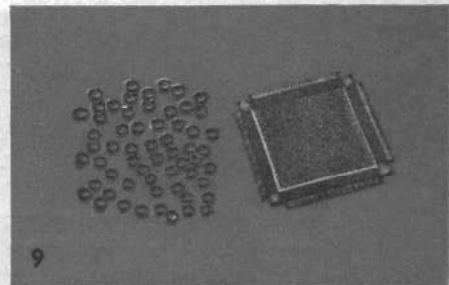
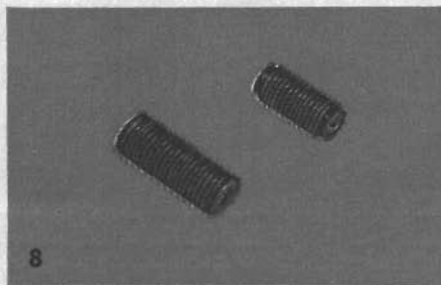
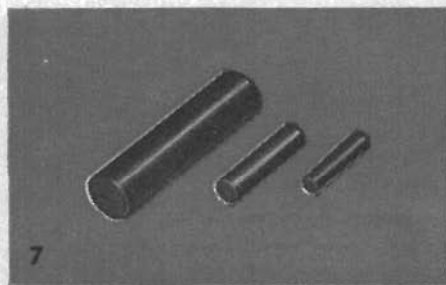
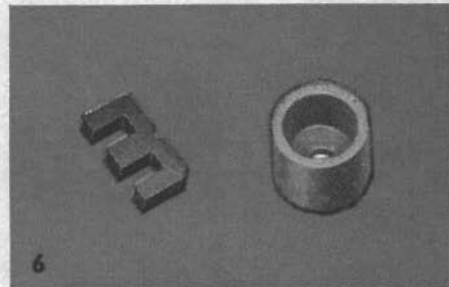
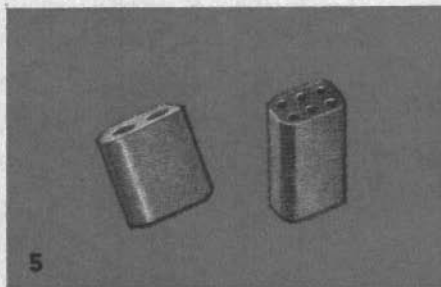
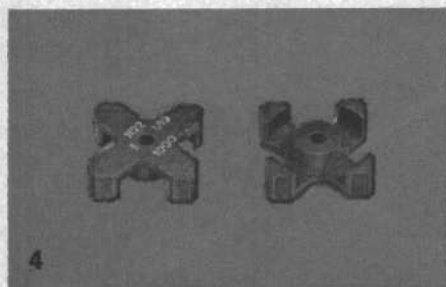
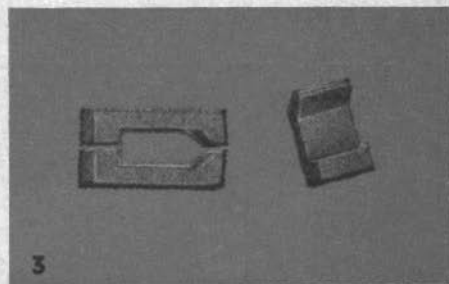
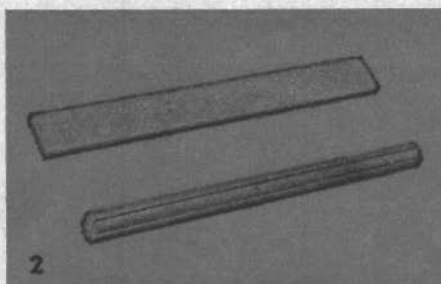
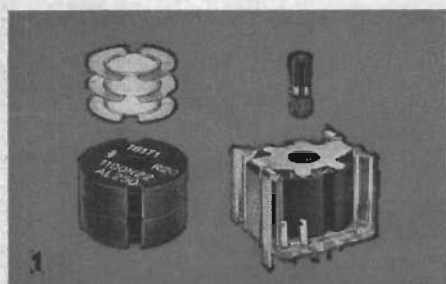


generalagent

TELARE AB

Industrigatan 4, Stockholm K,
Tel. Vx 248830. Telex 10178

Box 317, Göteborg 1,
Tel. 238112, 237322



Högre Q med Siferrit och Sirufer

Siemens & Halske AG har mer än 30 års erfarenhet vid tillverkning av järnpulverkärnor. Sedan ett flertal år har programmet också upptagit sintrade metalloxidpulverkärnor.

SIFERRIT – sintrade järnmanganoxidpulverkärnor tillverkas i 16 olika material för frekvenser från några få Hz till 800 MHz. De kännetecknas av låga förluster och hög mekanisk hållfasthet och kan endast bearbetas medelst slipning.

Ur programmet:

1. **Siferrit skalkärnor** med och utan luftspalt med väl definierade AL-värden och små toleranser i storlekar från 5,8×3,3 till 70×42 mm med kompletta tillbehör som spolestommar, bygelhållare för både chassi- och för montage på etsade kort samt trimelement.
2. **Siferrit antennstavar**, flata och cylindriska med slitsar.
3. **Siferritkärnor** för bandspelarehuvuden och TV-avläkningsenheter.
4. **Siferrit korskärnor** 22, 25 och 30 mm med tillbehör.

5. **Siferrit drosselkärnor** för UHF-transformatorer (800 MHz)

6. **Siferrit E-, U- och klockkärnor** för transformatorer och skärningsändamål.

7. **Siferrit cylinder- och rörkärnor**, oslipade eller slipade med små toleranser.

8. **Siferrit skruvkärnor** för alla trimningsändamål.

9. **Ring-, switch-, minneskärnor, minnesplan och -stackar** samt **transfluxorer** i ett tiotal olika siferritmaterial (s.k. fyrkantferriter).

SIRUFER – limmade järnoxidpulverkärnor tillverkas i 10 olika material för frekvenser från 100 kHz till 150 MHz och finns i utföranden som skal-, cylinder-, rör-, spindel-, skruv- och drosselkärnor samt i två typer miniatyrfilterspolar.

DÄMPMOTSTÅND för anpassade vågledaravslutningar med reflexionsfaktorn $< 0,2\%$ vid $f = 3,6 - 12,4$ GHz ingår även i vårt ferritprogram.

För närmare upplysningar och datablad tag kontakt med vår sektion TK. Tel. Stockholm 22 96 40, 08/22 96 80.

Swd 2-055

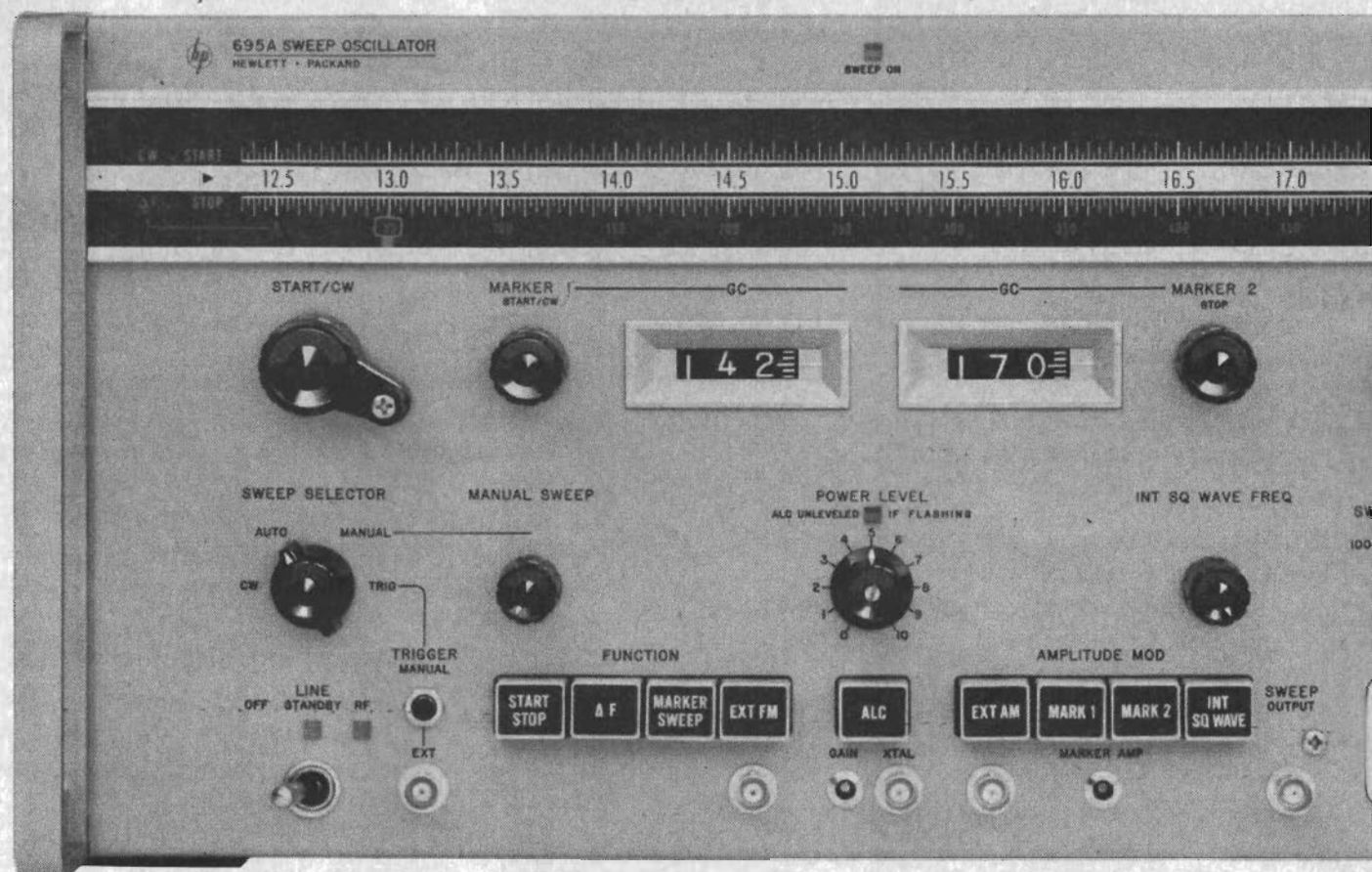
SVENSKA SIEMENS AKTIEBOLAG

AVANCERADE SVEPMÖJLIGHETER

MED START-STOP OCH DELTA f SVEP

PLUS EXPANDERAT MARKER SVEP

I HELA  690 SERIENS SVEPOSCILLATORPROGRAM



FRÅN

1 TILL 40 GHz

FYRA OLIKA SVEPFUNKTIONER

Val mellan tre automatiska och en manuell sveptyp ger Er enklare och noggrannare mätningar:

- Start-Stop svep-Bredbandssvep mellan två förinställda gränser. Kan svepas upp eller ned över frekvensbandet.
- Delta f svep — symmetriskt svep omkring en mittfrekvens — lämpligt för kalibrering av smalbandsutrustningar.
- Marker svep — Små frekvensband av speciellt intresse kan först «inramas» med markeringarna i Delta f eller Start-Stop svep — och sedan expanderas till full skala (på ett oscilloskop eller en X-Y skrivare) för maximal upplösning medelst markörsvepet. Båda markörerna kan digitalt ställas in för en upplösning av $\pm 0.05\%$ av utfrekvensen.
- Manual svep — Lämpligt för undersökning av smala frekvensband.

AMPLITUDMODULATION MED STOR NOGGRANNHET

Alla sveposcillatorer av «B» — typ amplitud och pulsmoduleras med  utvecklade PIN-diod attenuatorer. PIN-diod modulering eliminerar frekvensskift och oavsiktligt FM som annars är typiskt vid gallermodulering av BWO-rör.

KONSTANT UTEFFEKT — INRE ELLER YTTRE KONTROLL

Möjlighet till yttre nivåkontroll är standard hos alla 690-seriens sveposcillatorer. Detta garanterar mindre effektvariationer än ± 0.2 dB vid en yttre kontrollpunkt. Inre nivåkontroll kan erhållas för oscillatorer upp t.o.m 12.4 GHz.

Modell	Frekvens (GHz)	Uteffekt (max. nivåred. över bandet)	Noggrannhet (mittfrek)	Pris Kr
691B	1-2	minst 60 mW	± 10 MHz	22.530:-
692B	2-4	minst 40 mW	± 10 MHz	21.280:-
H01-692B	1.7-4.2	minst 15 mW	± 10 MHz	23.140:-
693B	4-8	minst 15 mW	± 20 MHz	21.280:-
H01-693B	3.7-8.3	minst 5 mW	± 20 MHz	23.140:-
694B	8-12.4	minst 10 mW	± 30 MHz	21.905:-
H01-694B	7-12.4	minst 5 mW	± 40 MHz	23.765:-
695A	12.4-18	minst 10 mW	$\pm 1\%$ MHz	22.220:-
696A	18-26.5	minst 10 mW	$\pm 1\%$ MHz	28.485:-
697A	26.5-40	minst 5 mW	$\pm 1\%$ MHz	41.005:-

Option 01: Inre nivåkontroll, 691B/692B Kr 2.040:-, 693B Kr 2.350:-, 694B Kr 2.505:- extra. «A»-modellerna med galler-nivåkontroll kostar Kr 2.190:- mindre och har väsentligt högre uteffektkapacitet.

Data kan ändras utan förvarning.

HEWLETT  **PACKARD**
HP INSTRUMENT AB

Centralvägen 28, Solna, Tel. Vx 08-830 830

Huvudkontor i USA:
Palo Alto (Calif.)
Huvudkontor i
Europa:
Genève (Schweiz)
Europeiska
fabriker:
Bedford (England),
Böblingen
(Västtyskland)

do you still convert paper tape into cards??????????



Install

FACIT PE1000

**read your paper tape
directly
into the computer**



Many different types of computers are now serviced by the FACIT PE 1000 tape reader including the IBM 1401, 1440/60; UNIVAC 1004, GAMMA 10 and GAMMA M 40 for which adapters are available. By using the THG 4010 code converter punched tape can be read directly into data systems with automatic code conversion.

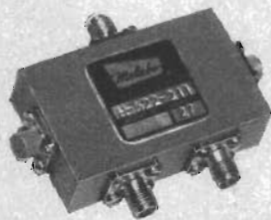


If you want to know more about how to read 0—1000 characters per second into data systems write for our brochure FACIT PE 1000.

MANUFACTURER: Facit, Fack, Stockholm 7, Sweden • GENERAL AGENTS: Austria: P. Marchetti, Vienna • Belgium: Thomson-Belge, Brussels • Denmark: Facit A/S, Copenhagen • Finland: Finska Kabelfabriken, Helsinki
France: CFTH Secteur Telegestion, Gennevilliers Seine • Gt. Britain: Facit-Odhner Electronics Ltd. Rochester, Kent • Holland: Blikman & Sartorius NV, Amsterdam • Italy: Thomson-Espelettra, Milan • Japan: Kjellberg
Kabushiki Kaisha, Tokyo • Yugoslavia: Commerce, Ljubljana • Norway: Kongsberg Våpenfabrikk, Kongsberg • Switzerland: Yenner AG, Bern • USA: Facit-Odhner Inc. New York, N. Y. • W. Germany: Facit GmbH, Düsseldorf

VHF, UHF och MIKROVÅGS komponenter i miniatyrförande

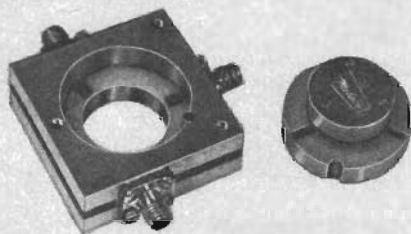
Fabrikat



Avsedda för parametriska
förstärkare
Tunneldiods förstärkare
Isolation 35 dB
Förlust 0,5 dB
Dim 129"/32×15"/
32×5"/8

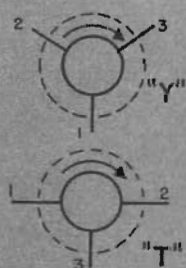


För att minska intermodu-
lation vid fler sändare till
samma antenn. Från 100
MHz till 186 Hz
Effekt 1 W till 300 W CW

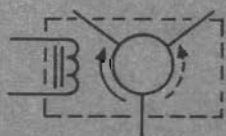


För tryckta kretsar.
Fixturer finns för kvalitetstest.
Frekv. 2- 12 GHz (med 4 enheter)
Isolation 20 dB min.
Förlust 0,3 dB max.
Dim. beroende av frekvens
Typiskt värde för X-band (8,0—12,0 GHz)
är 0,86" (diam)×0,6" (tjocklek)

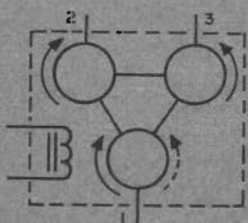
3-Ports Cirkulator



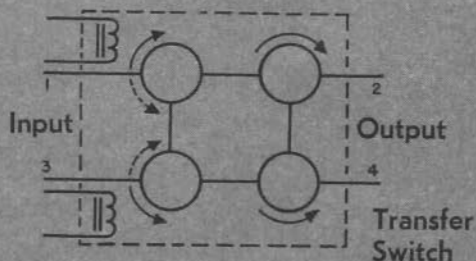
Switch



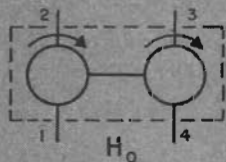
Switchad
3-Ports



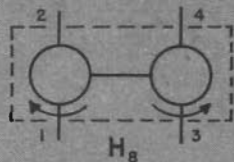
Reciprok
Switch



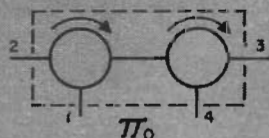
4-Ports Cirkulator



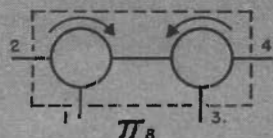
H_0



H_8

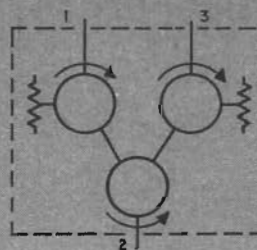


Π_0

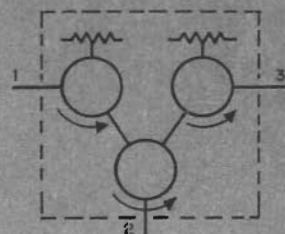


Π_8

5-Ports Cirkulator



5-Ports₈



5-Ports₀

SCANTELE AB

Tengdahlsgatan 24 - Stockholm Sö - Tel. 245825



Det nya dubbelstråle-oscilloskopet PM 3230

20 mV 0—10 MHz
 ■ 2 mV 0—2 MHz
 200 μ V 1 Hz—0,5 MHz*)

Full avlänkning
 ■ på skärmen
 för båda förloppen

Transistorbestyckat —
 ■ driftsäkert — lätt

Höga prestanda

PM 3230 är ett avancerat dubbelstråle-oscilloskop för laboratorier, produktion och underhåll. PM 3230 har höga prestanda, är driftsäkert och mångsidigt användbart.

Tillförlitligt

Vid kontroll av 250 oscilloskop PM 3230 var medelvärdet för bandbredden 0—15 MHz. Medelvärdet för tidbasgeneratorns noggrannhet var 2% mot garanterade 5%.

Används av försvaret

Ett övertygande bevis på detta oscilloskops höga prestanda är beställningar från svenska armén, marinen och flyget på sammanlagt mer än 500 instrument.

Tekniska data

Svephastighet

0,5 μ s—0,5 s i 19 steg, 5%, samt kontinuerlig inställning och expansion.

Triggning

Automatisk eller manuell, med förinställd stabilitet. Inre från kanal A eller B eller från yttre källa.

Kalibrerings- spänning

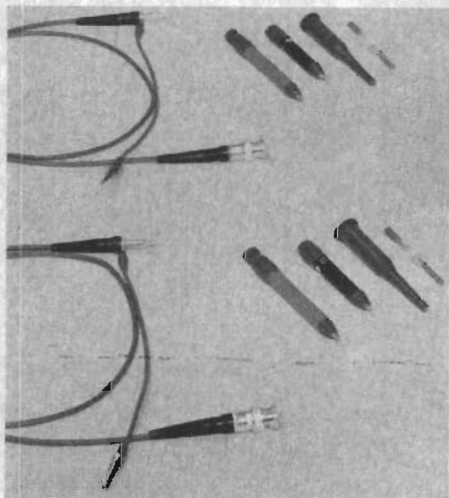
1 V, 1%, 8 kHz.

Katodstrålerör

10 cm, metalliserad skärm. Accelerations-
spänning 4 kV.

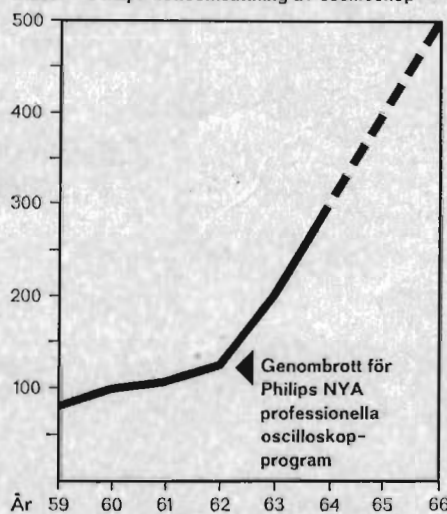
*) Med förstärkare PM 6041

För avancerad elektronik



Kombinerade dämp- och mätprobar av penn-typ ingår i standardutrustningen.

Index Philips nettoomsättning av oscilloskop



Forskningens, industrins och försvarets förtroende för Philips professionella oscilloskop-program återspeglas i vidstående kurva, som visar den snabba omsättningsökningen från 1962.

Ring oss och begär vår 8-sidiga broschyr med utförliga tekniska data eller en demonstration.

PHILIPS

Industriell elektronik

Mätinstrumentavdelningen

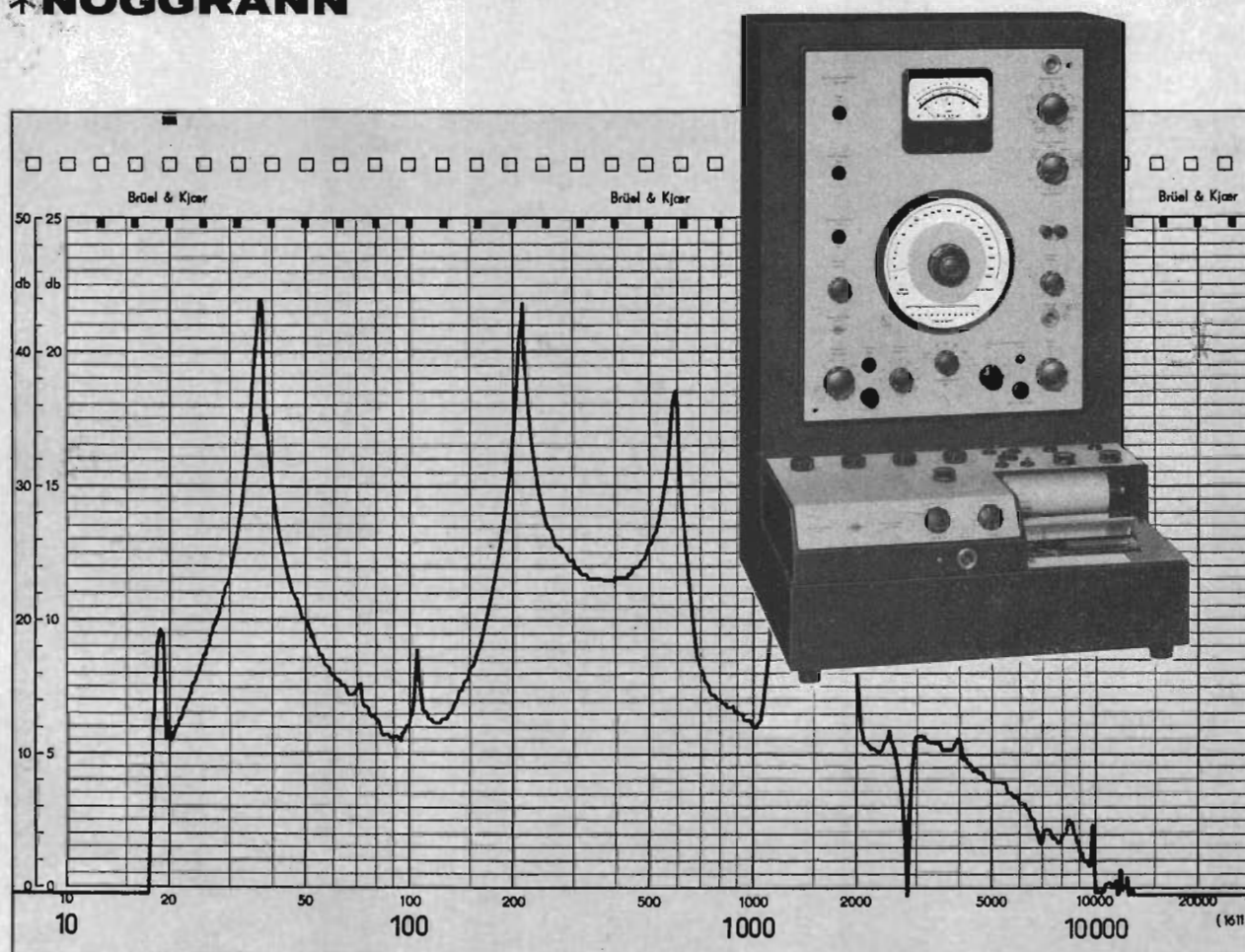
Fack · Stockholm 27 · Tel. 08/63 50 00

FREKVENSKURVSKRIVARE

*SNABB

*TILLFÖRLITLIG

*NOGGRANN



Registrerar automatiskt frekvenssvaret för filter, förstärkare, transducers, elektroakustiska enheter etc.

Levereras i följande standardutföranden:

Typ	Frekvensområde:
3306	20 Hz – 20 kHz
3307	2 Hz – 2 kHz
3308	200 Hz – 200 kHz
3328	2 Hz – 200 kHz

Begär demonstration

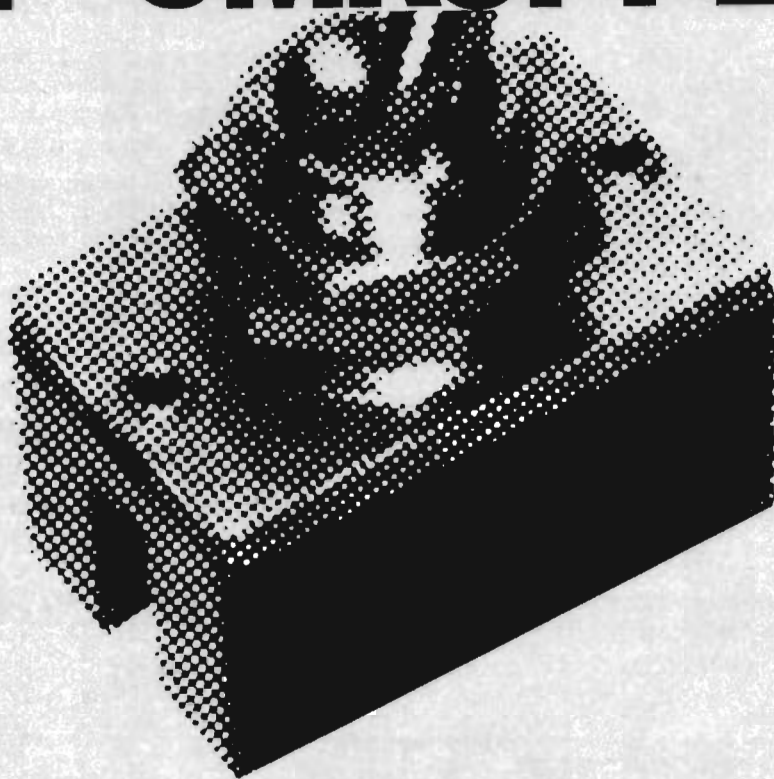


Svenska A.B. BRÜEL & KJÆR

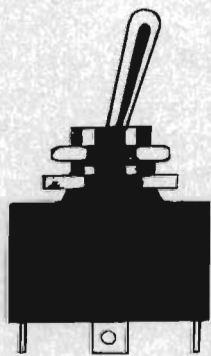
KVARNBERGSVÄG: 31 · HUDDINGE 1 · TEL. 57 27 30 · TELEX 102 50 · DECIBEL



VIPP-OMKOPPLARE

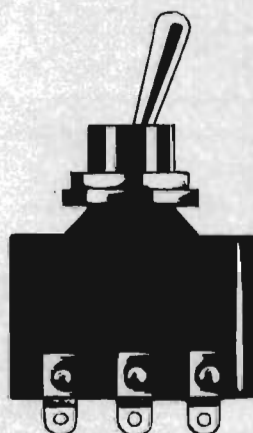


VIPP-OMKOPPLARE med PAINTON-KVALITET



323652

naturlig storlek



501521

323652

2-polig — 2 vägs
3 Amp. vid 250 V= $\sim$
Kontaktmotstånd 0,005 Ω

501521

(501085 med kort vipparm)
2-polig — 2 vägs
6 amp. vid 250 V= $\sim$
Kontaktmotstånd 0,005 Ω

Vippomkopplare har förkromade vipparmar och muttrar, självrensande kontakter som ger lågt kontaktmotstånd även efter lång tids användning.

Painton kvalitetsomkopplare används sedan många år av ledande svensk elektronikindustri.

Begär datablad nr TS 5/2
TS 1/3

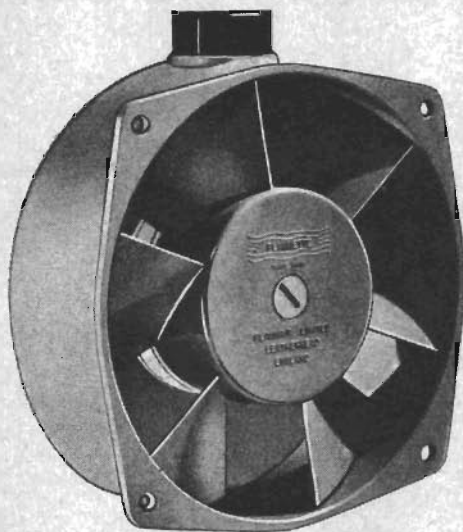
OBS! Vi har FLYTTAT

Erik Tegelsväg 35, Spånga,
Tel. 362850

SVENSKA PAINTON AB

TVÅ NYA PLANNETTES (10" och 12" diam. 3" djup)

från Plannair



Konstruerade för större luftmängd, har även dessa nya Plannettes en särskilt utmärkande egenskap – de är endast 3" djupa.

Plannettes kan monteras innanför, utanför eller på toppen av instrumentskåp – horisontellt eller vertikalt – de kräver ett minimalt utrymme. Förmågan att fungera i alla lägen ökar Plannettes användningsområde.

Konstruktörer över hela världen har uppskattat värdet av denna kompakta och tillförlitliga fläktenhet. Flera tusen av de mindre storlekarna – djup endast 2" – är redan i bruk.

12" diam.	1000 CFM i fri luft 600 CFM vid 0.2" s.w.g. och 1400 r.p.m.
10" diam.	560 CFM i fri luft 300 CFM vid 0.16" s.w.g. och 1400 r.p.m.
6" diam.	220 CFM i fri luft 150 CFM vid 0.25" s.w.g. och 2800 r.p.m.
4 1/2" diam.	100 CFM i fri luft 80 CFM vid 0.15" s.w.g. och 2800 r.p.m.

Plannettes är för 230 V eller 110 V. 1-fas, 50/60 per. ström.



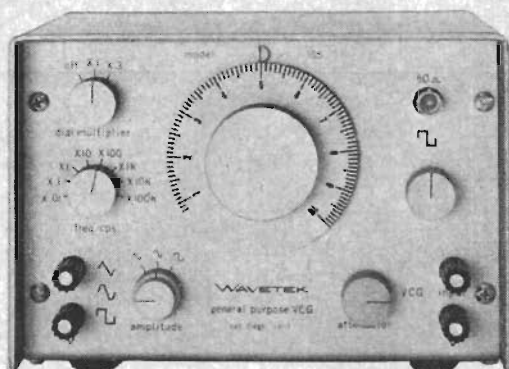
★ INSTRUMENTAKTIEBOLAGET METRON / ★

TULEGATAN 17

STOCKHOLM Va

TEL. vx 24 12 50

WAVETEK funktionsgeneratorer



PRISER:

	B	AC	R
Modell 101	2.750:–	2.750:–	3.300:–
Modell 102	3.450:–	3.450:–	3.800:–

En mångsidigt användbar funktionsgenerator täckande frekvensområdet 0,008 Hz—1 MHz — från servo till videofrekvenser.

Generatoren är heltransistoriserad och har därför mycket små dimensioner med endast 2 dm bredd, 1,3 dm höjd och 1 dm djup. Den lämnar sinus, triangel- och kantvåg med ren vågform och stabil utspänning. Stabiliteten för såväl frekvens som amplitud är 0,1 %

Samtliga utgångar kan kortslutas till jord utan någon återverkan på övriga utgångar. Generatorerna finns att få i 3 olika versioner: Typ B: med inbyggt batteri för 40 timmars drift. Typ R: med nickel-kadmiumbatteri med inbyggt laddningsaggregat. Typ AC: nät driven för 110/220 V, 50—40 Hz, 5 watt. Den batteridrivna versionen lämpar sig väl för testning av högkänsliga förstärkare, där man är beroende av fullkomlig isolering från nätet.

Modell 101: kantvåg och triangelvåg

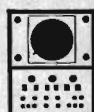
Modell 102: sinus-, kant- och triangelvåg

Gemensamma tekniska data:

Frekvensområde:	0,008 Hz—1 MHz i 8 kalibrerade områden
Amplitudstabilitet:	1 % långtid 0,1 % korttid
Frekvensstabilitet:	1 % långtid 0,1 % korttid
Frekvensötergivning:	0,1 dB upp till 100 kHz, 1 dB upp till 1 MHz
Utgångsspänningar:	kantvåg: 1 V _{tt} 50 ohm, stig- o. falltid 5 nanosek. kantvåg: 10 V _{tt} 600 ohm, stig- o. falltid 35 nanosek. triangelvåg: 5 V _{tt} 5 ohm max. 5 mA sinusvåg: 2 V _{err} 5 ohm max. 5 mA
Distorsion:	kantvåg: 0,1 % samt överskjut och ringning 1 % triangelvåg: 1 %, sinusvåg: 1 %
Dimensioner:	20 cm bredd, 13 cm höjd, 19 cm djup, vikt 4 kg
Strömförsörjning:	Typ B: Inbyggt batteri, 40 timmars drift Typ AC: 115/220 V, 50—40 Hz, 5 Watt Typ R: Nickel-Kadmium-batteri med inbyggt laddningsaggregat



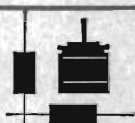
DATA-BEHANDLING



MAT-INSTRUMENT



TELE-KOMMUNIKATION

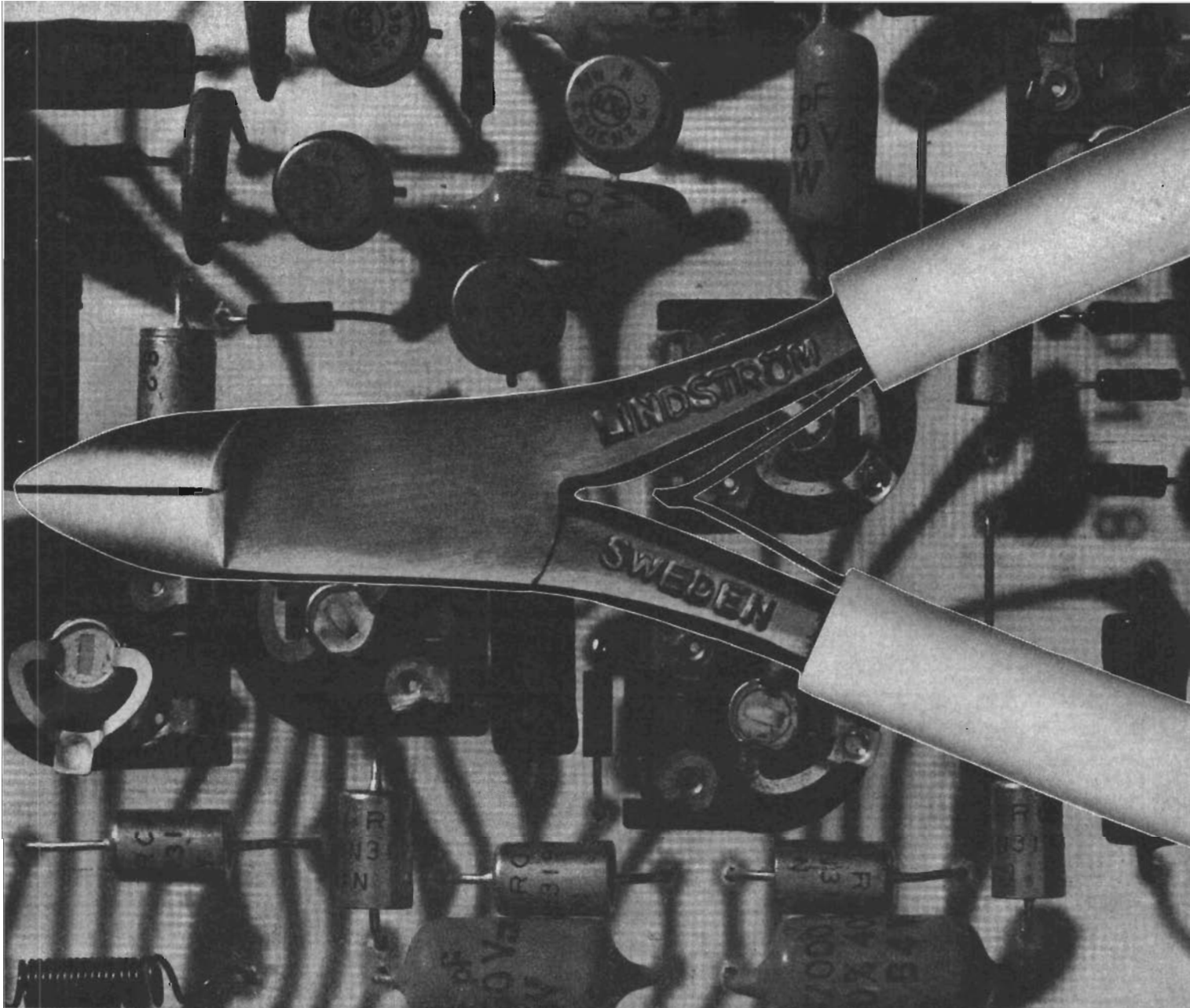


PRECISIONSKOMPONENTER

generalagent

TELARE AB

Teleinstrument Tel. 24 88 30 Industrigatan 4 Stockholm K

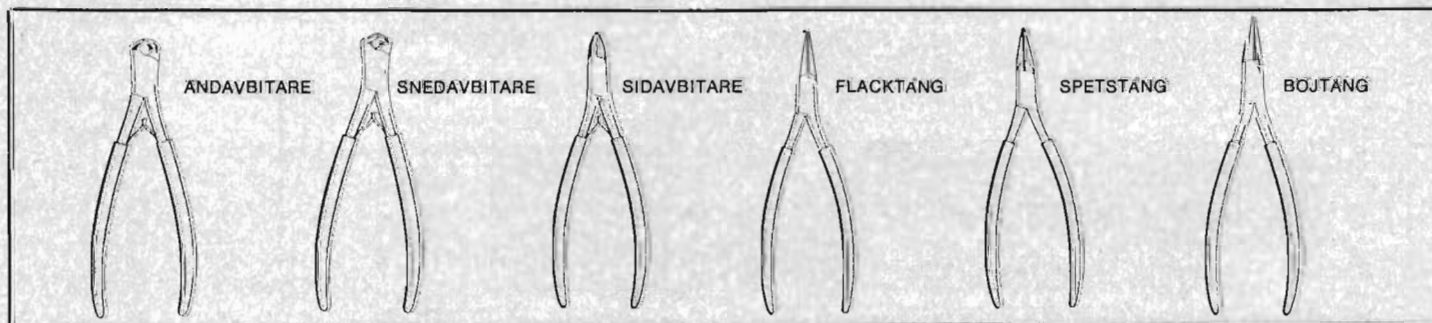


Där precision är ett krav där används... LINDSTRÖMS SUPREME-TÄNGER

Lindströms Supreme-tänger är miniatyrtänger som utformats speciellt för precisionsarbeten. Det kan t.ex. gälla montering av elektroniska komponenter och delar, vissa arbetsmoment inom teleindustrin samt inom olika former av hantverk, bl. a. urmakeri och optik. Supreme-tångerna är dimensionerade så att man lätt når in i trånga utrymmen för att utföra svåra arbeten.

Dessa tänger tillverkas med en alldeles speciell omsorg för att vara väl balanserade och bekväma att hålla i. Här några detaljer:

- plastklädda skänklar • dubbelled, som ger stadig och glappfri gång • flacktangerna har rundade kanter — ingen risk för repor i materialet • avbitarna är försedda med dubbla bladfjädrar, som ger behaglig gång • storlek 4"–4 1/2".

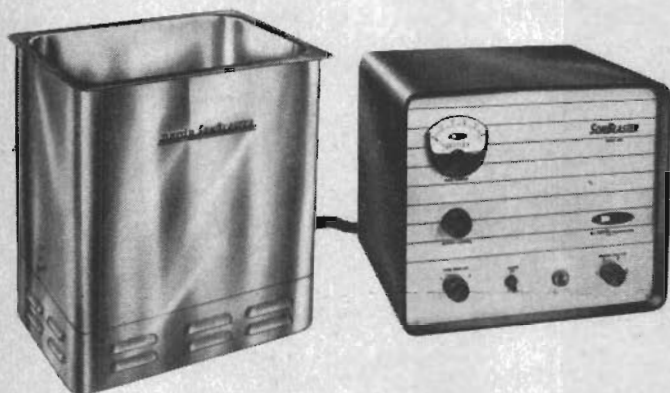


KONSGBERG
LINDSTRÖM

F. E. LINDSTRÖM AB

ESKILSTUNA
TEL. 016/374 20

ULTRALJUDGENERATORER med svängare och tankar



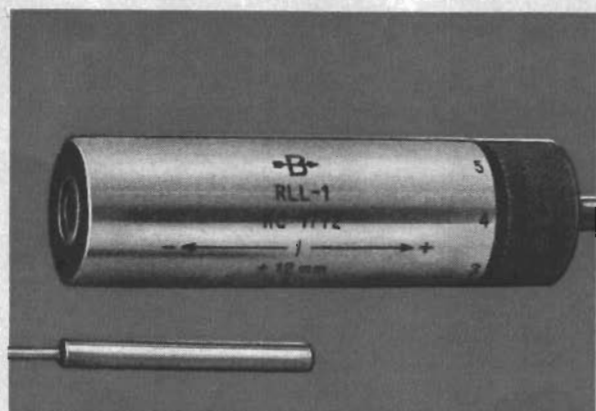
Ultraljud rengör effektivt genom högfrekvent vibration och kavitation. Ultraljud kan även höja effektiviteten hos metalltvättmaskiner och avfettningsapparater. Dynasonics tillverkar en serie generatorer som täcker alla behov i effektvärdena 60, 300, 500, 1000 och 3000 W. Givarna arbetar med frekvenserna 20 KHz eller 40 KHz.

Vår ultraljudavdelning har levererat mer än 300 utrustningar till industrier, laboratorier och sjukhus för rengöring av:

Finmekaniska produkter	Laboratorieutensilier
Metalltråd och trådprodukter	Isotoputrustning
Motordetaljer	Gaskromatografer
Optiska detaljer	Metallurgiska prover
Urverk	Elektronmikroskop
Kirurgiska instrument	Elektriska motorer
Guldsmedsprodukter	Elmätare
Hårdmetallverktyg	Tryckta kretsar

Kontakta oss angående Edert tvätt- eller rengöringsproblem. Vi kan erbjuda ett 10-tal standardaggregat liksom även specialtillverkade anläggningar. Aggregat för effekterna 60, 300, 500 och 1000 W levereras från lager.

				generalagent TELARE AB Göteborgskontoret Box 317, Göteborg 1 Tel: 23 73 22, 23 29 11
DATA-BEHANDLING	DATA-INSTRUMENT	TELE-KOMMUNIKATION	PRECISIONS-KOMPONENTER	



BOFORS

rörelsegivare
med inbyggd elektronik

Rörelsegivare typ RLL-1

Har bl.a. följande fördelar:

- Likspänningsmatning
- Direkt anslutning till visande och registrerande instrument
- Oändlig upplösning
- Elektrisk kalibrering
- Hög driftsäkerhet
- Oberoende av kabellängd

Mätområden:

± 1,5, 3, 6, 12 eller 25 mm.

Dimensioner:

diameter 26 mm
längd 69,5 mm för RLL-1/1,5, 3 och 6 mm
95,5 mm för RLL-1/12 mm
167,5 mm för RLL-1/25 mm

Begär utförligt datablad!

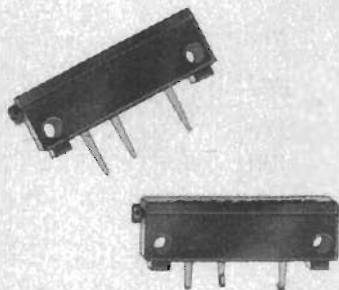
AB BOFORS • BOFORS





BOURNS

... för prisvärd kvalitet och snabb leverans!



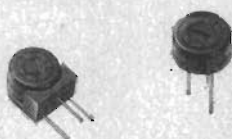
3067

3068

Trim

Motståndsområde: 50Ω — $1 M \Omega$
 Effekt: 0,2—0,5 W vid 20°
 Temp.område: -55 till $+85^\circ C$
 Antal trimvarv: 15
 Motståndselement: tråd och kolbana

Prisklass: kr. 7:— till 11:—

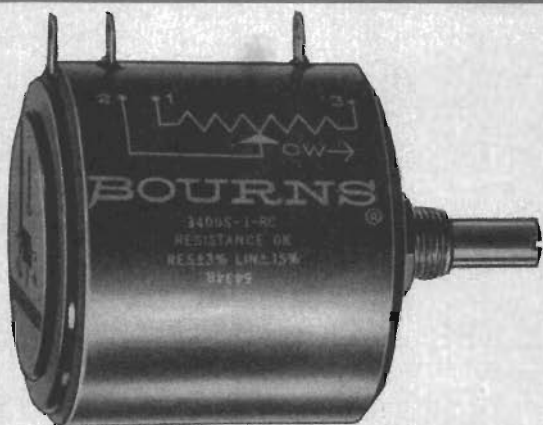


3307

Trim

Motståndsområde: 50Ω — $5 K \Omega$
 ($10 K \Omega$, $20 K \Omega$)
 Effekt: 0,5 W vid $70^\circ C$
 Temp.område: -65 till $+150^\circ C$
 Antal trimvarv: 1
 Miljöegenskaper (fukt): MIL-STD-202B
 Metod 103

Prisklass: kr. 14:— till 23:—



3400

Precision

Motståndsområde: 100Ω — $250 K \Omega$
 ($500 K \Omega$, $1 M \Omega$)
 Effekt: 5 W vid $40^\circ C$
 Temp.område: -65 till $+105^\circ C$
 Linearitet: $\pm 0,15 \%$
 Antal trimvarv: 10
 Miljöegenskaper (fukt): Std MIL-R-12934 C
 Humidity cycling
 Mekanisk livslängd: 100.000 cykler=2 milj. varv

Prisklass: kr. 42:— till 65:—



3507

Precision

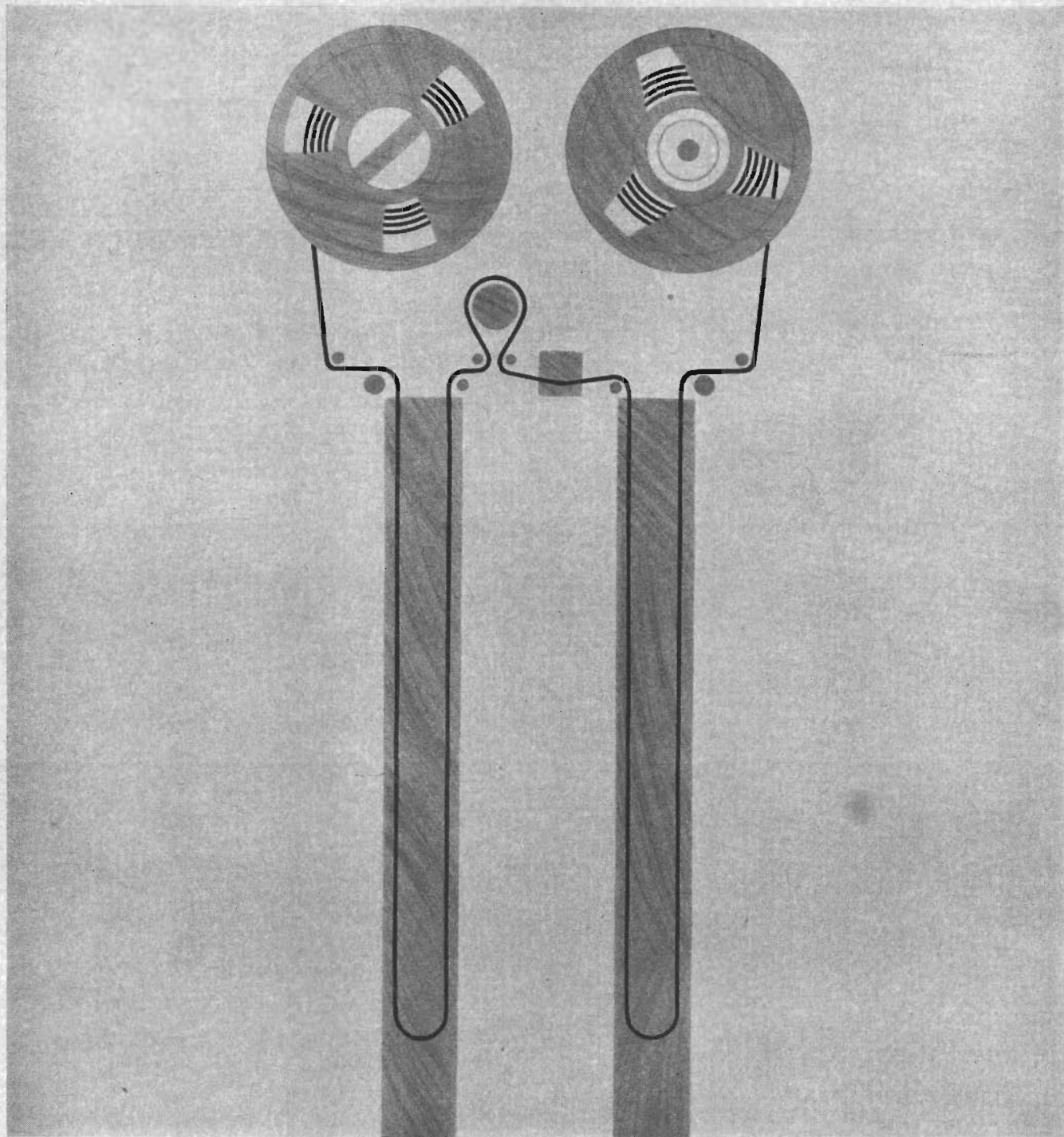
Motståndsområde: 100Ω — $250 K \Omega$
 Effekt: 2 W vid $25^\circ C$
 Temp.område: -55 till $+105^\circ C$
 Linearitet: $\pm 0,5 \%$
 Antal trimvarv: 10

Prisklass: kr. 29:— till 47:—

Skala 1:1

AB Elektroutensilier

Stockholm — Åkers Runö Tel. 0764/20110



På den nya bandstationen TM-11 kan en rulle magnetband behandlas 100.000 gånger utan ett enda datafel.

Ampex nya TM-11 har endast en drivrulle i bandmatningsmekanismen och saknar roterande styrningar och tryckrullar vilka trycker, skrapar, sträcker och därmed skadar bandet. I Ampex nya bandmatningssystem är alla styrningar "luftsmorda" d.v.s. bandet glider över ett jämt luftskikt. Oxidsidan berör endast huvudena och dammuppsamlaren. Resultat: TM-11 kan ge mer än 100.000 passager av en bandrulle utan bandfel eller datafel vid band-

hastigheter upp till 120 tum/sek och packningstätheter av 200/556/800 tecken/tum. Det ringa antalet rörliga delar medför en betydligt högre pålitlighet. Resultat: MTBF är avsevärt högre än på andra bandstationer i bruk i dag. TM-11 kan arbeta med alla dataformat. Plug-in huvuden för 7 eller 9 kanaler finnas (ASC 11 användbart med IBM 360). För närmare information skriv eller ring till: Ampex, Great Britain Limited, Acre Road, Reading, Berkshire, England

AMPEX

en komplett serie miniaturkontakter för mycket stora påfrestningar



CANNON PLUGS

KPT/KSP

Denna Cannonserie förenar ett vidsträckt industriellt användningsområde och mycket höga krav med ett rimligt pris. Den klarar flyg- och raketforskningens fordringar och överträffar t o m MIL-C-26482C (navy) ifråga om täthet mot fukt.

KPT-kontakterna har hölje av olivlackerad aluminiumlegering medan höljet hos KSP är av oledande aluminite 225. Isolator av polychloroprene. Kontaktstift och -hylsor av koppar, pläterad med guld över silver. Fem oregelbundet placerade spår resp klackar omöjliggör felaktig hopsättning. Trepunkts bajonettfattning ger snabb och säker låsning. KPT finns för omgående leverans från lager.



KPT kontaktdon finns i 9 olika kåpstorlekar och 7 olika kåputföranden för panel- eller kabelmontering. Insatser från 2 till 61 stift för upp till 22 A strömstyrka.

CANNON KV/PV

är en ännu mer avancerad kontaktserie för rymdkrav enligt NAS 1599. Svartoxiderade aluminiumhylsor och "Little Cæsar" system för kontaktstiften är några av kännetecknen på KV/PV-kontakterna.

AB GÖSTA BÄCKSTRÖM

-ledande i elektronik



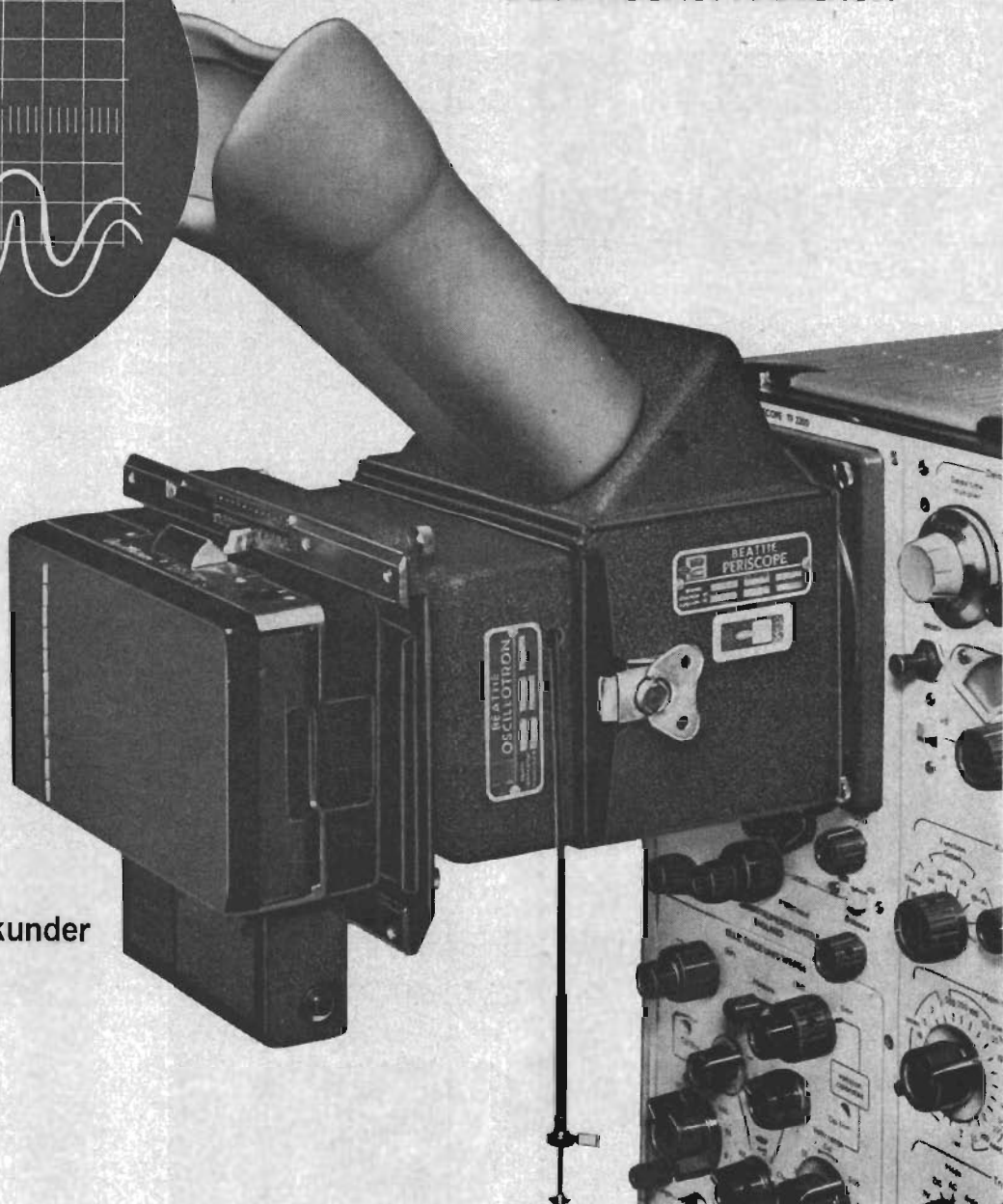
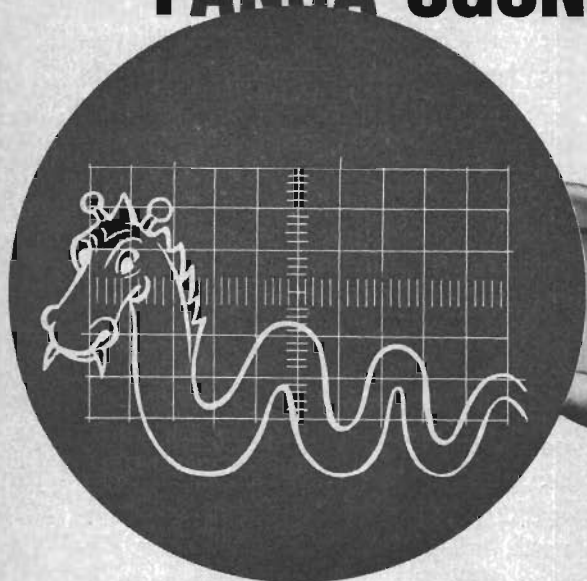
TELEFON 54 03 90
BOX 12 089
STOCKHOLM 12

FÅNGA ÖGONBLICKETS FENOMEN MED



-BEATTIE-COLEMAN

OSCILLOSKOPKAMEROR



En färdig bild på 10 sekunder

Det amerikanska företaget Beattie-Coleman Inc., California, som sålt flera oscilloskopkameror världen runt än någon annan tillverkare, har nu inlett samarbete med AVO Ltd. i London.

ABC-kamerorna håller en mycket hög standard och tillverkas i ett flertal typer. Det finns sålunda en ABC-kamera för praktiskt taget varje ändamål och med hjälp av adaptors kan kamerorna användas till alla på marknaden förekommande oscilloskop.

En färdig bild på 10 sekunder

ger Er ABC-kameran med valfri kassett för Polaroid pack- eller rullfilm. Kamera modell MII 565 fotograferar ultrasnabba nanosekund-förlopp. Denna typ har ett objekt/bild förhållande av 1:1 med ett 86 mm 1,2 Navitar objektiv. Detta objektiv som är exklusivt för ABC ger med den snabbaste Polaroidfilmen registreringshastigheter som aldrig förut kunnat uppnås med en standardutrustning.

ABC-kameran kan även med hjälp av en enkel försättslins användas för dokumentfotografering etc. och det är möjligt att infotografera data på varje bild.

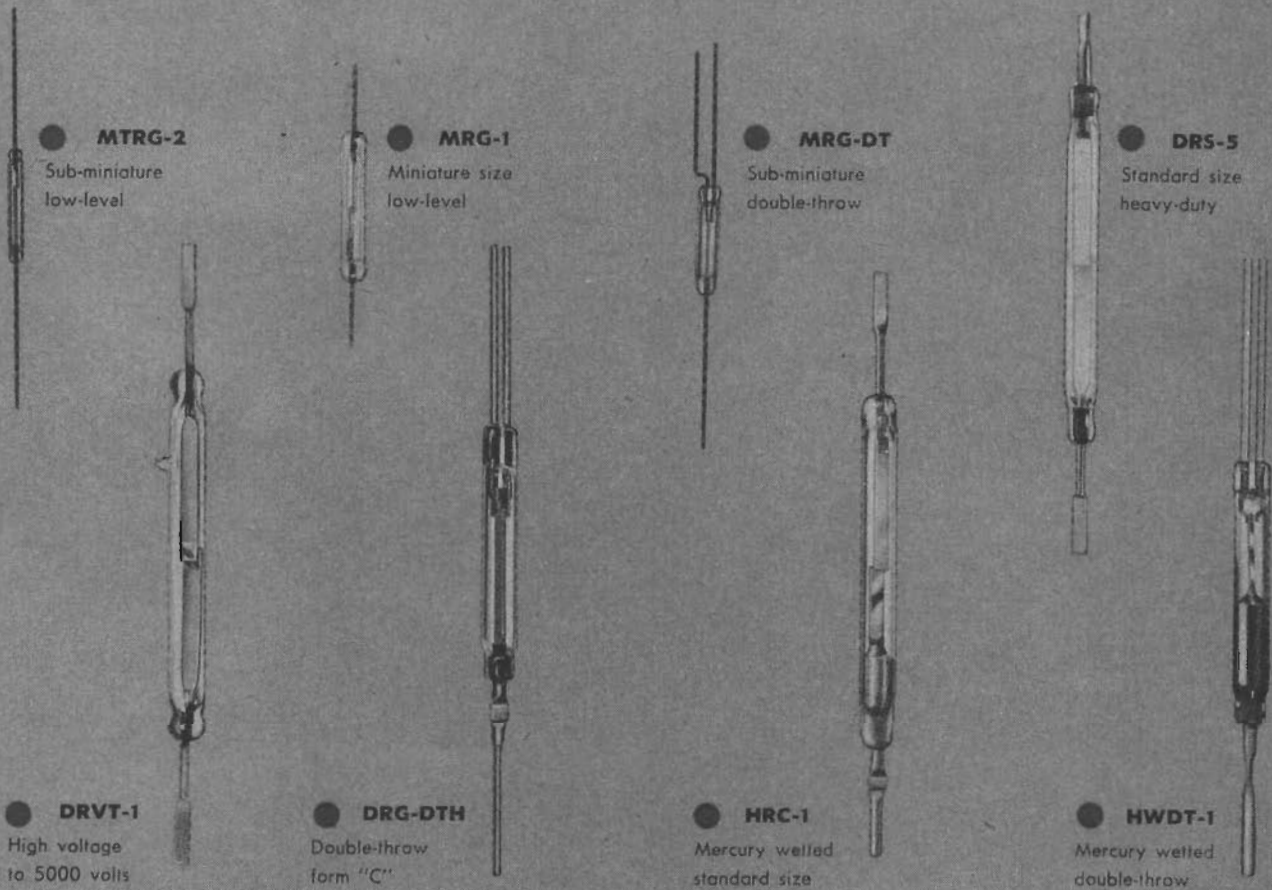
SRA

Begär fullständiga data om ABC-kamerorna från

SVENSKA RADIOAKTIEBOLAGET

Fack Stockholm 12 • Alströmergatan 14, tel 22 31 40 • Filialer i Göteborg, Malmö, Sundsvall och Kumla.

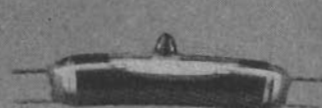
några produkter från **HAMLIN** INC



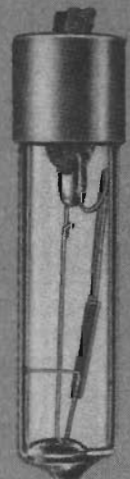
Detta är endast några av de produkter som tillverkas av Hamlin. Hamlin är världens största tillverkare av tung-element och har ett program som sträcker sig från sub-miniatur element för små signaler till brytare för 5 kV 3 A.

Trots det omfattande programmet kan det hända att just den typ Ni söker fattas. Hamlins tekniker är då beredda att hjälpa Er få fram den rätta typen.

Tag kontakt med någon på vår komponentavdelning så får Ni ytterligare upplysningar om dessa ytterligt användbara komponenter.



● **EP-106**
Gravity Sensing
Electrolytic Transducers



● **JC-100**
Mercury Switches
Large Selection

Naturlig storlek

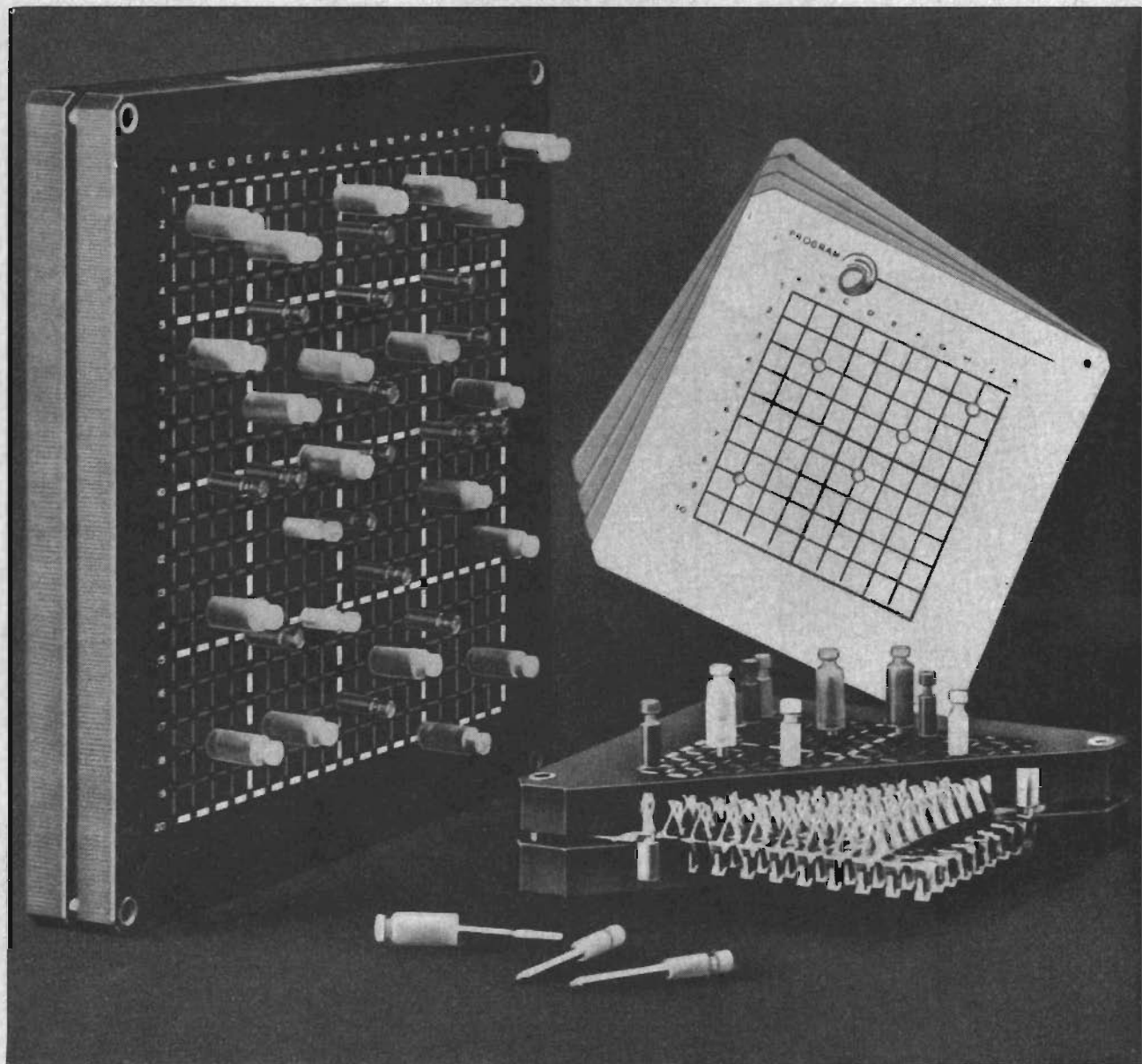


Ensamrepresentant

JOHAN LAGERCRANTZ

Gårdsvägen 10 B • Solna • Telefon 08/83 07 90

Ge oss Ert namn och adress så sänder vi Er fortlöpande information om nyheter!



Hur bör en bra programmeringstavla vara besköffad?

Detta är en helt naturlig fråga när Ni går igenom kraven på Er produkt. - Varför inte dra fördel av AMP:s långa erfarenhet på området? AMP:s programmeringstavlor är resultatet av mångårigt utvecklingsarbete på AMP:s laboratorier i samverkan med ledande företag för programstyrda utrustningar världen över.

Beakta följande:

- Precisionstillverkade block i phenol.
- Kontaktskenor av fosforbrons med guldplätering över nickel för små spänningar och strömmar, enbart nickel för högre värden.
- Trattformade kontakthylsor för lätt isättning av kontaktstift.
- Kontaktstift eller diodstift som ej deformeras och fungerar oberoende av antal isättningar och urtagningar.
- Översiktlig märkning med bokstäver och siffror för snabb programmering.

- In- och utgångar för anslutning med AMP PIDG* Taper Pin (Isolerade koniska stift för kontaktpressning).
 - Standardutföranden med 100, 200, 250, 300, 375 och 400 kontaktpunkter.
- På beställning upp till 6.000.

För framsynt planering - räkna med AMP!

* Varumärke för AMP Inc., USA



ELEKTROHOLM

Industriavdelningen

Fack | Tel. 08/820280
Solna 1, | Repr. för



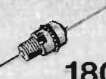
AMP representanter

i Danmark: H. Følsgaard, København,
i Norge: Henaco, Oslo,
i Finland: Elektrotjänst, Helsingfors.

Fabriker i U.S.A., Holland, England, Tyskland, Frankrike, Italien, Spanien, Kanada, Mexico, Portorico, Japan och Australien.

TANTALEX[®]

Solid Tantalum Capacitors

 C 150 D hermetically-sealed polarized	 C 151 D hermetically-sealed non polarized	 CS 12/CS 13 MIL-26655B	 155 D hermetically-sealed for high vibration	 172 D hermetically-sealed for Cordwood modules
 350 D HYREL[®] ST polarized	 351 D HYREL[®] ST non-polarized	 CSR12 / CSR 13 MIL-C-39003	 154 D Molded Case for Cordwood modules	 180 D Feed-Thru Capacitor
 C 160 D Plastic Tube subminiature	 C 161 D Plastic Tube subminiature	 165 D Plastic Tube for Cordwood modules	 190 D Molded Case for Printed Circuits	 196 D Epoxy dipped Lowest Cost
 164 D Metal Tube Resin-Sealed polarized	 167 D Metal Tube Resin-Sealed polarized	 162 D Metal Tube Resin-Sealed miniature polarized	 169 D Metal Tube Resin-Sealed miniature polarized	Number 1 in Solid Tantalum Capacitors Across the Board. SPRAGUE offers you the widest range of types, many of which are made in Europe.
 166 D Metal Tube Resin-Sealed non-polarized	 168 D Metal Tube Resin-Sealed miniature non-polarized	 163 D Metal Tube Resin Sealed miniature non-polarized	 170 D Molded Case miniature non-polarized	

You find the same reliability in every SPRAGUE component:

Semiconductors (Silicon - Germanium)

Capacitors (Tantalum - Aluminium - Paper - Plastic - Ceramic)

Resistors (Deposited film - Wire wound)

Microelectronic Components

(Monolithic Silicon - Hybrid Ceramic Based Thin Film)

Logic Circuits

Magnetic Components (Pulse Transformers—Shift Registers —
Delay Lines — Bobbin Cores)

FACTORIES:

SPRAGUE ELECTRIC CO. North Adams, Mass. (USA)

SPRAGUE-CREAS S.p.A., Milan (Italy)

SPRAGUE ELECTROMAG DIVISION, Renaix (Belgium)

SPRAGUE WORLD TRADE CORP., Eastern Branch, Hong-Kong

SPRAGUE WORLD TRADE CORP.

Utoquai 41, 8008 Zurich (Switzerland) Tel. 051 47 01 33



SPRAGUE and ® are registered trademarks of the SPRAGUE ELECTRIC Co.

EUROPEAN SALES HEADQUARTERS:

SPRAGUE WORLD TRADE CORP.

Utoquai 41,

8008 Zurich, Tel. 47 01 33

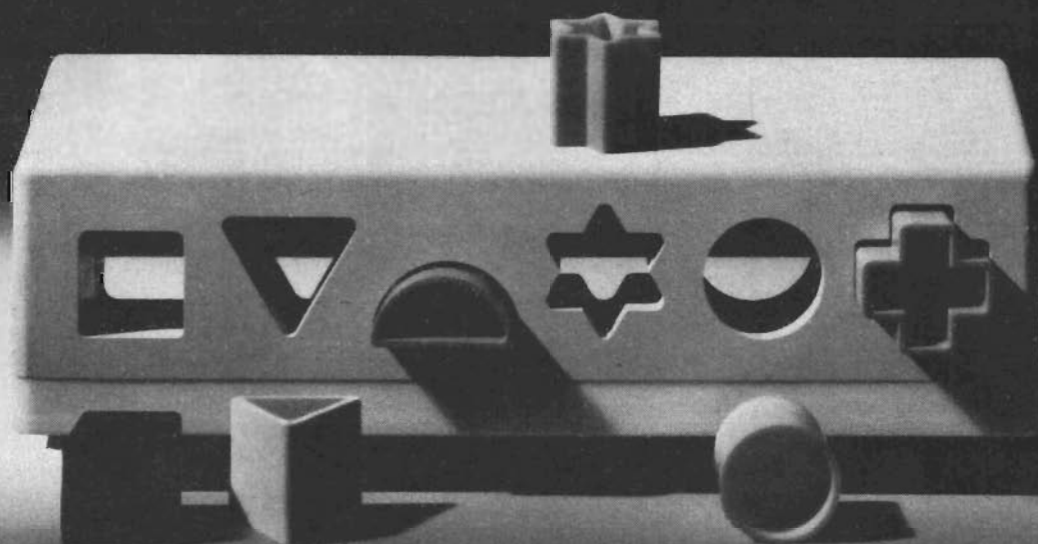
Agent for Sweden:

AERO MATERIEL AB

Grev Magnigatan 6

Stockholm Tel. 23 49 30

SYLVANIA HAR VAD NI SÖKER...



Följande Sylvania-avdelningar står till Er tjänst:

ELECTRONIC COMPONENTS GROUP
ELECTRONIC SYSTEMS DIVISION

HOME ELECTRONICS DIVISION
LIGHTING DIVISION

när det gäller sådana produkter som:

Transistorbestyckade, batteri-
drivna och portabla TV-mottagare

Katodstrålerör
Mottagarrör

Blixtrör

Halvledarkomponenter
Dioder Mikrovågsdioder
Transistorer Integrerade kretsar

Elektroluminiscenta glimlampor
Numeriska och alfanumeriska indi-
keringsanordningar

Gaslasrar inkl. moduleringsut-
rustning

Ett flertal nyheter när det gäller:

Elektronrör, specialkomponenter,
indikeringsanordningar

Ensamrepresentant i Sverige

G. KULLBOM AB

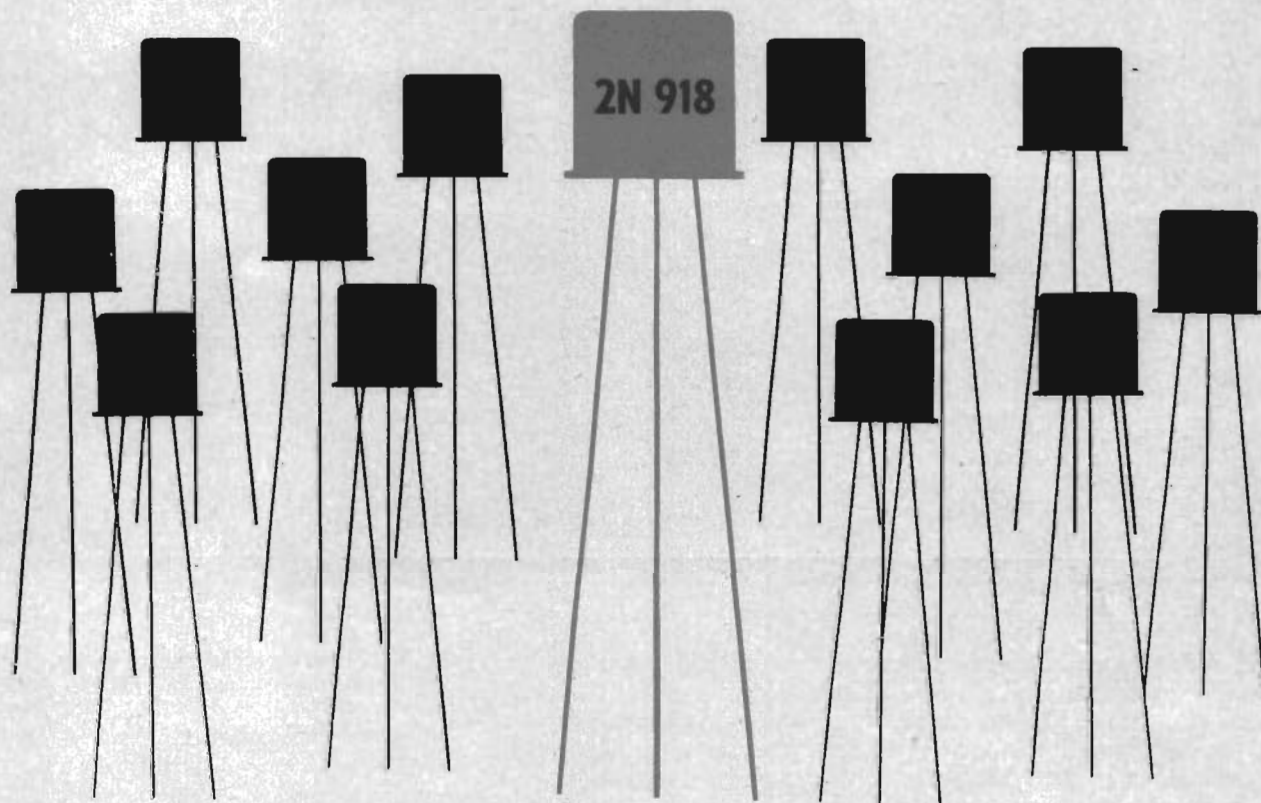
Klippgatan 11, Stockholm Sö,
tel. 44 57 28, 44 57 29

SYLVANIA

RAYTHEON

VHF-UHF TRANSISTORER

Transistorerna i RAYTHEON:s transistorfamilj TOV är avsedda för användning i bl.a. VHF- och UHF-förstärkare ($f_t \approx 900$ MHz, I_C upp till 40 mA).



I TOV-familjen ingår bl.a. **2N 918**

som har:

☐ h_{fe}	6,0
☐ U_{CE0}	30 V
☐ U_{CE0}	15 V
☐ U_{EB0}	3 V

Förutom 2N918, som har 15 dB förstärkning vid 200 MHz ingår i TOV-familjen:
 2N917 som har 9 dB förstärkning vid 200 MHz, samt
 2N2708 som liksom 2N918 har 15 dB förstärkning vid 200 MHz.

Observera att samtliga transistorer i Raytheons TOV-serie är epitaktiska planartransistorer.

Kontakta oss så får Ni ytterligare upplysningar om RAYTHEON:s VHF-UHF-transistorer i TOV-familjen.

Prisexempel: 2N918 (1—9 st) 44 kr.

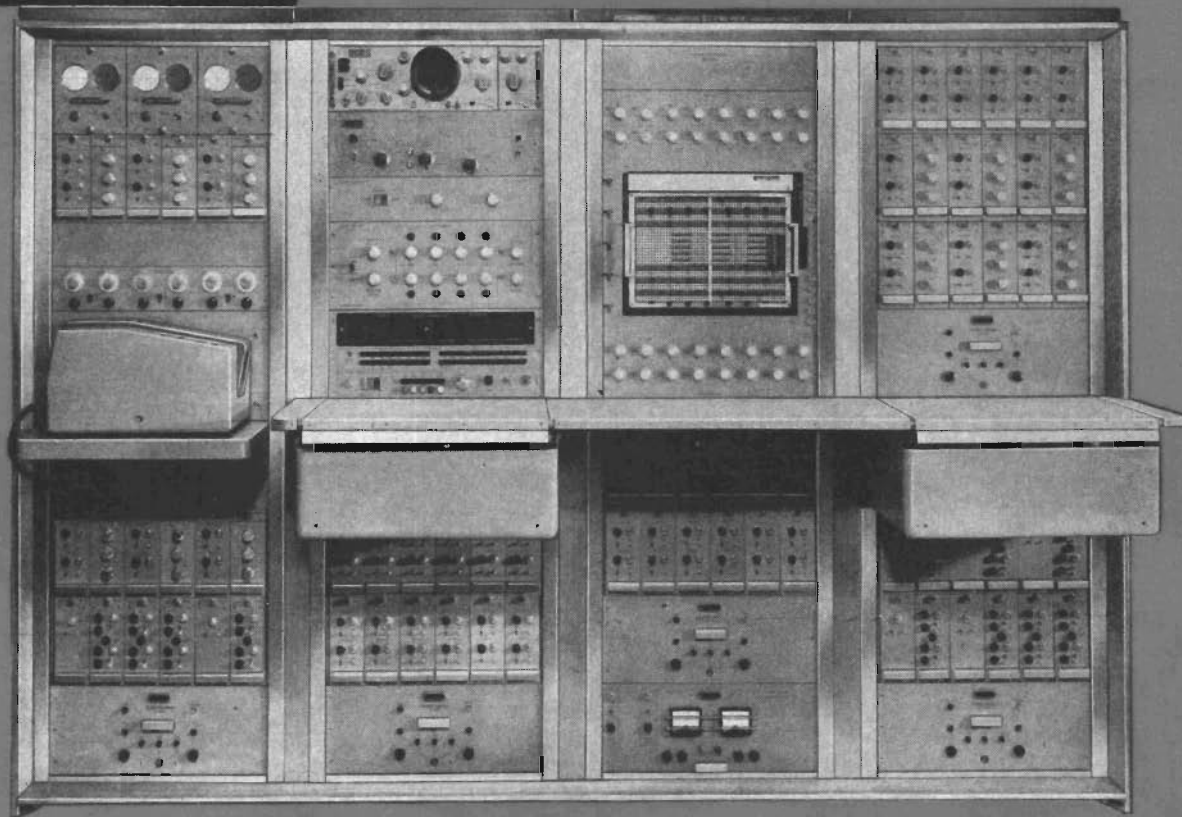
Begär ytterligare informationer från

Magnetic AB

Box 11060 · BROMMA 11 · Tel. 08/29 04 60



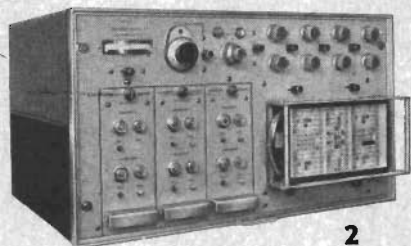
ANALOGIMASKINER



På många områden inom industri och forskning har analogimaskinen blivit känd som ett ovärderligt instrument för snabb och ekonomisk lösning av problem. Användningsområdena utökas kontinuerligt, och ingen framåtseende organisation har råd att översä dess betydelse för industriella framgångar.

1. — 247 Analogue Computer System

Ett fullständigt integrerat system, med avancerad kontroll-utrustning, hög precision, utmärkt flexibilitet och funktions-säkerhet.



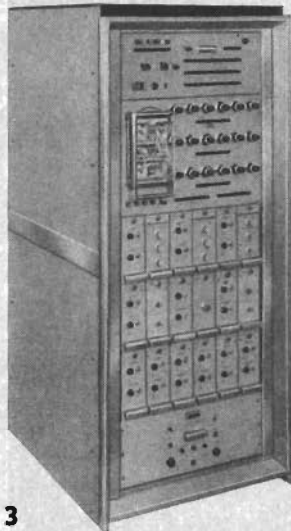
2

2. — Analogue Tutor MKII

Konstruerad för undervisningsändamål. Ger övning i programmering till låga omkostnader.

3. — Analogue Computer TY1451

En analogimaskin till lågt pris vars utrustning täcker många behov inom industri och forskning.



3

Som resultat av många års forskning och praktiska erfarenheter, har Solartron blivit ett bland de ledande företagen på detta område och kan erbjuda analogimaskiner som täcker alla önskemål inom industri och forskning.

Dessa analogimaskiner är uppbyggda av standardmoduler vilka medger hög flexibilitet. Redan befintliga installationer kan lätt utvidgas till större system genom samkörning med flera maskiner.

För teknisk rådfrågning och detaljerade data, kontakta:

SCHLUMBERGER SVENSKA AB

Vesslevägen 2—4 • Lidingö 1 • Tel. 65 28 55



Field Emission
Corporation

FEXITRON Modell 803

BLIXTRÖNTGEN

för material- och materielkontroll

NU

kan Ni ta

röntgenbilder

av komponenter

utan röntgenrum

med helt skärmd
utrustning

utan mörkrum

för framkallning med
polaroidfilm

på 10 sekunder

NU

kan ni

kontrollera

och

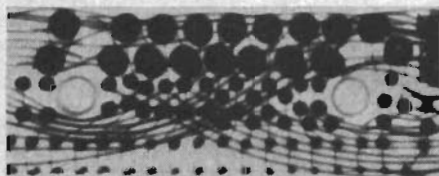
studera

ingjutna och andra slutna
komponenter

utan att förstöra

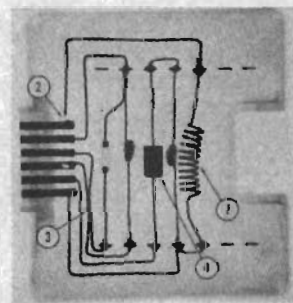


Röntgenbilden avslöjar:



Komponenter och
koppling i mikromodul.

1. Komponentförskjutning
2. Avbrott
3. Kortslutning
4. Fel komponent



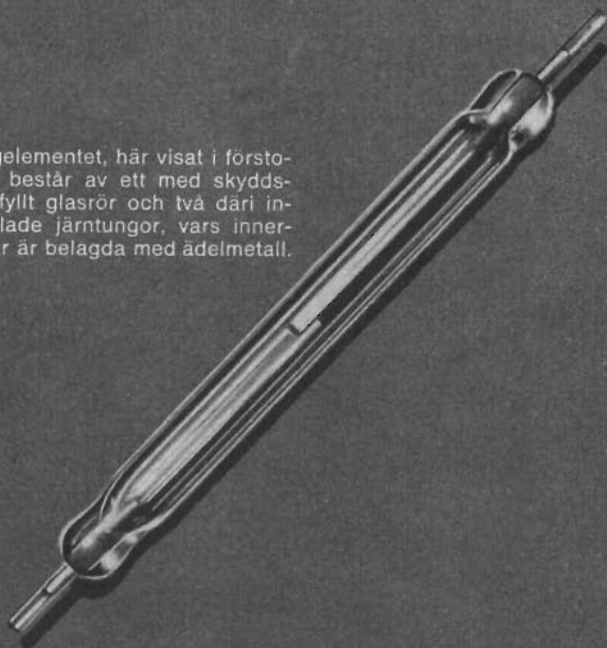
Kontakta oss
för närmare informationer



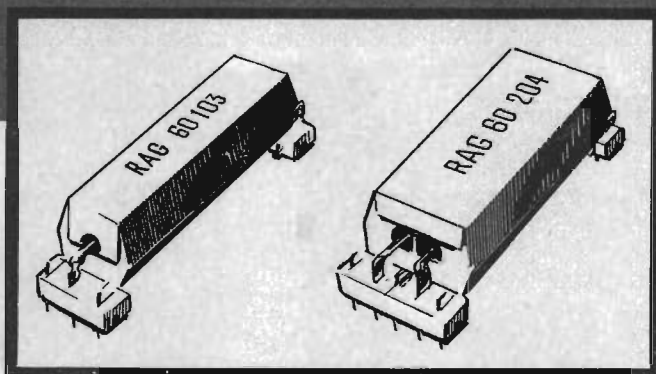
ERIK FERNER AB

Box 56 — BROMMA — Vx 25 28 70

Tungelementet, här visat i förstoring, består av ett med skyddsgas fyllt glaströr och två däri inkapslade järntungor, vars innerändar är belagda med ädelmetall.



LM Ericssons TUNGRELÄ



för säkrare och tio gånger snabbare funktion

Tungreläets kontaktorgan består av ett eller flera tungelement. En omgivande spole bildar det magnetfält som erfordras för kontaktternas påverkan. Kontakttungorna ingår i järnkretsen och påverkas **direkt** av magnetfältet vilket resulterar i snabbare, säkrare reläfunktioner än för konventionella reläer.

Tillslags- och fränslagstider är av storleksordningen 1 ms — tungreläet är med andra ord ca 10 gånger snabbare. Reläkontaktens livslängd beräknas till flera hundra miljoner arbetsoperationer. Tungreläet tillverkas i två utföranden — med ett resp. två tungelement,

och finns i olika varianter. Ett tjugotal varianter lagerföras. De små dimensionerna betyder ringa platsbehov och låg vikt.

Tungelementet levereras även separat för t.ex. beröringslös påverkan med permanentmagnet.



LM ERICSSONS SVENSKA FÖRSÄLJNING AB

STOCKHOLM: Kungsgatan 33, tel. 08/22 31 00

GÖTEBORG: Fröklöversg. 7, Västra Frölunda, tel. 031/45 05 00

● MÄLMÖ: Stora Nygatan 29, tel. 040/711 60

● SUNDSVALL: Rådhusg. 1, tel. 060/15 59 90



Denna monolitkrets med
1,3 mm sida innehåller
inympt i en enda kristall
ett tjugotal transistorfunktioner.

Swd 2-073

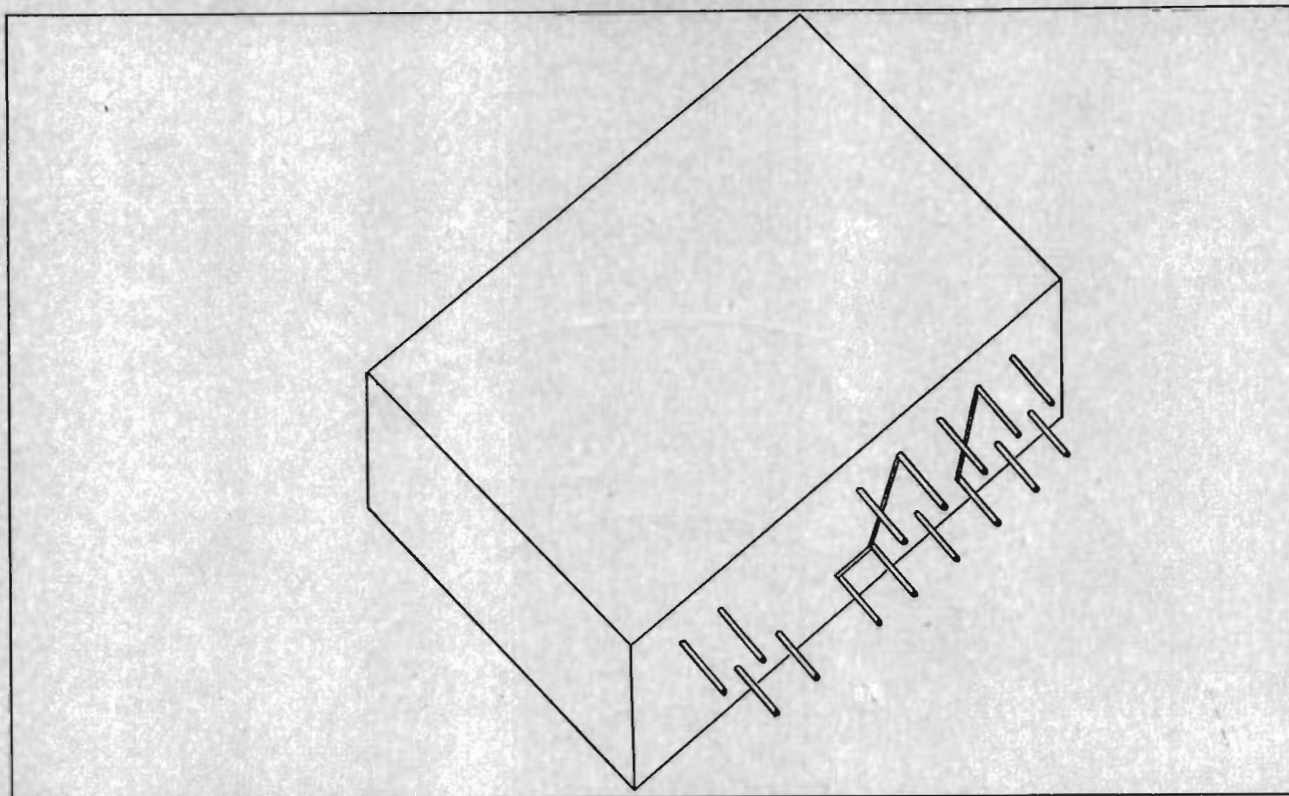
SIEMENS SYSTEM 4004

— världens första datafamilj med monolitiska kretsar

Siemens presenterar en ny familj datamaskiner med den nya tekniken MONOLITISKT INTEGRERADE KRETSAR. Dessa tredje generationens datamaskiner är kompatibla med varandra vid utbyte av både program och data. De är dessutom kompatibla med äldre och nyare maskiner av andra fabrikat.

SIEMENS SYSTEM 4004 består inte endast av maskinerna med dessa egenskaper, utan även av färdiga programmeringsmedel i paketform, som förenklar programmeringen. Det består vidare av all den service i form av utbildning, systemutveckling och underhåll, som en världskoncern kan prestera.

SVENSKA SIEMENS AB, Datasektionen, Fack Sthlm 23, Tel. 22 96 40



Styrmodul. (FÖR TYRISTORER)

För styrning av en eller två tyristorer i ett 50-periodiskt enfasssystem kan vi nu leverera en **plastinkapslad styrmodul** till lågt pris.

Tillsammans med någon av våra tyristorstackar kan man på ett enkelt sätt kontrollera effekten till t.ex. ugnar, belysningsanläggningar och motorer. Lämpliga tyristorstackar är **OTH07-506**, **OTH16-401**, **OTH23-403** och **OTH54-401**.

Uttag finns även för olika former av återkoppling för applikationer som kräver en viss grad av automatisk kontroll.

Begär fullständiga data och prisuppgifter!

Följande broschyrer finns :**MY5000 Thyristor Trigger Module**, **One-Horsepower Single-Phase Motor Control Bridge**.



SVENSKA MULLARD AB STRINDBERGSGATAN 30 STOCKHOLM NO TELEFON 08/67 01 20

Mullard



TOTAL PLANAR

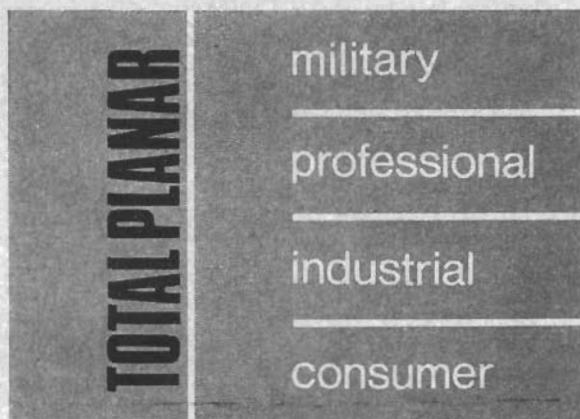
**FOUR RANGES OF SILICON PLANAR
DEVICES MAKE PLANAR PERFORMANCE
AN ECONOMIC PROPOSITION
FOR ALL ELECTRONIC EQUIPMENT**

**For the first time in Europe, Silicon Planar
devices are a practical proposition
for ALL electronic equipment designs,
from radio to radar, from television
to telemetry.**

**Fully phased to cover the complete
spectrum of price and performance,
these ranges by SGS-Fairchild
enable designers to make the optimum
choice of semiconductors
or monolithic micrologic to meet
each particular circuit requirement.**

**On the following pages you will find brief
descriptions of SGS-Fairchild devices
for Military, Professional, Industrial and
Consumer applications.**

**For each range there is a "Planar Selector"
providing designers with a quick
and easy reference to all the types
within the particular range.**



LET US KNOW

**Glance through the general descriptions of each
range on the following pages, then write to us for a
copy of the "Planar Selector" covering your type
of application.**

**SGS-FAIRCHILD/Sergels Torg 12/STOCKHOLM
Tel. 24 86 75.**



AEG

universal- instrument



typ **UM**

robusta och pålitliga
all-roundinstrument
för korrekta mätvärden

AEG universalinstrument har spännbandsupphängda mätsystem och är genom sin konstruktion mycket tåliga mot stötar och överbelastning. Anslutning och omkoppling är enkel och överskådlig.

För speciella mätuppgifter finns utförande med transistorförstärkare och inbyggda batterier.

Följande instrumenttyper ingår i UM-serien:

Universalinstrument $\approx$

34 mätområden för ström och spänning
 $R_i = 1000 \Omega/V$

Universalinstrument —

22 mätområden för ström och spänning
samt 4 för motstånd
 $R_i = 100 k\Omega/V$

Transistorgalvanometer —

$C_i \approx 5 nA/skd$, skala: 40-0-40
Känslighetsinställning i 5 steg 1/1–1/10 000
 $R_i \approx 10 k\Omega$
 $T_o \approx 3,5 s$ — oberoende av yttre motstånd

Högfrekvensvoltmeter

40 Hz — 30 MHz (för vissa mätområden upp till 300 MHz)
5 mätområden 0,25–20 V
Ohmska och kapacitiva spänningsdelare för spänningar upp till 500 V

Universalmillivoltmeter $\approx$

7 mätområden

Högohmigt universalinstrument $\approx$

16 mätområden för spänning och 4 för motstånd
 $R_i = 25 k\Omega/V$

Transistorinstrument —

19 mätområden för ström och spänning
samt 1 för motstånd
 $R_i = 1 M\Omega/V$

Transistorgalvanometer $\approx$

Kraft och tonfrekvens
Fullt utslag 0,3 μA
Känslighetsinställning i 6 steg
1/1–1/100 000
 $R_i \approx 1 k\Omega$
 $T_o \approx 3,5 s$

T 80. 7

AEG

ELEKTRISKA AKTIEBOLAGET AEG

STOCKHOLM
08/29 00 80

GÖTEBORG
031/19 20 30

MALMÖ
040/711 40

NORRKÖPING
011/344 40

SUNDSVALL
060/15 58 25

SKELLEFTEÅ
142 10

KARLSTAD
054/157 15



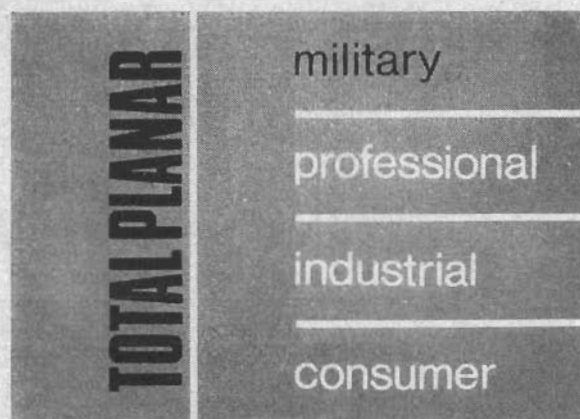
MILITARY

The most comprehensive and versatile range of high performance, high reliability Silicon Planar diodes, transistors, multi-chip devices and integrated circuits available in Europe.

Developed for, and proven by, some of the world's major military and space projects, this range is the first logical choice for every electronic application demanding the most advanced technologies.

Including well over two hundred silicon planar diodes, transistors, and multi-chip devices, many with CV approval, and more than thirty integrated circuits, the range covers:

PNP General Purpose Transistors, NPN General Purpose Transistors, NPN High and Very High Frequency Amplifier Transistors, NPN Low Level Amplifier Transistors, NPN Switching Transistors, NPN High Speed Switching Transistors, PNP Switching Transistors, NPN Dual Transistors, General Purpose Diodes, Fast and Ultra Fast Diodes, Epitaxial Micrologic, Epitaxial Milliwatt Micrologic, Epitaxial Diode — Transistor Micrologic, Transistor — Transistor Micrologic, High Gain Wideband D.C. Amplifiers, Integrated Differential Amplifiers.

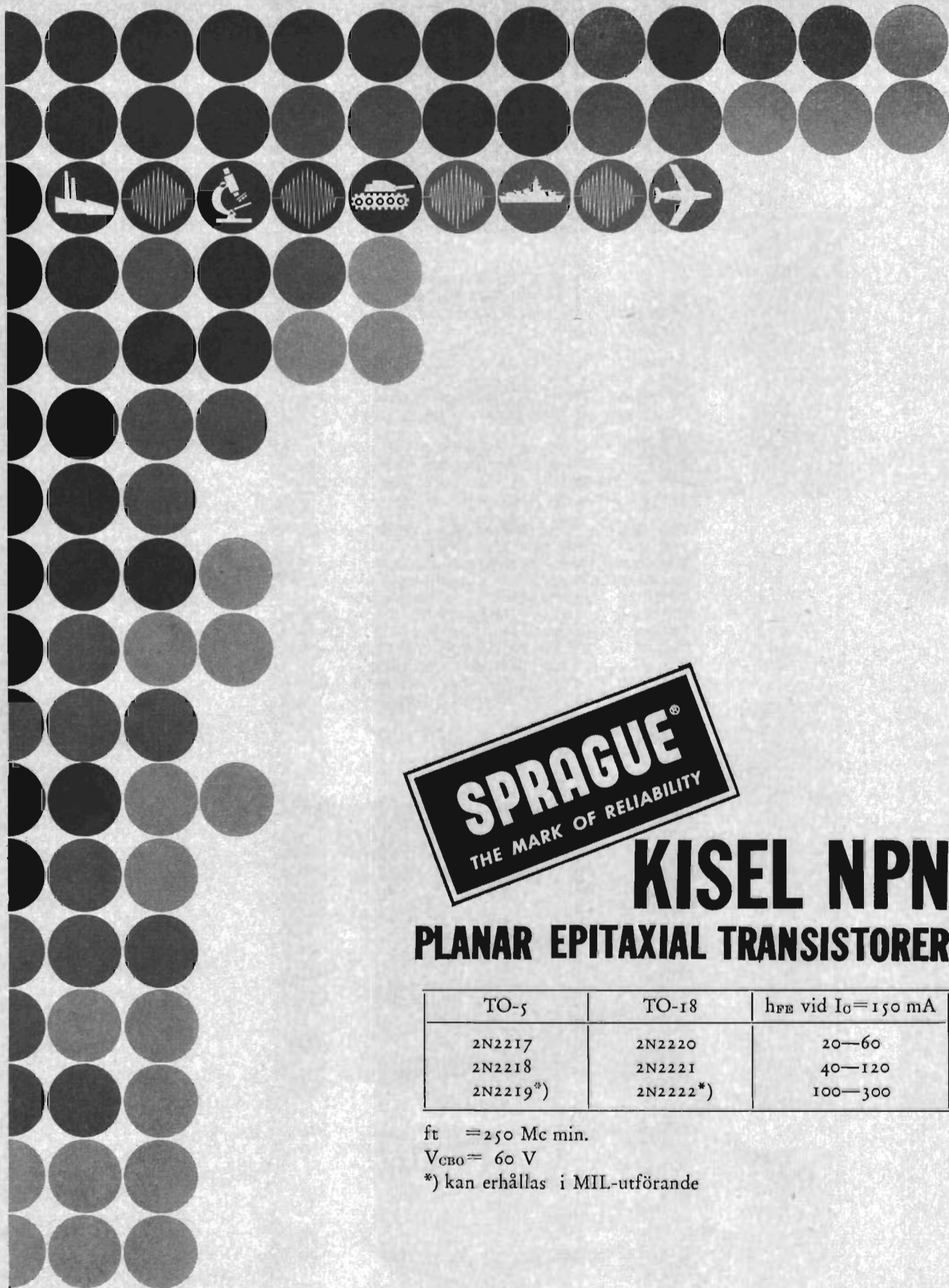


LET US KNOW.

If the Military range seems the optimum choice for your application write to us on your company notepaper for a copy of the "Planar Selector" catalogue on these types.

SGS-FAIRCHILD/Sergels Torg 12/STOCKHOLM
Tel. 24 86 75.





KISEL NPN PLANAR EPITAXIAL TRANSISTORER

TO-5	TO-18	h_{FE} vid $I_0 = 150 \text{ mA}$
2N2217	2N2220	20—60
2N2218	2N2221	40—120
2N2219 ^{*)}	2N2222 ^{*)}	100—300

$f_t = 250 \text{ Mc min.}$

$V_{CBO} = 60 \text{ V}$

^{*)} kan erhållas i MIL-utförande

AERO MATERIEL AB

AVDELNING ELEKTRONIKKOMPONENTER • GREV MAGNIGATAN 6 • STOCKHOLM ☎ • TELEFON 23 49 30

E 419



PROFESSIONAL

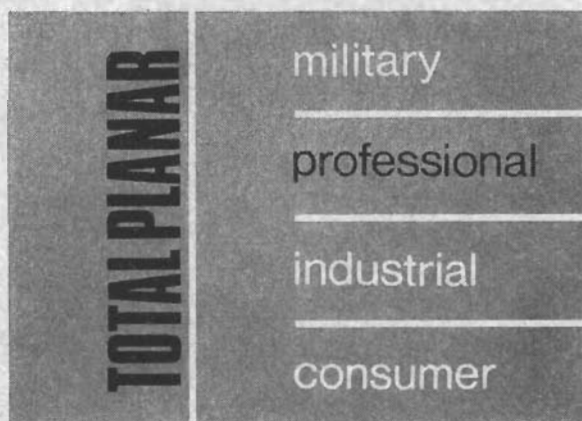
A complete range of Silicon Planar diodes, transistors, special products and integrated circuits with a performance specified to meet the exacting requirements of professional electronic equipment such as communications, radar, high grade oscilloscopes.

It offers the designer high electrical performance, close tolerances and wide operating temperatures, whilst all discrete devices in the range are covered by SGS-Fairchild Semiconductor Users Reliability Evaluation (SURE).

Available under Pro-Electron numbers, the range includes such outstanding types as the BFY 77, a very high beta at very low current device; the BSX 12 which is characterised by very low switching time at high current; and the BFY 57 with a very high breakdown voltage for video output stages.

In all there are well over thirty devices in the Professional range grouped in these families:

NPN Controlled-Storage Transistors, NPN High voltage and Medium Power Transistors, PNP Complementary Transistors, RF/IF Transistors, Matched Dual Transistors, Low Leakage High Conductance Diodes, Fast and Ultra Fast Switching Diodes, Epitaxial Monolithic Digital Integrated Circuits, Epitaxial Monolithic Analogue Integrated Circuits.



LET US KNOW.

If the Professional Range seems the optimum choice for your application, write to us on your Company notepaper for a copy of the "Planar Selector" catalogue on these types.

SGS-FAIRCHILD/Sergels Torg 12/STOCKHOLM
Tel. 24 86 75.



SOLARTRON

PULSGENERATORER

INBUNDEN



GO 1377

Enkel eller dubbelpuls.

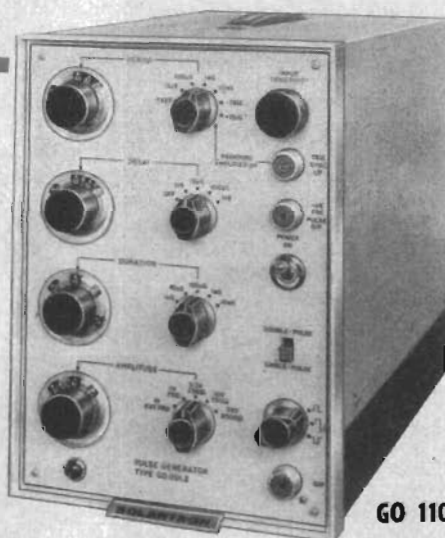
Triggning eller synkronisering från yttre signal samt fyrkantning.

Förpuls för t.ex. triggning av oscilloskop pos. eller neg. direkt eller fördröjd.

Dekadisk inställning.

Grindingång för generering av pulståg gäller för GO 1377.

Hög utspänning samt parafas-utgång.



GO 1101.2

TEKNISKA DATA

GO 1101.2

Periodtid: 2 μ s—100 ms
Pulslängd: 1 μ s—100 ms
Fördröjning: 1 μ s—10 ms
Pulsamplitud: 0,5 V —100 V
Stigtid: 10 ns vid 3 V
Noggrannhet: $\pm 10\%$

Pris: 2 475:—

GO 1377

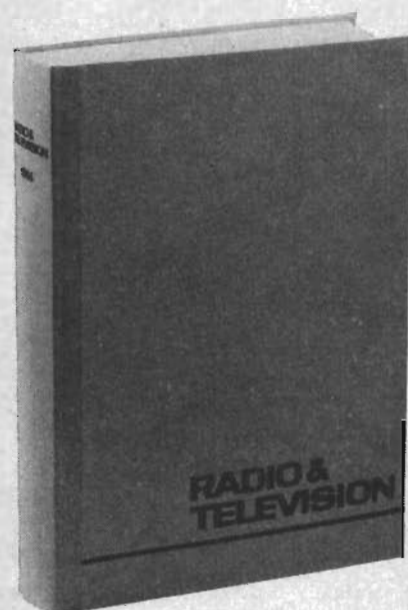
Periodtid: 0,2 μ s—100 ms
Pulslängd: 0,1 μ s—100 ms
Fördröjning: 0,1 μ s—100 ms
Pulsamplitud: 0,3 V —100 V
Stigtid: 10 ns vid 3 V
Noggrannhet: Tid $\pm 5\%$
Spänning: $\pm 2,5\%$

Pris: 5 400:—

För teknisk rådfrågning och detaljerade data, kontakta:

SCHLUMBERGER SVENSKA AB

Vesslevägen 2—4 • Lidingö 1 • Tel. 65 28 55



ÅRGÅNG 1964
i grå pärm
med tegelröd
klotrygg

Pris inkl. oms **37:—**

Inbindnings-
1964 pärm
samma
utförande som
ovanstående

Pris inkl. oms **4:05**

Till RADIO & TELEVISION
Stockholm 21

Sänd mot postförskott:

☐ Inbunden årgång 1964
å **37:—**

☐ Inbindningspärm 1964
å **4:05**

Namn:

Adress:

Postadress:



INDUSTRIAL

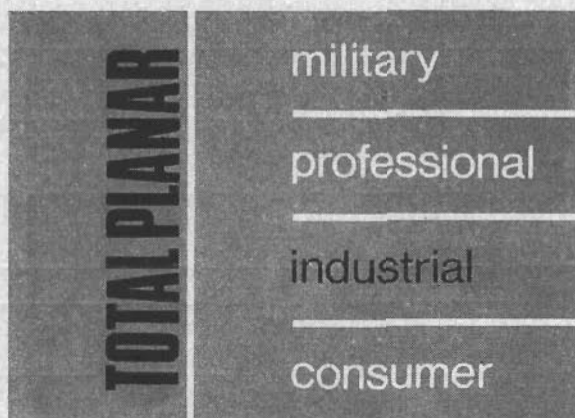
This range of diodes, transistors, special products and integrated circuits brings all the inherent advantages of Silicon Planar to industrial electronic equipment designs where germanium devices have previously been necessary on grounds of cost.

High reliability, high junction temperature characteristics, low leakage current, ball bonded leads, guaranteed long-term stability - these are a few of the Silicon Planar benefits now available to designers of the whole range of industrial electronic equipment.

SGS-Fairchild Industrial Planar devices are immediately available with assured continuity of supply. Quick delivery of large and small orders is made possible by the SGS-Fairchild network of distributors throughout Great Britain.

There are twenty six types in the Industrial Range grouped in these families:

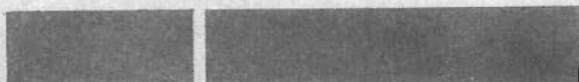
PNP and NPN Universal Transistors, High Voltage High Gain Transistors, Diodes, Dual Transistors, Low Cost Micrologic.



LET US KNOW.

If the Industrial Range seems the optimum choice for your application, write to us on your Company notepaper for a copy of the "Planar Selector" catalogue on these types.

SGS-FAIRCHILD/Sergels Torg 12/STOCKHOLM
Tel. 24 86 75.



AGENTER
SVERIGE
Bay & Co. Svenska AB
Pirellihuset, Hjorthagen Telefon 637050
STOCKHOLM 39

FRANKRIKE:
General Instrument France
3, Rue Scribe Telefon RIC. 19.29
PARIS 9e

SPANIEN:
Productos Pirelli S.A.
Grupo Electronico
Aparlado 7 Telefon 221.31.31
BARCELONA

STORBRITANNIEN OCH IRLAND:
Bay & Co. (U.K.) Ltd.
Pirelli House
343-345 Euston Road Telefon EUSlon 3131
LONDON N.W. 1

TYSKLAND:
Pirelli Vertriebs GmbH
Bockenheimer Landstrasse 96 Telefon 774.583
FRANKFURT/MAIN

GENERALAGENT FOR EUROPA
Bay & C. S.p.A.,
Via Fabio Filzi 22, Tel. 62 22
Milano (Italy)

ViP*

Voltage Impulse Protection Eliminerar problemet med backspänningstoppar.

Kisellikriktare med dubbeldiffunderad yta.

Framström: 2 A. Backspänningar: 200, 400, 600, 800, 1000 V.

Hermetiskt slutet metallhölje.

Självskyddad mot transienta spänningar upp till 5000 V, tål
effektoppar på upp till 1 kW i spärriktningen.

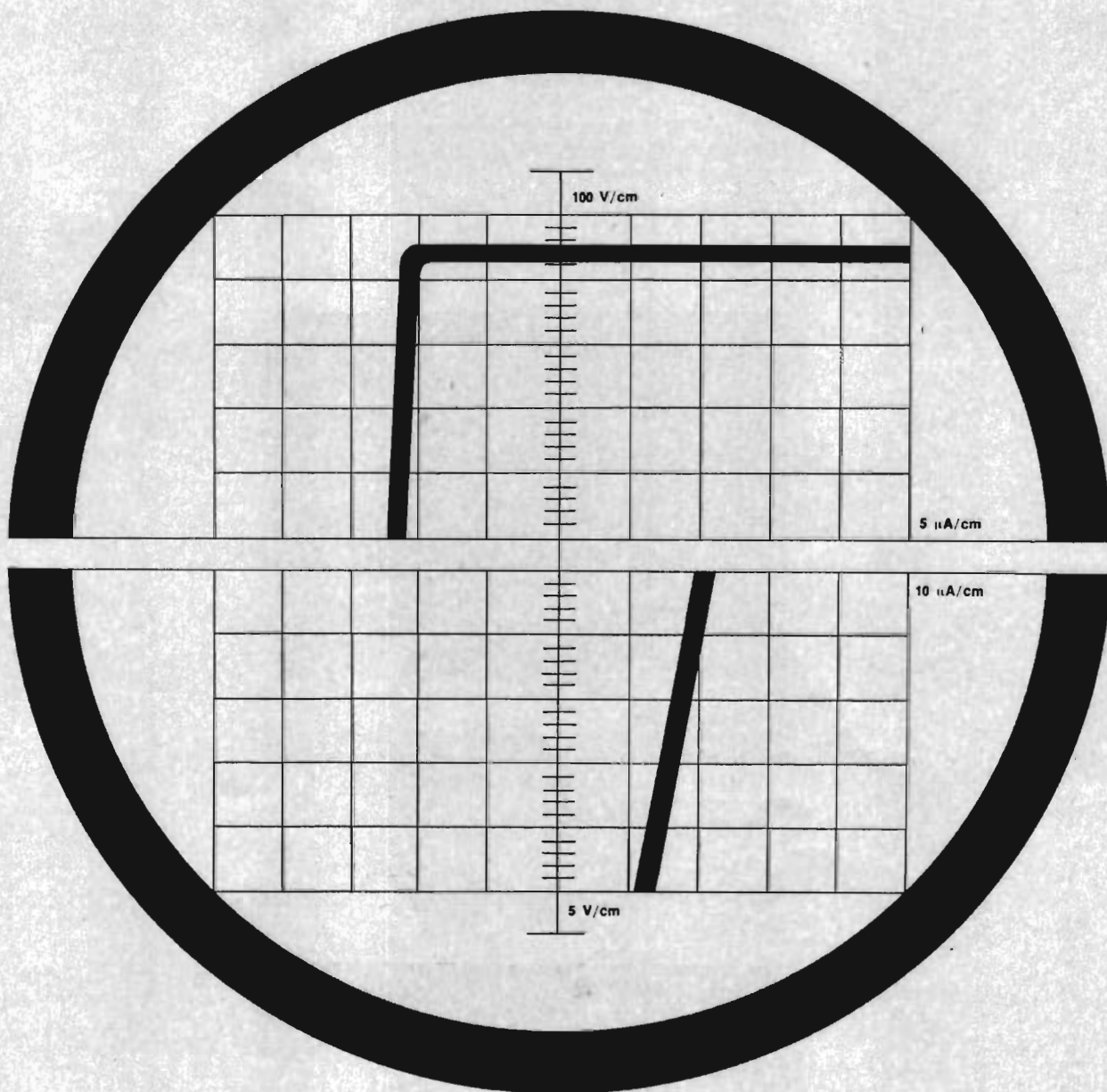
Behovet av skyddsanordningar bortfaller vid tillverkning av
nättaggregat.

Stränga långtidsprovningar garanterar hög tillförlitlighetsgrad.

Mycket låg dynamisk impedans i lavinområdet: mellan 5 och
50 μ A, Δ BV = 3 V.



PIRELLI APPLICAZIONI ELETTRONICHE





CONSUMER

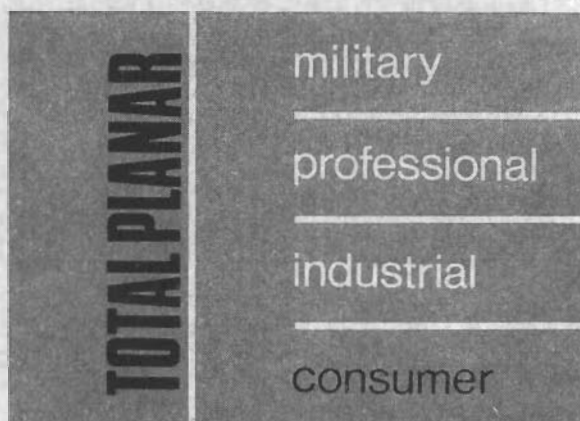
Planar uniformity and surface stability have been coupled with advanced packaging techniques to produce Europe's first range of Silicon Planar devices specifically intended and priced for consumer electronics.

In addition to low cost, high performance and high reliability, these devices have the advantage of low leakage characteristics that leads to a reduction in the number of components required for many applications.

The range contains twenty-eight types, and includes kits for television, AM and FM radio, hearing aids, tape recorders, amplifiers, as well as types for electronic clocks, watches and toys. It enables designers working on these circuits to develop more reliable, lower cost transistorised equipment TO-DAY.

SGS-Fairchild Silicon Planar devices for consumer applications are available in these families:

Low Frequency Transistors, High Frequency Transistors, Low Noise Transistors, VHF/UHF Transistors (AGC and non AGC), General Purpose Transistors, Diodes, Microminiature Transistors (steel tabs).



LET US KNOW.

If you are working on Consumer Electronics, write to us on your Company notepaper for a copy of the "Planar Selector" catalogue on the Consumer range.

SGS-FAIRCHILD/Sergels Torg 12/STOCKHOLM
Tel. 24 86 75.





Elektrisk kraft- och mätteknik

*Transformatorer
Provutrustning för högspanning
Speciella isolatorer
Elmatare
Göt
Matinstrument
Flyginstrument*



Elektronik

*Mikrokretsar
Hälvledare
Elektronrör
Industriella katodstråleror
Flyg- och markradar*



Automatisering

*On-line databehandling
Processkontrollsystem
Styrning av verktygsmaskiner
Produktionskontroll
Trafiknavigering och kontroll
Eldledningssystem
Trafikkontrollsystem*

Elkraftteknik + Elektronik + Automatik

Alltifrån elektrisk kraftteknik via elektroniken till kompletta automatiserade system behärskar Ferranti-organisationen en hel värld av avancerad teknik. Detta är resultatet av över 80 års forskningsarbete, där man alltid strävat att undersöka nya områden av vetenskapligt kunnande. □ Detta gäller särskilt inom automatiken. Ferranti i England är en av de få organisationer i världen som har de nödvändiga förutsättningarna inom alla de områden, som denna teknik

berör. □ Det är därför som så många industrier vänder sig till Ferranti med sina automatiseringsproblem. Förra året åtog sig Ferranti-organisationen lämplighetsstudier avseende mer än 100 olika industriella tillämpningar. Nya uppdrag påbörjas varje vecka. □ Skriv till Ferranti eller dess agenter angående ert automatiseringsproblem. Ferranti kan som få andra analysera och klargöra problemställningar. En Ferranti-studie kan mycket väl vara svaret Ni söker.

Detta är **FERRANTI**

AGENTER I HELA EUROPA. I SVERIGE: BERGMAN & BEVING AB, FACK, STOCKHOLM 10. TELEX 19929 FERRANTI LTD., HOLLINWOOD, LANCASHIRE, ENGLAND. TELEX 66-342.

In this issue:

P. 44. FORSHUFVUD, R: *The AGA Thermovision system.*

In this paper, an equipment for studying the temperature distribution of objects near room temperature is described. The equipment scans the infrared radiation, converts it into an electrical signal and represents it as a picture on the screen of a cathode ray tube at the rate of 16 pictures per second. The brightness on the screen is a relative measure of the intensity of the infrared radiation. With the system described, it is possible to detect temperature differences as small as $0,1^{\circ}\text{C}$.

P. 56. OHLON, R: *The SI system—an introduction*

The article starts with the definitions of the International System of Units (SI units) which in 1964 were adopted by the Swedish Standards Association. The background for the basic mechanical unit i.e. length, mass, and time is described broadly. As the background for the electrical unit in the SI system the experiments of Coulomb and Ampère are related as also the British recommendations for the electrical units which followed after the work of Weber. The determination of the resistance unit according to Lampard is described in principal. The background of practical temperature scale, the International Temperature Scale, which is related to the thermodynamic scale by measurements is described as also the definition of a light unit (the candela unit). The article is concluded with supplementary remarks.

P. 66. DUMMER, G W A; LETCHFORD, A: *Connections and interconnections for Microelectronics*

Now that the initial difficulties have been overcome in the production of microelectronic integrated circuits more effort is applied on solving the problems involved in the construction of equipments using such circuits. The aim is equipment reliability and compactness comparable to sealed microelectronic packages and one of the requirements is reliable connections within and between the packages. The article deals with a few of the methods of connections and interconnections possible in microelectronics. Some of these methods are in daily use and have been proved over years, others are experimental. Wrapped, soldered and welded joints are used and among the welding technics which have been investigated are Ultrasonic Welding, Electron Beam Welding and Laser Welding. None of the methods can be claimed to be entirely satisfactory, but each technic may well prove to provide the solution for a particular problem.

For subscribers outside Scandinavia the annual rate (8 numbers) is:

in USA \$ 6.25
» Germany DM 24.80
» England £ 2.4.8
» France NF 30.60

postage included

Satsa på "Viggen"!

I mars 1965 framlade den av regeringen tillsatta s.k. »Flygmaterielberedningen» ett betänkande avseende den fortsatta utbyggnaden av det svenska luftförsvaret. I denna utredning föreslås att det svenska flygvapnet till väsentlig del baseras på ett av Flygförvaltningen i samråd med svenska industriföretag utarbetat »System 37 Viggen», ett stridsflygplan med unik aerodynamisk utformning och med en elektronisk specialutrustning av avancerat slag.

»Viggen» är utformat så, att flygplanet — med olika specialutrustning — kan utnyttjas för attack, jakt, spaning eller skolflygning. »Viggen» skulle därför kunna ersätta alla stridsflygplan som för närvarande utnyttjas inom svenska flygvapnet.

Enligt ursprungliga

planerna skulle svenska flygvapnet ha 800 flygplan av typ »Viggen» till en sammanlagd kostnad av ca 8200 miljoner kr. Utvecklingskostnaderna för Viggenprojektet har hittills belöpt sig till ca 500 milj. kr. och för budgetåret 1965—66 föreslår försvarsminister *Sven Andersson* i sin proposition¹ att ytterligare 283 milj. läggs ner på fortsatt utvecklingsarbete, så att de första provflygningarna med »Viggen» skall kunna företas i början av 1967.

Däremot vill inte försvarsministern att några förberedelser för serieproduktion av »Viggen» skall göras nu, vilket beräknas medföra att serieleveranserna blir ca 1,5 år försenade.

Det kan

vara skäl att här erinra om att en betydande del av utrustningen i ett modernt stridsflygplan består av delvis mycket avancerade elektroniska system.² Av kostnaderna för ett Viggen-plan är sålunda inte mindre än 30 % att hänföra till den elektroniska utrustningen.

En väsentlig del av det elektroniska konstruktionsarbetet för Viggenprojektet förutses bli utfört vid svenska företag och av svenska fackmän. Vidare är avsikten att betydande delar av denna utrustning skall byggas vid svenska elektronikföretag. Därmed har Viggenprojektet betydande återverkningar inom hela elektronikbranschen.

Genom den föreslagna injektionen av stora pengar i ett avancerat elektroniskt projekt får en viktig del av landets elektroniska industri inriktning på kvalificerade tillverkningsobjekt. Från dessa industrier kommer vi — amerikanska och brittiska erfarenheter tyder därpå — tack vare de ökade resurserna, att få en värdefull avtappning av elektronikidéer till den civila sektorn.

En satsning på "Viggen"

innebär därför en investering i värdefullt tekniskt kunnande på högsta nivå och ett värdefullt tillskott av elektroniskt »know how» till landets elektronikindustri. Inte minst viktigt ur militär synpunkt är att vi därigenom dels får en grupp tekniker med kompetens att konstruera avancerad elektronisk apparatur, dels en produktionsapparat med erfarenhet av hur elektronisk apparatur av detta slag skall anpassas till våra förhållanden. Säkert en viktig förutsättning för att vi överhuvud taget skall kunna hålla oss med ett slagkraftigt flygvapen här i landet.

Eftersom vår

hårt rationaliserade industri i hög grad är beroende av elektroniken för att nå ökad effektivitet, är en stimulans av det slag som projekt Viggen innebär, också en stimulans för hela industrin. Även återverkningarna på forskning och vetenskap, som genomgående i allt högre grad blir beroende av elektroniska hjälpmedel, kan förutses bli gynnsamma.

Man vågar därför med bestämdhet påstå att de miljardbelopp som under de närmaste åren föreslås satsas på »Viggen» inte endast ökar våra försvarsmöjligheter utan också kommer att visa sig vara produktiva pengar, som kommer att ge god »civil» utdelning.

Det är bara synd att den försiktige hr Andersson — på sin tid ryktbar för sin förmåga att i egenskap av kommunikationsminister i årtal fördröja den svenska televisionen — inte vågar satsa mera helhjärtat på Viggenprojektet.

(Sch)

¹ Kungl. Maj:t proposition nr 110 år 1965.

² Artiklar om »System 37, Viggen» kommer i nästa nr av ELEKTRONIK.

Detta är artikelförfattaren, civilingenjör Ragnar Forshufvud, så som han ser ut på en Thermovisions-bild.



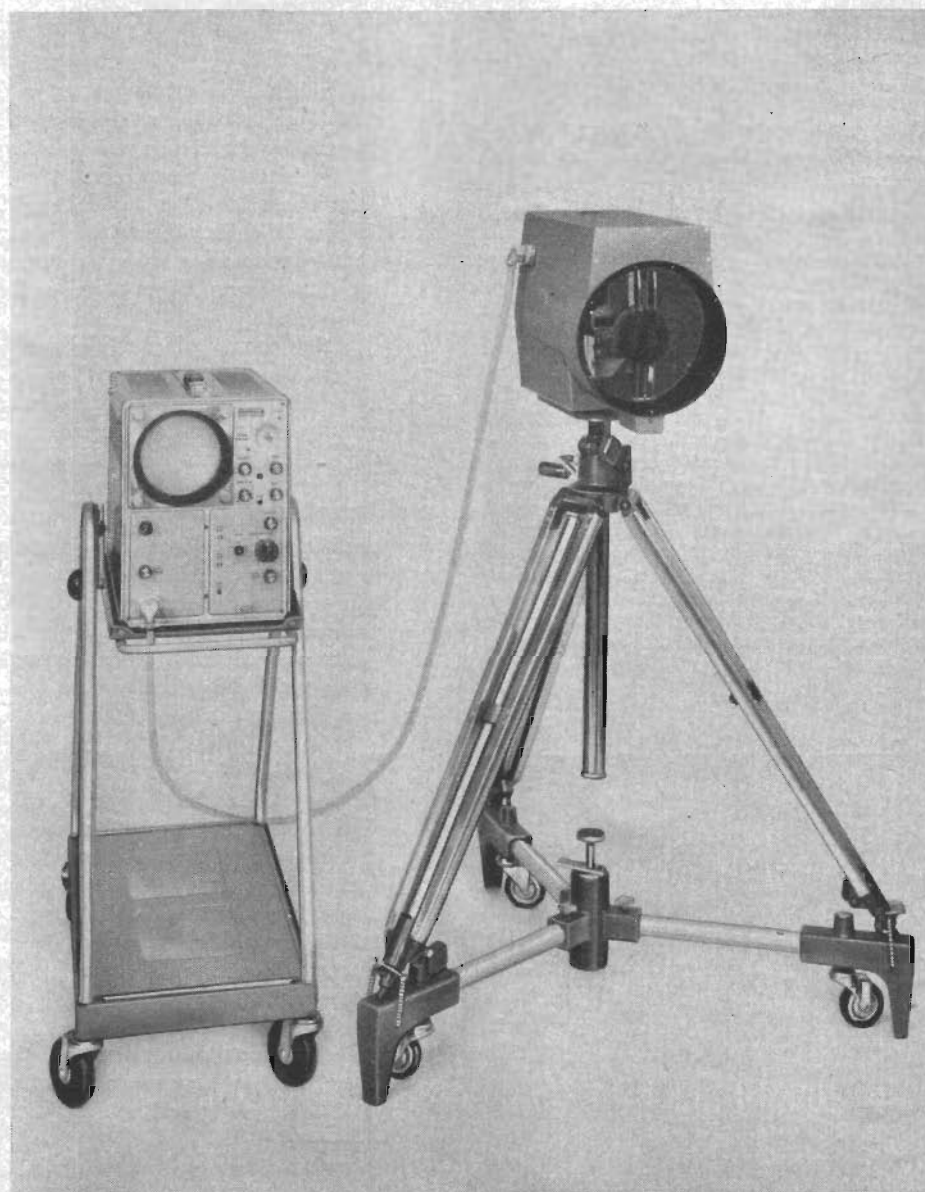
RAGNAR FORSHUFVUD

Snabb svensk ut

»Thermovision» är det namn som Aga låtit inregistrera för en värmebildsutrustning, som utvecklats av en grupp ingenjörer vid Agas fabrik i Roslags Näsby under ledning av tekn. lic. Nils Björk och civilingenjörerna Sven-Bertil Borg och Claes Öhman. Laborator Per Lindberg och civilingenjör Hans Malmberg, båda vid FOA, kom på den metod som användes för linjeavsökningen i kameraenheten. Civilingenjör Ragnar Forshufvud, själv verksam vid Aga, ger här den tekniska bakgrunden till Agas »Thermovision».

Om våra ögon vore känsliga för långvägiga, infraröda strålar och inte bara för det lilla våglängdsområde mellan 0,4 och 0,8 μm som kallas synligt ljus, så skulle vi upptäcka att alla föremål strålar. Vi skulle kunna urskilja föremål i ett rum som nu förefaller oss absolut mörkt. Värmeelementen skulle lysa kraftigast — de skulle ge rummet en god »allmänbelysning». Människorna i rummet skulle vara vandrande punktbelysningar. Om det fanns någon arbetande elektrisk apparatur i rummet, t.ex. ett oscilloskop eller en TV-apparat, så skulle den också vara en kraftig ljuskälla. Men, som sagt, alla föremål skulle utsända »ljus», och om ett föremål före-

Fig 1



rustning för termografi

Fig 2

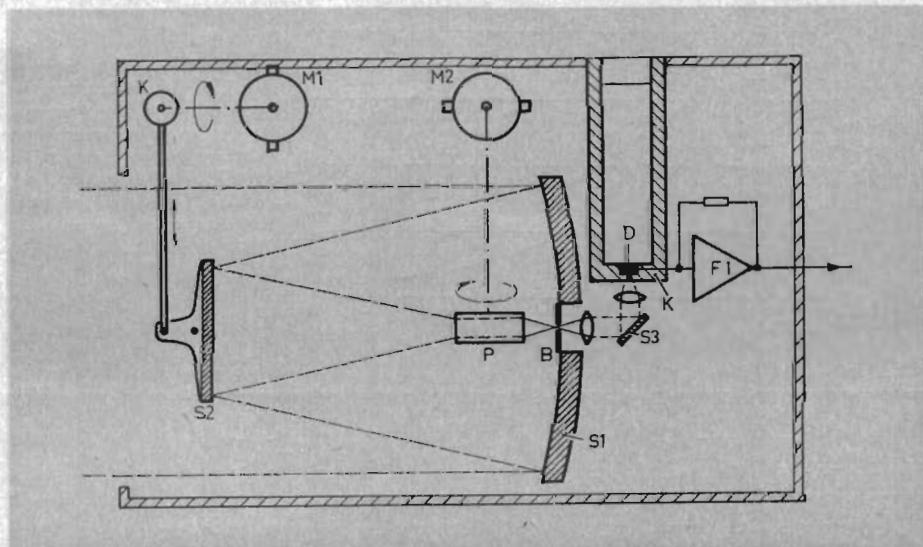


Fig. 1

Agas »Thermovision» består av en värmekamera och en »bildenhet». Kameran väger ungefär 17 kg, bildenheten ungefär 18 kg. Några viktiga data:
 Avståndsområde: 1,5 m till oändligheten
 Bildfält: ca $5^\circ \times 5^\circ$
 Antal linjer/bild 80—100
 Antal bildelement/linje: 100—120
 Antal bilder/sekund: 12—16
 Temperaturupplösning: $0,1^\circ\text{C}$
 Temperaturkontrast
 (svart till vitt): $0,5^\circ\text{C}$ till 50°C
 Temperaturnivå (svart): -25°C till $+150^\circ\text{C}$

The AGA Thermovision system consists of a camera unit and a display unit. The approximate weight is for the camera 17 kgs, for the display unit 18 kgs.

Some important data:
 Range of focus: 1,5 meters to infinity
 Field of view: approx. $5^\circ \times 5^\circ$
 Number of lines/frame: 80 to 100
 Picture elements/line: 100 to 120
 Frame rate: 12 to 16 frames per second
 Temperature discrimination: $0,1^\circ\text{C}$
 Temperature contrast
 (black to white): $0,5^\circ\text{C}$ to 50°C
 Temperature level (black): -25°C to $+150^\circ\text{C}$

Fig. 2

Uppbyggnaden av kameraenheten. Fokuseringen sker genom att planspeglarna förflyttas. För de kortaste avstånden (1,5—3 m) måste man sätta på en särskild distansring. M1 och M2 = elmotorer, K = komskiva, P = roterande prisma, S1 = sfärisk spegel, S2 = planspegel för vertikalavböjningen, B = bländare, S3 = planspegel, F1 = förstärkasteg, K = dewarkärl (se fig. 3), D = detektor-kristall.

Inside view of camera unit. Focussing is done by displacing the plane mirror. For the shortest distances (1,5 to 3 meters) a special distance ring has to be used. M1 and M2 = electric motors, K = cam, P = rotating prism, S1 = spheric mirror, S2 = plane mirror for vertical deflection, B = diaphragm, S3 = plane mirror, F1 = pre-amplifier, K = Dewar container (see Fig. 3), D = detector crystal.

föll mörkt, så skulle det bara bero på kontrastverkan — det skulle betyda att det emitterade litet mindre strålning än de andra. Om vi t.ex. betraktade en människas ansikte, så skulle ögonhålorna och läpparna förefalla ljusa, medan de kallare partierna — näsan och öronen — skulle förefalla mörka.

Vid *Agas Aktiebolag* har man utvecklat en anläggning som man kallar »Thermovision» som faktiskt gör det möjligt att direkt observera den infraröda strålningen (IR-strålningen) från föremål av rumstemperatur. »Värmebilderna» återges som en vanlig TV-bild på ett oscilloskop.

Det här att göra synliga bilder med hjälp av infraröd strålning är inte i och för sig något nytt. Men med äldre utrustningar kunde man bara iakta mycket varma föremål, eller också krävde de en IR-strålkastare för att kunna fungera. Arbetar man med en IR-strålkastare får man givetvis ingen upplysning om föremålets temperaturfördelning. Avsikten med en anläggning av det slaget är i stället att man skall kunna se i mörkret — den har alltså huvudsakligen militär användning. Först på senare tid har det utvecklats anläggningar som återger värmebilder av föremål vid rumstemperatur. Så vitt bekant är Agas Thermovision det enda system som möjliggör ett direkt studium av värmebilderna — andra, kommersiellt tillgängliga anläggningar av liknande slag arbetar med fotografier som mellanled.

Utrustningen består av en värmekamera och en bildenhet, fig. 1. Värmekameran är monterad på ett stativ med hjul. Bildenheten påminner starkt om ett oscilloskop, och det har sin naturliga förklaring. Man har utnyttjat chassi, bildrör och spänningsskall hos ett oscilloskop av *Fairchild's* till-

Infrarött och ultraviolett

Anledningen till att ögat inte kan uppfatta strålningen från föremål av rumstemperatur är att strålningen har för kort våglängd. Vid rumstemperatur sker nästan all strålning vid våglängder som ligger ovanför $3\text{ }\mu\text{m}$ som framgår av fig. 1. Men vid högre temperaturer tilltar strålningen, och det är den kortvågiga strålningen som ökar mest. Kurvan förskjuter sig mot allt kortare våglängder. Vid cirka 700°C börjar en del av strålningen att ske vid så korta våglängder att vi kan uppfatta den med ögat — föremålen blir rödglödande. Det röda ljuset har den längsta våglängden — det är därför vi ser det röda ljuset först. Höjer vi temperaturen ännu mer, blir ljuset först gulaktigt och slutligen vitt. Vid det laget sker redan en del av strålningen vid en våglängd som är för kort för att ögat skall kunna uppfatta den.

Sådan strålning som har alltför lång våglängd för att ögat skall kunna uppfatta den kallas *infraröd* strålning. Sådan strålning som är osynlig därför att den har alltför kort våglängd kallas *ultraviolett* strålning. »Infra» betyder hitom, innanför, medan »ultra» betyder bortom, utanför. Vad som är hitom och bortom i det här fallet kan ju vara en smaksak. I Sverige har man velat införa benämningen »ultraröd strålning», och det kanske är en bra benämning i och för sig,

men den har små utsikter att bli allmänt accepterad, så länge de engelskspråkiga fortsätter att säga och skriva »infrared» (ofta förkortat IR).

Den elektromagnetiska strålningens spektrum återges i fig. 2. Det infraröda området ligger mellan mikrovågsområdet och det synliga området. Det finns en skillnad mellan den strålning som vi själva åstadkommer på radiofrekvens med elektroniska hjälpmedel och naturens egen strålning på högre frekvenser: den förra är koherent, den senare inte. Detta innebär, populärt talat, att den naturliga strålningen beter sig som om den sändes ut i korta stötar från ett antal inbördes oberoende radiosändare med slumpvis varierande fas.

Den svarta kroppen

Alla kroppar strålar inte lika mycket. Om en kropp absorberar mer strålning än andra, så sänder den också ut mer strålning än andra. Ett intressant tankeexperiment är att tänka sig ett rum i termisk jämvikt. Alla föremål i rummet har samma temperatur. Eftersom inget föremål av sig självt kan höja eller sänka sin temperatur måste den totala strålningens energi som utsändes från varje föremål vara lika stor som den strålningens energi som träffar samma föremål. Det betyder, att om ett föremål absorberar all strålning som faller på det, så måste dess utstrålning också vara den maximalt tänkbara. Om å andra sidan ett föremål reflekterar all strålning som faller på det,

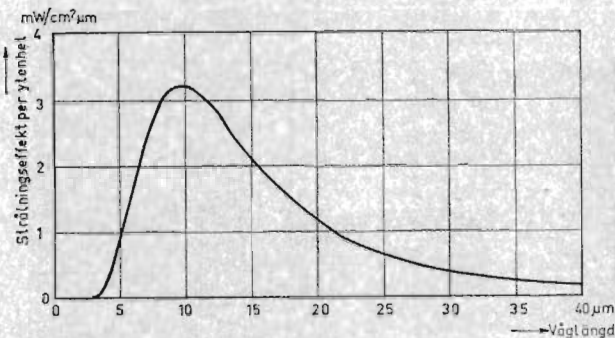


Fig. 1. Strålning från en svart kropp av temperaturen 25°C . Maximum ligger vid en våglängd av ungefär $10\text{ }\mu\text{m}$. Ordinaten anger strålningseffekten i mW/cm^2 inom varje våglängdsområde av $1\text{ }\mu\text{m}$ bandbredd. Den integrerade ytan under kurvan motsvarar effekten $45\text{ mW}/\text{cm}^2$.

verkning och byggt in avböjningskretsar av TV-typ, videoförstärkare m.m. Alla elektriska kontroller befinner sig på bildenhetsens panel. Liksom på en vanlig TV kan man här ställa in ljusstyrka, kontrast m.m.

I figurtexten anges några av utrustningens viktigaste data. Av speciellt intresse är den höga upplösningförmågan, som gör det möjligt att upptäcka temperaturskillnader på $0,1^\circ\text{C}$.

»Thermovision» är ett av Aga inregistrerat varumärke för en viss utrustning och är alltså jämförbart med ord som »Ericofon» och »Masonite». När man talar om själva tekniken, det elektriska återgivandet av värmebilder på ett bildrör, bör man därför använda det neutrala ordet »termografi».

Optiken

Som framgår av fig. 2, träffar värmestrålarna från objektet först den konkava spegeln S1. Denna konkava spegel, som har en diameter av 200 mm , bryter samman

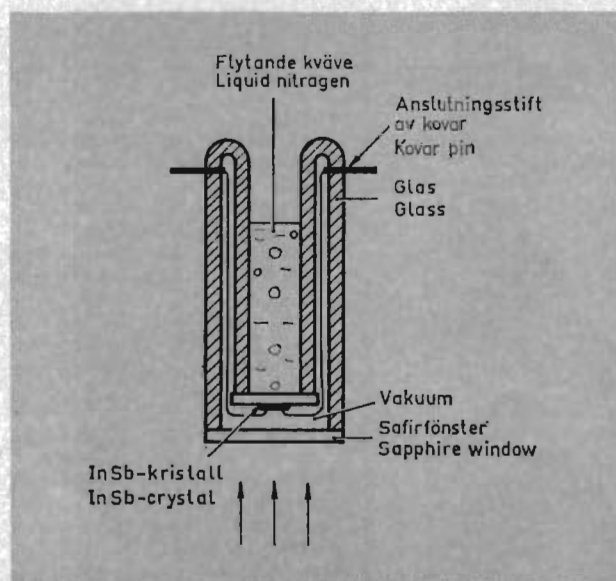


Fig. 3. Detektorkristallen är monterad i ett dewarkärl, som fylls med flytande kväve. Strålningen träffar kristallen genom ett fönster av safir. Safir är i motsats till glas genomsläppligt för infraröda strålar.

The detector crystal is mounted in a dewar which is filled with liquid nitrogen. The sapphire window will pass-through infrared radiation, which would not be the case with a glass window.

strålarna mot en mindre, plan spegel S2 med 100 mm diameter. En motordriven mekanism ger den plana spegeln en vic-

kande rörelse av frekvensen 16 perioder/sekund. På det sättet sker den vertikala avsökningen av bilden. Från den plana spe-

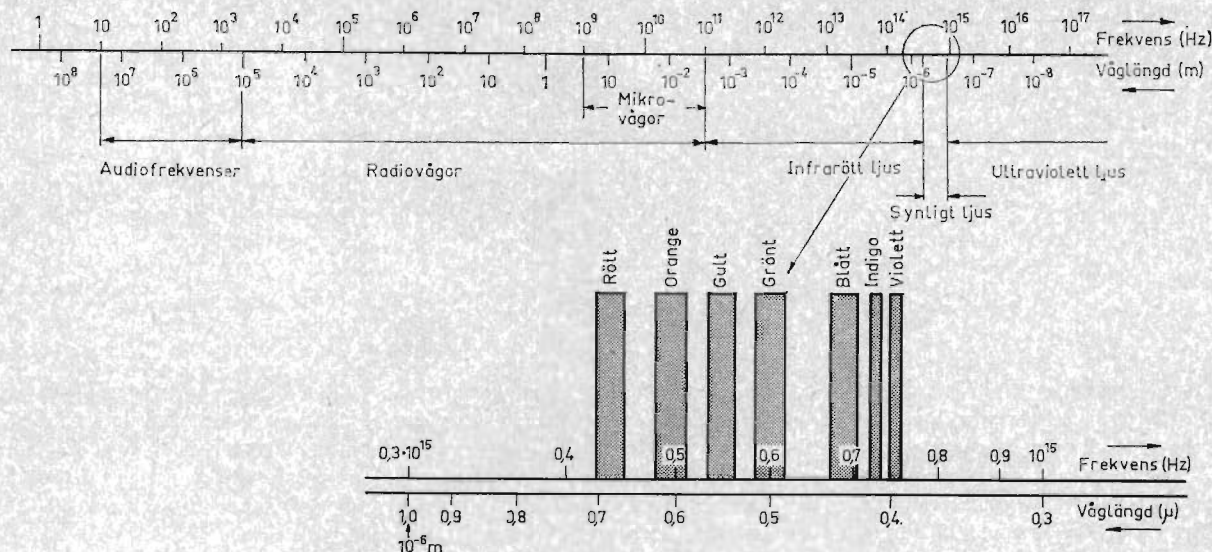


Fig. 2.

Spektrum för elektromagnetisk strålning. Det infraröda området ligger mellan det synliga ljuset och mikrovågsområdet.

så måste dess utstrålning vara lika med noll.

Man kan utsträcka resonemanget till att omfatta genomskinliga föremål, och man finner då — fortfarande under förutsättning att termisk jämvikt råder — att det vid en viss given temperatur alltid passerar en viss strålningseffekt åt ömse håll genom varje plan yta med en viss given area — alldeles oavsett om denna plana yta befinner sig på ytan av en kropp, inuti en kropp eller i tomma rummen.

En kropp som absorberar allt ljus som faller på den och inte reflekterar någonting är alldeles kolsvart. När man i strål-

ningsläran talar om en svart kropp, menar man i regel en kropp som absorberar *all* strålning av *alla* våglängder, alltså inte bara det synliga ljuset. Den utstrålade effekten P från en svart kropp är proportionell mot fjärde potensen av kroppens absoluta temperatur:

$$P = \sigma \cdot T^4 \cdot A$$

där σ är en konstant, T är absoluta temperaturen och A är föremålets yta. Om T uttryckes i grader Kelvin och A i cm^2 , så är σ lika med $5,7 \cdot 10^{-12} \text{ W/cm}^2 \text{ grad}^4$.

Ett sifferexempel: vid 25°C (298°K) utstrålar en svart kropp 45 mW/cm^2 . Om omgivningen har samma temperatur, så

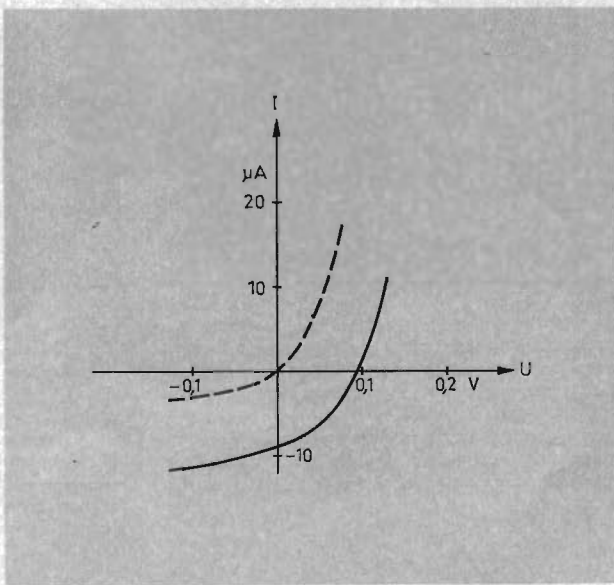
absorberar den svarta kroppen också 45 mW/cm^2 .

Ofta kan en kropp bete sig som en svart kropp för långvågig IR-strålning, samtidigt som den är långtifrån svart för våra ögon. Ett exempel är människokroppen, som av en värmekamera uppfattas som en helt svart kropp. Inte ens med svart skokräms skulle man kunna bli svartare! När det gäller sådan IR-strålning som förekommer vid rumstemperatur, har de flesta föremål en absorptions- och emissionsförmåga som motsvarar mellan 90 och 100 % av den svarta kroppens. Endast blanka metaller utgör ett undantag. (R F)

Fig. 4

Detektorns ström-spänningskurva är i princip en diodkaraktäristik.

The detector voltage-current characteristic is that of a semiconductor diode.



geln reflekteras strålarna mot ett roterande parallelepipediskt kiselprisma P, som sköter den horisontella avsökningen, linje-

avsökningen. Prismat roterar med 400 varv/sek. För varje varv som prismat roterar avböjes bilden i sidled 4 gånger.

Man får alltså totalt 1600 linjer per sekund, vilket ger 100 linjer per bild. Bild- och linjefrekvensen kan båda varieras något, men de angivna värdena brukar ge det bästa resultatet.

Strålningen passerar alltså två avböjningsanordningar innan den fokuseras i bildplanet. Här befinner sig en bländare B med mycket liten öppning (öppningen motsvarar storleken hos ett enda bildelement). Avsökningen av värmebilden går till så, att bilden rör sig i takt med bild- och linjeavböjningen på ett sådant sätt, att varje element i bilden kommer att passera hålet i bländaren 16 gånger per sekund.

Innan strålarna träffar IR-detektorn, passerar de ett par germaniumlinser och en snedställd planspegel S3. Germaniumoptiken korrigerar bildfelet i den konkava spegeln.

Det är tydligt, att IR-optik och vanlig optik är två helt skilda saker! Jämför man värmekameran med en vanlig TV-kamera, kan man lägga märke till några intressanta

Vad kan termo

1) *Läkarundersökningar.* Sjukliga förändringar i kroppens vävnader ger i regel upphov till lokala temperaturstegringar. Agas värmekamera, med vars hjälp man upptäcker temperaturskillnader på ner till $0,1^{\circ}\text{C}$, har förutsättningar att bli ett värdefullt hjälpmedel när det gäller att ställa diagnos på cancer, ledgångsreumatism m.m. Veterinärerna är inte minst intresserade — deras patienter kan ju inte själva tala om var det gör ont.

2) *Studium av temperaturfördelningen i elektronikapparater.* Hög temperatur

betyder sänkt livslängd hos komponenterna. Med hjälp av värmekameran ser man snabbt var de hetaste områdena i en apparat befinner sig. Fig. 1 visar resultatet av ett unikt experiment. Värmekameran riktades in mot sin egen bildenhets, sedan kåpan avlägsnats från den senare. Fig. 2 visar en värmebild av en annan del av bildenheten.

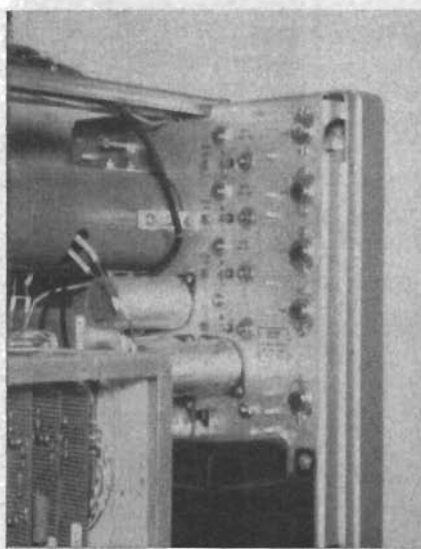
3) *Produktionskontroll av elektronikapparater.* Hur ofta händer det inte att man upptäcker att något är på tok i en arbetande apparat genom att man råkar

lägga handen på någon komponent och märker att den känns varm! En apparat som arbetar som den skall, har en viss given värmebild, som en kontrollant kan lära sig känna igen.

4) *Kontroll av skarvar i kraftledning av aluminium.* En misslyckad skarv med högt övergångsmotstånd blir varm, vilket leder till accelererad oxidation av aluminiumet. Härigenom ökar övergångsmotståndet ytterligare, och slutresultatet kan bli att linan bränns av. Vattenfallsstyrelsen använder en Thermovisions-an-



a)



b)

Fig. 1.

Värmebild av en del av bildenheten i kameran (a) och som jämförelse ett vanligt fotografi av samma objekt (b). Relativt varma är bl.a. nätttransformatorn nere t.h. och plåten kring bildrörshalsen uppe t.v. Under chassi-plåten är temperaturen relativt hög, varför uttagen i chassiplåten återges som ljusa ytor.

Heat picture of a part of the display unit (a) and, as a comparison, an ordinary photo of the same part (b). Relatively hot are e.g. the power transformer down at the right, and the shield around the picture tube neck up to the left. Under the chassis plate the temperature is relatively high, so that the holes in the chassis plate look white on the heat picture.

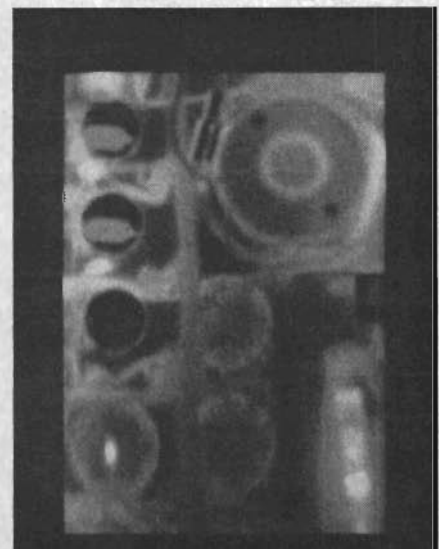


Fig. 2.

Värmebild av några komponenter i bildenheten. Tre potentiometrar framträder som mörka, runda ytor. Att de ser mörka ut beror inte på låg temperatur utan på att de är blanka — blanka metalltytor har låg emissionsförmåga. Den ljusa punkten nertill t.v. är ett motstånd.

Thermograph of some components in the display unit. Three potentiometers are visible as dark round areas. Their darkness is not a result of low temperature but is due to their bright metal surfaces, which have a low emissivity. The bright spot down at the left is a resistor.

grafi användas till?

läggning från Aga för kontroll av skarvar i det svenska kraftnätet.

5) *Studium av temperaturfördelningen på husfasader* och avslöjande av värmeläckor är exempel på byggnadstekniska användningsområden för termografi. Fig. 3 visar en intressant bild av ett höghus i Farsta.

6) *Temperaturmätningar*. Om man bortser från blanka metaller, beter sig nästan alla föremål som svarta kroppar när det gäller den naturliga IR-strålningen vid rumstemperatur. En värmekamera kan därför användas för kvantitativa tem-

peraturmätningar. Det är närmast bestämningar av temperaturdifferenser i bildfältet som kommer i fråga. Med hjälp av normaler med känd temperatur kan man göra absolutmätningar.

Vid Aga undersöker man nu olika metoder att utföra temperaturbestämningar. Ett sätt att mäta temperaturskillnaden mellan två punkter A och B bygger på att man på videoförstärkaren matar in en variabel referensspänning från en mångvarvig potentiometer med graderad ratt. Man vrider på rattens tills punkten A nätt och jämnt blir synlig. Inställningen

på potentiometern noteras, varpå man vrider på rattens igen tills punkten B nätt och jämnt blir synlig, och avläser inställningen på nytt. Skillnaden mellan de två avlästa värdena utgör ett mått på temperaturskillnaden mellan punkterna A och B.

Det kan tilläggas att mätning av temperatur genom bestämning av IR-strålningens intensitet är fri från den nackdel som utmärker de flesta andra temperaturmätningssätt, nämligen den att mätutrustningen påverkar temperaturen hos mätobjektet. ●

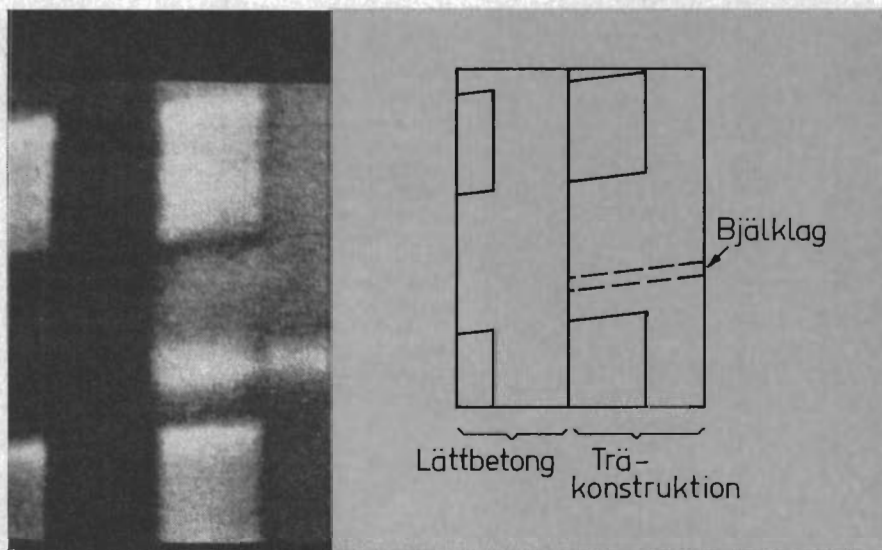


Fig. 3
Ytterväggen på ett höghus i Farsta. Två olika material har använts, lättbetong till vänster och en träkonstruktion till höger. Bjälklaget leder ut värme till ytterväggen och blir därför synligt på värmebilden. Bilden är tagen en vinterdag före solens uppgång.

External wall of a modern building. Two different materials have been used, light concrete to the left and a timber structure to the right. The framing conducts heat to the external wall and becomes visible on the picture. The photo was taken on a winter's day before sun rise.



Fig. 4
Här ser värmekameran något som det mänskliga ögat inte kan se. Någon lade sin hand på en pappskiva och tog bort den igen. På bildröret ser man värmebilden, som dröjer kvar på pappskivan.

The heat camera sees what the human eye cannot see. Somebody put his hand on a cardboard. After the hand is taken away, the heat picture of it lingers on the cartoon.

avvikelser. Värme-kameran utmärkes bl.a. av följande.

- 1) *Avsökningen av bilden sker på mekanisk och inte på elektronisk väg.* Efter-som det inte finns några kamerarör som är känsliga för långvågig IR-strålning är man tvungen att använda mekaniska avsökningsanordningar. Det mest »lång-vågiga» kameraröret, vidikonen, kan bara »se» våglängder upp till 1,5 μm .
- 2) *I stället för linsoptik har man spegel-optik.* Det finns många goda skäl att föredra en spegel framför en lins. Spe-gelns brännvidd är oberoende av våg-längden. Den ger också mycket låga för-luster, medan en lins ger både reflek-tions- och absorptionsförluster.
- 3) *De linser som förekommer är av ger-manium i stället för glas.* Glas vore otänkbart, eftersom det inte släpper ige-nom långvågig infraröd strålning.
- 4) *Optiken har stor diameter (200 mm).* Stor diameter ger hög känslighet, men om man väljer alltför stor diameter blir bl.a. skärpan i bilden lidande. Var den bästa kompromissen ligger beror bl.a. på antalet bildelement i bilden. TV, som har 625 linjer i en bild, måste arbeta med mindre objektiv än Thermovisionen, som bara har 100 linjer.

Detektorn

Det som man kallar IR-detektorn är egent-ligen detsamma som en fotodiod, med den skillnaden att IR-detektorn är gjord av indiumantimonid (InSb) i stället för av kisel. För att detektorn skall ge ifrån sig något annat än brus måste man kyla ner den till låg temperatur. Det vanliga är att man kylvet detektorn med flytande kväve. På det sättet får man den temperatur som bestäms av kokpunkten för flytande kväve, som är 77° K (−196° C). Vid denna tem-peratur har indiumantimonid ett energi-gap av 0,23 elektronvolt, vilket innebär att detektorn är känslig för våglängder upp till cirka 5,5 μm .

Kylningen ordnas elegant genom att man fyller på flytande kväve i det lilla dewarkärlet som detektorn är monterad i, fig. 3. Kärlet rymmer ungefär 0,1 liter, och man behöver bara fylla på två gånger under en 8 timmars arbetsdag. Flytande kväve är jämförelsevis billigt, cirka 5 kr/liter. Det finns särskilda förvarings-kärlet att köpa, utformade som stora dewar-kärlet och avsedda för vätskor av det här slaget. Om man fyller ett 10 liters dewar-kärlet med flytande kväve, har man till-räckligt för en månads behov, även om man räknar med den oundvikliga avdunst-ningen från förvaringskärlet.

När det gäller bensin och andra lättflyk-tiga vätskor med en kokpunkt som ligger ovanför rumstemperatur, brukar man ju hindra avdunstning genom att förvara dem

¹ Dewarkärlet: teknokratisk benämning på ter-mosflaska.

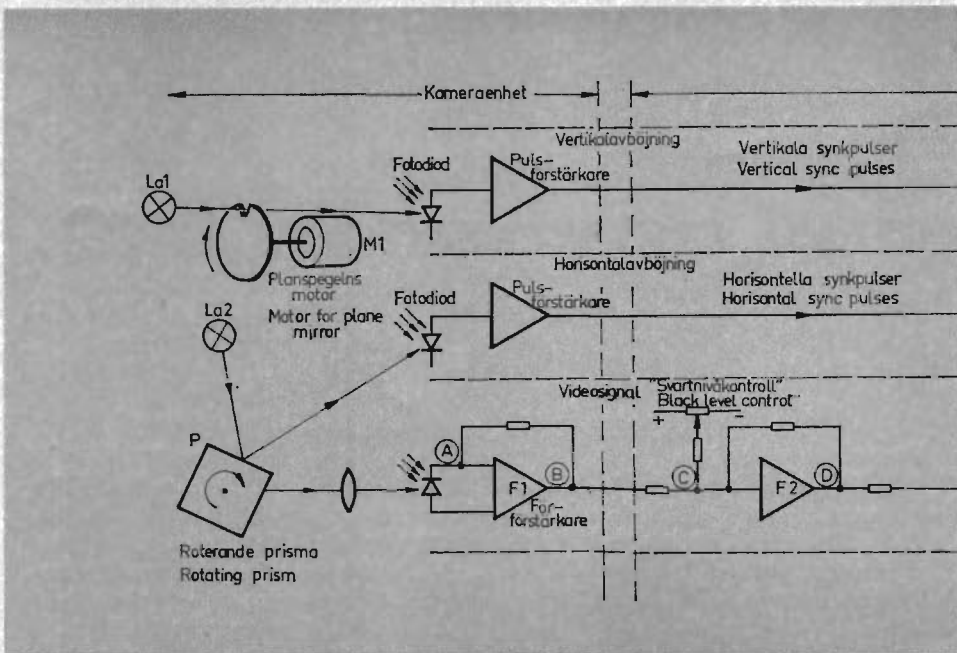


Fig 5

Fig 6

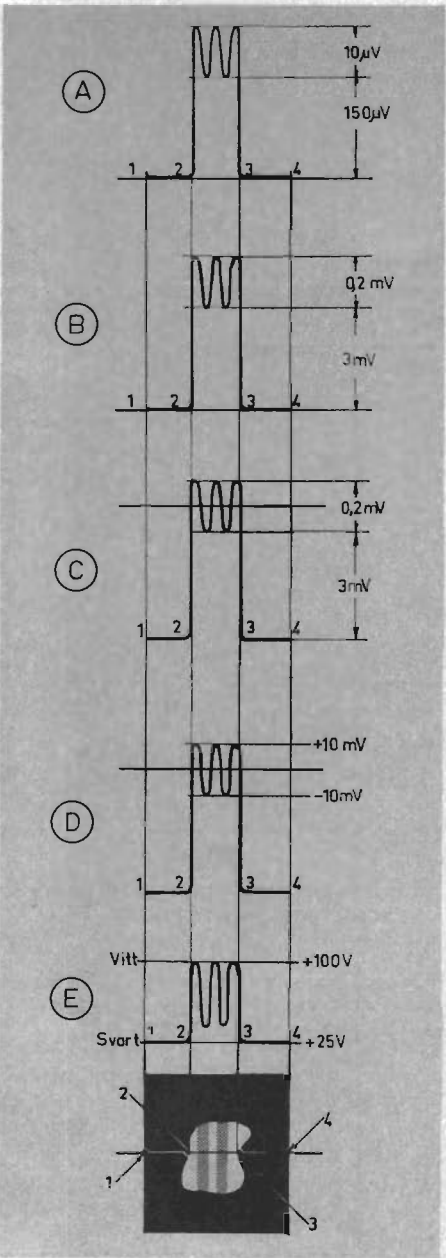


Fig. 5
Förenklat blockschema för Agas Thermovision. F1, F2, F3, F4 = operationsförstärkare för videosignalen, F5 = videoslutsteg, La1 = La2 = lampor.

Simplified block diagram of the AGA Ther-movision system. F1, F2, F3, F4 = operational ampli-fiers for the video signal, F5 = video output stage, La1 = La2 = lamps.

Fig. 6
Figuren visar de elektriska tidsfunktionerna i punkt-erna A — E i blockschemat i fig. 5 under antagande att kameran är riktad mot ett föremål som har en medeltemperatur av 35°C med små variationer. Bakgrundens temperatur är 20°C. Tidsfunktionerna motsvarar en enda linje i bilden.

Electrical time functions in the points A — E of the block diagram of Fig. 5, assuming that the camera is pointed to a subject that has an average tem-perature of 35°C with small variations. The tem-perature of the background is 20° C. The time func-tions correspond to one line in the picture.

Fig. 7.
Videoförstärkarens frekvenskurva.
Video amplification as a function of frequency.

Fig. 8.
Detta är inte Alfred Hitchcock, rökande på en upp-och nervänd pipa, utan ingenjör Ake Widén, Aga, rökande på en cigarrill. Endast i närheten av själva glöden har bilden blivit förvrängd av den starka signalen.

This is not Mr. Alfred Hitchcock smoking a pipe upside down, but Mr. Ake Widén, AGA, smoking a whiff. Only at the hot end of the whiff, the picture is distorted by the strong signal.

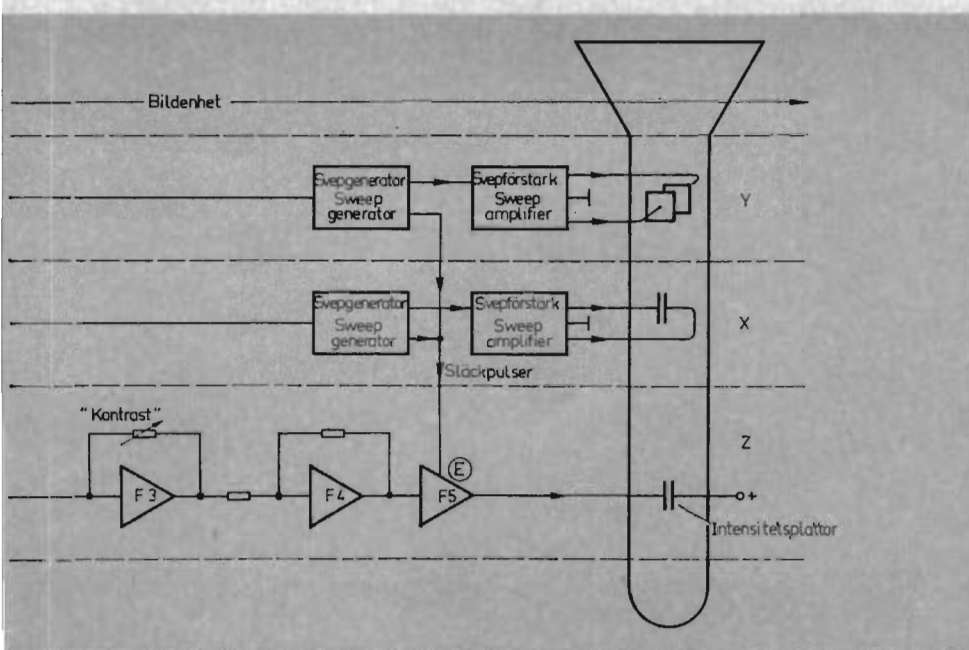


Fig 7

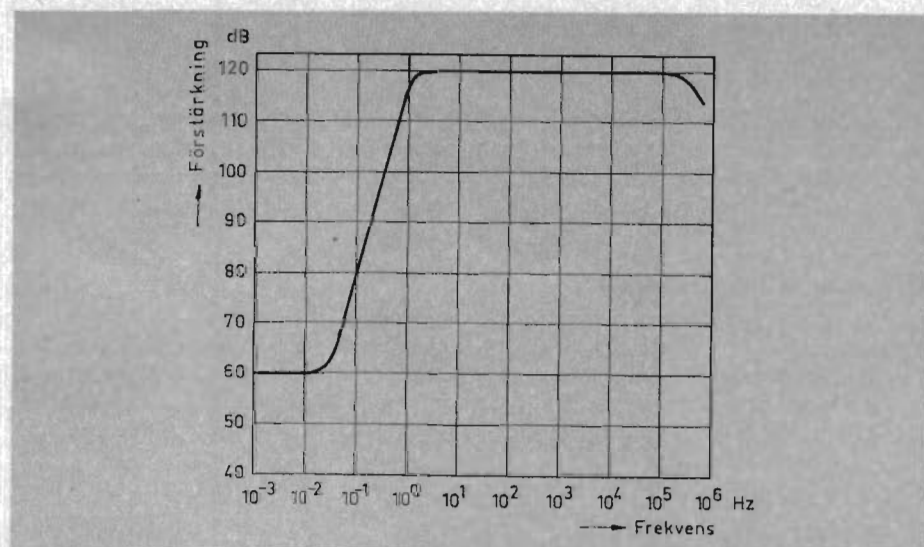


Fig 8



i väl tillkorkade flaskor. Liknande metoder är inte att rekommendera när det gäller flytande kväve. Antingen flyger korken ur, eller också exploderar flaskan!

Detektorns ström-spänningskurva är i princip en vanlig diodkaraktäristik, fig. 4. När man belyser detektorn, förskjuter sig kurvan neråt. Det gynnsammaste signalbrusförhållandet får man, om man håller spänningen över detektorn så låg som möjligt. Detta gäller både likspänning och växelspanning. Arbetslinjen skall alltså om möjligt sammanfalla med den negativa delen av strömmaxeln. Detektorn arbetar då som strömgenerator.

Elektroniken

Fig. 5 visar ett förenklat blockschema för Agas Thermovision. Synkpulserna och bildsignalen går på separata ledningar i kabeln mellan värmekameran och bildenheten. Avböjningskretsarna synkroniseras genom fotoelektrisk avkänning av de mekaniska avböjningsanordningarna i värmekameran.

Videoförstärkaren består av fyra kaskadkopplade operationsförstärkare F1—F4 med individuell motkoppling, följda av ett slutsteg, F5, som levererar den höga utspänning som krävs för intensitetsmodulering av bildröret. Den första operationsförstärkaren är placerad som förstärkare i kameraenheten alldeles intill detektorn. Ingången är balanserad, vilket i hög grad eliminerar brum och störningar. Dimensioneringen av ingångssteget har gjorts med tanke på att bruset skall vara så lågt som möjligt. Förstärkaren är likströmsmotkopplad på ett sådant sätt att spänningen över detektorn alltid håller sig nära noll.

En av de utrustningar som man först utvecklade vid Aga hade den nackdelen att en cigarrett eller annat varmt föremål som råkade komma in i bildfältet, kunde förstöra hela bilden genom att videoförstärkaren blockerades. För att råda bot på detta tog man bort alla kopplingskondensatorer och gjorde hela videoförstärkaren likströmskopplad. Fig. 8 visar en man som röker på en cigarrill. Det är bara kring glöden på cigarrillen som förstärkaren blir överstyrd — resten av värmebilden återges fullt korrekt. Näsan, örat och cigarrillens inre del ser mörka ut på grund av sin låga temperatur.

En medeltemperatur av 20°C i bildfältet motsvarar en kortslutningsström hos detektorn av cirka $10\text{ }\mu\text{A}$. När man studerar temperaturvariationer på $0,1^{\circ}\text{C}$, innebär det att man studerar variationer på 100 pA i en ström av $10\text{ }\mu\text{A}$ — det rör sig alltså om variationer på $0,001\%$ i detektorströmmen! Kortslutningsströmmen driver något, bl.a. på grund av variationer i bildfältets medeltemperatur. Denna drift får inte påverka bilden mer än vad som motsvarar lägsta detekterbara signalström. Videoförstärkaren är därför försedd med kraftig motkoppling för låga frekvenser. Fig. 7 visar videodetektorns frekvenskurva.

Mikroelektronik på

Amerikanarna dominerar på mikroelektronikområdet; de europeiska storkoncernerna har endast undantagsvis kommit igång med någon serietillverkning av mikroelektronikkretsar, rapporterar THORE RÖSNES från årets komponentutställning i Paris.

»Salon International de l'Electroacoustique», som omfattade 66 utställande företag, av vilka 34 kom från andra länder än Frankrike. Från Sverige deltog *Luxor*.

Allt mera mikroelektronik

Enligt utställningskatalogen var det 34 företag som visade upp mikrokretsar. Det amerikanska företaget *Motorola Semiconductor Products Inc.* anordnade i anslutning till utställningen ett mikroelektronik-

symposium. Man hade väntat ett par hundra anmälningar till symposiet men fick mer än 650, av vilka endast 450 kunde beredas plats. Från Sverige deltog ett tiotal ingenjörer.

USA leder

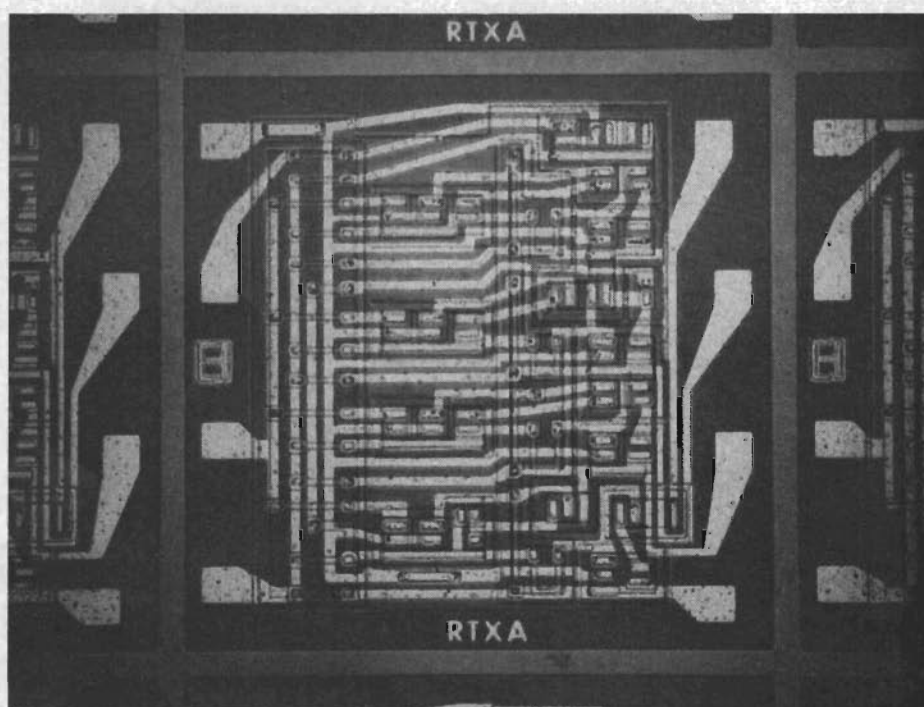
Även om det fanns företag både från England, Frankrike och Västtyskland som visade mikroelektronikprodukter, så är det uppenbart att det framför allt är från USA

Paris i april 1965

Årets »Salon International des Composants Electroniques» i Paris, som pågick under tiden 8—13 april, hade samlat 859 utställare som delade på en sammanlagd utställningsyta av 33 000 m². Av de utställande företagen var nästan hälften utländska. Bäst representerat var USA med 132 företag, därefter följde Västtyskland med 101, Storbritannien med 69 och Japan med 33 företag. Även östtyska företag deltog för första gång på utställningen. Från Sverige deltog fyra företag, nämligen *Habia*, *Magnetic AB* och *Sivers Lab AB* samt *Oltronix* genom sitt holländska dotterbolag.

Sedan 1958, då utställningen fick internationell karaktär, har antalet utställare fördubblats och utställningen har enligt vad man uppger blivit den största internationella mässan för elektronikkomponenter. Tidigare ingick det i komponentutställningen apparater och utrustningar för det elektroakustiska området, men dessa produkter bildade i år en separat utställning

Fig 1





Årets internationella utställning av elektronikkomponenter i Paris — numera ett evenemang av världsformat — ger en god överblick över läget på den elektroniska komponentmarknaden.

Paris-utställningen

det nya kommer. Medan praktiskt taget samtliga av de amerikanska företagen har de kretsar som visades på utställningen i produktion, är detta fallet endast med ett fåtal av de europeiska företagen. Mikro-kretsar i planarteknik i serieproduktion presenteras av endast ett par europeiska företag.

Ett helt nytt program av både halvledarkomponenter och integrerade halvledarkretsar presenterades på utställningen av

SGS-Fairchild, som har sin huvudfabrik i Italien men som får betraktas som ett amerikanskt företag. Det nya produktprogrammet omfattar fyra serier: en militär serie, en professionell serie, en industriell serie och en hemelektronikserie.

Den militära serien omfattar 200 olika typer av transistorer och dioder samt mer än 30 olika typer av integrerade halvledarkretsar. I såväl den professionella som den industriella serien ingår nya integrerade halvledarkretsar.

SGS-Fairchild visade också en dekadräknare i form av en enda mikrokrets, se fig. 1. Dekadräknaren, som har typbeteckningen $C_{\mu}L$ 958, består av fyra binärt triggade och kaskadkopplade vippor. Räknaren är avsedd för en matningsspänning mellan 3,5 och 4,5 V, räknepulsernas varaktighet kan tillåtas gå ned till 150 ns, tillåtet temperaturområde $0^{\circ}C - +75^{\circ}C$. Räknepulserna måste ha en branthet av minst $1 V/\mu s$. Vid 4 V matningsspänning är effektförbrukningen 160 mW. Räknaren är monterad i en TO-5-kåpa.

En annan nyhet från SGS-Fairchild när det gäller integrerade kretsar var en serie kretsar, CT μL -952—CT μL -957, i vilken man använder komplementärtransistorer för kretsarna med s.k. OCH-ELLER-ICKE-logik. Denna nya kretsserie har framtagits speciellt för användning i mycket snabba men dock prisbilliga system. Genom att använda »komplementärlogik» har man kommit ner till en fördröjning per »logikbeslut» på 5 ns. Binärräkning kan ske med en frekvens på upp till 30 MHz. Den nya kretsserien är avsedd för användning inom temperaturområdet $+15^{\circ}$ till $+55^{\circ}C$, matningsspänning $+4,5 V \pm 10\%$ och $-2 V \pm 10\%$. Kretsarna i den nya serien är monterade i en ny typ av flat kåpa av keramiskt material, se fig. 2.

600 transistorer i en krets

Den kanske mest avancerade mikrokretsen på utställningen var ett 100 bit skiftregister, som visades av det amerikanska företaget *General Micro-Electronics*. Denna krets är, liksom GME:s övriga mikrokretsar, utförda i MOS-teknik. Det ovan omtalade skiftregistret, som inryms på en kristall ca $1,5 \times 4$ mm, innehåller 600 transis-

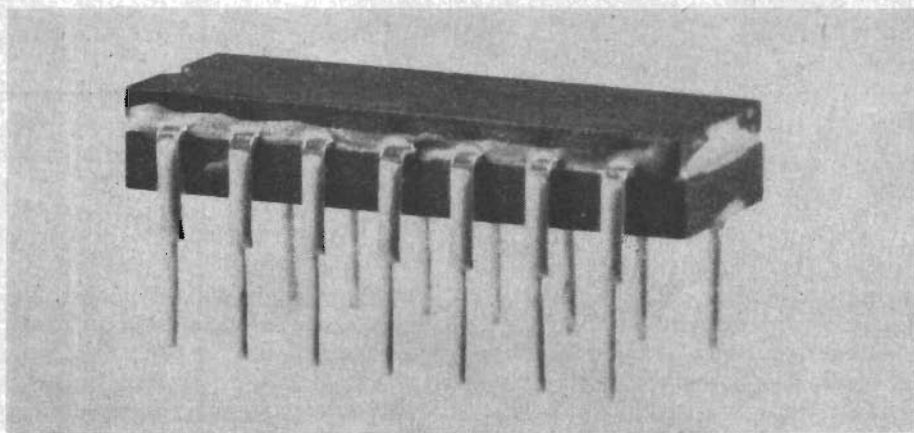


Fig. 2
SGS-Fairchilds nya snabba och prisbilliga serie digitala halvledarkretsar är monterade i en ny typ av flat kåpa av keramiskt material. I den nya kretsserien använder man komplementärtransistorer. Kretsarna kan användas för frekvenser upp till 30 MHz.

Fig. 1
Komplett dekadräknare i form av en enda integrerad halvledarkrets. Räknaren består av fyra binärt triggade och kaskadkopplade vippor. (Tillverkare: SGS-Fairchild, USA och Italien.)

torer. Detta register är emellertid ännu inte i serieproduktion. Däremot serietillverkar man ett 20 bit skiftregister. Detta register, som kostar omkring 250:— kr., är inrymt på en kristall med dimensionerna 1×1 mm och omfattar 40 transistorer, 160 motstånd, 40 dioder och 80 kondensatorer.

Övriga amerikanska tillverkare av integrerade kretsar, t.ex. *Texas Instruments Inc.*, *Motorola Semiconductor Products Inc.*, *Transitron*, *Signetics*, *Siliconix*, *General Instruments*, *General Electric*, *Westinghouse* och *Amelco Semiconductor*, hade inte några speciella nyheter att komma med utöver det som visats tidigare och som bl.a. presenterats i ELEKTRONIK:s marknadsöversikt¹.

Borroughs visade enbart tunnfilmkretsar.

England dröjer

Av de engelska företag som visade integrerade halvledarkretsar är det enbart *Ferranti Ltd.* som har igång någon serietillverkning av sådana kretsar. Ferranti hade emellertid inga nya integrerade halvledarkretsar att visa utöver de digitala och linjära kretsar som redan tidigare presenterats². Däremot visade man ett nytt sätt att kombinera integrerade halvledarkretsar med tunnfilmkretsar, se fig. 3. Enligt denna metod monterar man de integrerade halvledarkretsar som skall ingå i funktionsenheten, på substrat av glas eller av keramiskt material. De motstånd och kondensatorer som skall ingå i kretsen och som antingen måste ha speciellt höga värden eller speciellt snäva toleranser, tillverkas i tunnfilmteknik på två separata substrat och förbinds därefter med de integrerade halvledarkretsarna. Hela funktionsenheten inryms i en flat kåpa, som är hermetiskt slutet och som har dimensionerna 32×56 mm. Tunnfilmmotstånden är tillverkade av nikrom och tunnfilmkondensatorerna av kiseloxid (dielektrikum) och aluminium. Ferranti tillverkar inga standardkretsar av denna typ utan kretsarna är avsedda för skräddarsydda enheter.

Inga tyska mikrokretsar i serieproduktion

Inte heller de västtyska företagen har kommit igång med någon serietillverkning av integrerade kretsar. *Telefunken AG* t.ex. har inte börjat med tillverkning av sina DCTL-kretsar, som presenterades redan på förra årets utställning. Man har nu en serie omfattande fem olika NOR-grindar, två 1/2-skiftregister, 1 helt skiftregister, 1 RS-vippa, 1 dubbelförstärkare med grind samt en dubbelgrind med inverterare. Enligt vad man uppger kan man få igång en serieproduktion inom loppet av ca 1/2 år om någon kund visar intresse.

Inom *Telefunken* arbetar man f.n. även med att införa integrerade halvledarkretsar i sina datamaskinsystem, men när detta

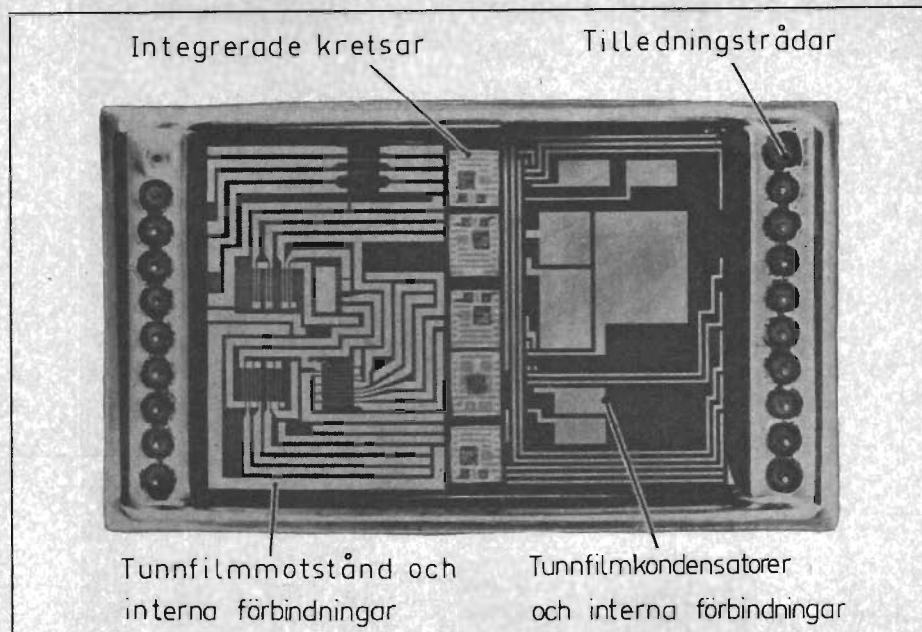


Fig 3

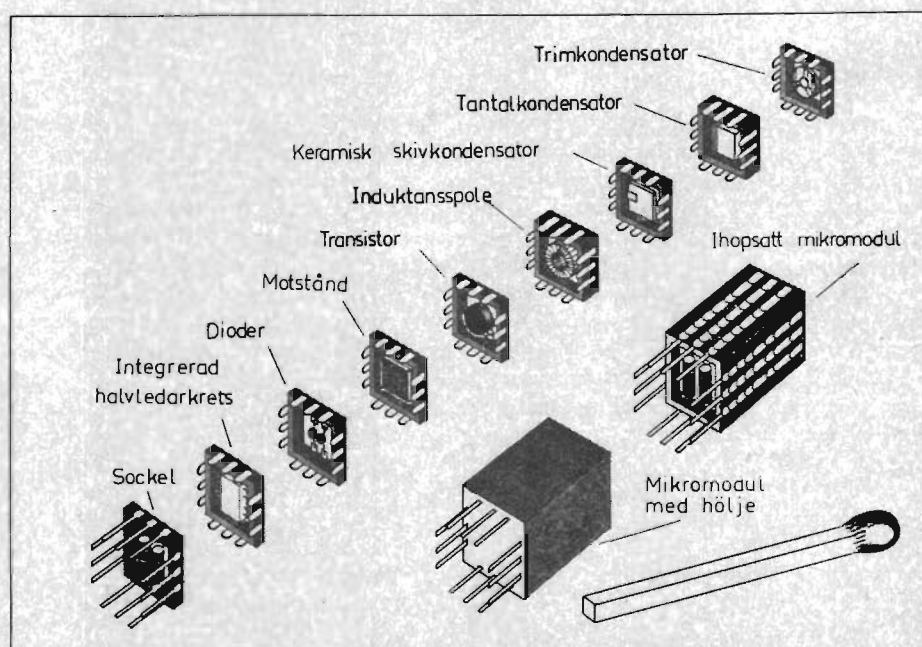


Fig 6

kommer att ge några synliga resultat kunde man inte upplysa om.

Vid *Intermetall* visade man en del mikrofotografier av integrerade halvledarkretsar. Enligt uppgift har emellertid arbetet med integrerade halvledarkretsar nu avstannat vid företaget till följd av att man ännu inte har klart för sig hur arbetet på mikroelektronikområdet skall koordineras med de övriga företagen inom ITT-koncernen sedan *Intermetall* inkorporerats i koncernen.

Franska mikrokretsar

Det enda franska företag som f.n. tycks

ha igång någon serietillverkning av integrerade halvledarkretsar är *Sesco (Société Européenne des Semiconducteurs)*, vilka har såväl digitala som linjära kretsar på sitt tillverkningsprogram, se fig. 4. *Sesco* tillverkar även tunnfilmkretsar, se fig. 5 (vilka man f.ö. själva kallar hybridkretsar), och då framförallt sådana kretsar som man ännu inte kan åstadkomma i planarutförande. Av dessa kretsar kan nämnas en videoförstärkare med 150 MHz bandbredd och 20 dB förstärkning.

Av övriga franska företag kan nämnas företagen inom CSF-koncernen (*Compagnie Generale des Telegraphie Sans Fils*)

¹ Se *Integrerade halvledarkretsar på svenska marknaden*. ELEKTRONIK 1965, nr 2, s. 81.

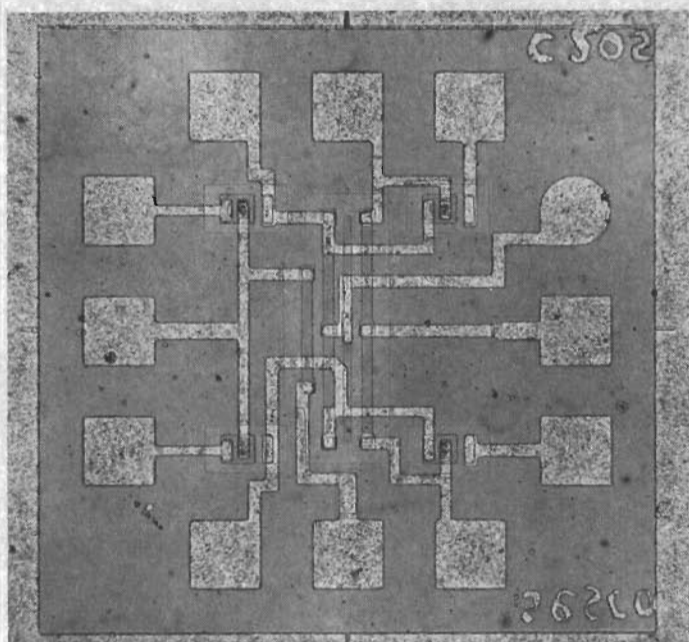


Fig 4

Fig. 3

Det engelska företaget Ferranti Ltd. har utvecklat nya hybridkretsar där kompletta halvledarkretsar användes tillsammans med tunnfilmotstånd och -kondensatorer.

Fig. 4

Mikrofotografi av en differentialsförstärkare i planarutförande, tillverkad av SESCO (Société Européenne des Semiconducteurs), Frankrike.

Fig. 5

Tunnfilmkrets innehållande bl.a. 6 transistorer och 2 dioder. Varken transistorerna eller dioderna är försedda med kåpa utan är monterade direkt på substratet. (Tillverkare: SESCO, Frankrike.)

Fig. 6

Uppbyggnaden av en mikromodul från det franska företaget Compagnie Generale des Telegraphie Sans Fils. Tändstickan nederst t.h. ger en uppfattning om kretsarnas storlek.

Fig. 7

Trimkondensator speciellt avsedd för användning i mikromoduler av den typ som visas i fig. 6. Kapacitansområde 1,5—5 pF, 3—10 pF eller 5—18 pF.

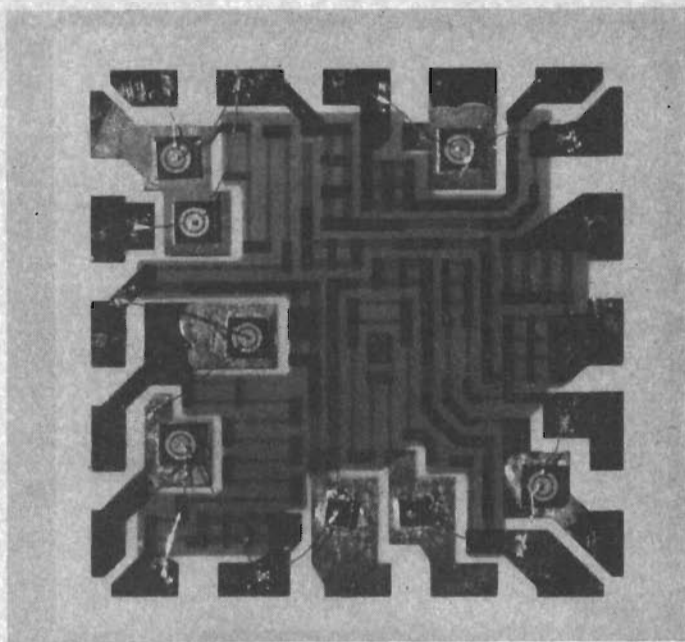


Fig 5

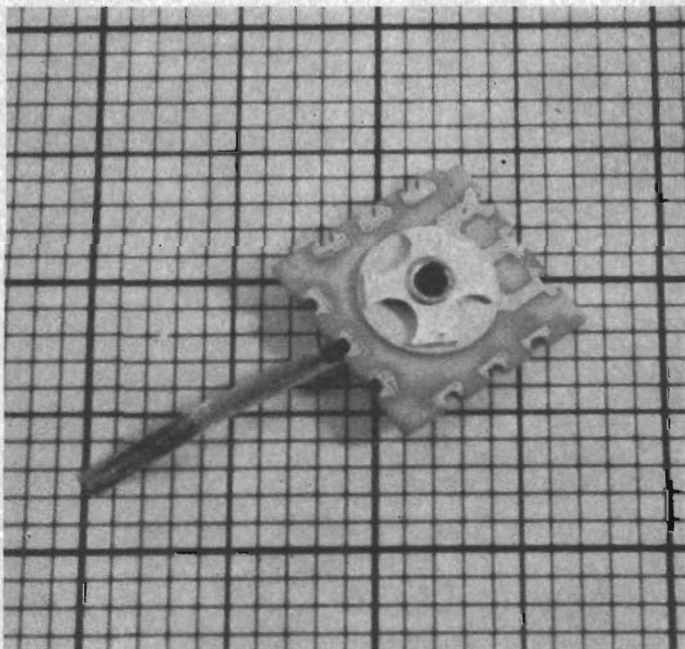


Fig 7

som också är verksamma inom mikroelektronikområdet. Ännu så länge har man ingen serietillverkning av planarkretsar, men man visade en del laboratorietillverkade kretsar. Enligt vad en av företagets representanter på utställningen sade, räknar man med att sätta igång serietillverkning av planarkretsar i slutet av 1965 eller början av 1966.

Däremot har man inom CSF serietillverkning igång av både komponentblock (mikromoduler) och tunnfilmkretsar. I mikromodulerna använder man, som framgår av fig. 6 såväl konventionella komponenter, som tunnfilmkomponenter och in-

tegrerade kretsar. I fig. 7 visas en trimkondensator, som är speciellt avsedd att användas i mikromoduler. CSF:s tillverkningsprogram av mikromoduler omfattar oscillatorer (även kristallstyrda) för frekvenser upp till 50 MHz, videoförstärkare, logaritmiska förstärkare, MF-förstärkare, LF-förstärkare samt olika digitala kretsar.

Av de övriga franska företag, som har mikroelektronik på sitt program, kan nämnas Philips-företaget *Radiotechnique-Semiconducteurs*, som har mikroelektronik som ansluter sig till vad som tidigare annonserats av Philips.

Mikrokretsar med enbart passiva element

Förutom helt kompletta mikrokretsar visades det på utställningen en del mikrokretsar i tunnfilmt teknik som innehöll enbart motstånd och kondensatorer. Så var t.ex. fallet med det amerikanska företaget *Erie Resistor Inc.* Iuom Erie har man emellertid, enligt vad exportchefen mr *Richard M. Fryling* kunde upplysa om, igång utvecklingsarbete både när det gäller monolitiska kretsar och aktiva tunnfilmelement.

Liknande kretsar tillverkas även av bl.a. CSF, Frankrike och *Welwyn Electric Ltd.*, England.

ROLF OHLON

Överingenjör vid Statens Prov-
ningsanstalt, chef för anstaltens
avdelning C med laboratorier
för elektroteknik, akustik samt
fysikalisk mätteknik.



SI-systemet —

Det högsta internationella organet för måttenheter, *Conférence Générale des Poids et Mesures*, fattade år 1960 beslut om ett integrerat system för fysikaliska och tekniska mätningar, »Système International d'Unités» (SI-systemet). I Sverige pågår f.n. arbeten med att introducera detta system — bl.a. utgavs av *Sveriges Standardiseringskommission* i juni 1964 den svenska standarden »SIS 016121, Storheter och måttenheter för fysik och teknik», vilken bygger på SI-systemet och även ansluter till rekommendationer utgivna av det internationella standardiseringsorganet *International Organization for Standardization*, ISO.

I det följande kommer något om bakgrunden för SI-systemet att redovisas liksom dess materialisering.

Grundenheternas definition

SI-systemet bygger på sex grundenheter: metern, kilogrammet, sekunden, amperen, Kelvin-graden och candelan. Av dessa sex enheter har fem renodlad fysikalisk betydelse, däremot är enheten för ljus, candelan, ej entydigt fysikalisk, eftersom ögats stimulus inkommer som ett led för tolkning av enheten. Enheterna definieras på följande sätt (1)¹

1 meter, 1 m = längden av 1 650 763,73 våglängder i tomrum av strålningen från krypton-86 vid övergång mellan nivå 2 P_{10} och nivå 5 d_3 ;

1 kilogram, 1 kg = massan av den internationella kilogramprototypen;

1 sekund, 1 s = tid utgörande 1/31 556 925,9747 av det tropiska året

¹ Siffrorna inom parentes hänvisar till litteraturförteckningen i slutet av artikeln.

vid tidpunkten år 1899 den 31 december klockan 12 efemeritid;

1 ampere, 1 A = storleken av en konstant elektrisk ström som — när den genomflyter två raka, oändligt långa ledare med tvärsnitt av försumbar utsträckning — placerade parallellt i tomrum på en meters avstånd från varandra, för varje meter av ledarna åstadkommer en kraftverkan mellan ledarna av $2 \cdot 10^{-7}$ kilo-

grammeter per sekundvå² ($2 \cdot 10^{-7}$ newton);

1 grad Kelvin, 1° K = termodynamisk temperatur utgörande 1/273,16 av den termodynamiska temperaturen för vattnets trippelpunkt;

1 candela, 1 cd = ljusstyrkan från en total-
 $\pi = 2 \cdot 10^{-7}$ kgm/s².

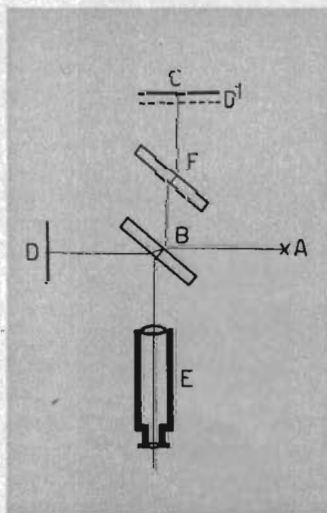


Fig. 1
Michelsons interferometer. A = strålningskälla, B = halvgenomsläpplig spegel, C, D = speglar, E = optiskt betraktelsesystem, F = kompensationsplatta.

The interferometer of Michelson; A = radiation source, B = semi-transparent mirror; C, D = mirrors; E = optical viewing system; F = compensation plate.

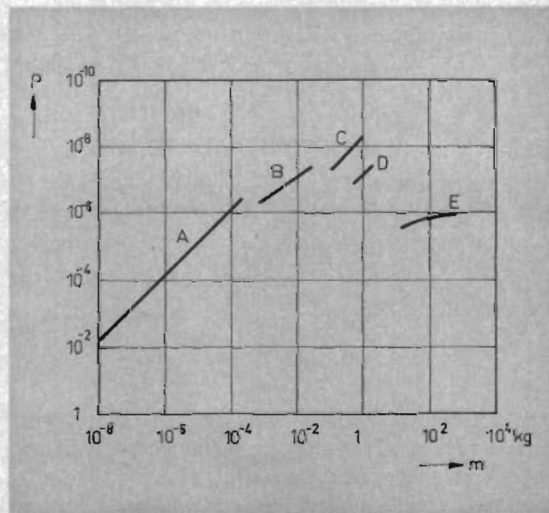


Fig. 2.
Precision, P, vid vägning vid olika värden på massan, m, enligt National Bureau of Standards i USA, 1961. A = ultramikrobalansväg; B = mikrobalkansväg; C = balansväg för 1 kg; D = balansväg för 2 kg; E = balansväg för 1 t.

Precision, P, in weighing at different values of the mass, m, according to National Bureau of Standards in US, 1961. A = ultra-microbalance; B = microbalance; C = 1 kg balance; D = 2 kg balance; E = 1 ton balance.

en orientering

Det av internationella organ rekommenderade enhetliga systemet för fysikaliska och tekniska måttenheter, SI-systemet, tillämpas fr.o.m. 1964 i Sverige. I föreliggande artikel ges en orientering om detta system och om dess historiska och tekniska bakgrund.

strålare (»svart kropp») med ytan 1/600 000 kvadratmeter vid temperaturen för platinas stelnande.

De mekaniska grundenheterna

Ur Newtons kraftekvation

$$f = m \cdot a$$

där f =kraften, m =massan och a =accelerationen följer, om metern, kilogrammet

och sekunden är mekaniska grundenheter, att kraftenheten kan hänföras till dessa.

Att man som grundenheter valt längd, massa och tid torde delvis vara historiskt betingat, då dessa storheter tidigt utgjorde konkreta begrepp för människan. I princip skulle det vara möjligt att ersätta någon av grundenheterna längd, massa eller tid med kraft som grundenhet — en sådan skulle dock vara svårare att konkret definiera än de tre valda.

Den grundläggande kraftenheten i SI-systemet är newton (N), varvid 1 N=den kraft som erfordras för att ge massan 1 kg accelerationen 1 m/s². Kraftenheten newton är således analog med enheten dyn i CGS-systemet (1 N=10⁵ dyn).

Av Newtons kraftlag följer att dimensionen på kraft blir:

$$(f) = (m) (l) (s^{-2})$$

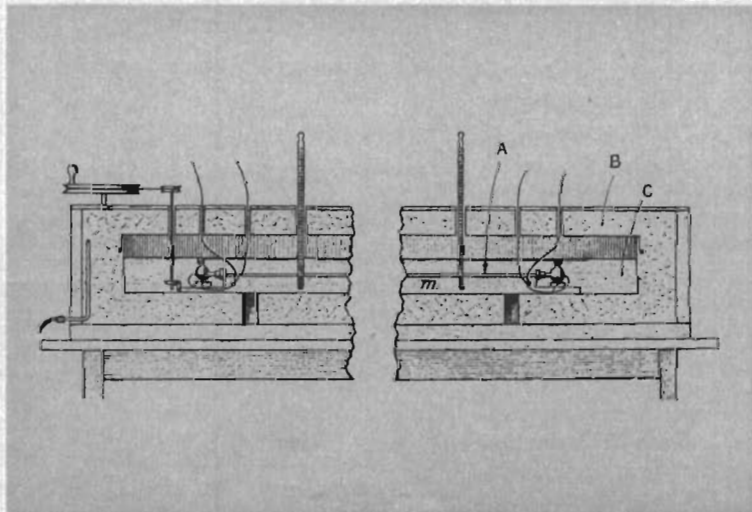


Fig. 3
Kvicksilver-ohmprototyp. m avser termisk massa
The ohm prototype of mercury. m = thermal mass.

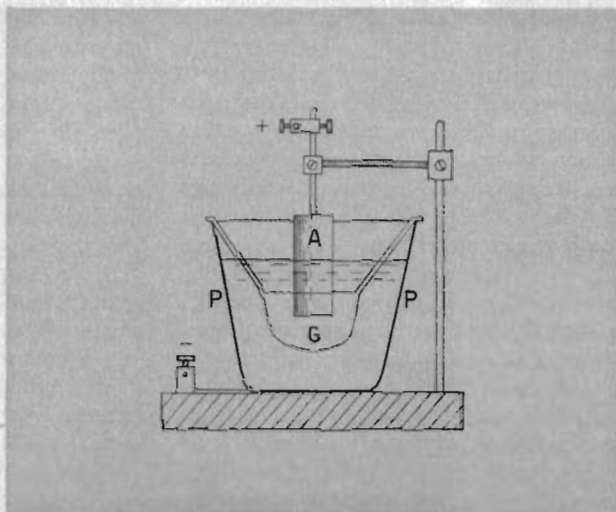


Fig. 4
Silvervoltameter
The silver voltameter

Den grundläggande effektenheten i SI-systemet är watt (W), varvid

$$1 \text{ W} = 1 \text{ Nm/s}$$

Som energienhet används enheten joule (J) där

$$1 \text{ J} = 1 \text{ Ws} = 1 \text{ Nm}$$

Längdenheten

1960 reviderades meter-definitionen från den tidigare använda arkivmetern och anknöts i stället till en optisk våglängd. Den valda våglängden bestäms av den strålning som uppkommer vid övergång mellan energinivåerna $2 p_{10}$ och $5 d_5$ i kryptonisotopen 86.

Definitionen av längdenheten med utgångspunkt i ljusvåglängd har varit under diskussion sedan 1893, då Michelson visade att längdenheten med god noggrannhet kunde definieras av den röda kadmiumlinjen. (2) Några väsentliga fördelar med våglängdsdefinitionen jämfört med arkivmetern kunde ej påvisas förrän man kunde framställa rena isotoper, eftersom våglängdsstabiliteten hos ljuskällorna var mindre god tidigare.

Interferometrin har möjliggjort den nya längddefinitionen. Mätningarna utförs med interferometrar. Den typ som haft den största betydelsen för längdmätningar är Michelsons interferometer (3), se fig. 1. Principen för denna är följande:

Från strålningskällan A erhålles två strålgångar ABDB och ABCBE, som interfererar i E. Med kompensationsplattan F kompenseras den del av den optiska gångskillnaden mellan ABCB och ABDB, som annars erhålles genom att den senare strålgången passerar B två gånger. För en observatör vid E är D' virtuella bilden av D.

På grund av gångskillnaden mellan strålgångarna ABDB och ABCB erhålles interferenslinjer. Det sammanlagrade ljuset förstärks om den optiska gångskillnaden mellan strålgångarna är ett helt antal våglängder och försvagas eller utsläcks om skillnaden är ett udda antal halva våglängder. Om spegeln D förflyttas sträckan s , kommer $2 s/\lambda$ interferenslinjer (λ =ljusvåglängden) att »vandras» över interferensbilden. Det är sålunda principiellt möjligt att, om ljusvåglängden är känd, räkna antalet interferenslinjer och ur det räknade antalet linjer bestämma en längd.

Emellertid är visuell räkning av linjer svarande mot en sträcka på omkring 1 meter en orimlig arbetsbörda och dessutom kan med ljuskällor av konventionell typ ej större avstånd än ca 50 cm mätas direkt.

Med strålningskällor av lasertyp är det emellertid möjligt att mäta betydligt större avstånd interferometriskt. Detta kommer bl.a. att ha stor betydelse för geodetiska mätningar. Hittills har med dylika strålningskällor avstånd på omkring 200 m kunnat mätas direkt (4).

Den visuella räkningen av interferens-

linjerna kan undvikas eller begränsas om linjerna räknas på fotoelektrisk väg.

Genom interferometrin kan längdmätningar utföras med en noggrannhet av 10^{-8} .

Massaenheten

Enheten för massa, kilogrammet, definieras fortfarande på det sätt som beslöts 1901. Massaenheten är bestämd av den internationella prototypen, vilken utgöres av en cylinder tillverkad av en platina-iridium-legering (90 % Pt, 10 % Ir) och som har lika stor diameter som höjd. Principiellt vore det naturligtvis lämpligare att anknyta massaenheten till någon atomär storhet i stället för till en icke oförstörbar kropp, men av mättekniska skäl är detta ännu inte möjligt.

Massabestämningen av vikter i balansvågar kan göras med en noggrannhet av 10^{-8} , se fig. 2.

Tidenheten

Definitionen av tidenheten är något oformlig och fordrar därför en förklaring.

Tidenheten är bestämd av jordens rörelse i sin bana kring solen; denna rörelse antas vara känd. För varje tidpunkt är således solens läge, koordinater, på himmelsfären givna, omvänt är tidpunkten given av koordinaterna för solen. Tidenheten erhålles om man vid minst två på varandra följande tidpunkter mäter solkoordinaterna, varvid den erhållna storleken benämnes efemeridtid med enheten sekund. Eftersom solens skenbara rörelse på himmelssfären varierar måste sekundenheten definieras vid en bestämd tidpunkt. Man har beslutat att en sekund är $1/31\,556\,925,9747$ av det tropiska året 1899, december 31, kl. 12 efemeridtid (vid sekelskiftet).

Mätosäkerheten för direkt mätning av efemeridtiden är ca 1 s. Emellertid är månens läge enklare att bestämma, och utgående från sådana mätningar och genom användning av uppgjorda tabeller kan efemeridtiden bestämmas på ca $\pm 0,05$ s när. De astronomiska mätningarna är emellertid tidsödande och det fordras tidintervaller av storleksordningen år för att bestämma efemeridtiden med god noggrannhet. De astronomiska tidsbestämningarna måste således kompletteras med noggranna klockor för tidangivelse. Den bästa noggrannheten erhålles med atomur (5), av vilka cesiumurets frekvens uttryckt i efemeridtid bestämts till $9\,192\,631\,770 \pm 20$ Hz. Denna frekvens kan alltså bestämmas med en noggrannhet av ca $2 \cdot 10^{-9}$.

Vid det senaste sammanträdet, i oktober 1964, med Conférence Générale des Poids et Mesures beslöts att cesiumuret tills vidare är etalong (normalmått) för tidmätningar. Den astronomiska grunddefinitionen kvarstår dock.

Den precision som kan erhållas vid bestämning av resonansfrekvensen i atomur är framför allt beroende på i vilken grad

Så härled

Coulombs lagar, som anger sambandet mellan den kraft F som uppstår mellan två elektriska laddningar, Q_1 , Q_2 , resp. mellan två »magnetpoler», belägna på avståndet r från varandra, har utnyttjats för att knyta samman de elektriska enheterna med de mekaniska.

Coulombs lagar löd med tidigare skrivsätt

$$f_e = Q_1 Q_2 / \epsilon r^2$$

$$f_m = Q_{m1} Q_{m2} / \mu r^2$$

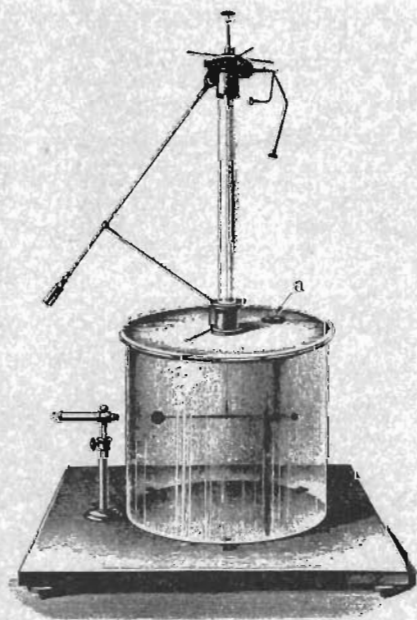


Fig 1

Lagarna härleddes 1785 av Coulomb med utgångspunkt i kvantitativa elektriska mätningar som utfördes med ett instrument enligt fig. 1. Det var i princip uppbyggt som en torsionsvåg. En horisontell isolerad stav med en metalliserad kula i stavens ena ände och en dämpande glimmerskiva i den andra är upphängd i en torsionsfjäder. Fjäders neutralläge kan ändras genom vridning av dess infästningsanordning. Vågen är försedd

des Coulombs lag

med avläsningsanordningar, en för bestämning av neutralläget och en för bestämning av vridningen relativt detta (den senare visas ej på figuren). Genom hålet a, vars centrum ligger på samma radie som stavens metallkula, kan en laddad kula införas så, att dess centrum förlägges till horisontalplanet genom staven. Coulomb hade tidigare funnit, att torsionsfjäders moment är proportionellt mot fjäders vridningsvinkel. För varje

för laddningar av samma polaritet, då den hade vissa labila egenskaper för attraktionskrafter.

Coulomb utvecklade emellertid en annan princip för laddningar med olika polaritet, fig. 2. Anordningen bestod av en isolerad metallkula G, en isolerad stav med en metallskiva l och en motvikt g, upphängd i en tråd med lågt torderande moment. Metallkulan G uppladdades och genom kortvarig jordning av metallski-

systemet kan isoleras från störningar i form av kemiska och elektromagnetiska krafter. På grund av atomsystemets mekaniska rörelse uppkommer genom Dopplereffekten en linjebreddning, vilken kan minskas med lämplig utformning av systemet, t.ex. genom att man utför mätningarna vinkelrätt mot rörelseriktningen. Med cesiumuret kan en precision av storleksordningen 10^{-11} i frekvensbestämningen erhållas, och man räknar med att omkring 1970 kunna uppnå noggrannheten 10^{-13} med en vätemaser.

De elektriska enheterna

För att inordna de elektriska enheterna i ett integrerat måttssystem räcker det att definiera en elektrisk grundenhet. Man har valt strömenheten ampere som sådan grund-enhet. De övriga elektriska enheterna kan därefter erhållas ur t.ex. effektvillkoret

$$P = R \cdot I^2 = U \cdot I$$

Eftersom effekten $1 \text{ W} = 1 \text{ Nm/s}$ kan de båda andra elektriska enheterna volt och ohm härledas ur effektvillkoret. De kan således bestämmas med utgångspunkt i de mekaniska grundenheterna och den elektriska grundenheten ampere. Att de elektriska enheterna på detta enkla sätt är integrerade med de mekaniska enheterna är ingen tillfällighet utan beror på att enheterna ampere, volt och ohm från början samordnades med CGS-systemet.

Ampères lag

Med *Coulombs lag*, som uttrycker kraftverkan mellan statiska elektriska laddningar, eller *Ampères lag*, som uttrycker kraftverkan mellan laddningar i rörelse (elektriska strömmar) kan de elektriska enheterna samordnas med de mekaniska. Som utgångspunkt för de elektriska enheterna har man valt Ampères lag.

Ampère härledde på 1820-talet lagen för kraftverkan mellan två ledarelement ds_1 och ds_2 förande strömmarna I_1 respektive I_2 . Ampère utförde fyra systematiska försök för härledning av lagen, som efter ett logiskt resonemang fick följande analytiska uttryck:

$$d\mathbf{f} = (AI_1I_2ds_1ds_2/r_2) \cdot [\cos \varepsilon - (3/2) \cdot \cos \theta_1 \cos \theta_2]$$

där $d\mathbf{f}$ =kraftverkan från det ena elementet på det andra, r =avståndet mellan ledarna, ε vinkeln mellan ledarelementen ds_1 och ds_2 , θ_1 =vinkeln mellan r och ds_1 och slutligen θ_2 =vinkeln mellan r och ds_2 .

Med konstanten $A=1$ och med de linjära dimensionerna i cm erhålles grundekvationen för den elektrodynamiska strömenheten; med $A=2$ erhålles grundekvationen för den elektromagnetiska strömenheten.

Ampères lag verifierades av *Weber*, som utförde sina försök med elektrodynamiska instrument. År 1851 publicerade han ett arbete om elektrodynamiska måttbestäm-

Fig. 1
Coulombs torsionsvåg.
Coulomb's torsion balance.

Fig. 2
Coulombs svängningsförsök
Coulomb's experiment of oscillation.

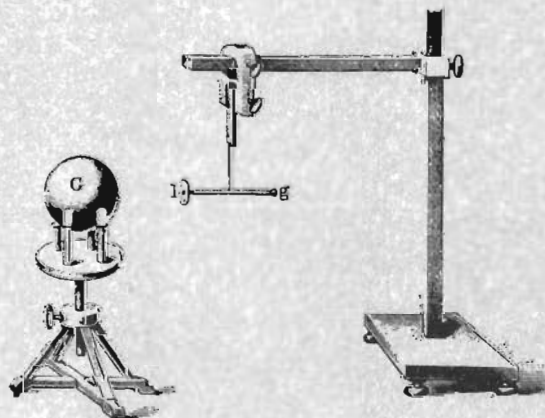


Fig 2

laddningspar på stavkulan och den nerförda kulan mättes torsionsstrådens utvridning och således momentet för två olika avstånd mellan laddningarna. Avståndsändringen åstadkoms genom ändring av torsionsfjäders infästningsvinkel. Genom två mätningar med samma laddningspar fastlades avståndsberoendet. Coulomb kunde genom upprepade försök även fastställa laddningsproportionaliteten. Den visade vägen lämpade sig bäst

van l erhöill denna en influensladdning. För två olika avstånd mellan kulan och staven mätte Coulomb svängningstiden för den senare och verifierade på detta sätt, att lagen även gällde för laddningar med olika polaritet.

Coulomb fastlade även lagen om kraftverkan mellan magnetpoler med hjälp av mätanordningar motsvarande de i fig. 1 och 2, varvid han laborerade med långa och smala magnetstavar.

ningar med förslag till två elektriska mått-system, det elektrostatiska respektive det elektromagnetiska systemet, som båda anslöts till de mekaniska enheterna men med millimeter, milligram och sekund som mekaniska enheter.

Genom uppfinningen av telegrafen i mitten av 1830-talet och genom dess första tillämpningar i början av 1840-talet kom elektriciteten i teknikens tjänst. Härigenom uppstod ett behov av att ha praktisk tillgång till elektriska referenser.

År 1860 föreslog *Siemens* att motståndsenheten skulle definieras av en kvicksilverpelare 1 m lång och med tvärsnittet 1 mm².

Olika galvaniska element fick vara spänningsreferens. Det pålitligaste av dessa torde vid mitten av 1800-talet ha varit det s.k. Daniell-elementet med en emk av ungefär 1,08 V.

För att systematisera de elektriska enheterna ur såväl vetenskaplig som teknisk synpunkt bildade *British Association for the Advancement of Science* år 1861 en kommitté för elektriska standard. Kommittén verkade under lord *Kelvins* ordförandeskap fram till 1870. Kommittén fann (7) att de elektriska grundenheterna skulle ha lämplig storlek ur praktisk synpunkt samt att de skulle vara relaterade till de mekaniska grundenheterna längd, tid och massa, och att andra elektriska enheter skulle kunna härledas ur grundenheterna. Enheterna skulle vara reproducerbara om t.ex. de ursprungliga normalerna förstördes eller om av andra skäl nytillverkning önskades.

Som grundläggande relationssamband mellan de elektriska enheterna och de mekaniska kunde antingen det elektromagnetiska eller det elektrostatiska systemet enligt *Webers* grundförslag användas. Som definierande ekvationer för de två syste-

men användes *Coulombs* uttryck, som med dåtida skrivsätt löd

$$f_e = Q_1 Q_2 / \epsilon r^2 \quad f_m = Q_{m1} Q_{m2} / \mu r^2$$

Eftersom såväl ϵ som μ betraktades som dimensionslösa, erhöles de dimensioner på storheterna i respektive system som anges i tab. 1 på s. 65.

Ur tabellen finner man att förhållandet mellan motsvarande enheter i resp. system har dimensionen hastighet, $l \cdot t^{-1}$, och att samma dimension gäller för produkten $1/\sqrt{\mu\epsilon}$.

Den brittiska kommitténs arbete avslutades med en rekommendation som innebar att för praktiskt elektrotekniskt bruk borde enheterna volt, ohm och ampere användas. Dessa enheter var anknutna till *Webers* elektromagnetiska system men med CGS-enheter på så sätt att 1 volt = 10⁸ elektromagnetiska CGS-enheter (e.m.e) och 1 ohm = 10⁹ e.m.e. Enheterna anslöts således till såväl praktiska referensenheter — nämligen till *Siemens*-enheten (men 104,8 cm lång) och till Daniell-cellen 1,08 V — som till vetenskapliga definitioner.

På grund av dimensionslösheten på ϵ och μ i det elektromagnetiska systemet fick resistansenheten samma dimension som hastighet. Ljushastigheten uttrycktes även i ohm, varvid värdet blev omkring 30 ohm.

Kommittén medverkade även till att motståndsnormaler började tillverkas. Värdet på dessa normaler var omkring 1,4 % för lågt. Som referens för spänningen rekommenderades den då nya Clark-cellen, vars elektromotoriska kraft (emk) angavs till 1,457 V, ett omkring 1,6 % för högt värde.

Den brittiska kommitténs förutseende arbete kan inte värderas högt nog. Genom

kommittén anslöts de elektriska enheterna till metersystemet innan 1875 års meterkonvention fastställde detta. Utvecklingen av den fysikaliska precisionsmättekniken och av materialundersökningar för elektriska instrument kunde påbörjas och för såväl tekniker som fysiker blev enheterna till stor hjälp. Den brittiska kommitténs arbete gav även impulsen till ett internationellt standardiseringsarbete.

Den första internationella elektriska kongressen, som samlades 1881, kunde bygga vidare på det brittiska arbetet. Kongressen fastställde det brittiska förslaget om enheternas definition ur det elektromagnetiska CGS-systemet och utsåg även en arbetsgrupp, som 1884 rekommenderade att ohmprototypen skulle definieras enligt *Siemens*, men 106 cm lång (vilket var ett ungefär 2,7 ‰ för lågt värde). Mätnoggrannheten hade därmed pressats ungefär en tiopotens under ett tiotal år.

Till nästa internationella kongress, som hölls 1893, hade mätnoggrannheten ytterligare förbättrats. Motståndprototypen föreslogs ha en längd av 106,3 cm (ca 0,5 ‰ för högt värde) och som spänningsprototyp valdes Clark-cellen, vars emk sattes till 1,434 V.

Vid den internationella kongressen 1904 hade två aspekter på utvecklingen utkristalliserats, nämligen dels den legala aspekten, dels standardiseringsaspekten. Den förra ledde till att de elektriska enheterna år 1921 kom att innefattas i den verksamhet, som bedrivs av *Internationella Kommittén för Mått och Vikt* (*Comité Internationale des Poids et Mesures*); den senare ledde till bildandet av *International Electrotechnical Commission* (IEC).

Den internationella elektriska kongressen 1908 fastställde de internationella

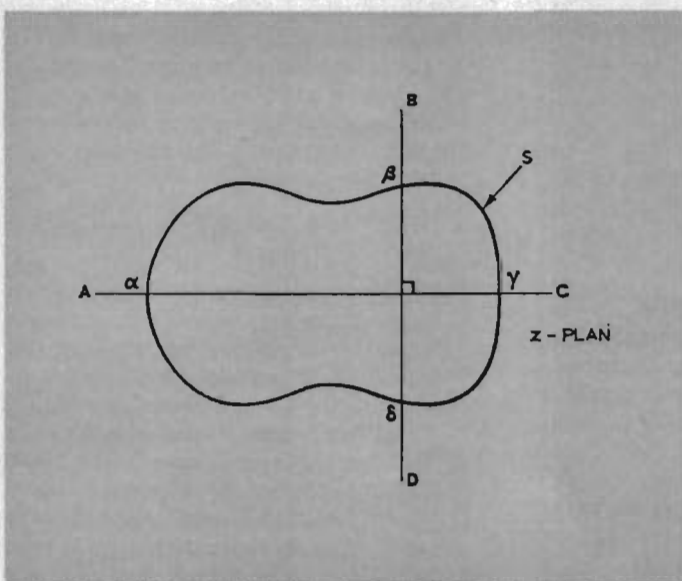


Fig. 5
Lampards teorem.
Lampard's theorem.

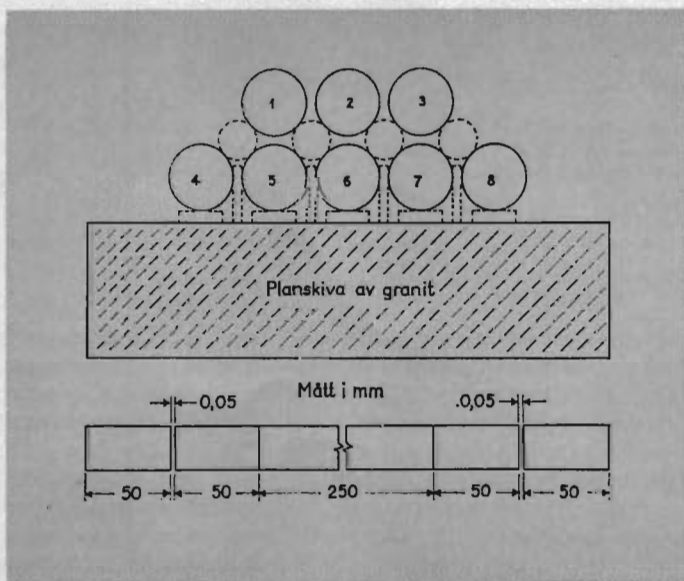


Fig. 6
Lampard-kondensatorns praktiska uppbyggnad.
Realization of the Lampard capacitor.

grundenheterna för legalt bruk, varvid en internationell ohm definierades som motståndet av en kvicksilverpelare 106,300 cm lång med massan 14,4521 g och en internationell ampere som den ström, vilken utfäller silvermed en hastighet av 0,00111800 g/s från en lösning av silvernitratt. Det senare resultatet hade erhållits genom oberoende försök av lord Rayleigh och Kohlrausch.

Motståndsprototypens utseende framgår av fig. 3. Runt kvicksilverröret (en kvicksilverpelare) ligger en kopparbehållare med olja, som i sin tur befinner sig i ett isbad. Speciell uppmärksamhet fick ägnas åt anslutningselektrodernas utformning.

Strömenheten fastställdes med en silvervoltameter enligt fig. 4. Som katod användes en platinadegel PP. Anoden A bestod av en silverycylinder, som matades av en silverledare. Under anoden befann sig en glashägare G för uppsamling av det anodslam som bildades under elektrolysen. Silvernitratlösningens tillstånd, vägningsförfarandet av platinadegeln samt tillåten strömtäthet var väl definierade för att reproducerbara resultat skulle erhållas.

Som grund för fastställandet av de nu nämnda internationella enheterna låg resultaten från flera absolutmätningar.

En följd av fastställandet av de internationella elektriska enheterna var att olika nationella standardlaboratorier inrättade primärnormalgrupper för resistansenheten och spänningenheten, varvid den senare realiserades genom en grupp mättade Weston-celler och den förra genom en grupp omsorgsfullt tillverkade normalmotstånd. Gruppernas medelvärde kontrollerades med jämna mellanrum genom mätningar som utfördes enligt de internationella enheternas definitioner. Individerna

i en grupp av normalmotstånd kontrollerades genom jämförelse mellan de individuella mätvärdena och gruppens medelvärde.

Eftersom reproducerbarheten i mätningarna enligt de internationella definitionerna visade sig mindre god, påbörjades 1910 internationella kompareringsmätningar mellan olika standardlaboratorier för att kontrollera respektive laboratoriers primärvärden. Sedan 1931 har kompareringsmätningarna utförts vid Internationella Byrån för Mått och Vikt.

Vid slutet av 1920-talet fann man att situationen ändrats sedan 1908. Erfarenheterna hade bl.a. visat, att genom den tekniska utvecklingen felen i absolutmätningarna sannolikt ej överskred de fel som uppstod vid reproducering av de internationella prototyperna. Generalkonferensen för Mått och Vikt 1933 godkände därför i princip en ändring till absoluta enheter och uppmanade den rådgivande internationella kommittén att påskynda arbetet. Till följd av kriget fördröjdes detta och först den 1 januari 1948 skedde ändringen till absoluta enheter.

Som grund för de kvantitativa ändringarna i värdena för primärnormalerna gjordes en kritisk analys av internationella kompareringsmätningar samt av absolutmätningar utförda under tidsperioden 1934—1945. Slutsatserna blev att de internationella enheterna borde förskjutas enligt följande (6):

medelvärdet av 1 internationell ohm=
=1,000 490 absoluta ohm;

medelvärdet av 1 internationell ampere=
=0,999 853 absoluta ampere.

Noggrannheten av absolutmätningarna vid tiden för denna ändring var sådan, att

såväl resistansenheten som strömenheten kunde realiseras med en noggrannhet av $20 \cdot 10^{-6}$.

De nyss angivna noggrannhetsvärdena är i stort giltiga i dag — dock torde osäkerheten i resistansbestämningen ha minskats till ca $10 \cdot 10^{-6}$ i samband med att enheten resistans numera bestäms med hjälp av en beräkningsbar kapacitans i stället för som tidigare med hjälp av en beräkningsbar induktans.

Absolutmätningmetoder för resistans och ström

Den absoluta bestämningen av resistansenheten med hjälp av en beräkningsbar kapacitans grundas på australiensaren Lampards teorem, enligt vilket kapacitansen på ett elegant sätt direkt kan uttryckas i längd.

Tvärsnittet av ett ledande cylindriskt skal S, fig. 5, med en symmetriaxel AC men av annars godtycklig form, kan uppdelas i fyra delar av två ortogonala plan parallella med cylindergeneratrisen. Om linjen AC ligger i ett av planen, är kapacitansen mellan motstående delar av cylinderytan ($\alpha\beta$ till $\gamma\delta$ respektive $\beta\gamma$ till $\delta\alpha$) per längdenhet konstant med värdet

$$C_o = \frac{\ln 2}{4\pi^2} \text{ e.s.e./cm} = \frac{\epsilon_o \ln 2}{\pi} \text{ farad/m}$$

Den beräkningsbara kapacitansen kan realiseras med cylindriska passbitar, fig. 6, varvid kapacitansändringen svarande mot en känd längdändring av den cylindriska sektionen bestämmer storheten. Härigenom elimineras inverkan av randeffekter. Två mätningar av kapacitansen görs, vid den ena är elektrodena 1, 3 och 6 jor-

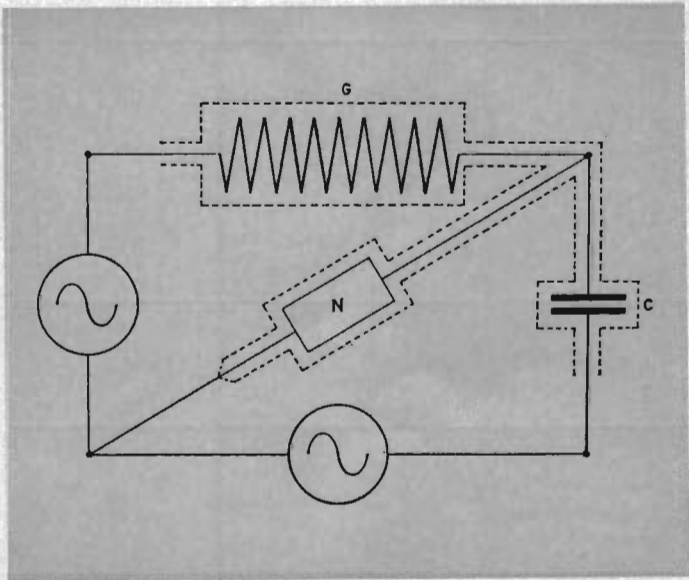


Fig. 7
Brygga för resistansbestämning mot känd kondensator.
Bridge for determination of resistance by a known capacitor.

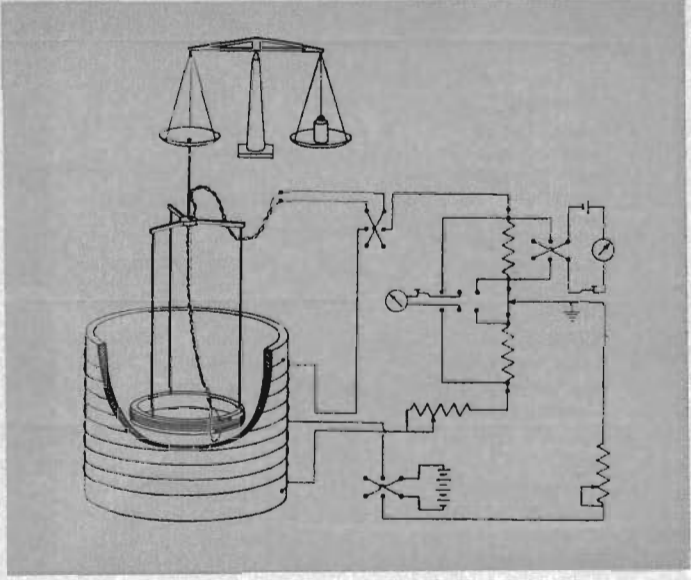


Fig. 8
Principen för en strömvåg.
Principle of the current balance.

Storheter och enheter i

I nedanstående tabell är sammanställda några viktigare storheter och enheter i SI-systemet.

Storhet		SI-enhet			Multipelenheter (exempel)		
Benämning	Beteckning	Benämning	Beteckning	Definition	Benämning	Beteckning	Definition
Rum plan vinkel rymdvinkel längd yta volym	α Ω A V	radian steradian meter kvadratmeter kubikmeter	rad sr m m ² m ³		mikrometer kubikdecimeter	μm^1 dm ³	
Tid, rum-tid tid frekvens hastighet acceleration acceleration vid fritt fall	t f v a g	sekund hertz meter per sekund meter per sekund-två meter per sekund-två	s Hz m/s m/s ² m/s ²	$1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$	timme kilometer per timme	h km/h	$1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$
Massa, kraft massa densitet (täthet) kraft kraftmoment tryck	m ρ F M p	kilogram kilogram per kubikmeter newton newtonmeter newton per kvadratmeter	kg kg/m ³ N Nm N/m ²	$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$	ton gram per kubikcentimeter dyn bar	t g/cm ³ dyn bar	$1 \text{ t} = 1000 \text{ kg}$ $1 \text{ dyn} = 10^{-5} \text{ N}$ $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ N/m}^2$
Energi energi (arbete) effekt	W P	joule watt	J W	$1 \text{ J} = 1 \text{ Nm}$ $1 \text{ W} = 1 \text{ Nm/s}$	erg kilowattimme	erg kWh	$1 \text{ erg} = 10^{-7} \text{ J}$
Elektricitet och magnetism elektrisk ström elmängd (laddning) elektrisk spänning magnetiskt flöde magnetisk flödes-täthet magnetiserande fältstyrka ²	I Q U Φ B H	ampere coulomb volt weber tesla ampere per meter	A C V Wb T A/m	$1 \text{ C} = 1 \text{ As}$ $1 \text{ V} = 1 \text{ W/A}$ $1 \text{ Wb} = 1 \text{ Vs}$ $1 \text{ T} = 1 \text{ Wb/m}^2$			
Värme absolut temperatur temperatur (över isens smältpunkt)	T t, ϑ	grad Kelvin grad Celsius	°K °C				
Ljus ljusstyrka ljusflöde belysning (illuminans)	I Φ E	candela lumen lux	cd lm lx	$1 \text{ lm} = 1 \text{ cd} \cdot \text{sr}$ $1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2$			

1) ej μ

2) Denna storhet kallas även magnetisk fältstyrka, vilken benämning emellertid förekommer även för den storhet som betecknas B. Som särskiljande benämningar används även B-vektor och H-vektor.

SI-systemet

Massa, vikt, kraft, tyngd

Det är av betydelse att skilja på storheten massa och storheten kraft.

Massa bestäms oftast genom vägning. Ordet vikt har därför i svenskt språkbruk ofta använts i stället för massa. I vissa utländska språk är emellertid den etymologiska motsvarigheten till vikt (eng. weight, ty. Gewicht) synonym till tyngd. Ordet vikt bör därför undvikas i betydelsen massa.

För en kropp i jordens närhet innebär kroppens tyngd den kraft varmed kroppen dras mot jorden. Ordet vikt är ej synonymt med tyngd.

SI-enheten för kraft är 1 newton (1 N). Hittills har som kraftenhet i stor utsträckning använts 1 kilopond (1 kp) och i begränsad utsträckning 1 kilogramkraft (1 kgf). 1 kp=1 kgf. Enheten kilopond definieras på basis av tyngdfaktorn 9,806 65 N/kg och 1 kp är 9,806 65 N. Som regel avviker jordaccelerationen på olika orter från detta värde och därvid avviker också tyngden av massan ett kilogram i samma förhållande från värdet ett kilopond. Ibland har för kraft felaktigt använts massaenhetens namn kilogram, när man avsett kraftenheten kilopond. Detta bör ej längre förekomma. Företrädesvis skall SI-enheten newton och

multiplar av denna användas vid angivande av kraft.

Densitet

Termen densitet bör användas hellre än täthet. Densitet bör företrädesvis anges i enheten 1 kg/m³, 1 g/cm³ eller för vissa områden i 1 g/ml.

Energi, arbete

Energi och arbete anges i SI-systemet med enheten joule (1 J) och tiopotens-multiplar därav. För värmeenergi har hittills enheten kalori allmänt använts. Joule bör tillämpas även för denna energiform.

Effekt

Effekt anges i SI-systemet med enheten 1 watt (1 W=Nm/s=1 J/s) och multiplar därav. Enheten 1 hästkraft (1 hk) bör undvikas.

Mätetal

Genom att uttrycka ett mätetal med två faktorer, varav den ena är en potens av 10, kan man erhålla talvärden som är av lämplig storlek. Tiopotenserna bör företrädesvis vara de för vilka prefix finns standardiserade. Tiopotensen kan vanligen ersättas med prefix till enheten.

dade, varvid kapacitansen mätes mellan elektroderna 5, 7 parallellkopplade och elektrod 2. Vid den andra mätningen är 5, 7 och 2 jordade, varvid kapacitansen mellan 1, 3 parallellkopplade och 6 mätes.

Med hjälp av en induktiv brygga med transformeringsförhållandet ett kan en referenskondensator bestämmas genom mätning mot den beräkningsbara kondensatorn. Eftersom den senare enbart har en kapacitans av omkring 2 pF/m blir referenskondensatorn liten (ca 1 pF). I en speciell jämförelsebrygga med noggrant kända förhållanden, som bestämts genom permutering av de enskilda enheterna i en grupp, bestående av elva nominellt lika kondensatorer, är det emellertid möjligt att transformera den ursprungliga referenskondensatorn till större enheter med värden av storleksordningen 1—10 nF, mot vilka resistiva enheter kan mätas.

Mätningen utföres i en brygga, i princip enligt fig. 7. Under förutsättning att de två generatorerna ligger exakt 90° ur fas och har samma amplitud, blir balansvillkoret $G=\omega C$, där G är konduktansen, ω vinkelfrekvensen och C referenskondensatorns kapacitans. Då den senare är känd, fordras mätning av vinkelfrekvensen, för att man skall få resistansvärdet i det absoluta systemet.

De enda metoder som använts och som fortfarande används för absoluta strömmätningar grundas på strömvågar. Principen för en sådan framgår av fig. 8. Såväl det fasta som det rörliga spolsystemet matas med samma ström. Den kraft som verkar på den rörliga spolen vägs ut med kända massor. Den inmatade strömmen passerar ett normalmotstånd känt i absoluta enheter, varför spänningsmätning kan utföras mot standardceller, vars elektromotoriska krafter således bestämmas absolut genom Ohms lag.

År 1958 publicerades resultaten från två mät försök, som utfördes vid NBS med två oberoende vägar (6). Vid det ena försöket erhöles värdet på NBS-amperen till $1,000008 \pm 0,000006$ respektive $1,000013 \pm \pm 0,000008$ absoluta ampere, varvid felgränserna motsvarar det sannolika felet (50 % konfidens). De väsentliga felorsakerna är osäkerhet vid kraftbestämningen genom vägningsfel, okända kraftbidrag från anslutningsledare samt osäkerhet i massor och i g -värdet samt fel i dimensionsmätningarna och fel på grund av okänd strömfördelning i ledarna.

Temperaturenheten

Den femte enheten i SI-systemet är temperaturrenheten. Som grund för denna enhet ligger Kelvins förslag om att den reversibla Carnot-processen skulle användas för en temperaturskala — den termodynamiska — med endast en fixpunkt. Denna har i SI-systemet valts som vattnets trippelpunkt vilken är jämviktstillståndet för is, vatten och vattenånga och som är den bästa

Prefix för multipelenheter

Tal-faktor	Prefix		Exempel
	Benämning	Beteckn.	
10 ¹²	tera	T	1 terawattimme 1 TWh
10 ⁹	giga	G	1 gigawatt 1 GW
10 ⁶	mega	M	1 megavolt 1 MV
10 ³	kilo	k	1 kilometer 1 km
10 ²	hekto	h	1 hektogram 1 hg
10 ¹	deka	da	1 dekalumen 1 dalm
10 ⁻¹	deci	d	1 decibel 1 dB
10 ⁻²	centi	c	1 centimeter 1 cm
10 ⁻³	milli	m	1 milligram 1 mg
10 ⁻⁶	mikro	μ	1 mikrometer 1 μ m
10 ⁻⁹	nano	n	1 nanohenry 1 nH
10 ⁻¹²	piko	p	1 pikofarad 1 pF
10 ⁻¹⁵	femto	f	1 femtometer 1 fm
10 ⁻¹⁸	atto	a	1 attosekund 1 as

fixpunkten med hänsyn till reproducerbarheten. I SI-systemet är vattnets trippelpunkt bestämd till exakt $273,16^\circ \text{ K}$ ($=+0,01^\circ \text{ C}$).

Man kan emellertid visa att temperaturen T för ideala gaser sammanfaller med den termodynamiska temperaturen, varför mätningar av denna kan ske med gastermometrar. Svårigheterna vid sådana mätningar är emellertid stora och man har därför definierat en hjälpskala — den *internationella temperaturskalan* — som har större tekniskt intresse och som ansluter sig till den termodynamiska. Denna skala definieras med ett antal fixpunkter, se tab. 2, och bygger delvis på elektriska enheter. Denna temperaturskala uttrycks i grader Celsius ($^\circ \text{C}$).

I intervallet 0° C till $630,5^\circ \text{ C}$ (antimonpunkten) bestäms temperaturen av temperaturberoendet hos en motståndstermometer av platina, varvid resistansvariationen antages följa formeln:

$$R=R_0(1+At+Bt^2)$$

Konstanterna R_0 , A och B erhålles ur uppmätta resistansvärden vid vattnets trippelpunkt, vid ångpunkten och vid svavel- eller zinkpunkten. Från syrepunkten ($-182,92^\circ \text{ C}$) till 0° C definieras resistansens temperaturberoende enligt

$$R=R_0(1+At+Bt^2+Ct^3)$$

varvid tilläggskonstanten C bestäms från uppmätta resistansvärden vid syrepunkten och vid vattnets ångpunkt.

Resistansbestämningen hos platinatermometrar måste vid noggranna bestämningar ske i speciella bryggor, som dels är temperaturkontrollerade, dels innehåller kompensationsmöjligheter på grund av tillledningarnas resistans.

Temperaturintervallet $630,5^\circ \text{ C}$ till guld- punkten definieras av tomgångsspänningen från ett termoelement, sammansatt av platina och platina-rhodiumlegering, då det ena lödstället ligger på 0° C och det andra på temperaturen t . Elektromotoriska kraftens temperaturberoende definieras enligt formeln

$$E=a+bt+ct^2$$

Konstanterna a , b och c bestäms ur uppmätta spänningsvärden vid $630,5^\circ \text{ C}$, vid silverpunkten och vid guldpunkten, varvid temperaturen $630,5^\circ \text{ C}$ bestäms genom en resistanstermometer.

Temperaturen över guldpunkten bestäms genom Planck's strålningslag för en totalstrålare.

$$P_{\lambda l}=C_1 \cdot \lambda^{-5} / (e^{(c_2/\lambda T)}-1)$$

där λ =våglängden och $P_{\lambda l}$ =strålningen från totalstrålaren vid våglängden λ .

Temperaturen t definieras som strålningsförhållandet för en totalstrålare vid

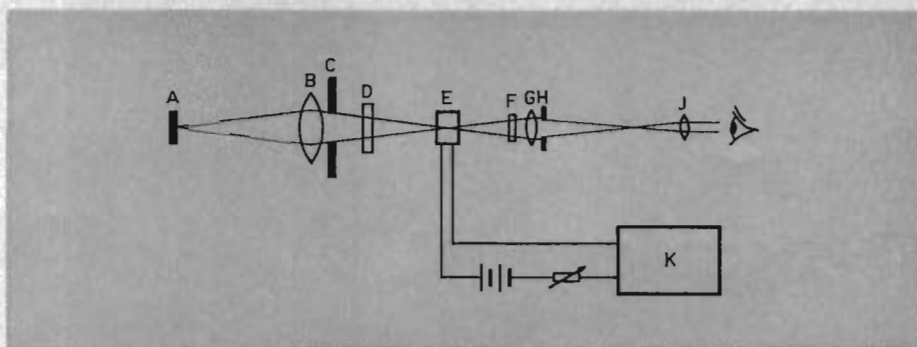


Fig. 9

Schema för optisk pyrometer; A = strålningskälla, B = objektiv, C = bländare, D = absorptionsfilter, E = pyrometerlampa, F = rödfilter, G = mikroskopobjektiv, H = mikroskopbländare, J = okular, K = strömkälla.

Diagram of optical pyrometer: A = radiation source, B = lens, C = aperture, D = absorption filter, E = pyrometer lamp, F = red filter, G = microscopic lens, H = microscopic aperture, J = eye-piece; K = current source.

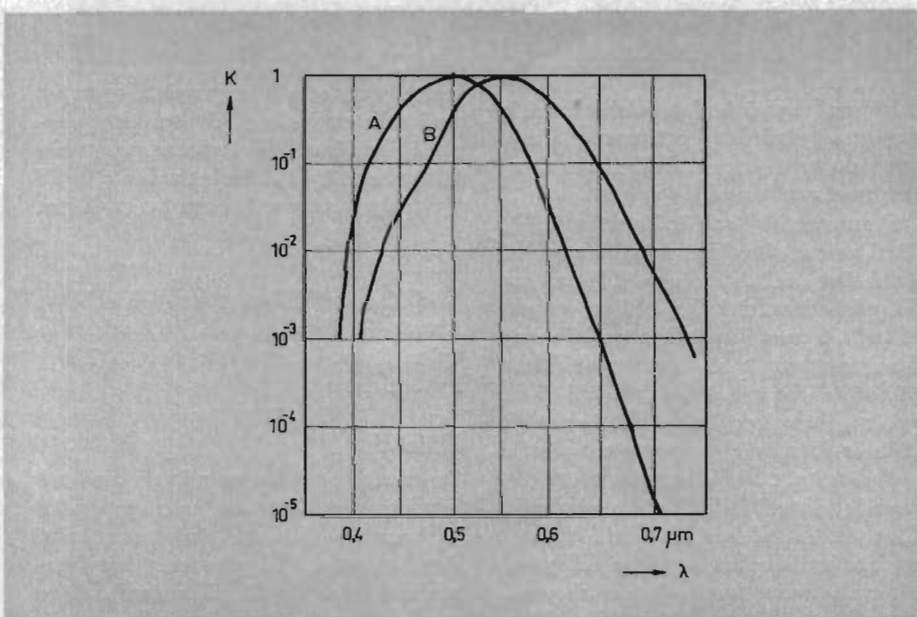


Fig. 10

Visibilitetskaraktistiken; relativa energikänsligheten K hos det mänskliga ögat som funktion av ljusvåglängden λ . A = skotopiskt seende (mörkerseende), B = fotopiskt seende (normalseende).

The visibility characteristic; the relative sensitivity K of the human eye as a function of the light wave length λ . A = scotopic seeing (dark seeing), B = photopic seeing (normal seeing).

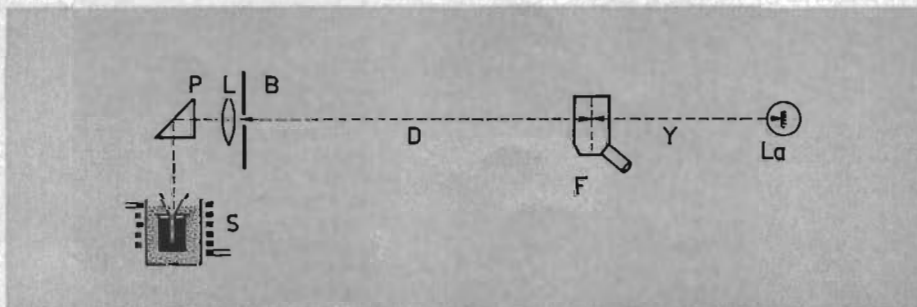


Fig. 11

Mätning av standardlampa mot totalstrålare; D, Y = avstånd; P = prisma, L = lins, B = bländare, F = fotometer, La = jämförelselampa, S = totalstrålare.

Measurement of standard lamp against black body radiation source; D, Y = distances, P = prism, L = lens, B = aperture, F = photo meter, La = comparison lamp, S = black body radiation source.

temperaturen t och vid guldpunkten t_{Au} så att man får

$$\frac{P_{sl}(t)}{P_{sl}(t_{Au})} = \frac{e^{(c_2/\lambda t_{Au} + T_0)} - 1}{e^{(c_2/\lambda t + T_0)} - 1}$$

där $c_2=1,438 \text{ cm} \cdot \text{grad}$, $t_{Au}=1063^\circ \text{ C}$ och $T_0=273,15^\circ \text{ C}$.

Det instrument som användes för att realisera skalan över guldpunkten är den optiska pyrometern (9), fig. 9. Man be-

brering över guldpunkten kan strålningen från en totalstrålare reduceras med ett känt filter så att man erhåller samma inställning av strömmen till pyrometerlampan som vid guldpunkten. Härvid kan strålningskällans temperatur beräknas.

Noggrannheten hos nuvarande internationella skala är relativt väl definierad i förhållande till den termodynamiska, tab. 3 (10). Guldpunkten ligger dock sannolikt ca 1° C för lågt.

man måste således ta hänsyn till ögats känslighet för ljusvåglängden (visibilitetskaraktistiken). Ljusenheten kan således med nuvarande definition inte direkt anknytas till renodlade fysikaliska begrepp. Emellertid användes, då noggranna observationer önskas, fysikaliska mätinstrument för att undvika spridningar, orsakade av mänskliga observatörer. Dessa instrument måste då vara anpassade till visibilitetskaraktistiken. Denna är beroende på

Tab. 1.
Enhetsdimensioner i de elektrostatiske och elektromagnetiska CGS-systemen.
The dimensions of the units of the electrostatic and electromagnetic cgs-system.

Storhet	Elektrostatiske systemet	Elektromagnetiske systemet
Q	$[^{3/2} \text{ m}^{1/2} \text{ t}^{-1}]$	$[^{1/2} \text{ m}^{1/2}]$
U	$[^{1/2} \text{ m}^{1/2} \text{ t}^{-1}]$	$[^{3/2} \text{ m}^{1/2} \text{ t}^{-2}]$
Qm	$[^{1/2} \text{ m}^{1/2}]$	$[^{3/2} \text{ m}^{1/2} \text{ t}^{-1}]$
I	$[^{3/2} \text{ m}^{1/2} \text{ t}^{-2}]$	$[^{1/2} \text{ m}^{1/2} \text{ t}^{-1}]$
D	$[^{-1/2} \text{ m}^{1/2} \text{ t}^{-1}]$	$[^{-3/2} \text{ m}^{1/2}]$
E	$[^{-1/2} \text{ m}^{1/2} \text{ t}^{-1}]$	$[^{1/2} \text{ m}^{1/2} \text{ t}^{-2}]$
ϵ	[0]	$[^{-2} \text{ t}^2]$
H	$[^{1/2} \text{ m}^{1/2} \text{ t}^{-2}]$	$[^{-1/2} \text{ m}^{1/2} \text{ t}^{-1}]$
B	$[^{-3/2} \text{ m}^{1/2}]$	$[^{-1/2} \text{ m}^{1/2} \text{ t}^{-1}]$
μ	$[^{-2} \text{ t}^2]$	[0]

Tab. 3.
Noggrannheten hos den internationella temperaturskalan jämförd med den termodynamiska.
The accuracy of the international temperature scale compared with the thermodynamic.

Temperatur $^\circ \text{C}$	Definitions-noggrannhet $^\circ \text{C}$	Reproducer-barhet $^\circ \text{C}$	Metod
- 182,97 + 0,01	$\pm 0,02$ —	$\pm 0,003$ $\pm 0,0001$	Resistanstermometer
100	$\pm 0,004$	$\pm 0,001$	Resistanstermometer
444,6	$\pm 0,15$	$\pm 0,005$	Resistanstermometer
1063	± 1	$\pm 0,05$ $\pm 0,1$ $\pm 0,2$ ± 3	Resistanstermometer Termoelement Optisk pyrometer Optisk pyrometer
2000	± 6		

Tab. 2.
Den gällande internationella temperaturskalans fixpunkter. Trycket skall vara 1 standardatmosfär, dvs. 1,01325 bar. Svavel- och zinkpunkten kan användas alternativt.

The fixpoints of the present international temperature scale. The pressure is to be 1 standard atmosphere, i.e. 1.01325 bar. The sulphur and the zinc point can be used alternatively.

System	Jämvikts-temperatur $^\circ \text{C}$
Flytande syre och dess ånga	- 182,92
Is, vatten och ånga (vattnets trippelpunkt)	+ 0,01
Vatten och ånga	+ 100
Flytande svavel och dess ånga	444,6
Fast och flytande zink	419,505
Fast och flytande silver	960,8
Fast och flytande guld	1 063

Tab. 4.
Differenser mellan olika ljusstyrkevärden.
Differences between different candle powers.

Land	År	Relativt ljusvärde
Tyskland	1955/56	1,007
Kanada	1953	0,993
USA	1937/38	1,003
Frankrike	1950/51	1,003
Storbritannien	1954/56	0,995
Japan	1955	0,998
Sovjetunionen	1956/57	1,001
Medelvärde		1,000

traktar härvid samtidigt bilden från strålningskällan A samt från en pyrometerlampan E. Strömmen inställes så att lampbilden försvinner i förhållande till strålningskällans bild.
Det första steget vid kalibrering av pyrometern är att notera det strömvärde som svarar mot guldpunkten. För primärkali-

Ljusenheten

Den sista grundenheten i SI-systemet är enheten för ljus, candela, vilken bestäms av att luminansen från en totalstrålare vid en temperatur svarande mot platinas stelling är 60 cd/cm^2 .
De ljus tekniska mätningarna skall hänföras till ögats strålningskänslighet och

om iakttagelser sker under ljusa eller dunkla förhållanden, varvid man skiljer på s.k. fotoptiskt och skotoptiskt seende. Genom mätningar har man fastställt »normalögats» karakteristik (11) fig. 10. De ljus tekniska mätningarna skall utföras under förhållan-

G W A DUMMER
OCH
A LETCHFORD

Royal Radar Establishment,
Malvern, England

Förbindningar och integrerade kretsar

Sedan de initiala svårigheterna övervunnits i fråga om tillverkningen av integrerade mikrokretsar har mer arbete kunnat inriktas på att få

fram en konstruktions- och förbindningsteknik som gör det möjligt att bygga apparatur vars tillförlitlighet och kompaktet är jämförbar

med vad som uppnåtts i kapslade mikrokretsar. Här redogörs för några projekterade resp. existerande metoder för förbindningar.

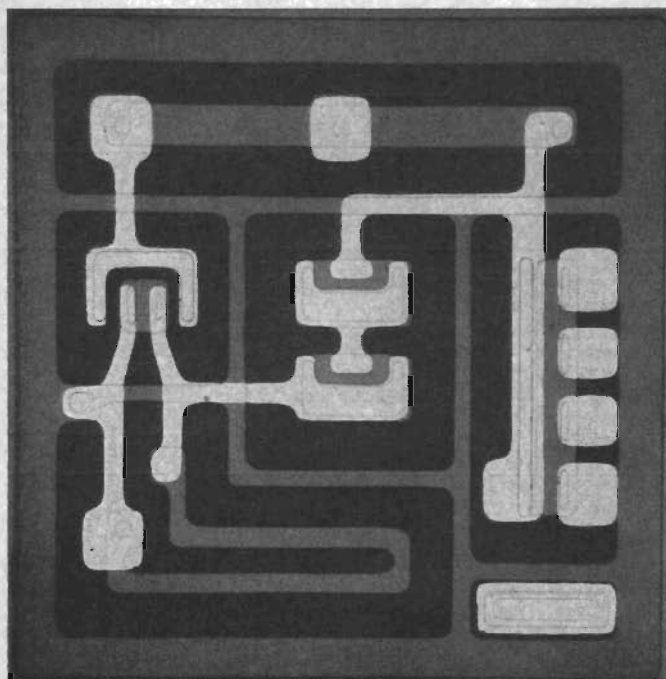


Fig. 1
Integrerad halvledarkrets på kiselunderlag — en NOR-grind med fyra ingångar — med metalliska kontaktytor för yttre förbindningar. (Ferranti Ltd, England).

Semiconductor integrated circuit — a four input NORGATE — with metallic conducting lands on the surface of the silicon chip.

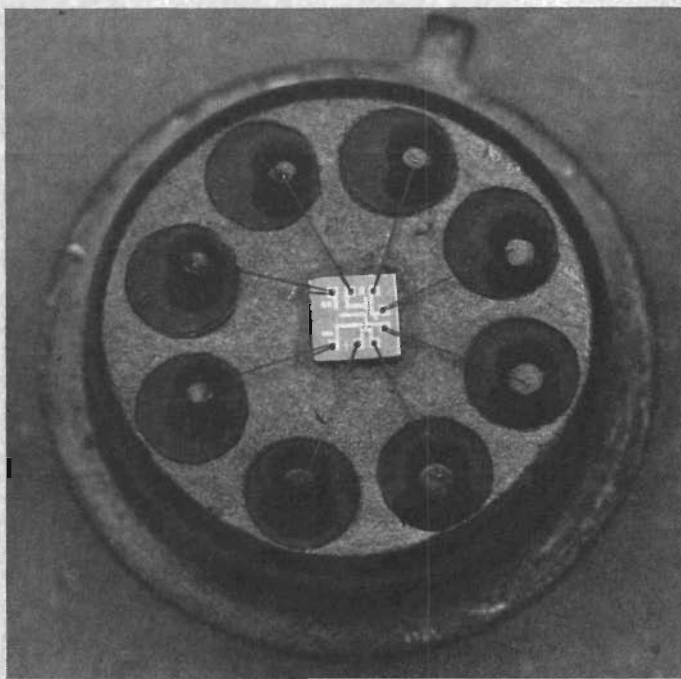


Fig. 2
Integrerad halvledarkrets för montering i TO-5 kåpa. (Marconi, England).

Semiconductor integrated circuit designed for encapsulation in a TO-5 can. (Marconi, England).

mellanförbindningar för

För framställning av mikroelektronik-kretsar finns två grundläggande tekniska tillvägagångssätt. Det ena grundar sig på användning av halvledare för framställning av alla kretselement, både aktiva och passiva, och det andra är tunnfilmteknik,

där de passiva elementen (kondensatorer och motstånd) framställs i tunnfilmform på ett substrat av isolerande material, medan de aktiva elementen (transistorer och dioder) adderas senare i form av diskreta halvledarkomponenter.

Ända till för några år sedan hade större delen av forsknings- och utvecklingsarbetet inom mikroelektroniken koncentrerats på problem rörande konstruktion av kretselement och små ansträngningar hade gjorts för att lösa de tekniska problem som

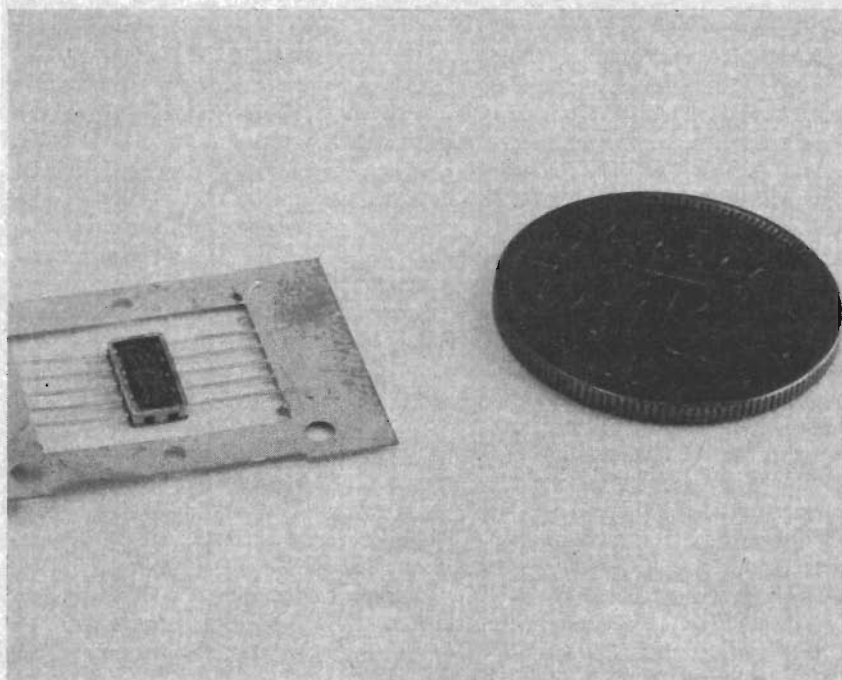


Fig. 3
Integrerad halvledarkrets för flat köpa. (Tillverkare: Texas Instruments Ltd, England.)
Semiconductor integrated circuit for a flat cap. (Manufacturer: Texas Instruments Ltd, England.)

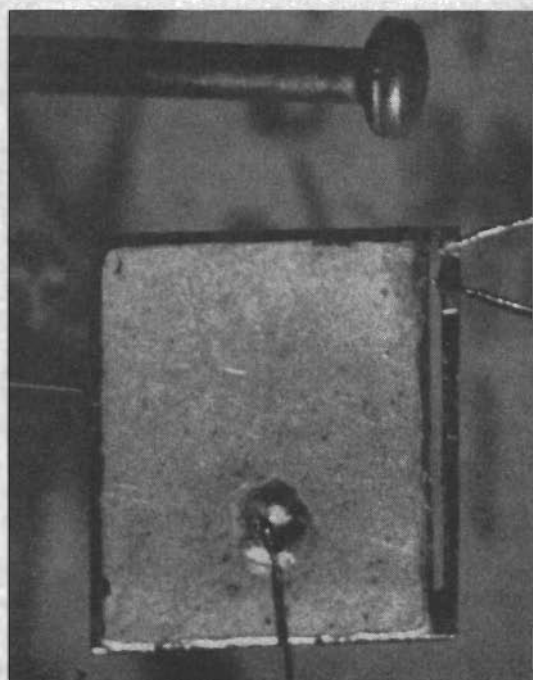


Fig. 4
Integrerad halvledarkrets av germanium. Anslutningarna till halvledaren är lödda med indium. Kretsen tillverkades vid Royal Radar Establishment, England, 1959.
Germanium semiconductor integrated circuit with indium soldered connections. The circuit was made at the Royal Radar Establishment in 1959.

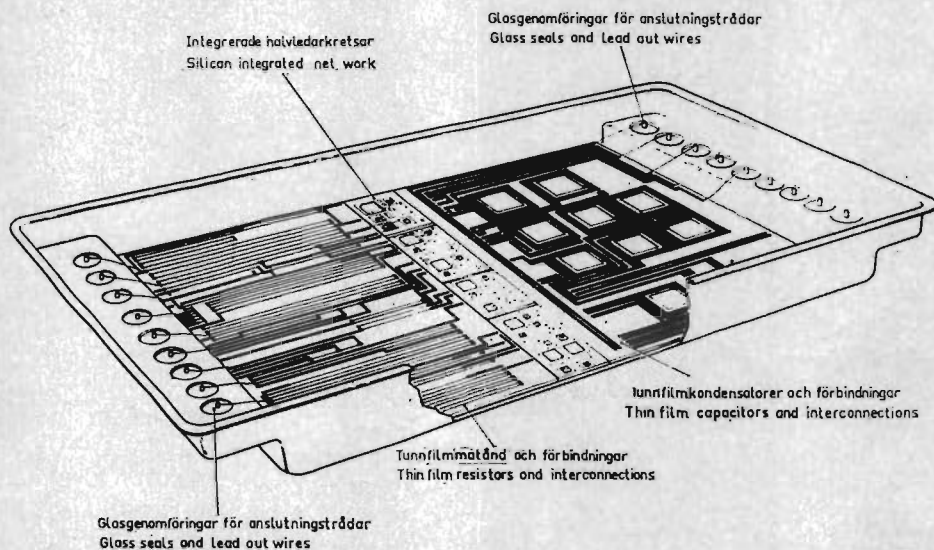


Fig. 5

Komplex hybridkrets tillverkad av Ferranti Ltd, England. Ytermått 50×30×3 mm.

Complex hybrid package, dimensions 50×30×3 mm. (Manufacturer: Ferranti Ltd, England.)

uppbyggnad av apparatur med mikrokretsar innebär. En av svårigheterna har varit att åstadkomma tillförlitliga förbindningar, dels inne i de kapslade enheterna och dels mellan olika enheter. Kraven för båda slagen av förbindningar är hög tillförlitlighet och små dimensioner. Dessutom är det önskvärt att förbindningar mellan olika enheter kan lossas och åter förbindas ett antal gånger utan att tillförlitligheten äventyras. Förbindningar inne i enheterna får inte innefatta material eller tillverkningsprocesser som kan ha någon skadlig inverkan, fysikaliskt eller kemiskt, på de olika kretselementen.

Förbindningar för integrerade halvledarkretsar

Fig. 1 visar en integrerad halvledarkrets i monolitutförande i vilken störämnen har diffunderats i en kiselskiva för att bilda aktiva och passiva element för en funktionell krets. På kiselskivan finns metalliska kontaktytor, vilka kan förbindas till andra kretsar utanför kapseln. Fig. 2 och 3 visar typiska exempel på kretsar innan inkapslingen utförts.

I början av arbetet med mikroelektronik (när integrerade halvledarkretsar framställdes av germanium) var tunna anslutningsstrådar ibland anslutna till kontaktytorna medelst lödning med indium. Ett exempel på denna teknik (en krets gjord vid RRE, Royal Radar Establishment, 1959) visas i fig. 4. Klumpigheten och begränsningarna i detta system är uppenbara och förbindningar med »thermo-com-

pression», värme och tryck, används nu i stor utsträckning. En sådan förbindning (mellan en ledning och metall- eller halvledaryta) kan åstadkommas mellan vissa metaller och halvledare genom samtidigt anbringande av värme och tryck.¹

Vissa komplikationer uppstår när antalet förbindningar är stort, exempelvis i multiliter och hybridkretsar. Ett exempel på en komplex hybridkrets visas i fig. 5. Enheten, som mäter ungefär 50×30×3 mm, består av ett antal tunnfilmkretsar och integrerade kretselement i kisel monterade på glas respektive keramiksubstrat. En sådan enhet kan exempelvis vara en servoförstärkare. Längden av de mycket fina guldtrådarna för yttre och inre förbindningar har nedbringats till ett minimum och man har undvikit att korsas ledningarna för att förhindra kortslutning eller avbrott vid skakningar och vibrationer. Detta medför uppenbarligen avsevärda begränsningar i kretsens komplexitet och utformning. Av denna anledning har »flip-chip»-tekniken föreslagits som en alternativ process. De kiselskivor som skall inneslutas i en gemensam kapsel placeras då med kontaktytorna vända nedåt mot ett isolerande substrat, som försetts med ett förångat eller fastbränt metalliskt ledningsmönster. Förbindningen till ledningsmönstret kan sedan göras genom lödning eller diffusion.

Ett annat system som använts vid förbindningar mellan integrerade halvledar-

chips har fått benämningen »Beam lead»-teknik och det har beskrivits av Bell Telephone Laboratories. Kontakter ungefär 10 µm tjocka avsätts på halvledarskivan i form av ett systematiskt metallmönster och den överblivna delen av halvledaren tas bort genom etsning från baksidan av skivan för att endast lämna kvar kretsen eller kretsarna med »balkledningar» utskjutande bakom halvledaren. Dessa ledningar ger strukturellt stöd åt kretsen och de kan svetsas till tunnfilmkretsar eller socklar. Systemet visas i fig. 6. Det är även möjligt att tillverka enheter med flera integrerade kretsar, som är förbundna på detta sätt. De individuella kretsarna och kretselementen hålls då samman av de styva ledningarna. Parasitkapacitansen i sådana kretsar är försumbar.

Förbindningar för integrerade tunnfilmkretsar

Integrerade tunnfilmkretsar erbjuder något mer komplexa problem än integrerade halvledarkretsar därför att ett större sortiment av material (både i kontaktytor och anslutningsstrådar eller band) kan förekomma i tunnfilmkretsar. Kretsarna består av ett substrat av glas eller keramik på vilket tunna lager av resistivt, kapacitivt och ledande material är fastbränt eller på annat sätt anbringat för att forma kretsens passiva element. Specialtillverkade aktiva element ansluts sedan till kretsen. Två grundtyper av dessa kretsar förekommer; de som har kapsling i någon form och har tråd eller bandanslutningar samt de med

¹ DUMMER, G W A: Om elektriska förbindningar i elektronisk apparatur. ELEKTRONIK 1964, nr 3, s. 58.

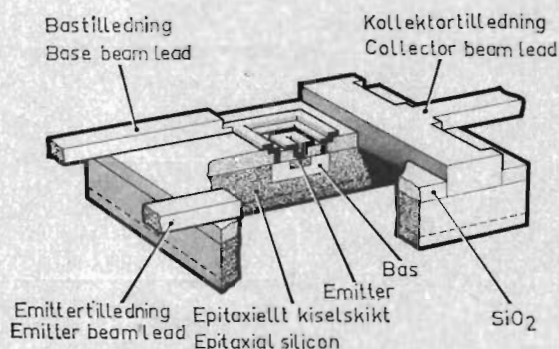


Fig. 6

Transistor med »balktillledning-
ar». (Bell Laboratories, USA).

Cross-section of silicon »beam-
lead» transistor (Bell Laboratori-
es, USA).

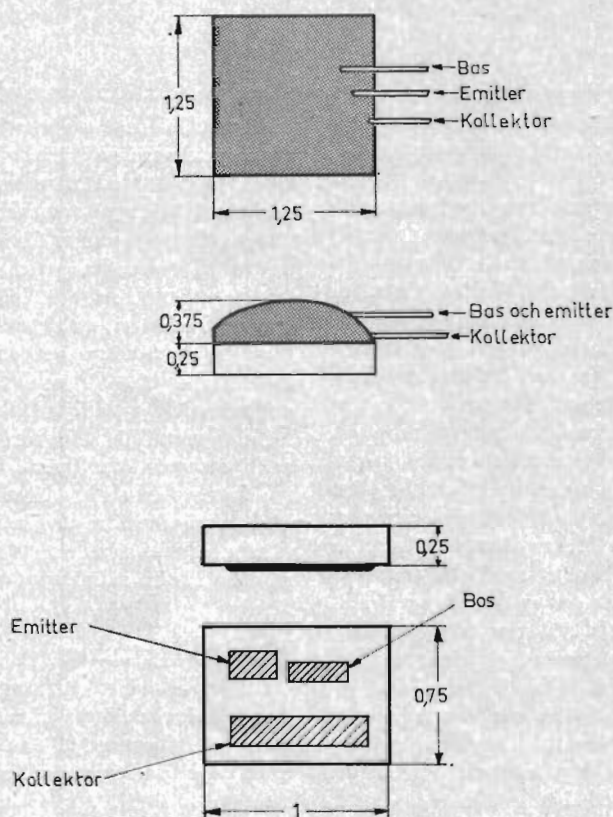


Fig. 7

Typiska transistorer avsedda för användning i integrerade tunnfilmkretsar.

Typical thin film integrated circuit transistors.

»flip-chip»-ledningsmönster. Vanligt ledningsmaterial för de kapslade typerna är guld-, aluminium- och nickeltrådar med en diameter av 0,0025 till 0,0125 mm. De problem som är förknippade med förbindningar i kontaktytor anbringade på kisel-syrat glassubstrat under vakuum kommer här att behandlas något mer ingående, eftersom denna konstruktionsform är mycket vanlig i Storbritannien.

Lödning till kontaktytor av guld och koppar har varit och är fortfarande ett mycket vanligt förfarande. Därvid används 60/40 tenn och en miniatyrlödkolv, som har en spetstemperatur av 200° C. Oaktiverad lödpasta används. Tränad personal kan uppnå ett bra resultat vid lödning av förtent koppar- eller guldtråd till kontaktytor av guld eller koppar. Tillförlitlighetsprov av förbindningar lödda till kontaktytor av guld i tunnfilmkretsar på kisel-syrat glas är nu uppe i 430×10^6 timmar utan fel i förbindningarna. Goda förbindningar kan göras med 0,005 mm guldtråd och handlödning, men kontrollen av lödningarna är givetvis mycket svår. För att lösa detta problem har en lödteknik med användning av het gas utvecklats. Argongas med en temperatur av 200° C får spola runt ledningstråden som hålles på plats mot kontaktytan med hjälp av en styrapparat i mikroformat. Under lödningen placeras substratet på en uppvärmd platta (temperaturen 120° C). Med denna metod är en exakt kontroll av lödningarna möjlig och en ytterligare fördel är att de föroreningar som en lödkolv kan föroreningas elimineras. Denna teknik är mycket användbar när

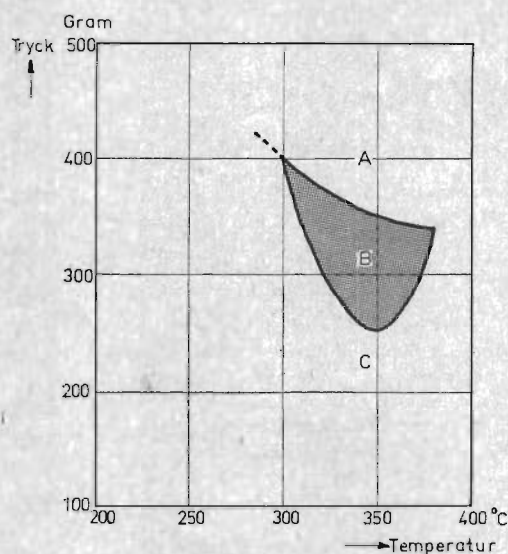
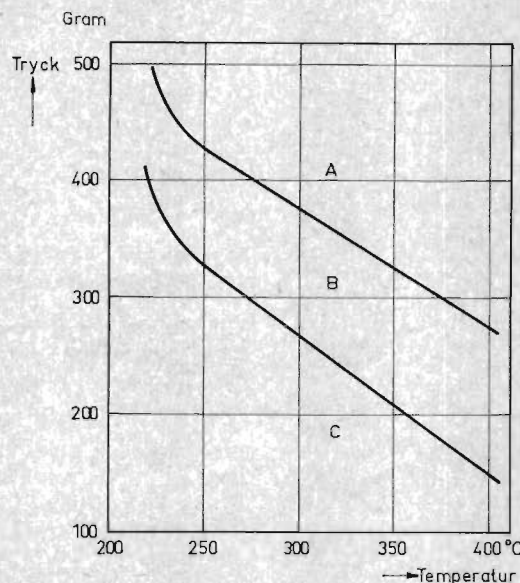


Fig. 8

Diagram visande olika tryck- och temperaturområden, A, B och C, som ger olika egenskaper hos förbindningar utförda med värme-tryckmetoden i tunnfilmkretsar på glassubstrat. Se texten. Diagrammet till vänster avser anslutning av 0,01 mm guldtråd till Au/Cr-film och diagrammet till höger 0,01 mm guldtråd till Al/Cr-film.

Typical temperature-pressure diagrams for thermocompression bonding to thin film circuits on glass. The areas A, B and C indicate certain bonding characteristics as a function of applied pressure and temperature. The diagrams are made for joints using 0.01 mm Au wire to Au/Cr film (left) and 0.01 mm Au wire to Al/Cr film (right).

»flip-chip»-transistorer av den typ som visas i fig. 7 används.

Kantförbindningar med värme-tryck används ofta för integrerade tunnfilmkretsar, speciellt för anslutning av aktiva krets-element. Den metod som används vid förbindning av halvledarelement, där substratet uppvärms och det nödvändiga trycket anbringas medelst ett verktyg med skarp kant har visat sig olämplig för förbindningar till tunnfilmkretsar, beroende på att den uppvärmning av substratet som erfordras för att erhålla en god förbindning allvarligt påverkar de passiva komponenternas karakteristik. Det är därför nödvändigt att anbringa både värme och tryck till ledningstråden med hjälp av det skarpkantade verktyget, som är termostatreglerat, medan substratet får ha rumstemperatur. Det lämpligaste materialet för sådana värme-tryckförbindningar är guld och aluminium, dvs. guldtråd till guld eller aluminiumfilm och aluminiumtråd till aluminium eller gulfilm. Diagram över anbringat tryck och temperatur på verktyget kan göras upp för alla förekommande material och dimensioner i ledningstrådar, film och substratmaterial. Två sådana diagram visas i fig. 8. Förbindningar i B-regionen har en styrka som överstiger ledningstrådens styrka. Förbindningar i A-regionen har stor hållfasthet, men eftersom avsevärt tryck och temperatur krävs deformeras och försvagas

ledningstråden. Förbindningar i C-regionen har dålig hållfasthet och vid sträckningsprov förstörs anslutningen innan tråden går av.

Eftersom man vanligen använder gulfilm i integrerade tunnfilmkretsar, och då många transistorer och dioder lämpade för dessa kretsar har tilliedningar i form av fina guld och/eller aluminiumtrådar, är värme-tryckförbindningar en mycket tillförlitlig metod för anslutning av halvledare i dessa kretsar. Beroende på vilken kapseltyp som används för integrerade tunnfilmkretsar (harts-kapslar eller metalliska kåpor) och substratets format, vilket kan vara exempelvis 30×20×10 mm eller 15×15×10 mm, kan mycket grövre trådar eller band av olika material ofta användas för förbindningar genom kapslingen. Tråddiametrar upp till 0,05 mm är inte ovanligt och sådana material som förtent koppar, kovar eller nickel är användbara. Som alternativ till användningen av mjukt tenn med låg smältpunkt, och värmetryckförbindningar, som kan användas endast för relativt tunna böjliga trådar eller band, har följande metoder prövats:

- 1) Parallelelektrodsvetsning
- 2) Ultraljudsvetsning
- 3) Konduktiv vidhäftning
- 4) Svetsning med elektronstråle
- 5) Lasersvetsning

Parallelelektrodsvetsning

Vid parallelelektrodsvetsning läggs två närliggande men elektriskt isolerade elektroder mot tråden eller bandet, som är exakt anbringat på tunnfilmkretsens kontaktyta. Ström passerar från den ena elektroden till den andra genom både ledningstråden och filmen och bildar en smält-droppe under varje elektrod. Om de olika svetsningsparametrarna, såsom trycket, svetstiden, svetsströmmen etc. kontrolleras exakt kan ett svetsningsförfarande utarbetas, som ger tillförlitliga förbindningar oavsett svetsarens skicklighet. Fig. 9 visar en typisk parallelelektrodsvets av ledningstråd till en tunnfilm på glas. Ett flertal användbara svetsutrustningar finns för kommersiell användning.

Ultraljudsvetsning

Ultraljudsvetsning åstadkommes genom att man anbringar vibrationsenergi med en givare, som placeras på den tråd eller det band som skall svetsas. En typisk sådan svets visas i fig. 10. Vibrationen sker i filmytans plan och deformationen av tråden uppgår till ungefär 50 %. Film med oxiderad yta bryts ned under processen och en metallisk förbindning formas. Lite värme utvecklas under processen. Ultraljudsvetsning lämpar sig bäst för mjukt formbart material såsom aluminium, koppar,

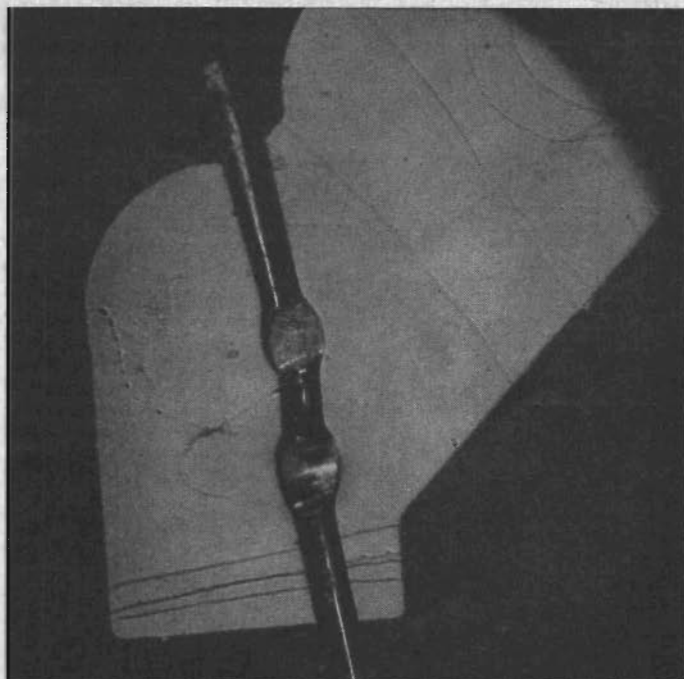


Fig. 9

Förbindning gjord med parallelelektrods svetsning i en tunnfilmkrets på glassubstrat.

Parallel gap weld to thin film circuit on glass.

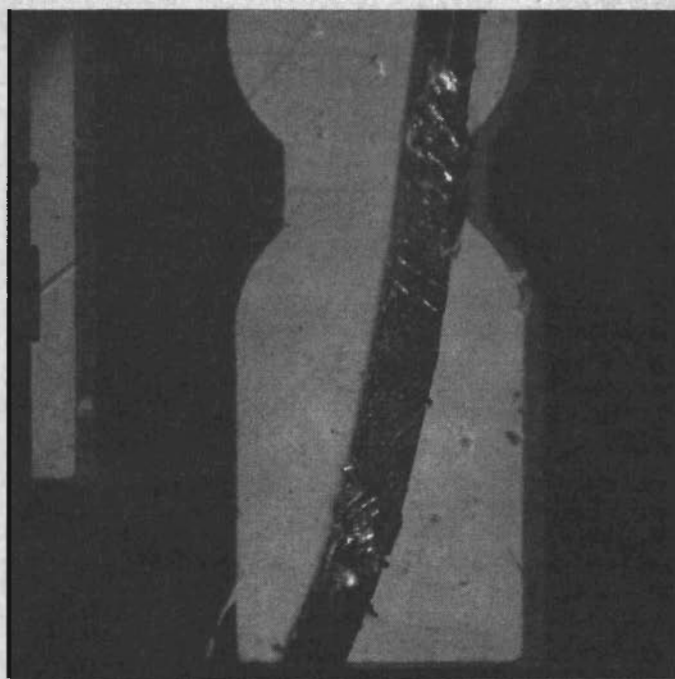


Fig. 10

Förbindning gjord med ultraljudsvets i en tunnfilmkrets på glassubstrat.

Ultrasonic weld to thin film circuit on glass.

guld och silver. Noggrann kontroll av givarens anbringning och anliggningsstryck är nödvändig. Ett flertal användbara svetsmaskiner finns att tillgå.

Förbindningar medelst konduktivt plastmaterial

För denna form av förbindning används plastmaterial med hög viskositet, låg resistivitet och låg hårdtemperatur. Dessa egenskaper kan lätt erhållas genom att använda epoxidharts blandat med fint metallpulver eller metallflisor (50–85 viktprocent). Förbindning med denna metod kräver en viss utbildning av personalen. Om hårdpunkten är för hög kan för högt övergångsmotstånd uppstå i förbindningen. Det är också svårt att kontrollera dessa förbindningar och att göra om en felaktig förbindning kan medföra många problem.

Svetsning med elektronstråle

Vid svetsning med elektronstråle produceras elektronerna genom uppvärmning av en glödtråd av tungsten till ungefär 2530° C under vakuum. Elektronflödet kontrolleras medelst en negativ förspänning. Acceleration av elektronerna erhålls genom potentialskillnad (som kan uppgå till 150 kV) mellan katoden och anoden, som har jordpotential. Ett magnetiskt linssystem fokuserar elektronströmmen och formar en

stråle med hög energitäthet. En spolsats placerad under det magnetiska linssystemet möjliggör avbøjning av elektronstrålen. Genom omsorgsfull injustering av accelerationspotential, katodförspänning och strålfokusering kan strålenergin varieras inom vida gränser. Stråldiametrar på mindre än 0,0025 mm är möjliga. Med denna metod kan metallband med olika dimensioner svetsas till tunnfilmledare. Ett typiskt exempel är 0,005×0,025 mm kopparband till metalliserade kontaktytor på både aluminium och glassubstrat. Ca 250 svetsar per cm² kan göras under dessa förhållanden. Systemet har två nackdelar som för närvarande begränsar dess användning i större skala vid mikrosvetsning. Den ena är nödvändigheten av att använda en vakuumkammare, vilket försvårar hanteringen av verktygen. Den andra nackdelen är att det krävs mycket exakt elektrisk kontroll för att förhindra att elektronstrålen tränger för långt in i substratet.

Lasersvetsning

Lasersvetsning är en annan möjlig metod för att åstadkomma förbindningar till tunnfilmkretsarnas kontaktytor. Denna teknik har använts vid RRE i experimentsyfte för sammanbindning av halvledarelement i »flic-chip»-konstruktioner på glassubstrat.

Kontaktytor för förbindning är lagda på halvledarkristallerna under vakuum

och förbindningsmönstret för det avsedda systemet är på motsvarande sätt lagt på ett glassubstrat, se fig. 11. Substratet placeras med metallfilmytan nedåt, och halvledarkristallen placeras med kontaktytorna uppåt under substratet och inriktas mot substratmönstret med hjälp av mikroskop och en styrapparat av mikroformat. Kristallen trycks mot substratet och mikroskop används sedan för att fokusera laserstrålen genom glaset mot kontaktytan. Effekten från lasern, som är en 6,25×0,625 mm rubinlaser, är så injusterad att metallen på substratet svetsas till metallen på kristallen. Uteffekten från lasern är maximum 1 joule. Huvudproblemet vid användning av denna teknik är exakt kontroll av laserns uteffekt och arbete pågår fortfarande för att förbättra tekniken.

Endast ett fåtal av de många förefintliga metoderna för förbindningar i mikroelektronikenheter har här skisserats. Jämförelser mellan de olika metodernas för- och nackdelar är meningslösa, eftersom varje metod mycket väl kan lämpa sig för lösning av ett speciellt problem.

Förbindningar mellan kapslade funktionella mikroelektronikenheter

När det gäller förbindningar mellan kapslade mikroelektronikenheter kan olikheter

i konstruktion inne i enheterna i stort sett förbises och problemet inskränks till det som föreligger när det gäller att förbinda ett antal små komponenter, som har ett minimum av 10 anslutningsledningar. Detta betyder att det är mycket små avstånd mellan anslutningarna (0,125 mm mellan ledningarnas centrum är vanligt). Två huvudtyper av kåpor förekommer vanligen — konventionella cylindriska transistor-kåpor (TO-5-kåpor) och rektangulära kåpor (typiska dimensioner 6,35×3,175×1 mm) var och en med ett minimum av 10 anslutningsledningar. Vanligt ledningsmaterial är guldpläterad kovar eller andra legeringar som lämpar sig för glasgenomföring.

Det finns ett flertal metoder när det gäller att montera enheterna och den speciella metod som används påverkar i hög grad valet av förbindningstyp. Det vanligaste systemet är planarteknik, vid vilken förbindningarna inne i enheten etsas eller avlagras på en metallöverdragen skiva av isolerande material. Där mycket komplexa inre förbindningsmönster eller mycket snabba kretsar krävs, kan man stapla flera skivor på varandra, varje skiva med dess eget ledningsmönster och det hela bildande ett laminat. Sådana kretsar kallas multiliterkretsar. Enheternas tilldelningar kan lödas till ledningsmönstret med samma teknik som används för tryckta kretsar. Detta resulterar i ett system där varje individuell enhet eller ledning kan lossgöras och utbytas med lätthet, men ett omsorgsfullt tillvägagångssätt är nödvändigt då det är svårt att i efterhand kontrollera förbindningarna.

En alternativ och ofta använd metod för flata kåpor är parallelelektrods-svetsning, som redan nämnts.

Olödda, virade förbindningar har använts i konventionella utrustningar under de sista tio åren. De har fördelen av mycket hög tillförlitlighet (felprocenten per 1000 timmar är 0,00000037 i markbaserad utrustning) och förbindningarna kan lossas och göras om många gånger.

Vid Royal Radar Establishment undersöks för närvarande ett system för förbindning av rektangulära enheter med dimensionerna 6,35×3,175×1 mm och med 0,025×0,0075 mm kovarband på 0,125 mm avstånd från varandra, som visas i fig. 12. Dessa band är anslutna till stift med tvärsektionen 0,0385×0,0385 mm. Lindnings-tråd med 0,0175 mm diameter används. Proov har visat att denna metod är tillfredsställande även i svåra klimatiska förhållanden, och processen kräver ingen borrar eller lödning. Proov med detta system pågår fortfarande.

Förbindningar i form av kontaktdon används ibland, speciellt för enheter med cylindriska kåpor. Ett system under utveckling vid RRE visas i fig. 13 och 14. Eftersom det inte behövs någon svetsning eller lödning av ledningarna och systemet kan användas vid multilagerarrangemang är det speciellt användbart för laboratorie-

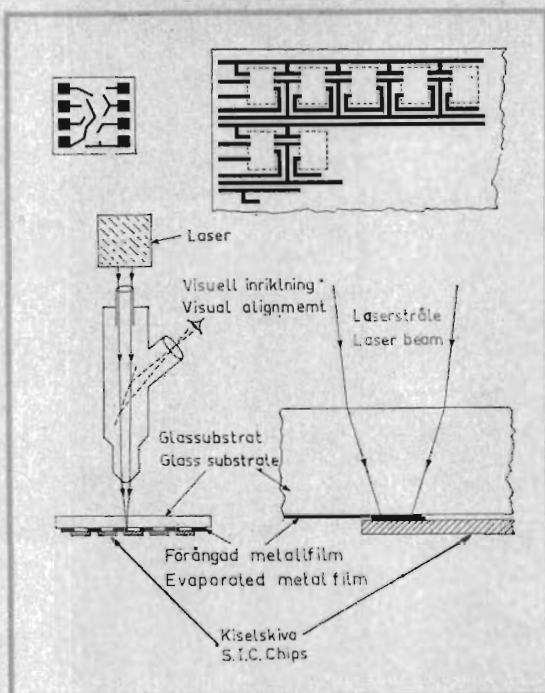


Fig. 11

Lasersvetsning för »flip-chip-konstruktion». Överst i figuren visas kontakt-ytorna på kiselskivan (till vänster) och ledningsmönstret på glassubstratet. Kiselskivans kontaktytor inpassas till substratets ledningsmönster med hjälp av mikroskop och laserstrålen fokuseras genom glaset så att en svets erhålls.

Laser Welding for "Flip-Chip" construction. The top section shows the interconnection lands on the semiconductor integrated circuit chip (left) and the interconnection pattern on the glass substrate (right). The semiconductor chip is placed underneath the substrate and the patterns are aligned by means of a microscope. The laser beam is then focused through the glass onto the contact area.

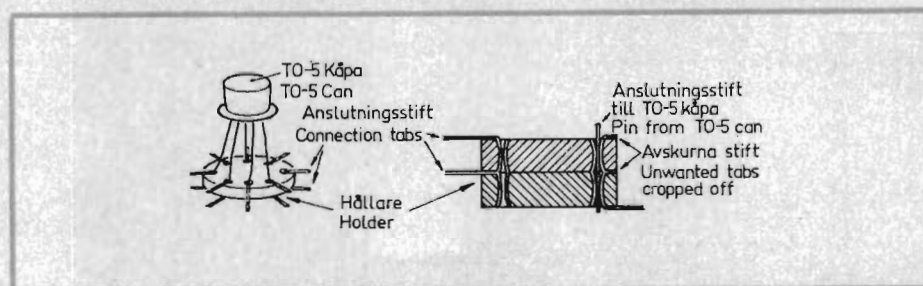


Fig 13

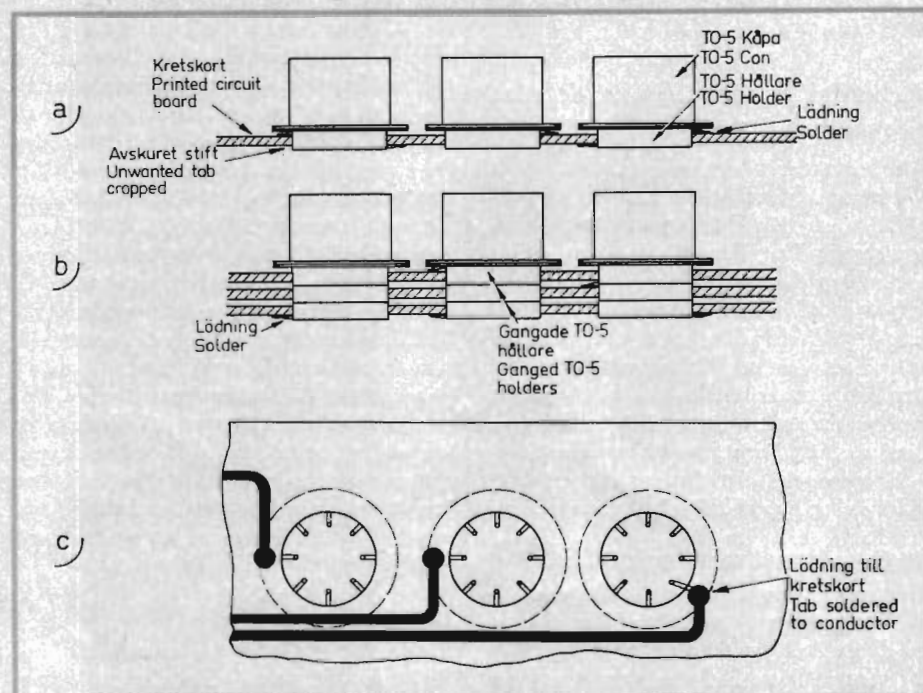


Fig. 14

Exempel på montering av hållare för TO-5 kåpor i kretskort. Med denna form av förbindning är det lätt att byta ut TO-5 kåpor och systemet är därför speciellt lämpat för laboratoriearbete.

Plug-in method of connecting TO-5 cans. This method has the advantage of permitting easy replacement of individual circuits and is therefore of particular use in laboratory work.

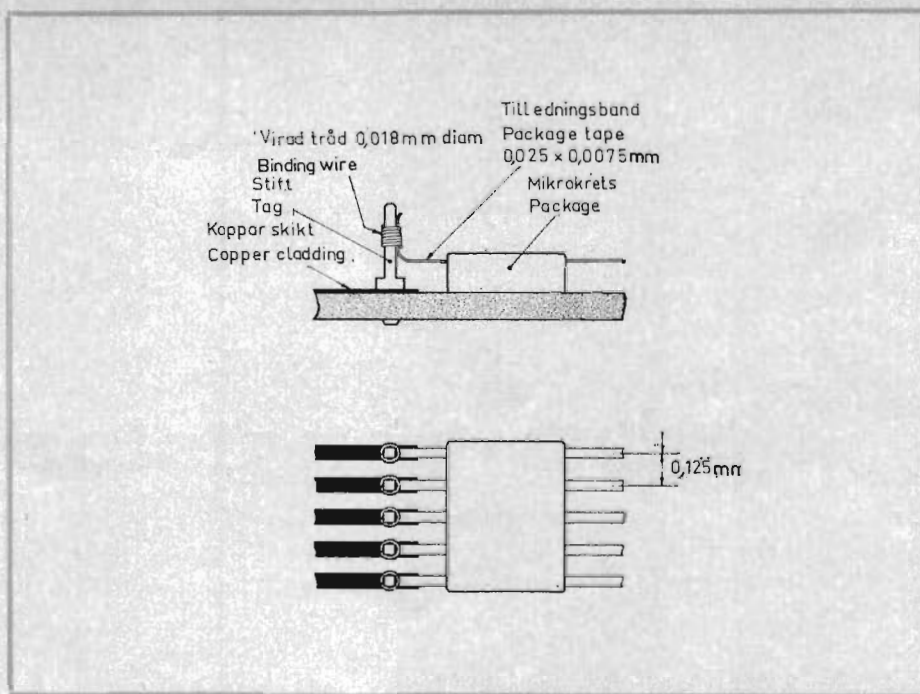


Fig. 12
Virade förbindningar till mikrokrets med anslutningar i form av kovarband.
Wrapped joints to a rectangular package having kovar tape connections.

Fig. 13
Till vänster hållare för TO-5 kåpa. Till höger två gangade hållare i genomskärning.
Holder for TO-5 can (left) and cross-section of two ganged holders (right).

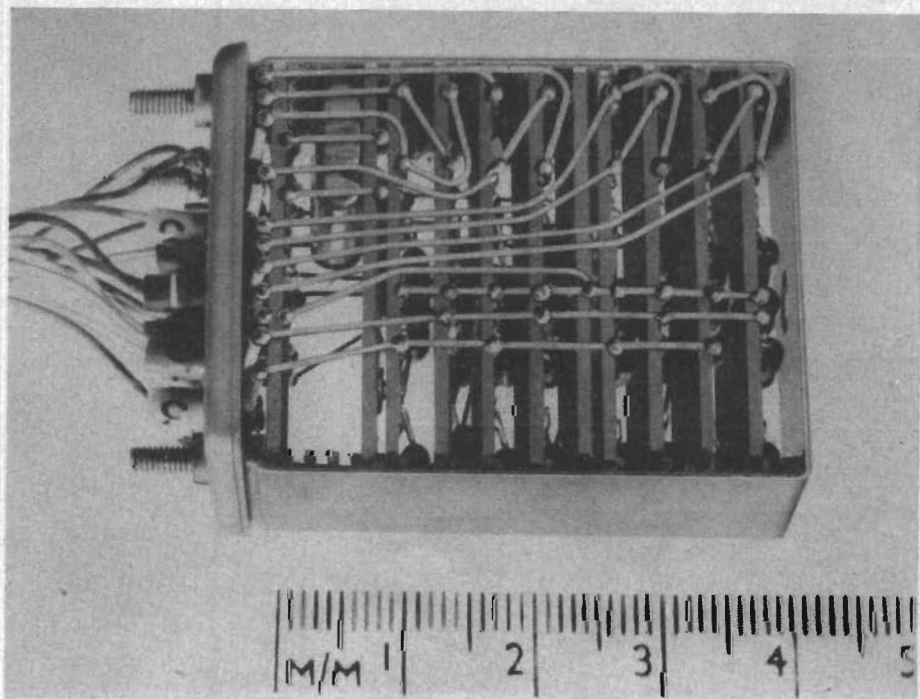


Fig. 15
Elva substrat med tunnfilmkretsar staplade på varandra i en gemensam ram.
Package containing eleven thin film circuit substrates stacked one above the other.

arbete på experimentkretsar med kåpor av typ TO-5 där skador på ledningarna måste förhindras. De olika krets kortens tryckta ledningsmönster förbinds allt efter behov med ledningarna på TO-5-kåpan, vilka kan anslutas på eller föras genom vilket som helst av korten. Stapeln av grunda hållare, den ena över den andra, medger således en plug-in-anslutning av TO-5-enheten i kretskortet. Lödöronen på hållarna kan svetsas eller lödas till ledningarna på kretskortet.

Ett annat monteringsystem, som används ibland, innefattar stapling och ett typiskt exempel är den teknik som används för att framställa enheter av flera substrat med integrerade tunnfilmkretsar. Sådana enheter kan innehålla så många som 24 substrat placerade ovanpå varandra, förbundna till varandra, och inneslutna i en gemensam kåpa. En »packe» av elva substrat visas i fig. 15. Substraten är inneslutna i ramar ungefär som hyllorna i en bokhylla. Anslutningstrådarna från tunnfilmkretsarnas kontaktytor på substratet kan lödas, som i fig. 15, eller svetsas till etsade samlingsskenor. Ledningstrådarna förbinder dessa samlingsskenor till glasmetallgenomföringarna genom basplattan. Konstruktionen avslutas med att hela packen innesluts i en tät kåpa, som fylls med ädelgas.

Ett annat system för mellanförbindningar som ofta visat sig användbart inom mikroelektroniken är svetsning av tråd till tråd, vilket har använts ett antal år (speciellt i USA) för »cordwoodkonstruktion». Ledningar från komponenter eller kretsar kan motståndssvetsas direkt till varandra eller till metalliska mellanförbindningar (vanligen av nickel). De två trådarna eller banden som skall förbindas kläms fast mellan ett par elektroder och en strömpuls får passera genom dem. Man har redan stor erfarenhet av denna teknik, som med framgång använts i olika rymd- och militärprojekt.

Sedan ett antal kretsar förbundits till varandra med användning av planarteknik eller en stor tunnfilm enhet har konstruerats, är ytterligare mellanförbindningar inte längre något problem. Konventionell teknik såsom kontakter för tryckta kretskort och lindade eller lödda förbindningar kan då användas.

Litteraturförteckning

- PHILLIPS, L S: *Thermocompression Bonding to Thin Film Microcircuits*. British Communications & Electronics, 1963, June.
- PRICE, T E: *Laser Welding of Semiconductor Integrated Circuit Connectors*. Industrial Electronics, 1964, Oct.
- DUMMER G W A: *Microelectronic Assembly Techniques in the United Kingdom*. Proceedings of Electronic Circuit Packaging Symposium, Colorado, USA, August 1964.

CIVILINGENJÖR GERHARD WESTERBERG

Kungl. Tekniska Högskolan,
Transistorgruppen, Stockholm

MOS-transistorn

MOS-transistorn representerar ett intressant nytillskott till den redan rikliga floran av halvledarkomponenter. MOS-transistorn kommer säkerligen inte att slå ut skikttransistorn utan får snarare betraktas som ett värdefullt komplement till denna. Utöver de i artikeln antydda användningsområdena för MOS-transistorn hoppas man kunna använda den vid mycket låga temperaturer. Man har även anledning hoppas att den är mindre strålningskänslig än skikttransistorn.

Ända sedan elektronröret uppfanns i början av 1900-talet tycks uppfinnare och forskare på elektronikområdet ha drömt om att med en spänning kunna styra strömmen genom fast materia ungefär på samma sätt som man styr elektronerna i ett rör.

I mitten av 1920-talet patentsökte *J. Lilienfeld* ett element, där man medelst kondensatorverkan skulle kunna inducera laddningar i en halvledande stav för att på så sätt ändra stavens ledningsförmåga. En liknande struktur föreslogs och patenterades av *Oskar Heil* i mitten av 1930-talet. I fig. 1 visas tvärsnitt av ett element enligt Lilienfeld eller Heil. Elementet består av en styrelektrod av metall, M, och ett halvledande område, S (semiconductor) åtskilt av en isolator av metall- eller halvledaroxid, O.

Av begynnelsebokstäverna för de ingående delarna har moderna halvledarelement av detta slag fått benämningen MOS-transistorer. Benämningen används huvudsakligen för element uppbyggda på kisel med tillämpande av planarteknik.

Först ett par ord om benämningar och symboler för MOS-transistorn. På annan plats i detta nr är i en ordlista sammanställda de vanligaste amerikanska termerna inom »MOS-tekniken», jämte ett förslag till motsvarande svenska benämningar och symboler. Ordlistan har tillkommit efter diskussioner inom Transistorgruppen vid Kungl. Tekniska Högskolan och vid Institutet för halvledarforskning (Hafo).

I fig. 2 visas dels vanliga amerikanska symboler för MOS-transistorer jämte ett förslag till svenska symboler. De på s. 79 och i fig. 2 angivna termerna och symboler.

I fig. 2 visas dels vanliga amerikanska symboler för MOS-transistorer jämte ett förslag till svenska symboler. De på s. 79 och i fig. 2 angivna termerna och symboler.

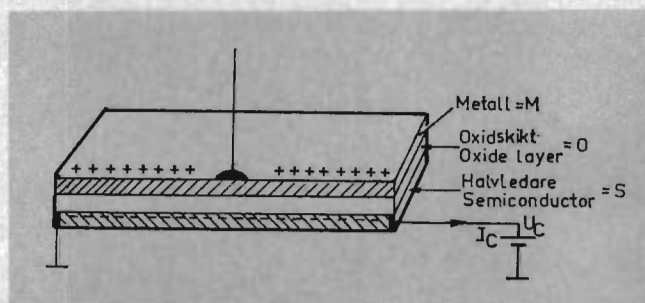


Fig. 1

Förstärkarelement där ledningsförmågan i en halvledande kanal (S) kan påverkas genom att laddningsbärare induceras kapacitivt med en styrelektrod.

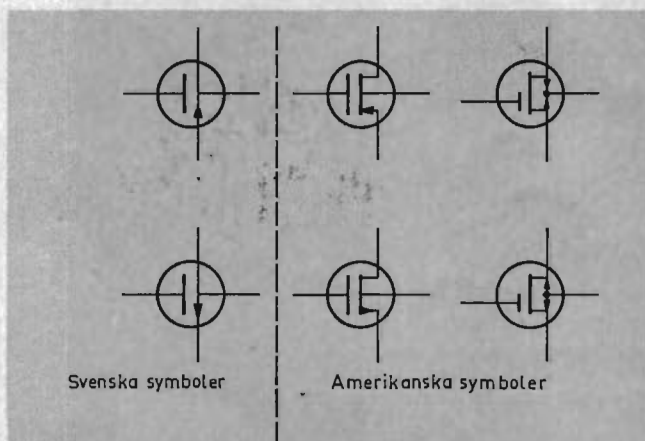


Fig. 2

T.v. förslag till svenska symboler för MOS-transistorer, t.h. motsvarande amerikanska symboler.

— en fälteffekttransistor med isolerad styrelektrod

lerna kommer, i avvaktan på en svensk standard på området, att användas i denna artikel.

Det är författaren obekant huruvida Lilienfeld och Heil provade sina projekt och om de i så fall kunde påvisa någon styreffekt. Under slutet av 1940-talet försökte *W Shockley* med medarbetare att styra strömmen i en germaniumfilm genom att påverka laddningsbärarna kapacitivt. Man

fann en viss effekt, som dock var mycket mindre än man hoppats. Man ansåg detta bero på att halvledarna innehöll fällor, som band huvuddelen av de inducerade laddningsbärarna så att de ej kunde bidra till ledningen. Dessa studier ledde emellertid till upptäckten av spetstransistorn 1948 och sedermera till skikttransistorn och efterhand till våra dagars avancerade halvledarteknologi.

I början av 1960-talet utvecklade Shockley den nu välkända unipolartransistorn — en fälteffekttransistor där man varierar strömmen genom en kanal genom att mer eller mindre strypa strömmen av laddningsbärare i kanalens ledande tvärsnittsarea.

I fig. 3 visas en fälteffekttransistor arbetande med elektronledning i likhet med elektronröret. Som framgår av fig. 3 sker strömstyrningen genom att kanalen utgör

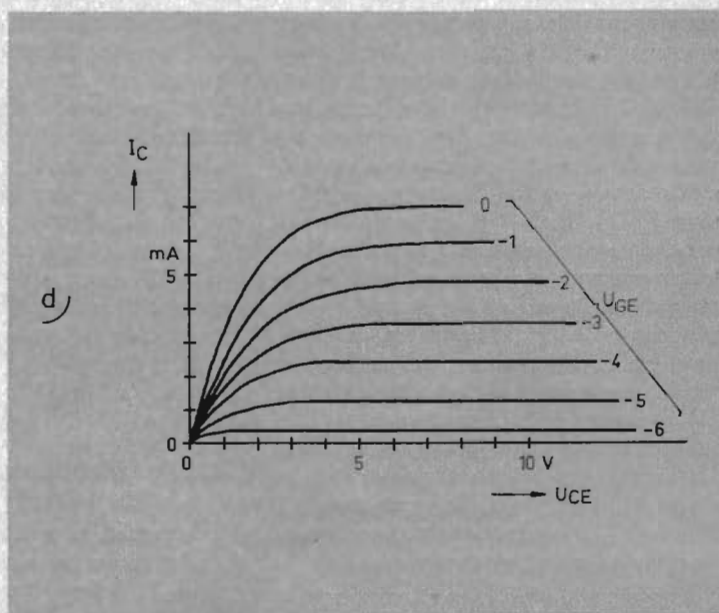
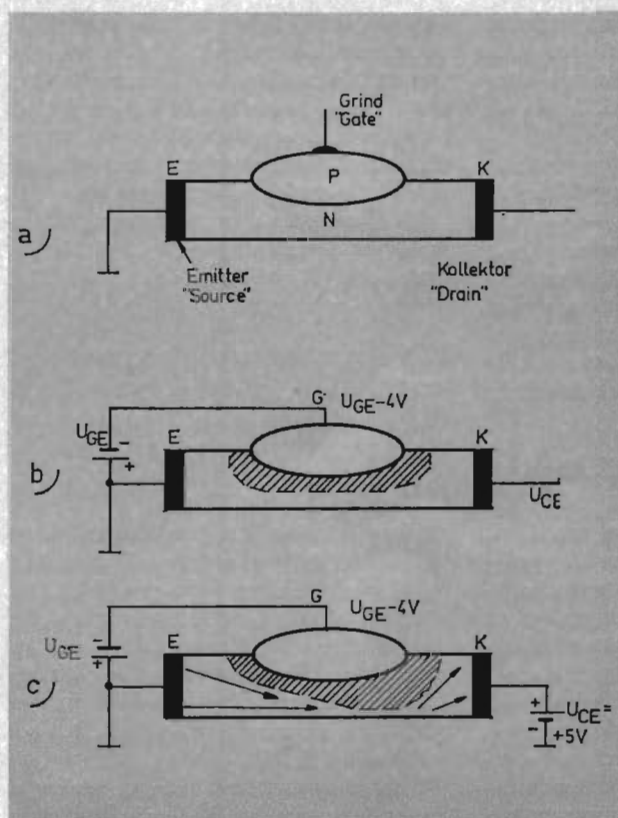


Fig. 3

Fälteffekttransistorn: a) Beteckningar på elektroderna. b) Negativ förspänning på grindelektroden medför att ledande kanalen minskas. c) Om positiv förspänning på lägges kollektorn, avsnöres kanalen mera. d) I_C-U_{CE} -kurvor för en fälteffekttransistor.

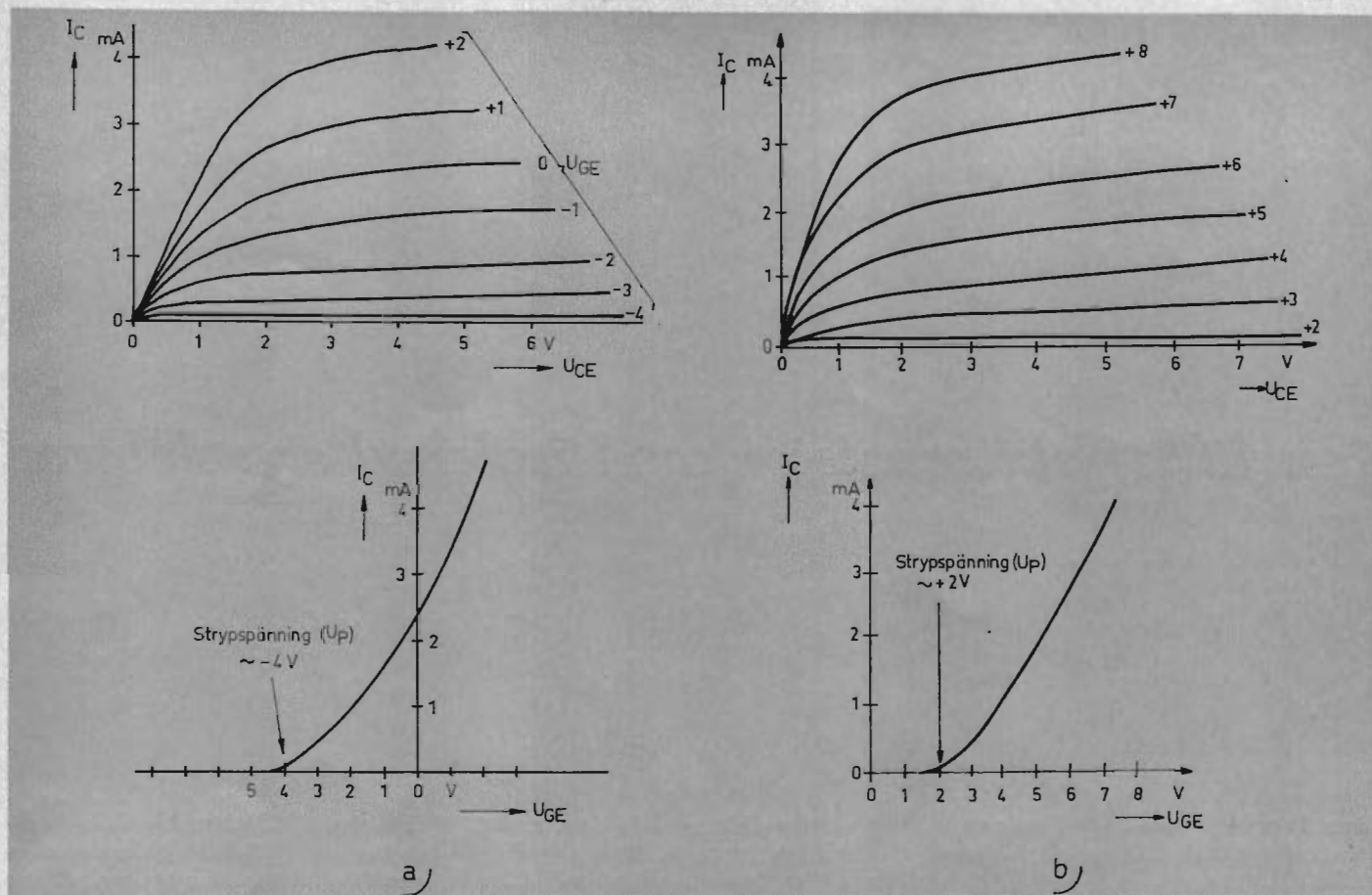


Fig 4

den N-ledande delen av en diod, vars utarmningsområde vid varierande backförspänning kan fås att mer eller mindre tränga ihop den ledande delen av kanalen. Vid tillräckligt hög negativ spänning kan hela kanalen avsnöras. Den isolerande zonsens vidd är ej enbart beroende av styrelektrodens — »grindelektrodens» — spänning i förhållande till emitttern, den är också beroende av spänningen mellan kollektor och emitter. Denna spänning tenderar att ytterligare backförspänna PN-övergången nära kollektorelektroden. En ökande spänning U_{CE} medför alltså att kanalen stryper sig själv. Vid fast grindspänning U_{GE} kommer kollektorströmmen att öka snabbt i början när U_{CE} stegras från noll.

Den från materialets konduktans härörande ökningen i I_C kommer dock vid ökande U_{CE} mer och mer att motverkas av den kanalavstrykning som automatiskt uppträder p.g.a. spänningsskillnaden som U_{CE} förorsakar mellan grind och kanal. Detta medför att I_C förblir i det närmaste konstant när U_{CE} stegras över ett visst värde. Den kurvskara, som representerar sambandet mellan I_C och U_{CE} vid olika värden på U_{GE} , påminner mycket om I_A-U_A -kurvorna för en pentod. Vidare fordrar fälteffekttransistorns styrelektrod i likhet med elek-

tronrörets styrelektrod en negativ spänning för att strömmen genom transistor skall strypas. Fälteffekttransistorn drar, liksom elektronröret, styrström om styrelektroden göres positiv i förhållande till emitttern (katoden).

För MOS-transistorn, i vilken man placerat in en isolator mellan styrelektroden och kanalen, får man också I_C-U_{CE} -kurvskor som påminner om kurvorna för en pentod. Däremot uppstår i MOS-transistorn ingen märkbar styrelektrodstöm i vila, även om styrelektroden arbetar med positiv förspänning. Ingångsresistansen för MOS-transistorn är av storleksordningen 10^{15} ohm.

MOS-transistorer av anriknings- resp. utarmningstyp

MOS-transistorerna kan delas upp i två huvudgrupper, beroende på om strypspänningen är belägen över eller under emittterns potential. Krävs för strypning en spänning vars polaritet är motsatt kollektorspänningsskällans såges elementet vara av utarmningstyp. Ett elektronledande element eller N-kanalelement av denna klass arbetar alltså i likhet med röret med negativ strypspänning. Är strypspänningens polaritet gentemot (E) densamma som kol-

lektorspänningsskällans, är elementet av »anrikningstyp». Detta element stryps alltså om grindelektroden förbindes med jord. För ett N-kanalelement av denna klass kan en avsevärd positiv grindspänning fordras innan kollektorström erhålles. En utarmningstransistor kan arbeta vid såväl positiva som negativa grindspänningar.

MOS-transistorn av anrikningstyp arbetar enbart i anrikningsmoder. I fig. 4 visas kurvskor $I_C=f(U_{CE})$ och $I_C=f(U_{GE})$ för de två varianterna.

MOS-transistorns uppbyggnad

Utgångsmaterialet för en N-kanal-MOS-transistor utgörs av en P-ledande kiselplatta (resistivitet ca 10 ohmcm) vars ena sidoyta försetts med en hinna av kiseldioxid (SiO_2). Se fig. 5.

Vissa delar av kiselytan blottas genom bortetsning av överliggande SiO_2 , (fig. 5b), varefter ett störmämne som ger N-ledning, exempelvis fosfor, diffunderas in i delar, som ej längre skyddas av SiO_2 så att en struktur enl. fig. 5c erhålles. De olika delarna metalliseras därefter och förses med anslutningar för emitter och kollektor och grind enligt fig. 5d.

I den fortsatta beskrivningen tänker vi oss emitttern och den P-ledande basplattan

Fig. 4

$I_C - U_{GE}$ - och $I_C - U_{GE}$ -kurvor för MOS-transistorer av a) utarmningsstyp och b) anriktningsstyp.

Fig. 5

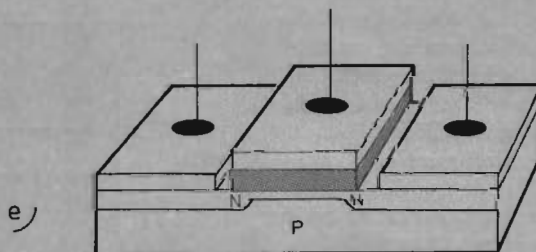
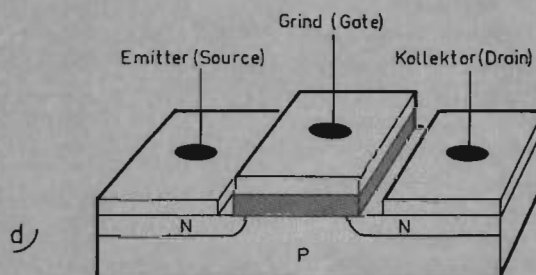
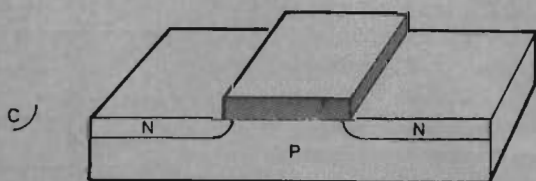
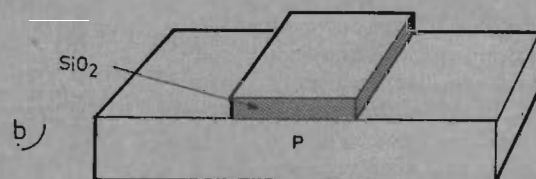
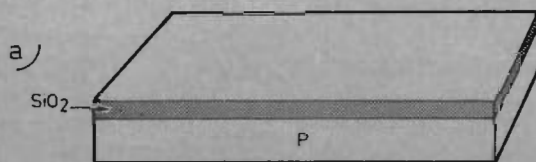
De viktigare stegen vid tillverkning av en MOS-transistor, typ N-kanal:

- P-halvlederplatta belägges med ett kvartsskikt (SiO_2).
- Delar av kristallen har blottats genom att kvartsskiktet delvis borttogs.
- En NPN-struktur skapas genom N-diffusion.
- En MOS-transistor fullbordas genom metallisering av kvarvarande SiO_2 och N-områden.
- Ofta erhålls i en MOS-transistor en N-ledande kanal i form av ett inversionslager under SiO_2 -ytan.

jordade. Om nu kollektorn påtryckes en positiv spänning mellan kollektor och grind borde detta ge upphov till en mycket liten diodbackström över NP-övergången mellan kollektor och grind. Normalt erhåller man dock en avsevärt större ström för denna struktur. Anledningen till detta är att ett tunt N-ledande skikt redan vid oxidpåläggningen bildas i gränsövergången mellan oxid och P-ledande kisel, så att de i fig. 5c och d åtskilda N-områdena i verkligheten förbinds av en N-ledande kanal under oxiden, se fig. 5e. Strömmen genom denna N-kanal mellan emitter och kollektor kan styras genom att laddningsbärare kapacitivt till- eller bortföres genom ändring av grindförspänningen.

Vid en tillräckligt hög negativ spänning $-U_{GE}$ kommer kanalen att helt utarmas på laddningsbärare, varvid kollektorströmmen strypes. På grund av spänningsfallet längs kanalen kommer utarmningen att börja i närheten av den positiva kollektorelektroden, jfr fig. 3. En MOS-transistor som arbetar i utarmningsmod, arbetar helt analogt med Shockleys fälteffekttransistor.

Genom lämplig materialbehandling kan man undvika den N-ledande kanalen under oxiden, varvid en MOS-struktur överensstämmande med den i fig. 5d erhålles. Vi-



dare kommer I_C här vid positiv kollektor-spänning och jordad grind att utgöras av en ren diodbackström. För att en användbar kollektorström överhuvudtaget skall uppnås kan här en avsevärd positiv grindspänning erfordras.

Låt oss nu studera vad som händer när vi successivt ökar U_{GE} , dvs. tillför grindelektroden ett ökande antal positiva laddningar. Förloppet åskådliggöres i fig. 6.

I fig. 6 a) har U_{GE} ökats till $+1$ V, varvid grindelektroden erhållit en viss positiv laddning och en lika stor negativ laddning inducerats i halvledarytan. Denna laddning uppstår genom att en del av de fria positiva laddningsbärarna (hålen) i kiselytan repelleras undan, så att laddningsbalansen gentemot grindelektroden upprätthålles av ett motsvarande antal negativt laddade fasta acceptoratomer. Den i halvledarytan alstrade negativa laddningen utgöres alltså ännu ej av fria elektroner. Ledningselektroner kan induceras först när samtliga fria hål i ytan trängts undan så att de blottade acceptorladdningarna ej längre räcker till för att upprätthålla laddningsbalansen gentemot grindladdningen. När denna laddningsgräns, som alltså kännetecknas av att det ursprungligen P-ledande basmaterialet i ett tunt ytskikt under grindisolatorn via egenledande tillstånd övergår i N-ledning, passeras, börjar kollektorström flyta förutsatt att kiselytan är fri från fällor.

Av ovanstående resonemang framgår, att gräns- eller strypspänningen bör vara direkt beroende av P-dopningen i kiselkristallen. Ofta blir dock strypspänningen större än vad man kan vänta med hänsyn till dopningsgraden. Anledningen till detta är, att de elektroner som börjar sugas från emittern sedan ovannämnda laddningsgräns passerats, ej blir fria genom att de fångas upp i fällor. Först när alla fällor är uppladdade erhålles kollektorström.

I fallet MOS-transistorer som arbetar enligt utarmningsmod har vi från början en N-ledande kanal, som förbinder emitter och kollektor. I fallet MOS-transistorer som arbetar enligt anrikningsmod skapas en N-ledande kanal genom en positiv förspänning på grindelektroden. I bägge fallen uppträder kanalerna som ett N-ledande område gentemot underliggande P-material, dvs. de är avskurna från det underliggande basmaterialet genom en backförspänd PN-övergång. Detta innebär att laddningstillskott till kanalen i bägge fallen måste till- och bortföras via emitter- och kollektorelektroder, förutsatt att elementen arbetar inom aktiva området och att man kan bortse från diodläckströmmen mellan kanal och underliggande P-områden. Med hänsyn till detta kan förutses att elementets snabbhet blir beroende av laddningarnas löptid mellan emitter och kollektor. För löptiden gäller, om elektronernas hastighet antas vara konstant:

$$t = L/v \quad (1)$$

där L utgör kanalens längd och v elektro-

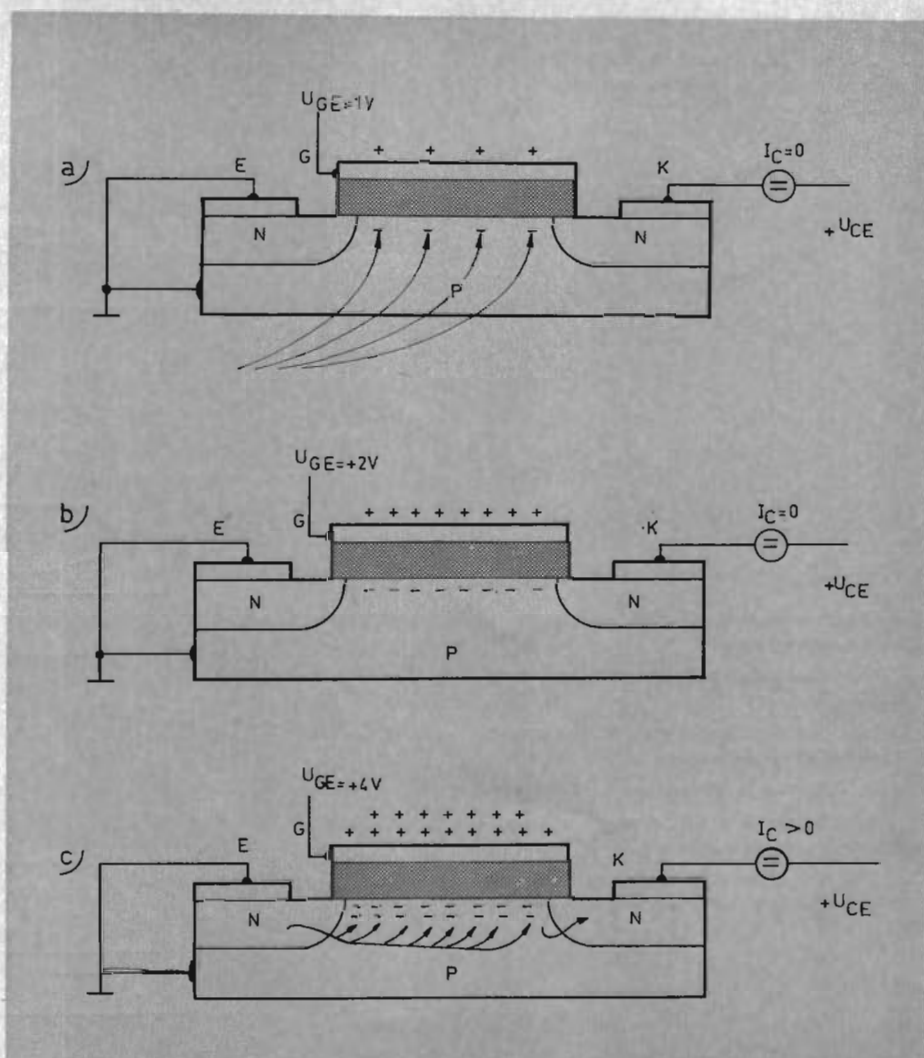


Fig 6

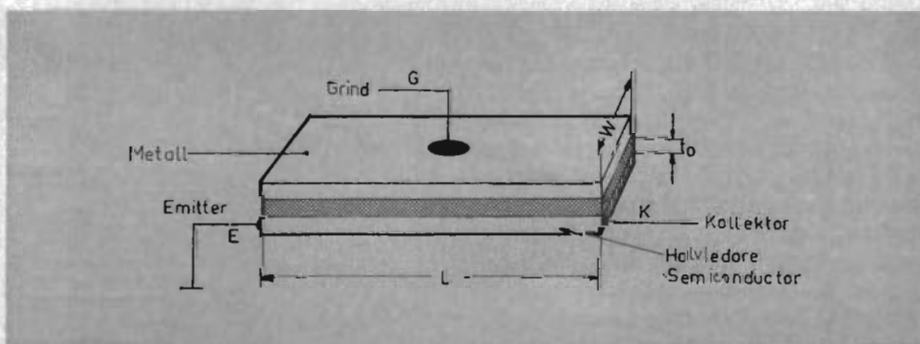


Fig 7

Fig 8

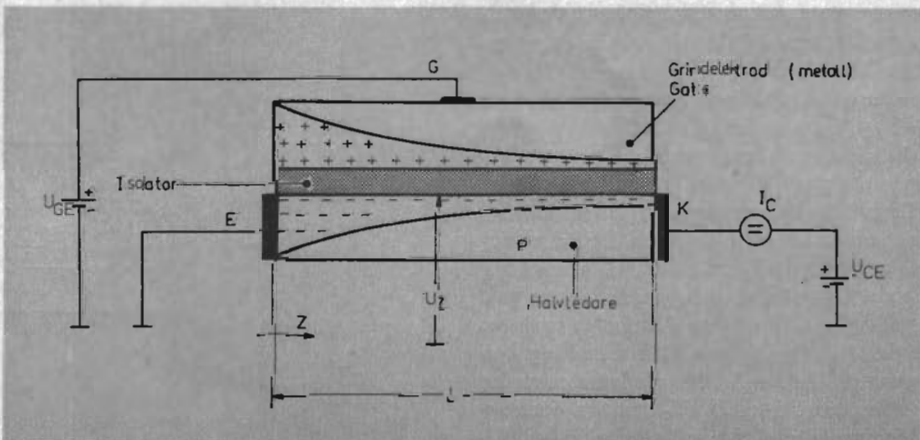


Fig. 6

Laddningsmekanismen för en MOS-transistor av anrikningstyp:

a) Bundna laddningar härrörande från acceptorer blottas genom att den positiva laddningen på grindelektroden har repellerat undan ett motsvarande antal fria positiva hål från Si-ytan. Kiselytan är här fortfarande P-ledande och således helt avskuren från kollektorn.

b) Samtliga fria hål i ytskiktet har repellerats undan genom att U_{GE} höjts. Laddningen på grindelektroden balanseras dock fortfarande av fasta från acceptorer härrörande laddningar. Detta är ett gränsfall, där ytskiktet befinner sig i egenledande tillstånd.

c) De blottade acceptoratomernas laddning räcker nu ej längre till för att balansera grindladdningen. Elektronerna måste sugas in från emittorn för att balansera laddningsöverskottet på grindelektroden. Förutsatt att elektronerna ej fångas upp av fällor blir de fria för ledning och ger upphov till en kollektorström. Gräns- eller strypspänningen på grindelektroden när I_C börjar flyta benämns U_p .

Förslag till termer för MOS-transistorer

Vid Transistorgruppen vid Tekniska Högskolan och Institutet för halvledarforskning (Häfo) har man, i avvaktan på en definitiv svensk terminologi på området, gått in för vissa preliminära beteckningar och termer för MOS-transistorer. Beteckningarna återges här nedan (amerikanska termer inom parentes).

MOS-element (MOS-element)

Allmän term för struktur bestående av metall, isolator (oxid) och halvledare. Anm.: MOS=förkortning av »metal-oxide-semiconductor».

MOS-transistor (MOS-transistor)

Fälteffekt-transistor av MOS-struktur.

MOS-transistor av anrikningstyp

[Enhancement (även enrichment) mode MOS transistor]

MOS-transistor som är helt strypt vid jordad grind.

MOS-transistor av utarmningstyp

(Depletion mode MOS transistor)

MOS-transistor som endast kan strypas med omvänd polaritet på grinden jämfört med kollektorn.

Emitter (Source)

Område som är avsett att avge laddningsbärare.

Kollektor (Drain)

Område som är avsett att uppsamla laddningsbärare.

Grind (Gate)

Styrelektrod.

Kanal (Channel)

Område mellan emitter och kollektor, där strömtransport kan äga rum.

P-kanal (P-channel)

Kanal i vilken strömtransporten sker med hjälp av positiva laddningsbärare.

N-kanal (N-channel)

Kanal i vilken strömtransporten sker med hjälp av negativa laddningsbärare.

Anrikningsmod (Enhancement mode)

MOS-transistor arbetar i anrikningsmod, då grinden har samma polaritet som kollektorn. Kanalen är därvid anrikad på fria laddningsbärare.

Utarmningsmod (Depletion mode)

MOS-transistor arbetar i utarmningsmod, då grinden har omvänd polaritet jämfört med kollektorn. Kanalen är därvid mer eller mindre utarmad på fria laddningsbärare.

Avsnörning (Pinch off)

Tillstånd där kanalen i någon punkt (eller snitt) når total utarmning av fria laddningsbärare.

Substrat (Substrate)

Material på eller i vilket kretselement kan tillverkas.

Bokstavs-beteckningar

Följande index rekommenderas för MOS-transistorer:

E, e för emitter (Source)

G, g för grind (Gate)

C, c för kollektor (Drain)

S, s för substrat.

Fig. 7

De geometriska dimensioner hos MOS-transistorn som bestämmer transistorens data.

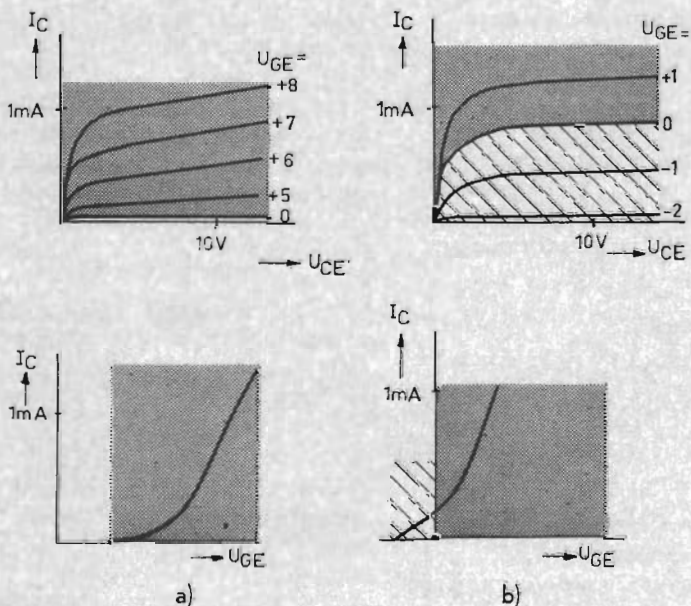


Fig. 8

För höga värden på spänningen U_{CE} ökar inducerad laddning mot kollektorn p.g.a. spänningsfall längs kanalen.

Arbetsområden

I fig. visas kollektor- och överföringsdiagram för a) MOS-transistor av N-kanaltyp, endast anrikningsmod (skuggat

område), b) MOS-transistor av N-kanaltyp, både anriknings- och utarmningsmod (skuggat resp. streckat område).

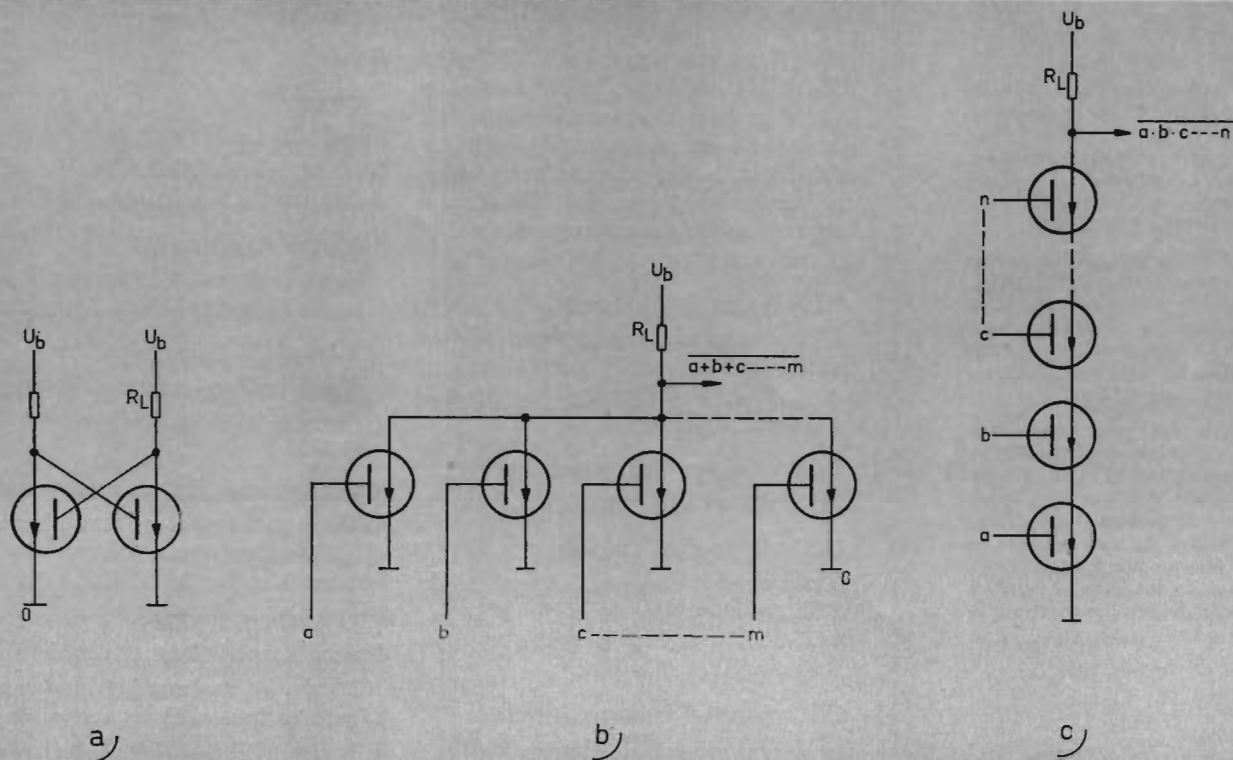


Fig. 9
Logikkretsar med MOS-transistorer. a) vippa, b) NOR-grind, c) NAND-grind.

nernas hastighet. Elektronernas hastighet är:

$$v = \mu U_c / L \quad (2)$$

där μ är elektronernas rörlighet och $U_c = U_{CE}$. Om v i ekv. (2) insättes i ekv. (1) erhålles:

$$t = L^2 / \mu U_c \quad (3)$$

Vid efterföljande mera noggranna analys av MOS-transistorns egenskaper skall vi finna att förstärkning-bandbreddsprodukten g_m / C_g blir lika med inverterade värdet av löptiden t där

$$g_m = \Delta I_c / \Delta U_g$$

utgör brantheten och C_g ingångskapacitansen. U_g är här $= U_{GE}$.

Härledning av $I_c = f(U_c)$ samt branthet och förstärkning-bandbreddsprodukt för MOS-transistorn

Det primära sambandet $I_c = f(U_c)$ uträknas först under det förenklade antagandet att $U_c \ll U_g$. Detta innebär, att vi arbetar i ett begynnelseområde långt innan $I_c - U_c$

kurvorna börjar »mättas» (1)¹. För analysen fordras kännedom om elementets geometriska dimensioner, som definieras i fig. 7.

Ingångskapacitansen C_g på grindelektroden utgörs:

$$C_g = LW \epsilon_0 / t_0 \quad (4)$$

där L = kanalens längd, W = kanalens bredd, ϵ_0 = isoleringsskiktets dielektricitetskonstant och t_0 = isoleringsskiktets tjocklek.

Kapacitansen per ytenhet blir:

$$c_g = C_g / W \cdot L = \epsilon_0 / t_0 \quad (5)$$

En spänningsökning ΔU_g på grindelektroden medför en total laddningsökning ΔQ i kanalen. Per ytenhet blir laddningsökningen Δq

$$\Delta q = \Delta U_g / c_g \quad (6)$$

Denna laddningsökning medför en konduktivitetsökning per ytenhet av:

$$\Delta g = \mu \cdot \Delta U_g \cdot c_g \quad (7)$$

där μ utgör laddningsbärarnas effektiva rörlighet (mättes i cm^2/Vs).

Kollektorströmökningen ΔI_c erhålles nu ur

$$\Delta I_c = U_c W \mu \Delta U_g c_g / L \quad (8)$$

Brantheten $\Delta I_c / \Delta U_g$ blir

$$g_m = \Delta I_c / \Delta U_g = \mu U_c W c_g / L$$

Om vi räknar med grindelektrodens totala kapacitans genom insättning av $c_g = C_g / LW$ erhålles

$$g_m = \mu U_c C_g / L^2 \quad (9)$$

Förstärkning-bandbreddsprodukten blir då

$$g_m / C_g = \mu U_c / L^2 \quad (10)$$

Detta uttryck är identiskt med inverterade värdet av löptiden för laddningar mellan emitter och kollektor enligt ekv. (3).

Ekvationerna (3), (9) och (10) gäller endast om fältstyrkan är konstant $= U_c / L$ längs hela kanalen. Konstant fältstyrka längs kanalen förutsätter att den inducerade laddningstätheten är jämnt fördelad längs kanalen. Vid högre kollektorspänningar V_c kommer spänningsfallet längs kanalen att medföra att spänningen mellan grindelektrod och underliggande kanal avtar mot kanalens kollektorände. Därmed avtar även den inducerade laddningstätheten längs kanalen för att vid höga U_c helt försvinna nära kollektorelektroden.

Analys av kurvan $I_c = f(U_c)$ för större U_c -värden kräver alltså (2) att vi räknar

¹ Siffror inom parentes hänvisar till litteraturförteckningen i slutet av artikeln.

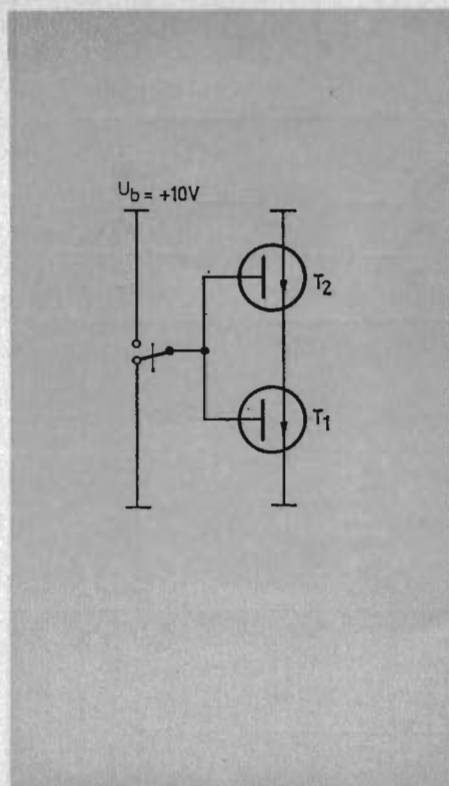


Fig. 10
Komplementär inverterare med MOS-transistorer av anrikningstyp.

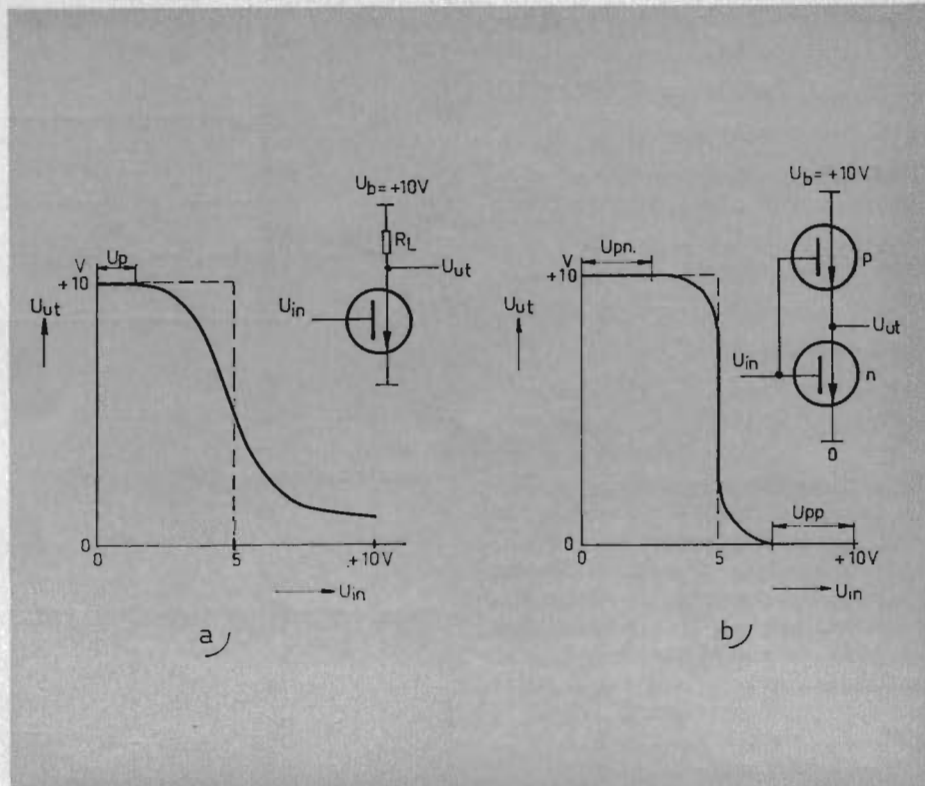


Fig. 11
Överföringskurvor $U_{ut} = f(U_{in})$ för inverterarsteg a) med resistiv belastning, b) med komplementär MOS-transistor.

med en lägesberoende spänning U_z längs kanalen (i Z-riktningen enligt fig. 8).

Den laddning som induceras per ytenhet i halvledarytan, utgör:

$$q_{tot} = c_g \cdot (U_g - U_z)$$

Hela denna laddning är dock ej fri för ledning. Ledningselektroner erhålles först när halvledarytan via egenledande tillstånd övergått från P- till N-ledning och dessutom alla eventuella fällor laddats upp. Detta inträffar, när spänningen över isolatortorn överstiger strypspänningen U_p . Detta gäller i första hand för fallet anrikningsmod. Är elementet av utarmningstyp har vi från början en ledande kanal, som för strypning fordrar en viss negativ spänning. Även detta fall täckes av analysen, om vi inför U_p som generell strypspänning oberoende av tecken. Den för ledning tillgängliga laddningen q_{fri} per ytenhet utgör alltså:

$$q_{fri} = c_g(U_g - U_p - U_z) \quad (12)$$

Multiplikeras detta uttryck med rörligheiten μ erhålles ytkonduktiviteten. Multiplikeras uttrycket dessutom med fältstyrkan dU_z/dz och kanalbredden W erhålles strömmen I_c längs kanalen till:

$$I_c = \mu \cdot c_g(U_g - U_p - U_z) \cdot W \cdot dU_z/dz \quad (13)$$

Genom integration längs kanalen erhålles $I_c = f(U_c)$

$$I_c \int_0^L dz = \mu c_g W \int_0^L c(V_g - U_p - U_z) dU_z$$

$$I_c = \mu c_g W [(U_g - U_p) U_c - U_c^2/2]/L$$

Då $c_g = \epsilon_0/\epsilon_i$ erhålles

$$I_c = \mu \epsilon_0 W (U_g - U_p - U_c/2) U_c / L t_0$$

$$I_c = \beta \cdot U_c (U_g - U_p - 1/2 U_c) \quad (15)$$

$$g_m = \beta U_c = dI_c/dU_g$$

Vid denna härledning av I_c har vi för enkelhetens skull försummat serieresistanser i emitter och kollektorelektroder. Kan dessa serieresistanser ej försummas höjs emitterspänningen från jord till

$$U_c' = I_c \cdot R_e \quad (16)$$

där R_e utgör serieresistansen från jord fram till kanalens början. På grund av serieresistansen R_e mellan kanalens kollektorände och kollektoranslutningen blir den verkliga kollektorspänningen

$$U_c' = U_c - I_c R_e \quad (17)$$

Med hänsyn till dessa inre spänningsfall modifieras ekv. (15) till:

$$I_c = \beta [(U_g - U_p)(U_c' - U_c') - (1/2)(U_c'^2 - U_c'^2)] \quad (18)$$

Ekv. (15) gäller så länge pålagd kollektorspänning U_c ej överstiger $U_g - U_p$. För större U_c snöres kanalen helt av vid kollektoränden, varefter $I_c = f(U_c)$ förlöper horisontellt. För ekv. (18) gäller på samma sätt $U_c' < U_g - U_p$. Den mättningspunkt, där kurvorna planar ut, erhålles genom insättning av $U_c = U_g - U_p$ i ekv. (15) respektive $U_c' = U_g - U_p$ i ekv. (18). För det senare fallet erhålles mättningsströmmens beroende av U_g , U_p och R_e till:

$$I_{cs} = \beta (U_g - U_p)^2 / [1 + \beta R_e (U_g - U_p) + \sqrt{1 + 2\beta R_e (U_g - U_p)}] \quad (19)$$

eller om R_e kan försummas i ekv. (19) eller ekv. (15):

$$I_{cs} = \beta (U_g - U_p)^2 / 2 \quad (20)$$

där $\beta = \mu \epsilon_0 W / L t_0$

Som framgår av ekv. (19) försvinner inverkan av R_e när man passerat mättningspunkten. R_e medför dock högre spänningsfall över elementet vid bottning och en ökning av den spänning, vid vilken mättning erhålles. För små R_e ökar I_c kvadratisk med den effektiva styrspanningen $U_g - U_p$. Brantheten $g_m = dI_{cs}/dU_g$

$$g_m = 2\beta(U_g - U_p) / [1 + 2\beta R_e(U_g - U_p) + \sqrt{1 + 2\beta R_e(U_g - U_p)}] \quad (21)$$

eller för små R_e -värden ur (20) eller (21):

$$g_m = \beta \cdot (U_g - U_p)$$

Förstärkning-bandbreddsprodukten g_m/c_g erhålles nu ur ekv. (4) och (21) till

$$g_m/c_g = 2\mu(U_g - U_p)/L^2 \cdot [1 + 2\beta R_e(U_g - U_p) + \sqrt{1 + 2\beta R_e(U_g - U_p)}] \quad (22)$$

eller för små R_e -värden

$$\begin{aligned} g_m/c_g &= \mu/L^2(U_g - U_p) & \text{för } U_c \geq U_g - U_p \\ g_m/c_g &= \mu/L^2 \cdot U_c & \text{för } U_c \leq U_g - U_p \end{aligned} \quad (23)$$

När mätningsspänningen för U_c överskrides, dvs. för $U_c \geq U_g - U_p$ kvarstår över huvuddelen av kanalen den laddningsdrivande spänningen $U_g - U_p$, skillnaden $U_c - (U_g - U_p)$ upptas av ett relativt kort utarmningsområde i kollektorelektrodens omedelbara närhet. Denna laddningsdrivande spänning kallar vi i fortsättningen den aktiva kanalspänningen U_a . För $U_c \leq U_g - U_p$ är alltså $U_a = U_c$ och för $U_c \geq U_g - U_p$ är $U_a = U_g - U_p$.

Vid ökande kollektorspänning ($U_c > U_g - U_p$) breder nämnda utarmningsområde ut sig från kollektorn så att den del av kanalen som upptar spänningen $U_g - U_p$ förkortas. Detta medför att I_c ökar något även sedan U_c passerat knäpunkten ($U_c = U_g - U_p$).

Exempel

Några sifferexempel skall belysa egenskaperna hos en snabb MOS-transistor.

Med dagens teknologi kan man utan större svårighet med god reproducerbarhet bringa ned kanalens längd till $10 \mu\text{m}$. Vi önskar undersöka löptid (t), ingångskapacitans (c_g), branhet (g_m) och förstärkning — bandbredd (g_m/c_g) för ett element med denna kanallängd.

Vidare antas följande värden:

aktiva kanalspänningen $U_a = 4 \text{ V}$
kanalvidden $W = 200 \mu\text{m}$
isolatortjockleken $t_0 = 0,1 \mu\text{m}$
effektiva rörligheten $\mu = 250 \text{ cm}^2/\text{Vs}$
dielektricitetskonstanten $\epsilon_0 = 3 \cdot 10^{-13} \text{ F/cm}$

Då erhålles:

$$\begin{aligned} t &\cong L^2/\mu U_d \approx 1 \text{ ns} \\ c_g &\cong W L \epsilon_0 / t_0 \approx 0,6 \text{ pF} \\ g_m &= \beta U_a = \mu W \epsilon_0 U_a / L t_0 \\ g_m/c_g &= \mu U_a / L^2 \approx 10^9 \text{ rad/s} \end{aligned}$$

Kopplas i stället grindelektroden om till $+10 \text{ V}$ stryps T2, samtidigt som T1 blir ledande. Bottenspanningen U_b över T1 kan i detta tillstånd nedgå till några få mV p.g.a. den stora skillnaden i resistans mellan öppen och sluten transistor. Förlusteffekten i vila, som huvudsakligen härrör från T2:s eller T1:s kollektorläckström, blir ytterst obetydlig. Vid omslag krävs en viss effekt för omladdning av ingångskapacitansen. Vid ett omslag utvecklas $\frac{1}{2} C_{in} U_b^2$ (Ws). För en hel period erhålles

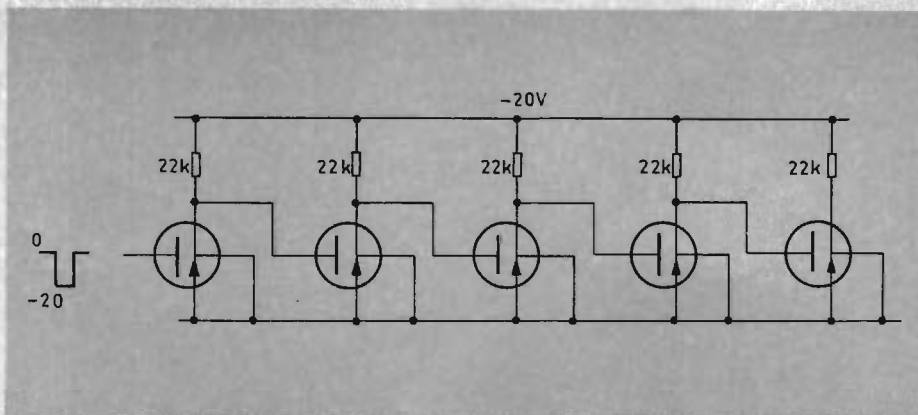


Fig. 12

Kedja av inverterarsteg med MOS-transistor för mätning av fördröjning.

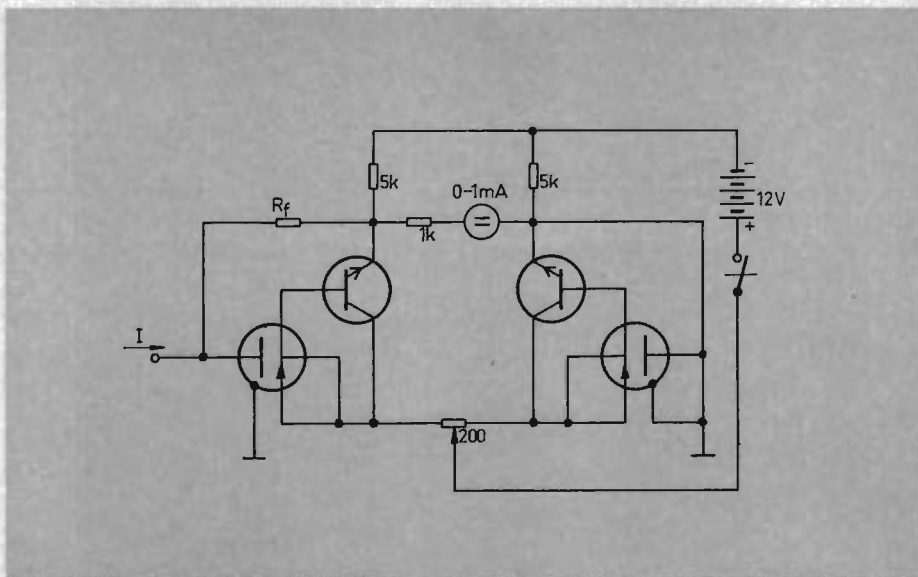


Fig. 13

Picoamperemeter med MOS-transistorer av anrikningstyp. R_f väljes med hänsyn till önskat strömområde.

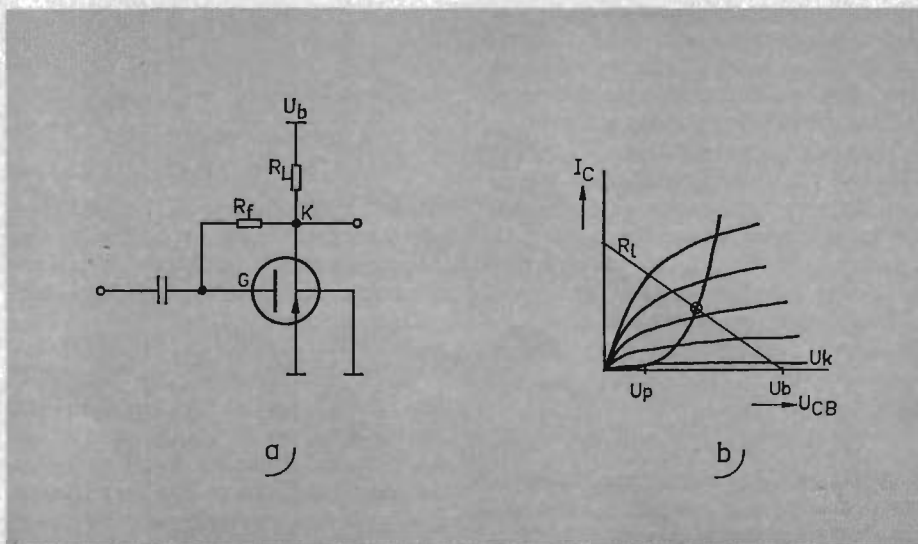


Fig. 14

Förstärkarsteg med MOS-transistor vars arbetspunkt bestäms genom att grindelektroden G genom förspänningsmotståndet R_f ställs in på samma medelspänning som K.

$$W = C_{in} U_b^2 \text{ (Ws)}$$

Effektutvecklingen för en klockfrekvens f blir

$$p = f \cdot C_{in} U_b^2 \text{ (W)}$$

Detta är ett sunt tillstånd. Logikkretsar i vila bör ej dra effekt, medan man däremot kan tillåta dem dra en viss effekt i arbete.

Det kan vara intressant att notera, att man med kryotroner tänkt sig en logikkupbyggnad, som mycket påminner om den här beskrivna. Kryotronerna, som är ströinstyrda, drar i vila ingen effekt med kräver vid omslag effekt för omladdning av induktanser. Denna kryotronlogik är i det närmaste dual till den MOS-logik som beskrivs här. I fig. 10 övertar vid omslag endera av de två seriekopplade elementen så gott som hela batterispänningen, i kryotronfallet övertar vid switchning endera av kryotronerna i ett parallellkopplat par hela strömmen.

Förutom lägre effektförbrukning medger den komplementära kopplingen i fig. 10 större snabbhet, speciellt vid kapacitiv last.

Logiska kretsar med MOS-transistorer

MOS-transistorer av anrikningstyp erbjuder möjlighet till en direktkopplad logik med praktiskt taget obegränsad spridningsfaktor (fan out) tack vare den höga ingångsresistansen. Snabbheten blir dock lidande, på grund av ingångskapacitansen, om man belastar ett steg med ett stort antal ingångar.

Grindfunktioner som NOR och NAND samt minnesfunktioner kan utföras ungefär som vid direktkopplad transistorlogik, så som visas i fig. 9.

Genom att man byter ut belastningsmotstånd R_L mot komplementära MOS-transistorer kan en mycket effektsnål logik byggas upp. I detta system består en förstärkare-inverterare av två seriekopplade transistorer enligt fig. 10.

Den nedre transistoren T_1 , som är av N-kanaltyp, stryps effektivt när grindelektroden förbinds med jord. Samtidigt blir den övre P-kanaltransistor T_2 ledande med något 100-tal ohms inre resistans.

Utspanning som funktion av inspanning för kretsar motsvarande fig. 10 visas i fig. 11. Överföringskurvan i fig. 11b för den komplementära kretsen antyder möjligheten att dimensionera logik med bättre marginaler än vid resistiv last enligt fig. 11a.

MOS-transistorn blir emellertid f.n. även i komplementära kretsar långsammare än snabba kiseltransistorer (4). Detta hänger som tidigare antytts samman med att elementet är höghölmigare och har att driva en avsevärd kapacitiv last i form av egen kollektorkapacitans + summan av ingångskapacitanser hos de steg som drivs av kollektorn. Man kan då fråga sig om det är motiverat att använda MOS-transistorn i digitala kretsar.

I många digitala tillämpningar som numerisk styrning av verktygsmaskiner, elektroniska kontorsmaskiner och en del digitala instrument nöjer man sig emellertid ofta med långsamma logikkretsar, som f.ö. har fördelen att vara okänsligare för t.ex. gniststörningar än snabba kretsar. I nyssnämnda tillämpningar bör det alltså finnas en marknad för MOS-logik förutsatt att den blir billigare än gängse transistorlogik.

Författaren har utfört några experiment med resistansbelastade P-kanaltransistorer för att utröna fördröjningen per steg i en kaskad av inverterare. Denna fördröjning har mätts i en mätkrets enligt fig. 12, bl.a. på en transistor betecknad 1004 från *General Microelectronics*. En fördröjning av 100 ns per steg uppmättes.

Många tillverkare anser att »MOS-logik» kommer att bli billigare speciellt i form av integrerade kretsar genom att MOS-transistorn kräver färre processer vid tillverkningen än normala transistorer. Detta gynnar tillverkningsutbytet vilket är av primär betydelse vid framställning av integrerade kretsar innehållande många komponenter. Man hoppas på ett så gott tillverkningsutbyte med MOS-tekniken att man skall kunna tillverka minnesmatriser och register innehållande tusentals binära positioner på en enda några cm^2 stor substratplatta.

Linjära kretsar med MOS-transistorer

MOS-transistorerna kännetecknas kanske framför allt av den höga ingångsresistansen som ofta uppgår till 10^{15} ohm. Här kan man se en direkt tillämpning för elektrometerkopplingar. En koppling för mätning av mycket små strömmar visas i fig. 13. Använder man i linjära kretsar MOS-transistorer av anrikningstyp kan man mycket enkelt skapa en automatisk grindförspänning genom att förbinda G med K via ett höghölmigt motstånd enligt fig. 14a. I vila ligger G här på samma spänningsnivå som kollektorn. Arbetspunkten erhålles alltså som skärningspunkten mellan belastningslinjen (R_L) och ingångskaraktistikan enligt fig. 14b. Detta steg skulle med fördel kunna användas som ingångsförstärkare för en kondensatormikrofon.

Kretsen i fig. 14 är behäftad med en viss distorsion p.g.a. kollektorströmmens kvadratiske beroende av styrspänningen $U_g - U_p$. För mättningsområdet ($U_k > U_g - U_p$) gäller (ekv. 20)

$$I_c = \frac{1}{2} \beta (U_g - U_p)^2$$

Om inspanningen utgörs av en fast förspänning U_g med en överlagrad signal $U \sin \omega t$ erhålls

$$I_c = \frac{1}{2} \beta (U_g + U \sin \omega t - U_p)^2 = \frac{1}{2} \beta [(U_g - U_p)^2 + 2(U_g - U_p)U \sin \omega t + U^2 (1 - \cos 2\omega t)]$$

Utsignalen kommer alltså att innehålla en signalterm $i_1 = 2(U_g - U_p)U \sin \omega t$ och

en distorsionsterm $i_2 = \frac{1}{2} U^2 \cos 2\omega t$. Distorsionsgraden i ‰ uttryckes

$$100 i_2 / i_1 = 25 U / (U_g - U_p)$$

Antas insignalen $U = 50$ mV och $U_g - U_p = 2$ V erhålles andratonsdistorsionen $= 0,67$ ‰.

Av stort intresse speciellt för linjära kretsar är vilken stabilitet man kan förvänta sig av MOS-transistorn.

Ett av de svåraste problemen inom halvledartekniken har varit att behärska halvledarytans stabilitet och egenskaper. Då MOS-transistorn bygger på ytfenomen har man haft att kämpa mot ändringar i data som direkt härrör från ofullkomligheter i gränsovergången mellan isolatorer och halvledaryta. Denna instabilitet yttrar sig främst i att ingångskaraktistikan förskjutes så att exempelvis en N-kanaltransistor som ursprungligen är avsedd för anrikningsmod efter en tid fordrade negativ grindspänning för att strypas. Förskjutningen accelereras av hög grindspänning och hög temperatur.

Under senaste tiden har man lyckats begränsa denna drift i U_p till bättre än ca 0,5 V. Utöver denna långtidsdrift i karaktistika har elementet även ett mera direkt temperaturberoende. Om man ser på $I_c = f(U_g)$ (ekv. 15) kan man vänta sig att I_c avtar med temperaturen med rörligheten μ i värdet på β . Detta är också fallet om man arbetar med relativt höga värden på I_c . Vid låga I_c -värden iaktar man i stället att strömmen ökar med temperaturen. Denna ökning härrör från elektroner som med ökande temperatur frigörs från fallor. Man kan välja I_c så att de två fenomenen kompenserar varandra, varvid arbetspunkten förblir i det närmaste oberoende av temperaturen.

Litteraturförteckning

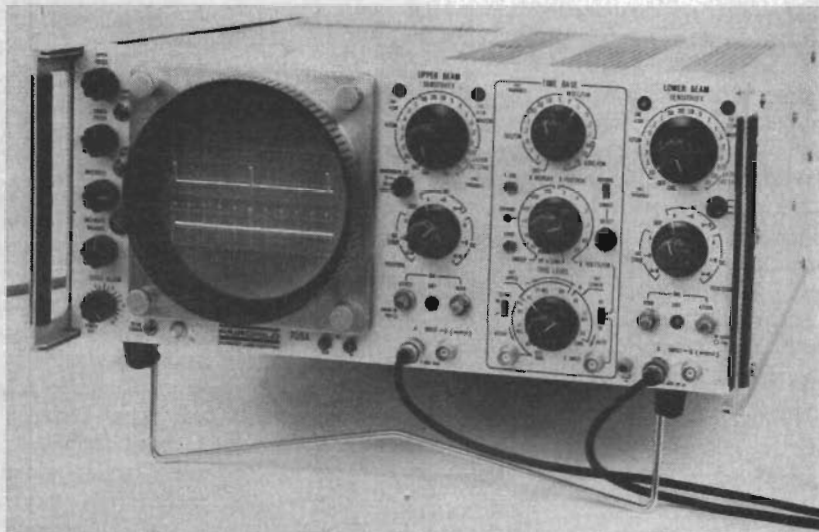
- (1) WEIMER, PAUL K: *The TFT—A New Thin-Film Transistor*. PIRE 1962, juni, s. 1462—1469.
- (2) HOFSTEIN, S R; HEIMAN, F P: *The Silicon Insulated-Gate Field-Effect Transistor*. Proceedings of the IEEE 1963, sept., s. 1190—1202.
- (3) SAH, S T: *Characteristics of the Metal-Oxide-Semiconductor Transistors*. IEEE Transactions on Electron Devices 1964, juli, vol. ED-11, s. 324—345.
- (4) BURNS, J R: *Switching Response of Complementary-Symmetry MOS-Transistor Logic Circuits*. RCA Review 1964, dec., s. 627—661.
- (5) WALLMARK, J T: *The Field-Effect Transistor — A Review*. RCA Review 1963, dec.
- (6) WALLMARK, J T; JONSON, H m.fl.: *Field-Effect Transistors. Physics, Device Fundamentals and Applications*. Ännu ej publicerad bok.

Nytt oscilloskop

Fairchild/Du Mont Laboratories, USA, tillverkar ett dubbelstråleoscilloskop, typ 708 A. Oscilloskopet har en maximal känslighet av $10 \mu\text{V/cm}$. De två strålarna har separata plattpar för vertikal avböjning och gemensamt plattpar för horisontell avböjning. Vertikalförstärkarna har bandbredden 500 kHz och med en trestegsomkopplare kan 5, 50 eller 500 kHz väljas som övre gränshfrekvens. Tidaxeln har 18 kalibrerade lägen från $5 \mu\text{s/cm}$ till 2 s/cm med en noggrannhet bättre än 3 % och tidområdet kan utökas till max. 6 s/cm (1 min. över hela skärmen) med variabel tidaxelkontroll. Pris: 7355:—.

Svensk representant: *Firma Johan Lagercrantz*, Gårdsvägen 10 B, Solna 3.

(E 232)



Digitalvoltmeter

Beckman/Berkeley, USA, har utvecklat en helt transistoriserad digitalvoltmeter, som fått typbeteckningen 910-VR. Mätområdet är 0,001—1099,9 V uppdelat på tre delområden och med möjlighet till automatiskt eller manuellt val av delområde. Känsligheten är 1 mV, mät noggrannheten 0,005 % och långtidsstabiliteten 0,01 %/år. Ingångsimpedansen är 10 Mohm. Pris ca 14 000:—.

Svensk representant: *Ingenjörfirman Hugo Tillquist*, S Långgatan 21, Solna.

(E 231)



Ny pulsgenerator

Hewlett-Packard GmbH har kommit med en kompakt pulsgenerator, Modell 8000A Pulser, avsedd att användas vid mätningar på bredbandsinstrument, -kretsar och snabba halvledare.

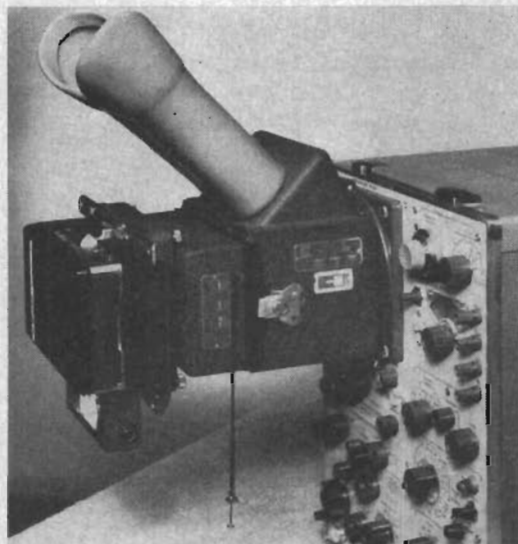
Utspanningen på 10 V (över 50 ohm) är pulssad med repetitionsfrekvensen 100 kHz. Pulsens stigtid är 1 ns och falltiden är mindre än 20 ns. Den flata pulstoppen bibehålls under minst 100 ns. Pulstopppvariationer är mindre än 2 %. De pulssformande elementen i utgångskretsen utgöres av »Step recovery» dioder. Positiv eller negativ puls kan erhållas. För utspänningen finns en dämpsats, reglerbar från 0,1 till 10 V.

En särskild triggpuls eliminerar behovet av fördröjningslinje vid arbete med snabba oscilloskop. Triggpulsen, som ligger 200 ns före huvudpulsen, har en stigtid av mindre än 6 ns, bredden är 20 ns och amplituden 0,5 V över 50 ohm. Pris: 1860:—.

Svensk representant: *H-P Instrument AB*, Centralvägen 28, Solna.

(E 225)





Oscilloskopkamera

Beattie-Coleman Inc., Kalifornien, USA, tillverkar oscilloskopkameror i ett flertal varianter och med kassetter för Polaroid Pack- eller rullfilm. En av modellerna visas på bilden. Med denna kamera kan en färdig bild framställas på 10 sek.

Kamerorna är normalt utrustade med objektiv med ljusstyrkan 1: 1,9, brännvidd 75 mm, men som alternativ finns även objektiv med ljusstyrkan 1: 1,2 och 1: 4,5. Med en enkel försättslins kan kamerorna även användas för dokumentfotografering. Pris för grundenheten: ca 2500: — exkl. objektiv.

Svensk representant: *Svenska Radioaktiebolaget*, Alströmergatan 14, Stockholm K.

(E 228)

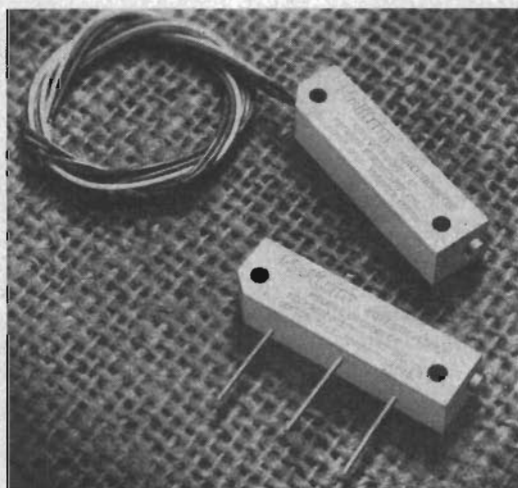


Ny digitalräknare

Hewlett-Packard Co., USA, har utvecklat en räknare för mätning av frekvenser på upp till 2 MHz. Räknaren, som har typbeteckningen 3734A, kan utom för frekvensmätning användas för mätning av frekvensförhållandet mellan två signaler, mätning av periodtid och tidintervallsbestämning. Vid periodtidmätning gör räknaren en medelvärdesmätning av periodtiden hos 10^5 perioder. Därvid kan triggerfel hos räknargrinden (som t.ex. kan bero på brus hos signalen) försummas, tack vare att felet reduceras proportionellt mot det antal perioder som mäts. Tidintervallsbestämning kan göras med en upplösning av $10 \mu\text{s}$. Räknarens ingångsresistans är 1 Mohm (shuntad med 15 pF). Känsligheten tillåter mätning på signaler med en spänning på ned till 100 mV (effektivvärde). Räknaren är utrustad med fem sifferenheter, som är bestyckade med s.k. Nixie-rör. I räknaren ingår en 100 kHz kristallosillator, som har en stabilitet av $2 \cdot 10^{-6}$ per vecka. Pris: 5545: —.

Svensk representant: *HP Instrument AB*, Centralvägen 28, Solna.

(E 235)



Nya trimpotentiometrar

Beckman Helipot, USA, tillverkar två nya trimpotentiometrar med modellbeteckningarna 56 och 75. Båda har motståndsbana av s.k. cermet, som framställs av ädelmetall, vanligen guld-palladium, hopsmält med glas. Båda typerna tillverkas med resistanser från 10 ohm till 2 Mohm. Modell 56 tål en max. belastning av 1 W vid 85°C . Max. belastning för modell 75 är 0,75 W vid 70°C . Tillåten omgivningstemperatur är -65°C — $+175^\circ \text{C}$ resp. -25°C — $+125^\circ \text{C}$. Trimpotentiometrarna kan erhållas med anslutningsstift för montering på kretskort, med ledningar eller med adapter för panelmontage. Pris för modell 56: 40: —; för modell 75: 22: —.

Svensk representant: *AB Nordqvist & Berg*, Snoilskyvägen 8, Stockholm K.

(E 230)

Till problem nr 1/65

har det kommit in en hel mängd lösningar, många åtföljda av muntra kommentarer och samtliga korrekt utförda. Problemet hade följande lydelse:

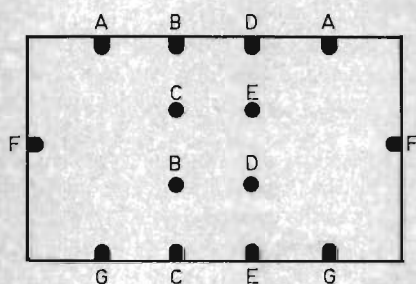


Fig 1

På en enkellaminerad platta för tryckt ledningsdragning skall etsas ett mönster som förbinder punkter märkta med samma bokstav, dvs. A—A, B—B etc. Hur skall mönstret se ut?

Flera lösare tyckte att problemet var i enklaste laget. Bedömningen av lösningarna var emellertid desto svårare! Red. tillämpar ju inte någon lottdragning enligt principen »först öppnade rätta lösningen», utan varje insänd lösning studeras och blir föremål för bedömning. Man försöker därvid givetvis vara rättvis och saklig utan att vare sig gynna eller missgynna sådana kategorier som man av olika anledningar hyser särskilt varma känslor för, som t.ex. problemlösare från grannländerna, kvinnliga problemlösare och ungdomliga pro-

blemlösare. Den yngste problemlösaren var för övrigt den här gången *Torbjörn Norrelgen*, 11 år. Det är tydligt att äpplet inte faller långt från trädet — pappa Gun-

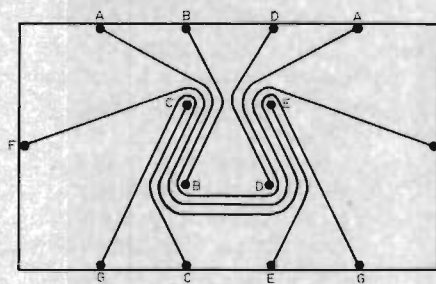


Fig 2

nar är en av Sveriges styvaste problemlösare.

De insända lösningarna är av tre slag. De flesta är av den typ som vi ser i fig. 2, och som av en lösare har döpts till »mjölkcentralens reklamko», och av en annan,

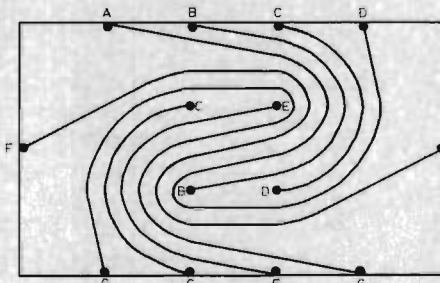


Fig 3

så nära 3 141,59 ohm som möjligt. Vi vet faktiskt inte hur nära man kan komma med tre motstånd, men det skall bli intressant att se!

Förslag till lösningar på detta problem kan insändas för bedömning under adress ELEKTRONIK, postbox 21060, Stockholm 21. Skriv »Problemhörnan» på kuvertet. Särskilt intressanta eller tankeväckande lösningar belönas med ett omnämnande i denna spalt i ELEKTRONIK nr 7/65 och dessutom med en pekuniär uppmuntran, kronor 25:—. I samma nummer kommer också den rätta lösningen på problemet.

Lösningar på problem nr 4/65 måste

som vänt ledningsmönstret åt motsatt håll, till »atomexplosionen». Några har sänt in lösningar av typen »enkel virvel», fig. 3, och »dubbel virvel», fig. 4.

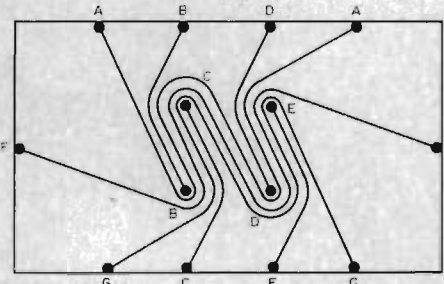


Fig 4

Nu är det ju så, att dagens miniatyriseringsjakt gör att det värsta problemet i regel är att få plats med ledarna och ändå få tillräckliga isolationsavstånd mellan dem, så vi tycker nog att den enkla virveln är den bästa lösningen. En omsorgsfullt ritad lösning av denna typ har sänts in av *Thorsten Mariedahl*, Karlskoga. En annan synpunkt man kan lägga på saken är att man vill ha så korta ledningar som möjligt. I det avseendet är »kossan» och den enkla virveln ungefär likvärdiga, medan den dubbla virveln är mindre lyckad i alla avseenden. Bland dem som sänt in lösningar av typen »kossa» väljer vi ut *Peter Branderud*, Älvsjö, som ritat sin lösning med enbart cirkelbågar och rätta linjer. De båda sistnämnda får alltså var sin postanvisning på 25 kronor.

Problem nr 4/65

Det gäller att med hjälp av tre stycken motstånd, valda ur standardserien E12, åstadkomma en resistans som ligger så nära π kohm som möjligt. Vart och ett av motstånden får vara på högst 10 Mohm och lägst 10 ohm, och de får kombineras på alla tänkbara sätt genom serie- och/eller parallellkoppling. Det är tillåtet att låta två av motstånden, eller alla tre, ha samma värde.

För dem som inte känner till E12-serien kan vi tillägga, att den består av värden 10, 12, 15, 18, 22, 27, 33, 39, 47, 56, 68, 82, 100, 120, 150 etc. π är approximativt $\approx 3,14159$ och det gäller alltså att komma

vara redaktionen tillhanda senast den 15 juni för att de skall bli föremål för bedömning.

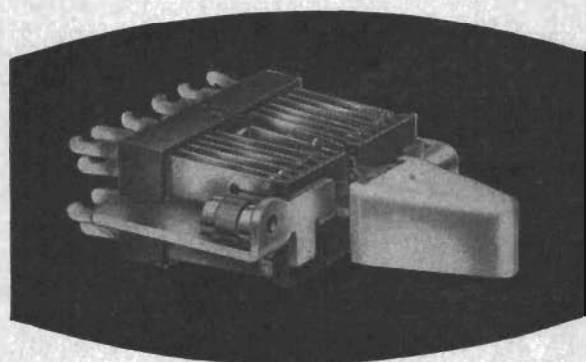
Förslag till nya problem från läsarna är välkomna, det bör vara problem som kräver en del eftertanke och som inte enbart kan knäckas med grovräkning. Om problemen kan lösas på flera sätt från skilda utgångspunkter är bara bra, men problemen måste vara strikt formulerade och fullt entydiga.

Problemförslag bör åtföljas av åtminstone en fullständig lösning.

För problemförslag som kan användas i Problemhörnan utgår 50:— i honorar.

TMC MINIATYR-SWITCHAR

Hävmkastare av "tefontyp"



Extremt små dimensioner, låg vikt, elegant utförande. Fem funktionsvarianter — upp till 12 kontaktgrupper manövreras samtidigt.

Tangentens lägen:

Låsning	—	viloläge	—	låsning
Låsning	—	viloläge	—	stopp
Återfjädring	—	viloläge	—	låsning
Återfjädring	—	viloläge	—	stopp
Återfjädring	—	viloläge	—	återfjädring

Den stabila mekaniska uppbyggnaden ger distinkta till- och frånslag resp. låsning. Tvillingkontakter av silver som tillåter en induktionsfri belastning av 300 mA vid 100 V likström. Enkel, snabb montering med två fästskruvar.

TMC UNIVERSAL TRYCKTANGENTSYSTEM

ersätter i en enhet:

RELÄER

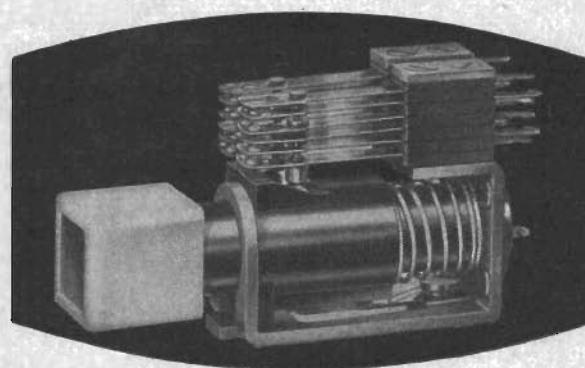
SIGNALLAMPOR

TRYCKKNAPPAR

Tangentrörelsen återfjädrande, med låsning eller med mellanlåsning. Tangenterna levereras även med inbyggd, lätt utbytbar signal-lampa.

Växlingskontakter av silver i tvillingutförande. Två eller fyra kontaktpar per tangent.

För induktionsfri belastning av 300 mA vid 100 V likström. Kontaktgrupperna kan även utbytas mot microswitchenheter för 5 A, 250 V.



Levereras från lager i Vällingby

Infordra närmare data och prisuppgifter från vår Svagströmsavdelning

Generalagent:

A/B TRANSFER

Huvudkontor: Box 57 Stockholm—Vällingby. Tel. Växel 87 02 50

Filialer:

SUNDSVALL
Tel. 11 42 75

FALUN
Tel. 175 85

STOCKHOLM
Tel. 21 15 32,
-33, -37, -40

GÖTEBORG
Tel. 17 83 60

MALMÖ
Tel. 299 88

Service-Reservdelar:
VÄLLINGBY
Tel. 87 02 50

6 skäl till att Ni bör använda FREON® TF lösningsmedel vid rengöring

1. Utomordentlig rengöringsförmåga — Du Pont FREON TF fluorocarbon-lösningsmedel har en enastående lösningsförmåga, som ger fullständig rengöring. FREON TF löser smörjämnen och oljor utan att angripa metall, plast eller elast. FREON TF har dessutom ytterligt låg ytspänning och hög täthet, och tränger därför in i de minsta springor. Rengöringen blir perfekt...

2. Enastående renhet — Du Pont garanterar att varje parti FREON TF innehåller minst 99,8% ren triklortrifluoretan, dvs. den icke flyktiga återstoden är mindre än 2 promille. FREON TF förvaras i specialkonstruerade dunkar, som garanterar att innehållet bevarar sin renhet.

3. Garanterad kvalitet — Varje sats FREON TF har chromatografiskt analyserats, så man har kunnat förvissa sig om att den uppfyller Du Ponts höga krav på kvalitet. Du Pont är ledan-

de i världen när det gäller fluorocarbonkemi och kan erbjuda mer än 34 års erfarenhet. Alla betydande upptäckter inom fluorocarbonkemin har gjorts av Du Ponts forskarstab.

4. Absolut säkerhet — FREON TF är ej antändbar eller livsfarlig att förtära. Det ställs därför inga speciella krav på ventilation.

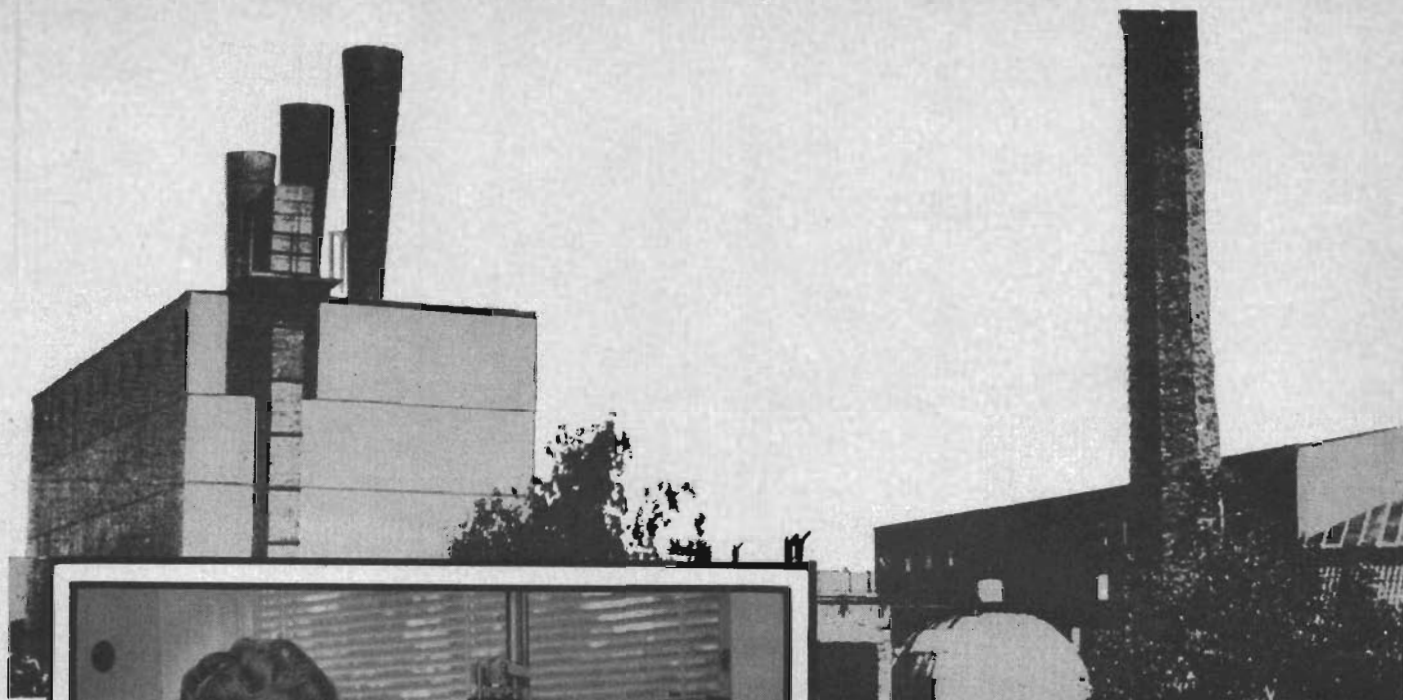
5. Bevisat ekonomisk — I samtliga fall där man använt FREON TF har felprocenten minskat betydligt. Då FREON TF därtill är en ren, stabil kemisk förening utan inhibitorer kan FREON TF lätt återvinnas genom destillering eller absorbering.

6. Ööverträffat mångsidig — Fördelarna med FREON TF kan uppnås genom tvättning med ultraljud, vid ångavfettning, kallinklimation, sprayning eller andra använda rengöringsmetoder.

FREON TF ingår även som bas i ett flertal "skräddarsydda" lösningsmedel som tillverkas av Du Pont och som är avsedda för speciella rengöringsproblem. Om Ni önskar ytterligare informationer och uppgifter om representer i Sverige, ta kontakt med Du Pont de Nemours International S.A., "Freon" Products Division, Genève, Schweiz eller Du Pont Co., "Freon" Products Division, Rm. 2407-E, Wilmington, Del. U.S.A.

FREON® 
lösningsmedel

BÄTTRE VAROR FÖR BÄTTRE VANOR... TACK FÖR ERT KEMIN



AVANCERAD FORSKNING KRÄVER AVANCERAD SPÄNNINGSSTABILISERING FÖR AVANCERADE MÄTNINGAR

Sorensens — ett RAYTHEON-företag
leder utvecklingen inom området för spänningsstabilisering.

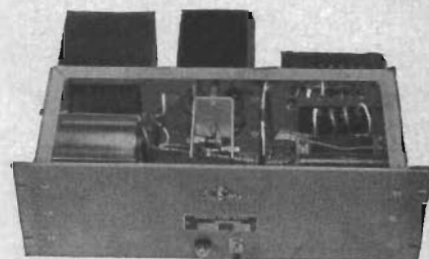
Sorensens produkter har funnit en given plats i forskarlaboratorier
— världen över, från Cap Kennedy till svenska forskningscentra.

Modellerna till höger är ett axplock ur den Europeiska serie-
tillverkningen av **SÖRENSEN-produkter**.

Generalagent



KLN TRADING CO Ltd AB
Sommarvägen 6, Solna. Tel. 83 11 91—83 11 90



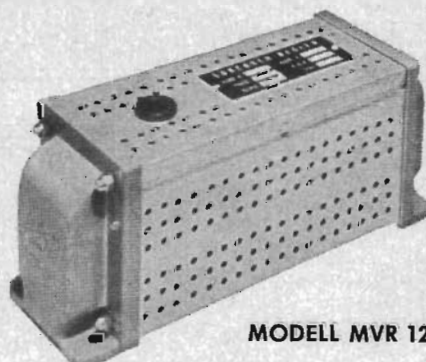
MODELL MD 24-15,5

Nobatroner. Rörlösa, stabiliserade lik-
spänningsaggregat, t.ex. Typ MD för
fixerade likspänningar mellan 3—1000
Volt för 50—3000 Watt.



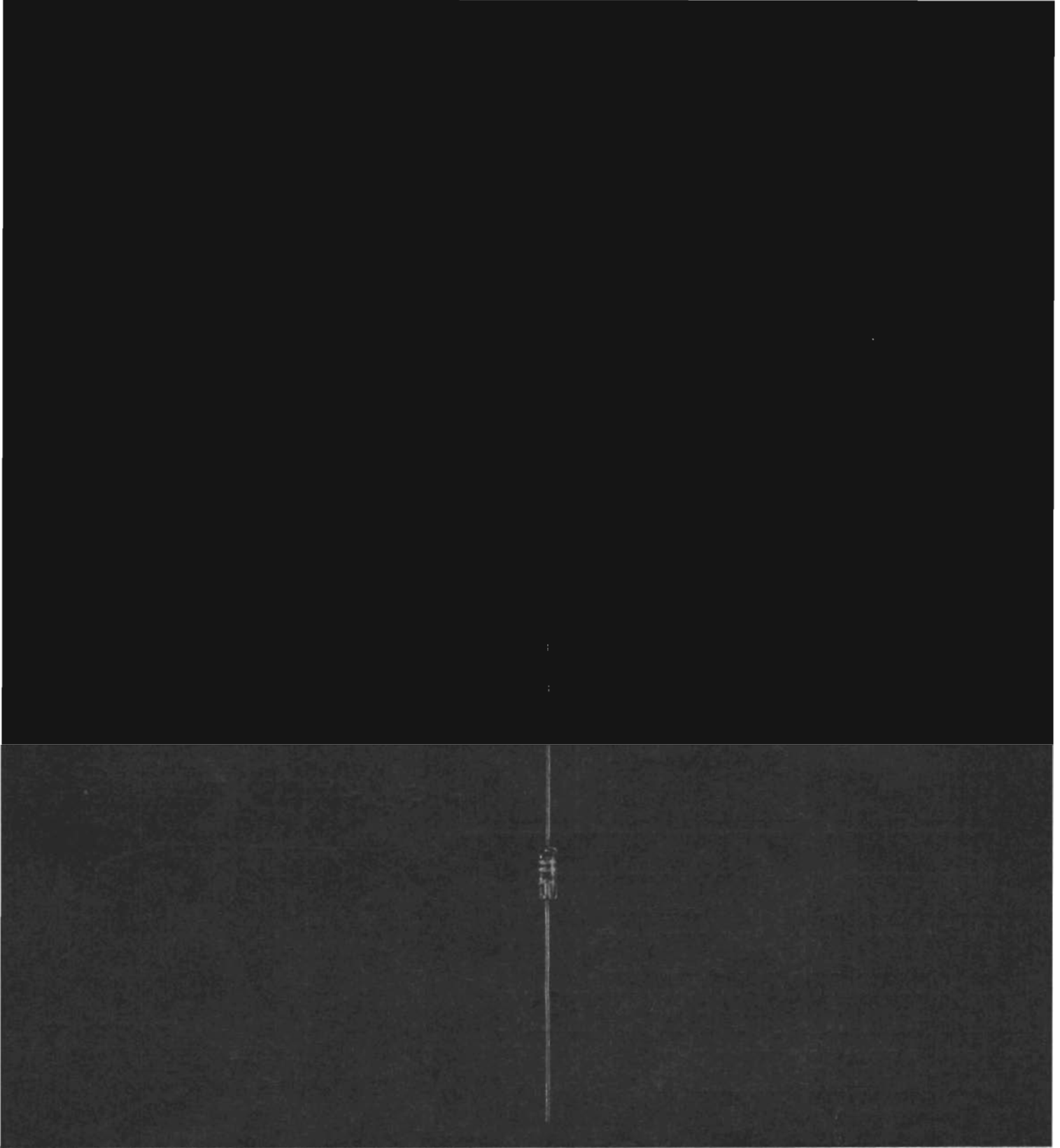
MODELL 1000-2ST

**Elektroniska växelspänningsregulato-
rer.** Serie 2ST med $\pm 0,1\%$ reglerings-
noggrannhet för 500—10 000 VA.

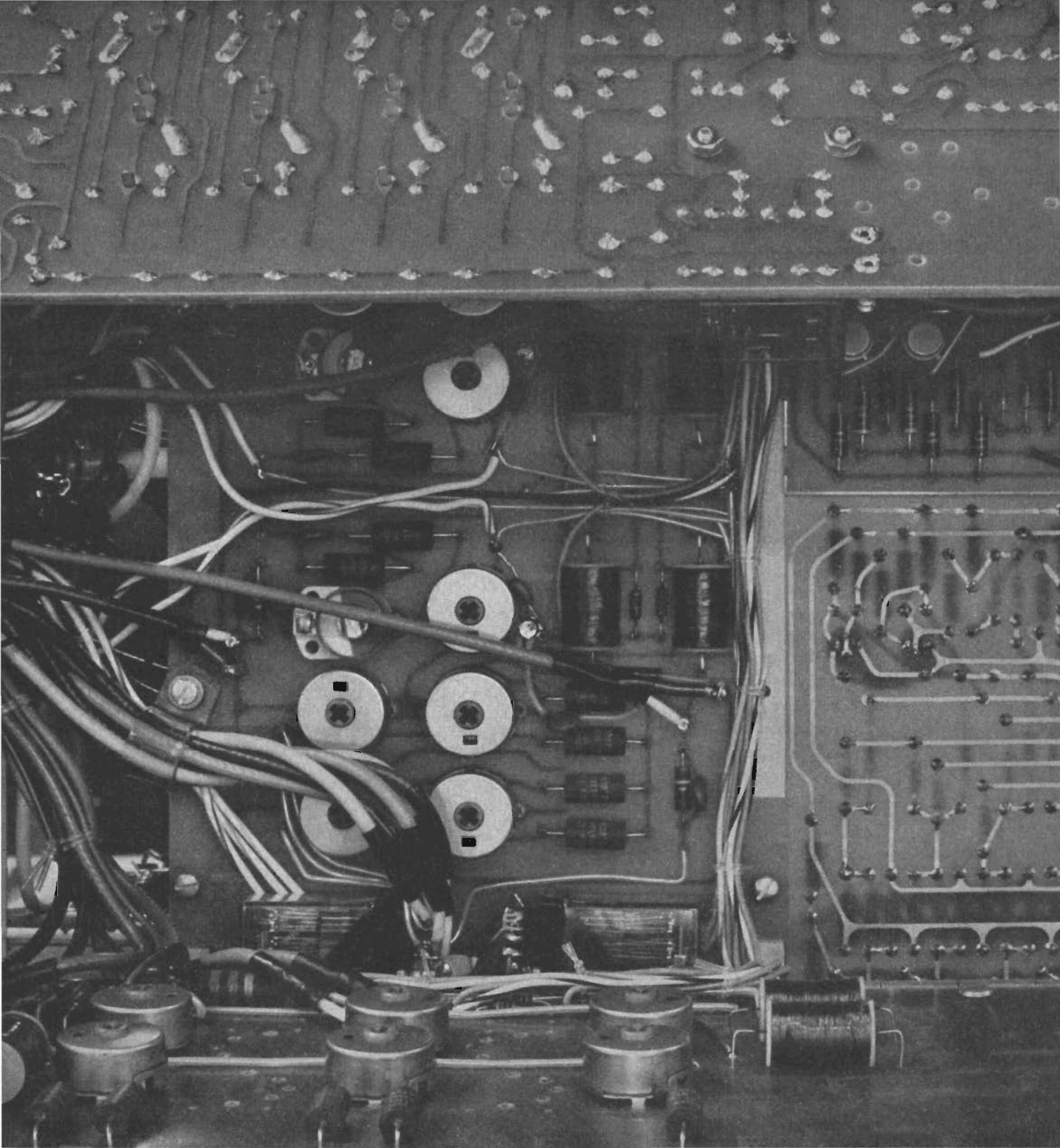


MODELL MVR 123

**Magnetiska växelspänningsregulato-
rer.** Typ MVR/MVRH (med övertonsfil-
ter) med $\pm 0,5\%$ regleringsnoggrann-
het vid nätspänningsvariationer (180—250 V) med
konstant belastning och $\pm 1\%$ vid belastningsvara-
tioner från 0—full last, upp till 5000 VA.



Ett av våra lösningsmedel rengör både smådetaljer,



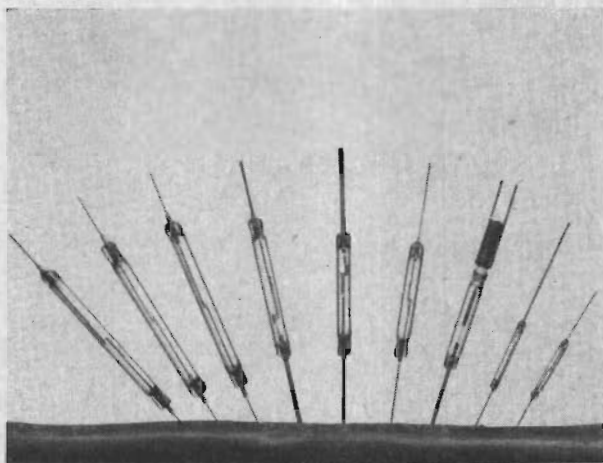
stora ytor och alla slags elektrondelar. Det heter Chlorothene NU.

Det är verksamt, där andra kallavfettningsmedel inte kan användas. Chlorothene*) NU är effektivt. Effektivt nog att rengöra hårt smutsade ytor och ta bort olja och fett från datamaskinsdelar under tillverkningen. Det är också skoningsamt. Tillförlitligt nog för rengöring av en mängd känsliga metaller och delar också i den minsta transistor. Kan användas i lokaler med effektiv luftväxling. Det är inte eldfarligt. Det är mångsidigt. Lika effektivt vid sprutning,

doppning och avtorkning. Det har snabb lösningsverkan, torkar fort, möjliggör löpande-band-avfettning. Och dessutom är det ekonomiskt i användning. Chlorothene NU återvinnes lätt genom destillation. Dow Chemical International AB, Gyllenstiernsgatan 6, Stockholm NO, Tel. 08-63 1335. För närmare information, tag kontakt med oss eller med AB Allan Svensson, (distributörer i Sverige) Brännögatan 2, Malmö C. Tel. 040-734 50.

*) Varumärke för The Dow Chemical Company, U.S.A.



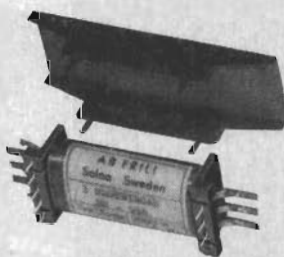


FRILI-RELÄ driftsäkerhet

I mer än 20 år har Frili tillverkat reläer för industrier och statliga företag. Vi har därför högt tekniskt kunnande om reläer för alla förekommande användningsområden. Ni kan räkna med sakkunnig rådgivning av våra ingenjörer. Egen tillverkning betyder väsentliga fördelar, bl a god service, korta leveranstider och möjlighet till specialtillverkade eller specialjusterade reläer. Provereläer inom programmet kan levereras på 1 à 2 dagar.

TYP 70, 71, 73

Relä med ett eller flera tungelement i normal- eller miniatyrutförande. Slutande eller växlande kontaktfunktion, även polariserat utförande. Reläet utföres för montage på tryckta kretsar eller såsom insticksrelä med socklar i normalutförande. Tungelement levereras även separat.



TEKNISKA DATA

Spoleffekt	min. 35 mW
Spolspänning	3—110 V =
Antal lindningar	max. 2
Bryteffekt	max. 100 VA, 500 V, 3 A. ~ eller 50 W, 500 V, 3 A. =
Tillslagstid	min. 0,8 mS
Mekanisk livslängd	10 ⁹ kopplingar
Livslängd vid max. belastning	20×10 ⁶ kopplingar
Livslängd vid medelbelastning	100×10 ⁶ kopplingar
Testspänning	2.000 V, 50 Hz

AB FRILI

Industrivägen 6, Solna. Tel. 08|27 26 25

Nya IEC-publikationer

IEC-publikation 68-2-11

Basic environmental testing procedure for electronic components and electronic equipment. Del 2: Tests—Test Ka: Salt mist. 2:a utgåvan, 7 s.

Det saltatmosfärprov som beskrivs i den nu utgivna andra upplagan av del 2 av IEC-publikation 68 ersätter ett liknande prov som ingick i den första utgåvan av 1954. Vid utarbetandet av den nu föreliggande rekommendationen till provningsmetod har rätt tveksamhet om det är nödvändigt med saltatmosfärprov på komponenter, bl.a. emedan dessa normalt skyddas mot saltatmosfär vid användning. För de fall då man likväl önskar utföra ett sådant prov bör enligt IEC-rekommendationen detta ske i första hand som en jämförande provning av komponenter med samma slags ytskydd.

För alstring av saltdimma vid provning används natriumklorid löst i destillerat vatten. Provningsen sker vid $35 \pm 2^\circ \text{C}$ och dess varaktighet anpassas efter arten av ytskydd, komponenttyp etc. Provningsmetoden kommer att införas i de svenska normerna SEN 43 16 00—19 Miljöprovning av elektronikkomponenter.

IEC-publikation nr 80

Fixed capacitors for direct current using impregnated paper or paper/plastic film dielectric. 2:a utgåvan, 43 s.

Den reviderade utgåvan av publikation 80 avser utom kondensatorer med dielektrikum av impregnerat papper även kondensatorer med blanddielektrikum av plastfilm och papper. Den är även tillämplig på metallpapperskondensatorer som är så dimensionerade att inga genomslag — inte ens sådana som »läker» sig själva — inträffar vid långtidsprovning under spänning.

En ny spänningsbeteckning, »category voltage», har tillkommit. Den anger högsta tillåtna spänning vid maximal temperatur, medan märkspänningen (rated voltage) liksom tidigare anger största tillåtna spänning vid 40°C . Någon fast relation mellan dessa spänningsvärden är inte medtagen i IEC-rekommendationen. Detta förhållande skall istället anges av tillverkaren.

► 94

"...en synnerligen lättfattlig och rent roligt lättläst bok om transistorernas funktion och uppbyggnad."

Göteborgs-Posten om



R. Forshufvud:

DET ÄR HÅL I TRANSISTORN

— om halvledartriöder och deras användning.

Konkret och instruktivt behandlas olika transistortyper och deras uppbyggnad liksom det intressanta samspillet mellan »hål» och elektroner. Vidare beskrivs transistorernas elektriska egenskaper, deras användning i pulskretsar och förstärkarkretsar samt tillförlitlighets- och konstruktionsproblem. I ett avslutande kapitel tas som jämförelse några av elektronrörets egenskaper upp till behandling.

Inb. 26:—

NORDISKROTOGRAVYR

Från bokhandel

eller Nordisk Rotogravyr
beställes mot postförskott:

..... ex Forshufvud: Det är hål i transistor inb 26:— + oms

Namn

Adress

Postadress

WEIRCLIFFE

MAGNETIC TAPE BULK ERASERS



behöver endast 6—10 sek. för att helt radera ett band eller en bandkassett.

Weircliffe Bulk Tape Eraser (pat.s.) har konstruerats för de yrkesmässiga användare av magnetband som behöver en snabb och absolut säker metod att radera hela magnetband.

Banden »rensas» direkt genom att bandspolen eller -kassetten skjuts in i mataröppningen på apparaten. Fjäderbelastade gejder och returmekanism gör det möjligt att radera banden med en hastighet av 6—10 band/minut. En kombination av strömbrytare/matarlucka ser till att instrumentet endast arbetar under själva raderingen av varje band, varför ett obegränsat antal band kan raderas i följd; 200 band per timme är lätt att uppnå.

Allt som är inspelat på bandet i form av magnetisering, vare sig det är fråga om tal, musik, data- eller tidssynkroniseringspulser avlägsnas fullständigt vid raderingen och inget som helst bakgrundsljud eller brummande kvarstår. Band som är magnetiskt mättade raderas lika fullständigt och effektivt. Då det raderade kraftfältet når över hela spolen har mängden av band på spolen ingen betydelse.

Tre standardmodeller erbjudes:

Modell 6. är lämplig för spolar vars diameter är 8 1/2", 7", 5 3/4" eller 5", och där bandbredden är 1/4", 1/2", 16 mm och 1".

Modell 7. är avsedd för slutna bandkassetter med en storlek på upp till 8" x 8". Maximal bandbredd 1".

Modell 8. är konstruerad för spoldiameter på 10 1/2", 12", 14" och 14 1/2", men tar också mindre spolar. Den raderar alla bandbredder upp till och inkl. 2" Video-tape.

Samtliga modeller är inslutna i ett hölje av mahogny, specialimpregnerat för att ge en attraktiv och slitstark yta. Frontpanel och matarmekanism i vitt plexiglas, instruktioner beständigt märkta på panelen. Normalt levereras samtliga modeller för 220—240 V, 50 p/s, men kan även levereras enl. speciella önskemål. Strömförbrukning (intermittent) är för samtliga modeller 12—15 A.

Dim.: Mod. 6 och 7: 11 1/2" x 12 1/4" x 7 1/2"
Vikt: 19 kg
Mod. 8: 20 1/2" x 20" x 10 1/2"
Vikt: 40 kg

Om Ni använder magnetband har Ni inte råd att vara utan en Weircliffe Bulk Eraser.

Generalagent för Sverige, Norge, Danmark, Finland:

TH STRÅLFORS  AKTIEBOLAG

LJUNGBY · STOCKHOLM · GÖTEBORG · MALMÖ · KÖPENHAMN · OSLO
0372/124 90 08/83 06 20 031/13 95 76 040/202 32 As 31 33 21 01 51

ANGÅENDE KALIBRERING

Intresset för vederhäftiga mätningar är i tacknämligt starkt stigande. Allt fler mätintresserade inser, att mätningar i olika produktionsled och hos kontrollorganen är illusoriska om inte en väl ordnad kalibrering finnes. Många moderna mätinstrument är väl så tillförlitliga, men denna tillförlitlighet kan vara en fara just därför, att man inte kan föreställa sig att ens tillförlitliga instrument kan ha råkat ur kalibrering.

I välordnade företag finns en avdelning, utrustad med goda normalinstrument. Noggrannheten, en storleksordning bättre än den som krävs i fabriken, realiseras i dessa avdelningar. Med jämna mellanrum tas varje i driften använt instrument in för kalibrering. Intervallet mellan sådana kalibreringar varierar naturligtvis. Två, fyra, sex månader kan förekomma. Ett instrument, som ej fått sin kalibrering i rätt tid får eller bör ej användas.

Det är klart, att en kalibreringsavdelning kan få för mycket att göra och att därför den på papperet förträffliga kalibreringsorganisationen kan klicka ibland.

Det är klokt att vara beredd på att den planenliga precisionskalibreringen kan klicka. På avdelningarna har man därför kalibreringsmöjligheter av »andra graden». Bärbara kalibratorer med noggrannhet 0,1 % eller så, ger när som helst upplysningar om att ett misstänkt instrument (eller ett som enligt planen skall kalibreras men inte får plats) måste kalibreras, eller om det till nöds kan vänta på plats i kön till finkalibreringen.

Instrument, som används i viktiga mätställen, kan behöva daglig kontroll, därför att man inte har råd att ta risken av en enda dags felfunktion. Där är en »andragrads» kalibrator av nöden. Jag är glad att kunna meddela, att jag kan leverera en hel del av det som behövs för både fin- och vardagskalibrering.

Likström För finkalibrering av likspänning har **John Fluke** spännings- och strömkällor med noggrannhet 10^{-4} och $5 \cdot 10^{-5}$ från 0 till 1100 V och 0–2A. För spänningar upp till 80 kV är noggrannheten 10^{-3} . Stabilitet är av motsvaranden godhet. Bland John Fluke's instrument väljer man mellan aktiva spännings- eller strömkällor och, om man föredrar det, de välkända differentialvoltmetrarna, som kan mäta spänningar i de höghögmigaste kretsar utan att belasta.

Växelström Kalibrering av vs-instrument är en rätt kinkig historia. Det lönar sig naturligtvis inte, att mäta växelspanningar mycket noggrant om inte spänningarna är stabila, och produktion av stabila växelspanningar är svår. Stabila växelspanningar är faktiskt rätt sällsynta. Sedan måste man bestämma sig för om man vill ha sant effektivvärde, medelvärde eller toppvärde. Alla har väl ännu inte riktigt klart för sig, t.ex. att två spänningar som har samma effektivvärde kan skilja 1 % om man mäter dem med ett medelvärdeskännande instrument. Det behövs bara att en 2 %-ig överton ligger i olika faslägen i de två spänningarna.

Med hänsyn till att övertonshalter av storleksordningen upp till 5 % inte alls är sällsynta är det nästan alltid klokt, när man siktar på noggrannheter i storleksordningen 1 % och bättre, att använda instrument, som mäter **sant effektivvärde**. Härigenom förhindras många tillfällen till missförstånd och animositet mellan olika mätare.

För kalibrering av rörvoltmetrar har **Ballantine Laboratories** kalibratoren 421, som levererar upp till 100 V vid 400 Hz, 1000 Hz och 1s med en noggrannhet 0,1 %. För mätning av växelspanningarnas **sanna effektivvärde** har **Ballantine** voltmetern 350 med 0,25 % abs. noggrannhet och 320A med 2 % absolut noggrannhet.

För kalibrering av högfrekvensspänningar och strömmar har både **Ballantine** och **John Fluke** överföringsvoltmetrar, som tillåter mätning med upp till 0,01 % vid frekvenser upp till 50 MHz. Dessa instrument mäter sant effektivvärde.

Vid noggranna mätningar av växelspanningar har man stor nytta av **noggranna spänningsdelare**. **Gertsch** tillverkar sedan många år de bästa tillgängliga vs-spänningsdelare med upplösningar från 10^{-5} till 10^{-8} och motsvarande noggrannheter. Dessa spänningsdelare är induktiva och kännetecknas av hög inimpedans, storleksordning 200 Kohm och låg utimpedans, 2–3 ohm. Fasfelet försumbart.

Det finns mer att säga om kalibrering, men jag hoppas, att denna lilla rapport visat något av vad jag kan göra för att lösa Dina kalibreringsproblem. Tag gärna kontakt och låt oss resonera.

I en kommande annons skall jag rapportera vad jag kan erbjuda i fråga om kalibrering och mätning i områdena frekvens, mikrovågseffekt, fas, servokomponenter och -system och komplexa spänningsförhållanden.

Med kalibreringshälsning

Civilingenjör Robert E. O. Olsson

Trädgårdsgatan 7, Motala. Tel. 0141/122 29. Telegram »Bob», Motala.

► 92

Beteckningarna för miljögrupperna har ändrats till överensstämmelse med *IEC-publikation 68*, andra utgåvan 1960, som motsvaras av *SEN 43 16 00*. Även de som standard rekommenderade grupperna har ändrats. Märkttemperaturområdet har utsträckts till $+125^{\circ}\text{C}$ mot tidigare $+85^{\circ}\text{C}$. Fyra nya standardvärden för märkspänning, 40, 50, 63 och 500 V, har tillkommit.

I fråga om provningsförfarandet har den del som behandlar tillverkningskontroll utgått, varför rekommendationen nu avser enbart typprovning.

Föreslagna provningar och mätningar har i några fall ändrats. Under rubriken mekanisk och klimatisk provning har t.ex. mätningar i samband med köldprovet utgått, medan andra mätningar har tillkommit, t.ex. efter vibrationsprov och efter fullbordat klimatprov. Kravet på förlustfaktorn $tg \delta$ har skärpts för större kondensatorer. Fordringarna på isolationsresistans hos kondensatorer som genomgått 56 dygns fuktprov har höjts. Mögelprovning och provning i saltatmosfär samt täthetsprovning som självständig provning har utgått.

I anslutning till den nya utgåvan av *IEC-publikation 80* planeras en revidering av *SEN 43 04 Papperskondensatorer för likström*, vilken är baserad på första utgåvan av samma publikation.

IEC-publikation 149-1

Sockets for electronic tubes and valves.

Del 1: *General requirements and methods of test.* 30 s.

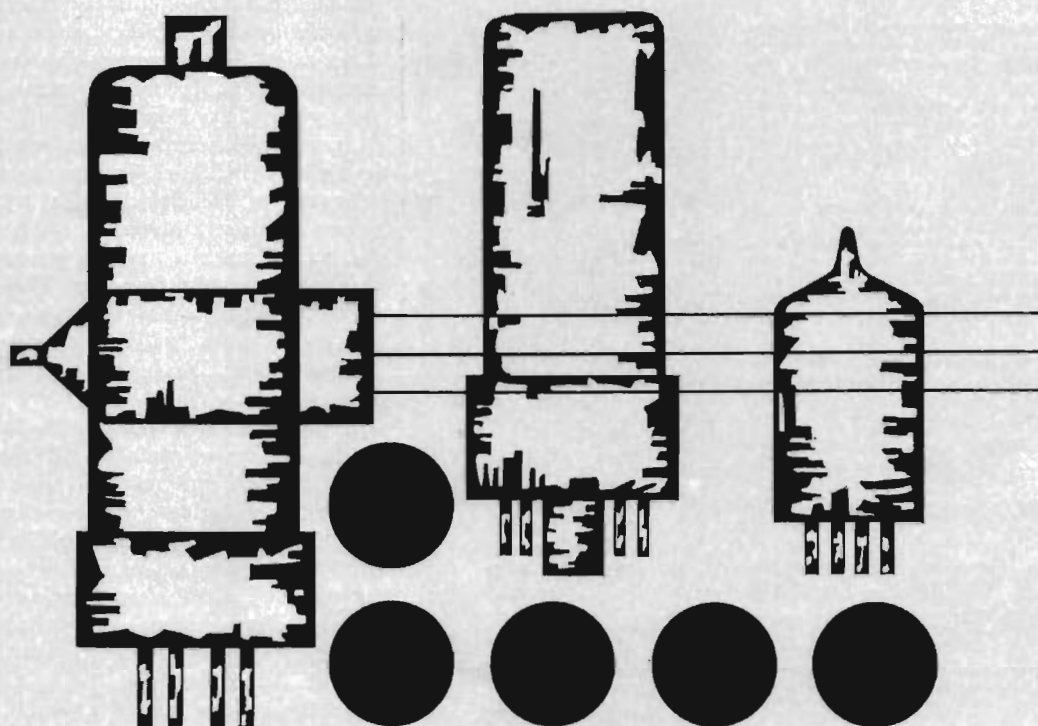
För elektronrörshållare planerar IEC att utge rekommendationer i två delar, varav den första nu utkommit. Den omfattar allmänna föreskrifter, provningsmetoder, typprovningsplan samt två bilagor som behandlar mätidon och formulär till standardblad (»datablad») för enskilda rörhållartyper. Den andra delen kommer att omfatta sådana standardblad.

Normerna gäller rörhållare för elektronrör med konventionella stiftsocklar, dvs. sådana rörtyper som mest förekommer i elektroniska apparater (radio- och TV-mottagare, ljudförstärkare o.d.). Normerna omfattar bestämmelser om provning av rörhållarnas elektriska, klimatiska och mekaniska egenskaper. För vissa elektriska och mekaniska provningar krävs särskilda mätidon. För dessa ges allmänna anvisningar i den nu utgivna delen, medan detaljerade data för dem kommer att införas på de särskilda standardbladen i den andra delen.

Som en följd av utgivningen av denna publikation kommer *SEN R 43 01 02* och *SEN R 43 01 07* att omarbetas och ersättas av en ny utgåva, baserad på IEC-publikationen.

SPECIALRÖR för

Industriella ändamål
Datamaskiner
Telekommunikationer
Mätteknik
Reglerteknik



- Tillförlitlighet
- Lång livslängd
- Snäva toleranser
- Stöt och vibrationståligt
- Mellanskiktfri specialkatod

Dessa "5 punkter" för TELEFUNKEN specialrör är resultatet av många samverkande faktorer, bl.a. ytterst omsorgsfullt urval och kontinuerlig kvalitetsgranskning av det använda materialet. Fortløpande kontroller och mätningar under fabrikationen säkerställer specialrörens korrekta data.

Begär utförligare data från

SATT

SVENSKA AKTIEBOLAGET TRÅDLÖS TELEGRAFI

S 310,08

Röravdelningen • Fack • Solna 1 • Tel. 08/29 00 80



TELEFUNKEN



kondensatorer av högsta kvalitet

Vi representerar nu som generalagent den schweiziska kondensator-tillverkaren Leclanché, som under mer än ett halvt sekels verksamhet inom branschen gjort sig känd för synnerligen hög kvalitet på sina produkter. Vi nämner här nedan några exempel ur deras tillverkningsprogram.

Polystyrenfolie-kondensatorer

Typ Pn med gjutet hölje av polystyren för kvalificerade användningsområden. För arbetsliksp. 100, 350 och 500 V och tempomr. -40° till $+70^{\circ}\text{C}$. Tillverkas även i speciella HF- och högspänningsutföranden (typ Phf och Phi).

Typ Pr är ett något förenklat utförande avsett för radio- och TV-industrin där miljökraven inte ställs så högt. För arbetsliksp. 125, 250 och 500 V och tempomr. -40° till $+60^{\circ}\text{C}$. Även i ett speciellt miniatyruutförande **PrM** för 30 V arbetsliksp.

Metalliserad plastfolie-kondensatorer

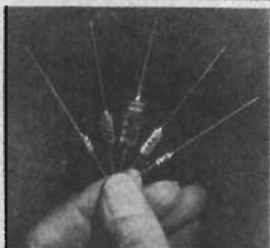
Typ MK med mycket små dimensioner. Med lackhölje och radiella anslutningar, med cylindriskt aluminiumhölje och axiella anslutningar eller i aluminiumbägare för enhälsmontage. Arbetsliksp. upp till 250 V och temperaturer -40° till $+85^{\circ}\text{C}$. Miniatyruutförande **MKM** och för tryckta kretsar **Mkf**. OBS! Typ **MK** tillverkas även för låga spänningar i transistorkretsar och med kapacitans upp till 10 μF .

Tantal-kondensatorer

Typ TNS med fast elektrolyt för temperatur -80° till $+85^{\circ}\text{C}$ eller upp till $+125^{\circ}\text{C}$ med 30 % reducerad arbetssp. Uppfyller norm MIL-C-26655. För 6, 10, 15, 20, 25, 30, 35 V liksp.

Miniatyrelektrolyt-kondensatorer

Typ EM med cylindriskt aluminiumhölje. För tempomr. -40° till $+70^{\circ}\text{C}$ och 3, 6, 12, 25, 40, 60, 80, 100 och 150 V arbetsliksp.



Begär fullständigt katalogunderlag från general-agenten:

BO PALMBLAD AB

Hornsgatan 58 — Stockholm SV — Tel. 08/24 61 60

VICI

specialisten i
lödproblem

NYHET LVB-8 LÖDKOLV

LVB 8 lödkolv — ett nytt rationellt verktyg — för masslödning i industriell produktion.

LVB-8 lödkolv — ett hållbart verktyg som motsvarar industrins numera ökade krav på lödförmåga och effektivitet, både vad det gäller antalet på en gång lödbara lödpunkter och olika kopplingsstråd, t.ex. lackerad och nylonisolerad tråd.

Till kolven kan erhållas $\varnothing 5/16''$ vanliga kopparspetsar eller PERPETUUM lödspetsor. PERPETUUM-spetsen stoppar för 10.000-tals lödningar.

Lödkolven försedd med »handvänligt» handtag som finns i flera färger.

Tekniska data: Effekter 50—75 watt

Spänningar: 110, 127 och 220 volt.

Spetsdiameter: $\varnothing 5/16''$

Temp. vid 75 watt: 460°C

Vikt: 0,295 kg inkl. kabel och stickpropp.

S-märkt

ELEKTRO-



AKTIEBOLAG

Nordenflychtvägen 62, Stockholm K. Tel. 53 36 00, 54 28 10.

► 65 SI-systemet

den svarande mot det fotoptiska seendet med maximal känslighet inom det gröna färgområdet.

Av candela-definitionen följer två andra ljus tekniska storheter, nämligen ljusflödet, lumen och belysningen lux. En isotropt strålande ljuskälla med ljusintensiteten 1 candela sänder ljusflödet 4π lumen (lm) genom rymdvinkeln 4π . Belysningen på en punkt av en yta är det infallande ljusflödet på ett element av ytan dividerat med elementets area. Belysningens enhet är lux (lx), varvid $1\text{ lx} = 1\text{ lm/m}^2$.

Ljusbelysningar med metoder som ansluter sig till definitionen för candela-enheten är besvärliga. Man utför i stället mätningar med speciella glödlampor, standardlampor, vars ljusstyrka bestäms genom mätning mot en totalstrålare med platina, se fig. 11. Dennas ljus brytes i det visade förfarandet (12) i ett prisma och passerar en lins med känd bländarea in på en fotometer.

Belysningen på fotometern $E = L \cdot A / D^2$, där L = strålarens luminans (60 candela/cm²), A = bländaröppningen, D = avståndet mellan öppning och fotometer samt t = optikens transmissionsfaktor. Genom ett antal upprepade ställningar av platinan fastställs standardlampans luminans, varvid avståndet y anpassas så att standardlampan ger samma belysning som totalstrålaren vid fotometern.

Kalibrering av lamporna sker vid en färgtemperatur av 2042°K (platinas stelningspunkt). Om strålningen från en känd standardlampa transmitteras genom lämpliga filter kan nya standardlampor erhållas för andra färgtemperaturer. Spridningen av olika värden på ljusstyrkan är av storleksordningen $\pm 0,5\%$, tab. 4. De huvudsakliga orsakerna till spridning är ojämnheter i platinaytan samt uppkomst av föroreningar i platinan.

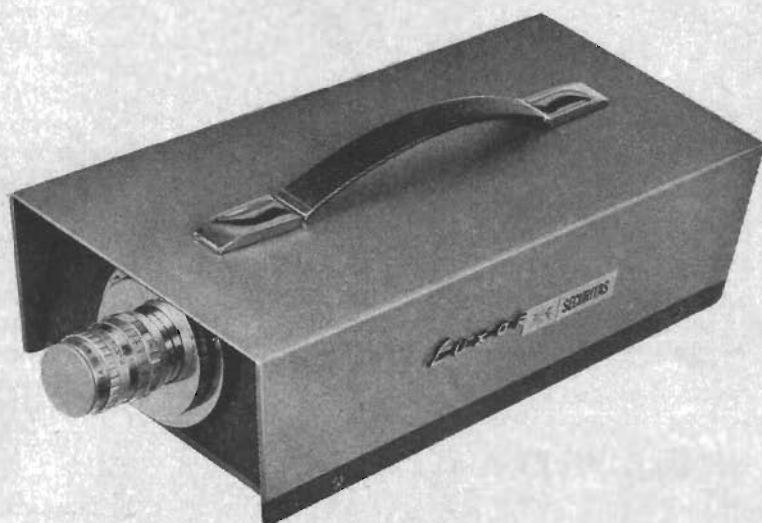
Ingen akustisk grundenhet

Till skillnad från ljus tekniken finns det ingen renodlad akustisk grundenhet definierad i SI-systemet. De akustiska mätningarna måste därför hänföras till de mekaniska enheterna och till frekvensvägningsskurvor, som skall avbilda »normalörats» karakteristik. Som referensnivå för ljudtrycksmätningar inom akustiken har valts ett tryck av $2 \cdot 10^{-5}\text{ N/m}^2$, som ofta representeras som nollnivå i en decibelgraderad skala. Denna nivå motsvarar ungefär tröskelvärdet för hörselförnimmelserna.

Teknikerna och SI-systemet

I allmänhet torde acceptandet av SI-systemet för elektroniker ej innebära några svårigheter — speciellt som kraftenheten newton på ett naturligt sätt är samordnad med den väl kända effektenheten watt.

hur kan en tv-kamera av god kvalitet säljas under 2000 kr?

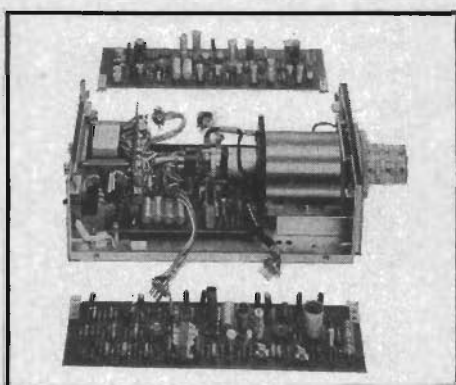
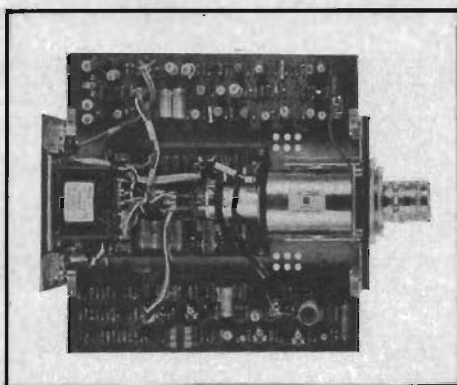
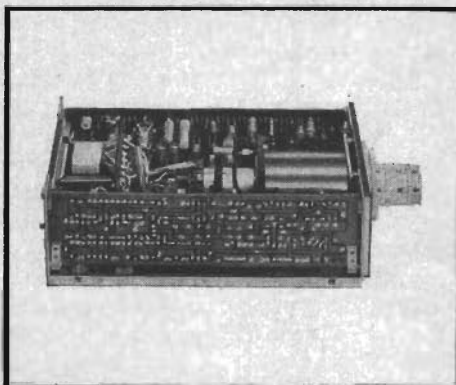


- Jo, den är svensktillverkad — alltså inga tullkostnader och dyra frakter!
- Jo, den tillverkas i stora serier av ett tekniskt avancerat företag — **LUXOR** i Motala!
- Jo, konstruktionen är modern och komponenterna noggrant utvalda!

TEKNISK BESKRIVNING Kameraröret är en 1-tums videokon med spänningsstabiliserad fokusering av elektronstrålen.

En speciell regleringskrets kompenserar automatiskt för begränsade ljusvariationer på bildfältet.

Det mekaniska utförandet är sådant att komponenterna har uppdelats på tre lätt löstagbara kretskort, kopplade med propp och jack, vilket gör dem lätt åtkomliga för service och inspektion. Ett kretskort innehåller videoförstärkare och HF-modulator, ett annat linje-, bildavläknings- och släckpulsförstärkare. På det tredje finns stabiliseringskretsen för fokusering, spänningsstabilisator och likriktare. Dessutom ingår avläkningsenhet och transformatorenhet.



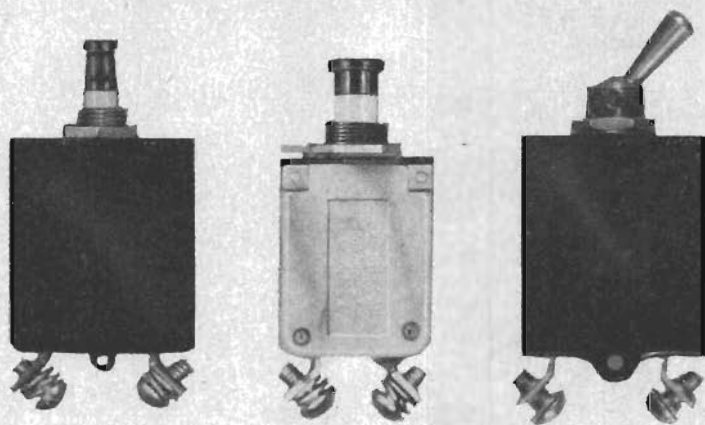
BEGÄR
INFORMATIONER
FRÅN



SECURITAS

A B S E C U R I T A S A L A R M

SIBYLLEGATAN 79
STOCKHOLM Ö
TEL. 08/23 33 30



Automatsäkringar och strömbrytare

WOOD automatströmbrytare tillverkas i såväl MIL-typer som kommersiella utföranden. Stort typurval av termiska och magnetiska brytare, 1-2-3-poliga. Märkström 0,25—100 A, DC/AC, fördröjningstid 6 ms—30 s vid 200 % belastning.

OBS! Konkurrenskraftiga priser och leveranstider.



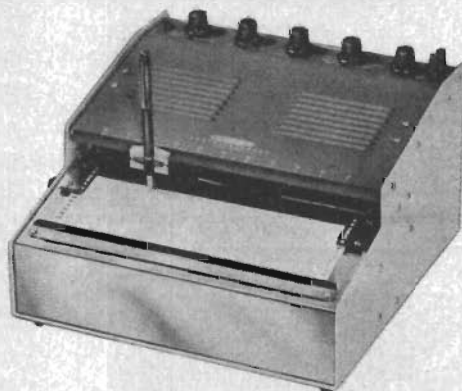
BO PALMblad AB

Hornsgatan 58 — Stockholm SV — Tel. 08/24 61 60

POTENTIOMETER- SKRIVARE

**HEATH SERVO
RECORDER
MODEL EUW-20AE**

Pris 1765:— netto



Mätområden:

10, 25, 50 100 och 250 mV

Pappershastigheter:

2 tum/minut som standard,
ytterligare 9 olika hastig-
heter kan specialbeställas.

Skrivbredd:

10"

Balanseringstid:

0,15 sek./tum, 1,5 full
skala (10")

Referensspänning:

Mercury cell

Nätspänning:

120/240 volt 50 Hz

CHAMPION RADIO

STOCKHOLM Rörstrandsgatan 37, tel. 08/22 78 20. GÖTEBORG Södra Vägen 69, tel. 031/20 03 25. MÄLMÖ Regementsgatan 10 tel. 040/729 75. SUNDSVALL Vattugatan 3. tel. 060/15 03 10.

För byggnadstekniker och mekaniker är situationen en annan. Dessa har vant sig vid att arbeta med s.k. tekniska enheter, där den grundläggande kraftenheten är kp. Man har emellertid ej haft någon direkt känsla för skillnaden mellan massa, kraft och tryck, och dessa storheter har samtliga ofta uttryckts i kg. Inom värmetekniken användes vanligen enheten kcal och effekten uttrycktes ofta i hästkrafter. Man kan emellertid förmoda att genom SI-systemets ökade internationella tillämpningar kommer även den mekaniska industrin och byggnadsindustrin att acceptera SI-systemet i framtiden och bli medveten om fördelarna av ett samordnat system.

Systemets grundenheter är i flera fall resultat av grundläggande forskningsarbeten som pågår kontinuerligt, varför ändrade definitioner så småningom kan erhållas. Man kan förmoda att inom en överskådlig framtid tidenheten kommer att anknytas till något atomur i stället för att vara astronomiskt definierad som nu, samt att candela-enheten utgår som grundenhet och uttryckes i fysikaliskt uppmätta värden och i visibilitetskaraktäristiken, på samma sätt som gäller för akustiska storheter.

Litteraturhänvisningar:

- (1) *Svensk standard SIS 01 61 21*. Sveriges Standardiseringskommission 1964, 15 juni. Utgåva 1, s. 4.
- (2) OHLON, R: *Mätningar av fysikaliska grundenheter*, Teknisk Tidskrift 1964, nr 13, s. 313.
- (3) KOHLRAUSCH, F: *Praktische Physik*, band 1. Stuttgart 1960. B G Teubner Verlagsgesellschaft.
- (4) *NBS laser produces interference fringes over 200-meter optical path*, NBS Techn. News Bull. 47. 1963, nr 5, s. 80.
- (5) ÅBOM, C: *Precisionsmätning av tid och frekvens*. RADIO och TELEVISION 1961, nr 4, s. 45.
- (6) OHLON, R: *Utvecklingen och realiseringen av de elektriska enheterna*. Elteknik 1964, nr 10, s. 175.
- (7) SILSBEE, F: *System of Electrical Unit*. Monograph 56. Washington 1962. National Bureau of Standards.
- (8) *International practical temperature scale of 1948, text revision of 1960*. Monograph 37. Washington 1961. National Bureau of Standards.
- (9) *Theory and methods of optical pyrometry*. Monograph 41. Washington 1962. National Bureau of Standards.
- (10) *Temperature, its measurements and control in science and industry*, band 2. New York 1955. Reinhold Publishing Co.
- (11) DITCHBURN, B: *Light*. London 1963. Blackie and Son Ltd.
- (12) *Photometric Standards and the unit of light*. Notes on Applied Science nr 24. London 1961. Her Majesty's Stationary Office.



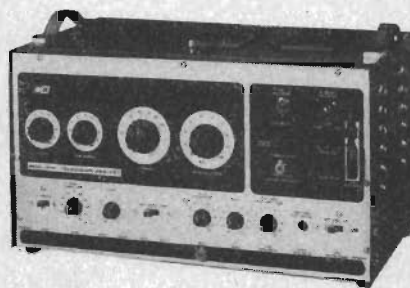
CRT 445 **B&K** INSTRUMENT FÖR SERVICE TESTER OCH RESTAURATOR FÖR TV-BILDRÖR

Kan användas för kontroll och restaurering av bildrör i såväl färg- som svart-vita TV-mottagare. Restaureringen kan ske direkt på plats utan att röret behöver tas ur apparaten. Ger nytt liv till svaga och odugliga bildrör. Kontrollerar om det förefinnes kortslutningar, avbrott eller läckning. Elimineras kortslutningar mellan inre element och läckningar. Reparerar avbrott och för låg emission. Förbättrar emissionen och ljusstyrkan. Kontrollerar gasförekomsten och förutsäger den återstående användbara livslängden för bildröret.

960 TRANSISTOR- RADIO ANA- LYSATOR



Komplett serviceutrustning för transistormottagare i ett enda instrument. Punktvis signalinjektion underlättar sökandet efter fel i transistorradions samtliga steg. Instrumentet omfattar likspänningsaggregat med voltmeter, milliamperemeter, rörlvölmeter och resistansmeter. Är utrustad med den s.k. Dyna-Trace mätkroppen. Kan användas för transistorprovning, även när transistorerna är inlödda i kretsen.



1076 TELEVISION ANALYSATOR

Bildmönstergenerator med »flying spot» scanner

Injektera Er egen TV-signal för snabb felsökning och studera den på TV-mottagarens bildskärm alstrade signalen. Kontrollera enkelt ett eller alla steg i TV-mottagarens video-, LF-, HF-, MF-, synk- eller svepdel. Något extra oscilloskop fordras inte för undersökning av vågformer etc. Analysatorn lämnar även de mönster som fordras vid färg-TV-service. Tack vare den inbyggda »flying spot»-scannern kan man även alstra bilder med egna diabilder.

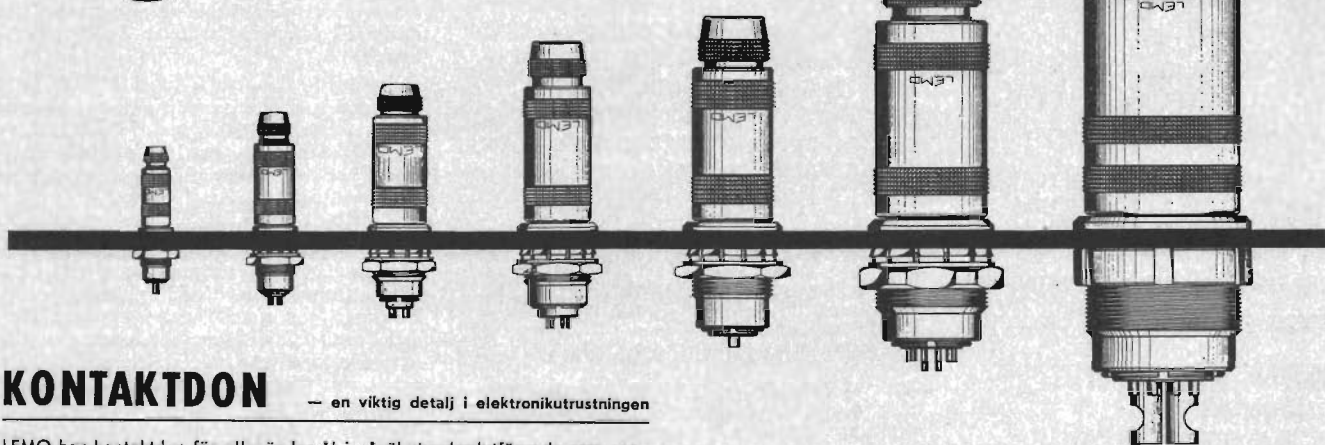
Model 1076-ES för SSIR-systemet

Model 1076 för övriga system

EMPIRE EXPORTERS, INC.

123 Grand St., New York (10013) N.Y., U.S.A.

LEMO



KONTAKTDON

— en viktig detalj i elektronikutrustningen

LEMO har kontaktdon för alla ändamål i såväl standardutförande som gas-, vatten- och vakuumtätt utförande.

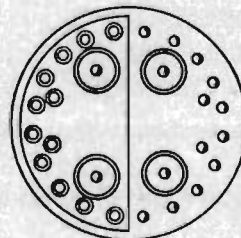
Koaxialkontakter för användning vid bärfrekvenstelefon.

Miniatyrkontakter för upp till 5 kV (=11 kV provspänning).

Specialkontakter för strålningsmätutrustningar med 8 styrkontakter och 2 kontakter för 5 kV.

LEMO är en schweizisk kvalitetskontakt med extremt goda elektriska egenskaper. Kontakterna finns i enpoligt, mångpoligt och koaxialutförande.

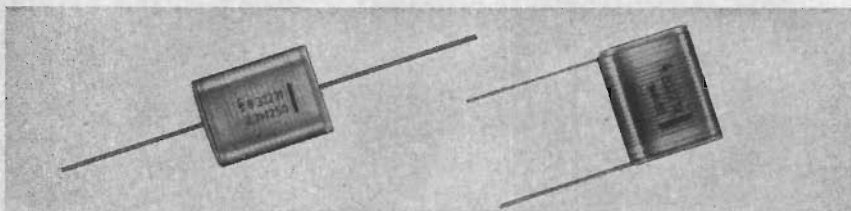
Om Ni har en- eller flerpoliga kontaktproblem, kontakta oss och begär upplysningar om LEMO-kontakterna.



A B D. J. STORK

Holländargatan 8

Stockholm, Tel. 11 29 90, 10 22 46, 21 73 18



MKH B32231 och B32232 – metalliserade polyesterkondensatorer i miniatyrförpackning.

Siemens metalliserade polyesterkondensatorer för etsade kort (B32232) eller fribärande montage (B32231) är flatovala till formen, vilket tillåter en utomordentligt platsbesparande inbyggnad.

Typ	Driftspänning V= vid +80°C/vid +40°C		Kap.område μF	Temp.område °C	Dielektrikum
B32231	250	300	0,068 – 10	-40/+100	met. polyester
	400	600	0,033 – 2,7	-40/+100	met. polyester
	630	800	0,01 – 0,22	-40/+100	met. polyester
B32232	250	300	0,033 – 1	-40/+100	met. polyester
	400	600	0,01 – 1	-40/+100	met. polyester
	630	800	0,01 – 0,22	-40/+100	met. polyester

Båda typerna lagerföres för omgående leverans. Prover och utförlig broschyr sändes på begäran.



SVENSKA DELTRON AB

Valhallavägen 67 • Stockholm Ö • Tel. 34 57 05, 31 01 53

Swd 2-095

NYHET

stabpac

Stabiliserade lågspänningsaggregat
för inbyggnad.

- HELT KISEL
- KOMPAKTA
- STRÖMBEGRÄNSNING
- PROGRAMMERING
- FJÄRRÄVKÄNNING
- 0,01 % STABILITET

Begär datablad!



Jämtlandsg. 125 • Vällingby • Tel. 87 01 35

VÄL använda PENGAR!

En välskött facktidning är ett oöverträffat medium för aktuell och vederhäftig nyhetsinformation. Varje tekniker med inriktning på radio- och televisionsteknik, ljudteknik och mera elementär elektronik vet att på dessa områden heter den dominerande svenska facktidsskriften

RADIO & TELEVISION

God information, noggrann nyhetsbevakning, elegant och sober utformning är tidsskriftens allmänna karaktäristika.

Provprenumerera – 4 nummer för bara 10: – kronor.

Klipp och sänd in kupongen. Ni har första numret redan om ett par dagar

TILL RADIO & TELEVISION

Box 21060, Stockholm 21

Jag önskar provprenumeration – 4 nummer för 10: kronor.

Betalas mot postförskott på första numret.

Namn

Adress

Postadress

(Insänds i öppet kuvert. Porto 25 öre.)

Kataloger och broschyrer

Universal-Import AB, Kronobergsgatan 19, Stockholm K:

katalog och prislista över elektronikkomponenter från olika tillverkare.

Svenska Siemens AB, Fack, Stockholm 23: prislista och broschyr över Siemens kontaktlösa styrsystem »Simatic».

G Kullbom AB, Klippgatan 11, Stockholm Sö: broschyr över 11 nya integrerade halvledarkretsar från *Sylvania*, USA.

AB Gösta Bäckström, Box 120 89, Stockholm 12:

industriprislista över lagerförda transistorer, dioder och integrerade kretsar från *Texas Instruments Inc.*, USA;

broshyr över keramiska kondensatorer från *Erie Resistor Corp.*, USA;

katalog över kontakter från *Cannon Electric*, USA.

Erik Ferner AB, Box 56, Bromma:

prislista över halvledarkomponenter, katalog över ljuskänsliga halvledarkomponenter samt katalog över kärnnininen från *RCA*, USA.

Svenska Mullard AB, Strindbergsgatan 30, Stockholm No:

»designers guide» över halvledarkomponenter från *Mullard Overseas Ltd.*, England.

Elektronlund, Fack, Malmö 1:

broshyr över ultraljudsgivare för användning i nivåkontrollsystem. (Tillverkare: *Delavan Manufacturing Co.*, USA.)

AB Galco, Gävlegatan 12 B, Stockholm Va:

broshyrer och datablad över hartsmaterial för ingjutning av elektronikkomponenter, från *Emerson & Cuming Inc.*, USA.

AB Nordiska Elektronik, John Ericssonsgatan 12–14, Stockholm K:

broshyrer, datablad och prislista över effektt transistorer från *Silicon Transistor Corp.*, USA.

Tracerlab AB, Nordenflychtsvägen 62, Stockholm K:

katalog över nivåmätningstrustningar från *Endress & Hauser GmbH & Co.*, Västtyskland.

Svenska AB Philips, Fack, Stockholm 27:

informationsskrifterna »A reference-voltage unit equipped with Zener diodes OAZ203 and OAZ208» och »Principles of a laboratory model of an electronic desk calculator equipped with shift registers».

M Stenhardt AB, Björnsonsgatan 197, Bromma:

broshyr och katalog över precisionspotentiometrar och servokomponenter från *Accessory Developments Ltd.*, England;

broshyr över metallfilmsmotstånd, trådlindade motstånd, glaskondensatorer, glasminnen, fördröjningsledningar, tunnfilmkretsar och kåpor för mikrokretsar från *Electrosil Ltd.*, England;

broshyr över en potentiometerskrivare från *Brush Instruments*, USA.

Ajgers Elektronik AB, Fack, Stockholm 32:

broshyr över en skakmaskin för provning av militära elektronikutrustningar. (Tillverkare: *Blomstedts Mekaniska Verkstad AB*, Vreta Kloster.)

International Rectifier, Snoilskyvägen 8, Stockholm K:

broshyr över effektdioder och kylkroppar från *International Rectifier*, USA.

Ingenjörsfirma Carl-Eric Larsson AB, Lidingö 1:

datablad över en flerkanaIs potentiometerskrivare från *Rikadenki Kogyo Co. Ltd.*, Japan.



INTERNATIONAL RECTIFIER

HALVLEDARE

för Er som kräver

KVALITET

Militära och industriella typer —
hör till marknadens mest hög-
klassiga

SERVICE

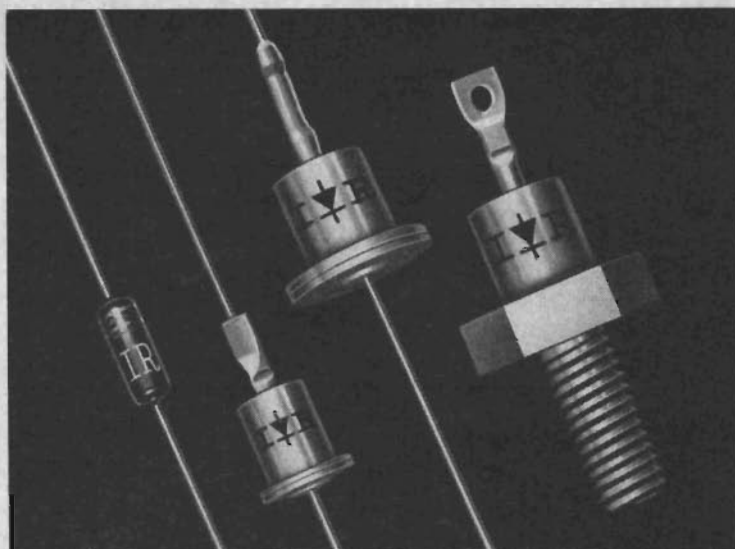
Samtliga standardtyper lager-
förs i Stockholm. Flygleveranser
från centrallager i Bryssel varje
vecka

EKONOMI

Kraftiga prissänkningar och för-
månligare rabattgruppering. Ra-
battering börjar nu vid 10 st.

Omfattande program

Zenerdioder 0,25—50 W, 2,6—200 V
Kiseldioder 0,5—250 A, 50—1600 V PRV
Tyristorer 3—235 A, 50—1300 V PRV
Högspänningsdioder 100 000 V
Solceller och fotoceller
Transientskydd m.m.



Tekniska uppgifter och datablad utsändes regelbundet över
våra nyheter. Om Ni inte erhållit dessa meddela oss för in-
föring i vårt register.

NY SVENSK ÖVERSIKTSKATALOG

med aktuell prislista finns färdig. Vi sänder den gärna!

AB NORDQVIST & BERG Snoilskyvägen 8, Stockholm K, Tel. 08/520050



FUNKE

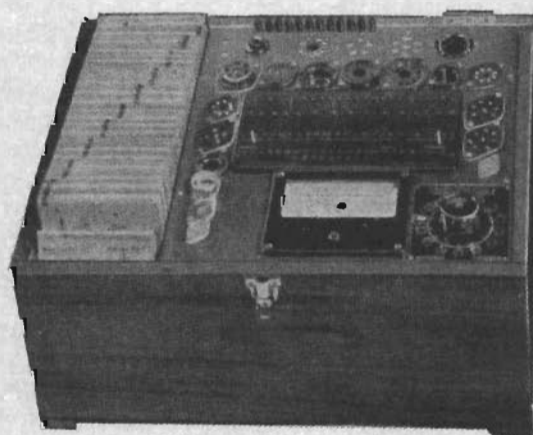
RÖRPROVARE

Datamaskin för rörprovning. Det
enklaste och snabbaste instrumentet
för rörkontroll med datablad.

PICOMAT

Transistoriserad kapacitansmätare
0—500 och 10—10 000 pF.

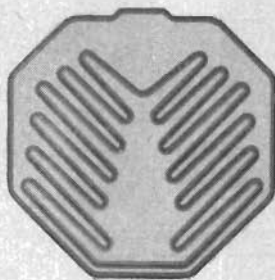
Begär specialbroschyr



Generalagent

ELFA
RADIO & TELEVISION AB
HOLLANDARGATAN 9 A. BOX 3075.
STOCKHOLM 3. TELEFON 08/240280

Har Ni tidigare sett en planartransistor av kisel som lämnar 25 W uteffekt och som har en förstärkningbandbreddprodukt på upp till 300 MHz



Se här

Tack vare den nya utformningen har Bendix' BIG Leaf-transistorer blivit de epitaxiella npn-planartransistorer av kisel på marknaden som har den högsta effekt-frekvens-produkten = 25 W uteffekt i klass C och förstärkning-bandbreddprodukt på hela 300 MHz. Den nya formen ger lägre bottenpotential (typiskt värde är $U_{CEsat} = 0,2$ V vid 2 A), högre förstärkning samt en mycket linjär ström-förstärkningsfaktor (h_{fe}) vid kollektorströmmar på upp till 10 A.

BIG Leaf-transistorerna är speciellt lämpade för användning i mobila och portabla sändare, vid högeffekt-switchning samt i HF-fasvändare. Då de har en total verkningsgrad som är överlägsen elektronrörens finns även många andra tänkbara användningsområden: t.ex. i HF- och VHF-förstärkare i klass A och C samt i oscillatorkretsar. Bendix' högeffekttransistorer har dessutom den fördelen att de är SAOR-specificerade (Safe Operating Area). Bendix garanterar att så länge driftförhållandena hålls inom SOAR-specifikationen finns det ingen risk för att fel p.g.a. sekundärt genombrott skall uppträda. SOAR ger möjligheter till att man under full kontroll helt kan utnyttja transistorernas egenskaper. Effekttransistorerna kan utan risk drivas fullt ut.

För närmare tekniska data och övriga upplysningar skriv till:
BENDIX INTERNATIONAL OPERATIONS
Dept. CQ 55-93, 605 E, Third Ave.,
New York, N. Y. 10016, U.S.A.

Bendix International Operations



Branschnytt

Nytt elektronikföretag

Den 1 maj i år övertog ett nybildat företag, *Scandia Metric AB*, S. Långgatan 22, Fack, Solna 3, tel. 82 04 10, från *Svenska AB Philips* representationen i Sverige för följande företag: *Norma Fabrik Elektrischer Messgeräte GmbH*, Österrike, vilka tillverkar panelinstrument, linjeskrivare och precisionsinstrument; *Baur Phys. Techn. Werkstätte*, Österrike, (spänningsprovare och oljeprovingsapparater); *Universitas Lehrmittel GmbH*, Österrike, (undervisningsapparatur för fysikundervisning); *Weigand Messtechnik GmbH*, Västtyskland, (panelinstrument); *Kienzle Apparate GmbH*, avd. för digital mätteknik, Västtyskland, (rad-skrivare för numerisk registrering); *Klaus Heucke Technisches Laboratorium GmbH*, Västtyskland, (sveposcillatorer med oscilloskop och grupplöptidsmätare); *Houston Omnigraphic Corp.* (tidigare *Instrument Corp.*), USA, (xy-skrivare); *Auto Data Co.* (tidigare *Instrument Corp.*), USA, (digitala mätsystem); *Filtron Co. Inc.*, USA, (skärmburor och avstörningsfilter), samt *Empire Devices Products Corp.*, USA, som tillverkar fältstyrkemetrar.

Förutom ovanstående företag representerar *Scandia Metric AB* det amerikanska företaget *Medistor*, som bl.a. tillverkar differentialvolt-metrar för likspänning och likspänningskalibratorer, samt *AB H-Meter*, som tillverkar en ny patentsökt typ av drifttidmätare. Dessutom kommer *Scandia Metric AB* att lagerföra mot-ständsdekader och snabbtermometrar av fabri-kat *Swema*, samt Philips vridtransformatorer och panelinstrument.

Till chef för *Scandia Metric* har utsetts ingenjör *Karl-Johan Börjesson*, tidigare chef för mätinstrumentavdelningen vid *Svenska AB Philips*. Från *Philips* kommer även ingenjör



Karl Johan Börjesson



Sven-Eric Edestig

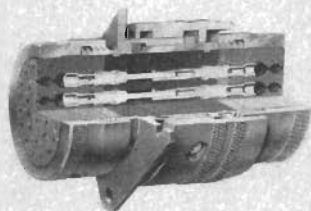


Ingemar Islander

Sven-Eric Edestig, som skall svara för försäljningen av panelinstrument samt av *Normas* hela tillverkningsprogram, och ingenjör *Ingemar Islander*, som skall svara för försäljningen av kompletta mätinstrument. Chef för service-avdelningen är herr *Karl Landauf*.

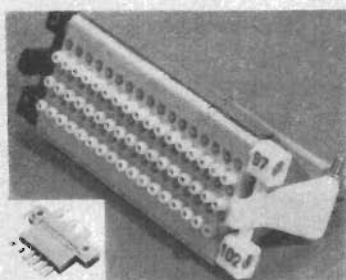
SOCAPEX

Anslutningsdon för civila och militära krav

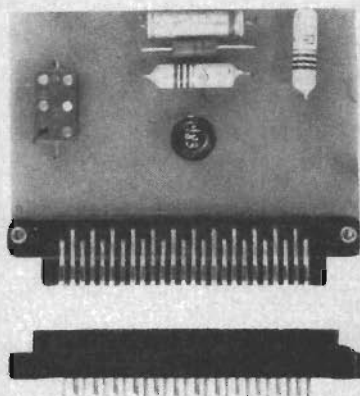


Lic. Bendix

Pygmy PT
MIL-C-26 482
Pr. L. 54 125



Miniatyrkontakt
(Byggbar)
12 poler per cm²
5 A per pol
2,54 mm avstånd



Kontaktlister
17, 25, 29, 35, 41 poler
2,54 mm avstånd

BEGÄR PROSPEKT

Generalagent

BERGMAN & BEVING AB

STOCKHOLM 10. Tfn 08/246040 • MALMÖ 1. Tfn 040/76760

Nyhet

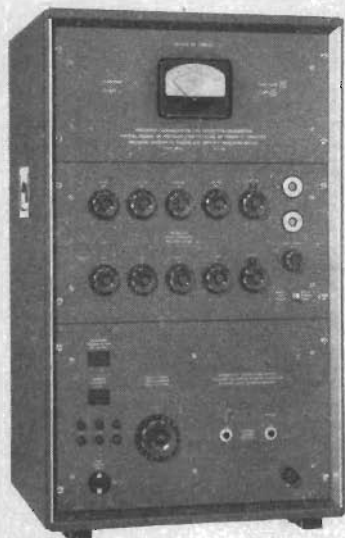
Förlustfaktor- och kapacitansmätbrygga med automatisk skärmpotentialstyrning – typ 2821

Fabr. Tettex AG, Schweiz – en borgen för högsta precision

Mätspänning: 0—2000 V
Mätfrekvens: 50 Hz
Mätområden: tg δ 1×10^{-5} —10
C 9 pF—10 000 pF
Mätnoggrannhet: tg δ $\pm 0,5\%$ ± 1 — 2×10^{-5}
C $\pm 0,5\%$

Tillbehör:

Skyddsringkondensator för fasta medier.
Skyddsringkondensator för flytande medier.
Temperaturregulator för konstant mättemperatur.
Temperaturmätbrygga för avläsning av mättemperaturen.
Kompl. pumpaggregat för dielektriska mätningar under vakuum.



Begär prospekt 2821 med detaljerade upplysningar om denna nya mätbrygga!



INGENIÖRSFIRMAN

SIGURD HOLM AB

Olshammarsg. 89, Stockholm-Bandhagen
Tel. 08/860235

NYHET

stabpac

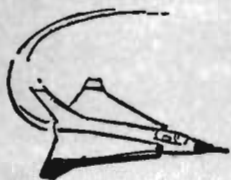
Stabiliserade lågspänningsaggregat för inbyggnad.

- HELT KISEL
- KOMPAKTA
- STRÖMBEGRÄNSNING
- PROGRAMMERING
- FJÄRRÄVKÄNNING
- 0,01 % STABILITET

Begär datablad!

OLTRONIX
VÄLLINGBY STOCKHOLM

Jämtlandsg. 125 • Vällingby • Tel. 87 0135



HÄR KRÄVS
OSVIKLIGA
LÖDNINGAR
I VARJE DETALJ

LITESOLD

patenterade lödverktyg, har förtroendet och klarar även Edra lödproblem.

ETTAN	10 W
ETTAN S	15 W
TVAAN	20 W
TREAN	25 W
FYRAN	30 W
FEMMAN	35 W
SEXAN	55 W

Värmeskydd och praktiskt lödställ.

LÖDSPETSAR

- * Standard kopparspetsar. Nickelpläterade.
- * Permatip »longlife» spetsar. Jacketkrona av järn.
- * Alloy kopparspets för snabb uppvärmning.
- * Spetsar lämpliga som skärverktyg för plast.

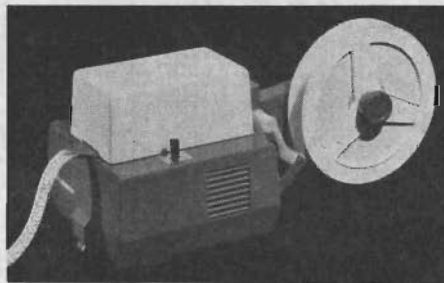
Adamin lödpennor för mikrokomponenter 6-48 Volt.

AB SIGNALMEKANO

Elavdelningen
Västmannagatan 74 Tel. 33 26 06, 33 20 08
Stockholm Va

► 102

Guldmedalj för Facit remsstans



Vid årets Leipzig-mässa tilldelades AB Åtvidabergs Industrier en guldmedalj för sin remsstans Facit PE1500, vilken juryn ansåg stå på hög teknisk och vetenskaplig nivå. Den belönade remsstansen arbetar med en hastighet av upp till 150 tecken per sekund och är avsedd att användas i samband med datamaskiner, i system för mätvärdesregistrering samt i dataöverföringsutrustningar.

Ökad omsättning vid Philips-koncernen

Philips-koncernen hade under 1964 en omsättning på 9996 milj. kr., vilket innebär en ökning med 12,5 % jämfört med föregående år. Bruttovinsten för 1964 uppgick till 1335 milj. kr — en ökning med 13 % jämfört med 1963. Efter avdrag av bl.a. skatt uppgick vinsten till 578 milj. kr, vilket innebär en ökning med 9 %.

Philips har fabriker i 30 länder och försäljningsorganisationer i 56 länder. Antalet anställda inom koncernen är 250 000, av vilka närmare 20 000 är sysselsatta med forskning och utveckling. Inom Philips används 6 % av den totala omsättningen för forskning och utveckling, dvs. ca 600 milj. kr om året.

Stor order till L M Ericsson

Telefonaktiebolaget L M Ericsson har från Venezuela fått en order på telefonanläggningar till ett värde av 25 milj. kr. Ordern omfattar 29 automatiska interurbancentraler, en internationell central samt ett antal manuella växlar.

AB Hägglund & Söner, Örnsköldsvik, har hos L M Ericssons Drijtkontroll AB beställt en datamaskin, typ ICT1902, som kommer att installeras i september 1966. Datamaskinen kommer att vara försedd med utrustning för bearbetning av såväl hålkort och håltremsa som magnetband. Anläggningen kommer att användas för administrativ databehandling, för tekniska beräkningar och produktionsplanering. Priset för en datamaskinanläggning av denna typ är ca 1,5 milj. kr.

Under 1964 ökade det västtyska företaget Rohde & Schwarz sin export av mätinstrument med 36 % jämfört med 1963. Exporten gick till 67 olika länder.

Solartron Electronic Group, England, har från Finland fått en beställning på en radarsimulator. Simulatoren, som kommer att levereras under sista hälften av 1965, skall installeras vid Jyväskylä flygplats, där den kommer att användas för träning av flygtrafikledare.

WILH. QUANTE

WUPPERTAL-E.

SPECIALFABRIK FÖR TELEKOMMUNIKATIONS KOMPONENTER



179 mm

Kopplingslister - 40 poliga
Typ 60681 60682 60680

Ur vår tillverkning:

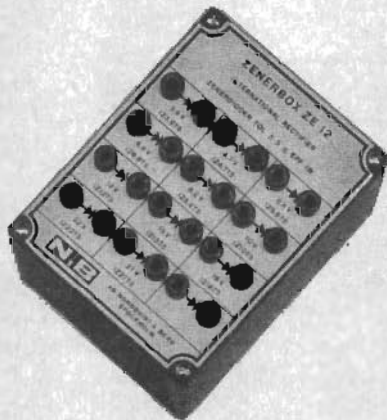
Apparatlådor - kabelför-
greningar - kabeländboxar
- kopplingslister - telefon-
jackar.

Generalagent:

AKTIEBOLAGET

RENIL

VESSLEVÄGEN 4 LIDINGÖ 9
TEL. 775 14 60/63



ZENERBOX ZE 12

är ett praktiskt hjälpmedel för det moderna elektroniklaboratoriet. Med zenerboxen finns zenerdioderna alltid tillgängliga vid laboratorieuppkopplingar och kretskonstruktioner. Flera värden kan användas samtidigt och även seriekopplas för andra spänningar.

ZENERBOX ZE 12

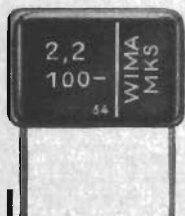
innehåller 11 st 1-watt zenerdioder av typ 12 med toleransen $\pm 5\%$ från INTERNATIONAL RECTIFIER — en garanti för kvalitet. Spänningsvärdena följer E 12-serien från 3,9-27 V. Ett tomt fält har lämnats för egen inmantering av eventuell normalzener.

PRIS 185 KRONOR

AB NORDQVIST & BERG

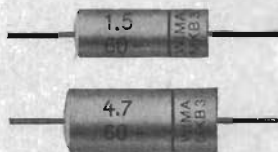
SNOILSKYVÄGEN 8, STOCKHOLM K
TEL. 08/52 00 50

Metalliserade plastfolie- kondensatorer



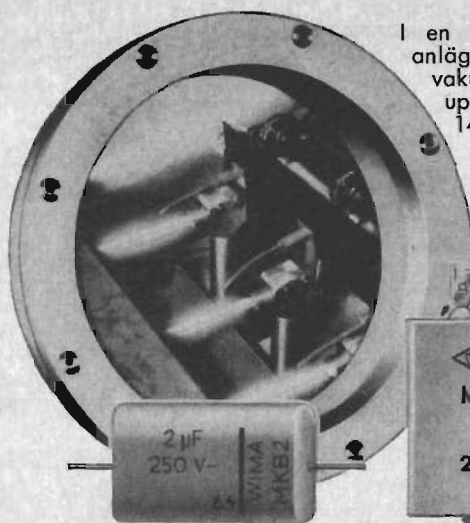
WIMA-MKS

Specialutförande för montering på kretskort, med radiella anslutningar.
60 V, 100 V, 250 V, 400 V, och 630 V.
I kapacitanser från 0,01 μ F till 10 μ F.
Lämplig för kompakt uppbyggda kretsar: små dimensioner, ansluter till modulindelningen. Dessutom driftsäker och tekniskt ändamålsenlig.
Ökänslig för kortvariga överbelastningar tack vare att den är självläkande.
Låga HF-förluster och låg induktans. (Polyesterfolie)



WIMA-MKB3

I cylindriska metallhöljen med gjuthartsförsegling.
Lägsta märkspänning 60 V.
För användning i professionella transistorkretsar.
Små kondensatorer med högt isolationsmotstånd och utomordentligt låg förlustfaktor.
60 V och 120 V.
I kapacitanser från 0,1 μ F till 10 μ F.
Stort temperaturområde, litet temperaturberoende. Låg induktans. Sjävläkande och därför ökänslig för överbelastning, kortslutningssäker. (Polykarbonatfolie)



WIMA-MKB2

I platta ovala aluminiumhöljen med axiella anslutningar, gjuthartsförseglade.
Korrosionssäker inkapsling.
Små dimensioner vid hög kapacitans.
100 V, 250 V och 400 V.
I kapacitanser från 0,01 μ F till 10 μ F.
Höljet är anslutet till ena elektroderna.
På begäran kan isolering av höljet erhållas.
Praktiskt taget obegränsat fuktbeständiga.
Mycket förmåliga elektroniska data. (Polyesterfolie)

I en förångningsanläggning av högvakuumtyp, vilken uppvärms till ca 1400° C, förångas på plastfolien en beläggning av aluminium, dvs. den metalliserar.



WIMA-MKB1

I fyrkantiga aluminiumhöljen med gjuthartsförsegling.
Skruvfästsättning.
Anslutning genom lödöron på höljets ovasida.
Båda elektraderna är isolerade från höljet.
100 V, 250 V och 400 V.
I kapacitanser från 1 μ F till 40 μ F.
Sjävläkande, kortslutningssäkra, låg induktans.
För användning i utrustningar för processreglering, telekommunikation, mätutrustningar etc. (Polyesterfolie)



WIMA Wilhelm Westerman
Spezialfabrik für Kondensatoren
68 Mannheim 1 – Augusta-Anlage 56
Postfach 2345 (BRD)

Svensk representant: **PÄR HELLSTRÖM**
GÖTEBORG 1
Box 279

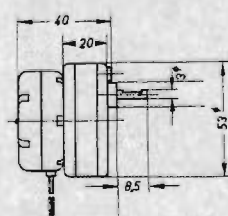
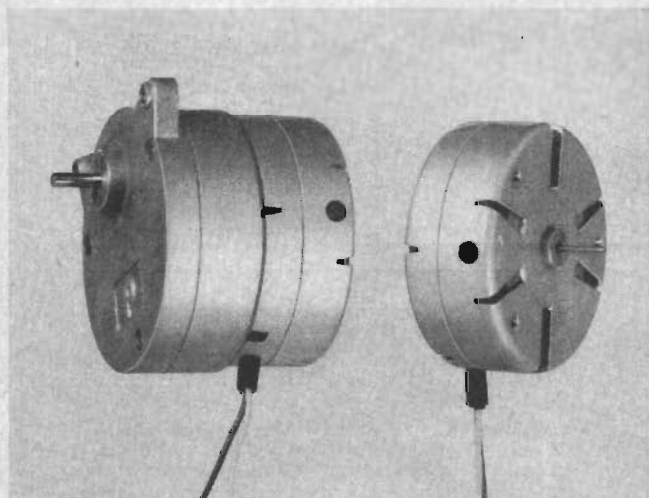
Tel.: 031
1612 20
1612 26

Telex
2243

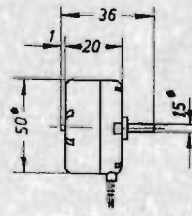
dunkermotoren

Bonndorf/Schwarz.

Självstartande synkronmotorer



Typ SY 50f-16/ZGR53



Typ SY 50f-16

Typ SY 50f-16

Motor utan växellåda för normalt 220 V 50 Hz.

Kan även levereras för andra spänningar.

Vridmoment=25 cmk.

Varvtal =375 r/m.

Levereras med 100 mm. långa anslutningssladdar.

Typ SY 50f-16/ZGR 53

Motor med växellåda (Motor som föregående).

Nedväxling från 60 varv/min. till 1 varv/24 tim.

Max. vridmoment: 4 cmkp.

Omgående från lager för 220 V 50 Hz. Ring, så sänder vi katalogblad.

Generalagent:

A B D. J. STORK

Tel. 1129 90, 1022 46, 2173 16
Holländargatan 8, Stockholm

NY PORTABEL SERVO- SKRIVARE

för snabba
och noggranna
registreringar



Snabbhet: 1/8 s. f.s.
Känslighet: 1 mV f.s.
Noggrannhet: 1/2 %
Områden: 1 mV—100 V
Registreringsbredd: 11 cm
Spänningsreferens: Zenerdiod
Pappershastigheter: 0,75"/tim.—6"/s.

Unikt skrivsystem utan roterande delar eller linor

Tillverkas av Esterline Angus Instrument Company, USA, välkänd tillverkare av registrerande instrument under mer än 60 år

För närmare uppgifter om denna och andra skrivare från

ESTERLINE ANGUS

Ensamrepresentant



ERIK FERNER

Box 56 BROMMA 08/25 28 70

Nya män på nya poster

Personaländringar vid Hugo Tillquist

Till försäljningschef vid Ingenjörsfirma Hugo Tillquist har utsetts ingenjör Sven Gustafsson. Herr Nils Liljenström frånträdde vid årsskiftet 1964—65 sina befattningar som försäljningsdirektör och chef för avdelningen för fysikalisk-kemiska analysinstrument, men kvarstår som konsult i företaget. Till chef för avdelningen för fysikalisk-kemiska analysinstrument har utsetts fil. lic. Sten Wikström, tidigare överingenjör vid Svenska Siemens AB.

Personalutnämningar vid Philips



Bengt G Gustafson

Jan Malmros

Civilingenjör Bengt G Gustafson har utsetts till chef för Svenska AB Philips avdelning Telekomunikation och Försvar. Till ingenjör Gustafsons efterträdare som överingenjör och chef för Utvecklingsavdelningen vid Philips Teleindustri AB har utsetts civilingenjör Jan Malmros.

Ny ordförande för SKIF



Bengt O M Olson

Till ordförande i Svenska Konsulterande Ingenjörers Förening (SKIF) har utsetts verkställande direktören i Kjessler & Mannerströle AB, civilingenjör Bengt O M Olson.

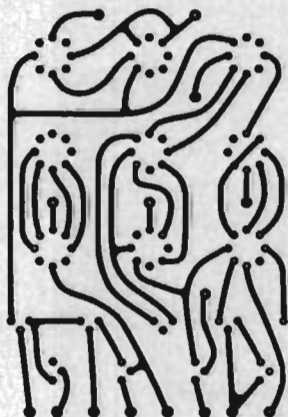
ANNONSÖRSREGISTER

4/65

AEG Elektriska AB, Sthlm	34
Aero-Materiel, Sthlm	36
Ampex International, England	20
Bay & Co Svenska AB, Hjorthagen ..	40
Bendix International Operations, New York, U.S.A.	102
Bergman & Beving AB, Sthlm ..	42, 103
Bofors AB, Bofors	18
Brüel & Kjaer AB, Huddinge	14
Bäckström, Gösta, AB, Sthlm	21
Champion Radio, Sthlm	98
Cromtryck AB, Sthlm	106
Deltron Svenska AB, Sthlm	100
Dow Chemical Int. AB, Sthlm	90, 91
Du Pont Co, Genève, Schweiz	88
Elfa Radio & Television AB, Sthlm ..	101
Elektroholm AB, Solna	24
Elektroinsulter AB, Åkers Runö	19
Empire Exporters, Inc. U.S.A.	99
Facit Electronic AB, Solna	6
Ferner, Erik AB, Bromma	29, 106
Frili AB, Solna	92
Holm, Sigurd AB, Sthlm	103
Hughes International, Sthlm	107
HP-Instrument AB, Solna	8, 9
Intronic AB, Solna	108
K.L.N. Trading & Co AB, Solna	89
Kullbom, G., AB, Sthlm	26
Lagercrantz, Joh., f.a, Solna	23
Lindström, F. E. AB, Eskilstuna	17
L.M. Ericsson Svenska Försäljnings AB, Sthlm	30
Magnetic AB, Bromma	27
Metron Instrument AB, Sthlm	16
Nordisk Rotogravyr, Sthlm ..	38, 93, 100
Nordqvist & Berg AB, Sthlm ..	101, 104
Ohlsson, Robert, E., O., Civing., Motala	94
Oitronix Svenska AB, Vällingby ..	100, 104
Palmblad, Bo, AB, Sthlm	96, 98
Philips Svenska AB, Sthlm ..	10, 12, 13
Renil AB, Lidingö	104
Rohde & Schwarz, Sthlm	2
Saab Electronic, Sthlm	5
Scantele AB, Sthlm ..	7, 33, 35, 39, 41
Schlumberger Svenska AB, Lidingö	28, 38
Securitas Alarm AB, Sthlm	97
Siemens Svenska AB, Sthlm	11, 31
Signalmekano AB, Sthlm	104
Sprague World Trad. Corp. Zürich ..	25
Stenhardt, M., AB, Bromma	4
Stork, D. J. AB, Sthlm	99, 105
Strålfors, T. H. AB, Ljungby	93
Svenska AB Trådlös Telegraf, Sthlm ..	95
Svenska Mullard AB, Sthlm	32
Svenska Painton AB, Spånga	15
Svenska Radio AB, Sthlm	22
Telare AB, Sthlm	10, 16, 18
Transfer AB, Vällingby	87
Vici AB, Sthlm	96
Westerman, Wilh., Tyskland	105

Rekvirera gärna

annons-prislista
från Elektronik
Stockholm 21



STRÖMTRYCK

- tryckta kretsar för höga anspråk

Utnyttja Cromtrycks kvalificerade service och objektiva rådgivning när det gäller tryckta kretsar — kontakta oss på tidigt stadium för rationell planering och produktion. Cromtryck har en av Europas modernaste anläggningar för tryckta kretsar. Vårt samarbete med den internationellt ledande gruppen inom området — bl.a. Photocircuits Corporation, New York och Technograph Printed Circuits Ltd, London — garanterar Er de senaste metoderna och erfarenheterna.

CROMTRYCK

Jämtlandsg. 151, Vällingby. Tel. 37 26 40

SPECIFY HUGHES DIODES

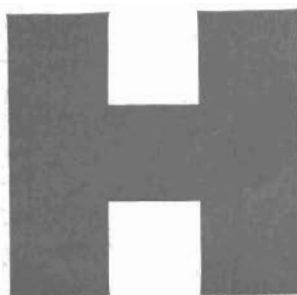
Hughes — originators of the world's first sub-miniature all-glass diode — manufacture at their Glenrothes, Scotland, factory an unequalled range of germanium and silicon devices for the most diverse diode applications. Add Hughes service and second-to-none product quality and solve your diode problems in the simplest way — SPECIFY HUGHES.

GERMANIUM SWITCHING DIODES

HG1005	Point-Contact	PIV	up to 100V	CV448 CV7041 CV7130
HG1006		I_F @ 1V	> 5mA	
HG1012		I_b @ 50V	< 50 μ A	
		Capacitance	0.2pF	
HG5003	Gold-Bonded	PIV	up to 100V	CV7076 CV7127 CV7128
HG5004		I_F @ 0.8V	> 100mA	
HG5008		I_b @ 50V	< 25 μ A	
HG5009		Capacitance	0.4pF	
		Stored charge	400pC	
HD1810	Gold-Bonded	PIV	up to 50V	
HD1840		I_F @ 0.7V	> 100mA	
HD1841		I_b @ 10V	< 5 μ A	
HD1870		Capacitance	1.5pF	
HD1872		Stored charge	65pC	
HPS1670	Ultra-Fast Point-Contact	PIV	up to 20V	
HPS1672		I_F @ 1V	10mA	
		Reverse recovery time	0.8 nanosec	

SILICON SWITCHING DIODES

1N643	High voltage diffused	PIV	up to 200V	
1N643A		I_F @ 1V	100mA	
1N806		Capacitance	5pF	
1N809		Stored charge	500pC	
1N914	Diffused Planar	PIV	up to 75V	CV7367 CV7368
1N914A		I_E @ 1V	20mA	
1N916		I_b @ 20V	< 0.025 μ A	
1N916A		Capacitance	2pF	
1N3064		Stored charge	60pC	
1N3067				
HD5000	Ultra Fast	PIV	up to 20V	
HD5001		I_F @ 1V	5mA	
HD5004		I_b @ 5V	< 0.2 μ A	
		Capacitance	1pF	
		Stored charge	negligible	



Write now for complete data on the full range of Hughes semiconductor products, which also includes:—Silicon sub-miniature power diodes/rectifiers, Voltage reference (zener) diodes, High voltage cartridge rectifiers, PNP and NPN Silicon Transistors.

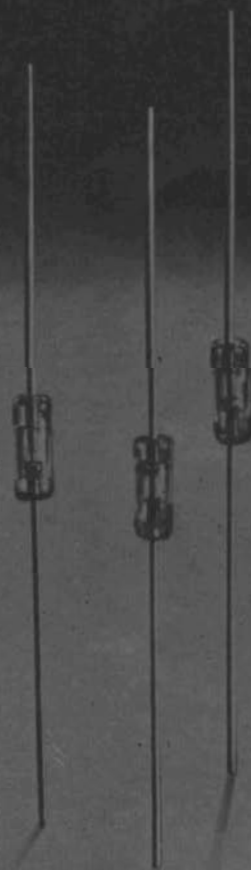
HUGHES INTERNATIONAL (U.K.) LTD

GLENROTHES • FIFE • SCOTLAND

Sales Office:

KERSHAW HOUSE, GT. WEST ROAD, HOUNSLOW, MIDDX. TEL: HOUNSLOW 5222.

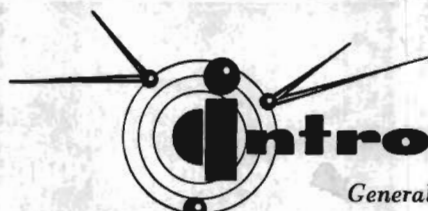
... diodes with
superior
performance and
maximum reliability



CV 448 CV 7041
CV 7130 CV 7076
CV 7127 CV 7128
CV 7367 CV 7368

M & P HM22

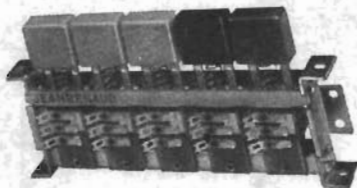
HUGHES INTERNATIONAL Strandvägen 23 Stockholm Ö



Generalagent för

Svartågatan 70
Stockholm - Johanneshov
Tel. Vx. 59 02 35

Typ TDM



Typ HM-24



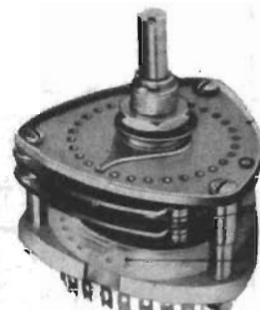
JEANRENAUD, Paris & Dole, Frankrike

En av Frankrikes största tillverkare för elektronik- och radioindustrin.

- TRYCKKNAPPSOMKOPPLARE för industri- eller radiobruk, tillverkas dels i standardkvalitet, dels i professionell kvalitet.
- VRIDOMKOPPLARE i sub-miniatyr, miniatyr eller standardstorlekar, sektionsmaterial: superpertinax, svart bakelit, glimmerbak., keramik eller diallylphtalate.



Typ SUB
SUM



Typ RC-30

- BANANKONTAKTER
- LAB.PROPPAR
- KONTAKTHYLSOR

- SLIDSTROMBRYTARE
- SLIDOMKOPPLARE
- KOPLINGSSTÖD

- TESTPINNAR
- KORTSLUTNINGSPLOGGAR
- TELEFONPROPPAR och JACKAR i miniatyrförande

Övriga upplysningar betr. Jeanrenaud-produkter lämnas på förfrågan.

UMD (Usine Metallurgique Doloise) Paris & Dole, Frankrike

Typ CC 18 AGC

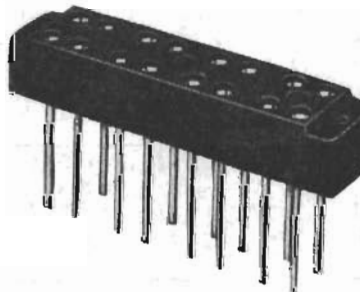


- KONTAKTER för tryckta kretsar
- RÖRHÅLLARE
- RÖRSKÄRMAR
- TRANSISTORHÅLLARE
- RATTAR
- POLSKRUV
- GENOMFÖRINGAR och STANDOFFISOLATORER i teflon

Typ S9JKA



Typ CT 16



Typ
NT 4



Typ
DCB 35 FP

Övriga upplysningar betr. UMD-produkter lämnas på förfrågan

BIRTCHE

Monterey Park, Cal., USA

Serie 4AL för effekttransistorer. Kylande yta c:a 550 cm² på t.ex. 4AL-4-0-0, yttermått 101x101x26 mm. Från lager.



Halvledarkylare transistorhållare transistorkylare

för bättre skydd och ökad driftsäkerhet



Serie 3B av berylliumkoppar

Serie 3AL av aluminium

Begär utförliga datablad!