

Årþoga Elektronikhistoriska Förening
www.aef.se

1801

CVA kursgård
Åsby

elektronik

NR 3
1965
PRIS 4: -
INKL. OMS.

I TEORI OCH PRAKTIK



Svetsbara kretskort för integrerade kretsar SE SID 84

Zg-DIAGRAFER ZDU-ZDD



för mätning av
IMPEDANS
ADMITTANS
DÄMPNING
och
FASVINKLAR

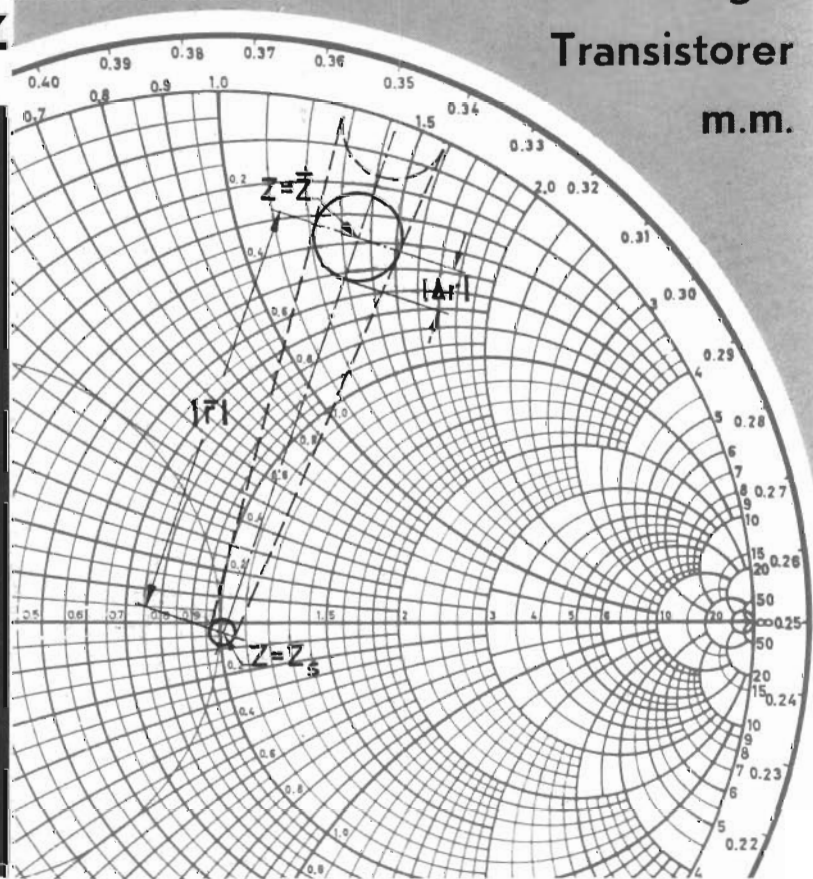
hos Antenner
Transmissionsledningar
Transistorer
m.m.

30 – 2400 MHz

Zg-Diagrapherna levereras i två utföranden, ZDU för 30–420 MHz och ZDD för 300–2400 MHz. Dessa möjliggör DIREKT bestämning på Smith- eller polardiagram av impedans och överföringskaraktärsticker efter storlek och fas eller resistiv och reaktiv del. Mätområden: impedans $0,02 Z_0$ – $50 Z_0$ ($Z_0=50, 60$ eller 75 ohm), dämpning 0–30 dB, fasvridning 0–360°, fasmatning mellan två lika spänningar $0 \pm 180^\circ$.

Bredbandsdiagram av impedans eller admittans hos antenner, transmissionsobjekt, anpassningsdon, filter m.m. upptecknas på några få minuter. Mätvärdena avläses DIREKT på utbytbara diagramblad utan tidsödande grafiska eller numeriska utvärderingar. Genom de snabba mätresultaten är ZDU-ZDD rationella instrument på såväl utvecklingslaboratorier som vid produktion eller kontroll av komponenter i större serier.

Zg-Diagrapherna kan i många fall ersätta mätledningar, vilkas användning ju är förenad med tidskrävande mät- och utvärderingsprocedurer. Bland fördelarna vid mätning med ZDU-ZDD kan nämnas möjligheten att mäta impedansen hos svårtillgängliga mätobjekt oavsett befintlig matarkabel, t.ex. högt belägna antenner i sändarmaster. Särskild tillsats för transistormätningar kan levereras, liksom för matningen lämpliga generatorer. Zg-Diagrapherna är även lämpliga som linjära mätmotfigare.



Begär specialprospekt från

ROHDE & SCHWARZ

SVENSKA KONTOR
ERSTAGATAN 31 – STOCKHOLM SÖ – TELEFON 44 0105



Chefredaktör

JOHN SCHRÖDER

Ekonomi- och marknadschef

GUNNAR LINDBERG

I redaktionen

KJELL JEPSSON

THORE RÖSNES

ANNA-LISA NORRSÄTER

Layout

KURT FINK

Annonschef

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

Postgirokonto 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 klichéritning i skala 10:1 för ett kretskort avsett för mikrokretsar. Den stora skalan är nödvändig för att man skall få tillräcklig precision. Se artikel på s. 84.

Innehåll

Ledare

Mikroelektroniska framtidsperspektiv	43
--	----

Mikroelektronik

Tunnsfilmteknik — en orientering	44
Av Kjell Jeppsson	
Om tunnsfilmkretsar — tips för konstruktörer	52
Av Kjell Jeppsson	
Mikroelektroniken i USA	58
Av G Markesjö, H Linde och G Westerberg	
Om tillförlitlighet och felmekanismer hos monolitkretsar	64
Av Ragnar Forshufvud	
Så tillverkas integrerade halvledarkretsar	68
Av Jan Rissler	
Så hanteras integrerade mikrokretsar av halvledartyp	76
Av Sten Dymling	
Svetsbara kretskort	84
Av Bertil Weyde och Lars Eriksson	
Mikrokretstips för konstruktörer	86
Av Jan Rissler	

Diverse

Nya anslag till elektronikforskning	63
Kommunikationssystem för rangerbangårdar	63
Automatisk identifiering av järnvägsvagnar	63
Givare för infrarödbilder	63
Problemhörnan	88
Nya produkter	98
Kataloger och broschyrer	108
Branschnytt	110
Nya män på nya poster	114
Rättelse	114



**ELEKTROLYTER
MED HÖG KAPACITANS
FÖR PÅLITLIGA
EFFEKTAGGREGAT**

Temperaturområde

—20—+85°C

Läckström

0,01 C. V. i μ A efter 3 min

Låg impedans

För ytterligare upplysningar begär TCC:s bulletin nr 92

FORSLID & CO A-B

RÅDMANSGATAN 56, STOCKHOLM VA — TELEFON 329245, 301675, 301737 — TELEX 19988

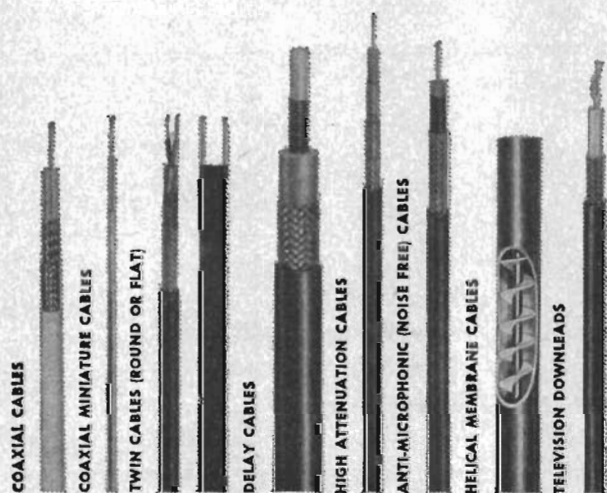
**Kapacitansområde
upp till 25.000 μ F
— mer än tillräckligt
för de flesta
applikationer.**

BICC

British Insulated Callender's Cables Limited

koaxialkablar

för de flesta applikationer inom telekommunikation och elektronik



BICC har ett mycket omfattande tillverkningsprogram av koaxialkabel.

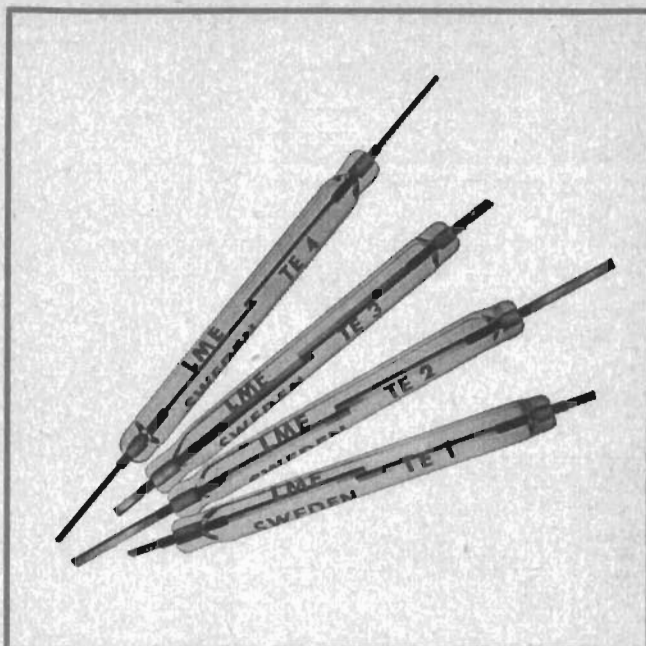
Speciella typer i större kvantiteter kan levereras på beställning.

Bandkabel samt vissa koaxialkabeltyper kan levereras omgående från lager.

Ytterligare upplysningar från

FORSLID & CO A-B

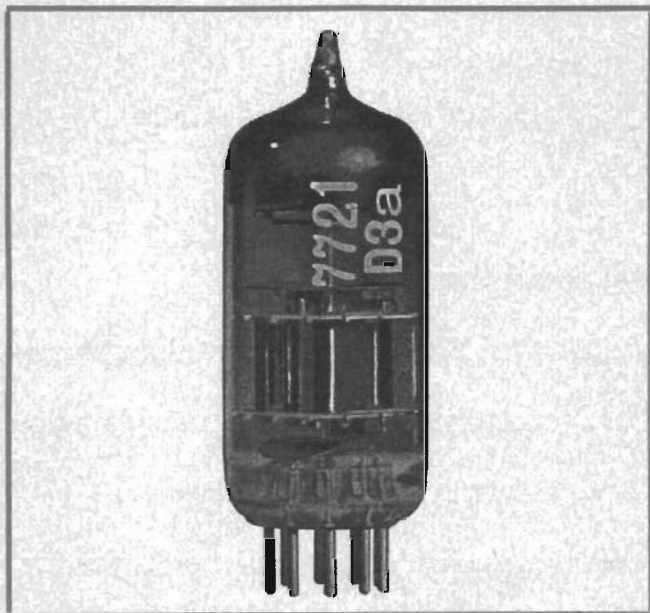
RÅDMANSGATAN 56, STOCKHOLM VA — TELEFON 329245, 301675, 301737 — TELEX 19988



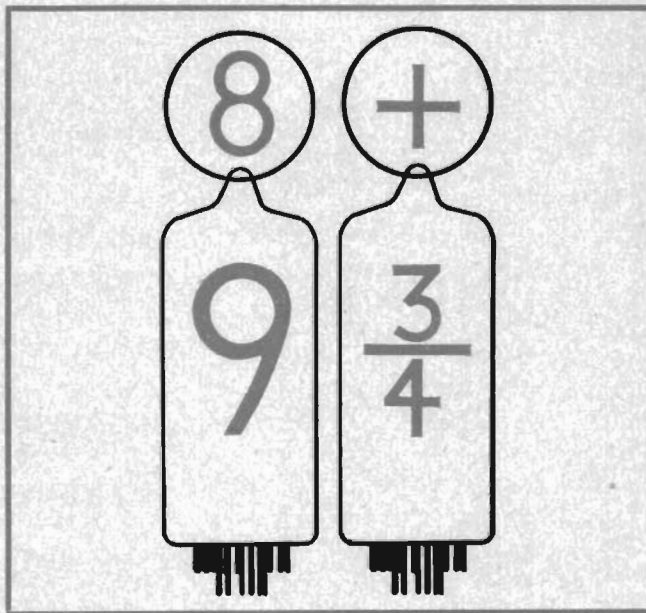
TUNGELEMENT erbjuder Er en idealisk kontaktfunktion — hermetiskt kapslad, ädelgasskyddad, justeringsfri, överlägset snabb. Tungelementet manövreras med spole, med permanentmagnet eller med en kombination av dessa. LM Ericssons tung-element finns dels med kontaktskydd av rodium för maximal livslängd och strömtålighet, dels med guldpläterade kontakter för användningar med lägre krav.

Obs! Försäljning av kompletta tungementreläer sker genom LM Ericssons Svenska Försäljnings AB, telefon Stockholm 22 31 00.

LÅNGLIVSRÖR i LM Ericssons utförande har vunnit internationell ryktbarhet för extremt lång livslängd, låg felfrekvens samt frihet från interface och Isolationsfel även efter flera års drift och »stand by». Över 50 % av produktionen exporteras — särskilt till USA och Kanada. I vår långlivsserie ingår ett flertal bredbandsrör, bl.a. 7721/D3a.



SIFFERVISANDE RÖR 'digitroner', räknerör och väljarrör 'dekatroner', samt triggerrör, stabilisatorrör och 'phospholite electroluminescence' för ex. instrumentpaneler, ingår i det mycket omfattande tillverkningsprogrammet hos Ericsson Telephones Ltd, Nottingham (ETELCO). Vi är ensamrepresentant för detta företag och lagerför särskilt räknerör och triggerrör.



AB SVENSKA ELEKTRONRÖR
STOCKHOLM—TYRESÖ 1 - TELEFON: STOCKHOLM 712 01 20



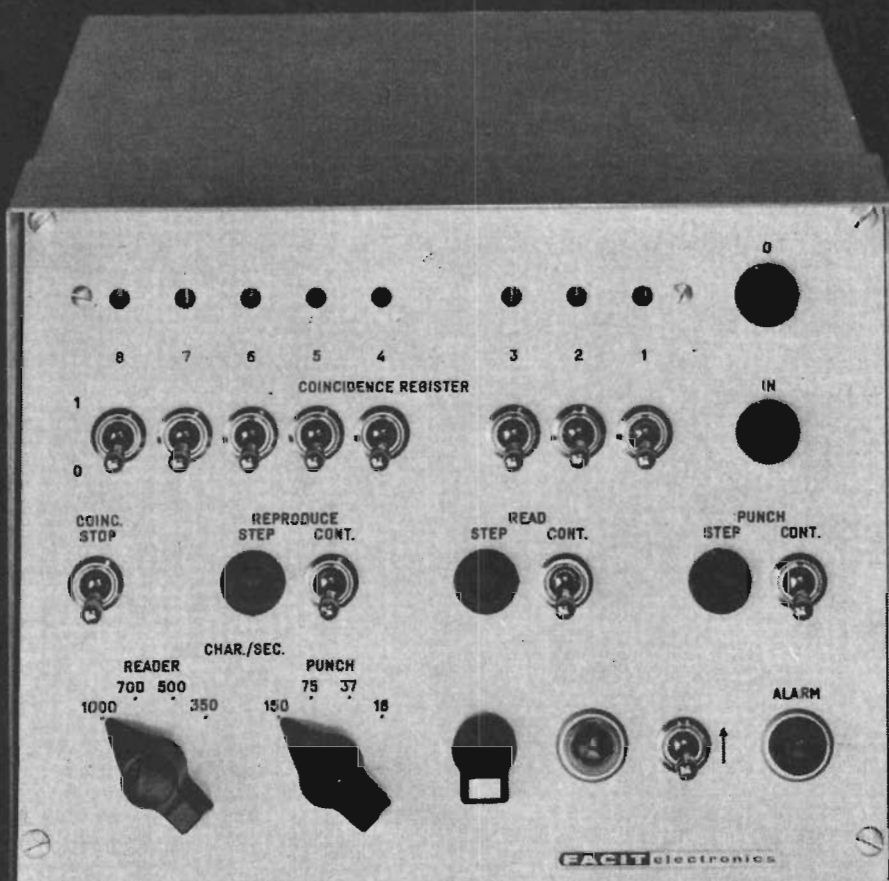
Complete tape reproducing equipment with reader, reproducer and punch.



PE 1300

tape repro ducer

for fast off-line tape handling



Use it for:

duplicating punched tapes ,

editing and correcting faulty punched programme tapes ,

merging data from several short tapes into a single tape

for faster read-in to a data system ,

removing irregularities and defects in punched tapes for

more reliable read-in ,

extracting, assembling or reorganizing punched data ,

changing tape material, tape width or hole type ,

transcoding punched tapes (with a transcoder) ,

transmitting punched data over short distances ,

Manufacturer Facit, Fack, Stockholm 7, Sweden

General agents

Austria	P. Marchetti, Vienna
Belgium	Thomson-Beige, Brussels
Denmark	Facit A/S, Copenhagen
Finland	Finska Kabelfabriken, Helsinki
France	CFTH Secteur Telegestion, Gennevilliers Seine
St. Britain	Facit-Odhner Electronics Ltd. Rochester, Kent
Holland	Blikman & Sartorius NV, Amsterdam
Italy	Thomson-Espelettra, Milan
Japan	Kjellberg Kabushiki Kaisha, Tokyo
Jugoslavia	Commerce, Ljubljana
Norway	Kongsberg Vågenfabrikk, Kongsberg
Switzerland	Venner AG, Bern
W. Germany	Facit GmbH, Düsseldorf

106A PULSGENERATOR

DATAPULSE Inc. USA



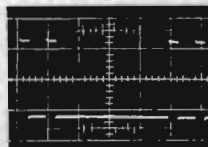
Modell 106A erbjuder alla de fördelar, som den tidigare modellen 106. Modell 106 A har dessutom utökad repetitionsfrekvens och pulsamplitud och möjlighet att välja enkel- eller dubbelpuls. Dessa ytterligare fördelar erbjudes nu utan att priset har höjts.

Modell 106A erbjuder vidare individuellt variabel stig- och falltid från 10 nanosekunder. Alla pulsparametrar är oberoende av varandra varierbara för att erhålla maximal simulationsmöjlighet och prov av snabba pulskretsar.

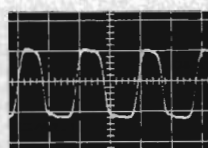
- repetitionsfrekvens till 12 MHz
- enkel eller dubbel pulsutgång
- effektiv pulsfrekvens
20 MHz (med dubbelpuls)
- pulsvidd 25 nsek.—5 msek.
- uteffekt 10 mV—12 V över 50 ohm.
- heltransistoriserad
- stigtid variabel 10 nsek.—1 msek.

Speciella fördelar.

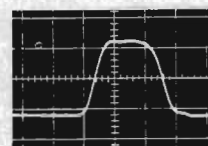
Dubbelpuls antingen enkel- eller dubbelpuls för provning av kretsars upplösning, pulssimulering etc.



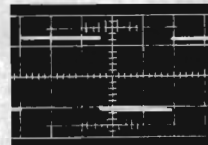
Effektivt 20 MHz repetitionsfrekvens. Fundamental repetitionsfrekvens har ökat till 12 MHz, möjliggör marginaltest av mycket snabba kretsar. 20 MHz frekvens erhålles via dubbelpulsmöjligheten.



Extremt korta pulser. Pulsvidderna är variabla till mindre än 25 nanosek. för att möjliggöra test på snabba komponenter och kretsar.

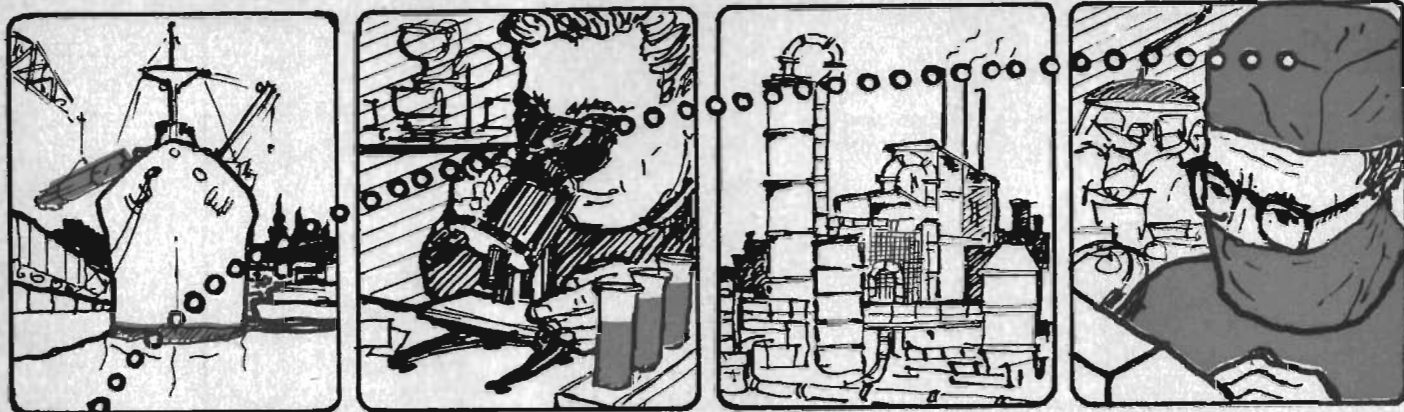


Hög uteffekt. Max. amplitud har höjts till 12 V som erfordras för långsam logik. Uteffekten har ökat nästan 50 %.



SCANTELE AB

Tengdahlsgatan 24 Stockholm Sö Tel. 245825



KOMPAKT DATA LOGG



DATASAMLINGSSYSTEM TILL INSTRUMENTPRIS

• PROGRAMERBAR • PORTABEL • PLUG IN •

Mäter likspänningar från alla slag av givare, exempelvis trådtöjningsgivare, termoelement, etc. och skriver ut mätvärden från 20 kanaler på mindre än 7 sek. Detta förnämliga datasamlingssystem är uppbyggt kring Solartrons integrerande digitalvoltmeter.

Voltmetern har hög känslighet och undertrycker effektivt störning i såväl serie som gemensammod. Solartron har till denna voltmeter utvecklat ett komplett program av plug in-enheter för varje mätuppgift.

Några data

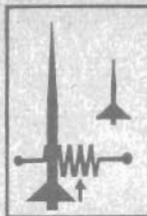
Känslighet:	10 μ V
Noggrannhet:	0,05 %
Störspänningsundertryckning:	150 dB
Antal kanaler:	20 st.
Läshastighet:	3 per sek.

Standardkabinett för 6 eller 10 enheter.

För teknisk rådfrågning och detaljerade data, kontakta:

SCHLUMBERGER SVENSKA AB

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



BOURNS

KNOBPOT[®] i laboratorieutförande



Modell 3660

Tekniska data:

Motståndvärden (std): 1 K Ω , 10 K Ω , 100 K Ω

Motståndstolerans: $\pm 1\%$

Avläsningsnoggrannhet: 0,1–0,15% (inkl. linearitet)

Reproducerbarhet: $\pm 0,05\%$

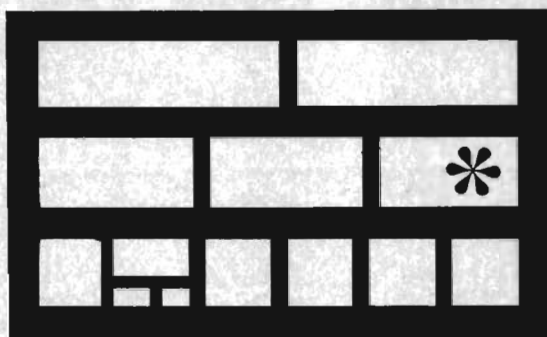
Temperaturområde: – 65 till + 125 C

Effekt: 2,5 W vid 20 C

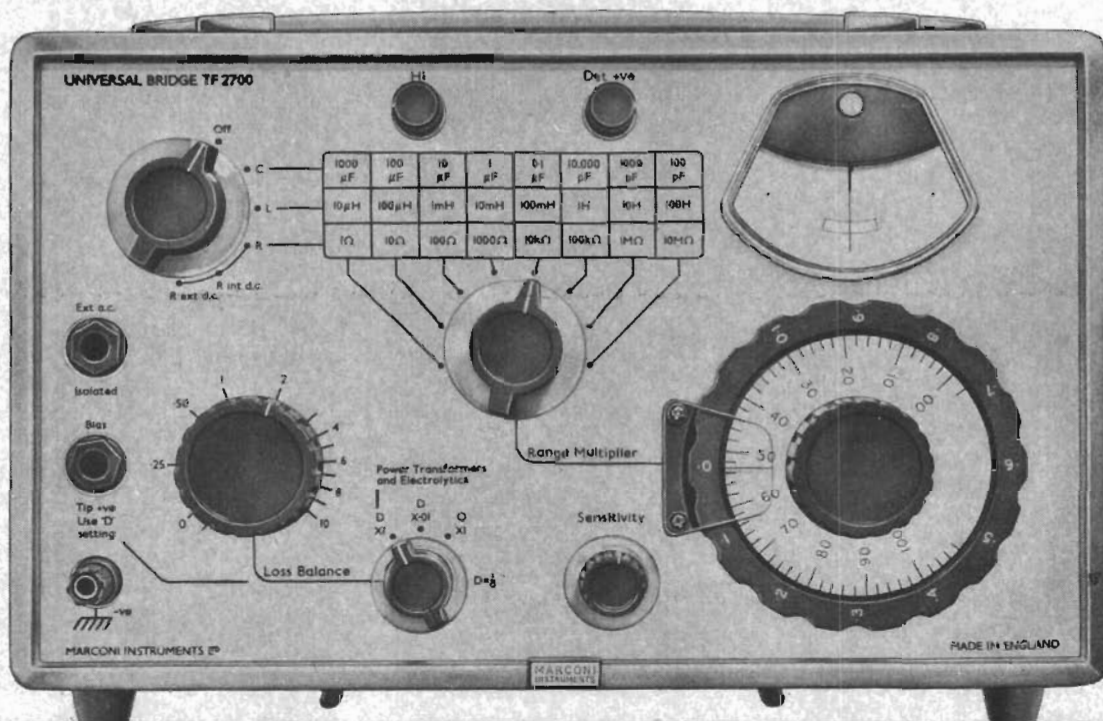
Pris 1–9 st kr. 275:–

AB Elektrontensilier

Stockholm – Åkers Runö Tel. 0764/20110



"MARCONI-MODULEN ÄR MODELLEN"



UNIVERSALBRYGGA TF 2700 smidigare — lättare

DET FÖRSTA INSTRUMENTET I DEN NYA 2000-SERIEN

Denna 1% universalbrygga för mätning av kapacitans, induktans och resistans är heltransistoriserad, lätt att handha och väger ej fullt 4 kg. Den har givits en ny tilltalande stil och är en god exponent för modern formgivning. Noggranna prov inom auktoritativa svenska institutioner och industrier har bekräftat bryggans utomordentliga pålitlighet och goda elektriska prestanda.

SPECIFIKATION:

KAPACITANS: 0,5 pF–1100 μ F inom 8 mätområden från 110 pF–1100 μ F fullt skalutslag.
 INDUKTANS: 0,2 μ H–110 H inom 8 mätområden från 11 μ H–110 H fullt skalutslag.
 RESISTANS: 0,01 ohm–11 Mohm inom 8 mätområden från 1,1 ohm till 11 Mohm fullt skalutslag.
 Q-VÄRDE: 0–10 vid 1 kHz. D-VÄRDE: 0–0,1 eller 0–10 vid 1 kHz.
 BRYGGMATNING: Inbyggd batteri 9 V eller yttre likspänning för resistansmätning. Inbyggd oscillator 1 kHz eller yttre oscillator 20 Hz–20 kHz för C-, L- och R-mätningar.
 Pris Kr. 1.250:– exkl. allmän varusatt.
 Skriv eller ring och begär prospekt över TF 2700 och övriga MARCONI-instrument.

SVENSKA RADIOAKTIEBOLAGET

Fack, Stockholm 12 • Alströmergatan 14 – Tel. 22 31 40 • Filialer: Göteborg, Malmö, Sundsvall och Kumla

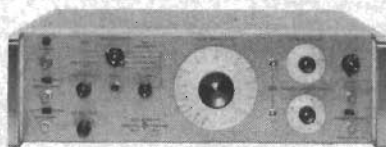
SRA

Instrument för arbete med Snabba Pulser

från Hewlett-Packard

SNABBA PULS GENERATORER

Ⓢ 215 A



Modell	Stigtid	Utsp. över 50 ohm	Rep. frekv.	Pris Kr.
213 B	0,1 ns	175 mV	100 kHz	1.365.-
215 A	1 ns	10 V	1 MHz	11.905.-
214 A	15 ns	50 V (100 V över 1500 ohm)	1 MHz	5.425.-

BREDBANDS- FÖRSTÄRKARE

Ⓢ 462A



Modell	Stigtid		Förstärkn.	Pris Kr.
460 AR/BR	3 ns	Utsp.: + 60 V över 200 ohm	20 db	1.395.- 1.705.-
461A/462A	4 ns	Överskjut: < 5%	20 db eller 40 db	2.060.- per st.

SNABBA RÄKNARE

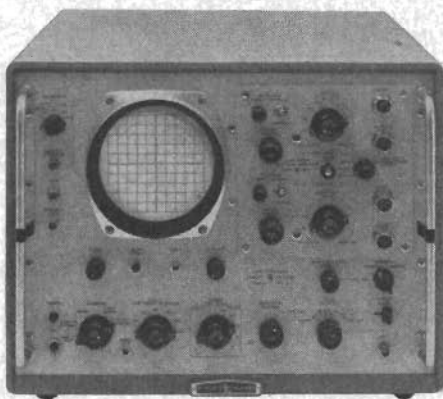
Ⓢ 5245 L



Upp till 50 MHz direkt räkning
8 siffror nixie indikering
Stabilitet $\leq \pm 3 \times 10^{-9}$ per dygn.
Stort program av plug-in enheter.
Möjlighet till fjärrstyrning
Pris (utan plug-in enhet): Kr. 17.405.-

SAMPLING OSCILLOSKOP

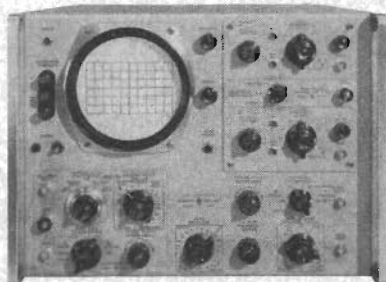
Ⓢ 185 B



4 GHz bandbredd } med 188A plug-in enhet
0.09 ns atigtid }
100 psek/cm max svephastighet
Hög- och lågimpedans enheter.
Pris (utan plug-in enhet): Kr. 12.400.-

BREDBANDS- OSCILLOSKOP

Ⓢ 175 A



50 MHz bandbredd
Plug-in enheter för både
vertikal- och horisontalförst.
7 ns stigtid.
Pris (utan plug-in enheter): Kr. 7.820.-

Priserna kan ändras utan förvarning.

HEWLETT  PACKARD

H-P 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).

trådlindade trimpotentiometrar från

CONTELEC

namnet för precision
och pålitlighet

Contelec-potentiometrarna är mycket motståndskraftiga mot variationer i temperatur och fuktighet och klarar de mest krävande och omfattande prov enligt JAN- och MIL-normerna. De är tillverkade av teflon och hermetiskt förseglade. Maximal konduktivitet genom användandet av ädelmetallegeringar i alla kontaktpunkter. Med en fals hålls kontaktarmen i exakt läge. Tack vare denna princip i kombination med schweizisk precision i utförandet har Contelec nått en ny industristandard för upplösning och linjäritet.

Resistansområde	L30, L300 20Ω — 75kΩ	T125, T125P 10Ω — 75kΩ
Temperaturområde, °C	—40 till +105	—55 till +150
Max effekt vid 35° C, W	13/4—2	1 1/2
Mek utställning, varv	28	1



isolera
med
varmluft!



KRYMP SLANG

Att snabbt och tillförlitligt kunna isolera kabelanslutningar och kabelgrupper och samtidigt få en perfekt färgmärkning — det är nu möjligt med Cannon krympslang. Trä på en lagom bit slang i önskad färg, blås med varmluft — och isoleringen smiter åt perfekt. Även kabelknippen hålls samman enkelt och prydligt med Cannon krympslang. Materialet i slangen är högvärdig polyolefine — ingen risk för smältning, rinning eller töjning vid oavsiktlig beröring med en lödkolv eller annat hett föremål.

Cannon krympslang finns i olika färger och diametrar från 1 till 40 mm. Slangens diameter krymper ca 40 % vid värmning.

Krympning i längdled max 10 %.

Specifikt motstånd $10^{15} \Omega$

Dielektricitetskonstant 2,7

120 - 150° C



AB GÖSTA BÄCKSTRÖM

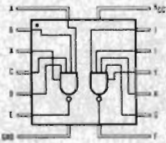
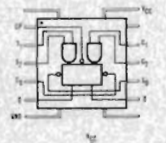
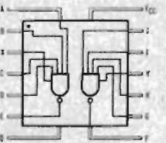
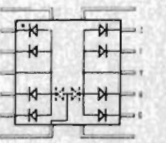
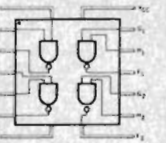
—ledande i elektronik—



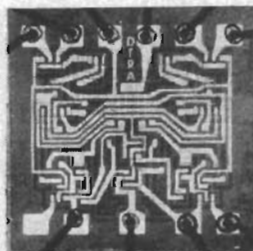
TELEFON 54 03 90
BOX 12 089
STOCKHOLM 12

Silicon Planar NEW! DIODE-TRANSISTOR MICROLOGIC

Epitaxial DT μ L with noise immunity greater than 1 volt

 DUAL GATE—DTμL 930. Dual 4-input gate. Noise immunity 1 volt @ 25°C. Propagation delay: 25 ns. P_{DISS} (@ 25°C): 5mW. Fan-out: 8 min.	 FLIP-FLOP—DTμL 931. RS or JK clock gated flip-flop. Noise immunity > .6V @ 25°C. Propagation delay: 50 ns. P_{DISS} (@ 25°C): 20mW. Fan-out: 7 min.	 DUAL BUFFER—DTμL 932. Dual 4-input buffer and low impedance line driver. Noise immunity 1 volt @ 25°C. Propagation delay: 35 ns. P_{DISS} (@ 25°C): 25mW. Fan-out: 25 min.	 GATE EXTENDER—DTμL 933. Dual-4 Diode extender to be used with Dual Gate or Buffer when increased fan-in is required.	 QUAD GATE—DTμL 946. Quad 2-input gate. Noise immunity 1 volt @ 25°C. Propagation delay: 25ns. P_{DISS} (@ 25°C): 5mW. Fan-out: 8 min.
--	--	--	--	---

DT μ L is a Fairchild trademark.



Highest DTL Noise Immunity

Because of the epitaxial construction of SGS-Fairchild DT μ L, the difference between threshold voltage and saturation voltage is the greatest of any diode-transistor logic. DT μ L is the only silicon Planar epitaxial DTL family now available. Data sheet contains worst-case noise immunity curves. Photo shows the 931 element—two flip-flops in a

"master-slave" connection, eliminating the need for circuit delay elements.

Low Power, High Speed Combination DT μ L was designed to complement Fairchild's existing digital integrated circuit line—already the widest in the industry. For diode-transistor logic, it offers the industry's best combination of high noise immunity, low power dissipation, and low propagation delay.

**FOR COMPLETE SPECIFICATIONS,
WRITE FOR DATA SHEET**

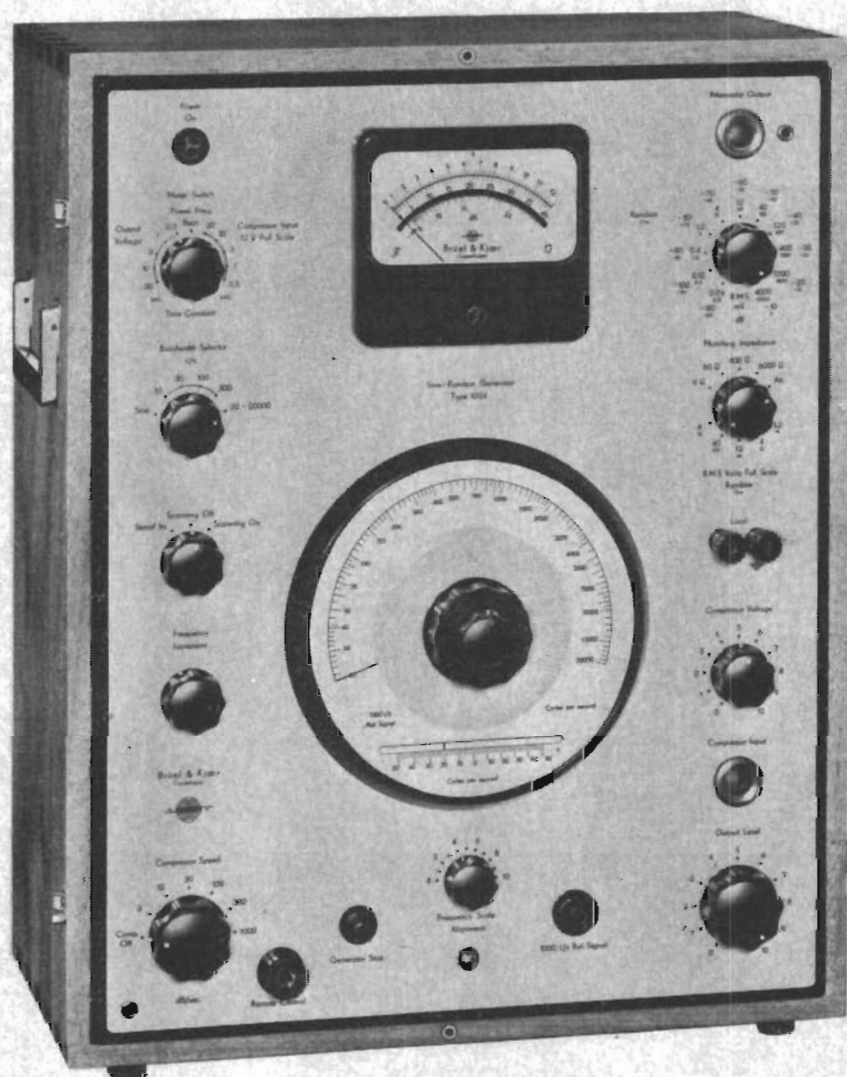
AVAILABLE FROM AUTHORIZED DISTRIBUTORS



SWEDEN □ SCANTELE AB □ TENGAHLSGATAN 24 □ STOCKHOLM S6 □ TEL: 24 58 25 □ TELEX: 10368

TRE INSTRUMENT I ETT

Sinus- Smalbands- och Bredbandsgenerator typ 1024



- ★ Sinus 20 Hz — 20 KHz
- ★ Brus 20 Hz — 20 KHz
- ★ Smalbandsbrus
Bandbr. 10 — 30 — 100 — 300 Hz
- ★ Låg distorsion $\approx 0,25 - 0,1\%$
- ★ Attenuator i 10 steg om 10 db.
60 Ω utimpedans.
- ★ Effektivvärdesvisande outputmeter med
tidskonstanten 0,3 — 30 sek. i 5 steg.
- ★ Kompressor för automatisk nivåreglering
av sinus och smalbandsbrus.
- ★ Uteffekt 2,5 W för sinus 0,25 W för brus.
- ★ Fjärrstyrning.
- ★ Automatiskt frekvenssvep med
nivåskrivare 2305.

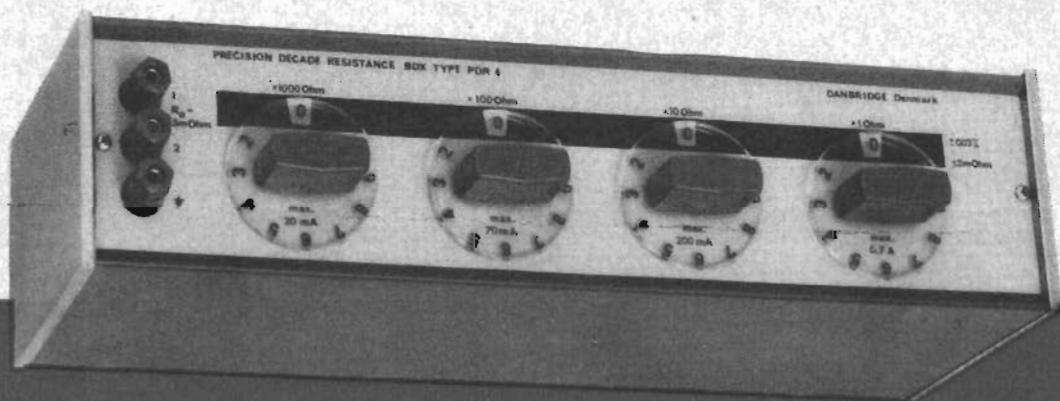


Svenska A.B. BRÜEL & KJÆR

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



DANBRIDGE NYA SERIE THE BLUE LINE



THE BLUE LINE omfattar en helt ny serie av dekader och bryggor för laboratorier och undervisningsändamål.

THE BLUE LINE har en ny elegant design, färgsatt i en tilltalande tvåfärgskombination och utförd med nya tekniska finesser.

THE BLUE LINE-dekaderna är utformade med nya rattar för »in-line»-avläsning, vilket innebär en tydlig lägesmarkering. Motståndssdekaderna är utförda med 11-läges omkopplare. Noggrannheten har ökats och 0-motståndet är extra lågt.

THE BLUE LINE har tack vare sina goda egenskaper blivit mycket uppskattad av en kvalitetsmedveten kundkrets.

Vi sända gärna utförliga upplysningar.

ELEKTRISKA INSTRUMENT AB



Lövåsvägen 40 - 42
Postbox 1237, Bromma 12
Tel. Vx 26 27 20

Germanium eller Kisel? Ni får välja

Ert val kommer att bero på vad Er krets kräver ... i spänning, ström, effekt, temperatur, förstärkningsfaktor, driftsäkerhet och till vilket pris Ni kan få allt detta. Vi kan hjälpa Er, utan att försöka påverka Er att välja det ena eller det andra materialet eller någon speciell framställningsteknik ... därför att vi tillverkar nästan alla variationer, för alla slags användningsområden.

När priset är avgörande. Prova om inte TI:s nya serie germanium-effekt-transistorer TI 3027-TI 3031 är vad Ni behöver just med tanke på förhållandet hög prestation till lågt pris. De är idealiska för industriellt bruk. Höga spänningar: $BV_{CBO} = 45 - 120V$; $BV_{CER} = 40-65V$ Hög ström: $I_C = 7A$ Extremt låg läckström: $I_{CO} = 0,5 mA$ vid halva märkspänningen Låg termisk resistans: $\theta_{J-C} = 0,5 C^{\circ}/W$ Hög förstärkning: (typvärde) 100 vid 500 mA Hög effekt: 90 W vid 55° C käpntemperatur

En annan av TI:s nya serie av germanium effekt-transistorer är TIG 05 - TIG 10, som också erbjuder hög prestation till lågt pris.

Hög effekt: 150 W • Hög ström: $I_C = 50 A$ Hög garanterad förstärkning: 20 till 80 (vid $I_C = 30A$ och $V_{CE} = 2 V$), 12 min. vid 50 A • Låg botten-spänning: $V_{CE(sat)} = 0,5V$ (vid $I_C = 30A$ och $I_B = 3A$) • Låg termisk resistans: $\theta_{J-C} = 0,5 C^{\circ}/W$ (ger svalare övergång, större tillförliglighet)

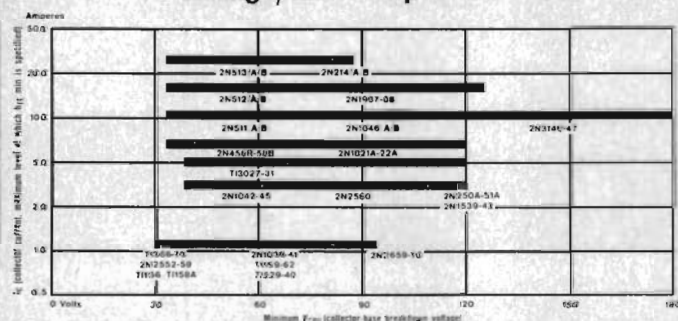
Båda dessa prisbilliga transistorserier levereras i en ny koppar-kallsvetsad kåpa, som ger mycket god tillförliglighet.

En kisel-effekt-transistorserie, med goda prestanda och till lågt pris är TI 1131 - TI 1136.

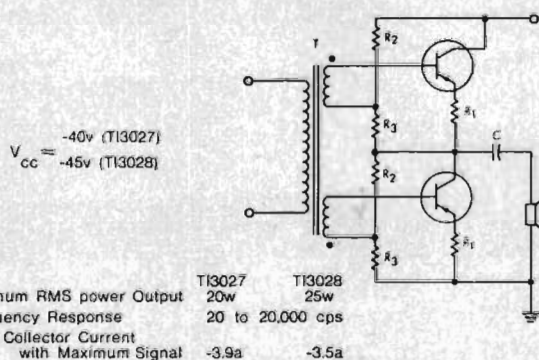
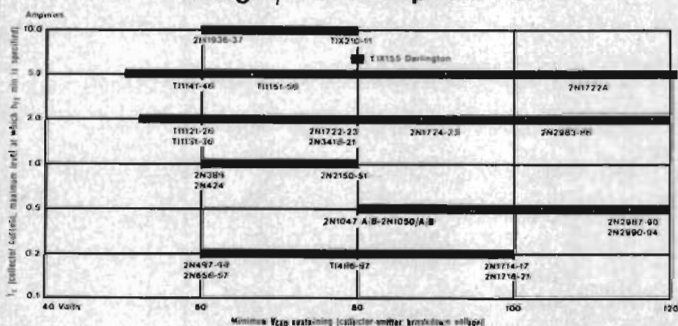
Höga spänningar: $BV_{CBO} = 100-200 V$, $BV_{CEO} = 50-100 V$ • Hög ström: $I_C = 7A$

Garanterad gränshfrekvens: $f_T = 7,5 Mc/s$.

Ti germanium power transistors - voltage/current spectrum



Ti silicon power transistors - voltage / current spectrum



New cold-weld TO-3 package



TEXAS INSTRUMENTS
SWEDEN AB

Barkassvägen 3 Box 725 Lidingö 7 Tel. 08/775 0210

När avgörandet är beroende av tillförlitligheten. Tillförlitligheten som krävs inom militärelektroniken tillgodoses av TI:s trippeldiffunderade kiseffektransistorer. Deras tillförlitlighet har provats nu i mer än 30 militär- och rymd-program.

I 1.346.600 enhetstimmar har vi livslängdsprovat 2N 1722, som kan anses såsom medeltyp för trippeldiffunderade serien. Den konstaterade felprocenten var 0,6 % per 1000 tim. Dessa få fel uppträdde under de första 240 timmarna ... och skulle ha upptäckts och eliminerats under inkörningsprovet med full effekt, som krävs enligt strängaste tillförlitlighets-specifikationerna.

I ett annat prov omfattande 1.866.800 enhetstimmar vid 200° C konstaterades endast fyra fel och gav en felprocent av 0,21 ‰ per 1000 timmar.

Denna höga tillförlitlighet är vad man kan förvänta sig av TI:s trippendiffunderade kiseltransistorer. Andra fördelar är: stort frekvensområde, hög BV_{CEO} och låg $V_{CE(sat)}$, låg stabiliserad läckström, hög verkningsgrad och liten spridning.

När det ställs höga krav på prestanda och tillförlitlighet, då rekommenderar vi TI:s nya hel-planar tyristor 2N3555-2N3562. Alla övergångar i dessa typer skyddas av ett oxidpassiverat skikt ... vilket ger mycket god tillförlitlighet och stabilitet.

Serien presterar 1 A inom området 30 till 200 V, karaktäristikorna uppvisar hög tillslagsförstärkning, hög stötströmsålgighet, snabbt till och frånslag och mycket låg läckström.

Mycket god parameterstabilitet efter likströmsblockeringen ger stora fördelar i tillförlitligheten även under de mest krävande arbetsförhållanden.

Användningsområdet är ringräknare, pulsgeneratorer, effektmultivibratorer och linjära förstärkare (som visas i nedanstående krets).

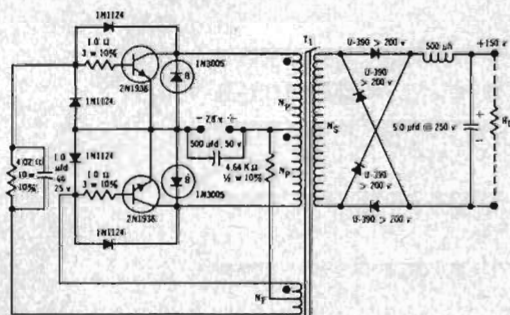
Nedanstående krets reglerar strömmen till 1 mA $\pm$ 1/4 % vid 10-200 volt ... som endast är möjligt genom den höga spänningen och de linjära karakteristikerna hos 2N 3562, även när den arbetar i spärriktningen. Välj den transistor som passar Er bäst.

För datablad och priser, vänd Er till

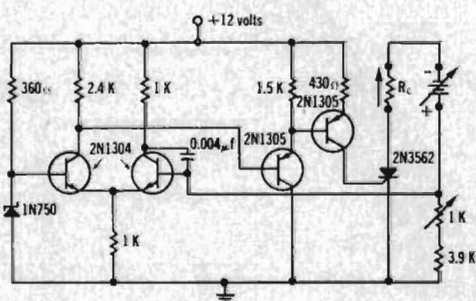
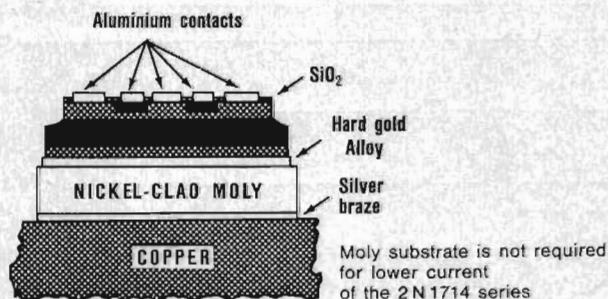
AB GÖSTA BÄCKSTRÖM

Box 12089 Stockholm 12 Tel. 08/54 03 90

225-watt 10-Kc DC to DC converter



Triple-diffused silicon power transistor



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
Apariado 7 Telefon 221.31.31
BARCELONA

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

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

GENERALAGENT FÖR 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 dubbel diffunderad 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.

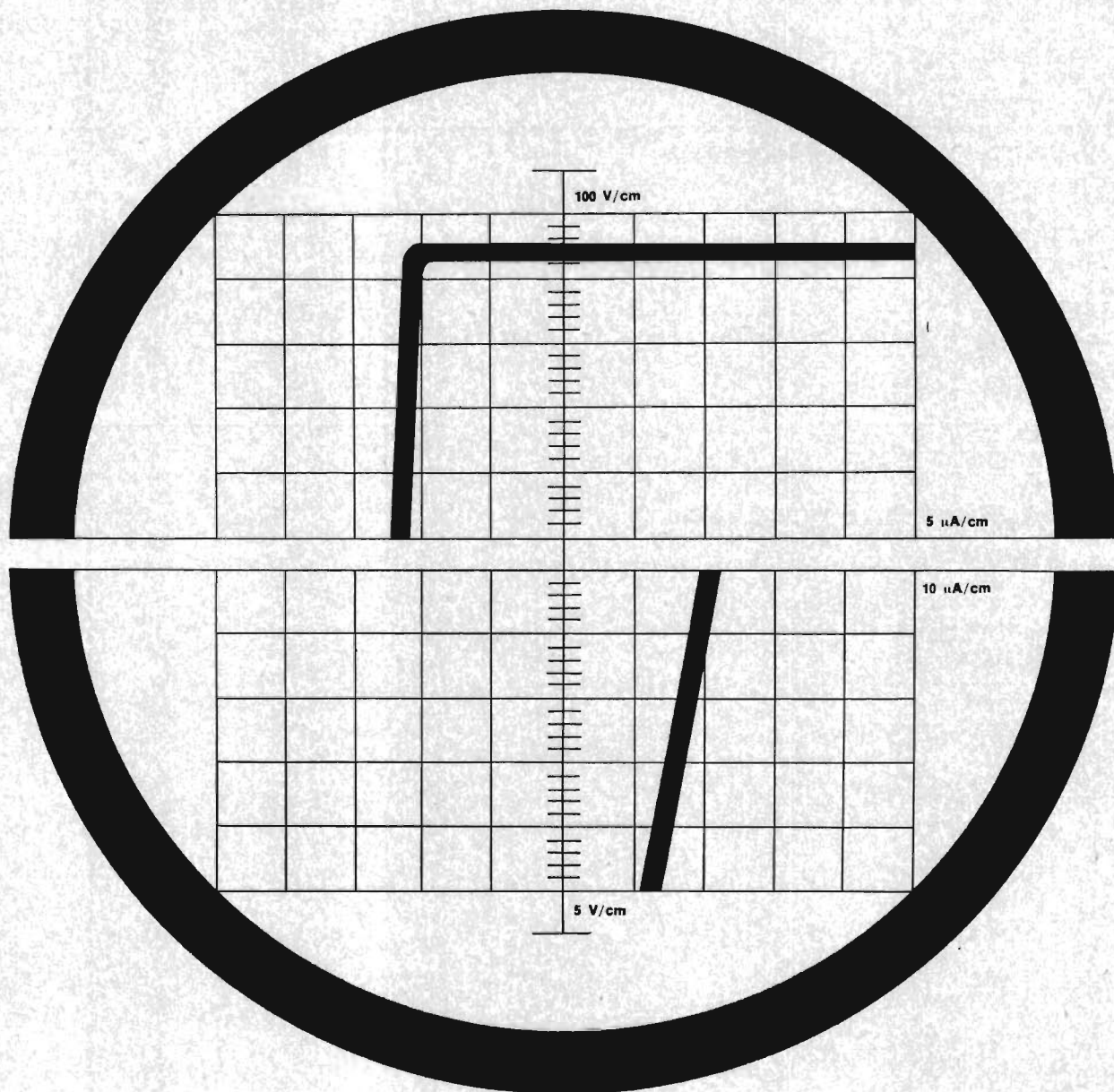
Behovet av skyddsanordningar bortfaller vid tillverkning av nätaggregat.

Stränga långtidsprovningar garanterar hög tillförlitlighetsgrad.

Mycket låg dynamisk impedans i lavinområdet: mellan 5 och 50 μA , $\Delta\text{BV} = 3 \text{ V}$.



PIRELLI APPLICAZIONI ELETTRONICHE

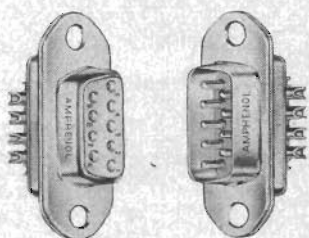


Amphenol · Borg

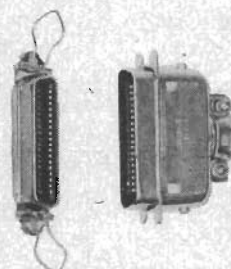
17 + 57 = 74

javisst, men det är också tre av AMPHENOL:s miniatyr- och mikrominiatyr-kontakter lämpade för applikationer där hög kvalitet fordras.

17 SERIEN



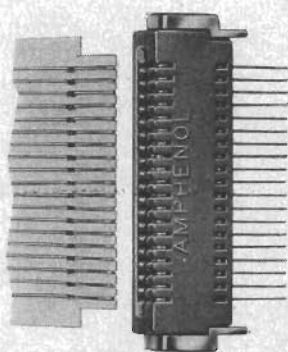
MINRAC. Kontakter med guldpläterade stift och hylsor i Poke-Home utförande. Finns i 9, 15, 25, 37 och 50 poler för rack och panel eller kabelmontage. Temperaturområde -55° till $+125^{\circ}$ C. 5 A. 500 V.



57 SERIEN

MICRO-RIBBON är en miniatyrisering av den välkända Blue-ribbon kontakten med bibehållande av dess säkra kontaktfunktioner och smidiga anslutning. Guldpläterade bälgbaktkontakter för upp till 5 A och 700 V i 14, 24, 36 och 50 poler.

74 SERIEN



MICRO-MIN. Kontaktdon lämpade för miniatyriserade tryckta kretsar eller andra applikationer. Guldpläterade kontakter för upp till 0,5 A finns i 19 och 38 poler.

För kompletterande data begär katalog B8.



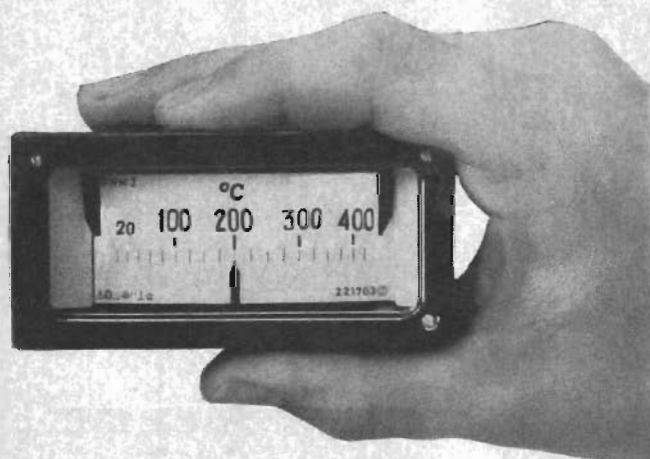
Ensamrepresentant:

JOHAN LAGERCRANTZ

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

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

METRAWATT MINIATYR-REGULATORER



Typ PRM och RO

Utföranden med vridspole- eller korsspolemätverk för två eller tre kopplingsfunktioner. Heltransistoriserad avkänningsanordning och tryckta kretsar. Tillåten omgivningstemperatur: -10 till $+60^{\circ}\text{C}$. »Plug-in» matningsrelä. Fördröjningsfri regleringsfunktion.

För:

STRÖM, SPÄNNING, EFFEKT, TEMPERATUR, NIVÅ, etc.

Typ	Tillslagskänslighet	Mätnoggrannhet $\pm \%$	Egenförbrukn. VA c:a	Relä	Givare	Skallängd mm	Front-ram mm
PRM	$\pm 1,5 \%$	2,5	1,5	1-pol växl. 0,5 A eller 3-pol växl. 6 A	Motstånds- eller termo-element	61	96×48
RO	$\pm 0,5^{\circ}\text{C}$	0,5	5		Motstånds-	200	96×48

Den nya RO-regulatorn arbetar enl. potentiometerprincipen. Mätkrets: Växelströmsmatad bryggkoppling för motståndsgivare PT-100, NI-100 eller liknande. Förstärkare: Av växelströmstyp med kippsteg. Tryckt koppling med transistorer. Inställning: Med två signallampor och 200 mm framskala samt termisk återföring. Mätverkslös, robust uppbyggnad, extremt hög tillslagskänslighet och noggrannhet.



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

RACAL

NYHET

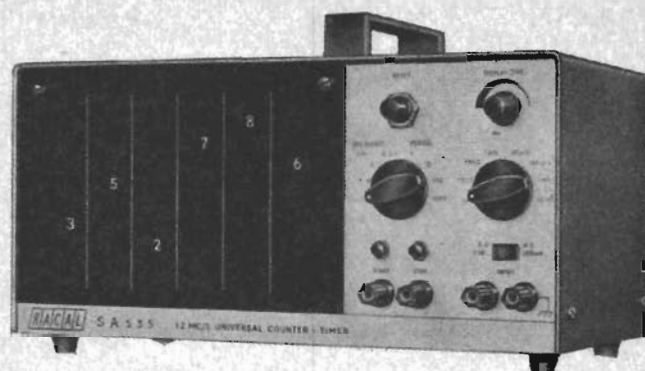
RACAL UNIVERSALRÄKNARE NU

TILL **15 MHz** MED:

15 MC DIVIDER UNIT

MOD SA. 548

Pris kr. 1.480:—



29 cm

Racal SA 535 portabla frekvensmeter — räknare — tidmätare kan med den nya tillsatsen SA 548 användas upp till 15 MHz.

För utskrift av mätdata på räknemaskin användes printertillsats SA 538.



RACAL universalräknare SA 535

Frekvensmätning 0—1,2 MHz, ingångssignal 100 mV—250 V utan omställning, max 400 VDC. Periodmätning 10^{-4} Hz—30 kHz, mätning över 1, 10, 100 eller 1.000 perioder.

Tidmätning 1 μ s— 10^4 s, manuell- eller fjärrstyrning.

Pulsräkning till 999 999 pulser.

Driftspänning 110—240 V, 50—400 Hz eller batteri, 2×12 V.

Mått endast 29×18×19 cm, vikt 4,1 kg.

Utgång för tidpulser och printer.

Lättskött och driftsäker med ljusstarka siffror för bekväm avläsning. Variabel framvisningstid 0,5—10 s. Pris kronor 3.700:—



19 cm

RACAL frekvensmeter SA 520

Mätområde 2 Hz—300 kHz samt periodtid.

Ingångssignal 70 mV—150 V utan omställning.

Driftspänning 110—240 V, 50—400 Hz eller batteri, 2×12 V.

Mått 19×17×18 cm, vikt 2,9 kg.

Pris kronor 2.560:—

OBS! NATO-version SA 520 H för extra krävande miljö, temp.-område -20° C ... $+55^{\circ}$ C.

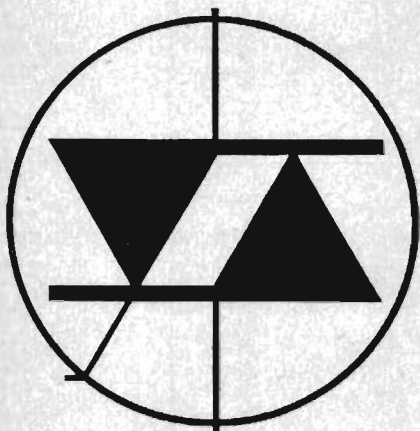
OBS! Mätresultatet presenteras på en ljusstark sifvertabla utan **rörliga delar**. Begär upplysningar om olika system och datablad.

GENERALAGENT:

M. STENHARDT AB

BJÖRNSSONGATAN 197, BROMMA

TEL. STOCKHOLM (08) 87 02 40



TRIAC

NY HALVLEDARE SOM FÖRENKLAR STYRKRETSAR
FÖR REGLERING AV VÄXELSTRÖM... REDUCERAR
KRETSARNAS FORMAT OCH KOSTNAD

Nu presenterar General Electric TRIAC... General Electric som alltid är föregångaren och under åren konstruerat tyristorn, den transienttåliga kiselventilen (Controlled Avalanche), kiselventilen för starkström och mycket annat på effekthalvledarnas område.

TRIAC är en ny halvledartriad som tänkes i båda riktningarna av en styripuls. Den är en "integrerad" krets för effekt, till sin funktion släkt med tyristorn. Den svenska beteckningen är "dubbelriktad tyristor".

TRIAC förenklar reglering av helvägs-växelsströmseffekt genom att antalet ef-

fektkomponenter minskar, att behovet av transientbegränsning generellt sett elimineras, att styrkretsarna blir mindre komplicerade och genom att hela anordningen får mindre format och lägre vikt.

Jämför de båda kretsarna här nedan. Båda föreställer en statisk helvägsbrytare. Den till vänster — den mest komplicerade — har flera effektkomponenter som i den enklare kretsen till höger ersätts av en enda — TRIAC.

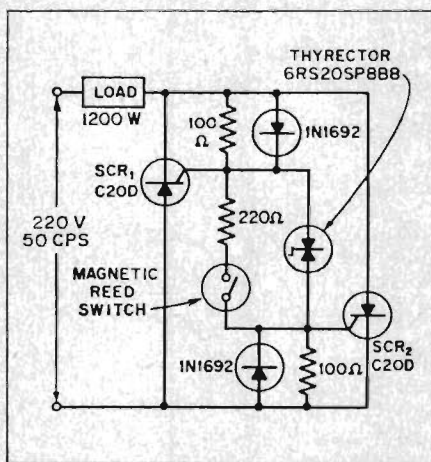
Tillverkar Ni utrustningar med statiska effektbrytare, temperaturregulatorer, ljus-

dämpare eller varvtalsregulatorer för elmotorer, bör Ni gå in för TRIAC.

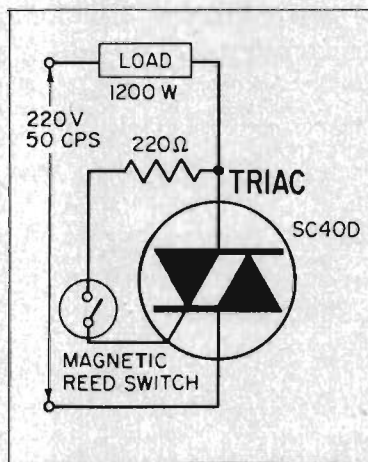
TRIAC finns i kompakt hölje med bult- eller pressfättning i tvåspänningsklasser, 200 V (SC 40 B) och 400 V (SC 40 D) samt för två strömmar 5A och 10A RMS.

Ni bör också uppmärksamma den nya dubbelriktade diodtyristorn DIAC, lämplig för styrning av TRIAC och tyristorer.

Kontakta Svenska AB Trådlös Telegrafi, Röravd., Fack, Solna 1, tel. 08/29 00 80, eller General Electric Company, Dept. EC-65-02, 159 Madison Ave., New York, N. Y. 10016, U.S.A.



Denna krets kan förenklas...



till denna

Progress Is Our Most Important Product

GENERAL ELECTRIC

Varumärke

Ett kvalitetsprogram för alla MÄTBEHOV

PRINCETON APPLIED RESEARCH

Brusfattiga förstärkare för mätning av signaler helt dolda i brus.
 Frekvensområdet 1,5 Hz—150 kHz
Ultrastabila kraftaggregat med stabilitet 0,001 %.

ANALAB INSTRUMENT CORP

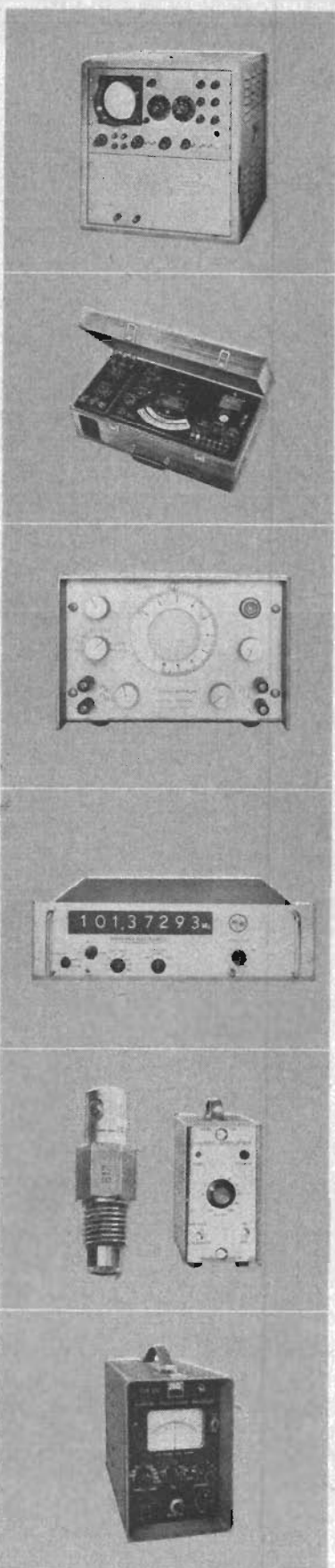
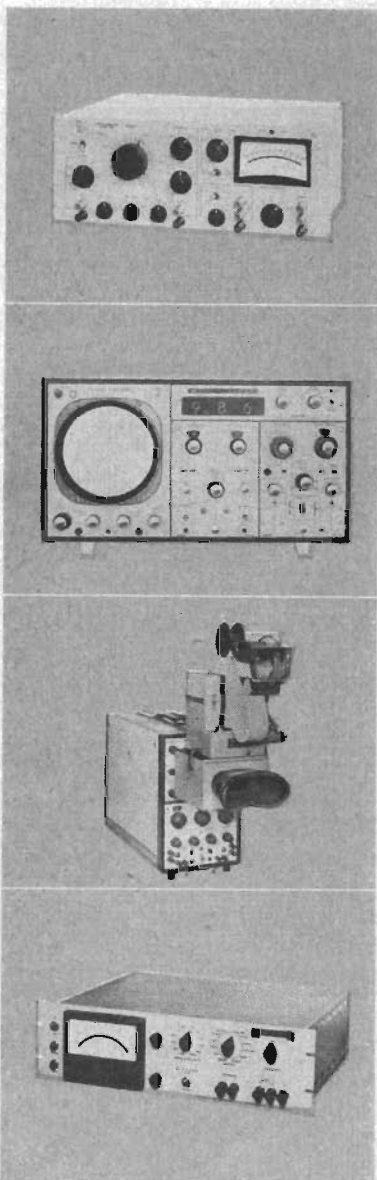
Precisionsoscilloskop med plug-in enheter för enkel- eller dubbelstråle 0—150 kHz samt 0—5 GHz samplingsenhet.

ANALAB INSTRUMENT CORP

Oscilloskopkameror för Polaroidfilm 6×9 cm samt för 35 mm film med Rapromatic snabbframkallare inbyggd.

ACTION LABORATORIES INC

Precisionsfasmetrar direktvisande 0—360° ±1° noggrannhet. Arbetar med upp till 4 frekvenser inom området 50 Hz—20 kHz.



PANORAMIC INSTRUMENTS

Spektrumanalysatorer 0,5 Hz—64 GHz.
 Analysatorer för sändare och kommunikationssystem. Specialanalysatorer för telemetrisystem.

SENSITIVE RESEARCH INSTRUMENTS

Precisionsvisarinstrument och normaler för spänning, ström och frekvens. Noggrannhet upp till 0,035 %.

Elektrostatisk voltmeter med noggrannhet bättre än 1 % ingångsimpedans $5 \cdot 10^{15}$ ohm.

WAVETEK INC

Funktions- och signalgeneratorer 0,008 Hz—1 MHz.

Sinus, triangelvåg och kantvåg. Amplitud och frekvensstabilitet 0,1 %.

ELDORADO ELECTRONICS

Ultrarabba räknare för området 0—6000 MHz med direkträkning.

Snabba tidsintervallräknare med upplösning till 1 nsek noggrannhet ±0,5 nsek.

Digital fördröjningsgenerator 1 nsek—9999 nsek.

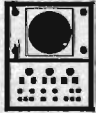
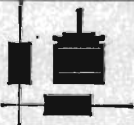
KISTLER INSTRUMENTS

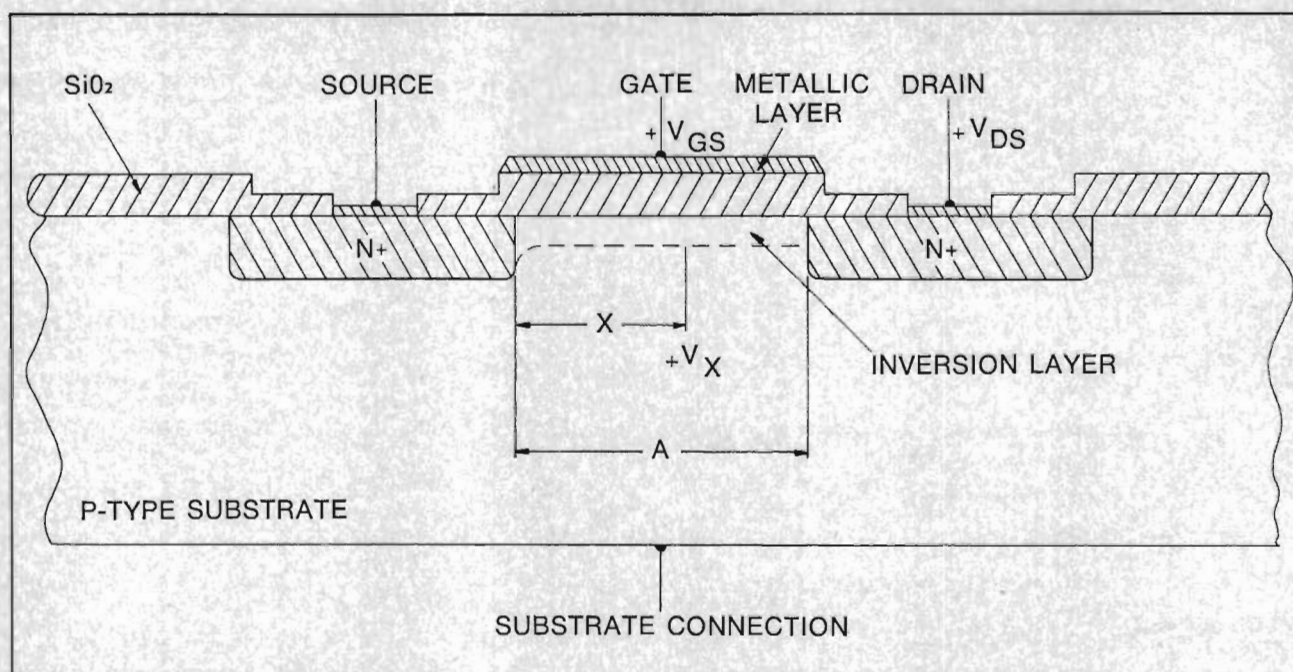
Piezokristallgivare för mätning av tryck, kraft och acceleration. Tryck till 3000 atö, temp. till 350° C.

Laddningsförstärkare med stabilitet oberoende av temp.- och spänningsvariationer.

FRISCHEN ELECTRONIC GMBH

Bärfrekvensbryggor med digital- eller visaravläsning, kompaktbyggda
Trådtöjningsgivare av metallfilmstyp med förbättrade egenskaper.

				TELARE AB
DATA-BEHANDLING	DATA-INSTRUMENT	TELEKOMMUNIKATION	PRECISIONSKOMPONENTER	Industrigatan 4, Stockholm K, Tel. Vx. 2488 30, Telex 10178 Box 317, Göteborg 1. Tel. 238112, 237322



1000000000000Ω

MULLARDTRANSISTOR MED EN MILJON MEGOHMS INGÅNGSRESISTANS

Vi kan nu leverera prover på en **MOS-transistor** (Metal-Oxide-Semiconductor) med **1.000.000 megohms** ingångsresistans. Denna unika transistor (**95 BFY**) i planarteknik har en i det närmaste konstant ingångskapacitans på **4 pF** och en branthet högre än **1 mA/V**.

95 BFY kommer att få stor användning i lågfrekvensförstärkare och impedansomvandlare som fordrar höga ingångsimpedanser. Experiment har också givit goda resultat i oscillatorer upp till **150 Mc/s**, slutsteg upp till **100 Mc/s** samt chopperförstärkare. Vid användning i logiska kretsar saknar den i det närmaste efterledningstid. Högfrekvenssegenskaperna begränsas i stort sett endast av strökapacitanserna.

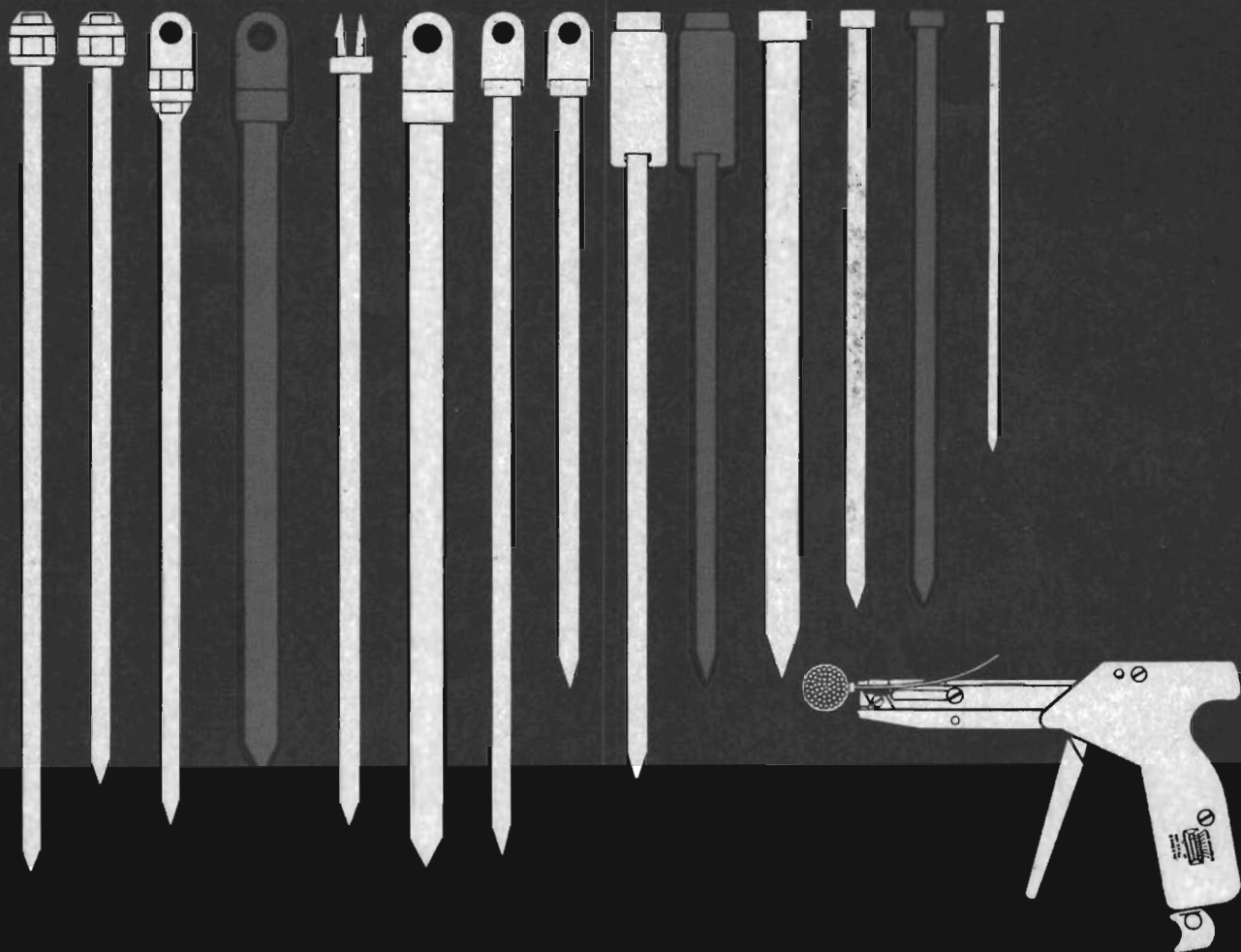
En 50-sidig rapport har framställts, vilken ger en beskrivning av principen för **MOST** samt data på **95 BFY** och kopplingsexempel. Häftet kan erhållas efter rekvisition och sändes gratis.



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

Mullard

PANDUIT STA-STRAPS®



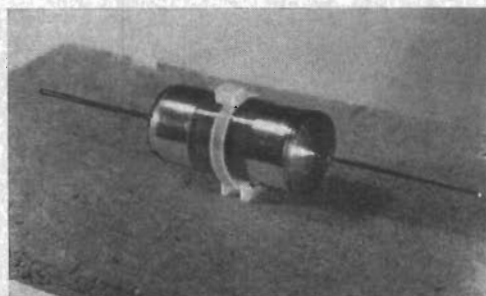
® -Registrerat varumärke PANDUIT NYLONKLAMMER-

Säker metod för kablage och montering av komponenter

STA-STRAPS KLAMMER tillverkas helt av nylon. Finns i ett flertal olika utföranden och för kabelstammar med upp till 10 cm diameter. Lagerföres i naturvit färg samt ytterligare 9 färger. För montering av STA-STRAPS finns speciella monteringsverktyg, som är inställbara så att man erhåller samma spännkraft på varje klammer.

- Snabbare än syning och knytning
- Erbjuder en mångfald olika monteringsmöjligheter
- Medger snabb och snygg kabelmontering även på trånga och svåråtkomliga platser
- MIL-godkända bl.a. av amerikanska flygvapnet

Panduit Corp., som tillverkar STA-STRAPS, är en av världens ledande tillverkare av kabeltillbehör. Tillverkningsprogrammet omfattar förutom kabelklammer, identifieringsmärken, specialverktyg för kabelmontering m.m.



Representant:

ALLHABO

Begär informationer från EM-avdelningen.

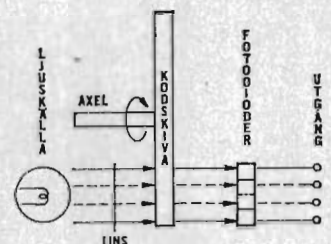
ALSTRÖMERGATAN 20 • BOX 49044 • STOCKHOLM 49 • TELEFON 520030

DIGITALA ROTAX-BALDWIN VINKELGIVARE *



Bilden visar
serie 200
(11—13 bitar)
skala 1/1

PRINCIP



ENKEL...TILLFÖRLITLIG

- FOTOELEKTRISK ÖVERFÖRING ● INGET SLITAGE ● AXELN DIREKTKOPPLAD
- INGET KUGGLAPP ● SERIE- ELLER PARALLELLUTGÅNG ● HÖG NOGGRANNHET

* Baldwin Electronics, USA, och Rotax Ltd., England, har mer än 9 års erfarenhet från tillverkning av fotoelektriska vinkelgivare. Standardproduktionen utgöres av tre storlekar; den minsta med en upplösning av 11—13 bitar, den mellersta 14—16 och den största 17 och 18 bitar. Då axeln vrids 360° erhålles en kodad utspänning som för en 18 bitars givare motsvarar 262144 lägen (4,94 bågsekunder). Allmänt är noggrannheten, mätt vid övergångarna, $\pm 1/2$ enhet.

Givarens viktigaste del är kodskivan som är en glasskiva, på vilken man genom en fotografisk process applicerat kodmönstret. Noggrannheten hos mönstrets läge är bättre än 1 bågsekund. Kodmönstret kan ha olika utföranden, t.ex. cyklisk binär (Gray), binärkodad decimal, sinus, cosinus etc., och avläses med hjälp av en lampa, optik för fokusering och förstärkning av ljuset samt ett antal fotodioder. Till givarna finns yttre förstärkare för anpassning till olika krav på "0"- och "1"-nivåerna.

På programmet finns även system för numerisk kontroll och styrning av verktygsmaskiner, där givarna enligt ovan är det kända organet.

AERO MATERIEL AB

INSTRUMENT & ELEKTRONIKAVDELNINGEN
GREV MAGNIGATAN 6, STOCKHOLM Ö. TEL 23 49 30

Var god sänd prospekt på digitala vinkelgivare

Namn:

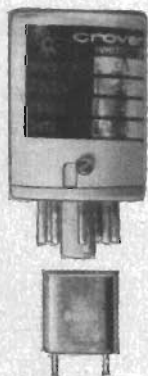
Firma:

Adress:

Postadress: Ö405

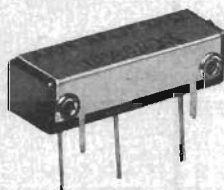
PRODUKTINFORMATION

Vi har på vårt leveransprogram komponenter som i stabilitet, driftsäkerhet och livslängd anpassats till de kvalificerade krav som idag ställs inom den professionella elektronikindustrin.



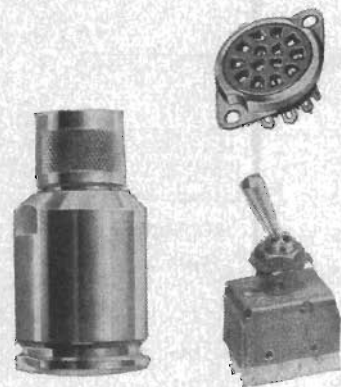
KRISTALLER

Ett komplett program av kristaller, kristallfilter och oscillatorer, kristall- och komponentugnar. Bl.a. en ny serie styrkristaller och oscillatorer i TO 5 hölje som tillverkas i enlighet med de vanligaste MIL-normerna.



POTENTIOMETRAR OCH MOTSTÅND

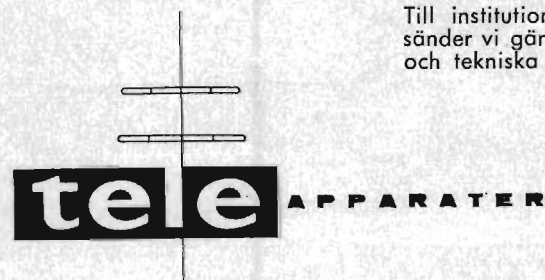
För extrema fordringar för militärt bruk och avancerad forskning har Variohm och Alter framställt en serie av täta miniaturiserade potentiometrar och motstånd.



DIV. KOMPONENTER

I det stora urval av komponenter vi normalt lagerför finner Ni allt för ersättningsmarknaden och den professionella industrin.

Till institutioner och registrerade firmor sänder vi gärna kataloger, specialprospekt och tekniska informationer.



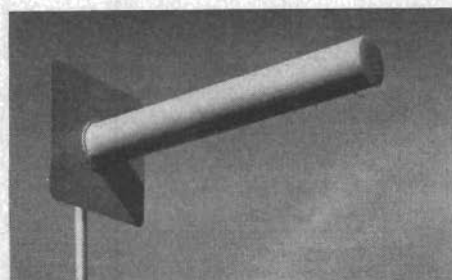
Skogsbacken 24—26, Sundbyberg, Tel. 08/29 03 35
Norrhamngatan 1, Skellefteå, Tel. 0910/133 56
Rundelsgatan 20 C, Linköping, Tel. 013/13 63 30



KATHREIN



Anton Kathrein, Tysklands äldsta specialfabrik för antenner har på sitt tillverkningsprogram mobila och stationära antenner för militärt och civilt bruk. Frekvenser 27—790 MHz. Effekter 0,1 W—1000 kW.



KATHREIN-antenn K 73512 för frekvenserna 400—700 MHz effekt 300 W.

Kontrollerad likström!

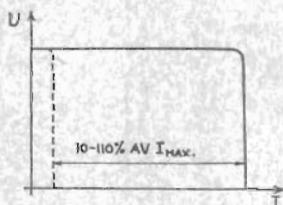
Nu kan Ni begära mer av ett likspänningsaggregat än endast konstant utspänning. Till skillnad från en ren batterieliminatör ger i dag Oltronix högströmstyper olika möjligheter till kontroll och styrning av ström och spänning.

Kontinuerlig spänningsinställning

Noll till full utspänning med grov och fininställning med en upplösning på några mV.

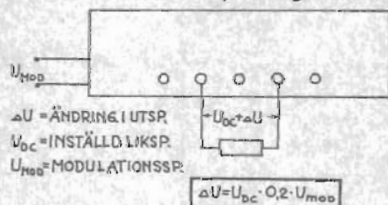
Inställbar strömbegränsning

Aggregaten är helt överbelastnings- och kortslutningssäkra genom en inställbar elektronisk strömbegränsning, med vilken den uttagbara strömmen kan begränsas från 110–10%.



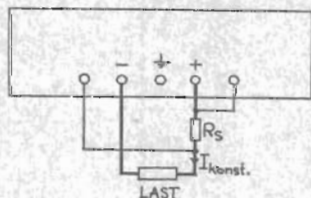
Modulering

Utspanningen kan även styras med hjälp av en yttre spänning. För full utspänning fordras 0–5 V, 0–5 mA (0–0,025 W). Utspanningen kan t.ex. överlagras med brum av varierande frekvens och amplitud eller moduleras inom hela spänningsområdet.



Konstant ström

För att erhålla en högre strömstabilitet än vad som ernås vid strömbegränsning, kan aggregatet fås att reglera utspänningen över en stabil resistans (R_s) i serie med lasten. Strömstabiliteten blir då av ungefär samma storleksordning som spänningsstabiliteten.



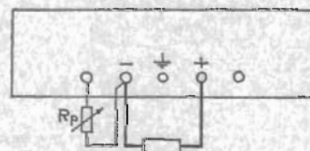
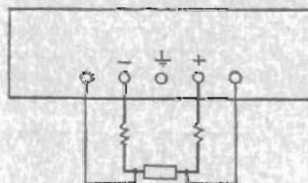
Serie och parallellkoppling

För att erhålla större spännings- och strömområden kan flera aggregat såväl serie som parallellkopplas.



Fjärravkänning

Dessa likriktare har ett inre mostånd på 3–20 mohm. Några meter kopplingsladd försämrar alltså betydligt det inre moståndet, från lasten sett. I stället för att låta aggregatets reglerkretsar känna spänningen på utgångsklämmorna, kan de genom anslutningarna för yttre avkänning kopplas direkt över lasten. Därigenom försämrar ej utspänningens lastberoende genom spänningsfall i tilliedningarna.



Programmering

I automatiska testutrustningar eller då det är önskvärt att på ett snabbt och bekvämt sätt manuellt inställa ett antal i förväg bestämda spänningar, behövs programmerbara spänningsaggregat. Aggregaten kan styras av en yttre resistens (200 ohm/V). Vanligt är att programmeringsmotståndet (R_p) inkopplas med tryckknappsats, t.ex. vid marginaltest (låg-nominell-hög).

Typ	Volt	Amp.	Stabilitet		Brum mV	Anm.
			10% nät	100% last		
C7–20R	3–7	20	10	50	0,5	0–8V 10A
B28–5R	0–28	5	10	50	0,5	28–30V 4A
C28–10R	0–28	10	10	50	0,5	28–30V 8A
C28–20R	0–28	20	10	75	1	28–30V 18 A
C32–16R	0–32	16	10	75	1	
2C40–1R	2 x 0–40	1	15	25	0,25	
B50–3R	0–50	3–6	10	60	0,5	6A till 22V
C50–5R	0–50	5	20	100	1	56V på best.
C50–10R	0–50	10	20	100	1	

Dimensioner: Samtliga för 19" Rack, panelhöjd 132 mm

OLTRONIX

Jämtlandsg. 125, Vällingby, tel. 87 01 35

Sercel DIOTESTOR

NYHET!

**TESTINSTRUMENT FÖR
TRANSISTORER OCH
DIODER**



Adapters för alla typer av transistorer och dioder.

DIOTESTOR ÄR prisbillig,
lätt och behändig i användning
utförd i tåligt slagfast plast-
material
försedd med fjädrande
kontaktstift
batteridriven (3 V stavbatteri)

Representant:

ALLHABO

Begär broschyr från EI-AVD

Användningsområden

- För slutkontroll av transistorer och dioder på tryckta ledningskort
- För service och felsökning av radio-, TV- och elektronikutrustningar m.m.
- För laboratoriebruk

Alströmergatan 20 ● Box 490 44 ● STOCKHOLM 49 ● Telefon 52 00 30

Dynäs AB i Väja valde AEG elektronik



AEG ELEKTRONIK

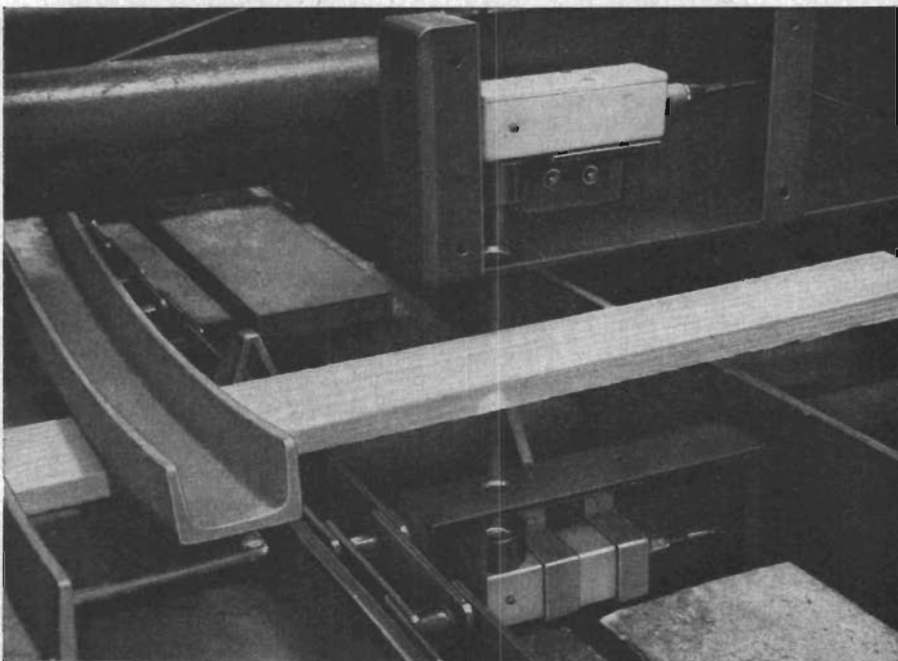
för träindustrin

AEG levererar utrustningar för bl. a.:

- **mätning**
- **räkning**
- **sortering**
- **registrering**
- **styrning**
- **reglering**

Mer om vårt elektronikprogram får Ni veta i broschyren "Automationen och dess elteknik". Skriv bara till AEG, Reklamavdelningen, Fack, Solna 1, så sänder vi den omgående.

Dimensionsmätning

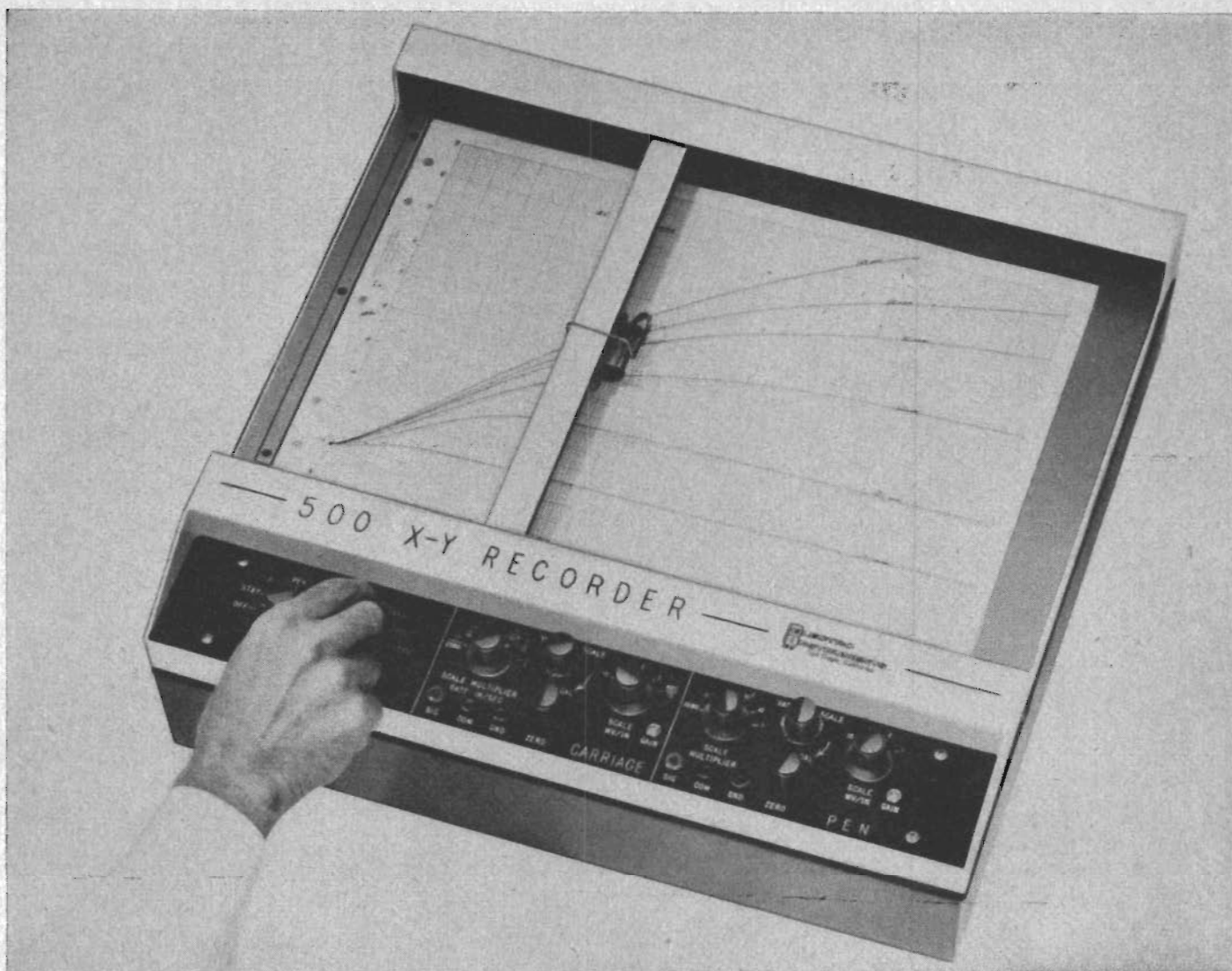


AEG

T 20.15

ELEKTRISKA AKTIEBOLAGET AEG

STOCKHOLM GÖTEBORG MALMÖ NORRKÖPING SUNDSVALL SKELLEFTEA KARLSTAD



NY – TRANSISTORISERAD X-Y SKRIVARE

av fabrikat

Electro Instruments, Inc.

En ultramodern X-Y skrivare, som förutom att den är helt transistoriserad har många prestanda utöver det vanliga. Här några exempel:

- Låg effektförbrukning.
- Konstant, högt ingångsmotstånd.
- Precisionstillverkade styrlister för noggrann isättning av papperet.
- Vakuumfasthållning av papperet.
- Skrivhastighet 62 cm/sek. Hög noggrannhet.
- 20 olika känsligheter från 0,2 mV till 50 V per cm.
- Driftsäker servomekanism.
- Små dimensioner och låg vikt.

Pappersformat: 275×425 mm eller 210×275 mm.

Tillåten rumstemperatur: 0—55° C.

Skrivhastighet: 62 cm/sek.

Skalor: 0,5, 1,0, 2,5, 5,0 mV/cm
×1, ×10, ×100, ×1000, ×10000.

Noggrannhet: statisk 0,15 % och dynamisk 0,2 %
av fullt skalutslag.

Tidsaxelskala: 0,04, 0,1, 0,2, 0,4, 1 och 2 cm/sek.

Ingångsimpedans: 1 Mohm på samtliga mätområden.

Referensstandard: zenerdiöd.

Effektförbrukning: 100 W.

Begär närmare upplysningar från generalagenten

TELEINSTRUMENT AB

Härjedalsgatan 138

VÄLLINGBY

Tel. 87 12 80, 37 71 50

Philips elektrolytkondensatorer — en typ för varje applikation



Stor kapacitans per volymsenhet har gjort att elektrolytkondensatorer används i allt större utsträckning — framför allt i transistoriserade konstruktioner. Philips laboratorier har därför ingående studerat tillförlitligheten och långlivsegenskaperna för dessa komponenter. Resultatet redovisas i tabellen nedan.

Standardtyper

Förutom nedanstående elektrolyter tillverkar Philips också ett antal specialtyper, för vilka data lämnas på begäran.

	Typ	Kapacitans	Spänning
Lågvoltstyp	C 426	0,64 — 500 μ F	2,5 — 64 V
	C 436	40 — 2000 μ F	4 — 64 V
	C 437	64 — 4000 μ F	2,5 — 64 V
	C 431	320 — 25000 μ F	4 — 64 V
Högvoltstyp	C 436	2,5 — 80 μ F	100 — 400 V
Långlivstyp	C 428	2,5 — 320 μ F	4 — 64 V
	C 432	900 — 31500 μ F	6,4 — 100 V

Förväntad livslängd och felfrekvens på basis av långlivsprov

Typ	Kanna	Förväntad livslängd i timmar (kontinuerlig drift)		Felfrekvens i % per 1000 timmar vid	
		40°C	60°C	40°C	60°C
C 426	1	10 • 10 ³	1,6 • 10 ³	2,5	16
C 426	2, 3	30 • 10 ³	5 • 10 ³	0,6	4
C 426	4, 5, 6,	50 • 10 ³	8 • 10 ³	0,4	2,5
C 436	00—03	100 • 10 ³	16 • 10 ³	0,16	1
C 437	00—03	80 • 10 ³	13 • 10 ³	0,25	1,5
C 431	4—10	160 • 10 ³	25 • 10 ³	0,1	0,6
C 428	1—4	200 • 10 ³	32 • 10 ³	0,025	0,16
C 432	11—14	200 • 10 ³	32 • 10 ³	0,014	0,25

PHILIPS

Elektronik-komponenter, Fack, Stockholm 27, Tel. 08/63 50 00 • Göteborgsavd., Box 441, Göteborg 1, Tel. 031/19 76 00

Dessa produkter säljs också av OY PHILIPS AB, Helsingfors • MINIWATT A/S, Köpenhamn • NORSK A/S PHILIPS, Oslo

Now—TRIMPOT Miniature Adjustable Time Delays for Critical Applications

Need to stall for time? These two miniature modules offer delays with a repeatable accuracy of $\pm 5\%$ from -55°C to $+120^{\circ}\text{C}$. They are the Bourns Model 3900 Time Delay Relay and Model 3907 Time Delay Module. Both units give you the versatility of either the DPDT high-current-carrying capabilities of an integral relay or the long operating life of a solid state timing switch.

Both modules are capable of providing a time delay range of 0.1 to 200 seconds by the external addition of a readily available resistor or a capacitor-resistor combination. More important, these miniature time delays have a self-contained adjustment feature by means of a Bourns TRIMPOT potentiometer allowing precise selection of the desired delay time through a 1.5 sec. range.

Model 3900 employs a DPDT relay capable of one ampere at 26.5 VDC, while Model 3907 features an internal SPST NO solid state device rated at 250 milliamperes at 26.5 VDC.

An internal diode protects the units against accidental polarity reversal, and protection is provided against transients up to 200 % of the operating voltage with pulse widths of 0.5 micro-seconds. Both models have all welded circuitry, are vacuum

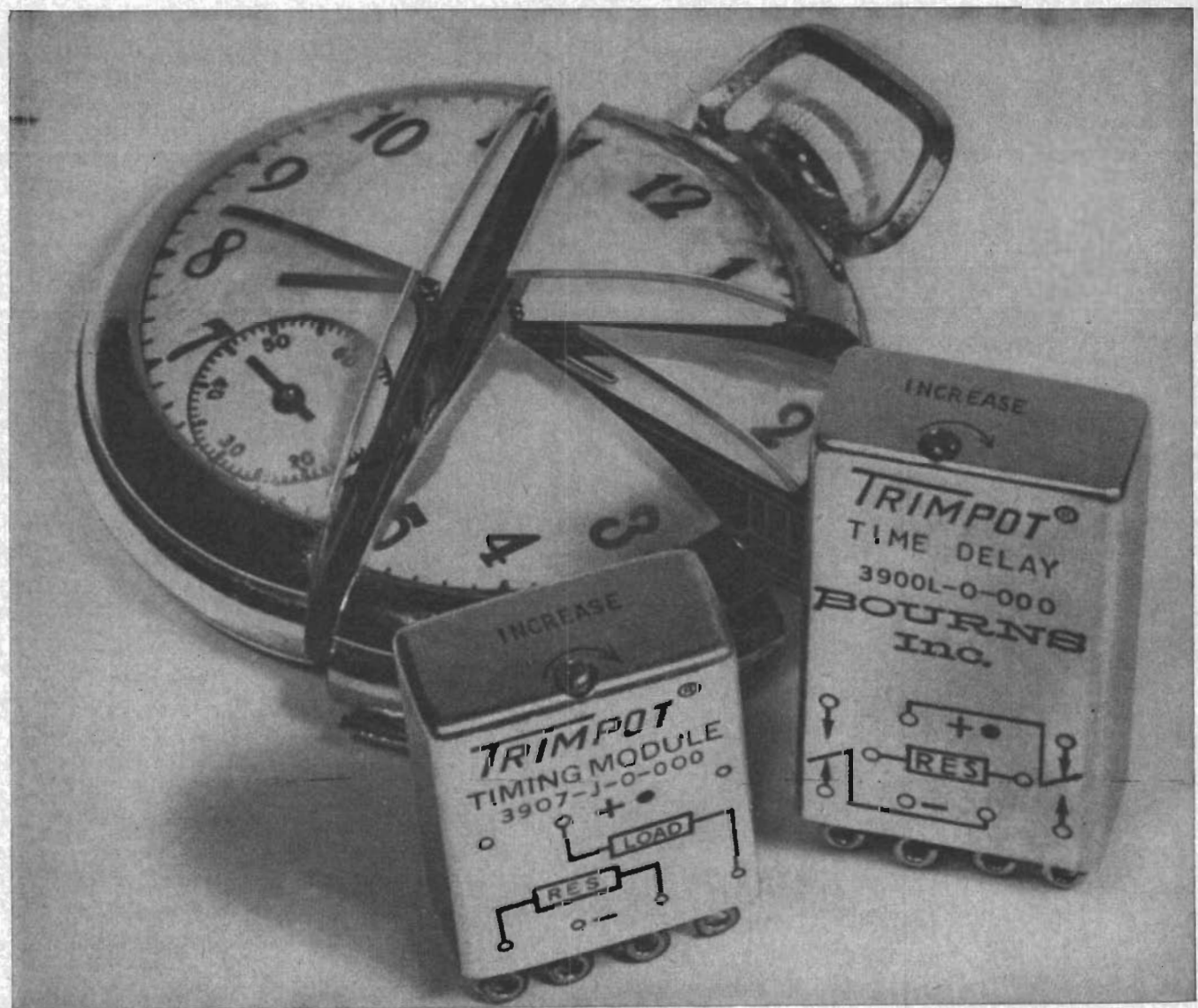
potted and meet the environmental requirements of MIL-R-5757D. They readily withstand 20G, 2000 CPS vibration and 75G shock.

Models 3900 and 3907 are available from stock. Write today for complete technical data.

	MODEL 3900	MODEL 3907
Time delay range:	0.1 to 200 Seconds	0.1 to 200 Seconds
Nominal voltage:	20 to 30 VDC	20 to 30 VDC
Life (min):	10^6 cycles	10^6 cycles
Output:	DPDT Relay	SPST NO—Solid State
Contact rating:	1 ampere resistive at 26.5 VDC, 120°C	0.05 amperes resistive at 26.5 VDC, 120°C ; 0.250 amps at 25°C
Ambient temp. range:	-55 to $+120^{\circ}\text{C}$	-55 to $+120^{\circ}\text{C}$
Size:	4" X .8" X 1.31"	4" X .8" X 1.0"



ACTUAL SIZE



AGENT
Sweden, Denmark
Norway, Finland

AB ELEKTROUTENSILIER
Akers Runö
Stockholm, Sweden
Phone: 0764/201 10
Cables: Elutensilier Stockholm

BOURNS AG. BAHNHOFSTRASSE 34
ZUG/SCHWEIZ TELEFON (042) 482 72/73
TELEGRAMME: BOURNSAG. ZUG TELEX
58353



BOURNS

PRINCETON APPLIED RESEARCH CORP.

FASLÅSTA FÖRSTÄRKARE för extremt svaga signaler helt dolda i brus

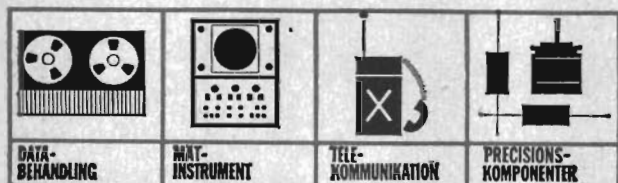
Dessa förstärkare är heltransistoriserade och speciellt konstruerade för studium av extremt små signaler dolda i brus. Förstärkarna är synnerligen universellt användbara och speciellt lämpliga vid arbeten inom områdena nevrologi, fysiologi, elektronfysik, nukleonik samt vid maser-, laser- och infrarödforskning.

Typ JB 4 och JB 5. Medger studium av signalnivåer ned till 1 nanovolt om förstärkarna användas tillsammans med den nykonstruerade **låg-brusförstärkaren CR 4**. De innehåller följande enheter: avstämd selektivförstärkare med högt Q-värde, faskänslig detektor, likspänningsförstärkare, selektiv likspänningsfiltrering, kontinuerlig faskontroll, signalmodulator, visarinstrument samt drivförstärkare för skrivare eller oscilloskop. Frekvensområden: **JB4** 15 Hz—15 kHz; **JB5** 1,5 Hz—150 kHz.

Typ JB 6. Denna förstärkare är i stort sett lika med ovanstående men mäter samtidigt såväl komponenter liggande i fas som sådana med 90° fäsförskjutning hos den studerade signalen. Utgångarna är helt oberoende av varandra tack vare separata filteromkopplare, visarinstrument etc. Förstärkningen är minst 9000 ggr.

Typ HR 8. Liknar JB 5 men är utrustad med en brusfattig, inbyggd förstärkare och fasreglering kalibrerad i 360°. Förstärkaren har mycket stor känslighet, stabilitet, linearitet och noggrannhet.

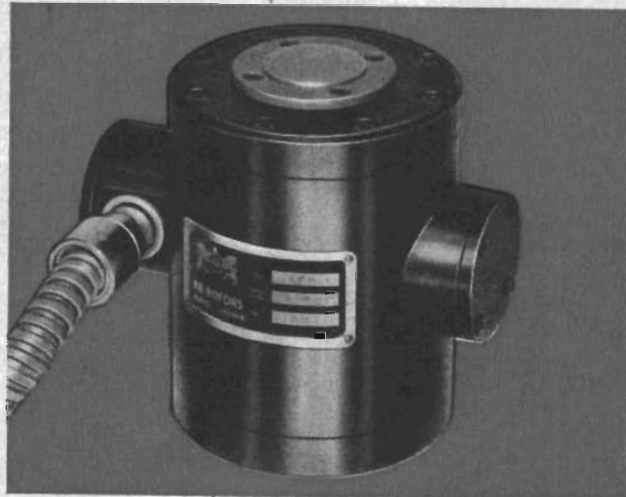
JB6 Vi sänder gärna specialbroschyrer och offert!



generalagent

TELARE AB

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



BOFORS

precisionslastcell
baserad på töjningsgivare av folietyp

LASTCELL LPM-1 är konstruerad för bestämning av krafter och belastningar där höga krav ställs på noggrannhet och säkerhet.

Den tillverkas för nominella belastningar av 5, 10 och 20 ton.

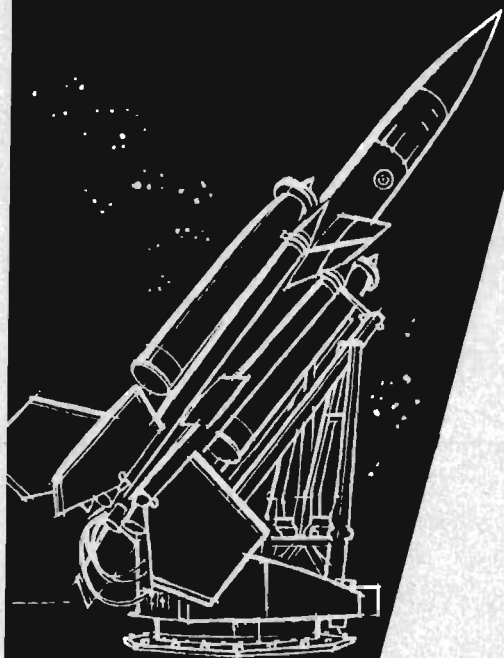
En robust uppbyggnad med ett sidstyvt och hermetiskt inneslutet givarelement gör lastcellen väl lämpad att arbeta i de svåra miljöer, som förekommer inom industrin. På grund av långt driven kompensering kan lastcellen arbeta inom ett stort temperaturområde med oförändrad noggrannhet.

Begär specialprospekt G 64-08.

AB BOFORS • BOFORS



Styr — och kontrollsystem



BLOODHOUND



Processkontroll — kemiska industrier



Järnvägskontroll

Automation i Er industri

Förra året åtog sig Ferranti-koncernen lämplighetsstudier för mer än 100 olika industriella användningsområden. Fler uppdrag erhålles varje vecka. Varför? ☐ Alltifrån elektrisk kraftteknik via elektronik till kompletta automatiska system behärskar Ferranti-koncernen en hel värld av avancerad teknologi. Detta är resultatet av mer än 80 års forskning med en ständig penetrering och utforskning av nya vetenskapliga områden. ☐ Detta gäller särskilt inom automatiken.

Ferranti, England är en av de få organisationer i världen som har de nödvändiga förutsättningarna inom alla de områden, som denna teknik berör. (Av denna anledning vänder sig så många industrier till Ferranti med sina automationsproblem). ☐ Skriv till Ferranti angående Ert problem inom automatiken. Ferranti ställer sitt rika förråd av kunskap och erfarenhet till Er tjänst. En lämplighetsstudie av Ferranti kan ge Er svaret.

Sådan är **FERRANTI**

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

DELCO



TRANSISTORER

för höga spänningar

GERMANIUM PNP

Typ	I_C Max. Amp.	$U_{CE(SUS)}$ Volt	vid I_C Amp.	U_{CEX} Volt	vid I_{CBO} mAmp.	h_{FE} vid I_C Amp.
DTG-1000	15	100	8	100 ¹⁾	10	20
DTG-1200	15	120	8	120 ¹⁾	10	20
DTG-1010	15	110	5	325 ²⁾	10	100 ³⁾
DTG-1011	15	80	1	200 ²⁾	15	100 ³⁾
DTG-2000	25	30	8	60 ²⁾	10	25
DTG-2100	25	60	8	80 ²⁾	10	25
DTG-2200	25	80	8	100 ²⁾	10	25
DTG-2300	25	100	8	120 ²⁾	10	25
DTG-2400	25	120	8	140 ²⁾	10	25

Gemensamma värden: F_t — Typiskt värde 250 kc. $U_{BE} = 1.0$ Volt. Termisk resistans = 0.8°C per Watt.



KISEL NPN

Typ	I_C Max. Amp.	$U_{CE(SUS)}$ Volt	vid I_C Amp.	$U_{CE(SAT)}$ Volt	vid I_C Amp.	h_{FE} vid I_C Amp.
DTS-413	1.0	325	0.05 ⁴⁾	0.3 ³⁾	0.5	20/80
DTS-423	2.5	325	0.05 ⁴⁾	0.3 ³⁾	1.0	30/90

Gemensamma värden: $U_{CB\text{ Max}} = 400$ Volt. $U_{EBO} = 5$ Volt. Termisk resistans = 0.8°C per Watt.

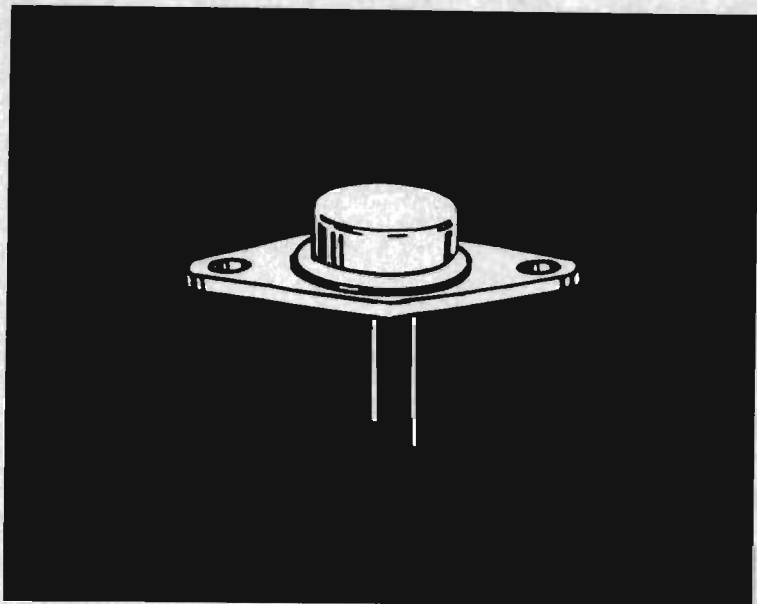
1) U_{CER} 2) $U_{EB} = 0.2$ Volt 3) Typiskt värde 4) $I_B = 2$ mAmp.



För erhållande av ytterligare informationer och datablad var god ring eller skriv till

GENERAL MOTORS NORDISKA AB

Industriavdelningen, Stockholm 20, tel. 44 0180



NYA RCA

2N 3583

2N 3584

2N 3585

NYA NPN-KISEL HÖGSPÄNNINGSTRANSISTORER I RCA:s EKONOMISERIE

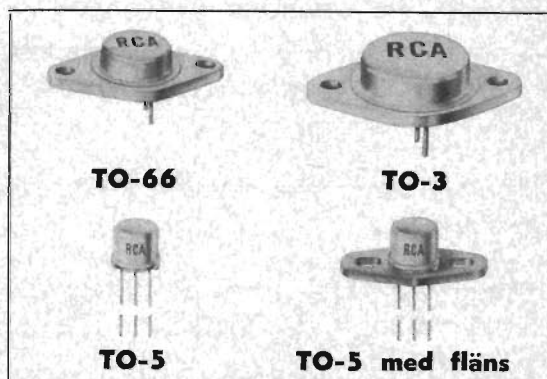
Lämpliga för bl.a.

- Omvandlare
- Likspänningsaggregat
- Operationsförstärkare
- Avlänkningssystem

$$V_{CBO} = 500V_{\max} \quad I_{C\text{topp}} = 5A_{\max}$$

	Max-värden		
	2N3583	2N3584	2N3585
V_{CBO} volt	250	375	500
V_{CEO} (sus) volt	175	250	300
V_{EBO} volt	6	6	6
I_C amp.	2	2	2
I_C (topp) amp.	5	5	5
I_B amp.	1	1	1
Hölje	TO-66	TO-66	TO-66

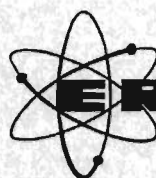
ÖVRIGA HÖGSPÄNNINGSTYPER



	Max-värden			
	2N3439 40255	2N3440 40256	2N3442	2N3441
V_{CBO} volt	450	300	160	160
V_{CEO} (sus) volt	350	250	140	140
V_{EBO} volt	7	7	7	7
I_C amp.	1	1	3	10
I_B amp.	0,5	0,5	2	7
Hölje	TO-5 TO-5 m. fläns	TO-5 TO-5 m. fläns	TO-66	TO-3

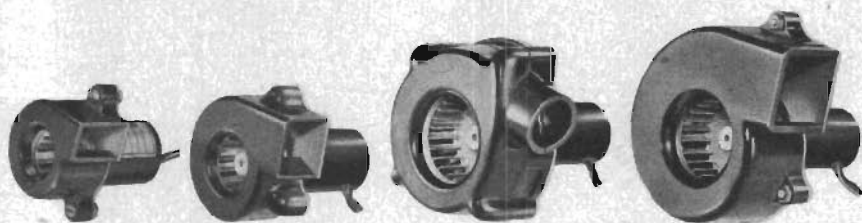
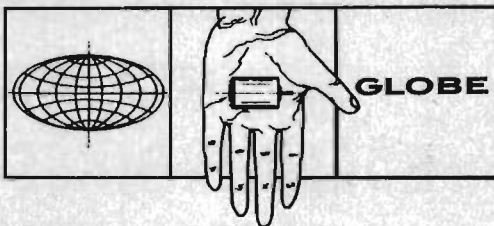


The Most Trusted Name in Electronics



ERIK FERNER

Box 56 Bromma 1 08/252870



GLOBE CENTRIFUGALFLÄKTAR

- Globe högeffektiva miniatyrfläktar utgör svaret på Ert kylproblem: låg vikt, liten storlek och maximal pålitlighet. Dessa centrifugalfläktar levererar ett jämnt, icke pulserande luftflöde för kylning, ventilation eller evakuering.
- Globe miniatyrfläktar är idealiska i all elektronikutrustning bl.a. för punktkylning av elektronrör, transistorer eller andra komponenter.
- Fläktarna finns såväl i växelströms- som likströmsutförande samt för moturs eller medurs rotation.
- Globes program omfattar centrifugal-, axial- och flerstegsfläktar med standard fläkthjulsdiametrar från 0,5" till 8".

Kontakta oss så sänder vi sammanställningskatalog med hela fläktprogrammet.

AERO MATERIEL AB

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



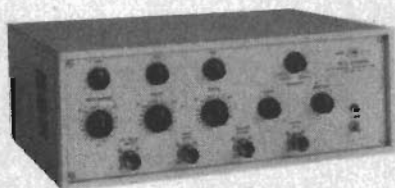
RESEARCH LABORATORIES INC.

NYA PULSGENERATORER



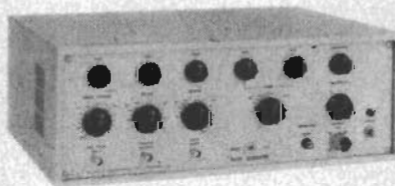
MODEL 120E PRIS: 10.890:—

Repetitionsfrekvens: 100 Hz—20 MHz
Amplitud: 20 volt över 50 ohm
Stigtid: 1,3 ns vid 20 V
 1,0 ns vid 10 V
Pulsvidd: 10 ns—100 ns
 Två utgångar med separata amplitudinställningar



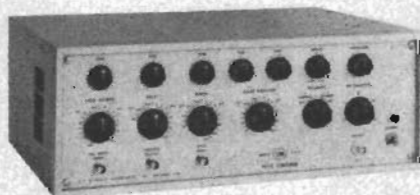
MODEL 122 PRIS: 18.690:—

Repetitionsfrekvens: 1 kHz—200 MHz
Amplitud: 5 V över 50 ohm
Pulskvot: 40 %
Stigtid: 1 ns
Pulsvidd: 1 ns till 100 μs:
 Kontinuerligt varierbar



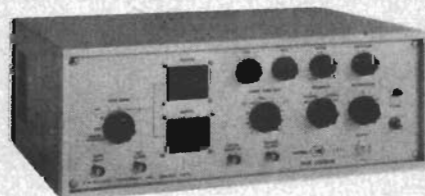
MODEL 133 PRIS: 14.790:—

Stigtid och falltid: 10 ns—10 μs,
 inställbara var för sig
Repetitionsfrekvens: 1 kHz—5 MHz
Amplitud: 20—50 V över 50 ohm
Pulskvot: 50 %
Pulsvidd: 50 ns—300 μs,
 Kontinuerligt varierbar



MODEL 139 PRIS: 8.290:—

Repetitionsfrekvens: 1 kHz—20 MHz
Amplitud: 10 volt över 50 ohm
Pulskvot: 50 %
Stigtid: 6 ns—100 μs,
 Stig- och falltid
 oberoende, varierbara
Pulsvidd: 20 ns—300 μs,
 Kontinuerligt varierbar
 Möjlighet till dubbelpuls



MODEL 171 PRIS: 18.690:—

Programmerbar Pulsgenerator:
Repetitionsfrekvens: 100 Hz—5 MHz
Amplitud: 10 volt över 50 ohm
Stigtid: 6 ns—100 μs,
 Stig- och falltid
 oberoende, varierbara
Pulsvidd: 0,1 μs—9980 μs,
 Digitalt varierbar.



SVEPGENERATORER
 MIKROVAGSFÖRSTÄRKARE
 ELEKTROMETRAR
 SIGNALGENERATORER



ERIK FERNER AB
 Box 56 — BROMMA — Vx 2528 70

STABILISATOR

med

- små dimensioner (7 cm bred)
- utmärkta data
- sensationellt lågt pris

NYTT
från
PHILIPS



Philips nya likspänningsstabilisator PE 4818 har trots mycket små dimensioner (120×68×190 mm) och låg vikt (1,5 kg) utomordentligt goda elektriska data. Aggregatet är kapslat i hölje av slagfast plast med praktisk, modern design.

Utspänningen är inställbar mellan 0,7 och 35 V i ett område. Den automatiska strömbegränsningen är inställbar mellan 6 och 180 mA i ett område. Utgången är isolerad från chassiet och flera aggregat kan serie- eller parallellkopplas, om andra spänningar eller strömmar önskas.



PE 4818

35 V/180 mA. Pris 298 kr.

TEKNISKA DATA:

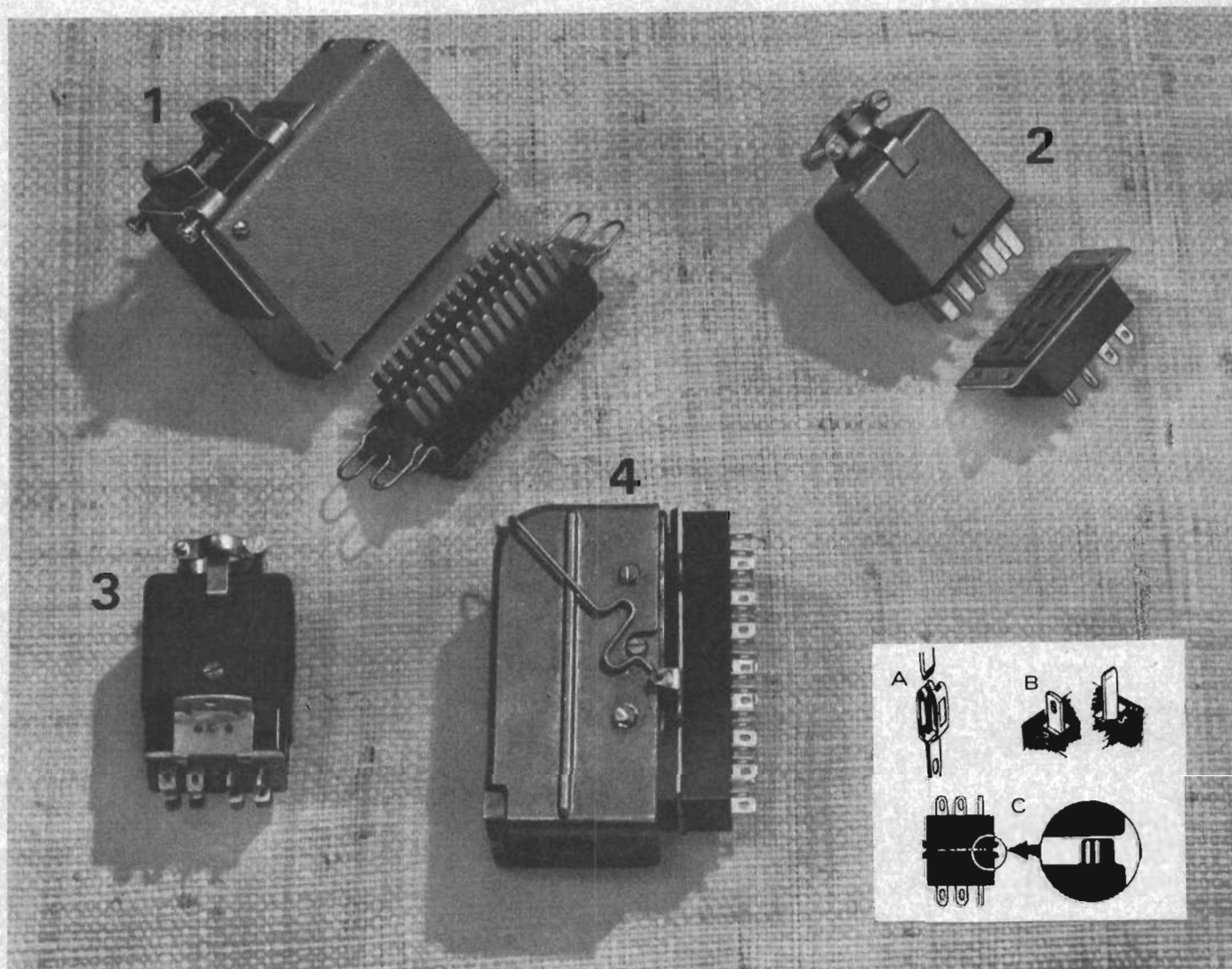
Utspänning	0,7–35 V
Max. uttagbar ström	180 mA
Automatisk strömbegränsning	6–180 mA
Stabilitet	±0,3 % vid ±10 % nätvariation
Inre motstånd	0,3 ohm
Rippel	max. 1,5 mV

Önskas ytterligare upplysningar, tag kontakt med

PHILIPS



Avd. Industriell elektronik
Fack • Stockholm 27 • Tel. 08/63 50 00



1) 159 serien

Flatstiftskontakt med små dimensioner. Slitsade kontaktclips ger 4 kontaktpunkter per stift.

Förgyllda stift, förgyllning på silverplättering, ger utmärkta lödnings- och lagringsegenskaper.

Vändbart kabelintag (90°) underlättar lagerhållningen.

Oförväxlar genom blindstift.

Finns från 7 till 71 poler och med låsanordning.

Arbetsspänning; 350 V=

Overslagsspänning; 4 kV

Kontaktmotstånd; 0,002 Ω (max 0,0025)

Max ström; 5 Amp vid 20° C

Lågt pris

2) Multicon

Flatstiftskontakt. Multiconkontaktarna är gjutna i ett stycke i en nylonblandad fenolharts vilket ger särskilt goda egenskaper vad beträffar isolationsmotstånd, fukt och krypströmmar.

Vid ett ev överslag bildas ingen kolbana varför överslagsspänningen är oförändrad även efter ett överslag (2,5 kV).

Multicon finns med både topp- och sidouttag för sladden och har en hammarlackerad mäsingskåpa.

Finns från 2 till 33 poler

Arbetsspänning; 1000 V=

Overslagsspänning; 2,5 kV mellan kontaktarna och 3 kV till kåpan

Kontaktmotstånd; 0,002 Ω (max 0,0025)

Max ström; 5 Amp

Med eller utan låsning. Se även den infällda bilden och texten.

3) Standard Range

Välkänd typ tillverkad av Painton i över 20 år. Finns från 2 till 33 poler.

Svartlackerad kåpa.

Arbetsspänning; 500 V

Max ström; 5 Amp

4) Multicon Heavy Duty

Multicon Heavy Duty är elektriskt identisk med Multicon. Den skiljer sig mekaniskt ge-

nom en mycket kraftig gjuten kåpa och genom en mycket stabil låsanordning.

Multicon Heavy Duty är konstruerad så att man kan lyfta av kåpan utan att lossa kabelavlastningen.

Även denna kontakt finns med topp- eller sidouttag för sladden.

Multicon och Multicon HD. (infällda bilden)

A Honkontaktarna är uppslitsade så att de ger fyra kontaktytor per stift. Detta ger mycket säker kontakt med lågt kontaktmotstånd. Kontaktstiften är infästa »flytande» för att ge bästa möjliga anpassning till honan.

B På både över- och undersida är siffror ingjutna för att underlätta vid inspektion och montage. (Gäller även honan.)

C Små klackar i varje hörn av fenolkroppen gör att ett litet mellanrum bildas när kontaktarna är sammanfogade, vilket möjliggör luftcirkulation för att motverka kondens.

OVANSTAENDE KONTAKTDON LAGERFÖRES.

SVENSKA PAINTON AB

OBS! Vi har FLYTTAT
Erik Tegelsväg. 35, Spånga

Philips rotoravstämmda magnetron

har genomgått fältmässiga driftprov under flera år

har mycket större avstämningshastighet än andra tekniska lösningar, trots mindre kostnad och vikt

har en avstämningsmekanism som fordrar liten driveffekt

har en avstämningsmekanism som är enkel och som därför har lång livslängd

medger både förinställda program med godtyckliga frekvenser och slumpvisa frekvenshopp medger med lämpligt antennarrangemang "frequency scanning"

medför möjlighet till passiv radarspaning

sänker kostnaden för radarsystem med hoppfrekvens

Data i X-bandet

	YJ 1170	YJ 1180
uteffekt	90 kW	200 kW
avstämningsområde	475 MHz	450 MHz

Avstämningsområdet översveps 2500 gånger per sekund

Prover kan levereras omgående.

"SNURRAN" — nyckeln till hoppfrekvensradar

Snurran är en rotoravstämmd (spin tuned) magnetron som utvecklats inom den svenska Philips-koncernen.

HOPPFREKVENSS GER

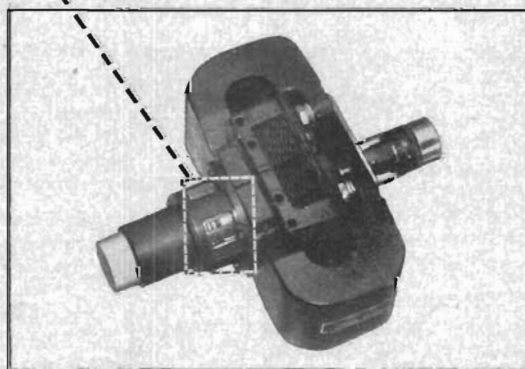
ökad räckvidd tack vare frekvensdiversiteten

största störhållfasthet

bättre målföljning därför att glitter och radomfel överförs till högfrekvent brus i stället för de långsamma, systematiska felen hos fastfrekvensradar

förbättrad kontrast mellan mål och bakgrund vid såväl mark- som sjöreflexer

ett nytt alternativ till interferensproblemets lösning



PHILIPS



Elektronik-komponenter

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

In this issue:

P. 44. JEPSSON, K: *Thin film technique—a survey*

Besides the planar technique used in manufacturing of integrated semiconductor circuits, thin film technique is used to prepare microcircuits. In this article a general survey of the field of thin film circuits is given. The article gives an idea of the level of the thin film technique today and is mainly based upon information given to the author during a visit to the Mullard Thin Film Division, Mitcham, England. Also information from the research laboratories and manufacturers of thin film circuits in the U.S.A. as well as in Sweden is presented in the article.

P. 52. JEPSSON, K: *What designers should know about thin film circuits*

The introduction of thin film circuits in different types of electronic equipment places new demands upon the designers of the equipment. In this article the author points out some of the problems that will meet the designer when he is going to convert his circuits into thin film circuits. Even some basic rules for the design of thin film circuits are given.

P. 64. FORSHUFVUD, R: *Reliability and failure modes of monolithic circuits*

American figures show that semiconductor integrated circuits are usually very reliable (failure rates are reported to be in the order of 0.02 % per 1000 h at 85° C). But reliability does not arrive automatically as soon as somebody puts something in a multi-lead package and calls it an integrated circuit. The manufacturer must apply a number of screening processes—visual inspection, centrifuging, burning-in etc. The user can protect himself against circuits of bad quality by means of a tight incoming inspection. To be able to design a good testing program, however, one should know the different types of failure modes. In this paper, the most common failure modes are described: bonding failures, open circuits in the metalizing, and inversion layers.

P. 76. DYMLING, S: *How to handle semiconductor integrated circuits*

Semiconductor integrated circuits raise new problems in handling and system design which the designer of conventional equipment is not used to. Some of these special problems and their solutions are dealt with in this article.

P. 84. WEYDE, B; ERIKSSON, L: *Weldable PC cards for semiconductor integrated circuits*

The full advantage of semiconductor integrated circuits in respect to high reliability, small dimensions and easy mounting is achieved only by welding the circuits to the PC card. Although the welding technique is not yet quite satisfying and has to be further improved, welding is in most cases superior to soldering. The article deals with some of the problems involved in these techniques and it also gives a comparison between soldering and welding in number of operations and time required.

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

Mikroelektroniska framtidsperspektiv

Förra numret av ELEKTRONIK var ägnat mikroelektroniken. Även detta nummer är ett specialnummer ägnat samma tema. Flera av vårt lands ännu så länge fåtaliga experter på detta område har i dessa två specialnummer belyst olika sidor av den nya märkliga teknologi som går ut på att integrera hela elektroniska funktionsenheter i små halvledarkristaller eller på små isolatorskivor.

Avsikten med de två specialnumren om integrerad elektronik har varit att belysa de problem som den integrerade-kretstekniken ställer projektledare, tekniker och konstruktörer på elektronikområdet inför.

Som framhölls

i förra månadens ledare är det en formlig störtflod av nytt kunskapsstoff som väljer fram inom denna sektor av elektroniken. Det nya lärostoffet når oss i mer eller mindre obearbetat skick i form av tidskriftsartiklar, i föredrag och symposier, i broschyrer och firmatryck.

Det tar sin tid innan allt detta nya material kan kondenseras i regelrätta läroböcker. Under en övergångstid måste därför de nyheter som facktidskrifterna förmedlar utgöra en av de viktigaste kunskapskällorna på detta område. ELEKTRONIK:s redaktionella ledning är väl medveten om detta och kommer att se till att denna sektor inom elektroniken blir så allsidigt belyst som möjligt.

I förbigående

kan här nämnas att ELEKTRONIK:s båda specialnummer i år för mikroelektronik (nr 2 och 3), kommer att utges i form av en publikation i en ny bokserie »Elektronik i dag», som kommer att utges på Nordisk Rotogravyrs förlag. Att denna publikations livslängd inte beräknas bli större än ett eller annat år innan innehållet blir definitivt föråldrat kan uppfattas som ett drastiskt exempel på den utomordentligt snabba takt som karakteriserar utvecklingen på detta område.

Det har

framförts den åsikten att mikroelektroniken skulle innebära en fara för vårt lands försvar genom att svensk elektronikindustri — som i viktiga avseenden stöttar vårt lands starkt elektroniserade försvar — blir helt beroende av de amerikanska forskningslaboratorierna och tillverkarna på mikroelektronikområdet. Genom att vi i Sverige inte har resurser för en egen fabrikation av mikroelektroniska produkter — i varje fall inte integrerade halvledarkretsar — skulle våra konstruktörer inte längre få samma möjligheter att inverka på utvecklingen av dessa och skulle då inte få så fria händer att bygga sin apparatur och sina elektroniksystem som tidigare. De skulle vara hänvisade till de funktionsenheter som de amerikanska mikroelektroniktillverkarna släpper fram.

Det ligger

nog en hel del tänkvärt i detta. Men man kanske inte skall överdriva farhågorna. Vi har hittills klarat oss rätt bra här i landet utan någon inhemsk komponentindustri. Vi har exempelvis under det senaste decenniet, då »Stril 60» byggts upp och Viggen-projektet förverkligats, varit helt i händerna på utländska tillverkare av t.ex. transistorer, mätinstrument och navigationshjälpmedel.

Sannolikt blir de integrerade kretsarna från de amerikanska företagen ganska snart katalogvaror som kommer att finnas i så rikhaltiga och differentierade sortiment, att konstruktörerna får tillräckligt spelrum för egna idéer. Man har därför svårt att på allvar tro att våra möjligheter att bygga effektiv elektronisk apparatur för vår industri och för vårt försvar skulle väsentligt försämrats genom att vi inte blir i stånd att själva leverera vissa av de mikroelektroniska byggstenarna som i framtiden måste ingå i den.

(Sch)

Jämsides med utvecklingen av integrerade halvledarkretsar i planarteknik har under de senaste åren utvecklats metoder att framställa integrerade kretsar genom att på lämpligt underlag fälla ut tunna filmer. Till skillnad från vad som är möjligt med halvledarkretsar medger tunnfilmtekniken även framställning av induktansspolar. Däremot kan man inte ännu med tillämpande av tunnfilmteknik serietillverka dioder eller transistorer.

De tidigaste metoderna att belägga ett underlag, s.k. substrat, med ett tunt skikt av ett främmande material byggde i regel på kemiska förlopp. Detta är fallet t.ex. vid framställning av speglar, vid förnickling och förkromning etc. För några tiotal år sedan fann man emellertid att tunna skikt — åtminstone på relativt begränsade ytor — kan appliceras medelst förångning. Förångningsprocessen går till så att man upphetar beläggingsmaterialet så att det förgasas. Därefter låter man det gasformiga materialet träffa substratets yta, som därigenom kommer att överdras med en tunn hinna av beläggingsmaterialet.

Material för substratet

De material som skall användas till underlag för tunnfilmkretsar måste ha god isolation, som helst måste vara konstant vid varierande temperatur. Substratets yta måste kunna slipas till en mycket hög grad av jämnhet, det måste erbjuda god vidhäftning för de förångningsmaterial man ämnar använda. Slutligen måste substratets värmeavledande egenskaper vara goda.

Av de material som hittills provats, torde endast vissa sorters glas, några keramiska material och därutöver möjligen kiseloxid vara användbara.

Den elektriska ledningsförmågan hos glas beror huvudsakligen på förekomsten av rörliga sodajoner på glasets yta (1)¹. Jonvandringen försiggår även om glaset är absolut torrt och har sålunda ingenting att göra med de elektrolysfenomen som uppträder på fuktiga glasytor. Tyvärr är

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

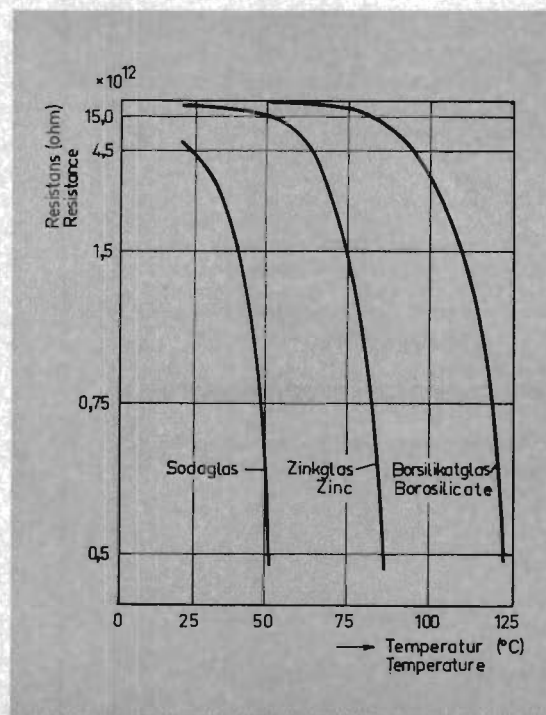
jonvandringen hos glas också starkt temperaturberoende, vilket gör att glasets resistivitet minskar snabbt vid ökande temperatur, se fig. 1. Som framgår av fig. minskar resistiviteten hos soda- och zinkglas vid lägre temperatur — redan vid 50° C — än hos borsilikatglas, vilket är en betydande nackdel.

Sodaglasets yta har dessutom en yt-
ojämnhet av ca 50 Å, dvs. av samma stor-

Fig. 1

Resistansen hos tre glassorter som funktion av temperaturen. För borsilikatglas erhålles vid 100° C en resistans som är större än $3 \cdot 10^{12}$ ohm, vilket är fullt acceptabelt för glas som skall användas som substrat för tunnfilmkretsar. Hos soda- och zinkglas är däremot resistansen alltför temperaturberoende. Mätningarna, som utförts vid Mullard i England, avser substrat med en yta av 2 cm².

Resistance of three types of glass as a function of temperature. At 100° C borosilicate glass has a resistance of $3 \cdot 10^{12}$ ohms, which is satisfactory for material used as substrate for thin film circuits. Soda glass and zink glass are, however, too dependent to temperature. Measurements are carried out at Mullard in England on various types of glass.



en orientering

I föreliggande artikel har författaren sammanställt en del uppgifter om hur långt man nått när det gäller utveckling och tillverkning av integrerade tunnfilmkretsar. Artikeln bygger till stor del på material från ett studiebesök vid Mul-lards tunnfilmavdelning i Mitcham, England, men även uppgifter från amerikanska företag och forskningscentra refereras, liksom resultat från svensk forskning på detta område.

leksordning som tjockleken hos de filmer som skall deponeras på substratet. Sodaglas är därför inte lämpligt att användas som substrat för tunnfilmkretsar.

Glas lämpligt som substrat i tunnfilmkretsar tillverkas industriellt av åtminstone en glasfabrikant, *Corning Glass Works*, USA, vars glastyper 0211 och 7059 visat sig lämpliga för detta ändamål (2).

Keramiska material har avsevärt bättre

värmeledningsförmåga än glas och är ur denna synpunkt mycket lämpliga att använda som substrat. Å andra sidan är det svårare att bearbeta de keramiska materialen så att de får tillräcklig grad av ytfinhet. Ett tänkbart sätt att lösa detta problem, vilket f.ö. prövats i USA, är att på ett keramiskt underlag framställa en tunn glashinna, varvid glaset får utgöra lämplig yta för tunnfilmdeponeringen, medan

keramikbasen ger de önskade värmeavledningsegenskaperna. Ett av de keramiska material (3) som är bäst lämpade att använda som substrat för tunnfilmkretsar är berylliumoxid (BeO).

I USA använder man huvudsakligen keramiska substrat från *American Lava* vid tillverkning av tunnfilmkretsar, medan man i Europa ännu så länge i huvudsak

Fig. 2

En del av den dammskyddade anläggning vid Mul-lards tunnfilmavdelning i Mitcham som används för bearbetning av substraten för tunnfilmkretsar. I den del av anläggningen som ses t.v. på bilden sker tvättning och sköljning av substraten, i mitten ses den transportör med vars hjälp substraten förflyttas inom anläggningen; t.h. en del av den apparatur med vilken förägningsprocesserna kontrolleras.

Production facilities for thin film circuits at Mul-lard in Mitcham. It consists of a series of radial arms, each being a combination of "clean" or vacuum regions interconnected by air-lock doors. The arms are interconnected by means of a travelling "clean" air-conditioned trolley which is programmed to carry partially processed substrates between the radial arms. New substrates enter at the left side of the system where they are cleaned. Deposition of thin film is carried out at the right side of the system.



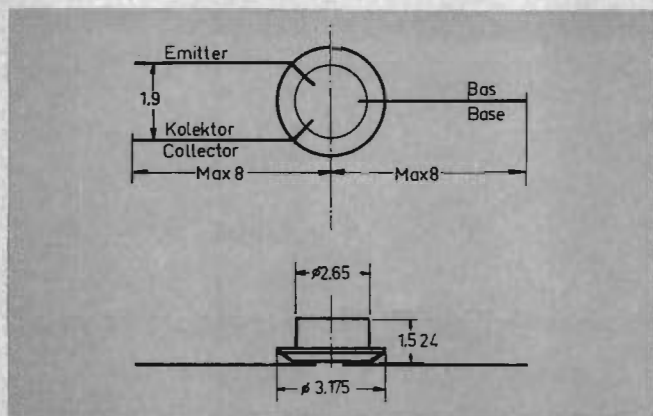


Fig. 3

Måttsskiss över en transistor i s.k. Roberts-kåpa. Även dioder kan inrymmas i höljen av samma utförande. (Enligt Mullard.)

Outline sketch of a transistor in a so-called Roberts-case. Even diodes can be encapsulated in such a package. (According to Mullard.)

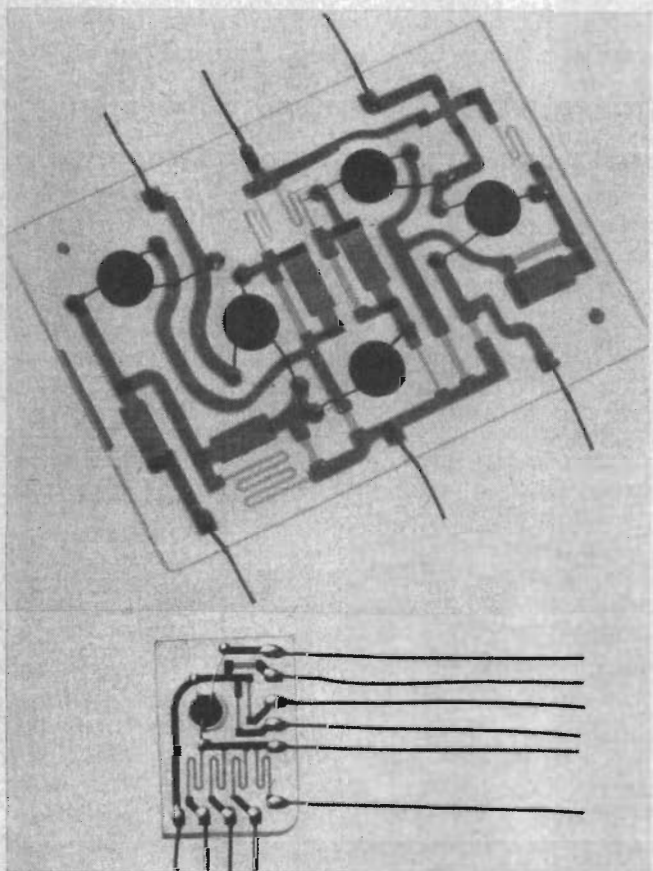


Fig. 4

Överst på bilden visas en tunnfilmkrets med fyra transistorer och en diod i Roberts-kåpa (jfr fig. 3). Nederst på bilden visas en NOR-grind i tunnfilmutförande och med en transistor i TO-18-kåpa. (Foto: Mullard.)

The upper picture shows a thin film integrated circuit equipped with four transistors and one diode, all encapsulated in Roberts-cases (comp. fig. 3). The lower picture shows a thin film integrated circuit, a NOR-gate, equipped with one transistor in a TO-18-case. (Photo: Mullard.)

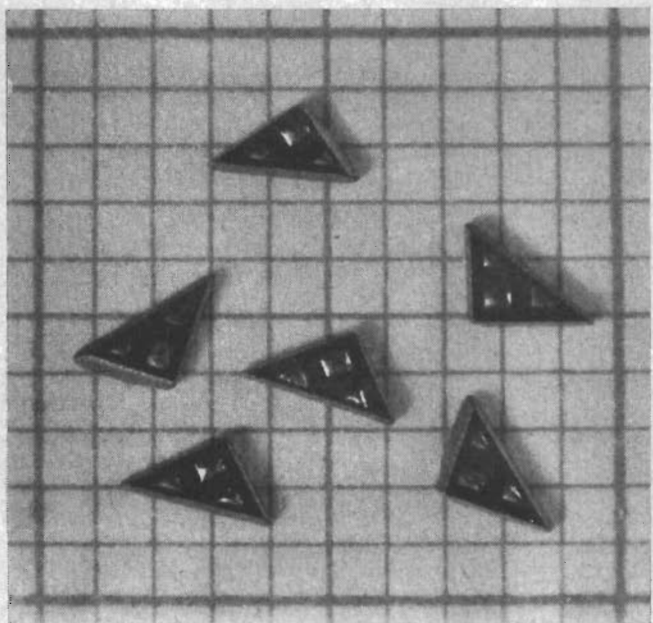


Fig. 5

»Triangeltransistorer» utvecklade av Transistorgruppen vid Kungl. Tekniska Högskolan i Stockholm i samarbete med Institutet för halvledarforskning (Hafö). Rutorna på vilka transistorerna är placerade är 1 mm². Observera att dessa transistorer är försedda med tre förtentade kontakt-ytor i stället för tillrednings-trådar.

Triangular transistors developed in cooperation between The Transistor Research Group of the Royal Institute of Technology and the Institute of Semiconductor Research, Stockholm. The transistors are placed on a sectional paper with squares of 1 sq. mm. Observe that the chips have three tinned contact areas instead of leads.

använder borsilikatglas som substrat. Detta glas kan lätt framställas i lämpliga storlekar och poleras till samma ytfinitet som en god kameralins. De vanligaste substratformaten är 25×25 mm, 20×30 mm och en del format baserade på hela eller delar av tum. Mullard använder, liksom även Kungl. Tekniska Högskolan (KTH), 20×30 mm som standarddimension.

Stränga miljökrav

Oavsett vilka typer av substrat och deponeeringsmaterial som användes krävs en myc-

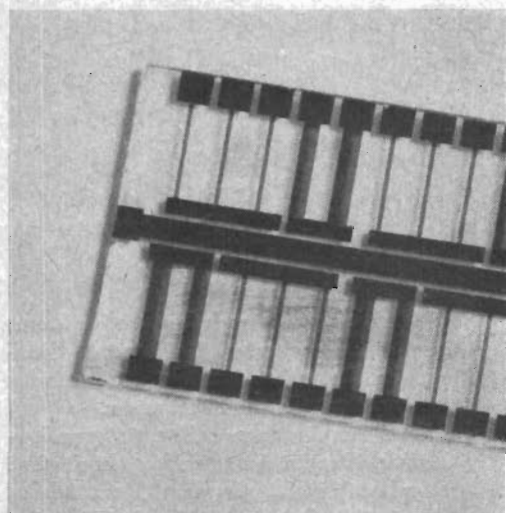


Fig. 6

Substrat med tunnfilmkrets för fyra NAND-kretsar, vars layout har gjorts så att de »triangeltransistorer» som visas i fig. 5 skall kunna användas. Se även fig. 7. Substratet har dimensionerna 20×30 mm.

Substrate with thin film circuit for four NAND-gates. The circuit has such a layout that it is fitted for the triangular transistors shown in fig. 5. Dimensions of substrate are 20×30 mm.

ket ren och dammfri tillverkningsmiljö. Ett enda dammkorn kan förstöra en hel tunnfilmkrets i praktiskt taget vilket som helst skede av tillverkningen. Man eftersträvar därför att såvitt möjligt låta hela produktionen ske i en enda, helt dammskyddad anläggning. Mullard har t.ex. en dammskyddad anläggning i form av ett antal dammfria boxar vilka placeras i stjärnform, se fig. 2. I centrum av »stjärnan» finns en transportör, med vars hjälp substraten kan förflyttas från box till box utan att de behöver tas ut i arbetslokalen. Sedan glasplattorna en gång förts in i det dammfria utrymmet, lämnar de inte detta förrän de är helt klara och skall förses med diskreta komponenter, exempelvis transistorer.

Innan deponeringen av tunnfilmen sker rengöres substraten ytterst noga. Rengöringen, som också utföres i det dammfria utrymmet, sker genom att man först agiterar substraten i en »ultraljud-tvättmaskin», i ett bad innehållande ett lämpligt tvättmedel. Efter tvättningen följer upprepade sköljningar i såväl vanligt som destillerat och avjoniserat vatten. Rengöringen avslutas med tvättning i alkoholånga eller freonånga. Freon är ytterst lämpligt för detta ändamål, eftersom det har lägre ytspänning än alkohol och kokar redan vid $+47^{\circ}\text{C}$.

och *molybden*, vilka har mycket hög smältpunkt. *Philco Corp.* bl.a. har meddelat att man med framgång använt tantal, som har smältpunkten vid 2000°C , för tunnfilm-motstånd i såväl linjära som digitala kretsar (3).

Som ledningsmaterial vid kontaktmaskmetoden användes guld. Kombinationen av guld på nikrom ger vid de aktuella filmtjocklekarna resistansen $0,5\text{ ohm/kvadrat (ohm/}\square\text{)}$.² Vid mycket smala och långa

²Se artikeln *Bra att veta om tunnfilmkretsar* på sid. 52 i detta nummer.

tiva andelarna av bariumoxid och titandioxid och deras blandningsprodukter, samt på de betingelser under vilka depositionen utförts. (3).

Dioder och transistorer

När det gäller dioder och transistorer är man ännu så länge i tunnfilmsammanhang hänvisad att använda diskreta komponenter, vilka löds in på sina platser på substratet.

I de fall då substratet är tillverkat av glas borrar man vanligen hål genom substratet, i vilka dioder och transistorer pla-

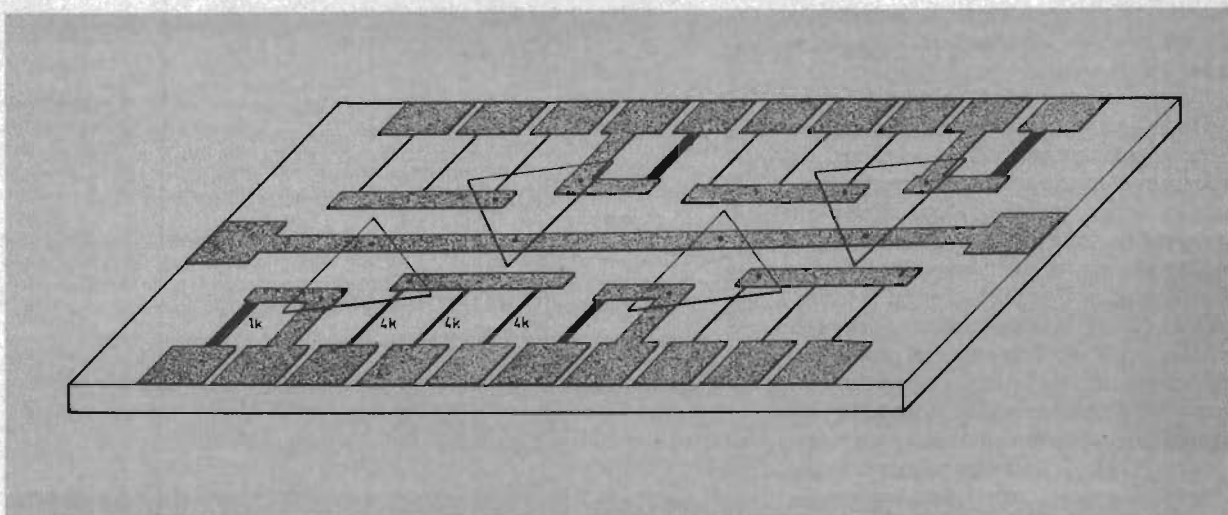


Fig. 7

Skiss visande placeringen av »triangeltransistorerna» på det substrat som visas i fig. 6. De svarta fälten är tunnfilm-motstånd, partierna med raster är ledningar.

Sketch showing placement of the triangular transistors on the substrate shown in fig. 6. Black areas are the resistors of the circuit, screened areas are the leads of the circuit.

Material för förångning

Även det material som skall deponeras på substraten måste uppfylla mycket stränga krav. En amerikansk tillverkare (2) uppger t.ex. att guld och koppar som skall användas för förångning måste ha en renhetsgrad av 99,99 %. Vilket material som används för förångning beror främst på den funktion den färdiga tunnfilmen skall ha samt på vilken tillverkningsmetod man avser använda.

Som motståndsmaterial väljer man i allmänhet nikrom, men även *cermet*, som är en blandning av krom och kisel, brukar förekomma.

För närvarande håller man vid olika företag på att undersöka möjligheterna att använda sådana material som *niob*, *tantal*

ledare kan alltså ledarens resistans bli avsevärd, jämförd med den ledningsresistans som erhålles vid konventionell ledningsdragnings och vid kretskortsteknik.

Vid *Bunker-Ramo Corp.*, USA, har man undersökt ett antal blandmaterial, krom/guld, krom/koppar, cermet/guld, cermet/koppar (2) med avseende på användning som ledningsmaterial i tunnfilmkretsar.

För kondensatorer används i allmänhet aluminium för de båda »beläggen» och som dielektrikum använder samtliga fabrikanter kiseloxid. Vid *General Telephone & Electronics Laboratories*, USA, har man emellertid nyligen visat att tunna filmer av baryumtitanat (BaTiO_3) vid rumstemperatur kan ge dielektricitetskonstanter på mellan 10 och 1300, beroende på de rela-

ceras nedsänkta. Man använder antingen speciella mikrominiatyrkomponenter eller standardkomponenter.

Mullard tillverkar bl.a. ett flertal specialtransistorer och -dioder i en s.k. Roberts-kåpa, se fig. 3. Elektriskt är transistorerna i Roberts-kåpan analoga med de konventionella epitaktiska planartyperna BSY38—BSY39, vilka är avsedda att användas i snabba databehandlingskretsar och switchar. BSY38 har en strömförstärkningsfaktor $h_{FE}=30-60$ och BSY39 har $h_{FE}=40-120$; enhetsgränsfrekvensen f_T ligger omkring 350 MHz.

Eftersom transistorerna och dioderna måste lödas in i tunnfilmkretsen har man alltså tämligen fritt val när det gäller dessa komponenter. Enda begränsningen utgör

egentligen komponenternas fysiska storlek. För närvarande utgör dimensionerna för TO-18-kåpan den övre gränsen när det gäller aktiva komponenter som skall placeras i hål i substratet. I fig. 4 visas ett exempel på en krets med halvledarkomponenter i Roberts-kåpa och en krets med en transistor i TO-18-kåpa.

När det gäller aktiva element för tunnfilmkretsar har Transistorgruppen vid Tekniska Högskolan i Stockholm i intimt samarbete med *Institutet för halvledarforskning, Hafo*, (4) tagit fram en ny transistorkonfiguration, »triangeltransistorn», se fig. 5. »Triangeltransistorn» är av planartyp och kännetecknas av att samtliga tre elektroder gjorts tillgängliga från en och samma sida. Den nya transistoren är dessutom originell såtillvida som den saknar konventionella tilliedningstrådar och i stället är försedd med tre förtenta kontaktytor, som leder till transistorns inre.

Genom en omsorgsfullt planerad layout av tunnfilmkretsen är det möjligt att utforma kontaktytorna i kretsen så att de svarar mot transistorns tre förtenta kontakter. Sedan transistoren anbringats på plats, vilket enklast sker genom att den skakas ner genom ett triangulärt hål i en jigg, kan man värma substratet tills tennet på transistorns kontakter smälter och man erhåller en fullt betryggande anslutning till kretsen. I fig. 6 visas ett substrat för fyra NAND-kretsar vilket utformats för användning tillsammans med triangeltransistorer. I fig. 7 visas hur triangeltransistorerna placeras på substratet. Avsikten är att man i ett senare skede skall placera två substrat med de tunnfilmbelagda yorna mot varandra, varvid man dels erhåller ökad mekanisk stadga, dels skapar ett skydd för tunnfilmkretsar och transistorer.

Tunnfilmtransistorn

Det är givetvis en betydande nackdel att man inte kan deponera även aktiva element på substraten på samma sätt som de passiva. Det pågår emellertid ett intensivt arbete på att lösa detta problem. I juni 1962 publicerade *P K Weimer* vid *RCA Laboratories* i Princeton en första redogörelse om arbetet med en tunnfilmtransistor (5) och nästan exakt två år senare meddelade *H Borkan* att man lyckats framställa helt förångade kretsar med såväl aktiva element som passiva komponenter helt i tunnfilmteknik (6). Dessa arbeten har gett utomordentligt lovande resultat, utom på en mycket väsentlig punkt, nämligen långtidsstabiliteten; tunnfilmelementens långlivs-stabilitet är ännu så länge dålig jämfört med den för aktiva element av planartyp. Man har emellertid haft tunnfilmtransistorer i drift under en relativt lång tid och man har kommit så långt i utvecklingsarbetet att man fått någorlunda klara begrepp om relationerna mellan deras fysikaliska parametrar och elektriska egenskaper.

Hittills har man undersökt två typer av

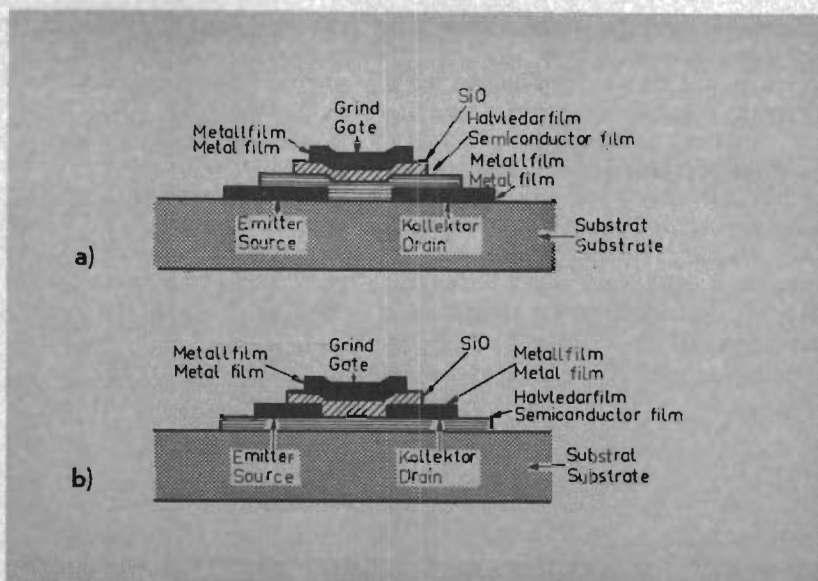


Fig. 8

Genomskärning av de två hittills kända typerna av tunnfilmtransistorer. a) »Stackad» tunnfilmtransistor, vilken kännetecknas av att grindelektroden är placerad på den ena och emitter- och kollektorelektroden på den andra sidan av halvledarfilmen. b) »Coplanar» tunnfilmtransistor, vilken kännetecknas av att halvledarfilmen är deponerad direkt på substratet och att samtliga övriga belägg är placerade ovanpå halvledarfilmen. (Enl. Borkan, RCA.)

Sectional drawing of the two types of thin film transistors (TFT) known today. a) Stacked TFT which is characterized by the gate being placed on one side and the source and drain electrodes on the other side of the semiconductor film. b) In the coplanar TFT, the semiconductor film is deposited directly on the substrate, while all electrodes are placed on the upper side of the semiconductor film. (Acc. to Borkan, RCA.)

Fig. 9

En 3-stegs direktkopplad bredbandsförstärkare helt utförd i tunnfilmteknik. Tunnfilmtransistorerna upptar ett litet område mitt på substratet. (Ur *Electronics*, 20 april 1964. Copyright McGraw-Hill.)

Cascaded three stage direct-coupled wide band amplifier in thin film techniques even with TFT's, which can be seen in the middle of the circuit. (From *Electronics*, April 20, 1964. Copyright McGraw-Hill.)

Fig. 10

Förstoring av en del av en 30-stegs »avsökningskrets» i tunnfilmutförande. Denna krets har en komponenttäthet på inte mindre än 160 steg per cm^2 , vilket med en substrat-tjocklek på 1 mm ger en packningstäthet av 1500 steg per cm^3 , vilket i runt tal motsvarar 9000 komponenter per cm^3 . (Ur *Electronics*, 20 april 1964. Copyright McGraw-Hill.)

Enlarged portion of 30 stage thin film scan generator with TFT's and diodes. This circuit has a density of 160 stages per sq. cm which gives a component density of 9000 components per cu. cm , if the substrate has a thickness of 1 mm. (From *Electronics*, April 20, 1964. Copyright McGraw-Hill.)

tunnfilmtransistorer, nämligen »stackade» och »coplanara», se fig. 8. Den förstnämnda typen kännetecknas av att emitter (»Source») och kollektor (»Drain») ligger på det deponerade halvledarmaterialets ena sida, under det att grindelektroden (»Gate») ligger på motsatt sida. Den »coplanara» tunnfilmtransistor däremot har samtliga tre elektroder på samma sida om halvledarmaterialet (fig. 8b).

Fördelen med tunnfilmtransistorer — bortsett från det rent tillverkningstekniska — är att man för dessa kan använda polykristallint material. Det är alltså inte nödvändigt att först framställa relativt stora kristaller och därefter genom dopning utforma skivor av kristallen till transistorer eller monolitiska mikrokretsar. Lämpligt halvledarmaterial är N-dopad kadmiumsulfid (CdS), men även kadmiumselenid

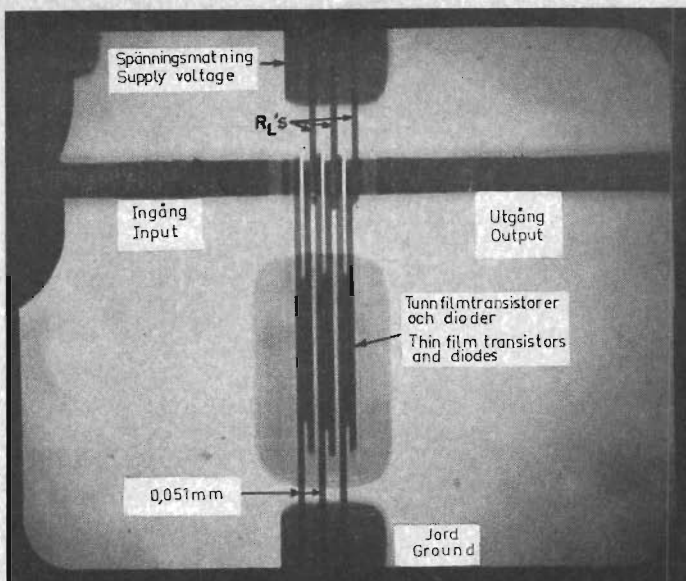


Fig 9

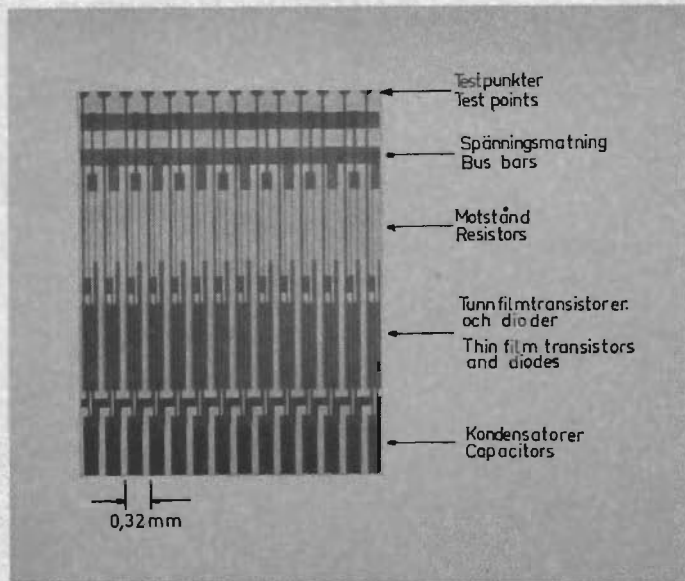


Fig 10

Fig 11 a

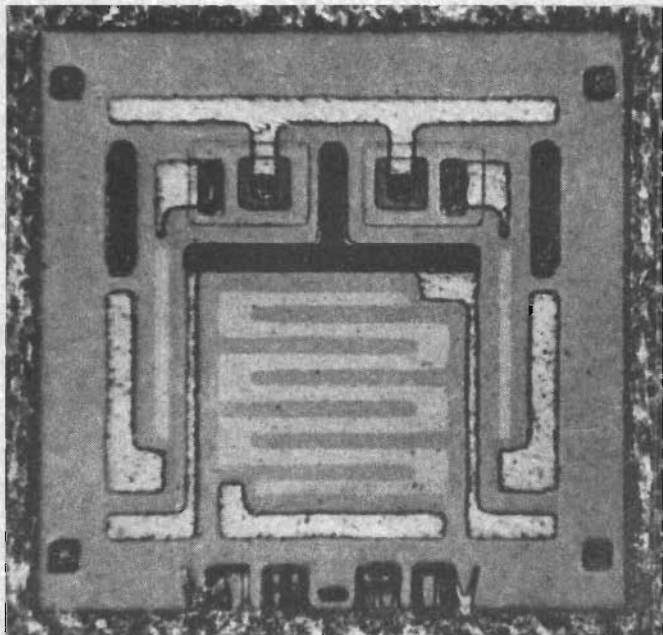


Fig 11 b

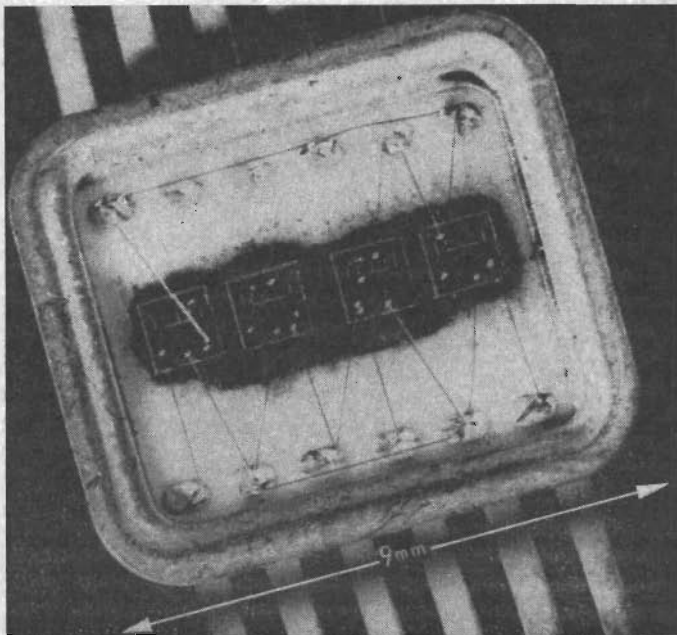


Fig. 11

a) Hybridskrets med två transistorer i ett monolitblock med tillhörande ledningar och motstånd deponerade på monolitblocket medelst tunnfilmt teknik. Kretsen, som är en NOR-grind, har en yta på nästan exakt 1 mm². b) Fyra grindar av den typ som visas i a) har här kombinerats i ett och samma hölje – en flat kåpa – till ett halvt skiftregister. (Foto: Telefunken.)

a) Hybride circuit with a chip containing two transistors and with resistors and leads deposited as thin film on the chip. The circuit which is a NOR-gate, has an area of almost exactly 1 square mm. b) Four of the hybride circuits shown in a) are here combined into half a shift register, encapsulated in a flat package. (Photo: Telefunken.)

(CdSe) har provats med viss framgång. Som elektrodmaterial använder man guld eller aluminium och som isolator kiselmonoxid eller kalciumfluorid. Typiska filmtjocklekar är $< 1 \mu\text{m}$ för halvledarmaterialet och $< 0,1 \mu\text{m}$ för isolatorn. »Kanalen» mellan emitter och kollektor är ca $10 \mu\text{m}$ bred.

För att man skall erhålla högresistivt halvledarmaterial avsättes kadmiumsulfid

den på ett upphettat substrat och bakas därefter i luft. Sulfiden deponeras i en särskild vakuumpkammare under det att samtliga andra förångningar sker i en annan. Den »coplanara» tunnfilmtransistorn är lättare att framställa än den »stackade», bl.a. därför att man kan deponera kadmiumsulfiden utan risk för att skada några underliggande elektroder.

Mätningar på laboratorieexemplar av

tunnfilmtransistorer har visat att man kan erhålla en förstärkning-bandbreddsprodukt (FB-produkt) på minst 25 MHz, vilket är tillräckligt för många typer av bredbandsförstärkare. På enstaka exemplar har uppnåtts FB-produkter på över 100 MHz. Temperaturberoendet är, liksom hos alla halvledarkomponenter, framträdande; för en temperaturändring från -130 till $+120^\circ \text{C}$ anger Borkan en ökning av kol-

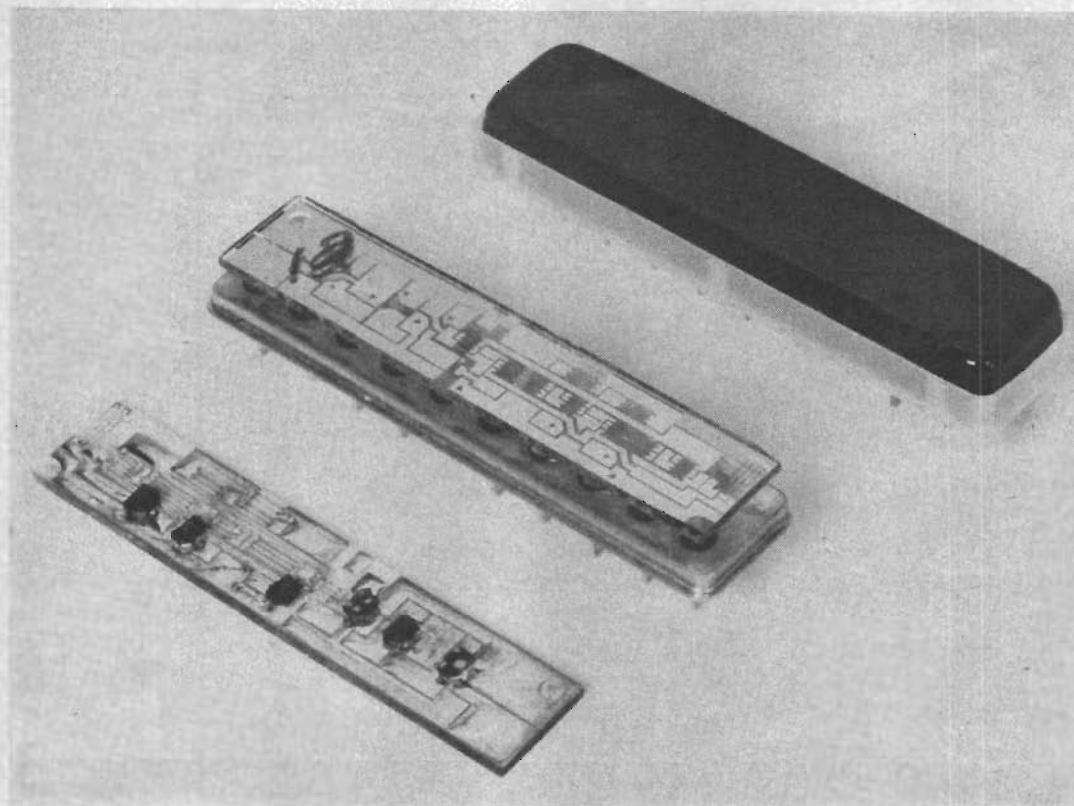


Fig. 12

En dubbelgrind tillverkad av Philips i form av en hybridkrets. Nedst på bilden ses kretsen med ledningar och motstånd i tunnfilmutförande och kondensatorer och transistorer i form av diskreta komponenter. I mitten visas hur kretsen monterats på en 19-stifts »sockel» och överst på bilden visas kretsen inmonterad i sitt hölje.

Double gate manufactured by Philips as a hybride circuit. From the bottom: The thin film circuit with capacitors and transistors as discrete components, the circuit mounted on a 19-pin socket and then encapsulated in its case.

lektorströmmen med en faktor 100. Switch-egenskaperna är goda; man har mätt upp 2 mA ändring av kollektorströmmen på mindre än 30 ns.

Bland de kretsar med tunnfilmtransistorer som hittills konstruerats på laboratorienivå återfinnes en tre-stegs direktkopplad förstärkare med en spänningsförstärkning inemot 100 ggr, se fig. 9. En »avsökningskrets» av skiftregisterliknande uppbyggnad med över hundralet aktiva tunnfilmelement samt ett motsvarande antal motstånd och kondensatorer — alltsammans deponerat på samma substrat där tunnfilmtransistorerna upptar en yta av 100 mm² — visas i fig. 10. I kretsen ingår 30 steg, villkas ingångar matas med klockpulser som överför binär information. Varje steg består av två tunnfilmtransistorer, en tunnfilmdiod, två motstånd och en kondensator.

Enligt forskarna vid RCA kan tunnfilmtransistorn väntas bli idealisk för digitaltekniska tillämpningar, speciellt i datamaskiner. Detta hänger samman med att man kan deponera kompletta logiksystem med OCH- och ELLER-grindar samt inverterare i långa rader på ett och samma substrat. Man utgår härvid från användande av parallellkretsar med alla emitterar resp. kollektorer sammanbundna.

Hybridteknik

Som det för närvarande ser ut, måste man räkna med att det kommer att dröja ännu

en tid innan tunnfilmtransistorn och -dioden kommer i reguljär produktion. På åtskilliga håll arbetar man därför med en kombination av planar- och tunnfilmt teknik, vilket har resulterat i s.k. *hybridkretsar*. En hybridkrets kan vara en monolitkrets, på vars yta man medelst förångning deponerar ledare, motstånd, kondensatorer och induktansspolar, eller det kan vara en tunnfilmkrets, kombinerad med ett planarblock, som innehåller samtliga aktiva element.

Båda dessa varianter är redan nu praktiskt genomförbara. *Telefunken AG* tillverkar bl.a. en NOR-grind med två ingångar i hybridutförande, se fig. 11. De tillhörande två transistorerna diffunderas på sedvanligt sätt ner i ytan på en kiselplatta, varefter såväl ledningar som motstånd förångas på ovensidan. I detta sammanhang bör tilläggas att alla monolitkretsar har ledningsmönster i tunnfilmt teknik; det är först när passiva komponenter tillkommer som man talar om hybridkretsar.

Philips har offentliggjort data för tre typer av logikkretsar i hybridutförande, se fig. 12. Det rör sig om en inverterande trippelgrind (positiv NAND eller negativ NOR), en inverterande dubbelgrind samt en bistabil vippa. Samtliga kretsar är uppbyggda på ett substrat med ledare och motstånd i tunnfilmt teknik och med kondensatorer, dioder och transistorer i form av diskreta komponenter. Totalmått (ytter-

mått på kåpan) för de kompletta kretsarna är: längd 53,7 mm, bredd 14,2 mm och höjd exkl. kontaktstift 7,5 mm.

Även när det gäller hybridkretsar av avancerad art har Hafo i samarbete med Transistorgruppen vid KTH hållit sig väl framme. För närvarande pågår försökstillverkning av en monolitkrets med tre transistorer, på vilken man med tunnfilmt teknik deponerar erforderliga motstånd och ledningar, se fig. 13.

En speciell tillämpning av hybridtekniken utgör den nya MOS-transistorn (eng. Metal Oxide Semiconductor), se fig. 14. Det rör sig här om en fälteffekttransistor, vars emitter och kollektor framställs genom att man i ett monolitiskt P-substrat dopar ner två nära varandra befintliga, starkt ledande N+-områden. Dessa N+-områden utgör MOS-transistorns emitter och kollektor. Substratets yta överdras därefter med kiseloxid, varefter man med tunnfilmt teknik deponerar en grindelektrod av metallfilm (aluminium) ovanpå kiselmonoxiden.

MOS-transistorn har många fördelar (7). Dess ingångsresistans kan uppgå till 10⁶ Mohm och förstärkning-bandbreddsprodukter på upp till 150 MHz kan påräknas. I MOS-transistorn sker strömtransporten under medverkan av »heta», dvs. starkt rörliga, elektroner snarare än genom diffusion. Överföringsegenskaperna blir ypperliga och avsaknaden av efterledning medför att switchtiden beror enbart av RC-

Fig. 13

Hybridkrets där substratet utgöres av ett monolitblock innehållande tre planartransistorer och på vilket ledningar och motstånd utförts i tunnfilmt teknik. Kretsen har tillverkats av Hafa i samarbete med Transistorgruppen vid KTH. (Foto: KTH.)

Hybride circuit in which the substrate for resistors and leads is constituted by a semiconductor chip containing three planar transistors. The circuit is made by the Institute of Semiconductor Research in co-operation with the Transistor Research at the Royal Institute of Technology. (Photo: Royal Institute of Technology, Stockholm.)

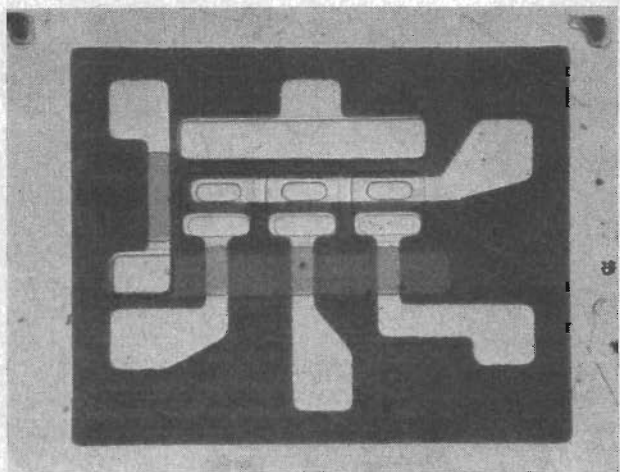
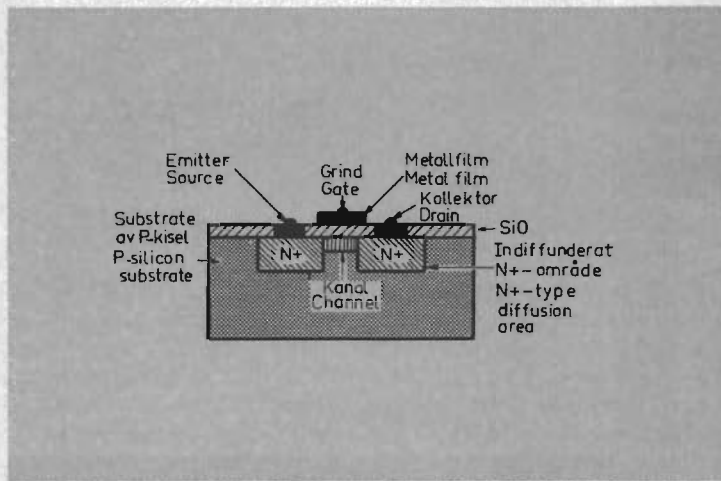


Fig. 14

Genomsäringsritning av en metalloxidtransistor, typ Mullard 95BFY. Se vidare i texten.

Sectional drawing of the MOS-transistor Mullard 95BFY.



tidkonstanten när grindkapacitansen laddas via »kanalens» inre resistans.

Ur produktionsteknisk synpunkt är MOS-transistorn synnerligen fördelaktig. MOS-transistorn kräver endast ca 20 tillverkningssteg mot ca 140 för planartransistorn. Enligt amerikanska källor (8) kan detta komma att medföra en prisreduktion med ända upp till 90 % jämfört med nuvarande priser på planartransistorer. En firma, *Victor Comptometer Corp.*, USA, har utvecklat en liten billig elektronisk datamaskin med MOS-transistorer. Mullard, som för närvarande har en löpande försökstillverkning av en MOS-transistor med beteckningen 95BFY, kan sedan någon tid tillbaka tillhandahålla prover. Enligt de prov som gjorts vid Mullard kan 95BFY användas som oscillator för upp till ca 150 MHz, som blandare med 20 dB blandningsförstärkning eller som kollektormodulerat HF-förstärkarsteg för effekter upp till flera hundra mW vid frekvenser upp till 100 MHz. Även som chopper har 95BFY använts med stor framgång (7).

Framtidsperspektiv

I väntan på aktiva tunnfilmkomponenter kommer tunnfilmkretsar med planardioder och -transistorer att finnas jämsides med monolitkretsar och olika former av hybridkretsar. Tunnfilmkretsarnas största fördel är att det finns möjligheter att »skräddarsy» sådana kretsar i relativt begränsade serier med bibehållen lönsamhet.

När det däremot gäller mycket stora tillverkningsserier — tiotusentals kretsar eller ännu flera — torde monolitkretsarna vara de mest fördelaktiga. Vid tillverkning av ett relativt begränsat antal specialkretsar torde däremot initialkostnaderna för tillverkning av monolitkretsar bli avskräckande.

För tunnfilmkretsar ter sig förhållandena omvända. Initialkostnaderna är här relativt blygsamma — storleksordningen 2500 kronor för en specialkrets — under det att styckekostnaden ännu så länge är relativt hög. Det är i dag möjligt att låta »skräddarsy» en tunnfilmkrets i en upplaga på ca 300 exemplar till en styckekostnad av ca 50—60 kr exklusive halvledarkomponenter. Man räknar emellertid med att, så snart produktionsapparaten är utbyggd, komma ner till en kostnad av storleksordningen 15—25 kronor för en bistabil vippa inklusive halvledare.

Det finns ytterligare en synpunkt som är väsentlig i sammanhanget: För att man verkligen skall kunna tillverka planarkretsar i stora serier, måste de enskilda kretsarna vara begränsade till att omfatta en enda funktion — det måste därför bli fråga om grindar, vippor, enkla förstärkare etc. När dessa enkla kretsar sedan skall kombineras till större funktionella enheter måste man ha en lämplig bärare för monolitkretsarna. I detta sammanhang utgör tunnfilmkretsarna en vidareutveckling och förbättring av de konventionella kretskorten.

Om arbetena med framställning av aktiva element i tunnfilmt teknik kröns med framgång — och mycket tyder på att detta förr eller senare sker — öppnar sig intressanta nya möjligheter. T.ex. kan då mycket hög komponenttätet uppnås genom att tunna substrat stackas direkt på varandra.

Litteratur:

- (1) *The Mullard Technique of Microminaturisation*. 1962, maj. Mullard Ltd, Technical Information Dept.
- (2) SKAGGS, C W: *Photoetching thin-film circuits*. Electronics 1964, 15 juni, s. 94.
- (3) TOMAINO, M F: *Materials for space electronics*. Electronics 1963, 25 okt., s. 38.
- (4) JEPSSON, K: *Halvledarforskning i Sverige*. ELEKTRONIK 1962, nr 2, s. 46.
- (5) WEIMER, P K: *The TFT-A Thin-Film Transistor*. Proc. I.R.E. 1962, juni, s. 1462.
- (6) BORKAN, H: *Depositing active and passive thin-film elements on one chip*. Electronics 1964, 20 april, s. 53.
- (7) *New Metal Oxide Silicon Transistor*. British Communications and Electronics 1964, nov., s. 800.
- (8) *Microelectronics costs declining*. Electronics 1964, 2 nov., s. 17.

Det första en konstruktör som tänker använda sig av tunnfilmkretsar måste göra är att skaffa sig så många fakta som möjligt från fabrikanten. Varje fabrikant har sina specialiteter både ifråga om tillverkningsmetoder och val av material för tunnfilmerna, och detta inverkar på de arbetsspänningar m.m. man kan tillåta.

Lämpliga substrat

I Europa använder fabrikanterna allmänt borsilikatglas för substraten, under det att man i USA gått över till keramiska material. De elektriska egenskaperna är för båda materialen fullt tillfredsställande för de flesta behov. Keramiksubstraten har emellertid bättre värmeavledningsförmåga än glassubstraten. Detta medför att strömtätheten i ledningarna och framför allt i motstånden måste hållas lägre om man använder glas som substrat.

Keramikmaterialen har högre hållfasthet än glas, varför kretsar med sådant substratmaterial bör föredras om den färdiga kretsen skall utsättas för starka vibrationer eller chocker. Inkapslade tunnfilmkretsar med glassubstrat har dock testats med åtskilliga timmars vibration vid frekvenser på mellan 50 och 2000 Hz, vid accelerationer på upp till 30 g och vid chockprov med upp till 300 g utan att skadas.

Eftersom fabrikanterna under tillverkningen måste placera substraten i lämpliga jigggar, måste man i allmänhet hålla sig till de standardformat som resp. tillverkare stannat för. Dessa standardformat på substrat bestämmer i viss mån även formatet på de anordningar för inkapsling av tunnfilmkretsarna som fabrikanten kan tillhandahålla.

Ledningar

För ledningsmönstret använder man oftast ett underlag av nikrom närmast substratets yta. På nikromfilmen deponeras därefter en gulfilm. Det kan synas onödigt att använda ett motståndsmaterial som underlag för guld, men detta görs därför att nikrom ger en synnerligen pålitlig bindning mellan substrat och guld. Detta arrangemang

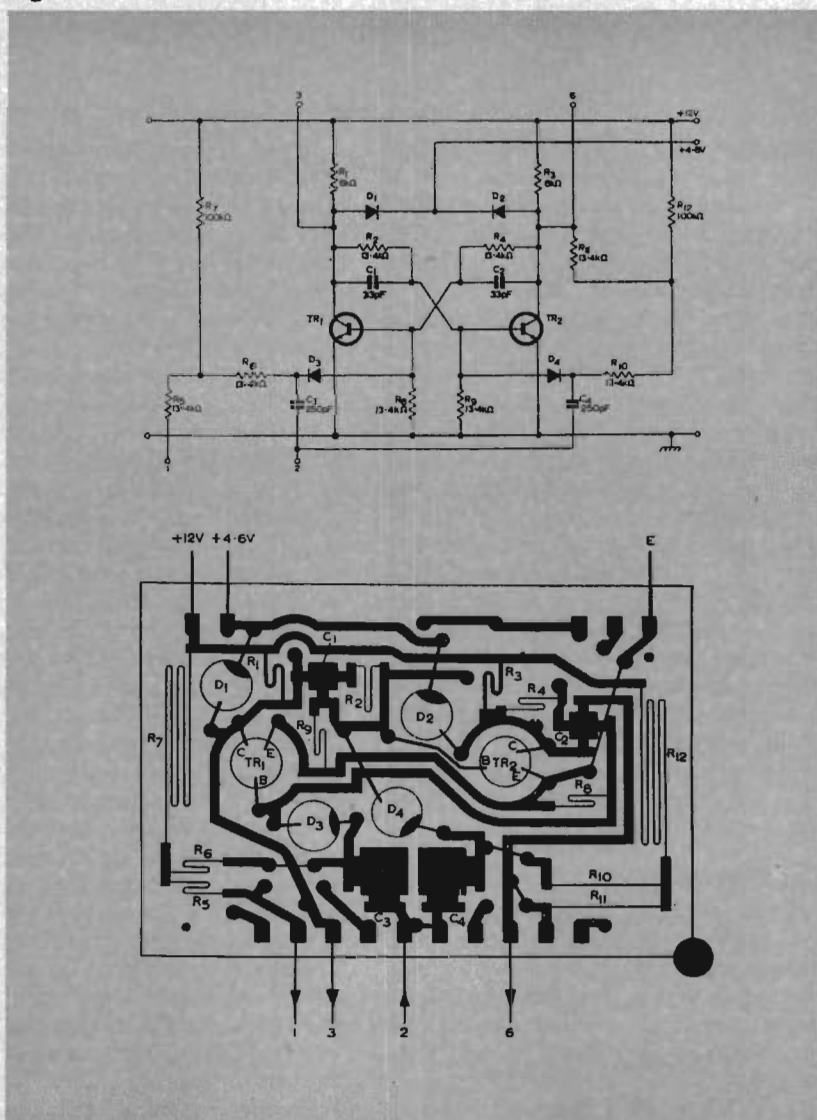
har emellertid den nackdelen att ledningsresistansen inte blir försumbar så som man vant sig vid när det gäller »gammaldags» ledningar eller etsade kretskort.

Resistiviteten för tunnfilmer brukar anges i »ohm per kvadrat» ($\Omega/\square$) som då anknuter till en viss filmtjocklek. Detta

mått anger resistansen för en tunnfilm anbringad i form av en kvadrat av godtycklig storlek, mätt mellan två av de parallella sidorna i kvadraten, se fig. 2.

Ett vanligt mått för ledningsresistiviteten i tunnfilmkretsar är $< 0,5 \text{ ohm/kvadrat}$. Detta innebär att en ledare som är

Fig 1



kretsar — tips för konstruktörer

0,5 mm bred och 25 mm lång är uppbyggd av 50 kvadrater, vardera $0,5 \times 0,5$ mm. Resistansen blir i detta fall $50 \times 0,5 = 25$ ohm — en ingalunda försumbar resistans!

En viktig regel när det gäller tunnfilm-kretsar är därför:

Gör alla ledningar så korta och breda

som möjligt och utnyttja i största möjliga mån komponenterna, t.ex. motstånd, såsom förbindningar.

Den använda framställningstekniken sätter emellertid en gräns nedåt för såväl tillåten ledningsbredd som minsta tillåtna avstånd mellan två ledare. Minsta tillåtna

ledningsbredd brukar vara 0,5 mm och minsta tillåtna avstånd mellan två ledare 0,4 mm.

Korsande ledningar måste undvikas. Man kan visserligen löda in »jumpers» för att »hoppa» från en plats på kretsen till en annan, men man erhåller därmed också två extra lödningar, som dels betyder ökade kostnader, dels minskad tillförlitlighet.

En annan viktig regel för konstruktörer som tänker använda tunnfilmkretsar är därför:

Använd tillledningarna till dioder, transistorer eller andra diskreta komponenter om någon ledning behöver korsas! Se tillledningarna till dioder D1, D2 och D4 i fig. 1.

Eventuella lödytor på substratet måste ha en viss minsta diameter. För inlödning av mikrominiaturtransistorer och -dioder anger exempelvis Mullard att lödytan måste ha en minsta diameter av 0,8 mm, under det att minimimåttet är 1,0 mm vid användning av standardtransistorer i hölje TO-18.

Observera också att kretsens yttre anslutningar sker till lödytor längs en eller flera av substratets sidor, och det gäller naturligtvis att man i förväg bestämmer sig för vilket slag av kåpa man skall använda. Det är ju tråkigt om det visar sig att kåpan är försluten just där man vill ha ut tillledningarna.

I övrigt skiljer sig projekteringen av tunnfilmkretsarnas ledningsmönster ytterst litet från vad varje konstruktör är van vid från arbetet med etsade kretskort.

Tunnfilmmotstånd

Motstånden i tunnfilmkretsar tillverkas i allmänhet av nikrom men även tantal förekommer i vissa fall. Vanligen brukar den tunnfilm som används för motstånd ha en resistivitet på ca 300 ohm/kvadrat. I regel brukar man kunna få tunnfilmmotstånd med resistansvärden mellan 100 ohm och 100 kohm.

Maximal tillåten belastning för tunnfilmmotstånd av nikrom brukar vara av

Fig 2

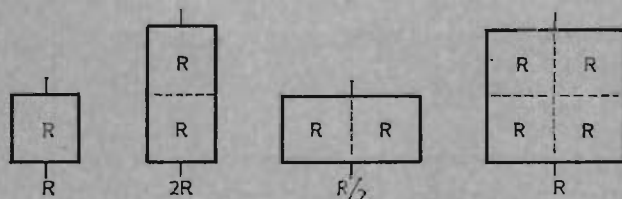


Fig. 2

Resistiviteten hos tunnfilmer brukar anges i ohm per kvadrat. Detta mått, vilket förutsätter en tunnfilm med en konstant tjocklek och ett homogent filmmaterial, anger därmed resistansen hos en kvadrat av godtycklig storlek. Längst t.v. i fig. visas en kvadrat med resistansen R. Om två sådana kvadrater lägges i serie blir den resulterande resistansen 2R. Om de parallellkopplas blir resistansen R/2. Genom att man seriekopplar två par parallellkopplade kvadrater av denna typ erhålles en större kvadrat med resistansen R. Resistansen är alltså oberoende av kvadraternas storlek, däremot ökar belastbarheten med ökande dimensioner.

The resistivity of thin films is usually given in ohms per square. This measure refers to a square of arbitrary dimensions, but presupposes a homogen thin film of a certain thickness. To the left in the figure a square with a resistance of R is shown. If two such squares are connected in series the resulting resistance will be 2R. If the squares are connected in parallel the resistance will be R/2. If two such pairs of parallel connected squares are connected in series a square with four times greater area, but with the same resistance R as the square to the left is obtained. As we now can see, the resistance is independent of the area of the square. However, the permitted power dissipation increases with increasing area.

Fig. 1

Överst i fig. visas principschemat för en bistabil vippra. Nederst visas hur denna krets kan utföras i form av en tunnfilmkrets. Tunnfilmkretsen innehåller samtliga ledningar, motstånd och kondensatorer. De enda diskreta komponenterna som används är dioder och transistorer. (Enligt Mullard Ltd., England.)

Upper drawing shows the circuit diagram of a bistable flip-flop. Lower drawing shows the same circuit as a thin film circuit. The only discrete components used in this circuit are the diodes and the transistors. (Mullard Ltd., England.)

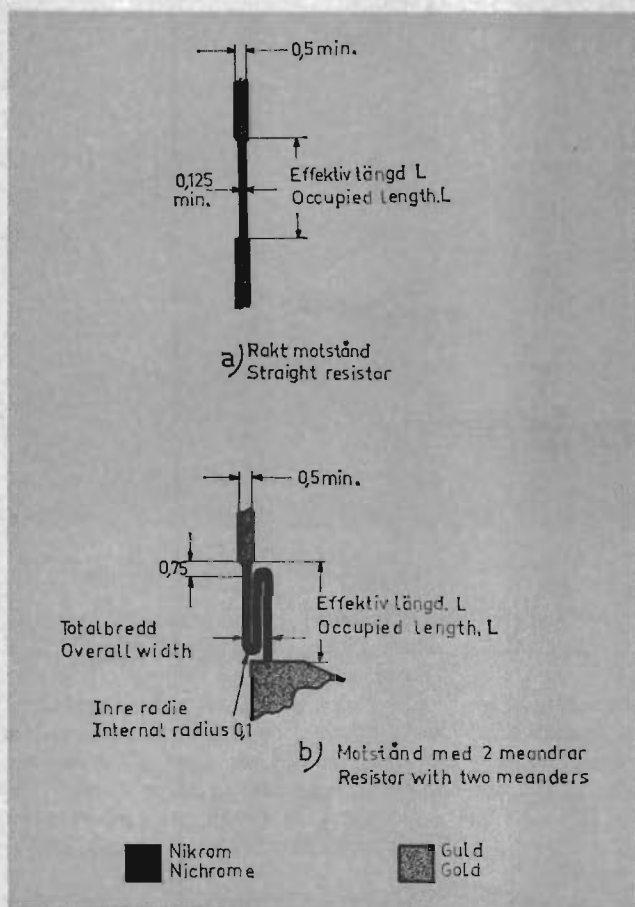


Fig. 3

I tunnfilmkretsar använder man i huvudsak två olika motståndskonfigurationer: raka motstånd (a) och meandermotstånd (b). Observera att endast jämna antal meandrar får användas. (Enligt Mullard Ltd., England.)

In thin film circuits two main resistor configurations are used; straight resistors and meander resistors. Note that only an equal number of meanders are used. (Mullard Ltd., England.)

storleksordningen 10 mW/mm^2 . Man måste också ta hänsyn till att substratet inte kan avleda hur mycket värme som helst. Tillåten belastning för vilken som helst kvadrat på substratet med ytan 1 cm^2 är omkring 50 mW (detta gäller för substrat av glas; är substratet av ett keramiskt material bör man kunna räkna med en högre belastning).

Motstånden kan erhållas i helt valfria resistansvärden inom de tidigare angivna gränsvärdena. Man behöver sålunda inte hålla sig till de vedertagna standardvärdena, såsom är fallet när man använder diskreta motstånd. Däremot kan man inte fritt välja tolerans, utan man måste hålla sig till de toleransvärden som bestäms av tillverkningsmetoden, dvs. i regel $\pm 10\%$. Det finns vissa möjligheter att »trimma» motstånden för hand genom att kortsluta en del av motståndsmaterialet med någon lämplig ledare. Detta är emellertid en så kostnadskrävande metod att den bör undvikas.

Ytterligare en regel för konstruktörer av tunnfilmkretsar är:

Specificera alltid exakt det önskade resistansvärdet och ange vidaste tänkbara toleransområde.

Man har även att räkna med en variation i resistansvärdena för motstånd på en och

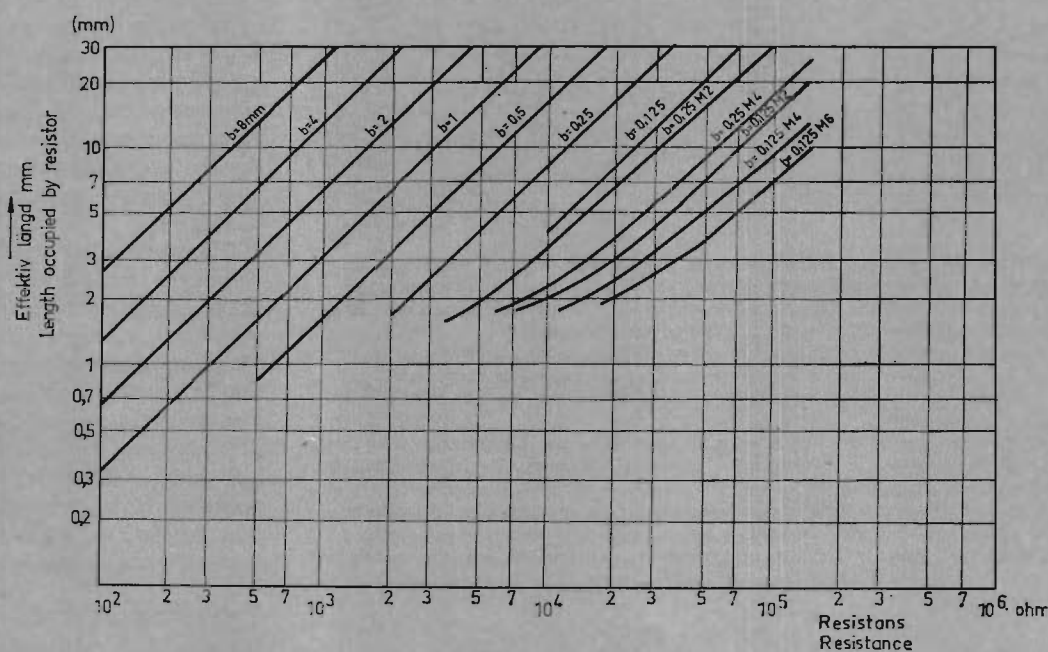


Fig. 4

Diagram visande resistansen hos tunnfilmmotstånd som funktion av motståndets längd och bredd (b). M = meandrar. Kurvorna gäller förutsatt att tunnfilmens resistivitet är 300 ohm/kvadrat.
(Enligt Mullard Ltd., England.)

Diagram showing the resistance of thin film resistors as a function of the length and width (b) of the resistor. M = meanders. The curves are valid when the film resistivity is 300 ohms per square. (Acc. to Mullard Ltd., England.)

samma tunnfilmkrets. Den relativa toleransen är i allmänhet ca 10 %.

Man har i huvudsak två olika möjligheter att utforma motstånden i tunnfilmkretsar: antingen i form av *raka* motstånd eller i form av s.k. *meandermotstånd*. Se fig. 3. Vid ett givet antal ohm/kvadrat hos filmen och en given bredd blir det naturligtvis motståndets längd som bestämmer resistansvärdet. För att spara plats eller för att uppnå en ändamålsenlig layout kan det ofta vara fördelaktigt att använda meandermotstånd i stället för raka motstånd. Fabrikanterna brukar till kundernas hjälp ange kurvor för grafisk beräkning av erforderlig bredd och längd hos motstånden, se fig. 4. Kurvorna i fig. 4 gäller under förutsättning av en resistivitet hos motståndsfilm av 300 ohm/kvadrat.

Av fig. 4 framgår att man kan åstadkomma motstånd på 1 kohm på inte mindre än fem olika sätt. Väljer man t.ex. motståndets bredd till 4 mm måste det, för att det skall få en resistans på 1 kohm, ha en längd på ca 15 mm, vilket innebär att man får ta till substratets halva längd för att få plats med motståndet. Väljer man å andra sidan bredden 0,5 mm blir längden bara ca 1,7 mm.

Även tunnfilmmotståndens belastbarhet kan visas i diagramform, se fig. 5. Med ut-

gångspunkt i de två 1 kohms-motstånden med 4 resp. 0,5 mm bredd, framgår det av diagrammet i fig. 5 att det bredare motståndet kan belastas med maximalt 500 mW under det att det smala motståndet bara tål 8 mW.

En viktig konstruktionsregel i detta sammanhang är sålunda:

Dimensionera redan på skrivbordsstadiet kretsen för så låg effekt som möjligt. Detta ger friare händer vid layout av motstånden.

Temperaturkoefficienten för motstånden beror på det motståndsmaterial som används. För den typ av nikrom som används vid Mullard anger man en temperaturkoefficient av $\pm 10^{-4}/^{\circ}\text{C}$.

Skall en tunnfilmkrets arbeta vid en temperatur av exempelvis 100°C innebär detta en övertemperatur (över rumstemperatur) på 75°C . Ett motstånd som beräknats till 100 kohm vid 25°C kommer därvid i drift att hålla värden på mellan 89,4 kohm och 111 kohm.

Om av någon anledning de sammanlagda toleranserna skulle vara för stora, tag alltid kontakt med fabrikanterna för en diskussion om ev. åtgärder.

Tunnfilmkondensatorer

Kondensatorerna i tunnfilmkretsar framställs genom att man på substratet först

fäller ut ett tunt aluminiumskikt, därefter ett lämpligt dielektrikum och slutligen ovanpå detta ett nytt aluminiumskikt, se fig. 6. Vid konstant tjocklek hos dielektrikum erhåller man en kapacitans, som är proportionell mot ytan av de delar av beläggen, vilka ligger direkt ovanpå varandra. I fig. 7 anges en kurva som visar kapacitansen som funktion av sidan hos en kvadratisk tunnfilmkondensator. Som dielektrikum använder man kiseloxid, vilken kan deponeras i mycket tunna filmer, som ger en hög kapacitans per ytenhet; Mullard anger exempelvis 90 pF/mm².

Minimikapacitansen bestäms av den minsta yta man med nuvarande deponeringsteknik kan åstadkomma, under det att maximikapacitansen bestäms av substratets yta. Skall man få plats med mera än en enda kondensator på substratet kan maximikapacitansen aldrig utnyttjas. Man räknar därför praktiskt med kapacitanser på mellan 50 och 5000 pF.

Eftersom dielektrikum hos tunnfilmkondensatorer är mycket tunt blir tillåtna arbets- och toppspänningar låga. Man räknar i allmänhet med en arbetsspänning på 15–20 V under det att genomslagsspänningen brukar ligga mellan 25 och 30 V.

I detta sammanhang är det viktigt att tänka på följande:

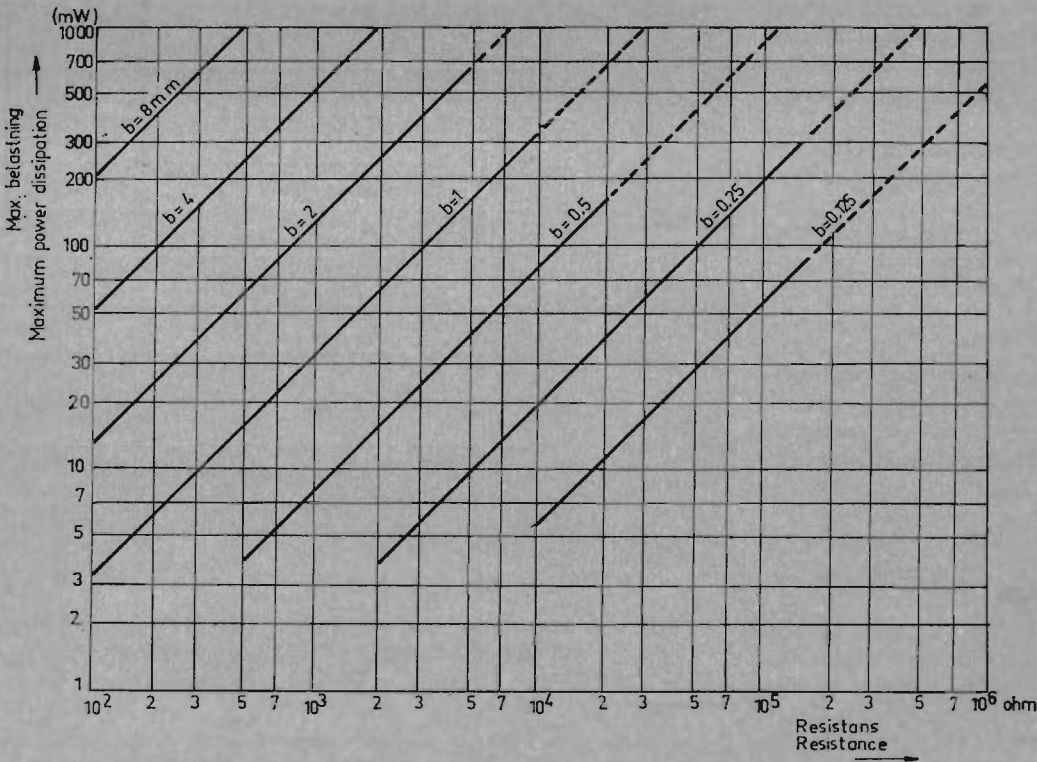


Fig. 5
Diagram visande max. tillåten belastning i mW som funktion av resistansvärdet hos tunnfilmmotstånd med olika bredder b. De streckade delarna av kurvorna anger otillåtet hög belastning vid ifrågavarande bredd. (Enligt Mullard Ltd., England.)

Diagram showing permitted power dissipation in mW as a function of the resistance at different widths (b) of the thin film resistors. The dotted parts of the curves indicate too high power dissipation for the actual width. (Acc. to Mullard Ltd., England.)

Ligger såväl likspänning som signal samtidigt över en kondensator får sammanlagda värdet av likspänningen och signalens toppvärde aldrig överstiga angiven arbetsspänning!

För tunnfilmkondensatorer anger fabrikanterna, utöver kapacitansområde och spänningar, isolationsresistansen. Ett typiskt värde är härvid > 10 Mohm. Q-värdet för tunnfilmkondensatorer överstiger 100 vid 15 920 Hz, under det att effektfaktorn typiskt är $< 1\%$ vid samma mätfrekvens. Temperaturkoefficienten är i regel positiv och ligger vid $1 \cdot 10^{-4}$ – $2,5 \cdot 10^{-4}$.

Aktiva element i tunnfilmkretsar

De aktiva elementen måste alltid lötas in i kretsen på ett eller annat sätt, liksom övriga diskreta komponenter, om man avser använda sådana.

För transistorer och dioder gäller att man har fritt val så länge man inte för att spara utrymme vill ha kåporna nedsänkta i substratet. Vissa fabrikanter har specialkapslade halvledarkomponenter för tunnfilmkretsar, men dessa är i allmänhet dyrare än de konventionella transistorerna. Normala »handelstransistorer» i hölje TO-18 kan mycket väl användas. Vill man undvika kostnaden för att borrar hål i substratet kan transistorerna helt enkelt limmas fast med kåpens överdel mot substratets yta. Andra lämpliga transistortyper är de miniatyrtutföranden av planartransistorer, exempelvis »moly-tab», som en del transistorfabrikanter kan erbjuda.

Det är egentligen rätt sällan man ställer så stora krav på miniatyrisering att det kan anses motiverat med specialkapslade halvledarkomponenter. Använd därför i största möjliga mån standardkomponenter!

De flesta tunnfilmfabrikanter tillverkar också transistorer, men detta hindrar inte att man kan och bör förse tunnfilmkretsarna med halvledarkomponenter av »främmande» fabrikat om detta av tekniska eller ekonomiska skäl skulle vara önskvärt.

Inkapsling

Tillverkare av tunnfilmkretsar kan i allmänhet erbjuda en rad lämpliga höljen för inkapslingen av tunnfilmkretsarna. I fig. 8 och 9 visas Mullards »modulkapslar». Det lilla flata höljet i fig. 8 är avsett för inkapsling av ett enda substrat; det används som standardhölje av Mullard för inkapsling av ett antal standardkretsar för databehandlingsändamål.

Det stora höljet i fig. 9 finns i flera olika utföranden; det hölje som visas i fig. 9 rymmer 15 substrat. Höljets bottenyta är $33,3 \times 24,3$ mm, höjden varierar med det antal substrat som skall inrymmas. För fyra substrat blir höjden ca 17 mm och för 23 substrat ca 52 mm.

Användningsområde och lönsamhet

Tunnfilmkretsar kan huvudsakligen tänkas komma till användning där

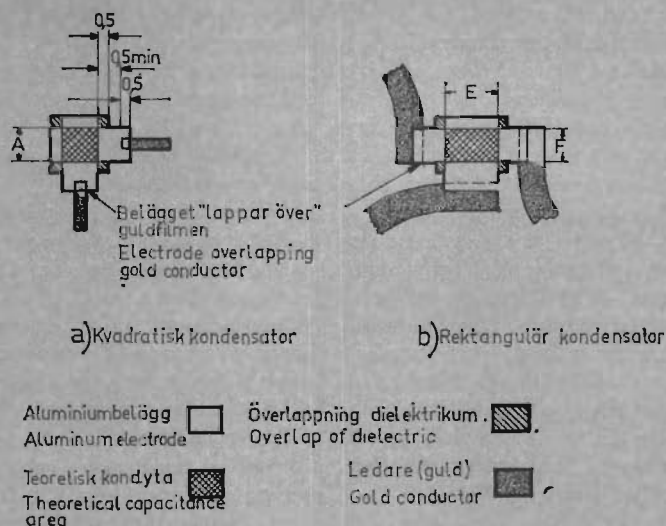


Fig. 6

T.v. en kvadratisk tunnfilmkondensator, t.h. en rektangulär kondensator. Som framgår har det ena belägget på den rektangulära kondensatorn två tilliedningar, vilket innebär att detta belägg använts som överbrygning (jumper). Kapacitansen för den kvadratiske kondensatorn kan direkt tas ur diagrammet i fig. 7. För att man skall kunna bestämma den rektangulära kondensators kapacitans med hjälp av diagrammet i fig. 7 måste man först beräkna kondensatorns »ekvivalenta sida», vilken är $\sqrt{EF}$.

To the left a square shaped thin film capacitor, to the right a rectangular thin film capacitor are shown. In the capacitor to the right the upper electrode has two leads and is used as a jumper. The capacitance of the square shaped capacitor can easily be taken from the diagram shown i fig. 7. To find out the capacitance of the rectangular capacitor by means of fig. 7, the equivalent side ($\sqrt{EF}$) of the capacitor has to be calculated.

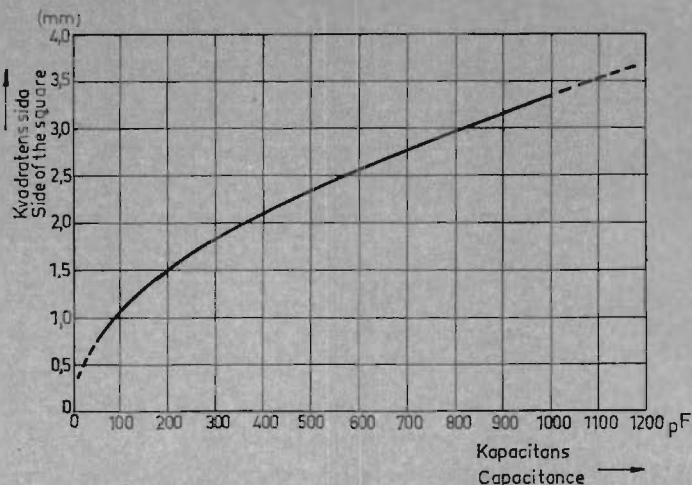


Fig. 7

Diagram visande kapacitansen hos kvadratiske tunnfilmkondensatorer som funktion av kvadratiske sida. Kurvorna avser ett sådant fall då man har ett dielektrikum som ger en kapacitans av 90 pF/mm². (Enligt Mullard Ltd., England.)

Diagram showing the capacitance of square shaped thin film capacitors as a function of the length of the side of the capacitor. The curves are valid when a dielectricum with a capacitance of 90 pF/mm² is used. (Acc. to Mullard Ltd., England.)

Fig. 8
 Flat standardkåpa från Mullard. Kåpan är avsedd för ett substrat med tilliedningar längs en sida. Denna kåpa använder man vid Mullard bl.a. för inkapsling av företagets serietillverkade standardkretsar MC1101 och MC1102. Kåpan har dimensionerna 36,25×28,5×3,75 mm.

Flat standard package from Mullard. The package is intended for one thin film circuit with leads along one side of the package. This package is used by Mullard for encapsulation of their standard thin film circuits MC1101 och MC1102. Dimensions are 36,25×28,5×3,75 mm.

Fig. 9
 Standardkåpa för 15 substrat från Mullard. Denna kåpa som är hermetiskt sluten, finns i utföranden med plats för upp till 23 substrat.

Module package consisting of 15 interconnected thin film circuits. Module packages for up to 23 circuits are available. (Photo: Mullard Ltd., England.)

Fig. 10
 Diagram visande styckpriset för en tunnfilmkrets som funktion av tillverkningsseriens storlek. Den heldragna kurvan avser dagens prissituation, medan den streckade kurvan förutsätter att alla kostnader utom initialkostnaderna har kunnat nedbringas till hälften.

Diagram showing the piece price of thin film circuits as a function of the batch size. The solid curve indicates today's price situation, while the dotted curve indicates the price if all costs except the initial costs are reduced with 50 percent.

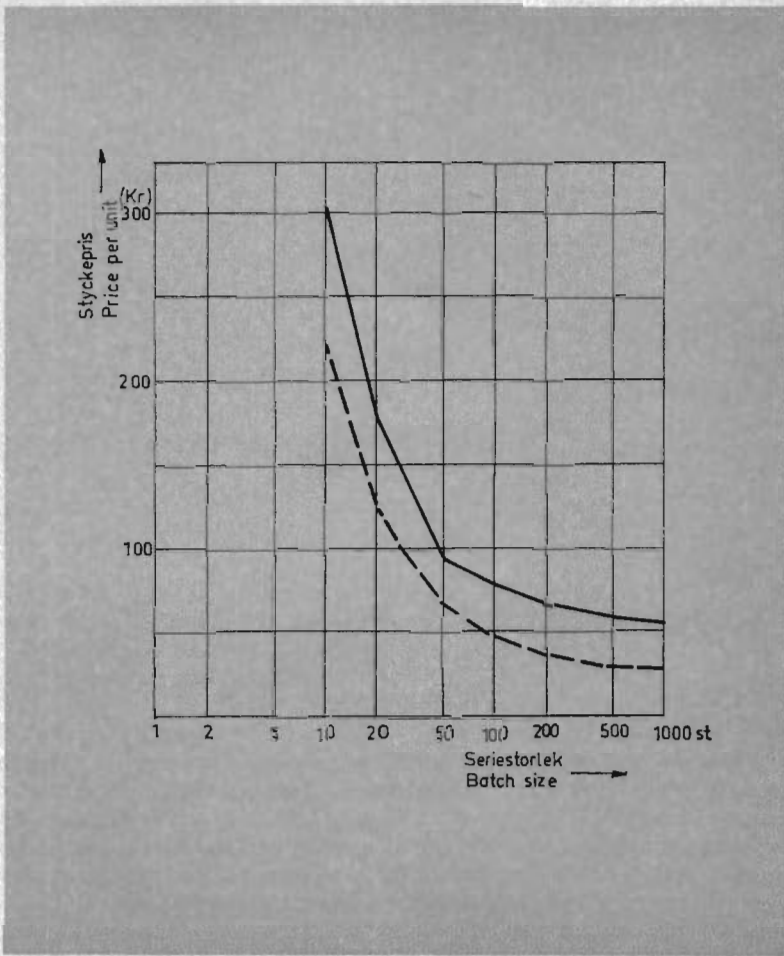


Fig 10

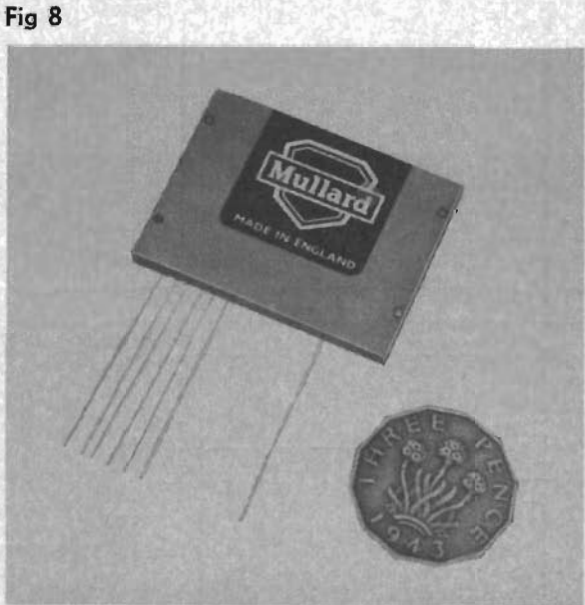


Fig 8

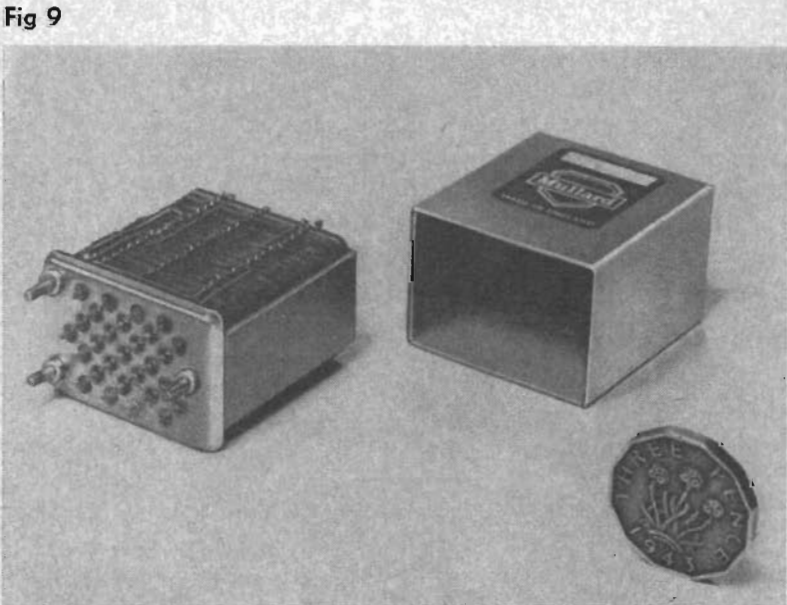


Fig 9

Tab. 1. Provnig av tunnfilmmotstånd.
 Test of Thin Film Resistors.

Antal prover Sample Size	Provtid Period of Test (h)	Antal upptäckta fel vid olika tidpunkter Number of Failures detected at Different Test Times			
		1 000 h	7 000 h	10 000 h	15 000 h
420	15 000	0	0	0	0
1 580	10 000	0	0	0	—
700	7 000	0	0	—	—
300	1 000	0	—	—	—

Tab. 2. Provnig av tunnfilmkondensatorer.
 Test of Thin Film Capacitors.

Antal prover Sample Size	Provtid Period of Test (h)	Antal upptäckta fel vid olika tidpunkter Number of Failures detected at Different Test Times					
		1 000 h	2 000 h	4 000 h	7 000 h	10 000 h	15 000 h
1 110	15 000	3	0	2	2	0	0
1 520	10 000	0	0	0	0	0	—
110	7 000	0	0	0	0	—	—
780	2 000	0	0	—	—	—	—
90	1 000	0	—	—	—	—	—

Forts. från ELEKTRONIK nr 2/65

Linjära integrerade halvledarkretsar

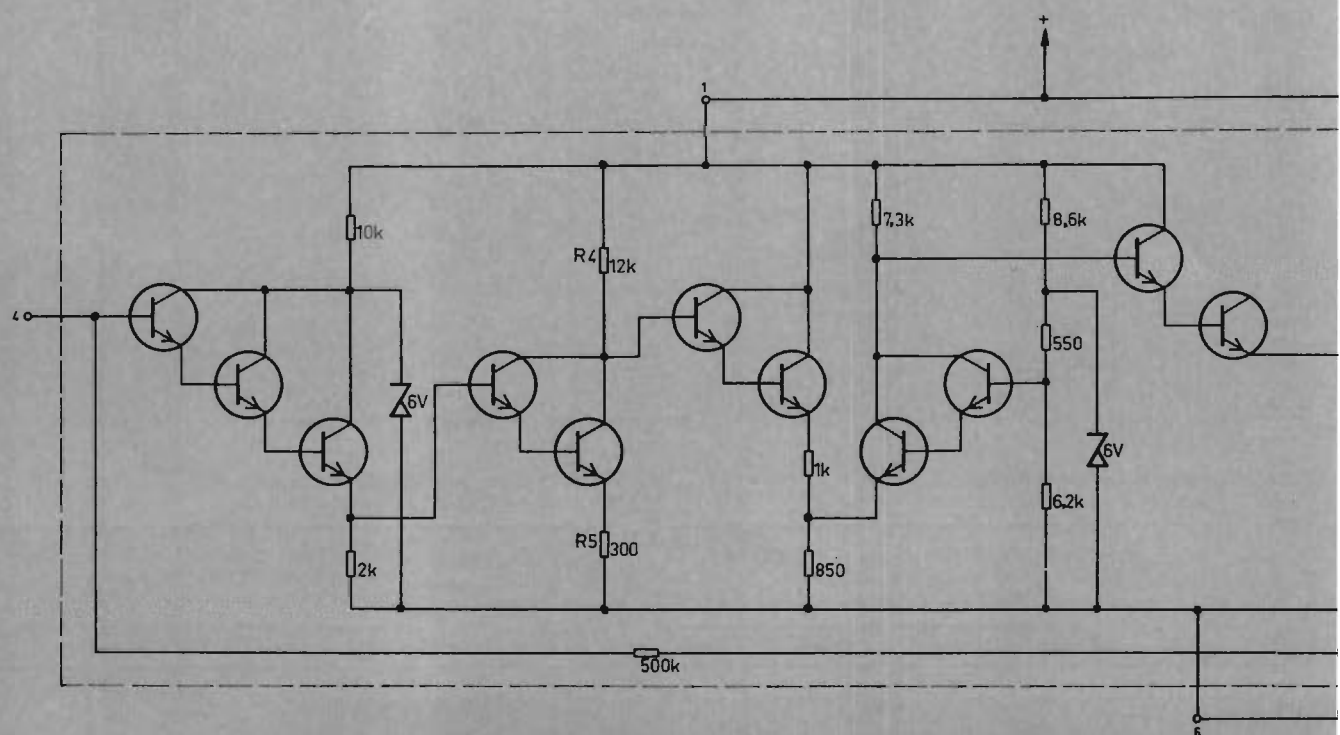
Den digitala marknaden är just nu mättad med halvledarkretsar, och då militärbudgeten bantats ner i USA har man vid Westinghouse utvecklat en mängd kretsar lämpliga för radio- och TV-branschen. Ett intressant exempel härpå utgör en 5 W klass B-förstärkare, vars schema visas i fig. 9. Förstärkaren är uppbyggd på en enda kiselkristallskiva, med storleken ca 2×3 mm, vilken är monterad i en specialkapsel. Se

fig. 10. Förstärkaren fungerar inom temperaturområdet -55°C till $+125^\circ \text{C}$ och tål vid riktig montering förlusteffekten 7 W vid 25°C .

Vid integrering av förstärkarsteg i en kristall har man ju ingen möjlighet att justera delkomponenternas värden. Man använder därför gärna dubbla transistorer (s.k. Darlington-kopplade) och låter dessutom relationer mellan resistanser bestämma förstärkningen. Dioder och transistorer tar upp minst plats på kristallen, medan motstånd och i ännu högre grad kondensatorer tar stort utrymme. Man gör därför kopplingar med få kondensatorer

(dvs. direktkopplade steg), måttligt antal motstånd och många dioder och transistorer. Förstärkaren i fig. 10 innehåller sålunda 16 transistorer, 6 dioder, 13 motstånd och endast en kondensator. Den innehåller fyra steg och ett nät för stabilisering av arbetspunkten. Ingångsstegets är en tredubbel emitterföljare med stabilisering av matningsspänningen över en zenerdiod. I andra steget bestäms förstärkningen av kvoten R_4/R_5 och tredje steget är en kombination av en emitterföljare och ett jordat bassteg. Emittorföljaren lämnar den lågimpediva drivning som bassteget fordrar, och det senare har det utstyrnings-

Fig 9



elektroniken i USA

område som erfordras för full utstyrning av slutsteget.

Mätautomater för mikrokretsar

Halvledarkomponenter och mikrokretsar produceras i enorma mängder och mätning och sortering av dessa komponenter blir därför ett kostsamt arbete. Storindustrier som Fairchild och Texas Instruments har för eget bruk utvecklat mätautomater som mäter och registrerar önskade data automatiskt. Då utvecklingskostnaden på mätautomater av det här slaget blir avsevärd försöker man nu sälja mätautomater

på marknaden; priserna ligger mellan 100 000: — och 1 000 000: —, beroende på utrustningens storlek och sammansättning.

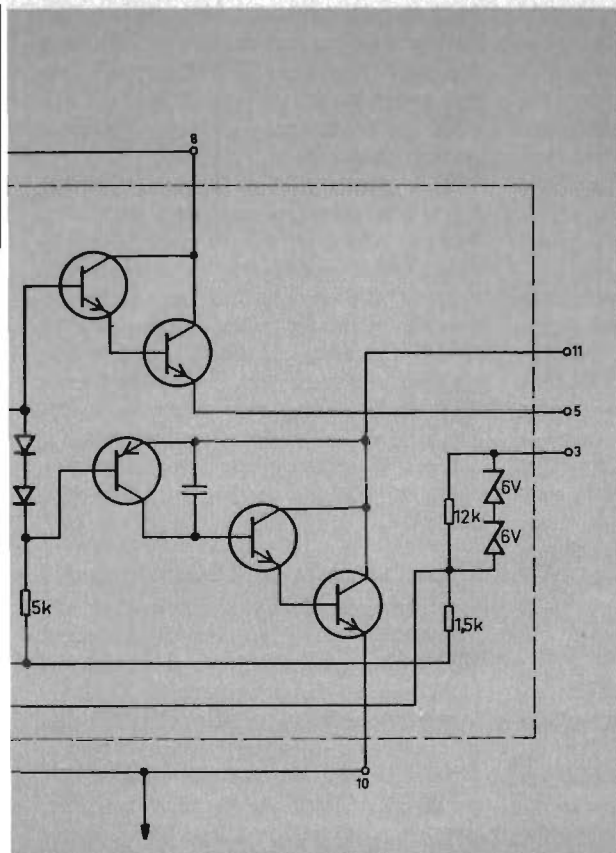
Fig. 11 visar en serie mätstationer vid Amelco Semiconductor.

Fig. 12 visar Texas Instruments mätautomat »Tact». Automaten programmeras med en serie hålkort, ett för varje mätning, och maskinen mäter sedan igenom varje komponent efter detta program samt skriver ut resultatet på hålkort eller stansar en hålremsa som sedan kan inmatas i datamaskin för statistisk behandling av mätdata.

En programmerbar och registrerande mätautomat blir rätt komplicerad, och det

är därför inte förvånande att fel i mätautomaten uppträder allt emellanåt. Detta är just den svaga punkten med många mätautomater i dag. Framförallt har det visat sig att reläkontakter och koordinatväljare som ofta ingår i utrustningarna mankerar.

Den mätautomat som man kanske kommit längst med är Fairchilds automat 500, se fig. 12b. Här används digitala metoder ända fram till mätobjektet och man slipper drift och andra problem som vidhänger linjära system. Dessutom har man genomgående använt reed-reläer (tungreläer). På flera ställen kördes treskift i Fairchilds mätautomat. Reparationstiden



Tab. 2

Uteffekt	
Output power	5 W
Spänningsförstärkning	
Voltage ampl.	100
Ingångsimpedans	
Input impedance	100 kohm
Distorsion	2,5 %
Verkningsgrad	
Efficiency	55 %

Tab. 2. Data för 5 W linjär förstärkare enligt fig. 9 och 10.

Table 2. Data figures for a 5 W linear amplifier according to Figs 9 and 10.

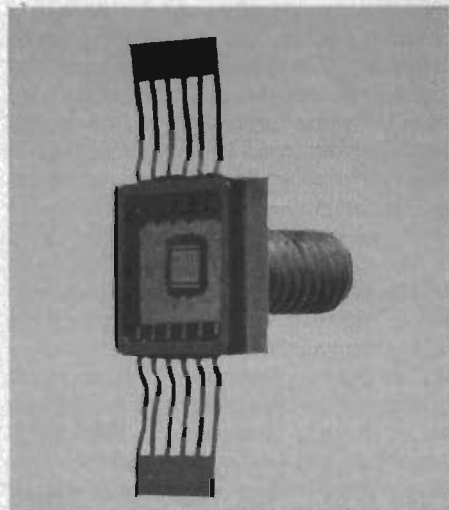
Fig. 9
Kopplingsschema för 5 W klass B-förstärkare, integrerad i en halvledarkrystal av Westinghouse.

Circuit diagram for a 5 W class B amplifier integrated in a semiconductor crystal by Westinghouse.

Fig. 10
Kapsel för effektförstärkaren i fig. 9.

Can for hermetic sealing of the amplifier in Fig. 9.

Fig 10



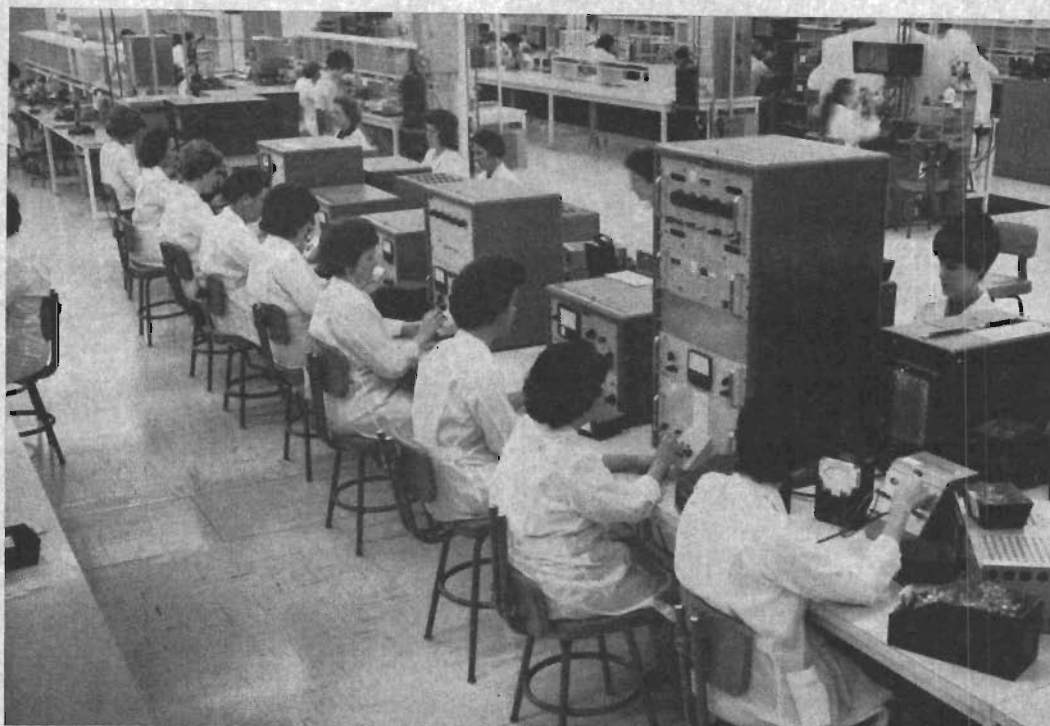


Fig 11

Fig. 11
Testutrustning för integrerade halvledarkretsar hos Amelco.

Test equipment for semiconductor integrated circuits at Amelco.

Fig. 12
Mätutrustning för automatisk testning av ett stort antal parametrar i en integrerad halvledarkrets tillverkas av Texas Instruments (t.v.) och Fairchild (f.h.)

Equipments for automatic testing of a large number of parameters of a semiconductor integrated circuit are manufactured by Texas Instruments (left) and Fairchild (right).

var mindre än fem procent, vilket får anses vara ett mycket gott resultat.

Tillförlitligheten hos mikrokretsar

När integrerade mikrokretsar av planartyp (monolitkretsar), började tillverkas i slutet av 50-talet, var kassationsprocenten i processen mycket hög. Av hundra kretsar som tillverkades fungerade kanske bara en eller två. Detta var ju i och för sig inte så märkligt, ty om en krets skall fungera, fordras att alla delelementen fungerar. Ett kristallfel, som endast förstör en av de i monolitkretsen ingående transistorelementens funktion, medför alltså kassation av hela mikrokretsen, även om resterande antal delelement — som kan vara 20—100 stycken — är helt felfria.

På militär sida är tillförlitligheten ofta bestämmande för såväl konstruktion som val av komponenter. Under det gångna decenniet har därför tillförlitlighetstester varit ett normalt provningsförfarande vid produktion av halvledarkomponenter och övriga elektronikkomponenter. Tillförlitligheten har ständigt höjts genom nya och bättre produktionsprocesser och därmed har man också måst öka antalet ingående enheter i proven för att få ett signifikativt utfall.

Tidigare erfarenheter har visat att tillförlitligheten i ett system i stort är beroende av antalet hopkopplingspunkter. I och med mikrokretsarnas tillkomst har antalet kontaktpunkter minskat med en tiopotens eller mer, och faktum är att tillförlitligheten tycks ha ökat i motsvarande grad. Tillförlitligheten såväl hos transistorer som hos mikrokretsar är nu så hög — storleksordning 10^8 timmar per fel —

att det är praktiskt omöjligt, i varje fall ekonomiskt sett, att genom normala tester mäta tillförlitligheten. Man har därför på tillverkarhåll frångått livslängdsprov i egentlig mening och gör nu istället accelererade livslängdsprov av typen »step-stress-test». De tillgår i princip så att man steg för steg ökar påfrestningarna på komponenten tills den går sönder. Det kan vara fråga om värme, spänning, ström, acceleration eller annan påkänning. Felorsaken undersöks och man korregerar sedan sin produktionsprocess efter indikationer från dessa tester. Någon egentlig korrelation mellan utfall i en »step-stress-test» och livslängd är svår att påvisa, men resultatet av detta förfarande ger mycket tillförlitliga komponenter som slutprodukt — och det är ju det väsentliga.

Man kan fråga sig vilka fel som kan tänkas uppträda i mikrokretsar av planartyp. Texas Instruments lämnade oss uppgifter från en intressant undersökning. Av konstaterade fel under tre års produktion — mer än 50 000 mikrokretsar — hade man fått fram en felstatistik enligt fig. 13. Fel i kristallytan var tydligen vanligast, därefter kom fel i kontakteringen av guldtrådarna till kristallen. Metalliseringen är en annan viktig felkälla.

Enkristallint kisel på safir

På Autonetics utvecklingslaboratorium arbetar man med epitaxial groning av enkristallint kisel på safirsubstrat. För att epitaxi skall erhållas är det tillräckligt om de båda kristallerna har samma periodicitet efter 7—8 enhetsceller. Kiselkristallen innehåller avsevärt färre antal dislokatio-

ner än safirytan, och man har gjort 7—8 μ m tjocka kristaller.

Denna teknik har man använt vid framställning av MOS-transistorer.

Supraleddande element

IBM avbröt våren 1964 sina arbeten på supraleddande kretsar, vilka pågått sedan 1956. Motiveringarna uppgavs vara otillfredsställande snabbhet, en logik som inte lönar sig i jämförelse med halvledarkretsar, svårigheter med isoleringen vid temperaturcyklningar och svårigheter vid tillverkning av element i stort antal på samma substratplatta.

RCA arbetar hårt på linjen med supraleddande minnesplan och anser detta vara den för närvarande enda skönjbara lösningen till framställning av mycket stora minnen (10^9 bit). År 1968 anges som datum för en färdig produkt, ett minne på $34 \cdot 10^6$ bit, som inklusive kylmaskin inte skall vara större än två 19" standardstativ. Själva minnet består av plattor av storleken 10×10 cm, som vardera lagrar 512×512 bit. 66 sådana plattor staplas på varandra, två sådana staplar utgör hela minnet.

Piezoelektriska halvledarelement

Vid Raytheon i Waltham pågick ett utvecklingsprojekt på piezoeffekt i halvledare. Man trycker på emittern på en planartransistor med en diamantspets, se fig. 14. Trycket medför spänningar i kristallen och därmed minskad strömförstärkningsfaktor.

Svårigheterna att utnyttja effekten ligger bl.a. i att få tillräckligt hög känslighet, lågt brus och god linjäritet. Känsligheten framgår av fig. 15. Kapselns topp har ut-

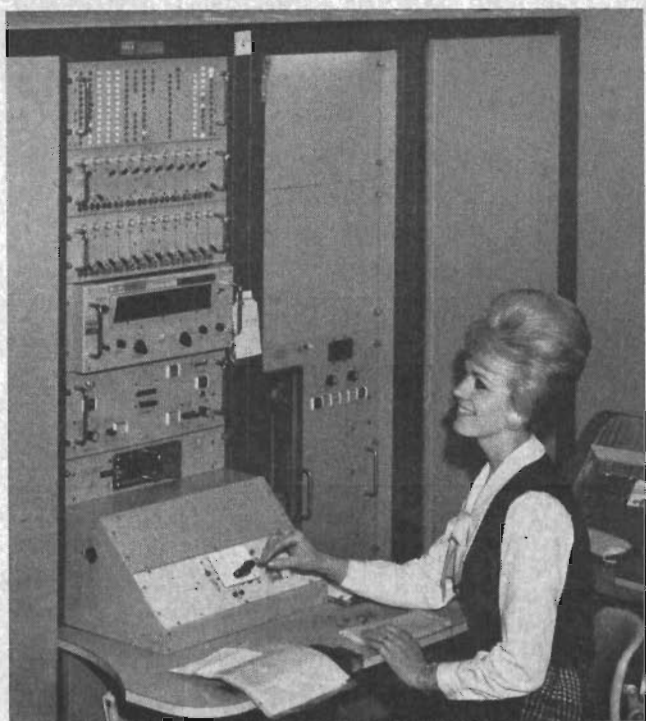


Fig. 12 a

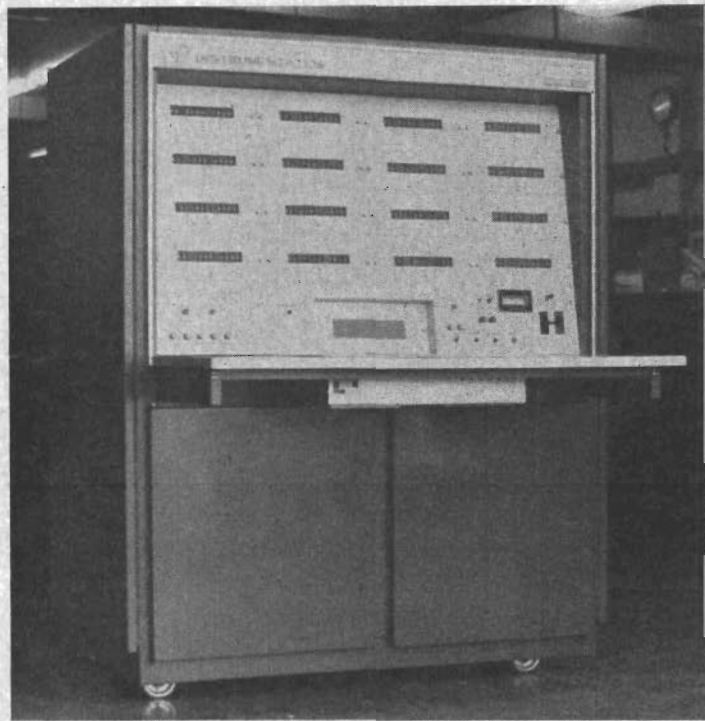


Fig. 12 b

formats som ett membran, som med viss förspänning håller diamantspetsen mot kristallen.

Transistorn kan användas som mikrofon eller accelerometer. Känsligheten var i det sistnämnda fallet ca $300 \mu\text{V/g}$ med en seismisk massa på 0,1 gram för närvarande, men man hade gott hopp att kunna förbättra känsligheten flera storleksordningar.

Nästa steg i utvecklingsarbetet var dels att undersöka brusegenskaperna, dels att undersöka möjligheterna för en integration av en hel krets i kristallen. Det är här möjligt att direkt bygga in hela förstärkaren i det kännande organet och på detta sätt slippa många problem med de svaga signalerna från de tryckkännande givarna. En förstärkare direkt inbyggd i pickuphuvudet är med andra ord helt inom möjligheternas ram.

Integrerade minnen

Det finns specialföretag i USA som tillhandahåller ferritminnesenheter i ett antal standardstorlekar. Minnesenheter bör av denna orsak vara ett lämpligt objekt för integration i större skala. Det arbetas i denna riktning speciellt vid RCA.

Man har funnit att MOS-transistorn, som i det närmaste arbetar dualt till kryptroten, bör lämpa sig för integration av såväl register som större minnen. Effekttåtgången per bit kan för MOS-vippor med komplementära transistorer nedbringas till ett minimum. MOS-transistorerna lämpar sig dessutom mycket väl för uppbyggnad av de »väljarträd» som fordras för val av önskat ord i minnet. RCA hoppas mycket på MOS-transistorn i tunnfilmutförande för dessa integrerade minnen. Ett problem i

detta sammanhang är att finna väl samarbetande komplementära material. Den år 1962 av *Weimer* (RCA) presenterade CdS-filmtransistorn arbetar med elektronledning. För att skapa komplementära P-ledande element har man med viss framgång prövat med tellur som aktivt material. Vi noterade med intresse att *Jim Gibson*, Transistorgruppens förre chef, arbetar hårt och entusiastiskt med dessa problem på RCA Laboratories i Princeton.

Alternativ till aktiva minnen av kryptron- eller MOS-typ är passiva minnen av ferrittyp. Denna senare minnestyp har ju fördelen att ej tappa information vid strömavbrott. Man arbetar på RCA ännu hårt på att skapa integrerade motsvarigheter till det gamla ferritkärnminnet. Den mest lovande ansatsen i denna riktning utgör deras »laminated ferrite memories», som i stort sett utgörs av tunna plan, innehållande nät med horisontella och vertikala korsande ledare som inbakats i ferritmaterial.

Då varje korsningspunkt omges av »rektangulärt» ferritmaterial kan genom koincidens en etta inskrivas eller utläsas. Läst signal avkännes på endera av de två korsande trådarna. Dock har man ej som i ferritkärnminnet kunnat införa en för ett helt minnesplan gemensam läsledning. En nätmaskindelning på ca 0,2 mm medger en avsevärt högre lagringstäthet än i ferritkärnminne. Vidare medger detta minne cykeltider som understiger $0,5 \mu\text{s}$ och läs- och skrivströmmar mindre än 100 mA.

Integrerade mikrorörkretsar

Avancerade metoder bearbetas av *Ken Shoulders* med medarbetare på *Stanford Research Institute*. Shoulders anser att alla

dagens tillverkningsmetoder för halvledarkomponenter är helt otillräckliga då det gäller att bygga verkligt stora självanpassande datasystem. Shoulders har satsat på aktiva element med fältemissionskatod och elektrontransport i vakuum. Se fig. 16. Problemet med element av detta slag har varit att framställa tillräckligt stabila katoder. Shoulders förefaller efter åratals forskning ha lyckats med detta. Dessa fältemissionstrioder måste, för att arbeta med rimliga spänningar, byggas med mycket små dimensioner. Ett vettigt utnyttjande av elementen förutsätter vidare p.g.a. de höga impedansnivåerna en helintegration av system eller delsystem. Shoulders har tillverkat och mätt på enstaka element men har ej någon klar lösning på sammankopplingsproblemet.

Undervisning på mikroelektronikområdet

Undervisningen inom mikroelektronikområdet är mycket olika vid olika universitet. Vid *Stanford University* och även vid *University of California* höll man sig väl framme. Vid Stanford hade man exempelvis byggt upp en utrustning där teknologerna själva fick bygga en monolitkrets. Man fick börja med att lägga upp layout för kretsen — vanligen en enkel OCH-krets — sedan göra mönster och fotografera. Kretsarna gjordes ej med samma täthet som i professionella sammanhang utan man nöjde sig med att göra ca 10 kretsar på samma kristall. Kristallmaterialet tillhandahölls och diffusionsugnar, lämpliga för processen, fanns inkörda. Efter fotoresistpåläggning och diffusion i upprepade steg följde sedan förångning av led-

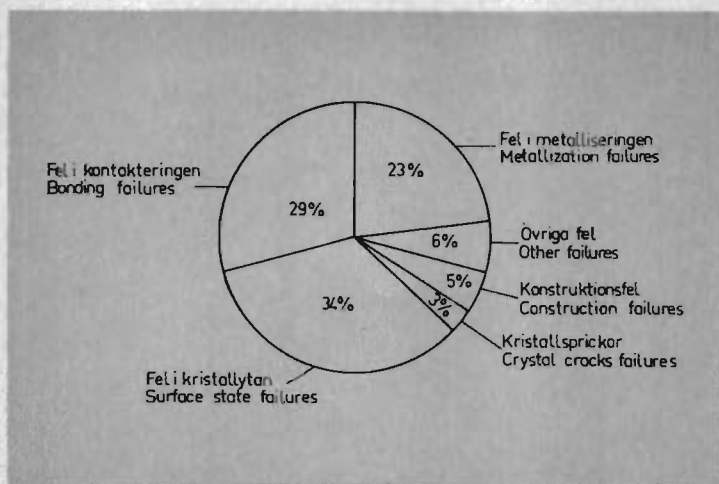


Fig. 13
Procentuella fördelningen av olika orsaker till fel hos integrerade halvledarkretsar enligt Texas Instruments.

Percentage failures of different types in integrated circuits (Texas Instruments).

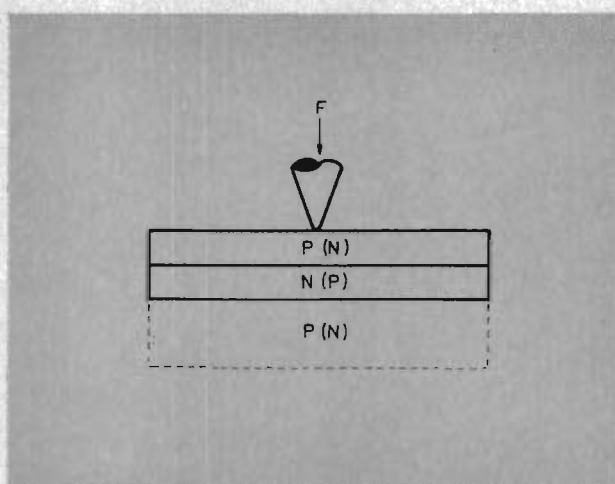


Fig. 14
Schematisk bild av piezoelektriskt element utnyttjande en PN-övergång. Tryck anbringas på en grunt liggande övergång med en nålspets.

Schematic representation of a piezo-junction element. Stress is applied to a shallow junction via a stylus.

ningsmönster och mätning av kretsegen-skaper. Teknologer som ville lära mer om diffusionsprocesser kunde välja ett speciellt ämne, diffusionsteknik, under professor Pearce.

Behovet av undervisning på detta område har varit mycket stort i USA under de sista 4 åren. I Sverige har vi ingen stor-industri som tillverkar mikrokretsar, här har undervisningen kanske mer koncentrerats på tillämpningar än på kretstillverk-nings.

Rörliga tekniker på USA:s elektronikmarknad

En jämförelse mellan amerikansk och svensk arbetsmarknad på elektronikom-rådet ger vid handen att det finns en hel del

olikheter. Så finner man t.ex. att — i mot-sats till förhållandena i Sverige — en stor del av den amerikanska elektronikindu-strin lever på militära kontrakt. En firma, som genom ett gott förarbete (»proposals») lyckats få ett stort militärt kontrakt, an-ställer så många ingenjörer och tekniker som fordras för att arbetet skall kunna fullföljas på given tid. När projektet är färdigt avskedas större delen av arbetsstyr-kan — om inte nya kontrakt kunnat an-scaffas under tiden. Det är åtskilliga stora industrier som på detta sätt pumpar ut och in mer än 50 % av sitt personalbehov.

Det är dock ingen misskreditering att bli avskedad i Amerika — det väsentliga är att kunna påvisa att man gjort något bra under den tid man varit anställd. Denna

rörlighet på arbetsmarknaden är givetvis på både gott och ont. Otryggheten i arbe-tet och det nya proletariet som ingenjörer och tekniker nu utgör, är en sida. En annan — och bättre — sida är att tekniken sprids, och att tekniskt »know-how» vand-rar runt på ett stimulerande sätt.

Ingenjörer i Sverige har inte samma chans som ingenjörer i USA att göra stora inkomster på ett gediget tekniskt kunnan-de (vilket gjort att många svenska ingen-jörer utvandrar till USA). Den högre lev-nadsstandarden i USA får dock köpas till priset av otryggare anställning och en här-dare press i arbetet. Men en gedigen ar-betsinsats värderas högre i USA än här — amerikanen har sina bästa kläder på sig i arbetet!

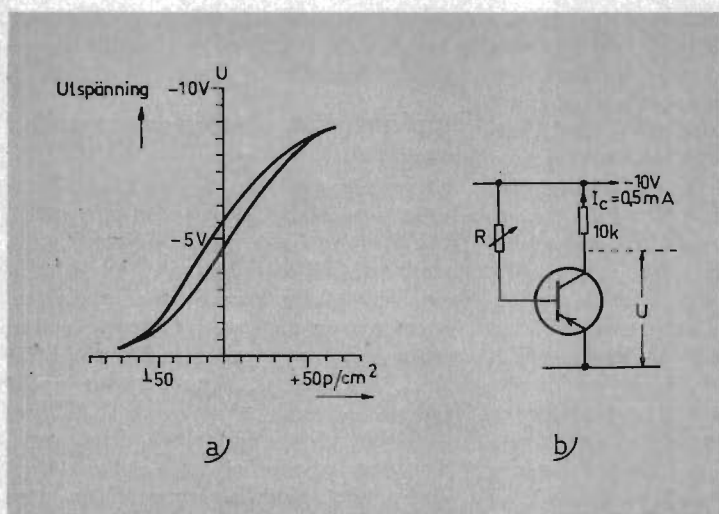


Fig. 15
a) Exempel på överföringsfunktion för piezoelektrisk transistor. b) Mätuppkopp-lingen.

a) Example on transfer function of a piezoelectric transistor. b) Test circuit.

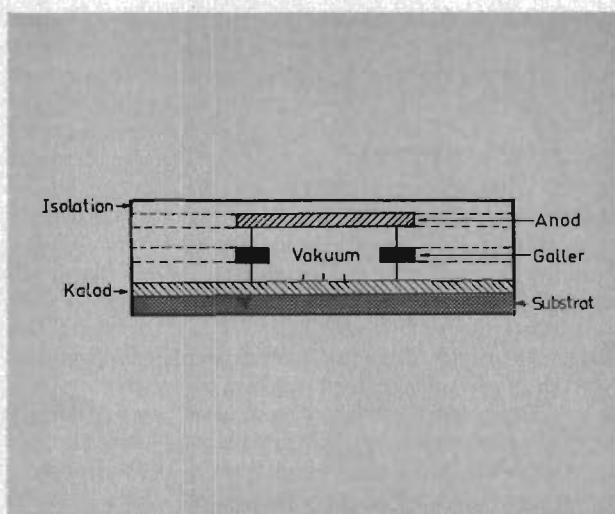


Fig. 16
Aktivt element med fältemissionskatod, föreslaget av Shoulders för system uppbyggt helt med tunnfilmt teknik.

Active element with field emission cathode proposed by Shoulders for all-thin-film system.

Nya anslag till elektronikforskning

Statens tekniska forskningsråd har delat ut 35 forskningsanslag på sammanlagt 1 706 535 kr. Inom området elektronik har professor Bertil Agdur vid Tekniska Högskolans institution för mikrovågsteknik erhållit två anslag. Det ena, som är på 90 500 kr. är ett fortsättningsanslag, som avser fortsatt utveckling av en s.k. solid-state-mottagare för mikrovågsfrekvenser som i första hand är avsedd att användas i radarsammanhang. Konstruktionen bygger bl.a. på användandet av en tunneldiodförstärkare som har synnerligen goda egenskaper såväl ifråga om prestanda (bredbandighet, låg brusfaktor) som ifråga om vikt, volym, stötsäkerhet och livslängd. I projektet ingår även utveckling av en transistoroscillator som skall kunna ersätta den i radarsammanhang vanligen använ-

da klystronen. Det andra anslaget, som är på 44 400 kr, skall användas för att inbjuda en av Japans främsta forskare på elektronikområdet, dr G Musha från Electrical Communication Laboratory i Tokyo, att arbeta som gästforskare vid institutionen under ett år. Dr Musha har gjort en serie synnerligen förnämliga insatser när det gäller studiet av förstärkningsmekanismer i halvledare och i gasurladdningar.

Institutet för Halvledarforskning (Häfo) har tilldelats 20 000 kr för dokumentationstjänst inom området det fasta tillståndets elektronik och Kiruna Geofysiska Observatorium har erhållit 166 600 kr för elektronik för observatoriets experiment i satellitprojektet ESRO 1.

Kommunikationssystem för rangerbangårdar

En ny typ av radiotelefonisystem som tillverkats av *Associated Electrical Industries*, England, har installerats på tre stora rangerbangårdar i nordöstra England. Systemet bygger på induktiv koppling mellan sändar- och mottagarantenn. Sändarantennen består av en 6000 m lång slinga runt hela bangården. Fördelen med detta system är att signalerna kan uppfattas inne i slingan men inte utanför den. Mottagarantennen utgöres av en 0,9 m slinga inne i loket. Frekvensområdet är 30–140 kHz. Systemet används för telefonförbindelse och

överföring av signaler från kontrollrummet till växelloken, medan konventionell VHF-utrustning används för signalering i den motsatta riktningen.

En annan kommunikationsutrustning som också används på rangerbangårdar och av järnvägens underhållspersonal är »Lancon», tillverkad av *General Electric Corporation Ltd.* Det är en VHF-utrustning med så små dimensioner att den kan bäras i fickan. Antennen kan fästas under rockslaget. Räckvidden är upp till 8 km inom bebyggda områden.

Automatisk identifiering av järnvägsvagnar

Sylvania Electric Products Inc. tillhörande *General Telephone & Electronics Corporation*, USA, har utvecklat ett system för automatisk identifiering av järnvägsvagnar. »Kartrak», som systemet kallas, kommer under våren 1965 att tas i bruk av *Duluth Missabe and Iron Range Railway Company* för kontroll av 9500 vagnar som används för transport av järnmalm från gruvdistriktet i nordöstra Minnesota till utskeppningshamnen vid Lake Superior.

I systemet ingår en sökare som utsänder vitt ljus mot järnvägsvagnarna. Vagnarna förses med reflektorer i form av rem-

sor, som reflekterar ljus i olika färgkombinationer. Det är således möjligt att sammanställa färgkoder som anger såväl identifieringsnummer som tomvikten för de olika vagnarna. Dessa identifieras när de passerar en våg som registrerar bruttovikten, och lastens nettovikt kan på så sätt direkt fastställas. Vagnnummer och viktuppgift vidarebefordras därefter till en sorteringsbangård eller till fartygens lastplatser.

Kartrak fungerar såväl i dagsljus som i mörker oberoende av väderleksförhållandena och vagnarna kan identifieras även om de passerar med så hög hastighet som 160 km/t.

Givare för infrarödbilder

Vid *Westinghouse* har man utvecklat en givare för infrarödbilder som utnyttjar en speciell egenskap hos kolestrin, nämligen att den skiftar färg vid temperaturändring. En sådan givare har använts för att studera modstrukturen hos infraröda laserstrålar med för låg frekvens för att svärta fotografisk plåt.

Bildgivaren består av en kolestrinfilm, uppbyggen av ett svärtat membran och monterad i en vakuumbakgrund. Filmen

belyses från ena sidan av laserstrålen och från den andra sidan dels av en kontrollerbar värmelampa, som ger filmen en gynnsam temperatur, dels av en kvicksilverlampa som får modmönstret från laserstrålen att klart framträda.

Enligt *Westinghouse* är bildgivarens användbarhet ej begränsad till det infraröda området utan all optisk strålning som uppvärmer kolestrinfilmerna ger ett framträdande mönster.

B H

RAGNAR FORSHUFVUD

Om tillförlitlighet mekanismer hos

Om man sammanställer siffror från livslängdsprov på monolitkretsar från olika amerikanska tillverkare, finner man att felintensiteten vid 85° C är av storleksordningen 0,02 % per 1000 timmar. Det bör observeras, att dagens siffror i mycket stor utsträckning är baserade på gårdagens kretsenheter, och att det är sannolikt att tillförlitligheten hos de kretsar som produceras i dag är ännu bättre.

Har man tillgång till kretsenheter med en felintensitet av 0,02 % per 1000 timmar, så kan man med dessa bygga ett system bestående av 1000 enheter, som i genomsnitt kommer att fungera 5000 timmar i sträck mellan reparationerna. En sådan tillförlitlighet räcker till för de flesta ändamål — ett system med 1000 kretsar är ett ganska stort system, och 5000 timmar är en ganska lång tid — mer än ett halvt år, även om systemet arbetar dygnet runt.

Därmed, skulle man tycka, borde tillförlitlighetsproblemet vara avfärdat, och alla de som aldrig tänkt sätta ihop system med mer än några hundra kretsenheter och som kan acceptera en medeltid mellan fel på betydligt mindre än 5000 timmar, borde kunna sluta läsa det här och övergå till nyttigare sysselsättningar. Under förutsättning att siffrorna är att lita på, förstås.

Finns det då några risker i detta avseende? Ja, man kan tänka ut åtminstone tre faror som lurar på den godtrogne köparen.

1) Tillverkarna, som själva står för de

flesta uppgifterna om tillförlitlighet, kanske inte är riktigt ärliga.

2) Det kanske finns några dolda felmekanismer, som inte avslöjas vid vanlig provning.

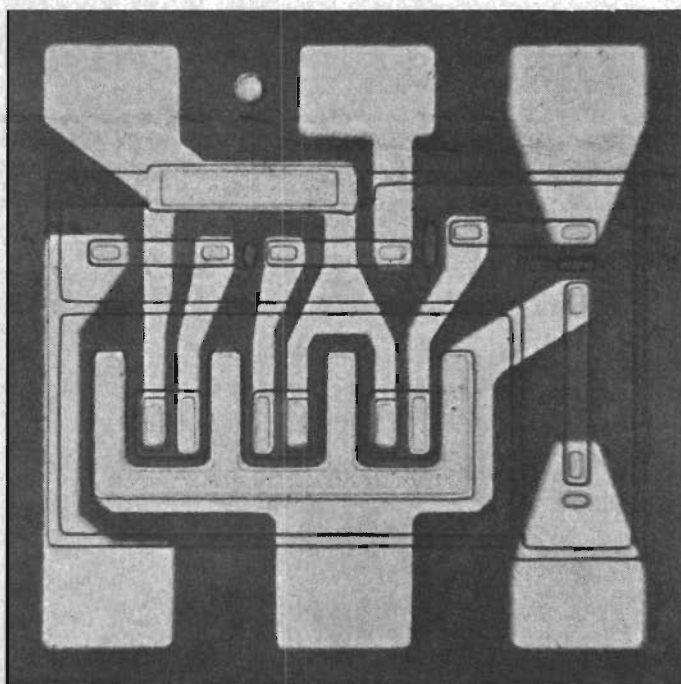
3) Felintensiteten kanske kan öka efter mycket lång tids användning.

Vill man ha en uppfattning om hur pass allvarliga dessa risker är, räcker det inte med att man studerar statistik och slår i

Fig. 1

Förstoring av kristallen i en monolitkrets (Raytheon). De ljusa fälten är ledningsmönstret, de mörka linjerna »trappsteg» i oxiden.

Chip of an integrated circuit (Raytheon). Light areas are metalizing, dark lines oxide steps.



och fel-monolitkretsar

Artikelförf., som nyligen studerat integrerade kretsar i USA, ger här en sammanfattande överblick över vad man kan vänta sig i fråga om tillförlitlighet hos integrerade kretsar av halvledartyp.

konfidenstabeller. Den mänskliga och den fysikaliska sidan av saken är minst lika viktiga som den statistiska.

Den mänskliga faktorn

Är det troligt att en tillverkare vågar lämna klart felaktiga uppgifter om tillförlitlighet? Knappast. Den stora rörligheten på den amerikanska arbetsmarknaden utgör en garanti för att ingen sprider ut rena lögner — risken för att någon skvallrar är för stor. Men å andra sidan måste man komma ihåg, att det i dag är direkt livsfarligt för en tillverkare av integrerade kretsar att komma och visa upp statistik på dålig tillförlitlighet hos sin egen produktion. Ve den fabrikschef som måste stå till svars inför högsta ledningen, när siffrorna från livslängdsproven visar hög dödlighet hos de provade enheterna! Vad är naturligare än att fabrikschefen i god tid pratar med sina goda vänner i kvalitetskontrollen och säger till dem så här: — »Hör ni gubbar, om det skulle bli särskilt dåligt resultat i något prov, så kan ni väl meddela mig först, så vi kan se efter om det har gjorts något misstag i tillverkningen.» Och nästa gång det händer att fem enheter går sönder i ett och samma prov, tillkallas fabrikschefen. — »Jo, titta här, Bill», säger herrarna i kvalitetslabbet, »det är några guldtrådar som har gått sönder på alla fem». — »Åh tusan», säger fabrikschefen, »det är den där jantan som prak-

tiserade här i förra månaden, hon slarvade med termostaten. Men hör ni killar, ni får inte räkna det här provet som typiskt för vår produktion. Det får ni verkligen inte ta med i statistiken. För det mesta är guldtrådarna O.K.». Och sedan stryks provet för gammal vänskaps skull såsom varande »icke typiskt för fabriksens normala produktion», sedan fabrikschefen lovat att se upp bättre i fortsättningen.

Hur pass missvisande statistiken kan bli på grund av sådant här smussel är svårt att uttala sig om. Det är väl knappast troligt att man vågar »hörtförklara» mer än två tredjedelar av felen. Detta skulle betyda att lögnfaktorn maximalt vore=3.

Litet betänksam blir man dock, när man läser om de provningsresultat som rapporterats från *Instrumentation Laboratory* på

Massachusetts Institute of Technology (MIT), den välkända tekniska högskolan i Boston. Man har där provat monolitkretsar avsedda för den första serien av rymdskeppet Apollos datamaskin. Kretsarna har levererats av tre olika tillverkare, som i rapporten kallas A, B och C. Vilka som döljer sig bakom dessa tre bokstäver har inte avslöjats — något som åtminstone leverantörerna B och C har anledning att vara tacksamma för.¹ Tab. 1 visar några siffervärden. Uppgifterna är hämtade ur *Electronics*.² Någon närmare beskrivning

¹ Av en nyligen utgiven press release från *SGS-Fairchild* framgår det att tillverkaren A är identisk med Fairchild. Kretsen är Fairchild Micrologic 903.

² *Got-it-alone circuits advocated for Apollo spaceship's computer*. *Electronics* 1964, 14 dec., s. 92.

Tab. 1. Provningsresultat för monolitkretsar (MIT Instrumentation Lab.).

Table 1. Results of tests of monolithic circuits by MIT Instrumentation Laboratory.

Leverantör	Fel i miljöprov och föräldring	Felfrekv. i miljö motsv. användningen (90 % konfidensnivå)
Vendor	Screen and burn-in failures	Failure rates at use conditions, 90 % confidence
A	1,8 %	0,005 % per 1000 h
B	3,8 %	0,3 % per 1000 h
C	5,0 %	1,8 % per 1000 h

av provningsprogrammet ges tyvärr inte, men det torde ha rört sig om ganska hårda miljöprov.

Vad som är intressant i tab. 1 är framför allt de höga siffrorna för felintensiteten hos fabrikaten B och C. Det är tydligt att den tillförlitlighet som sägs utmärka integrerade kretsar, inte kommer automatiskt så fort en tillverkare stoppar in någonting i en kapsel med många tilliedningar och säljer det under benämningen »integrerad krets». Noggrann kvalitetskontroll är en synnerligen viktig förutsättning för att tillförlitligheten skall bli hög.

Det verkar faktiskt som om det vore motiverat att ägna en del intresse åt frågan: hur skyddar man sig mot kretsenheter av låg kvalitet?

En förnuftig åtgärd är tydligen att tillämpa hård typprovning och ankomstkontroll. Siffrorna i tab. 1 pekar på ett tydligt samband mellan kassationen i provningen och felintensiteten. För att kunna konstruera ett ändamålsenligt provningsprogram behöver man veta något om de viktigaste felmekanismerna — vi skall strax tala om dem. En annan förnuftig åtgärd är att hålla sig till beprövade kretsenheter, som tillverkas i stora serier. Om någonting tillverkas i stora serier, har tillverkaren råd att spendera mycket pengar på kvalitetsövervakning. Det är intressant att lägga märke till, att man i USA ofta bygger upp logiken i datamaskiner med mycket få typer av integrerade kretsar för att få så stora serier som möjligt. Sålunda utförs alla logiska funktioner i den nya versionen av Apollo-computern av en enda kretstyp, en dubbel grind som arbetar med låg effekt.

De vanligaste felmekanismerna hos monolitkretsar kan delas upp i tre grupper:

- 1) Fel i förbindningen mellan tilliedningstrådarna och ledningsmönstret
- 2) Fel i ledningsmönstret
- 3) Fel i själva kristallen. Dessa fel består oftast av ytfenomen.

Förbindningarna

Att på ett säkert sätt förbinda de yttre tilliedningarna med ledningsmönstret på kristallrutan är ett svårt problem. En vanlig metod är att man fäster guldtrådar på aluminiumfilmen med en kombination av värme och tryck (s.k. *ball bond*). Nackdelen med denna metod är att det särskilt vid hög temperatur lätt uppstår en oledande förening mellan aluminium och guld. Man känner igen denna oledande förening på dess karakteristiska färg, som också har givit namn åt felmekanismen i fråga: *purple plague* — purpurpesten.

Ett sätt att undvika purpurpesten är att

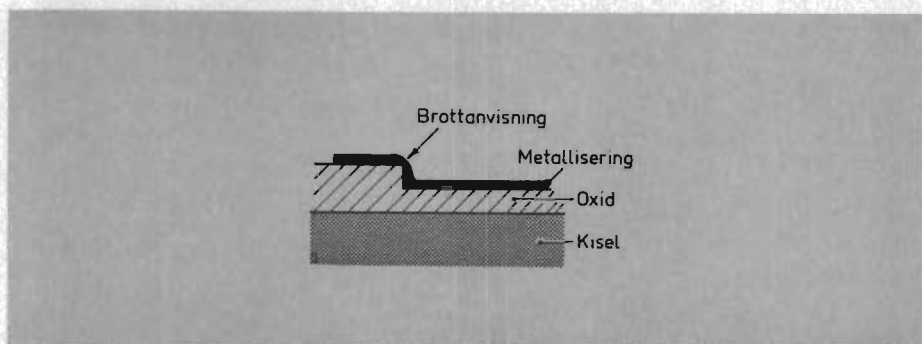


Fig. 2

Vid »trappsteg» i oxiden kan brottanvisningar i metalliseringen uppstå.

At oxide steps, metalizing has weak points.

använda aluminiumtrådar i stället för guldtrådar. De metoder man tidigare har använt för att fästa en aluminiumtråd har givit en förbindning som varit mekaniskt svag, men nyligen har man börjat med att fästa tilliedningar med hjälp av ultraljud, och det är möjligt att denna metod kommer att bli lösningen på problemet. Både *Fairchild* och *Motorola* använder aluminiumtrådar i sina flata kapslar. När det gäller monolitkretsar i TO-5-kåpor torde däremot alla fabrikanter i dag använda guldtrådar.

För att övertyga sig om att de inre tilliedningarna verkligen sitter fast brukar tillverkarna centrifugera de färdiga kretsenheterna vid 20 000–40 000 g. Detta är ett exempel på sådan »screening» — dvs. utsällning av svaga exemplar, som alla tillverkare tillämpar i dag, och som utgör en nödvändig förutsättning för att den levererade produkten skall vara tillförlitlig. Alla hoppas givetvis på att det skall gå att få fram tillverkningsmetoder som gör sällningen onödig, men vi har ännu långt kvar till det stadiet.

Ledningsmönstret

Vid de olika etsningar som förekommer i tillverkningsprocessen uppstår »trappsteg» i oxiden. Där metalliseringen löper över kanten på ett sådant trappsteg uppstår en brottanvisning, fig. 2. Genom temperaturväxlingsprov kan man ibland framkalla avbrott på ett sådant ställe.

Aluminium är ingen ädel metall. Den oxideras långsamt i luft, vid hög temperatur går oxideringen snabbare. Om någon repar ledningsmönstret — vilket kan vara lätt gjort när tilliedningarna skall förbindas — kan det sedan, när kretsen arbetar, uppstå en strömförträngning i en aluminiumstrimla. Temperaturen stiger på det skadade stället, som oxideras av luften i

kapseln. Strömförträngningen blir då ännu värre, och temperaturen stiger ytterligare. Det slutliga resultatet blir att metallen vid det skadade stället helt förvandlas till oxid, så att det uppstår ett avbrott. Tillverkaren kan förebygga denna typ av fel genom att avsyna alla kretsar med mikroskop och kassera de exemplar som är repade. Denna avsyning måste utföras som sista moment i tillverkningen innan kapseln slutes. Det vanliga är att man gör två avsyningar: först avsynas kristallrutorna innan de monteras i kapslarna, och efter förbindningen av de inre tilliedningarna gör man en andra avsyning. Anledningen till att man gör två avsyningar är att man inte vill fördärva en massa kapslar genom att montera in skadade kristallrutor i dem.

Inversionsskikt

Den oxid som täcker ytan på en monolitkrets är amorft kiseldioxid, med andra ord kvartsglas. Kvartsglas är känt för att vara en god isolator. Men även i de bästa isolatorer kan avsevärda laddningstransporter äga rum om man utsätter dem för elektrisk fältstyrka och väntar tillräckligt länge. Laddningstransporterna kan ske antingen genom direkt förflyttning av laddningar genom isolatorn eller genom att molekylära dipoler i isolatorn långsamt orienterar sig i fältets riktning.

Oxiden på en planarkomponent utsättes för höga fältstyrkor när man lägger en backspänning över en PN-övergång. Om det vill sig illa kan en så stor laddning samla sig någonstans på eller i oxiden att den kan komma att dominera över de laddningar som finns inbyggda i halvledaren närmast under (donatorer och acceptorer). På det sättet kan P-material omvandlas till N-material och tvärtom — man får ett s.k. inversionsskikt under oxiden.

Fig. 3 visar ett exempel på ett inversions-

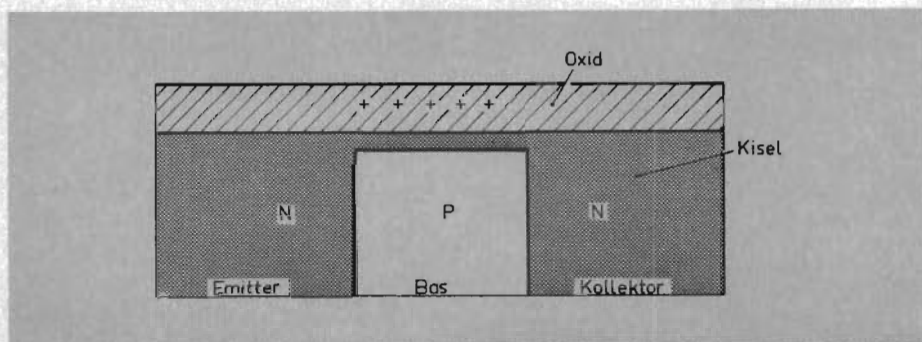


Fig. 3.
De positiva laddningarna i oxiden driver bort hålen från basens yta och lockar dit elektroner i stället. Ett inversionsskikt bildas.

Inversion layer on the base of an NPN transistor.

skikt på en transistor. Den positiva laddningen i oxiden har jagat bort hålen från ytan på basen, det har uppstått ett N-skikt som förbinder kollektorn med emittern. Man skulle kunna tro att inversionsskiktet helt enkelt skulle yttra sig som en resistiv överledning mellan kollektorn och emittern, men i verkligheten blir det hela något mera komplicerat. Bristområdet kring kollektorövergången kommer att omfatta en del av inversionsskiktet, som alltså töms på elektroner. Laddningen i oxiden påverkar emellertid fältbildningen så, att fältet får en tunn utlöpare, som kan sträcka sig fram till emittern. Man får då en läckström mellan emitter och kollektor. Vid rumstemperatur är denna läckström låg (av storleksordningen $1 \mu A$), men tyvärr är den temperaturberoende och kan därför orsaka fel i funktionen vid hög temperatur.

Det här med inversionsskikt är något som man känt till i många år — så fort man började tillverka odlade transistorer i början av 1950-talet blev man pinsamt medveten om deras existens. När planartekniken kom, trodde man att man skulle slippa ifrån alla ytfenomen, men det dröjde inte länge förrän man upptäckte att man endast hade uppnått en ändring av den snabbhet, med vilken laddningarna förflyttades. Fenomenen är i princip desamma som förut, men de sker nu i ett mycket långsammare tempo. Å andra sidan är tidskalan starkt temperaturberoende. De flesta planartransistorer skall ju enligt databladet tåla $200^\circ C$, men vid den temperaturen går det lätt att sätta fart på laddningarna i oxiden. 30 sekunders besök i genomslagsområdet vid $200^\circ C$ kan ha en rent förunderlig inverkan på en planartransistors genombrottskaraktär. Det är i synnerhet planartransistorer med hög genombrottsspänning som går att påverka på detta sätt, och anledningen är inte svår att gissa. Hög genombrottsspänning hos en

PN-övergång betyder alltid att materialet är svagt dopat, åtminstone på den ena sidan av PN-övergången. Detta betyder i sin tur att de inbyggda laddningarna — acceptorer och donatorer — sitter så glest, att laddningarna på ytan lätt kan dominera över dem och åstadkomma inversionsskikt.

Hur är det då med monolitkretsarna? De är i allmänhet uppbyggda av hårt dopat material. Genombrottsspänningarna kan nämligen få vara mycket låga — matningsspänningen är ju ofta bara 3 V. Därtill kommer att höga temperaturer inte får förekomma. Tillverkarna sätter gränsen för omgivningstemperaturen vid $125^\circ C$ eller vid ett ännu lägre värde. Två skäl alltså, som talar för att risken för att det skall uppstå inversionsskikt är liten.

Å andra sidan omfattar ju en monolitkrets en hel mängd komponenter som sitter tätt ihop inom samma kristall, och ett inversionsskikt, om det i alla fall skulle uppträda, bör alltså kunna ställa till med obehag på många olika sätt.

Vi får heller inte glömma ledningsmönstrets betydelse i sammanhanget. Potentialskillnaden mellan en aluminiumstrimla och halvledaren under den kan ge upphov till avsevärda fältstyrkor i oxiden — ja, räkna själv: om spänningen är 3 V och oxiden en tusendels millimeter tjock, så blir fältstyrkan 30 000 volt per centimeter!

Inversionsskikten är därför trots allt en faktor att räkna med även vid monolitkretsar. Ett visst skydd mot denna typ av fel kan man få genom att låta varje krets arbeta några timmar vid hög temperatur innan man kontrollerar dess elektriska egenskaper.

Dolda felmekanismer

Ett provningsprogram skall vara så konstruerat att det avslöjar alla kända felmekanismer. Om det nu utöver de kända fel-

mekanismerna skulle finnas några okända, som inte avslöjas genom dagens provmetodik, så kan vi givetvis inte veta någonting om detta — visste vi det, skulle de okända felmekanismerna inte vara okända längre. Jag kan emellertid nämna, att det inte var länge sedan man upptäckte, att det med tiden kan bildas isolerande skikt mellan metalliseringen och halvledaren på de ställen där det är meningen att det skall vara kontakt. Enligt uppgift skall dessa skikt bestå av borsilikat eller bornitrat. En spänning på några få volt är tillräcklig för att det tunna skiktet skall brytas igenom, vilket förklarar varför denna typ av fel inte upptäckts tidigare — man har helt enkelt använt för höga spänningar vid provningen. När kretsarna sitter i ett system och arbetar, är det inte alls säkert att de reparerar sig själva. Om kretsarna är av typ DCTL (direktkopplad transistorlogik) arbetar de nämligen med mycket låga spänningar på ingångar och utgångar (mindre än 1 volt). Låt oss hoppas, att detta var den sista okända felmekanismen!

Slutligen några ord om den tänkbara möjligheten att felintensiteten skulle öka med tiden. När sådant inträffar, brukar det bero på att man nalkas gränsen för den livslängd som huvuddelen av komponentpopulationen har. När det gäller transistorer, som man ju har mer erfarenhet av än monolitkretsar, har man ännu inte iakttagit något sådant. Transistorernas genomsnittliga livslängd torde i allmänhet vara av högre storleksordning än systemens ekonomiska livslängd, och de transistorer som har gått sönder har varit sådana som haft mycket kortare livslängd än populationens genomsnitt. Felfrekvensen har sjunkit i samma takt som dessa svaga enheter fallit bort.

Förverkligandet av monolitkretsar innebär att man pressar ur planartekniken vad den har att ge på ett helt annat sätt än man gjort tidigare. Detta kan tänkas ge en sänkning av den allmänna livslängden. För att förbättra tillförlitligheten skärper man sällningen. Men det är väl att märka, att man genom sällningen endast kan eliminera de svaga exemplaren, de som står för de tidiga felen. Livslängden hos populationens huvuddel kan man naturligtvis inte göra någonting åt.

Det är alltså fullt tänkbart att felintensiteten hos monolitkretsar skulle kunna öka efter mycket lång drifttid. Samtidigt vill jag dock framhålla, att hittills ingenting framkommit som ger anledning till farhågor i detta avseende, och att vi, tack vare de tämligen goda kunskaper vi har om accelerationsfaktorer, har möjlighet att i viss utsträckning skåda in i framtiden — 1000 timmars provning vid $125^\circ C$ anses sålunda motsvara ca 20 000 timmars drift vid $125^\circ C$.

INGENJÖR JAN RISSLER

Rationella Elektroniktillämpningar AB, (RETAB),
Lidingö

Så tillverkas

Integrerade halvledarkretsar framställs med tillämpande av ungefär samma tillverkningsmetoder som de man använder vid framställning av planartransistorer. Såväl transistorer, dioder, motstånd som kondensatorer åstadkommes genom upprepade diffusioner av olika störrämn i en skiva av kisel, substratet.

Är det fråga om en monolitkrets tillverkas alla kretselementen i en enda kisel-skiva. »Komponenterna» i kiselskivan förbindes sedan till en kretsfunktion med ett ledningsmönster som vanligen erhålles genom förångning av aluminium. Nödvändig isolation och skydd av PN-övergångarna erhålles med ett tunt skikt av kiseldioxid, SiO_2 .

Fig. 1 och 2 visar hur en diod resp. transistor framställs.

Fig. 3 visar hur man genom att diffundera in en ränna, i detta fall med P-dopning, kan åstadkomma ett motstånd.

Kondensatorer erhålles genom att man utnyttjar spärrskiktscapacitansen hos en backspänd diod.

Elektrisk isolering

Alla komponenterna är förbundna med substratet och då detta är elektriskt ledande även om det har hög resistivitet, måste någon form av elektrisk isolation åstadkommas så att icke önskvärda förbindningar mellan komponenterna undviks. Det enklaste sättet att göra detta är att vid P-dopat substrat diffundera in isolerade »öar» med N-dopning, se fig. 4. Varje komponent kommer då att vara förbunden med substratet över en PN-övergång, som, när den förspännes i backriktningen, isolerar komponenten från substratet (isoleringsdiod). Mellan två komponenter får man då två motvända dioder via substratet och man erhåller på så vis isolering. Se även ekvivalenta schemat till komponenterna i fig. 1—3.

Tillverkningsmetoder med 3 diffusioner

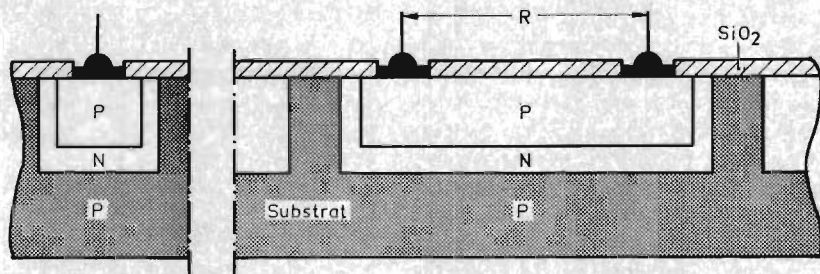
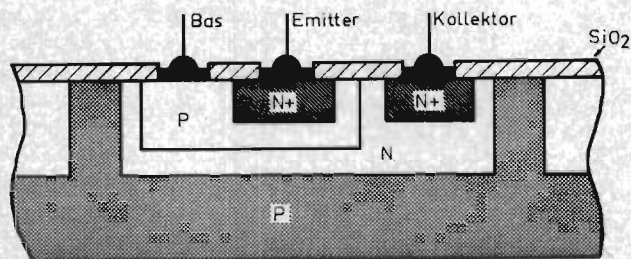
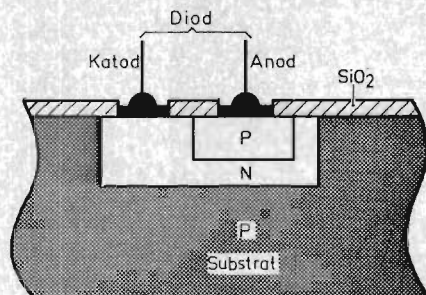
Den enklaste metoden för tillverkning av

integrerade halvledarkretsar är den som baseras på tre diffusioner. I fig. 5 visas steg för steg hur de olika komponenterna framställs. Det hela går till på följande sätt.

1) Av en odlad kiselkristall sågas en

skiva, som slipas och poleras till 0,1—0,2 mm tjocklek. Diametern på skivan brukar vara omkring 25 mm. Kisel-skivan är P-dopat med hög resistivitet (10 ohmcm).

2) Kiselskivan förses med ett ca 6000



integrerade halvledarkretsar

Å tjockt skikt av kiseldioxid genom att man i en ugn upphetar kiselskivan till ca 1100° C och samtidigt leder syrgas genom ugnen.

3) Ett ljuskänsligt lackskikt (fotore-sist) påföres den oxiderade kiselskivan.

Det är viktigt att detta lackskikt är tunt och jämnt, vilket åstadkommes genom att man låter kiselskivan hastigt rotera och påför en droppe fotore-sist.

4) Exponering sker i ultraviolett ljus genom en mycket fin mask, som är oge-

nomskinlig på de ställen där man önskar utföra den 1:a diffusionen. Kraven på maskerna är mycket höga. För att göra t.ex. ett diffunderat motstånd måste man maska av en »kanal» med 25 μm bredd, med god kantskärpa.

5) De exponerade delarna av det ljuskänsliga lackskiktet hårdnar och löses inte upp som de oexponerade delarna vid framkallningen.

6) Icke önskad oxid etsas bort och den hårda exponerade fotore-sisten utgör därvid den erforderliga masken.

7) Den första diffusionen sker med fosfor som dopningsämne och ett N-dopat område erhålles på de ställen där kiseldioxiden var bortetsad. Kiseldioxiden hindrar gaser att diffundera in i kristallen, det går alltså utmärkt att använda kiseldioxid som diffusionsmask. Diffusionen sker vid en temperatur av ca 1200° C och diffusionstiden varierar mellan en halvtimme och två dygn, beroende på dopningsämne och önskat diffusionsdjup.

Vid den 1:a diffusionen bildas kollektorområdet till transistorerna, katodområdet till dioderna och isolationsområdet för motstånden. Man framställer alltså den integrerade kretsens olika komponenter samtidigt.

8) Under det att den första diffusionen pågår bildas ett nytt oxidskikt över hela kiselskivan. Genom att man upprepar det fotolitografiska förfarandet, men med en ny mask, erhålles »fönster» i kiseldioxiden för den 2:a diffusionen.

9) Den 2:a diffusionen sker med bor som dopningsämne, vilket ger P-dopade områden. Vid denna diffusion erhålles basområdet till transistorerna, anodområdet för dioderna samt motståndsområdena.

10) På motsvarande sätt utföres så en 3:e diffusion, denna gång med fosfor av högre koncentration än vid den 1:a diffusionen och en mycket kraftig N-dopning erhålles. En sådan kraftig, lågohmig N-dopning brukar betecknas

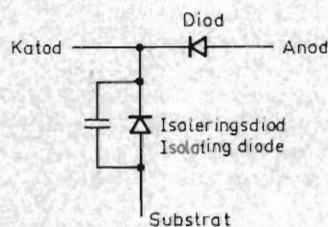


Fig. 1

Diffunderad diod. Två diffusionen erfordras för att erhålla isolation från substratet.

Diffused diode. By means of two diffusions isolation is obtained.

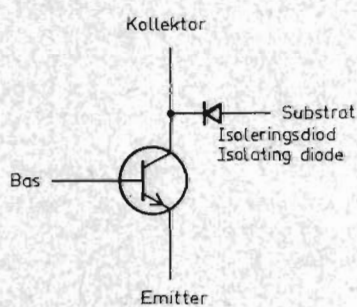


Fig. 2

Transistor för integrerad krets. Genom att tre diffusionen användes erhålles elektrisk isolering från substratet, se dioden i ekvivalenta schemat. Observera att man är tvungen att ansluta kollektorn ovanifrån, vilket ger hög bottningsresistans. Det med N+ märkta området i kollektorn är till för att sänka bottningsresistansen.

NPN-transistor for integrated circuits. It is necessary to make the collector connection on the top which gives high saturation resistance. Three diffusions feature isolation by means of the isolation diode.

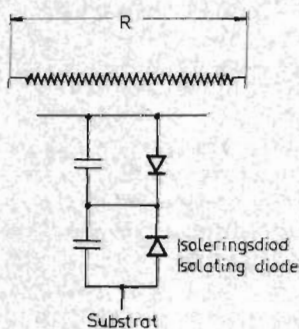


Fig. 3

Diffunderat motstånd av P-typ. Ett diffunderat motstånd av N-typ erhålles om P-diffusionen slopas och kontaktarna anslutes till N-området. För att isolera motståndet från substratet måste motståndet anslutas till sådana spänningar att dioden till substratet, se fig., alltid är backspänd. Vid motstånd av P-typ behöver detta ej beaktas p.g.a. isoleringsdioden.

Diffused resistor of P-type. By the two diffusions, N and P, two diodes back to back are obtained which isolates the resistor from the substrate.

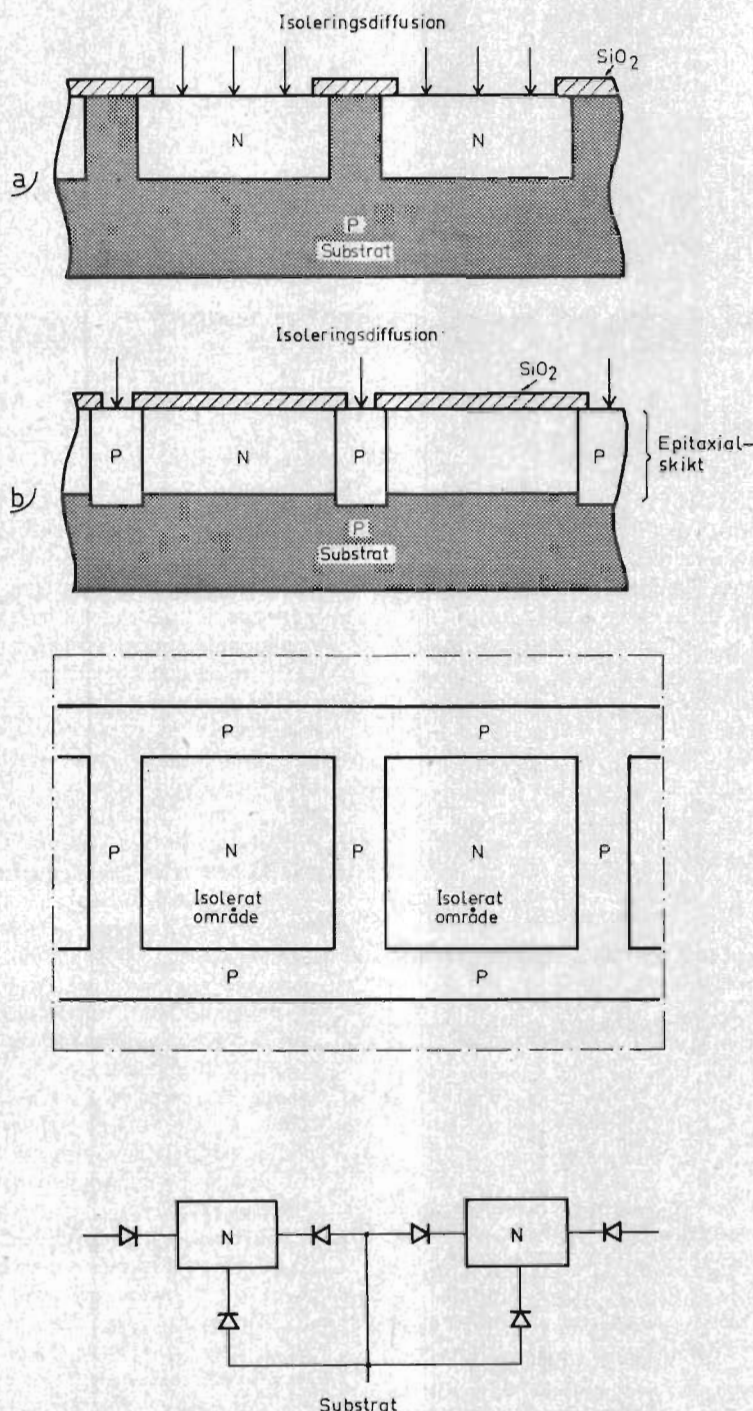


Fig. 4

Fig. visar hur man åstadkommer från substratet och från varandra elektriskt isolerade områden. De två motvända diaderna isolerar N-områdena från varandra. Vid epitaktiska halvledarkretsar erhålles isolerade områden med P-diffusion genom det N-dopade epitaxialsiktet.

Isolated "islands" made by a) N-diffusion in a P-substrate and b) P-diffusion through the N-type epitaxial layer.

Fig. 5

På detta sätt framställs »komponenterna» i en integrerad halvledarkrets med 3 diffusionen.

Manufacturing of semiconductor integrated circuits by triple diffusion.

N+. Vid den 3:e diffusionen erhålles emitterområdet för transistorerna samt kontakter (lågohmig anslutning) till transistorernas kollektorer och diodernas katoder.

Vi har nu erhållit NPN-transistorer, dioder samt motstånd av P-typ. Samtliga komponenter är isolerade från varandra.

11) Genom att aluminium förångas i vakuum påföres ett 4000—6000 Å tjockt aluminiumskikt över hela kisel-skivan. Detta aluminiumskikt etsas sedan så att ett ledningsmönster, som för-binder komponenterna på önskat sätt, erhålles.

Man tillverkar inte kretsarna en och en utan behandlar vid diffusionen samtidigt 50—300 kisel-skivor i varje diffusionsugn. På varje kisel-skiva rymms 30—300 kretsar, beroende på storleken. Fig. 7 visar en färdig kisel-skiva med 40 monolitkretsar. Det ljusa mönstret är aluminiumförbindningarna mellan komponenterna. Hur kristall-ytan ser ut efter de olika diffusionerna framgår av fig. 6, där också de olika komponenterna markerats. Kretsen är ca 2×4 mm.

Kapsling

De färdiga kretsarna skiljs genom att kisel-skivan ritsas med en diamant, varefter den försiktigt bryts loss i de små kretsenheter. De enskilda kretsarna monteras sedan i kåpor som kan vara antingen transistorkåpor av t.ex. TO-5-typ med 8 till 12 anslutningstrådar, eller flata kåpor av metall, keramik eller glas, fig. 8. Kretskristallen fästes i kåpan antingen med en guld-kisel-legering vid ca 400° C eller med ett speciellt glascement vid ungefär samma temperatur.

Förbindningarna mellan kretskristallen och de yttre anslutningstrådarna utgörs av tunna guld- eller aluminiumtrådar med ca 25 μ m diameter, guldtrådar är vanligast. Dessa svetsas till aluminiumledningsmönstret med en speciell trycksvetsmetod, kallad ball-bond, fig. 9. Guldtråden matas fram genom ett kvartsrör och upphettas med en liten låga så att guldtrådens ände smältes till en kula. Kvartsröret och kulan tryckes mot en kontaktyta på aluminiummönstret och en trycksvetsfog erhålles. Kvartsröret höjs och föres till den aktuella yttre anslutningstråden, som är förgylld; en förnyad tryckning ger en svets guld-guld.

Sedan alla förbindningar svetsats återstår bara att försluta kåpan genom att svetsa på ett lock. Därmed är den integrerade halvledarkretsen färdig.

Transistorer

Med den nyss beskrivna framställningsmetoden erhålles integrerade transistorer med normala planartransistordata. Genombrottsspänningen blir dock lägre och botten-spänningen högre för den integrerade transistor. Den högre botten-spänningen hänger samman med att man är tvungen att göra anslutningen till kollektorn på

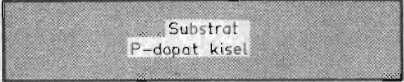
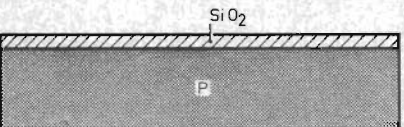
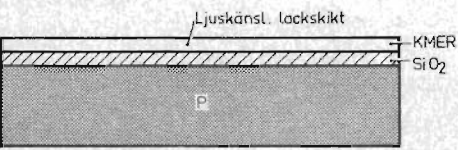
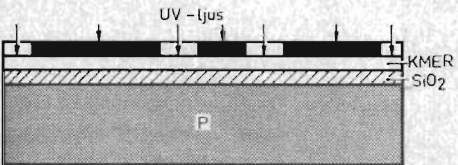
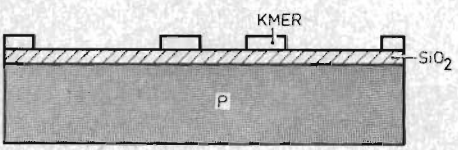
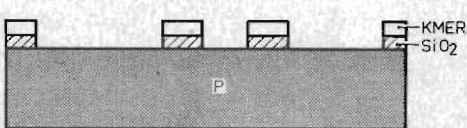
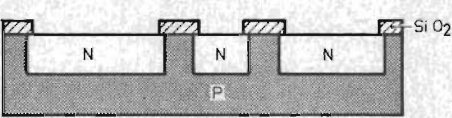
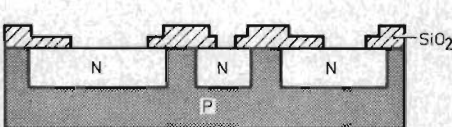
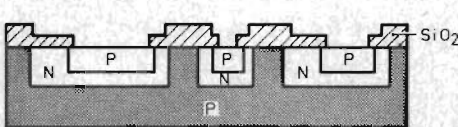
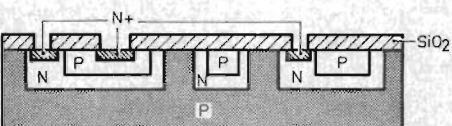
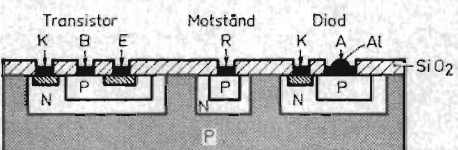
	1. Av en odlad kiselkristall sågas en skiva, som slipas och poleras till 0,1–0,2 mm tjocklek. Kiselskivan är P-dopat.
	2. Kiselskivan förses med ett ung. 6000 Å tjockt skikt av kiseldioxid. Detta sker vid en temp. av ca 1100° C.
	3. Ett ljuskänsligt lackskikt, fotoresist, KMER, påföres i ett tunt jämnt lager den oxiderade kiselskivan.
	4. Exponering sker med ultraviolett ljus genom en fin mask, som är ogenomskinlig där man önskar utföra den 1:a diffusionen.
	5. De exponerade delarna av det ljuskänsliga lackskiktet hårdnar. De övriga delarna löses upp vid framkallningen.
	6. Icke önskad oxid etsas bort och den kvarvarande fotoresisten utgör därvid den erforderliga masken.
	7. Den 1:a diffusionen sker med fosfor som dopningsämne vilket ger N-dopade områden. Kiseldiaden fungerar som mask vid diffusionen.
	8. Under den 1:a diffusionen nybildas kiseldioxid. Det fotolitografiska förfarandet upprepas med en ny mask för den 2:a diffusionen.
	9. Den 2:a diffusionen sker med bor som dopningsämne vilket ger P-dopade områden.
	10. Den 3:e diffusionen sker på motsvarande sätt men med kraftig N-dopning vilket betecknas N+.
	11. Ett 5000 Å tjockt aluminiumskikt förångas över hela kiselskivan. Detta aluminiumskikt etsas sedan så att ett ledningsmönster erhålles. (Bilden visar endast kontakter.)

Fig 5

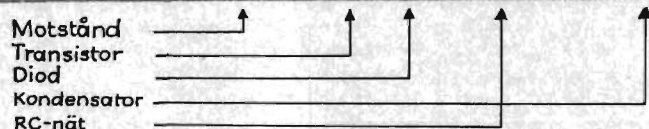
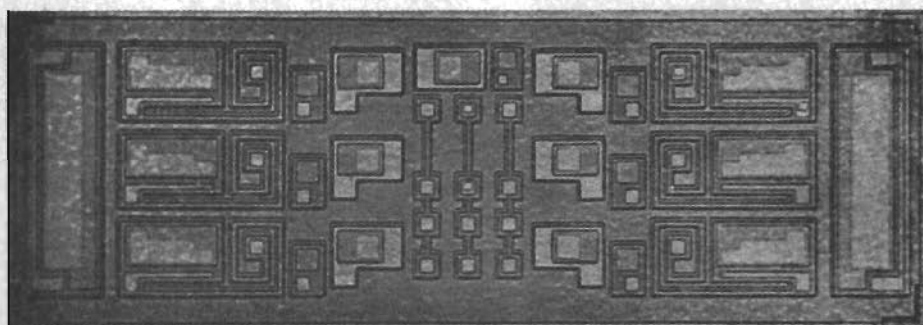
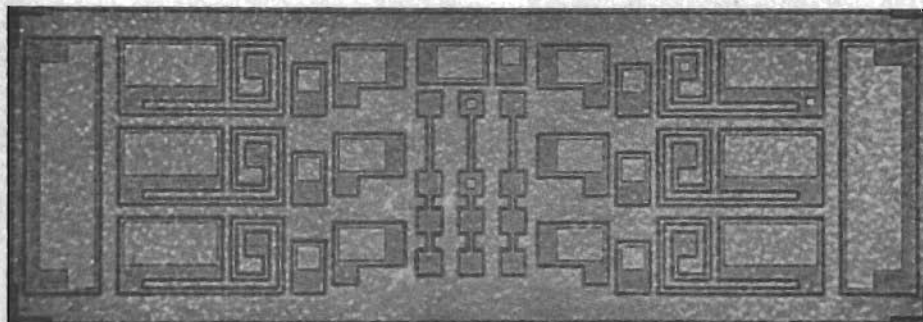
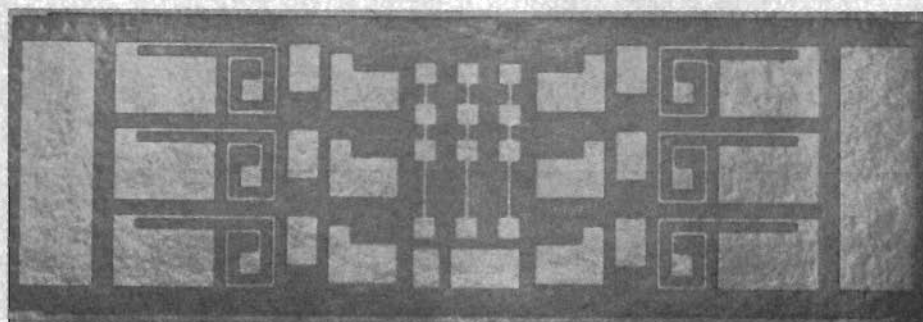


Fig. 6
Kristallytans utseende efter de olika diffusionerna. De olika komponenterna har markerats. Kretsens storlek ung. 2×4 mm.

The diffusion patterns on the silicon slice. The different components are shown. The size of the circuit is approx. 2×4 mm.

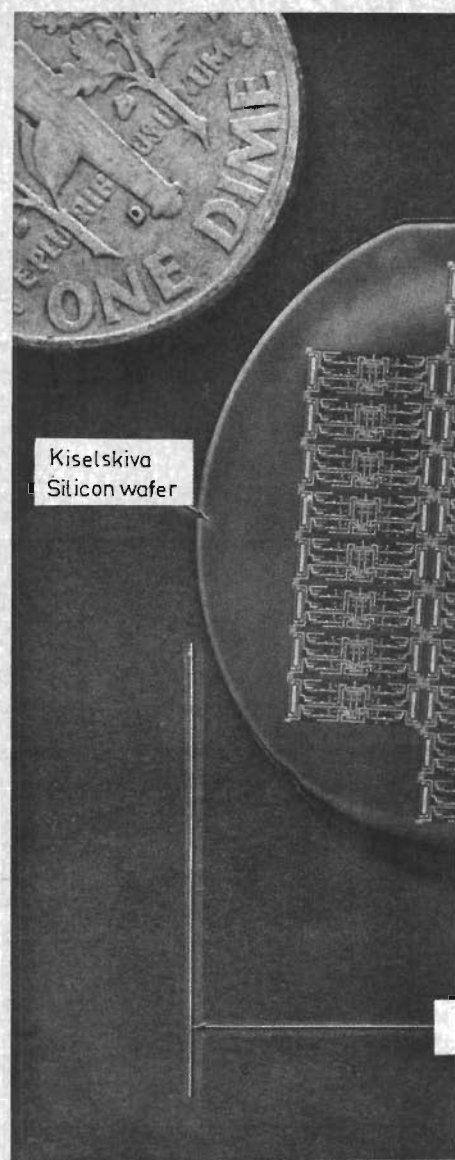


Fig. 7
En kiselskiva, diameter ung. 25 mm, med 40 färdiga monolitkretsar. Det ljusa mönstret är aluminiumförbindningarna mellan komponenterna.

samma sida som bas och emitter. Typiska data för en integrerad kretstransistor framgår av tab. 1.

Den backspända isoleringsdioden har en spärrskiktscapacitans som kommer att begränsa transistorens snabbhet. Spärrskiktscapacitansen kan minskas om man tillämpar mer förfinade tillverkningsmetoder, som också ger bättre bottenningsegenskaper. De vanligaste metoderna för att uppnå detta är att tillämpa epitaktisk, dubbelepitaktisk eller subepitaktisk diffusion.

Ett epitaktiskt skikt åstadkommes genom att man i en ugn upphetar kiselskivan till

ca +1200° C samtidigt som man för in kiseltetraklorid, vanligen med vätgas som bärargas. På kiselskivan utfälles ett skikt, det epitaktiska skiktet, av kisel som antar samma kristallorientering som substratet. De skiktjocklekarna man i praktiken använder är av storleksordningen 15 μm , vilket är tillräckligt då normala diffusionsdjup (bas, emitter osv.) endast är några μm .

Genom att man vid odlingen av det epitaktiska skiktet även tillför dopningsämnen kan skikt med varierande dopning erhållas. Man kan således erhålla t.ex. ett N-dopat epitaktiskt skikt på ett P-dopat

substrat. I det epitaktiska skiktet diffunderar man sedan in de olika komponenterna som förut. Isolering mellan komponenterna erhålles nu genom att en kraftig diffusion av P-typ görs rätt igenom det epitaktiska skiktet. Detta framgår av fig. 10, där också de olika tillverkningsmetoderna antydes.

Subepitaktisk diffusion innebär att man har gjort en begränsad diffusion under det epitaktiska skiktet. Detta förfarande ger de bästa egenskaperna hos transistorerna men är också den dyraste metoden.

Det är ibland önskvärt att ha både NPN-

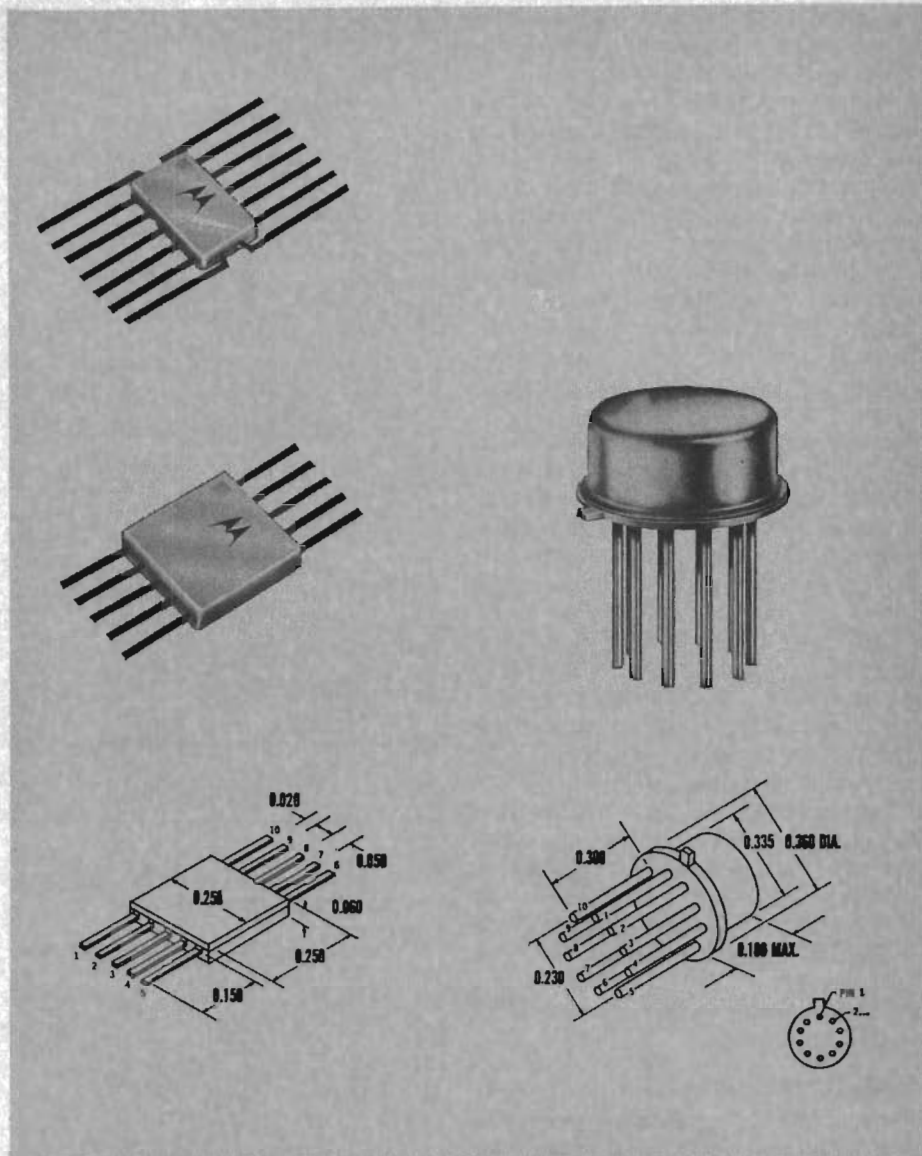
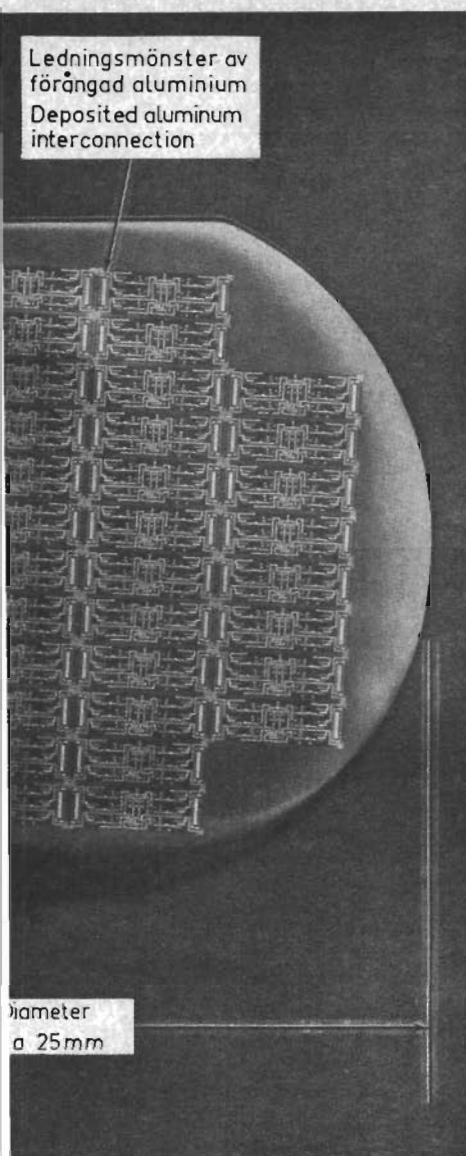


Fig. 8

Olika köpor för integrerade kretsar. Kretskristallen fästes i kåpan genom en guld-kisel-legering vid ca 400° C eller med hjälp av ett glasement vid ungefär samma temperatur.

Different types of integrated circuit packages.

A silicon slice, diameter approx. 1 inch, with 40 completed integrated circuits. The bright pattern are the aluminium connections.

och PNP-transistorer. Detta kan åstadkommas med hjälp av fyra diffusioner, så som också framgår av fig. 10.

Substrattransistor

Som framgår av fig. 5 och 10 får vi en PNP-struktur hos integrerade transistorer. Utöver NPN-transistorer får vi PNP-transistorer med substratet som gemensam kollektor. Dessa substrattransistorer kan ibland utnyttjas, som t.ex. i *Texas Instruments* serie SN53, men normalt vill man reducera strömförstärkningen i dessa transistorer så långt det är möjligt för att

undvika parasitfenomen. Även i detta avseende är de epitaktiska tillverkningsmetoderna fördelaktiga, jfr fig. 10.

Då alla transistorerna i en integrerad krets tillverkas samtidigt, får man automatiskt god matchning. Strömförstärkningen varierar endast 10–20 % mellan transistorerna i en och samma krets. Spänningsfallet bas–emitter varierar mindre än 5 mV och temperaturkoefficienten för skillnaden mellan två bas–emitterspänningar är normalt mindre än 10 $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$, vilket gör det möjligt att använda de integrerade transistorerna i likspänningsförstärkare.

Dioder

Dioder består i allmänhet av kollektor–basövergångar som bildas vid första och andra diffusionen, se fig. 5. Man kan göra snabba dioder av typ 1N914 men genombröttpänningarna ligger ganska lågt, omkring 6 V. Typiska data ges i tab. 1.

Diffunderade motstånd

För motstånd utnyttjas resistiviteten hos ett dopat halvledarmaterial. Såväl P-dopat, se fig. 5, som N-dopat material användes. Man diffunderar en smal »kanal», vars bredd, längd och djup (diffusionsdjup)

bestämmer motståndets resistans. I praktiken kan man åstadkomma resistansvärden mellan 10 ohm och 50 kohm.

Trots att man använder kanalbredder på ned till 25 μm upptar motstånden ofta en stor del av det på kiselskivan tillgängliga utrymmet. Ett annat problem med diffunderade motstånd är att det är svårt att uppnå goda toleranser. Toleransen för absolutvärdet är för motstånd av P-typ normalt $\pm 20\%$ och för motstånd av N-typ $\pm 30\%$. Detta innebär att framför allt linjära kretsar som kräver bättre absoluttoleranser inte kan utföras direkt som monolitkretsar.

Är däremot förhållandet mellan två resistansvärden i en koppling det väsentliga går det genast betydligt bättre med diffunderade motstånd, förhållandet mellan resistansvärdena i en och samma krets kan nämligen erhållas med bättre tolerans än 2 %.

Diffunderade motstånd har p.g.a. isoleringsdioden (PN-övergången till substratet) en distribuerad kapacitans som reducerar den maximalt användbara frekvensen. Den distribuerade kapacitansen är för motstånd av P-typ ca 1 pF/kohm.

Temperaturkoefficienten för diffunderade motstånd är beroende av dopningsgraden och temperaturen och är av storleksordningen 0,05 $\%/^{\circ}\text{C}$ mellan -55 och 0°C samt 0,2 till 0,6 $\%/^{\circ}\text{C}$ mellan 0 och $+125^{\circ}\text{C}$. Temperaturkoefficienten för kvoten mellan två resistansvärden är betydligt lägre — av storleksordningen 0,005 $\%/^{\circ}\text{C}$.

Tunnfilmmotstånd

För att erhålla bättre absoluttoleranser har man börjat använda motstånd av tunnfilmtyp för integrerade halvledarkretsar. Man förångar då smala remsor av vanligen nikrom (NiCr) ovanpå kiseldioxid, som tjänar som isolering, se fig. 11. Kontaktering sker på sätt som redan beskrivits med förångade aluminiumskikt.

Tunnfilmmotstånd ger, förutom bättre absoluttoleranser — $\pm 5\%$ kan erhållas — även högre resistansvärden, lägre temperaturkoefficient och mindre kapacitans.

Resistansen för ett diffunderat motstånd eller tunnfilmmotstånd anges av följande formel:

$$R = \rho_s \cdot l/b$$

där R = resistansen i ohm, ρ_s = ytresistiviteten ohm/kvadrat, l = motståndselementets längd och b = motståndselementets bredd.

Vid diffunderade motstånd använder man ytresistiviteter av storleksordningen 200 ohm/kvadrat. Tunnfilmtekniken möjliggör upp till 1000 ohm/kvadrat och samma dimensioner som diffunderade motstånd, t.ex. med $b = 25\ \mu\text{m}$, varför också högre motståndsvärden kan realiseras vid tunnfilmmotstånd. Då isolationen vid tunnfilmmotstånd består av ett kiseldioxidskikt erhålles för dessa motstånd betydligt lägre kapacitans än för de diffunderade motstånden.

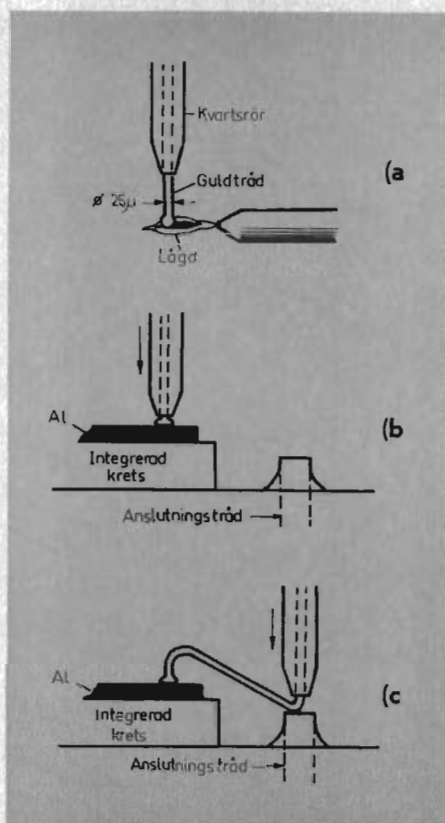


Fig. 9

Ball bond eller nail head bond. En guldtråd förbinder aluminiumkontakten på den integrerade kretsen med den färgyllda anslutningsstråden.

The principle of ball bonding. A gold wire connects the aluminium layer of the integrated circuit with the gold plated lead.

Fig. 10

De vanligaste tillverkningsmetoderna för transistorer i integrerade halvledarkretsar. Metoderna är ordnade efter komplexitet och prestanda; subepitaktisk diffusion ger bästa transistordata men är också dyrest.

Different ways of manufacturing transistors in semiconductor integrated circuits.

Typiskt värde för temperaturkoefficienten för tunnfilmmotstånd är 0,01 $\%/^{\circ}\text{C}$.

Diffunderade kondensatorer

Det finns i princip två typer av kondensatorer för integrerade halvledarkretsar f.n., nämligen dels diffunderade kondensatorer där man utnyttjar spärrelektriska kapacitansen hos en backspänd diod, dels kondensatorer där man använt kiseldioxid som dielektrikum mellan ett kraftigt dopat kiselområde (ena kondensatorplattan) och ett påfångat aluminiumskikt (andra kondensatorplattan).

För diffunderade kondensatorer utnyttjar man dels emitter—bas-spärrelektriska kapacitansen som ger maximalt ca 400 pF/mm², dels kollektorspärrelektriska, som med sin lägre dopning bara ger ca 200 pF/mm². Båda värdena gäller vid ca 1 V backspänning. Kapaci-

Tab. 1. Typiska data för transistorer och dioder för integrerade halvledarkretsar.

Table 1. Typical electrical data for integrated circuit transistors and diodes.

Transistor	
$U_{BE(CEO)}$	6 V
h_{FE}	20–80
f_T	200 MHz
$U_{CE(sat)}$	0,30 V
R_{CS}	100–200 ohm
Diod	
U_R	6 V
U_F	0,7 V vid $I_F = 1\text{ mA}$
C	3–4 pF
t_{rr}	8 ns

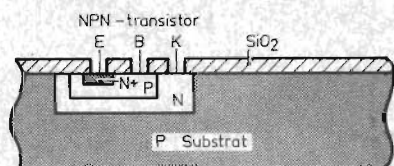
tansen är spänningsberoende och minskar med ökad spänning.

Diffunderade kondensatorer har alltså en del icke önskvärda egenskaper, nämligen att de måste polariseras så att dioden blir backspänd (kan dock klaras med två motvända dioder men detta kräver för mycket utrymme) och att kapacitansen är spänningsberoende. P.g.a. isoleringsdioden kommer kondensatorn även att få en läckkapacitans till substratet, vanligen av storleksordningen 20–30 % av den önskade driftkapacitansen.

Ytan 1 mm² är en mycket stor yta i integrerade kretsar-sammanhang varför man ur kostnadssynpunkt inte gärna använder större kapacitanser än några hundra pF.

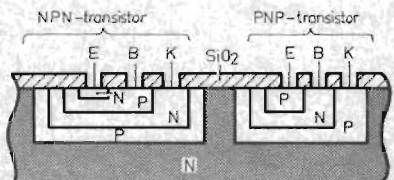
Tunnfilmkondensatorer

Genom att i integrerade halvledarkretsar



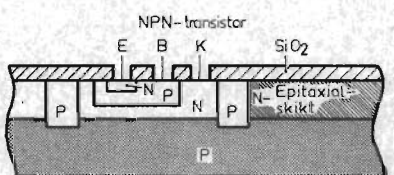
Tre diffusioner

Billigaste tillverkningsmetoden. Ger endast NPN transistorer. Bottningsresistans 100–200 ohm. f_T max. ung. 400 MHz. Hastigheten hos kretsen dock bestämd av parasitkapacitanser.



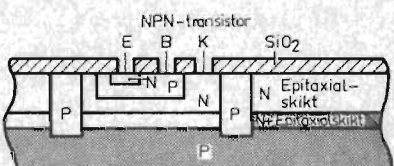
Fyra diffusioner

Ger både NPN och PNP transistorer för komplementära tillämpningar.



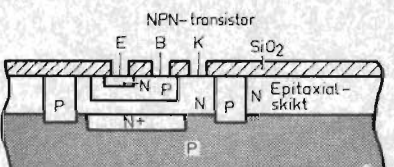
Epitaktisk diffusion

Snabbare men dyrare NPN-transistor erhålles än vid tre diffusioner. Lågre bottningsresistans 50–100 ohm. Genombrottsspänning kollektor—substrat hög, 50 V.



Dubblepitaktisk diffusion

Låg bottningsresistans 8–15 ohm. Låg genombrottsspänning kollektor—substrat, 20 V.



Subepitaktisk diffusion

Snabbaste transistoren och snabbaste kretsen p.g.a. låga läckkapacitanser. Låg bottningsresistans 8–15 ohm. Hög genombrottsspänning kollektor—substrat, 50 V. Dyraste metoden.

använda tunnfilmkondensatorer vinner man dels att kravet på polarisering bortfaller, dels att kapacitansen är spänningsoberoende. Dessutom kan betydligt högre genombrottsspänningar erhållas än vid diffunderade kondensatorer.

Induktansspolar

Man kan för närvarande inte framställa användbara spolar i diffunderat utförande. Däremot kan man genom att förånga en tunnfilm i form av en spiral åstadkomma induktanser av storleksordningen några

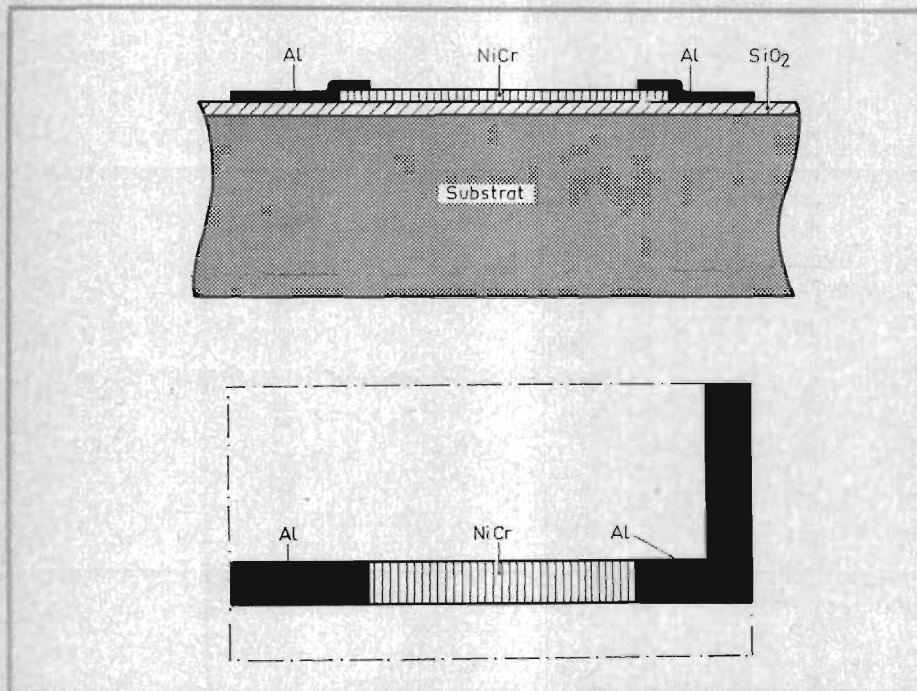


Fig. 11

Motstånd av tunnfilm ger bättre toleranser och högfrekvenssegenskaper än diffunderade motstånd. Ett tunt skikt av vanligen NiCr förångas på kiseldioxiden, som tjänar som elektrisk isolering.

Thin film resistors give closer tolerances. Thin layer of NiCr deposited on top of oxide which serves as isolation.

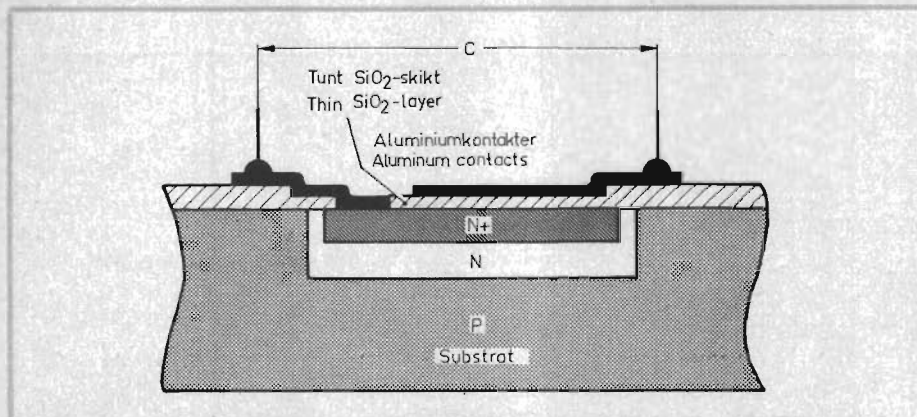


Fig. 12

Tunnfilmkondensator för integrerad halvledarkrets. Kiseldioxiden tjänar som dielektrikum mellan N+ området och aluminiumskiktet. Kallas även MOS- (metal-oxide-semiconductor) kondensator.

Thin film or MOS (metal-oxide-semiconductor) capacitor.

Fig. 12 visar hur en tunnfilmkondensator, eller MOS-kondensator (metal-oxide-semiconductor) som den också kallas, kan vara uppbyggd. Med ett 1000 Å tjockt oxidskikt blir kapacitansen ca 400 pF/mm² och genombrottsspänningen av storleksordningen 50–100 V.

μH. Högre induktanser ger p.g.a. förluster i metallfilmen alltför låga Q-värden. Tunnfilmsspolar kräver dessutom stort utrymme.

Man har ännu inte på ett helt tillfredsställande sätt löst problemet att åstadkomma frekvensselektiva kretsar i integrerad form.

INGENJÖR STEN DYMLING

Integrerade halvledarkretsar kräver speciell teknik vid transport, lagring, hantering, montering, inlödning etc.

Integrerade halvledarkretsar ställer konstruktörer och produktionstekniker inför många nya problem. Det gäller t.ex. sådana saker som hur de integrerade halvledarkretsarna skall hanteras, transporteras, testas, monteras etc. En helt ny teknik håller på att utvecklas på detta område.

De integrerade kretsarna levereras i olika slags kapslar och hanteringen av kretsarna blir i viss mån beroende av kapseltypen.

Två huvudtyper av kapslar förekommer, nämligen modifierade transistorkåpor, t.ex. TO-5-kåpan med 8 tilliedningar, och flata kåpor av metall, keramik eller glas.

Av de flata kåporna är den av Texas Instruments lanserade kåpan med yttermått 3,15×6,3×0,88 mm och med 10 eller 14 trådar den mest kända, se fig. 1. General Microelectronics, Raytheon, Siliconix och General Electric har liknande kåpor.

TO-5-kåpan, den låga TO-5-kåpan och TO-47-kåpan levereras av alla fabrikanter med 8, 10 eller 12 tilliedningstrådar. Denna kåptyp har egentligen bara de fördelarna framför den flata, att den ser bekant ut — den påminner om transistorkåpan — och att industrin lärt sig hantera den. Se fig. 2.

Den flata kåpan är på grund av sin litenhet något ohanterlig, men kräver å andra sidan mindre utrymme och tillåter större antal anslutningar än transistorkåpor. Åtkomligheten blir också betydligt bättre med flata kåpor. De har nämligen alla anslutningarna i ett plan, vilket underlättar

Så hanteras integrerade mikrokretsar av halvledartyp

monteringen på kretskort. Denna fördel är uppenbar för var och en som försökt montera en 12-trådig TO-5-kåpa i ett kretskort. Den flata kåpans flata trådar lämpar sig för såväl lödning som svetsning. Dessutom medger den flata kåpan montering

genom stapling, vilket ger möjlighet till avsevärd volymminskning.

Av alla integrerade halvledarkretsar som levereras idag torde ca 50 % vara monterade i flata kåpor och man räknar med att denna siffra skall stiga när kunderna vant

sig vid monteringen och när eventuellt kvarstående problem med hermetisk förslutning av dessa kåpor lösts.

Det är mycket troligt att någon flat kåpa kommer att standardiseras internationellt, men man har ännu inte kommit överens om vilka dimensioner som skall väljas. Texas Instruments flata kåpa har dock standardiserats i England, där den fått beteckningen SO-39.

Integrerade filmkretskåpor är än så länge inte föremål för standardiseringsintresse, då utvecklingen härvidlag ännu befinner sig i ett inledande skede.

Transport och lagring

Vid transport och lagring av integrerade halvledarkretsar har man samma problem som när det gäller transistorer och dioder. Integrerade halvledarkretsar tål upp till 50 000 g och provas normalt vid 20 000 g konstant acceleration under en minut. En viss försiktighet med anslutningstrådarna är dock nödvändig för att inte monteringsarbetet skall försvåras. Detta gäller både för enheter i TO-5-kåpa och i flat kåpa.

En tillverkare levererar den flata kåpan inspänd i en plastram, som förhindrar ofrivillig böckning av trådarna. Ramen avlägsnas först i samband med monteringen.

Kretsar som tål en drifttemperatur av -55°C till $+125^{\circ}\text{C}$ kan utan vidare lagras vid temperaturer inom området -65°C till $+150^{\circ}\text{C}$ och ibland kan lagringstemperaturer upp till $+200^{\circ}\text{C}$ tillåtas. Dessa lagringstemperaturer kan i vissa fall tillåtas även för kretsar som har snävare drifttemperaturområde.

Tåligheten mot radioaktiv strålning uppges ej på databladet, men den torde normalt vara av samma storleksordning som för motsvarande snabba transistorer. Strålningsskadeeffekten kan påverkas av produktionsparametrarna, varför de tillverkare

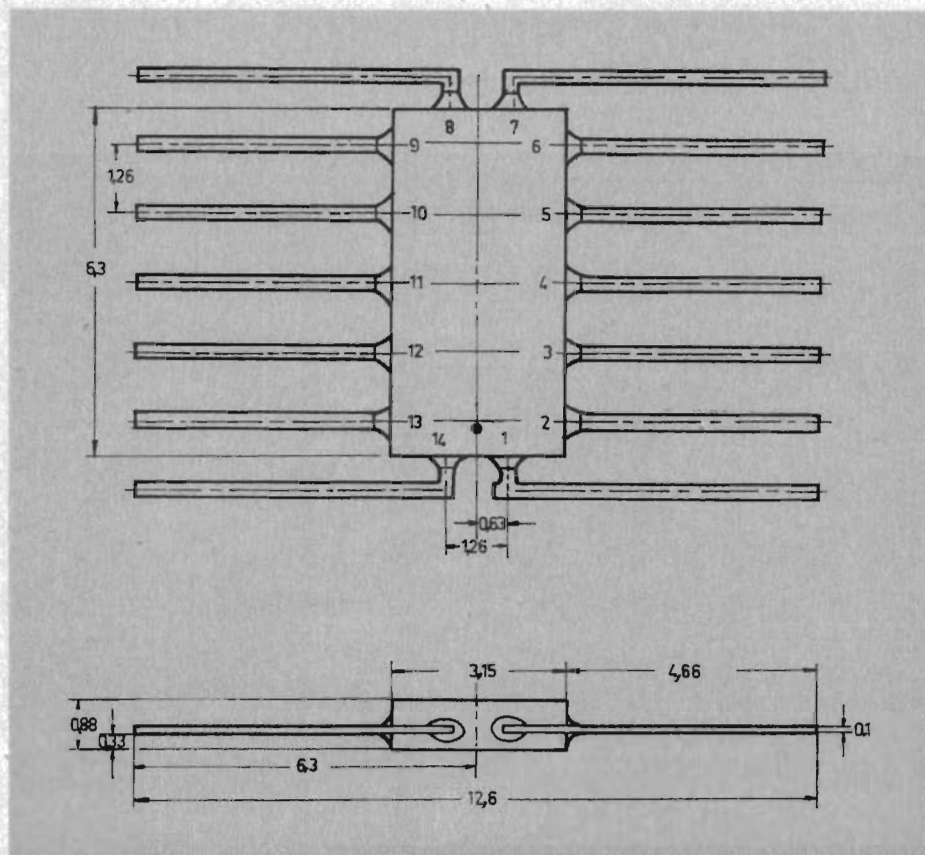


Fig. 1
Ytermått i mm för de flata kåpor för integrerade halvledarkretsar som levereras av Texas Instruments Inc., Dallas, USA.

Dimensions in mm of the common flat packages for semiconductor integrated circuits delivered by Texas Instruments, USA.

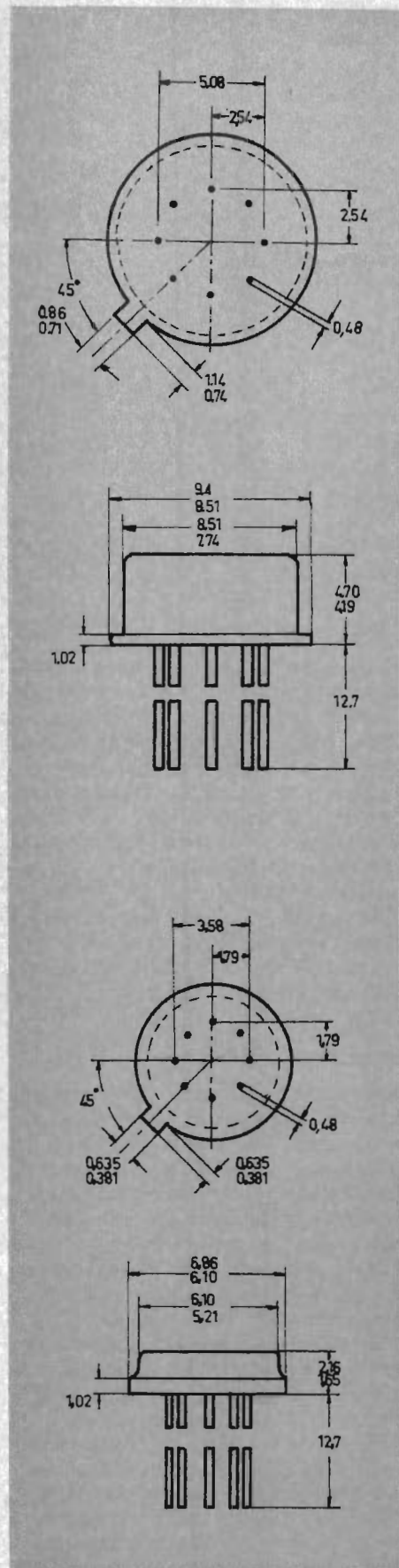


Fig. 2
Yttermått i mm för två typer av modifierade transistorkåpor TO-47 (överst) och TO-5, som användes för integrerade halvledarkretsar.

Dimensions in mm of two types of modified transistor cases, TO-47 (top) and TO-5 package (bottom).

som beaktat detta kan erbjuda kretsar som är mindre känsliga för sådan strålning. Problem av detta slag uppstår emellertid inte i normal omgivning.

Kåpornas tålighet mot över- och undertryck samt fuktighet anges inte heller. Det påstås ibland att flata kåpor inte tål undertryck, varför t.ex. *Autonetics* monterar in dessa i tryckkammare med helium, för Minuteman-projektet, där inga kostnader skys för att uppnå maximal tillförlitlighet.

Guldplätering av anslutningstrådarna av järn till TO-5-kåpan har ibland kritiserats. Efter vikning av tråden kan guldsläporna vid glasgenomföringen, varefter järntråden rostar. En återgång till förtenta trådar har därför skett.

Hjälpmiddel för laboratoriearbeten

För att underlätta experiment- och laboratoriearbeten med integrerade halvledarkretsar har olika hjälpmedel kommit fram. Sälunda har *Standard Radio & Telefon AB* i Sverige gjort miniatyrkretskort i svetsbart material, som kan användas både vid laboratoriearbeten och för permanent inkoppling av integrerade kretsar i hybridutrustningar. Se fig. 3.

Ett annat kretskort kommer från *Rationella Elektroniktillämpningar AB (RETAB)*, Lidingö. Det är i första hand avsett för laboratoriebruk och kvalitetskontroll. Det är anpassat för samtliga ty-

per av flata kåpor och är även användbart för 8-trådiga TO-5-kåpor, se fig. 4.

Texas Instruments levererar om så önskas sina integrerade halvledarkretsar i en transportram av plast. Ramen är utförd så att kretsarnas fästpunkter bildar ett kontaktdon. Detta passar till ett specialkretskort, som också tillverkas av Texas Instruments. Priset för detta specialkort är tåmligen högt, ca 45 kr, men man slipper att löda eller svetsa fast kretsen, se fig. 5.

I snabba logikkretsar är det väsentligt att ha så korta ledningar som möjligt. Risken för att störningar fångas upp ökar också med längre förbindningar, varför man bör tänka på att ha korta ledningar även vid laboratorie- och experimentarbete.

De låga signalnivåerna och de höga impedanserna på utgångarna gör, att man vid mätningar på integrerade halvledarkretsar vanligtvis måste använda höghögmiga mät-kroppar med låg kapacitans. Vidare bör observeras att fabrikanten anger gränser för triggpulsens stig- eller falltid för vippor. Dessa gränser är inte speciellt snäva, men utesluter i vissa fall användning av enklare pulsgeneratorer för trigging.

För linjära kretsar är en arbetsspänning av ± 12 V vanlig, medan digitala kretsar normalt skall ha mindre än 4 V. De är mycket känsliga för överspänningar och spikpulser, varför stabiliserat nätaggregat av god kvalitet bör användas för arbets-spänningen.

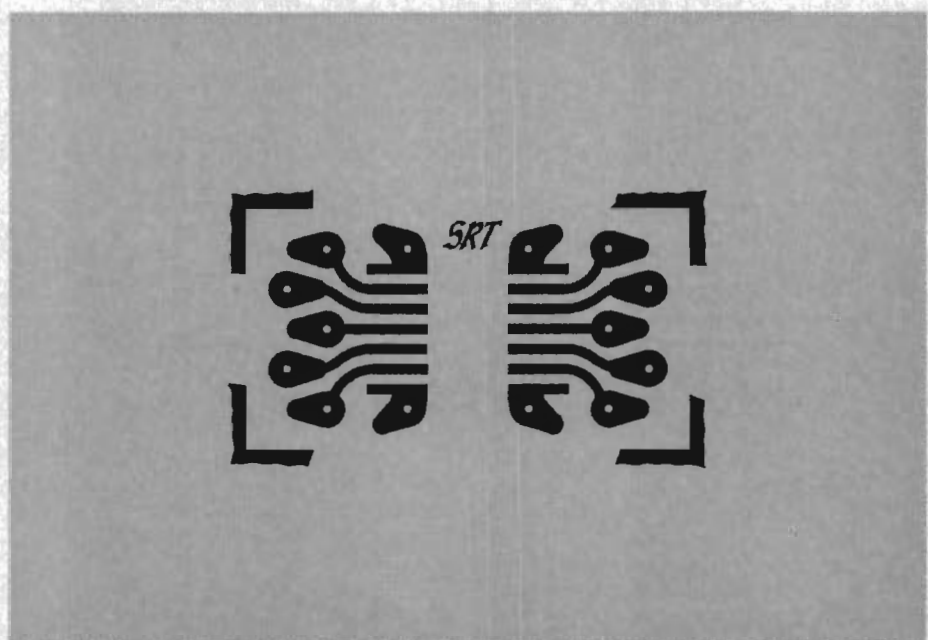


Fig. 3
Kretskort för laboratorieuppkoppling av flata kåpor. (Standard Radio & Telefon AB, Barkarby.)

PC card for breadboarding developed for flat-packages. (ITT, Standard Radio & Telefon AB, Barkarby, Sweden.)

Linjära småsignalförstärkare kan dra arbetsström upp till 25 mA, medan digitala kretsar sällan tar mer än 5 mA per funktion. I system av normal storlek om ca 200 kretsar ger detta ändå kanske 10 A arbetsström. Stabiliserade nätaggregat för så hög ström är sällsynta på marknaden f.n., men tillverkarna kommer säkert att snabbt anpassa sig till de nya kraven.

Trots att digitala integrerade halvledarkretsar inte drar mer än 10–30 mW per funktion och i några fall avsevärt mindre, kan kylning vara önskvärd i komprimerade utrustningar. Speciellt om stora kretskort användes kan det vara svårt att hålla jämn temperatur. Ett sätt att sänka temperaturen är att utforma en del av kretskortets metallfolie till en kylkropp. Detta låter sig dock endast göra vid användning av flata kåpor.

De linjära förstärkarna i integrerat utförande har ofta god temperaturstabilitet, vilket spar tid vid konstruktionen. Likspänningsförstärkare för analogitillämpningar fordrar emellertid ofta mindre temperaturdrift än den $1 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ som en integrerad krets erbjuder. Ett sätt att komma förbi svårigheterna vore att hålla temperaturen konstant i en subminiaturugn, vilket inte borde bereda några konstruktionssvårigheter. Amelco har i en förstärkare löst problemet genom att låta 4 transistorer utveckla enbart värme i det gemensamma substratet. De styrs av en temperaturkän-

nande anordning. På detta sätt har temperaturdriften reducerats betydligt.

I och med att integrerade kretsar reducerar tiden för utveckling, konstruktion och produktion av elektronisk apparatur har uppmärksamheten fästs på det tidsödande arbetet med ritningsunderlaget. Speciellt gäller detta tuschritningarna för kretskorten. En utmärkt rationalisering erbjuder den svarta kurvtejp som nu finns i en mängd bredder och utföranden såsom kurvsegment, cirklar, siffror och bokstäver. Åtgången av tejp blir stor och den är relativt dyrbar men systemet med uppritning av original för kretskort i tejp medför att tiden för ritarbetet reduceras avsevärt.

Montering

När det gäller montering av integrerade halvledarkretsar i de flata kåporna är i de flesta fall montering i ett plan den fördelaktigaste. Fig. 6 visar två alternativa sätt att placera en monolitkrets på ett kretskort. Det övre alternativet är det snabbaste monterings sättet och medger både svetsning och lödning. En böckning av tilldelningstrådarna i rät vinkel, som förutsättes i det undre alternativet, kan utföras hos kretstillverkaren. Fördelen med detta monteringsförfarande är att man kan använda dopplödning. Ett exempel på montering enligt alternativ a) i fig. 6 visas i fig. 7, där kretsarna har svetsats.

Ett betydligt mera kompakt uppbygg-

nadssätt kan fås genom att kretsarna staplas. Hopkoppling sker i detta fall med mellankopplingsbrickor och trådar som svetsas enligt fig. 8. En räknarenhet uppbyggd på detta sätt och innehållande 36 monolitkretsar visas i fig. 9.

Monteringen av modifierade mångtrådiga transistorkåpor typ TO-5 och TO-47 sker oftast genom att de 8–12 tilldelningstrådarna träs in i en ring av hål i kretskortet. Kåporna passar in i konventionell produktionsteknik med t.ex. dopplödning.

Man kan i viss mån underlätta iträdning av trådarna om dessa kapas till olika längder som fig. 10 visar. Det finns emellertid alternativa monteringsätt avsedda att underlätta iträdning av trådarna och att förenkla utbyte av en inlörd krets. Ett sådant monteringsätt innebär att man hänger kretsarna mellan parallella rader (strips) av tryckta kort där de löds in, eventuellt med dopplödning. Ett annat sätt är att för varje krets borra hål med ungefär samma diameter som kapseln och montera trådarna i hål runt om, se fig. 11.

Radiellt utgående flata trådar från TO-5-kåporna skulle ge ett rationellare monteringsätt. Troligt är emellertid att de flata kåporna i framtiden blir standard för integrerade halvledarkretsar.

Svetsning eller lödning?

I USA är debatten om svetsning kontra lödning av integrerade halvledarkretsar

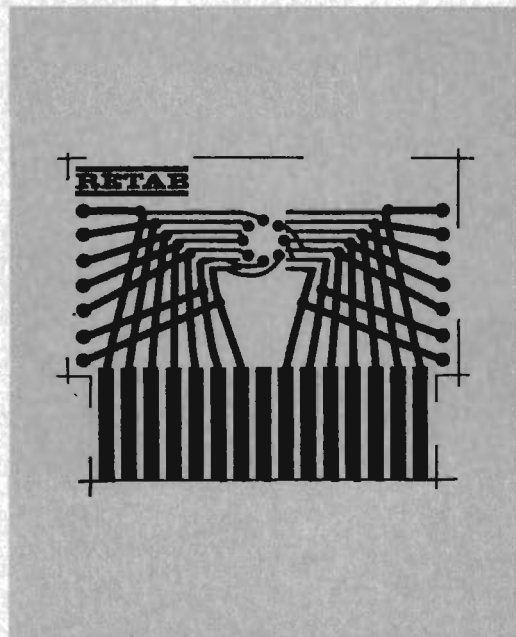


Fig. 4
Kretskort för laboratorie- och testuppkoppling av 14-trådiga flata kåpor och 8-trådiga TO-5-kåpor. (RETAB, Lidingö.)

PC-card for breadboarding and testing of 14-lead flat-packages and 8-lead TO-5. (RETAB, Lidingö, Sweden.)

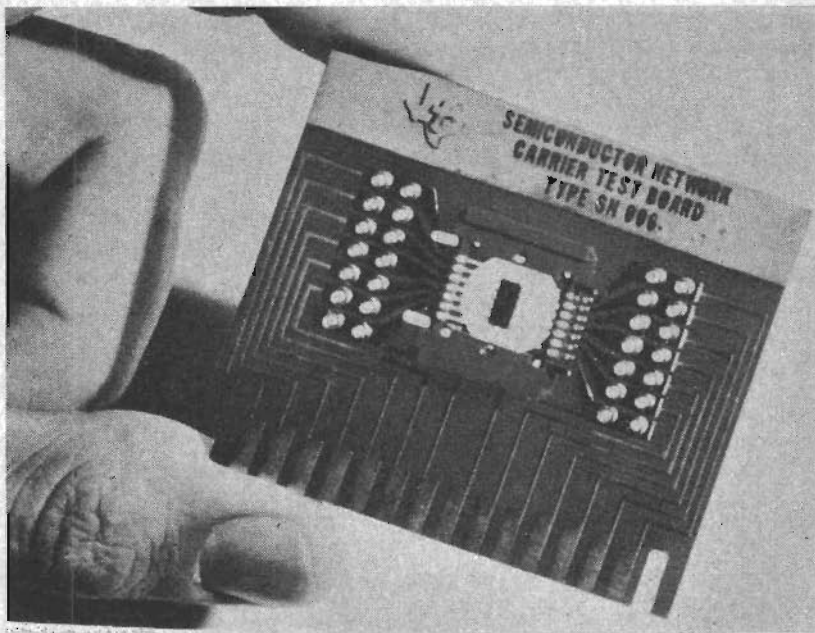


Fig. 5
Kretskort för laboratorie- och testuppkoppling av integrerade kretsar monterade i en av Texas Instruments utvecklad transportram av plast, som tryckes fast i en fjäderbelastad kontaktanordning. (Texas Instruments Inc.)

PC-card for breadboarding and testing of semiconductor integrated circuits fitted in a plastic carrier developed by Texas Instruments. The circuits are snapped in position in a spring-loaded connector.

synnerligen animerad. Svetsning erbjuder fördelar men skapar också problem. En korrekt svets är överlägsen en genomsnittlig lödning, men att åstadkomma en korrekt svets är inte så lätt. Man måste mäta svetsmaterialens volym i svetsstället för att man skall kunna ställa in rätta svetsparametrar. Detta gäller om onormalt stora krav inte ställs på uniformitet i anslutningstrådar och det svetsbara laminatet. I stället för att mäta svetsmaterialets volym går det att mäta någon parameter som är en funktion av volymen, t.ex. resistansen i svetsningsstället. Denna princip används bl.a. i Texas Instruments automat-svets, se fig. 12. Den är avsedd för parallelelektrods svetsning, som lämpar sig utmärkt för montering på tryckta kort, se fig. 13b.

Det är lätt att byta ut en felaktig krets som är svetsad. Man skär bort den felaktiga kretsen med ett vasst verktyg och svetsar den nya kretsen på de gamla trådarna, se fig. 14. Detta kan upprepas minst 3 gånger.

Punktsvetsning är en annan metod, som användes vid högkompakta system. Punkt-svetsningsprincipen framgår av fig. 13a.

Ett av problemen med lödning är att tennet flyter ut så att avståndet mellan närliggande ledningar minskar. En svets tar däremot inte större plats än ledarens bredd.

För att få en tillförlitlig lödning krävs stor skicklighet och lång erfarenhet. Prov har visat att den tillförlitlighet man kan erhålla ligger mellan 0,05 och 0,005 %/1000 h beroende på vilka material som använts och hur lödningen utförts. Tillförlitligheten eller snarare felprocenten vid svetsning ligger vid 0,001 %/1000 h för en god svets. För att utnyttja monolitkretsarnas höga tillförlitlighet bör man alltså om möjligt använda svetsning, som dessutom ger ca 15 ggr starkare fogar än lödning.

Uppvärmningen under en svetsning varar endast 3–6 millisekunder och därigenom undviker man helt den vid lödning uppstående risken för skadlig upphettning av kretsarna.

I amerikanska facktidsskrifter har relativt nyligen figurerat uppgifter om en ny typ av snabblödningsanordning för enhandslödning. Den lär med framgång ha konkurrerat med dopplödning. Möjligtvis kan en dylik konstruktion åter aktualisera lödning i samband med integrerade halvledarkretsar.

Produktionshjälpmedel

I anslutning till en svetsmaskin för integrerade halvledarkretsar har Texas Instruments utvecklat ett system för automatisk montering av integrerade kretsar på standardkort. En programstyrd maskin matar fram kretsar från upp till 10 magasin, klipper av trådar och transportramar och svetsar fast kretsen när kortet automatiskt bringats i rätt läge.

Även manuell svetsning är dock relativt

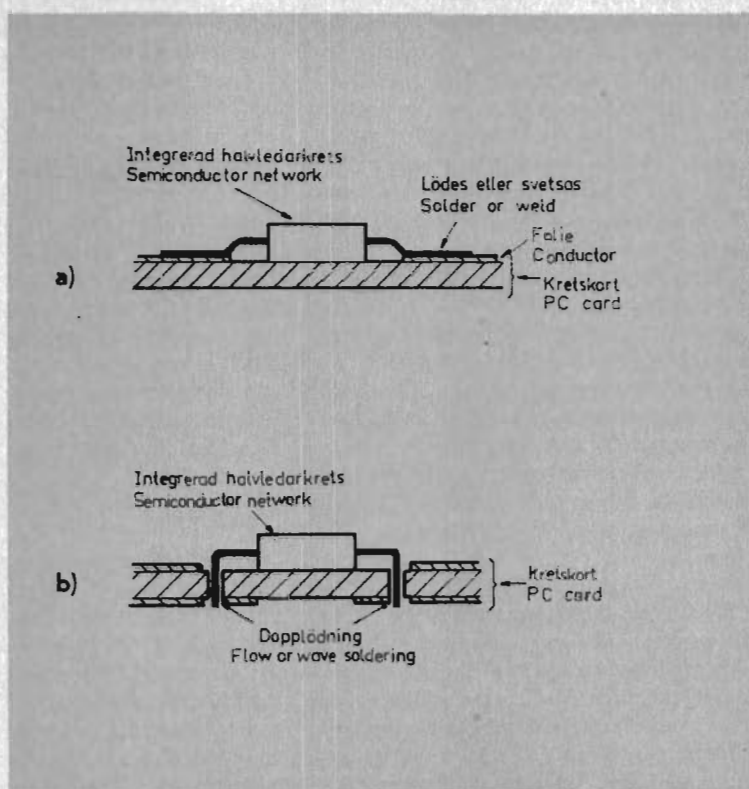


Fig 6

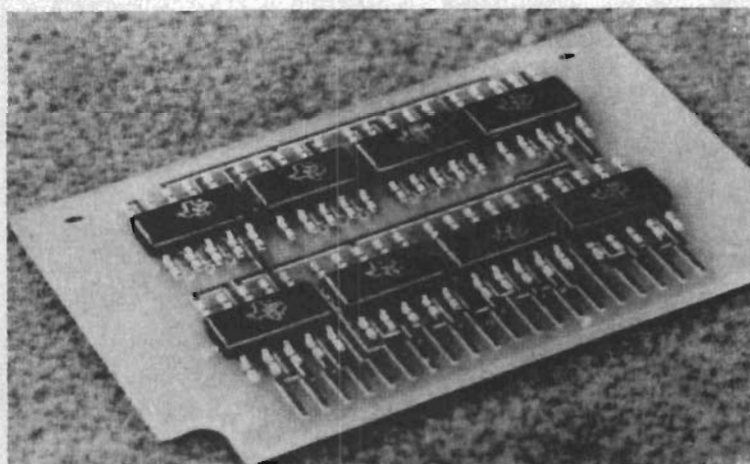


Fig 7

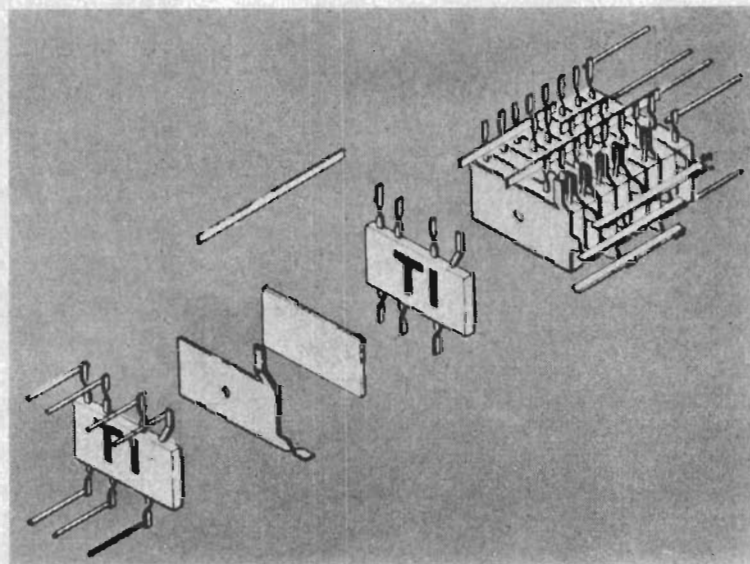


Fig 8

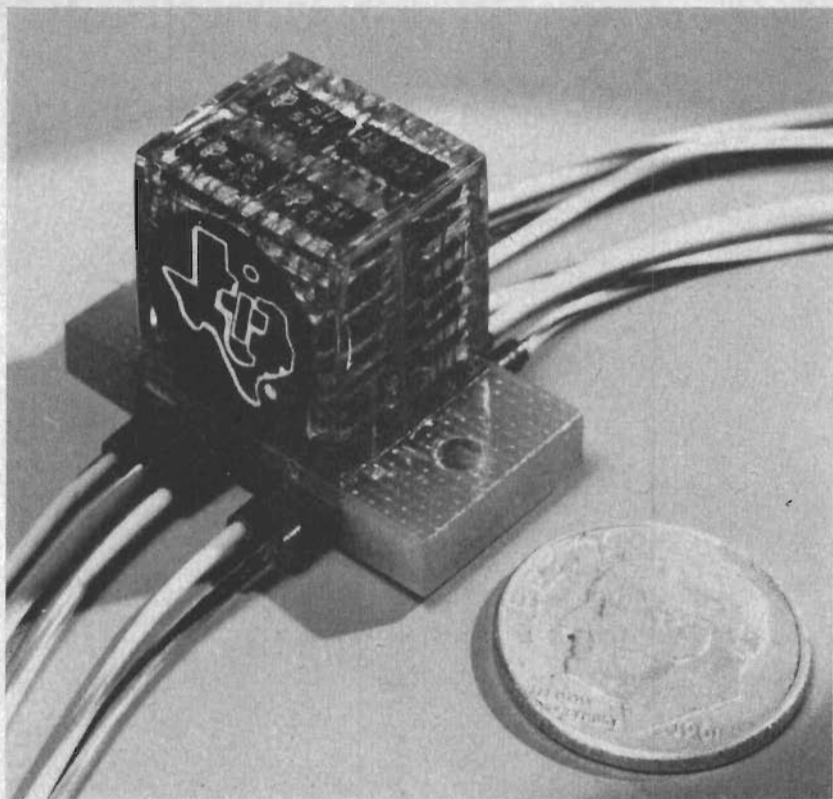


Fig. 6

Två alternativa monteringsätt för den flata kåpa. Det övre alternativet är lämpligt för handlödning eller svetsning, det undre för dopplödning.

Two alternative methods of mounting the flat packages. Hand-soldering or welding (top) or flow-soldering (bottom).

Fig. 7

Kretskort med svetsade integrerade kretsar i flata kåpor.

A PC card with welded SCN in flat-packages.

Fig. 8

Kompakt byggsätt för integrerade halvledarkretsar levererade i flata kåpor. Hopkoppling sker genom svetsning av trådar och ledande mellankopplingsbrickor.

Compact construction using semiconductor integrated circuits in flat-packages. Connections are welded using wires and conducting plates.

Fig. 9

Elektronisk räknare, uppbyggd med 36 monolitiska kretsar.

A counter-scanner with 36 semiconductor integrated circuits.

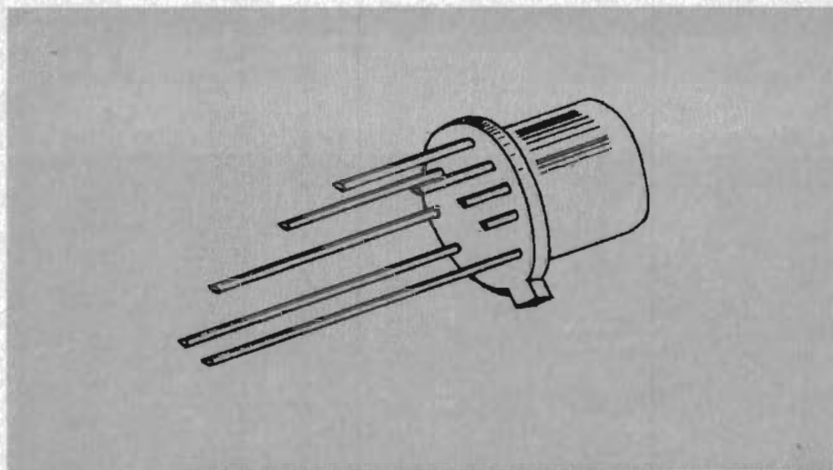


Fig 10

Fig. 10

Mångtrådigt TO-5-hölje där ringen av anslutningstrådar är snett avkapad för att underlätta avkoppling av trådarna i hålen i kretskortet skall underlättas.

Multi-lead TO-5 where ring of leads is cut in an angle to ease mounting of the circuit into the hole in the PC card.

Fig. 11

TO-5-hölje instuckat i ett hål i kretskortet med kretsens vilande mot kortet och trådarna monterade i en yttre ring.

Multi-lead TO-5 mounted in a hole in the PC board with its collar to the board and the leads connected in an outer ring.

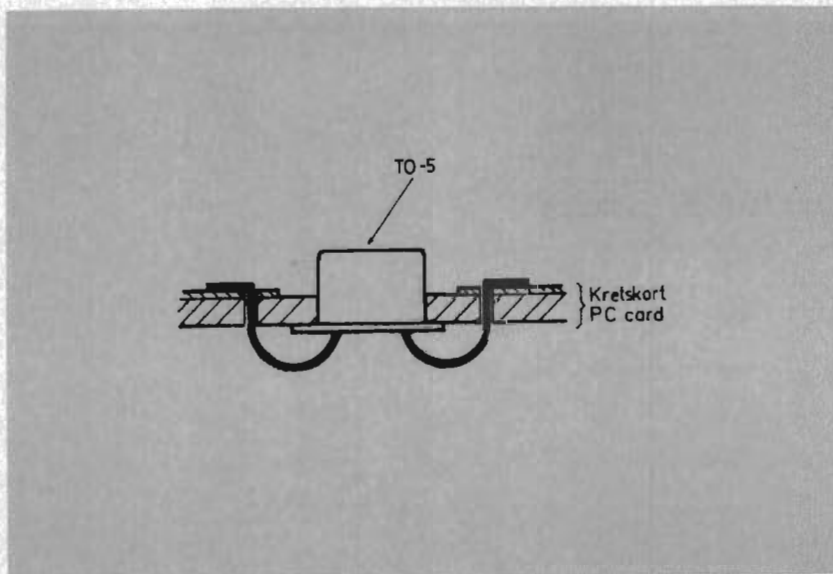


Fig 11

Fig. 12
Halvautomatisk svetsutrustning för integrerade halvledarkretsar. (Texas Instruments Inc., USA.)

Semi-automatic parallel-gap welding equipment for semiconductor integrated circuits in flat-package. (Texas Instruments Inc., USA.)

Fig. 13
a) Principen för punktsvetsning. b) Principen för parallelelektrodsvetsning.

a) Spot-welding; b) parallel-gap welding.

Fig. 14
Bilden visar tillvägagångssättet vid utbyte av en flat kåpa.

The picture shows how to change a faulty flat-package. After cutting the leads with a razor a new package can be welded on top of the remaining leads. At least three successful changes are possible.

Fig. 15
Verktyg för kapning av anslutningstrådarna till en i transportram inlagd flat kåpa. Mikrokreten är under kopningen helt avlastad från mekaniska påkänningar. En vanlig avbitare kan åstadkomma chocker på 300 g i kretsen. (Texas Instruments Inc., USA.)

Special tool for cutting the leads of a flat-package semiconductor integrated circuit in plastic carrier. The circuit is free from any mechanical stresser during cutting. A camman hand cutter can cause chocks of 300 g in the circuit. (Texas Instruments Inc., USA.)

Fig. 16
Svetsbart foliekort i genomskärning.

A modern weldable printed circuit laminate cut through.

Fig. 17
Automatisk programmerbar testutrustning för integrerade halvledarkretsar med stort bandminne. Den är avsedd för såväl statiska som dynamiska mätningar av typen godkänd - icke godkänd. (Tektronix Inc., USA.)

Automatic test equipment for semiconductor integrated circuits programmed with large capacity tape memory for static and dynamic tests of the "Go, No-Go" type. (Tektronix Inc., USA.)

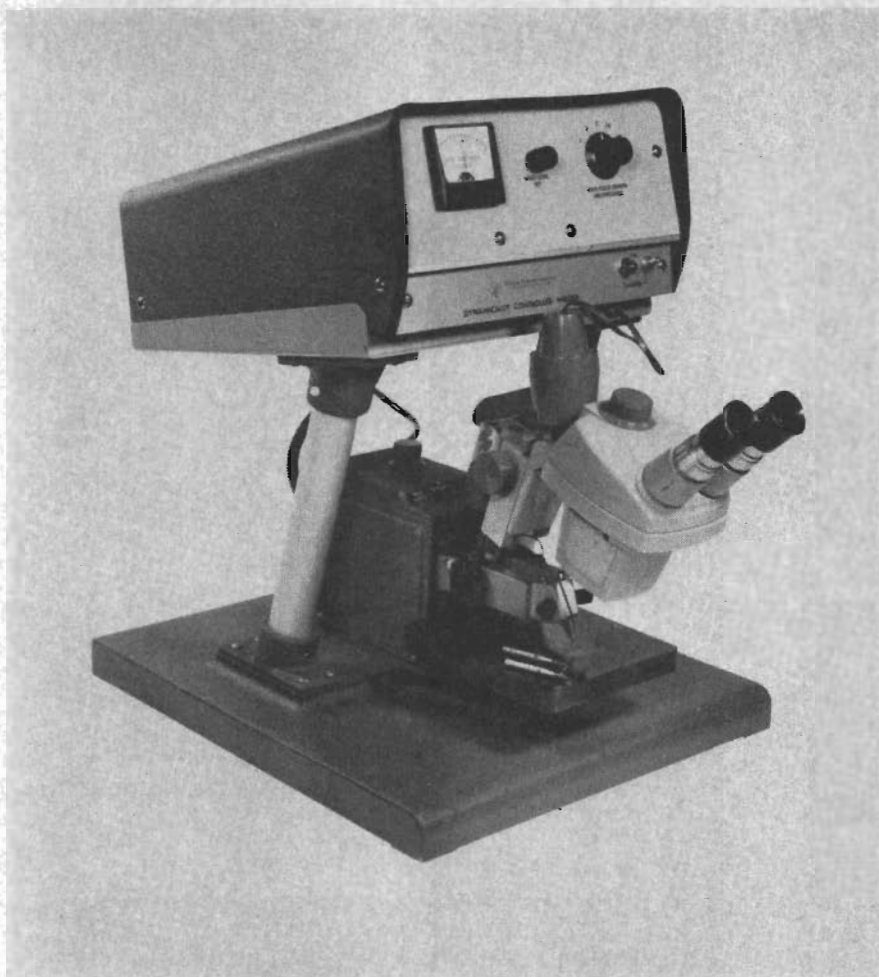


Fig 12

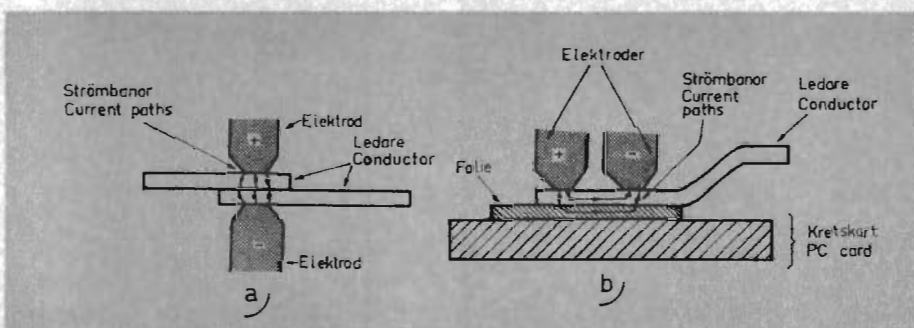
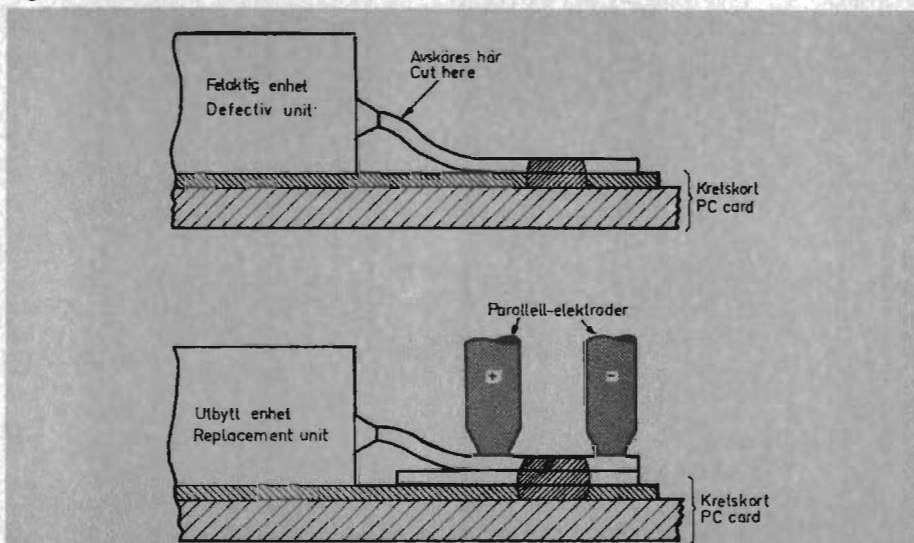


Fig 13

Fig 14



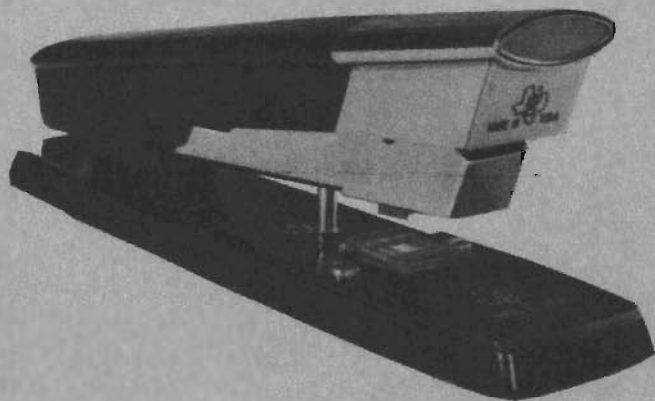


Fig 15

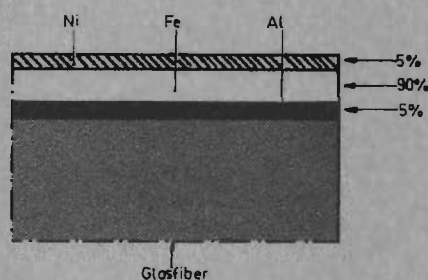
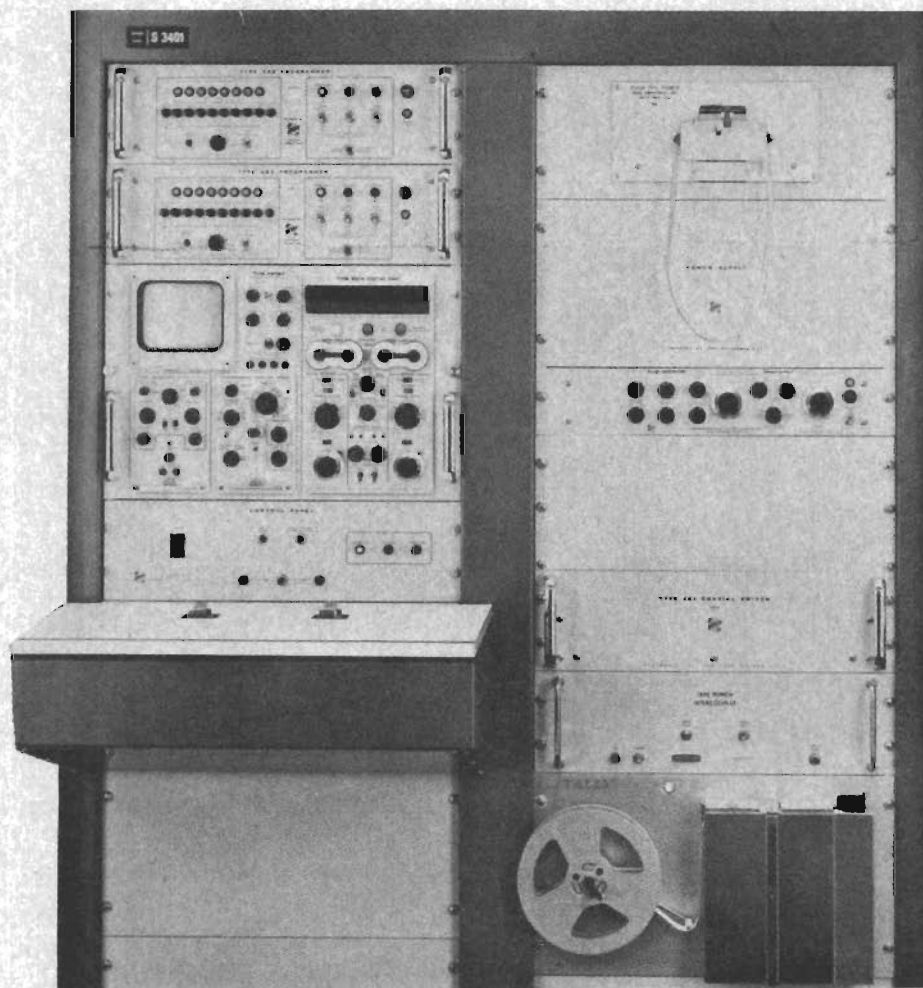


Fig 16

Fig 17



snabb. En medelstor databehandlingsenhet på 800 till 1000 kretsar svetsas på en dag av en operatör. (20–30 sekunder per krets.) Det fordras därför mycket stora, likformiga enheter för att automatiserad svetsning skall bli aktuell.

En undersökning visade att en liten enhet bestående av 4 kretsar vid lödning krävde 9 arbetsoperationer till en total arbetskostnad av 25 cent (2 dollar/tim.), medan vid svetsning antalet arbetsoperationer reducerades till 4 och kostnaden till 6,5 cent. Med en sådan kostnadsbesparing är det uppenbart att en svetsmaskin betalar sig snabbt.

Vissa integrerade halvledarkretsar i flata höljen levereras — om man så önskar — i en transportram. I samband med lödningen eller svetsningen kan man då använda ett specialverktyg för kapning av tilliedningstrådarna till rätt längd, se fig. 15. Monolitkretsen är därvid under kapningen helt avlastad från mekaniska påkänningar. (Kapning av en anslutningsstråd med en vanlig sidavbitare kan ge chocker på upp till 300 g.)

För att integrerade halvledarkretsar skall kunna svetsas på kretskort måste höga krav ställas på foliet och på etsningsnoggrannheten om man önskar utnyttja laminatet maximalt. Kopparfolie är olämpligt för svetsning på grund av dess låga termiska resistans. Folie av kovar eller laminerade metallskikt av t.ex. järn och nickel lämpar sig bäst. Sådant kortmaterial tillverkas av ett tiotal fabrikanter i USA, t.ex. *Micaply* och *Texas Instruments*. Ett exempel på uppbyggnaden av ett sådant kort visas i fig. 16.

Anslutningstrådarna för en monolitkrets i flat kåpa är utförda i en järn-nickelförening, t.ex. kovar, för att åstadkomma hermetisk genomföring glas-metall, oberoende av temperaturen. För att man skall få en bra svets måste foliet vara av samma eller liknande material så att anslutningstrådarna och foliet uppvärms i lika hög grad vid svetsningen.

Testutrustning

Ankomst- och kvalitetskontroll av integrerade halvledarkretsar kan inte utföras med samma utrustning som den man använder för kontroll av diskreta halvledare, eftersom det gäller att kontrollera hela kretsfunktioner.

Det finns åtskilliga utrustningar för testning av integrerade halvledarkretsar, bl.a. från *Tektronix*, *Fairchild*, *Optimized Devices* och *Texas Instruments*, se fig. 17. De tre förstnämnda mäter stig- och falltider m.m., medan utrustningar från *Texas Instruments* utför statiska mätningar. De dynamiska mätningarna är rimligtvis de matnyttigaste, de ger t.ex. triggränser »fan-out», »fan-in» och maximal klockfrekvens. Dessa testutrustningar betingar ett högt pris jämfört exempelvis med en svetsutrustning. ●

CIVILINGENJÖR BERTIL WEYDE

Rationella Elektroniktillämpningar AB, (RETAB),
Lidingö

INGENJÖR LARS ERIKSSON

AB Gylling & Co, Stockholm

Svetsbara krets

Mikrokretsarnas fördelar — hög tillförlitlighet, små dimensioner och enkel montering — kan utnyttjas helt endast om kretsarna svetsas till underlaget.

Svetstekniken vid svetsning av mikrokretsars tilliedningar till kretskort är ännu inte helt tillfredsställande. I USA användes både lödning och svetsning, men utförda prov har visat att svetsning är att föredra ur många synpunkter.

Mikrokretsar i flat kåpa lämpar sig bäst för svetsning. Avståndet mellan tilliedningarna för den flata kåpan är emellertid endast ca 1 mm varför man får så små isolationsavstånd som ca 0,5 mm mellan ledarna i kretskortet, vilket gör att löd-

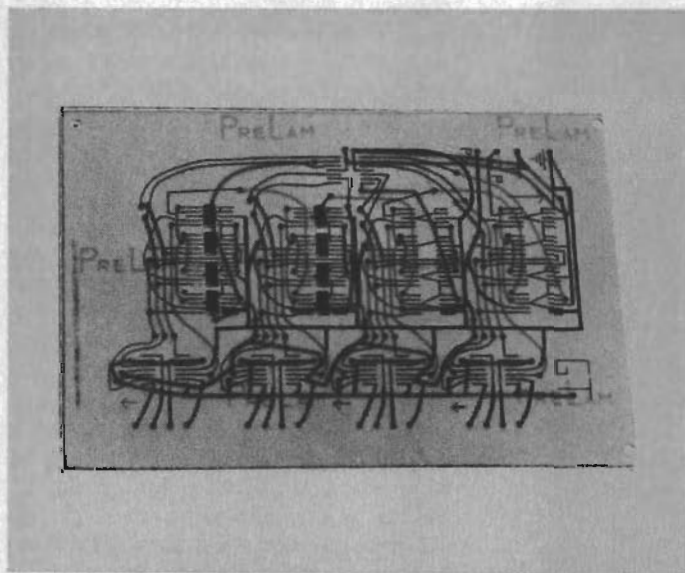


Fig. 1
Dubbelsidigt kretskort med Ni-Fe-Al-folie för svetsning av flata kåpor. (RETAB, Lidingö.)

Two-sided PC card with conductor in Ni-Fe-Al for parallel-gap welding of flat packages. (RETAB, Lidingö.)

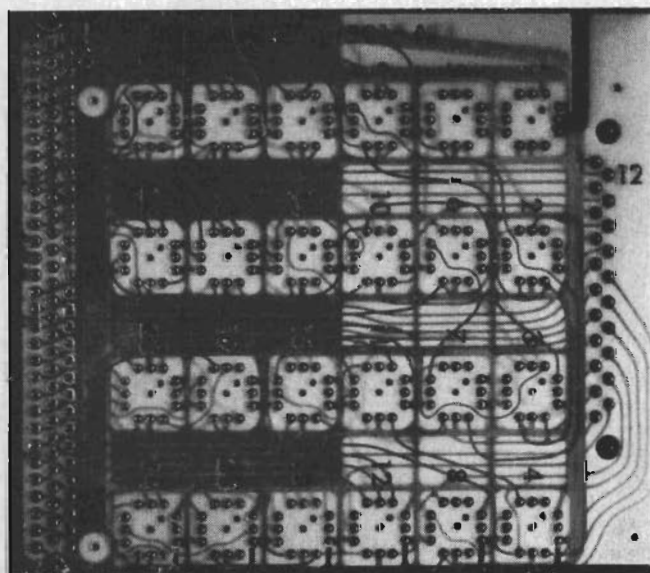


Fig. 2
Kretskort av multi-layer-typ avsett för integrerade halvledarkretsar.

Multi-layer PC, card for semiconductor integrated circuits.

kort



En av artikelförfattarna, civilingenjör Bertil Weyde, visar här upp en klichéritning i skala 10:1 för ett kretskort avsett för integrerade halvledarkretsar.

ning med kolv är praktiskt taget omöjlig. Lödning fordrar dessutom att operatören skall kunna beräkna lödtiden exakt. För lång lödtid kan skada laminatet, för kort lödtid ger en dålig kontakt. Strömmen genom lödstället måste passera koppar—tenn

—koppar och båda övergångarna till kopparn måste därför vara fullgoda.

Svetsas kretsen till underlaget sker en direkt förbindning metall till metall och laminatet utsättes då inte för någon övertemperatur. Med en speciell svetsutrust-

ning kan svetsen kontrolleras dynamiskt genom att övergångsresistansen uppmätes. Tillförlitligheten hos en svets är stor på grund av den direkta metallkontakten och frånvaron av fluxmedel.

En del praktiska prov har utförts för att

► 96

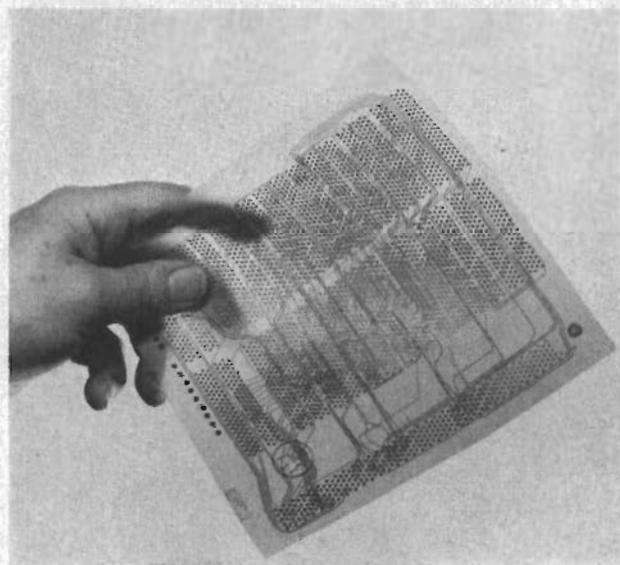


Fig. 3
Ett lager i ett multi-layer-kort.

Single layer from a multi-layer printed circuit card.

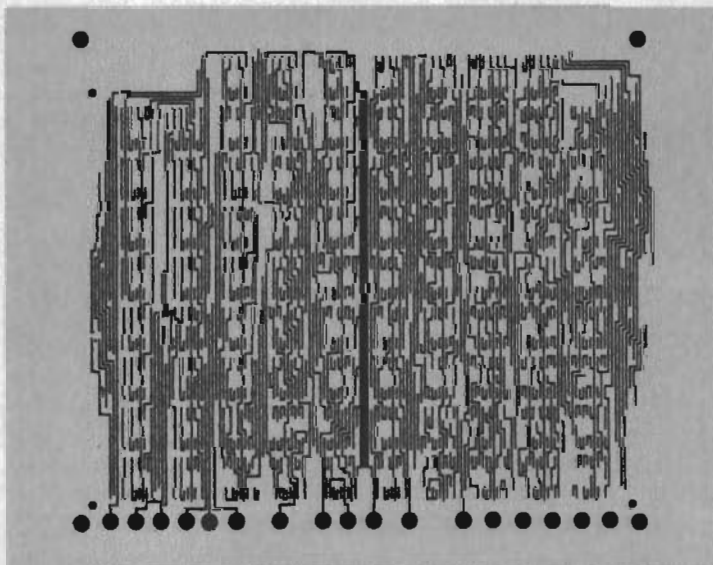


Fig. 4
Ena sidan av ett svetsbart kort för flata kåpor. Bilden ger en uppfattning om den höga packningstätheten. Bilden är återgiven i skala ca 1:1.

One side of a weldable PCB card for flat packages. The picture indicates high packing density. The photo is reproduced to approx. scale 1:1.

Mikrokretstips för konstruktörer

Vid konstruktion av kretsar med konventionella komponenter har man hittills strävat efter att nedbringa antalet aktiva komponenter till ett minimum. Ju färre transistorer och dioder desto bättre. I och med att de integrerade halvledarkretsarna kommer in i bilden blir man tvungen att revidera denna inställning.

Studerar man de kretskopplingar som använts för integrerade halvledarkretsar finner man att antalet aktiva komponenter är mycket stort. Detta innebär att en direkt överföring av kopplingsschemat för en krets med konventionella komponenter till en integrerad krets inte är möjlig. Man måste transformera funktionen hos kret-

sen så att i detta fall antalet motstånd och kondensatorer nedbringas till ett minimum.

Då toleranserna för diffunderade motstånd är mycket vida är vi hänvisade till att i första hand integrera kretsar i vilka toleranserna inte är så kritiska, dvs. digitala kretsar, se fig. 1. Genom att utnyttja motståndskvoter och/eller tunnfilmmotstånd (ökat antal tillverkningsprocesser gör emellertid att det senare blir dyrare) kan man dock med gott resultat tillverka även linjära kretsar. Fig. 2 visar som exempel en 10 MHz bredbandsförstärkare i integrerat utförande. P.g.a. svårigheterna att få fram frekvensselektiva integrerade för-

stärkare får man räkna med att bygga upp sådana förstärkare i form av bredbandsförstärkare med passiva filter mellan stegen. Filtren kan vara keramiska eller av kristalltyp.

Av vad som tidigare anförts framgår att motstånd och kondensatorer tar betydligt större plats än transistorer och dioder, vilket också innebär att de förstnämnda blir dyrare. Vid konstruktion av integrerade kretsar är det således även ur ekonomisk synpunkt lämpligt att använda få motstånd och kondensatorer och i stället använda transistorer och dioder.

J R

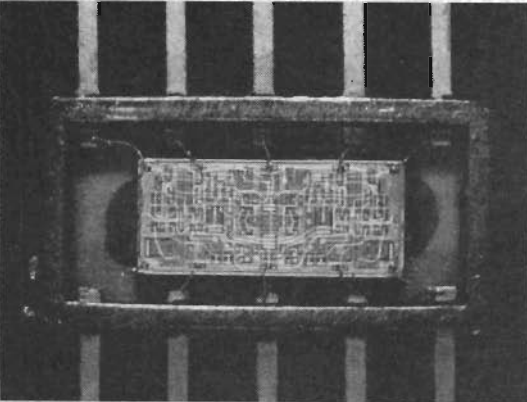


Fig. 1
Exempel på kopplingschema och uppbyggnad av digital krets, en vippa av JK-typ för 2 MHz.

Construction of a digital circuit, a JK flip-flop for 2 Mc.

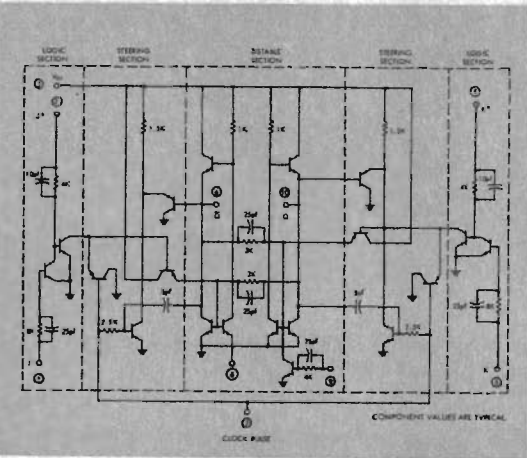
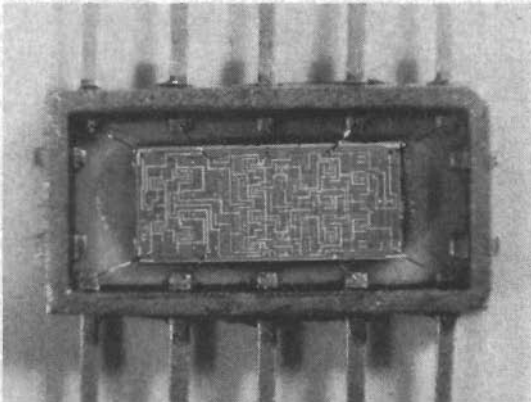
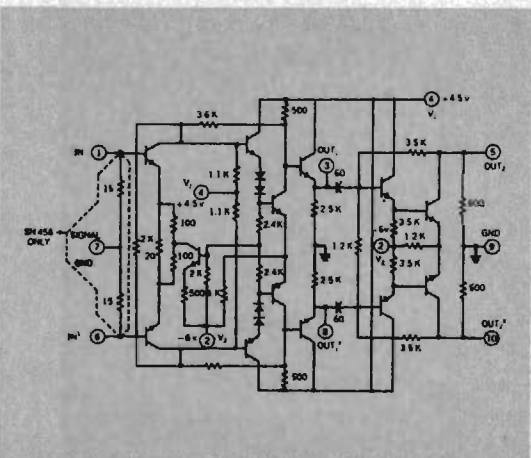
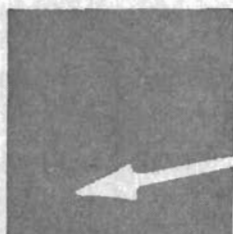
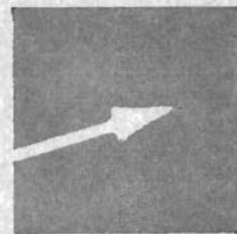
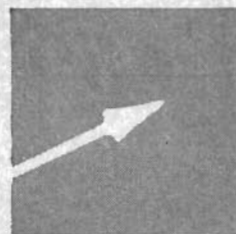
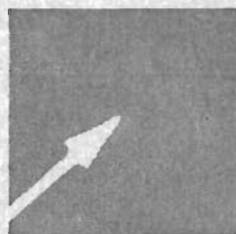
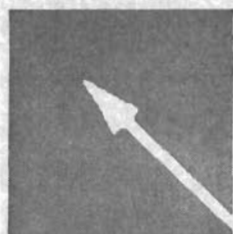


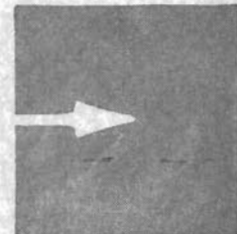
Fig. 2
Exempel på kopplingschema och uppbyggnad av linjär krets. Bredbandsförstärkare för 10 MHz. (Texas Instruments.)

A linear semiconductor integrated circuit, a 10 Mc broad band amplifier. (Texas Instruments.)





Slösa inte
dyrbar tid
med att själv
söka rätta
komponenter...



fråga BOLIDEN BATTERI först

DEAC

GASTÄTA, HELT SLUTNA,
UNDERHÅLLSFRIA BATTERIER

20 mAh – 23 Ah. Spänning 1,2 Volt/cell

- enkel laddning
- användbara i alla driftslägen
- obegränsad lagringsduglighet
- utmärkt spänningsstabilitet
- lång livslängd
- lågt inre motstånd
- stabil spänning
- stort temperaturområde



För teknisk rådgivning och
offerter
kontakta generalagenten

BOLIDEN BATTERI klarar det!

BOLIDEN BATTERI AB

Industriförsäljningen

Västra Trädgårdsgatan 17 • Stockholm • Tel. 08/23 71 00

Problem nr 3/65

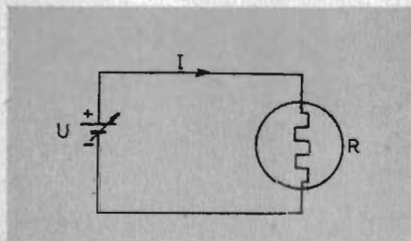
En s.k. sensistor är ett slags temperaturberoende motstånd. Temperaturkoefficienten är positiv och ungefär $=0,7\%$ per $^{\circ}\text{C}$.

Resistansen hos sensistorn i fig. 1 antas följa formeln

$$R = R_0 \cdot e^{c(t-t_0)}$$

där $R_0 = 1000\text{ ohm}$, $c = 0,007\text{ grad}^{-1}$ och $t_0 = 25^{\circ}\text{C}$

Fig 1



Vi antar att omgivningstemperaturen är precis $=25^{\circ}\text{C}$. Sensistorn är emellertid varmare, eftersom den värms upp av den elektriska effekten. Sensistorns termiska resistans k antas vara $=350^{\circ}\text{C/W}$. Sensistorns temperatur bestäms alltså av sambandet

$$t - t_0 = kP = 350P\text{ }^{\circ}\text{C/W}$$

där P = den i sensistorn utvecklade effekten.

Nu frågas: Vilken är den största ström som kan passera genom sensistorn utan att dess temperatur överstiger 200°C ?

Det finns en exakt lösning på det här problemet, men alla lösningsmetoder, även approximativa, duger lika bra, under förutsättning att de ger rätt resultat.

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 6/65. I samma nummer kommer också den rätta lösningen på problemet.

Lösningar på problem nr 3/65 måste vara redaktionen tillhanda senast den 1 augusti 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.

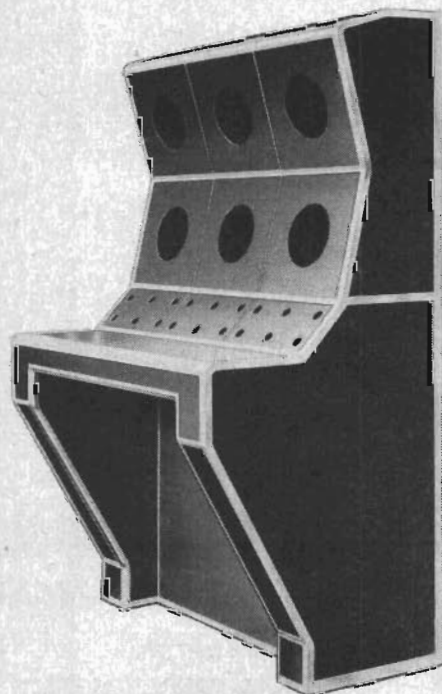
WIDNEY DORLEC byggbara stativ

Att bygga en kontrollpanel eller ett instrumentskåp är nu ett enkelt och snabbt arbete tack vare Widney Dorlecs stativdelar. Man utgår från raka lister, som kapas till önskad längd, och olika hörn, som monteras på listerna endast med hjälp av en skiftnyckel.

Det färdiga stativet blir mycket elegant och man har möjlighet att välja mellan raka eller svagt rundade hörn och lister. Dessutom finns alla slags tillbehör såsom hjul, stativfötter, handtag, lås och gångjärn.

Teleskopgejdrar

För montage av utdragbara enheter i stativ tillverkar Widney Dorlec även många olika typer av teleskopgejdrar. De kraftigare typerna har dubbla kullager medan de enklare är försedda med en nylonklädd glidskena. Begär den nya gejderekatalogen, som innehåller ett stort, utökad program.



Typ 5012, Slimslide, en smidig utrymmesbesparande stålgejder.



Generalagent:

BO PALMBLAD AB

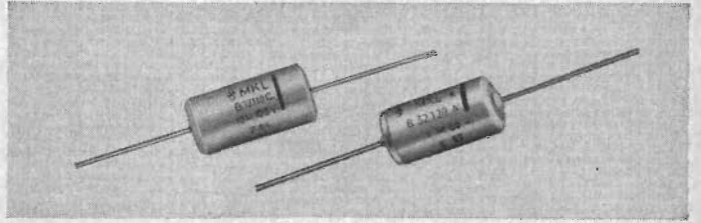
Hornsgatan 58 — Stockholm SV — Tel. 08/24 61 60

Siemens MKL B32110 B32112 B32120 B32121 B32122

Självläkande metalliserade lackfilmskondensatorer med hög specifik kapacitans i tropik- och professionellt utförande. Kapacitansområde: 0,033–220 μF , spänningsomr. 63–630 V. Dimensionsexempel: B32110–C0106–M 10 μF 100 V 16,7 $\times$ 34 mm. B32120 är upptagen i FTT i miljöklass 40/85/56.

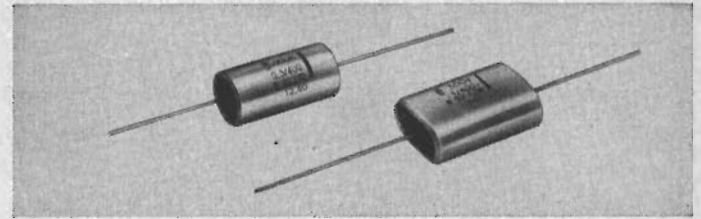
Att räkna med

Siemens lackfilms- och plastfoliekondensatorer för civilt och militärt bruk kännetecknas av hög tillförlitlighet, okänslighet mot fukt, små dimensioner.



Siemens FKH B32210 B32211

Metallfoliepolyesterkondensatorer med och utan isolerat skyddshölje av aluminium. Kapacitansområde: 220 pF–0,1 μF , spänning 400 V. B32210 är upptagen i FTT i miljöklass 55/125/56.

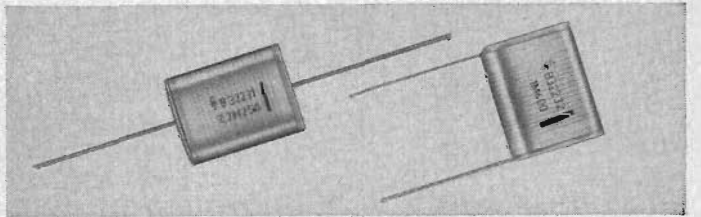


Siemens MKH B32220 B32229

Höglklassiga metalliserade (självläkande) polyesterkondensatorer i cylindriskt och flatovalt utförande för professionellt bruk. Skyddshölje av isolerad aluminium. Kapacitansområde: 6 800 pF–1,0 μF , spänningsomr. 250–630 V. Temperaturomr. -55° ... $+150^{\circ}\text{C}$. Båda typerna upptagna i FTT i miljöklass 55/85/56.

Siemens MKH B32222 B32227

Professionella metalliserade polyesterkondensatorer för högspänning. Kapacitansomr. 100 pF–0,25 μF , spänningsomr. 1 kV–6,3 kV. Temperaturomr. -40° ... $+100^{\circ}\text{C}$.



Siemens MKH B32231 B32232

Prisbilliga metalliserade polyesterkondensatorer för standardbruk med axiella och radiella anslutningstrådar. Kapacitansområde: 0,01–1,0 μF . Spänningsomr. 250 V–630 V. Temperaturomr. -40° ... $+100^{\circ}\text{C}$. B32231 kommer inom kort i kapacitansvärde upp till 10 μF .

Siemens MKY B32355

Självläkande metalliserad miniatyrstyroflexkondensator i tropikutförande för högstabila tids- och filterkretsar. Kapacitansområde: 0,1–10 $\mu\text{F} \pm 1\%$, 250 V–max 100 V $\sim$ vid 50 Hz. Temperaturomr. -55° ... $+70^{\circ}\text{C}$. Dimensionsexempel B32355–A2106–F10 μF , 250 V, 40 $\times$ 50 mm.

Samtliga typer utom MKY finns för omgående leverans från lager i Stockholm. För närmare upplysningar tag kontakt med vår sektion TK. Tel. Stockholm 22 96 40, 08/22 96 80.

Swd 2-065

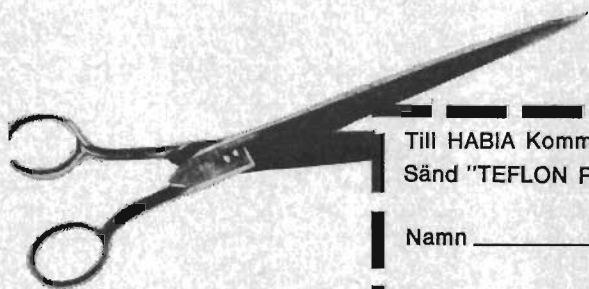


I den här trycksaken
får Ni utförliga data om

TEFLON - isolerad ledningstråd

... ledningstråd med hög temperaturbeständighet och som ej skadas vid lödning. Utomordentlig isolationsresistens. Låg förlustfaktor. Tillverkas och kontrolleras enligt US Mil-W-16878. TILLVERKNINGSPROGRAM: AWG 12-32 med 1-7-19-trådig försilvrade kopparlina. Skärmade och ytterisolerade ledningar. Koaxialkablar. Värmekablar. Fyll i kupongen så sänder vi utförliga data.

HABIA kommanditbolag
BRANTSHAMMAR □ KNIVSTA □ TEL. 018/81000



Till HABIA Kommanditbolag, Brantshammar, Knivsta
Sänd "TEFLON PRODUCTS FOR THE ELECTRONIC INDUSTRY"

Namn _____

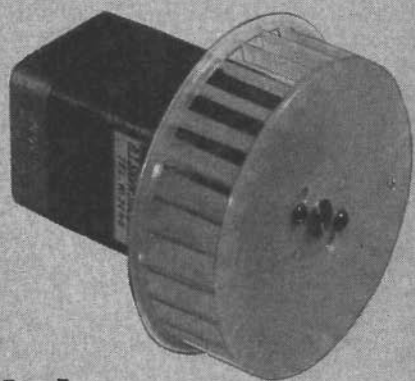
Företag _____

Adress _____

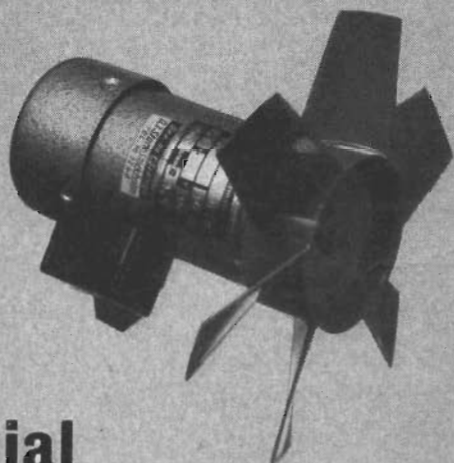
Postadress _____

**RADIAL
AXIAL
CENTRIFUGAL**

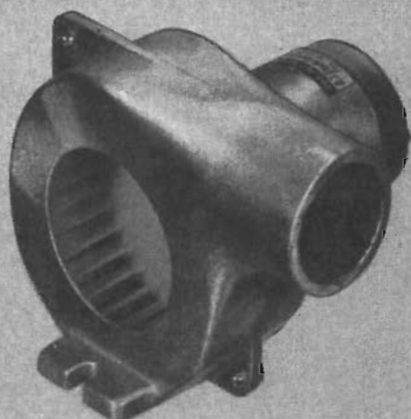
FLÄKTAR



radial



axial



centrifugal

Med stora variationsmöjligheter i montagesätt.

Försedda med DUNKER kvalitetsmotorer eller Wigo-robusta skärmpolmotorer.

Där Ni fordrar kvalitet och driftsäkerhet är Ni skyldig Er själv att prova en Stork-fläkt.

Några exempel:

Typ	Data	Största mått
Radial		
G26/RF50	6 V likström 3000 V/min. 0,6 m³/min. 5 mm Vp. max.	Fläkt Ø: 50 mm Motorlängd: 67 mm » Ø : 56 mm
KDV/RF63	220 V~ 2200 V/min. 1,2 m³/min. 9 mm Vp. max.	Fläkt Ø: 63 mm Motorlängd: 62 mm » □ : 32×32 mm
KDV/RF80	220 V~ 2400 V/min. 1,5 m³/min. 12 mm Vp.	Fläkt Ø: 80 mm Motorlängd: 68 mm » □ : 42×42 mm
Axial		
A115/EW 51/20	220 V~ 2100 V/min. 2 m³/min.	Fläkt Ø: 115 mm Motorlängd: 64 mm
A115/KD 52×15	220 V~ 2800 V/min. 3,5 m³/min.	Fläkt Ø: 115 mm Motorlängd: 90 mm
A150/KD 52×30	220 V~ 2800 V/min. 7,5 m³/min.	Fläkt Ø: 150 mm Motorlängd: 105 mm
A150/GR 52×45	24 V= 3000 V/min. 8 m³/min.	Fläkt Ø: 150 mm Motorlängd: 100 mm
A250/KD 62×60	220 V~ 2600 V/min. 26 m³/min.	Med inbyggnadsram 250 mm Ø Motorlängd: 150 mm
Centrifugal		
C100/W51	220 V~ 2000 V/min. 1,0 m³/min. 10 mm Vp. max.	Höjd: 104 mm Längd: 132 mm Bredd inkl.motor 116 mm
C100/KDV42	220 V~ 2400 V/min. 1,2 m³/min. 12 mm Vp.	Höjd: 104 mm Längd: 132 mm Bredd, inkl. motor: 121 mm
C165/KD 62×45	220 V~ 2700 V/min. 2,8 m³/min. 30 mm Vp.	Höjd: 165 mm Längd: 198 mm Bredd, inkl. motor: 186 mm

A B D. J. STORK

Holländargatan 8

Stockholm, Tel. 11 29 90, 10 22 46, 21 73 16

"En så vettig och vetenskaplig handbok i svåra ämnen hör inte till vanligheten på ljudteknikens område"

skriver Kvällsposten om

Hi-fi handboken



av Lennart Brandqvist/Kjell Stensson

"välgörande i den förvirrade hi-fi-debatten."

Stockholms-Tidningen

Pris 19:50

NORDISK ROTOGRAVYR

► 57 Bra att veta om...

- 1) masstillverkade monolitkretsar inte finns tillgängliga eller av någon anledning inte kan användas;
- 2) konventionella kretsar inte får plats;
- 3) tillförlitlighetskraven inte medger användning av konventionell teknik och seriestorleken inte kan bära initialkostnaderna för en speciell monolitkrets.

Det kommer alltid att finnas tillfällen då man behöver en speciell krets i en viss applikation, men då standardkretsar inte finns tillgängliga. Tunnfilmtekniken medger att kretsar »skräddarsys» på relativt kort tid och till ett rimligt pris även om det rör sig om små serier. Ett exempel kanske kan ge någon uppfattning härom:

Man kan i dag från ett flertal tillverkare av planarkretsar köpa vissa standardtyper av linjära kretsar till priser som vid köp av ett större antal varierar mellan ca 10 och 50 dollar, dvs. mellan 60 och 300 kronor.

Om motsvarande kretsar skall göras i tunnfilmutförande kommer kostnaderna att fördela sig enligt följande:

Kostnad för masker etc.	ca 2500:—
Pris per krets om 6 cm ²	» 42:—
Halvledare per krets (antag)	» 10:—

Fördelar man dessa kostnader på en varierande seriestorlek erhåller man ett diagram, som ger kostnaden per krets vid olika seriestorlek, se fig. 10. I detta fall får man vid en serie om 10 kretsar ett stycke-

pris på 300 kronor och vid en serie på 200 kretsar ett styckepris på 64:50.

Det finns många företagsekonomer som anser att kostnadsutvecklingen redan gått så långt att man börjat tangera den gräns, där tunnfilmkretsar börjar bli lönsamma jämfört med konventionella kretsar. Redan med en försiktig optimism kan man inom en ganska snar framtid räkna med avsevärda prisreduceringar på tunnfilmkretsar. Man bör dessutom kunna räkna med att nya transistortyper och nya tillverkningsmetoder kommer att medföra ytterligare sänkta transistorpriser. Allt detta kommer att bidra till att det blir lönsamt att använda specialtillverkade tunnfilmkretsar även om det rör sig om små serier och även om man jämför med kretsar utförda i konventionell kretskortteknik.

Tilläggs bör kanske i detta sammanhang, att bästa sättet att verkligen utnyttja monolitkretsarnas ytterligt små dimensioner sannolikt blir att »montera» dem på tunnfilmkretsar.

Tunnfilmkomponenternas tillförlitlighet

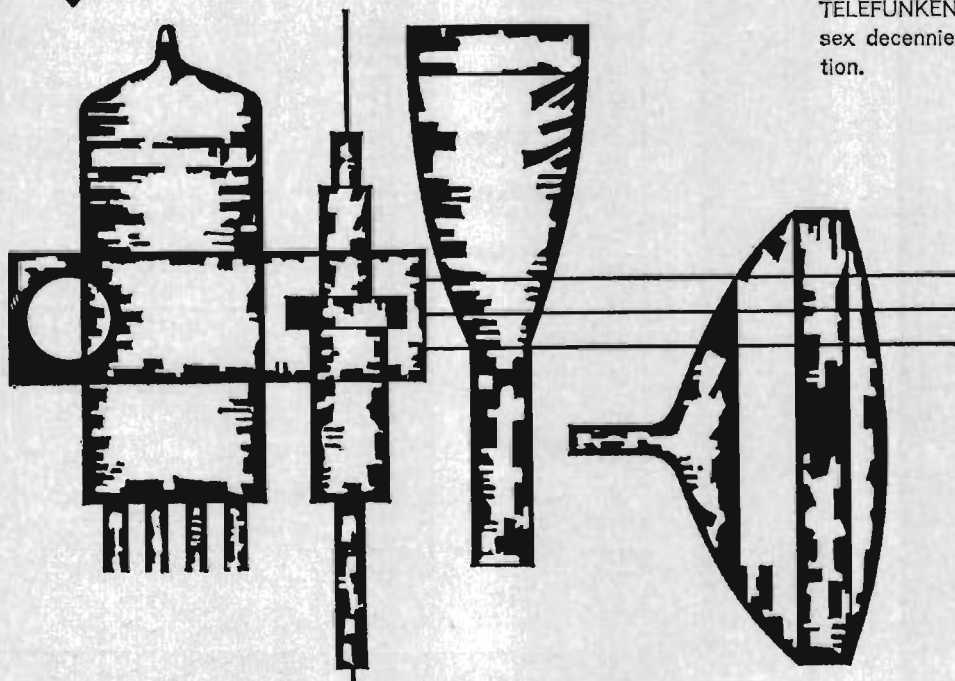
Mullard har publicerat tillförlitlighetsdata för sina tunnfilmkomponenter¹. Vid tillförlitlighetsproven valde man ut de i den löpande produktionen mest använda värdena

¹ Reliability of Mullard thin-film components. Interimsrapport, Central Technical Services, maj 1964.

► 94



TELEFUNKEN



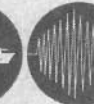
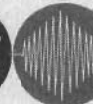
TELEFUNKEN RÖR och HALVLEDARE alltid tillförlitliga och med hög precision. De förenar i sig alla de tekniska fördelar, som av TELEFUNKEN vidareutvecklats under mer än sex decenniers intensiv forskning och fabrikation.

Mottagarrör
för TV och radio
TV-bildrör
Transistorer
Germaniumdioder
Kiseldioder
Specialrör
Mikrovågsrör
Oscillografrör
Specialförstärkarrör
Sändarrör
Vakuumpkondensatorer
Gasfyllda rör
Stabilisatorrör
Kallkatodrör
Små-tyratroner
Fotoceller
Fotomotstånd
Fotomultiplikatorer

Begär närmare informationer från

S 310.09

SATT SVENSKA AKTIEBOLAGET TRÅDLÖS TELEGRAFI
Röravdelningen • Fack • Solna 1 • Tel. 08/29 00 80



KISEL NPN PLANAR EPITAXIAL TRANSISTORER

TO-5	TO-18	h_{FE} vid $I_C = 150 \text{ mA}$
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

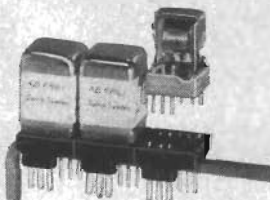


FRILI-RELÄ driftsäkerhet

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 10

Snabbt subminiaturrelä till lågt pris för tryckta kretsar eller konventionellt montage.



TEKNISKA DATA

Spoleffekt	0,2 W
Spolspänning	6—48 V =
Bryteffekt	max. 15 W, 30 V, 0,5 A. = eller 55 W, 110 V, 0,5 A. ~
Kontaktfunktioner	2 växlingar
Tillslagstid	3 mS
Frånslagstid	1 mS
Kontaktlivslängd vid	
max. belastning	$1,6 \times 10^6$ kopplingar
Testspänning	500 V, 50 Hz
Vikt kapslat	10 g

AB FRILI

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

► 92 Bra att veta om...

på motstånd och kondensatorer, vilka visade sig vara 3 kohm resp. 220 och 390 pF. Motståndens provades i perioder på 1000—15 000 timmar vid en effektutveckling motsvarande 1/6 watt per cm² filmyta och vid en omgivningstemperatur av 25° C. Kondensatorerna provades under samma tidsperioder med en spänning av 25 V. En komponent ansågs defekt om dess värde ändrades mer än 20 % från ursprungsvärdet.

Tab. 3. Ändring av resistansvärdet hos tunnfilm-motstånd efter 10 000 h.
Drift in Thin Film Resistors after 10 000 hours.

Ändring av resistansvärdet Change in Value since 0 hours (%)	Antal komponenter inom provgruppen Proportion of Components in Sample (%)
< 0,3	85
0,3—0,6	10
0,6—1,0	2
1,0—2,0	2
2,0—5,0	1

Tab. 4. Ändring av kapacitansvärdet hos tunnfilm-kondensatorer efter 10 000 h.
Drift in Thin Film Capacitors after 10 000 hours.

Ändring av kapacitansvärdet Change in Value since 0 hours (%)	Antal komponenter inom provgruppen Proportion of Components in Sample (%)
< 3	62
3—5	27
5—10	8
10—20	3
20	0,3

Resultaten av proven framgår av tab. 1 och 2. Vad beträffar proven av tunnfilm-motståndens komponenter kom man upp till en sammanlagd provtid av 36,5 miljoner komponenttimmar (komponenttimmar=antal komponenter som provats multiplicerat med varje komponents provtid) utan ett enda fel. Kondensatorprovet omfattade 34 milj. komponenttimmar och under denna tid uppstod 7 fel. Statistiskt sett betyder detta med 90 % konfidens för motståndens del en felfrekvens på 0,008 %/1000 h. För kondensatorerna blir felfrekvensen 0,034 %/1000 h.

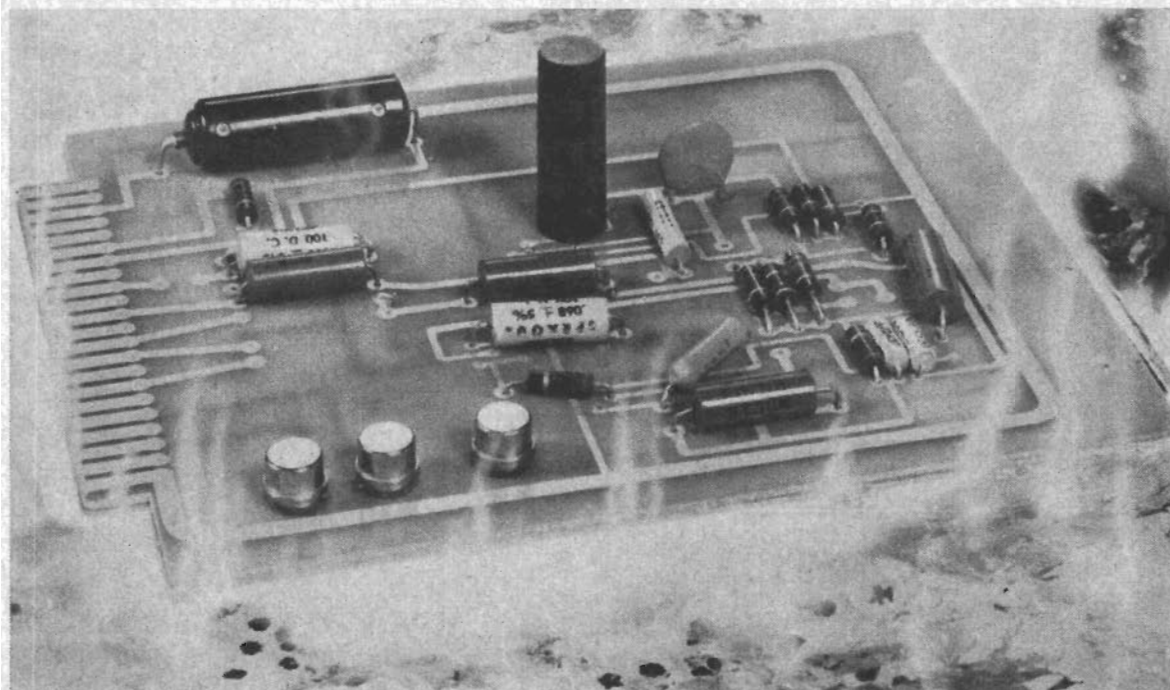
Drift i tunnfilmkomponenter

För att fastställa långtidsdriften hos tunnfilmmotstånd och -kondensatorer provade man 1600 motstånd och 1500 kondensatorer under 10 000 h. Resultatet framgår av tab. 3 och 4. Av dessa tabeller framgår att driften för 85 % av motståndens komponenter var under 0,3 % och för 99 % av motståndens komponenter under 2 %. Av kondensatorerna ändrade 89 % värde med mindre än 5 % under det att endast 0,3 % ändrade värde med 20 % eller mer, vilket betraktades som felfall.

SPAULDING

SPAULDING COPPER CLAD

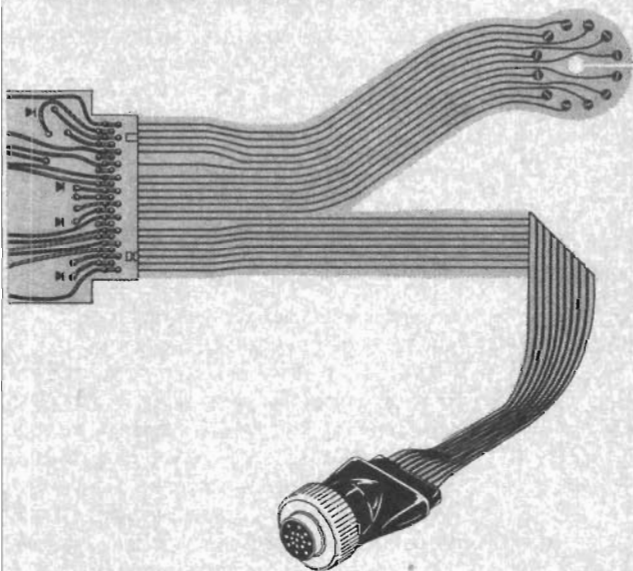
EN FABRIK MED RESURSER



Tillverkas i NEMA Standard

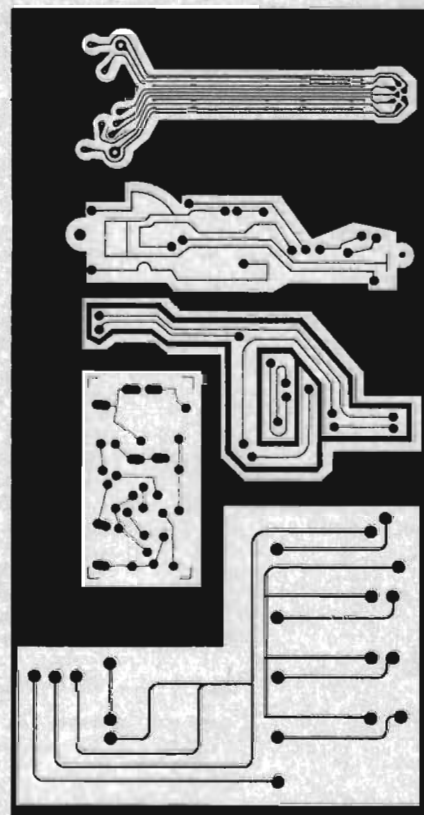
XXXP-790
XXXP-770
G-10-773
EXXXP-845
G-10-900
Fenol/Papper
Fenol/Papper FR-2
Epoxy/Papper FR-3
Epoxy/Glas
Epoxy/Glas FR-4
(FR=flame resistant)

SPAULDING MICRO CLAD



Flexibelt material för tryckta ledningar där låg vikt, små utrymmen, 3-dimensionell konstruktion är ett behov.

Finnes i kombination med koppar, nickel eller Kovar[®] laminerat med Mylar[®] eller Teflon.



För fullständiga informationer om fabriken's tillverkningsprogram, kontakta
Avd. Em

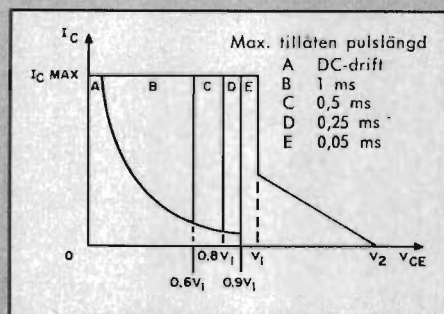
Representant:

ALLHABO

ALSTRÖMERGATAN 20 • BOX 49044 • STOCKHOLM K • TEL 52 00 30

TYP	I _c Max. A	V ₁ V	V ₂ V
2N2284, 2N2469	3	70	110
2N1073B, 2N2290	10	70	110
2N1430	10	80	120
2N1653, 2N2287	25	60	100
2N2638	25	80	120
2N2359	50	50	90

Max. gränsvärden för några typiska 2N-typer
enl. SOAR-specifikation



Drift innanför ovanstående SOAR-envelop
ger skydd mot fel

SOAR ger Er möjligheter att välja effektt transistorer utan reducering av max-data

Sluta upp att oroa Er att fel från sekundärt genombrätt skall uppstå under switchning. Med SOAR (Safe Operating Area) kan Ni nu exakt specificera de DAP-transistorer (Diffused Alloy Power) som Ni ämnar använda i switch- eller DC-kretsar utan att Ni behöver oroa Er för att fel skall uppstå. SOAR kan appliceras på varje typ av belastning: induktiv, resistiv eller kapacitiv. SOAR specificerar max. ström och max. spänning som får switchas, och så länge man arbetar inom SOAR-kurvan kan nedbrytande fel inte uppstå.

Vi har 33 olika DAP-typer (samt mer än 125 olika typer av germanium) som är SOAR-specifierade och som tål strömmar på från 3 till 50 A, samt spänningar på upp till 200 V. Switchning (av upp till 4500 W) verkställes inom löppet av några få mikrosekunder och vid kristalltemperatur på upp till 110° C.

Inverteringskretsar i vilka man använder SOAR-specifierade DAP-transistorer arbetar mer effektivt därför att kollektorströmmen har kortare falltid och därför att bottenresistansen är låg. I kretsar för horisontell avböjning inom TV och andra sammanhang där man utnyttjat katodstrålerör är DAP-transistorerna oöverträffade tack vare hög genomslagsspänning och kort falltid hos kollektorströmmen. Vi kan faktiskt erbjuda kompletta avböjningskretsar för de flesta sammanhang när det gäller TV eller annan användning av katodstrålerör.

Om Ni önskar närmare upplysningar om vårt omfattande program av DAP-transistorer; SOAR-specifierade effektt transistorer av germanium; diffunderade NPN-kiseltransistorer; epitaktiska planartransistorer av »Leaf-Lets», »Leaf»- och »BIG Leaf»-typ; NPN effektt transistorer av mesatyp samt effektdioder kontakta närmsta Bendix-representant eller skriv direkt till Dept. CQ 45-89, 605 Third Avenue, New York, N. Y. 10016.

Svensk representant: AB Nordiska Elektronik, John Ericssongatan
12-14, Stockholm K.

Bendix International Operations



85 Svetsbara kretskort

jämföra den tid som fordras för att utföra lödförbindningar resp. svetsade förbindningar för mikrokretsar. Proven omfattade dels montering av 4 mikrokretsar i TO-5-kåpa genom handlödning, dels montering av 4 mikrokretsar i flat kåpa medelst svetsning.

Följande tider erhöles:

Operationsföljd vid lödning.

1) Borrning av 40 hål	60 s
2) Bockning av ledare	30 s
3) Montering av isolerbrickor	30 s
4) Påläggning av flussmedel	15 s
5) Inpassning av kretsarna	20 s
6) Lödning	180 s
7) Rengöring	30 s
8) Inspektion	30 s
9) Omlödning etc.	60 s
Total tid	455 s

Operationsföljd vid svetsning.

1) Montering av isolerbrickor	30 s
2) Inpassning av kretsen	24 s
3) Svetsning	32 s
4) Inspektion	30 s
Total tid	116 s

Svetsbara kretskort

Svetsbara kretskort är uppbyggda på en bas av glasfiberväv, impregnerad med någon typ av plast. Metallfoliet består av något svetsbart material, t.ex. nickel eller guld. För att höja materialets ledningsförmåga kan man placera en basfolie av aluminium eller koppar under nickelfolien. Foliekort av detta slag tillverkas idag av *Mica Corporation, Texas Instruments Inc.* m.fl. i tjocklekar från 0,031" till 0,062" med en största yta av ca 1 kvadratfot.

När det gäller kretskort för mikrokretsar måste dubbelsidigt laminat nästan alltid användas. Vid kretskort för diskreta komponenter kan man alltid klara ev. korsningar med hjälp av de luckor som komponenterna bildar i mönstret, men detta är inte möjligt vid mikrokretskort.

Vid tillverkning av kretskort för mikrokretsar framställs först en klichéritning med kurvtejp, tusch eller genom gravyr i minimum skala 5:1, se titelbilden. I denna skala blir kortets precision tillräckligt god för den ledningstäthet som mikrokretsarna fordrar. Avstånden mellan samtliga hål bör följa ett modulsystem, t.ex. 1,27 mm, bl.a. för att underlätta användning av borrjaggar.

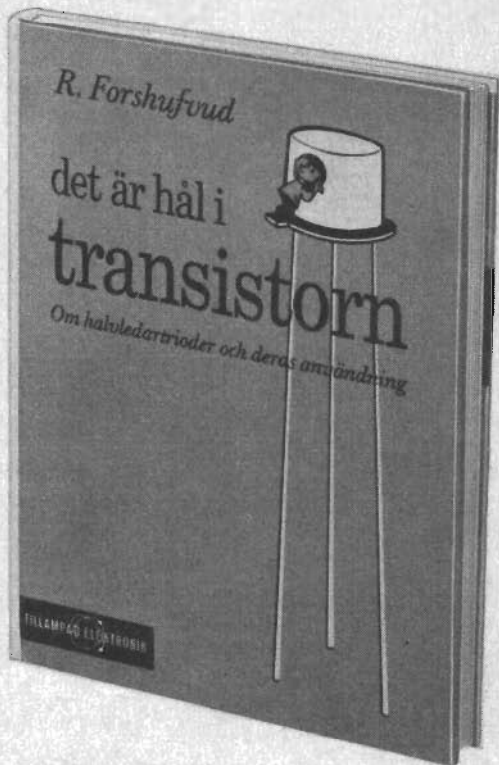
I ett dubbelsidigt foliekort, se fig. 1, fordras en stor mängd genompläterade hål för att klara alla korsningarna, och kretskortets yta kommer att bli onödigt stor. I flera amerikanska projekt har man därför börjat använda s.k. multi-layer-kort, se fig. 2 och 3, dvs. foliekort i flera lager, limmade till varandra. Därigenom blir antalet genompläterade hål färre för en och samma kretslösning och kortets yta bestäms huvudsakligen av mikrokretsarnas storlek.

DET ÄR HÅL I TRANSISTORN

av Ragnar Forshufvud

Den här boken om halvledartriöder och deras användning är en »annorlunda» teknik-bok i vilken författaren lyckats kombinera ett tekniskt vederhäftigt och komprimerat innehåll med en ledig och humoristisk stil. Den lekfullt formulerade titeln rymmer en betydelsefull sanning; varje transistor innehåller nämligen dessa laddningsbärare som på fullt allvar kallas »hål» och som är så viktiga för transistorernas funktion. Lättfattligt, konkret och instruktivt behandlas olika transistortyper och deras uppbyggnad liksom det intressanta samspelet 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.

Omfång:	180 sidor	Illustrationer:	100-talet teckningar
Band:	Helt pappersband med laminerat omslag i 2 färger		och diagram
		Tryck:	Boktryck
		Pris:	Inbunden 26: —



UR INNEHÅLLET

Aktiva komponenter. Förstärkning. Aktiva komponenter. Det elektromagnetiska reläet. Principen variabelt motstånd. Principen »reglerad emission». Switchar och linjära förstärkare. Transistorn som switch. Olika sorters förstärkning. Trepol, fyrpol och andra poler. — **Hål och elektroner.** Hål. P-material och N-material. Paralstring. Några fakta om elektroner och hål. Jämviktsekvationen. Olika sorters paralstring. — **Vi lär känna en transistor och en diod.** Bruksanvisning. Mer om de elektriska egenskaperna hos 2N1613. Diod. Hur en diod fungerar. Hur en transistor fungerar. — **Vi lär känna ytterligare några transistorer och dioder.** 2N1305. Legeringsförfarandet. Polariteten. Kristalltemperaturen. Läckströmmen. Gränsfrekvensen. Maximalt tillåten spänning. 2N457A, 2N918, 1N483A, 1N753A. — **Läckströmmar och genombrott.** Hur I_{CBO} påverkar kollektorströmmen. Läckströmmens temperaturberoende. Genombrott. Lavineffekt och zenereffekt. Genombrott kollektor-emitter. Genombrott och genomslog. Termisk lavin. Sekundärt genombrott. — **Småsignal-**

egenskaper. Småsignalparametrar. h-parametrarna. Likströmsinställning. — **Om kretsar i allmänhet och pulskretsar i synnerhet.** Den topplikriktande dioden. Diodbryggan. Den stabiliserande zenerdioden. Emitterföljaren. Darlington-kopplingen. Den bistabila vippan. Logiska kretsar. Effektomvandlare. — **Om förstärkarkretsar.** Det RC-kopplade förstärkarsteget. Det balanserade paret. Det avstämda högfrekvenssteget. Klass B-förstärkaren. LC-oscillatorn. Appendix. — **Brus i transistorer.** Brustal. Frekvensberoendet. Brusformler. — **Kretskonstruktörens vedermödor.** Synpunkter på det svåraste fallets princip. Kvadratisk addering. En liten sammanfattning. Spridningen. Temperaturberoendet. Åldringen. — **Halvledares tillförlitlighet.** Spetstransistorn. Mot högre tillförlitlighet. Tillförlitlighet och maximaldata. Tillförlitlighet utan bevis? — **Några ord om elektronröret.** Verkningsätt och uppbyggnad. Vakuumdioden. Vakuumtriöden. Pentoden. Andra sorters rör. Strömförstärkningsfaktor och läckströmmar. — **Sakregister.**

NORDISK ROTOGRAVYR

Övriga böcker i samma serie:

- ☐ Diefenbach: TV-felsökning inb 36: —
- ☐ Jeppsson: Praktisk transistorteknik inb 22: — (f.n. slut på förlaget — ny uppl hösten 1965)
- ☐ Markesjö: Elektronrörsförstärkare inb 28: —
- ☐ Schröder: Elektronikens grunder inb 28: —

Sätt X här ☐ och vi sänder broschyr: *Aktuella handböcker Elektronik Radioteknik Television*

Från bokhandel eller Nordisk Rotogravyr, Stockholm 21 beställes mot postförskott:

.... ex Forshufvud: Det är hål i transistorn
.... ex enl markering i vänstra kupongdelen

Namn

Adress

Postadress

Rochar



1360 C

2 NYA FREKVENSRÄKNARE

Typ 1360 B och 1360 C

Låg effektförbrukning 15 VA • Batteridrift

Tekniska data för 1360 B och 1360 C

Frekvensmätning:	0—220 kHz
Räknetid:	0,01 s—0,1 s—1 s
Ingångskänslighet E1:	25 mV—100 V eff. 5 Hz—220 kHz
E2:	500 mV—100 V eff. 0—220 kHz
Tidintervallmätning:	50 μ s—1 dag medelst jordning eller start och stopps
Mätenheter tid:	10 μ s, 100 μ s 1 s
Räknekapacitet:	99 999
Standardfrekvens:	200 kHz kristall $\pm 5 \times 10^{-5}$ 1 Hz, 10 Hz 100 kHz utgång
Nätspänning:	115—127—220 och 240 V ± 10 % 50—400 Hz 15 VA
Arbetstemperatur:	0—50° C (testad —10° C till +60° C)
Dimensioner, 1360 B:	H 190, B 205, D 230 mm
1360 C:	190 305 230 mm

Dessutom har 1360 C följande egenskaper:

Räknetid:	N (0,01—0,1—1 s) N kan vara 1, 2, 3 12
Periodmätning:	1 till 12 perioder
Triggnivå:	—100 V— +100 V kontinuerligt variabel för exempelvis pulsbreddsmätning

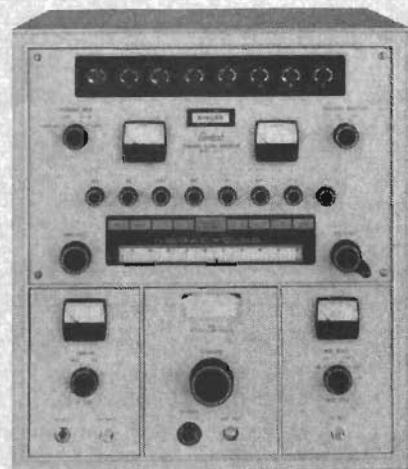
SCHLUMBERGER SVENSKA AB

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

Nya produkter

Signalgenerator/frekvensmeter

Gertsch Department of The Singer Company, USA, tillverkar en helt transistoriserad digital signalgenerator/frekvensmeter. Den har typbeteckningen SSG-1 och täcker som signalgenerator frekvensområdet 10 kHz—500 MHz och som frekvensmeter



10 kHz—1000 MHz. Med en tillsatsenhet kan frekvensmeters område utökas till 10 GHz. Upplösningen är 1 Hz inom området 10 kHz—50 MHz och 10 Hz inom området 50—500 MHz. Frekvensen alstras med en 1 MHz-oscillator vars stabilitet är bättre än 1 på 10^7 . Utnivån (50 ohm) kan ställas in från 0 till —130 dB med en noggrannhet av ± 2 dB. Utsignalen kan amplitudmoduleras med 400 eller 1000 Hz med kontinuerlig reglering från 0 till 50 %. Pris: ca 76 000:—.

Svensk representant: *Civilingenjör Robert E O Olsson*, Trädgårdsgatan 7, Motala.

(E 224)

Temperaturkammare

Statham Instruments Inc., USA, har tillverkat en temperaturkammare för temperaturprovning av komponenter inom bl.a. elektronik-, kemi- och plastindustrin. Den har typbeteckningen SD-9. Temperaturen regleras med hjälp av en tyristor, som styr strömmen i temperaturelementet. Kammarens temperaturområde är —73° C— +260° C och noggrannheten är $\pm 0,6$ ° C. Kontrollpanelen är försedd med en skala för inställning och avläsning av tempera-

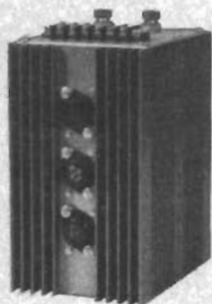
► 100

NYTT I LIKSPÄNNINGSAGGREGAT FRÅN XELEX



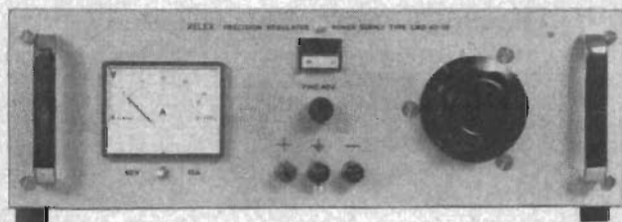
INBYGGNADSAGGREGAT

Stort antal spänningar och utföranden, även för 2 spänningar.



0—40 V 2 A typ LWC 40—2
0—40 V 12 A typ LWC 40—12
0—60 V 8 A typ LWC 60—8

Stabilitet 0,05 %, hög kvalitet



SINUS-EFFEKTGENERATOR

typ SW—500—220 600 W eff., 1,2 KW peak
10 Hz—10 KHz 0—55—110—220 V

VÄXELRIKTARE sinus-kantvåg
AVBROTTSFRI STRÖMFÖRSÖRJNING
för elektronikanläggningar

NYTT

INGENJÖRSFIRMAN
TEL. 49 0510, 49 0910

XELEX

Ystadsvägen 136
JOHANNESHOV

Vi har stort specialprogram inom likspännings-
aggregat och förstärkare.

Fråga **XELEX** det lönar sig.

VRIDTRANSFORMATORER POWERSTAT



Vridtransformator

för steglös spänningsreglering med
oförändrad kurvform.

Effektområde 0,132—189,2 kVA

Rhodiumplätterad kommutator

Små dimensioner — modern formgivning

Enkel montering

220 V enfas- och 380 V 3-fastyper omgående från
lager hos

SANDBLOM & STOHNE

Stockholm 08/54 11 60 • Göteborg 031/40 04 65
Malmö 040/751 00 • Jönköping 036/16 09 80
Sundsvall 060/15 67 42

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 modernt mätinstrument är väl så tillförlitligt, 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, realiserar 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 planliga precisionskalibreringen kan klicka. På avdelningarna har man därför kalibreringsmöjligheter av »andra graden». Bärbara kalibrators 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 0–2 A. 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 höghögsmigaste kretsar utan att belasta.

Växelspänning Kalibrering av vs-instrument är en rätt kinkig historia. Det lönar sig naturligtvis inte, att mäta växelspänningar mycket noggrant om inte spänningarna är stabila, och produktion av stabila växelspänningar är svår. Stabila växelspänningar 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 **växelspänningarnas sanna effektivvärde** har **Ballantine** voltmetern 350 med 0,25 % abs. noggrannhet och 320 A 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 växelspänningar 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, serwokomponenter och -system och komplexa spänningsförhållanden.

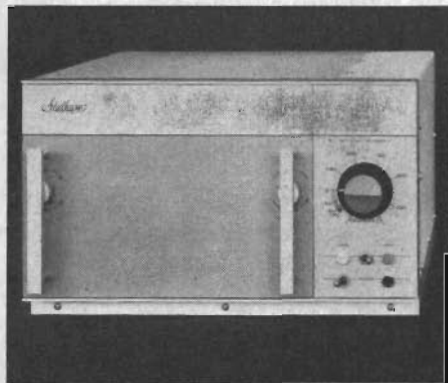
Med kalibreringshälsning

Civilingenjör Robert E. O. Olsson

Trädgårdsgatan 7, Motala. Tel. 0141/122 29. Telegram »Bob», Motala.

► 98

turen. Priset är 4000–8000 kr, beroende på panelutförande.

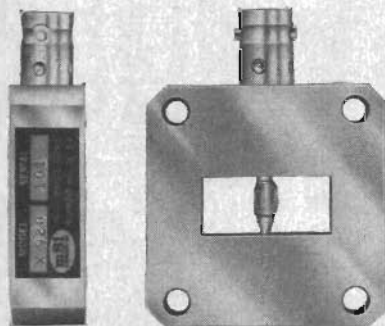


Svensk representant: *Ajgers Elektronik AB*, Stockholm 32.

(E 223)

Snabb mikrovågsmkopplare

MSI Electronics, USA, har tillverkat en halvledaromkopplare för X-bandet (8–12 GHz). Omkopplaren, som har typbeteckningen X-920, är endast 25 mm lång och



lämpar sig därför att användas där det krävs flera omkopplare i serie för att få ett flertal funktioner. Vid 10 GHz ger omkopplaren en isolation på över 20 dB och förlustdämpningen är max. 1,2 dB. Omkopplingstiden är av storleksordningen 10 ns. Riktpreis 550:—.

Svensk representant: *Ajgers Elektronik AB*, Stockholm 32.

(E 225)

Ny pulsgenerator

Venner Electronics Ltd., England, tillverkar en transistorbestyckad pulsgenerator,

► 102

WEDGE-LOCK och WEDGE-CRIMP-kontakterna har enastående effektivitet och stor tillförlitlighet. Appliceringstiden är kort, mer än 50 % kortare än den som gäller för andra typer. Kamning och trimning av skärmflätan erfardras inte längre och reduceras därmed kortslutningsrisken inuti kontakten.

WEDGE-LOCK och WEDGE-CRIMP innehåller få delar. WEDGE-LOCK har vanligen endast tre och WEDGE-CRIMP fyra. Båda typerna har mittstiftet fixerat, vilket ger en ytterligare säkerhet mot oförutsedda avbrott. De rekommenderas särskilt för kablar som används i höga temperaturer där innerledaren har en tendens att förskjutas i förhållande till dielektrum, skärm och hölje.

WEDGE-LOCK- och WEDGE-CRIMP-kontakterna i storlekarna från miniatyr (BNC och TNC) till större (LC och LT) är av vattentät konstruktion och trycktäta upp till 50 psi (för kablar med opererorat ytterhölje). Mikrominiatur och subminiatur levereras normalt utan packningar.

Inga specialverktyg erfordras för montering av WEDGE-LOCK-kontakter. För montering av WEDGE-CRIMP-kontakter används crimp-verktyg av standardtyp.

Både WEDGE-LOCK- och WEDGE-CRIMP-kontakterna ger säker kabelläsning. WEDGE-LOCK-kontakter kan motstå en dragpåkänning på kabeln som är större än den som kabeln själv tål.

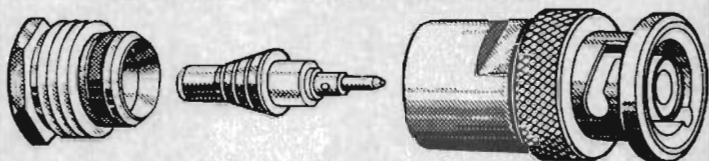
captive contact

wedge-lock*

**and wedge-crimp*
coaxial connectors**

* PATENTERAT

typisk "wedge-lock" kontakt



Nut Assembly Contact-Wedge Assembly

Body Assembly

lagerförda typer

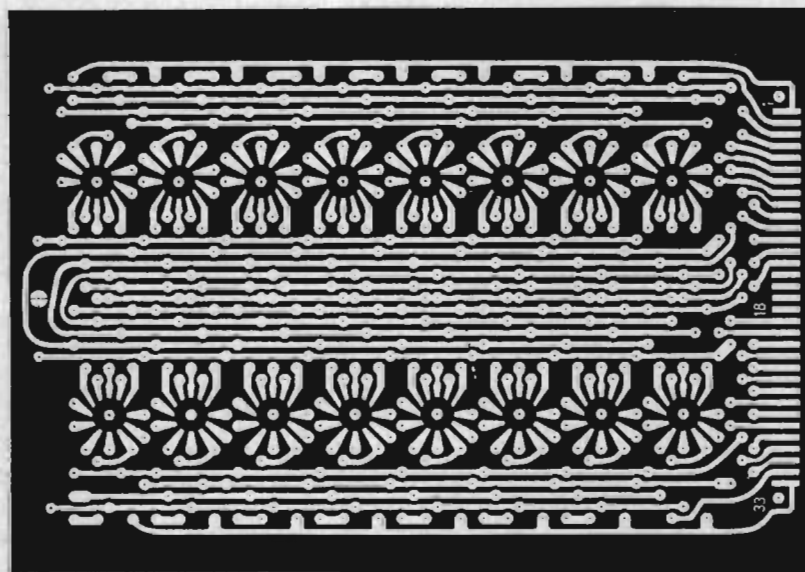
Serie	Motsv. UG-typ	Beskrivning	Kablar RG/ — U	»WEDGE-LOCK» Kat. nr	Netto	»WEDGE-CRIMP» Kat. nr	Netto
N	21	Kabelplugg	8,9,213,214	J2205WL	12.75	J2205WC	11.75
N	23	Kabeljack	8,9,213,214	J2215WL	15.30	J2215WC	14.10
N	536	Kabelplugg	29,55,58,223	J2252WL	16.15	J2252WC	15.25
BNC	88	Kabelplugg	29,55,58,223	J2405WL	9.95	J2405WC	9.55
BNC	89	Kabeljack	29,55,58,223	J2415WL	11.90	J2415WC	10.45
BNC	260	Kabelplugg	59,62,71	J2430WL	9.95	J2430WC	9.55
BNC	261	Kabeljack	59,62,71	J2435WL	11.65	J2435WC	11.10

ELFA
RADIO & TELEVISION AB

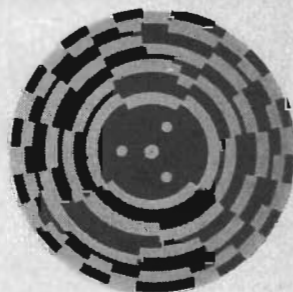
HOLLÄNDARGATAN 9 A. BOX 3075.
STOCKHOLM 3. TELEFON 08/240280

NY GIV I TRYCKT LEDNINGSDRAGNING

Automatiserad tillverkning — jämn kvalitet — fördubblad produktion — lägre pris.



Kodekval i glasfiber
Cu-folje-isolation i plan
(flushed) Glarepolerad.
NI-Au-Rib-pläterad



TL-KORT

är vår benämning på ett kort med tryckt ledningsdragning. Vi utför enkla och kvalificerade TL-kort, med eller utan pläterade hål. Komplet mekaniskt bearbetade i samtliga standardiserade laminatmaterial.

VÅRA SPECIALITETER:

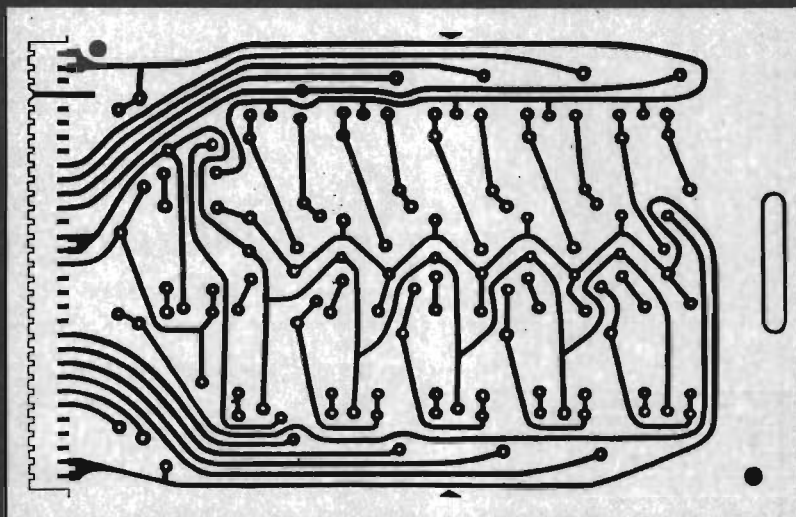
Osynliga genomföringar mellan fram- och baksida. Försänt ledningsmönster även i epoxy på glasfiberbas. Galvanisk plätering utföres i lödfenn, koppa, nickel, guld och rhodium. Lemisk plätering utföres i guld, lerin och koppa. IEC-standardnormer tillämpas.

Med prototyp, principschema, ritningsoriginal eller fotomaterial som underlag utarbetar vi TL-kort för ert behov eller komplett färdigmonterade enheter på TL-kort. Kontakts och guldredan på ritvordsstadlet — det spar kostnader för blick & och oss. Prototypverksad för snabbleverans av små serier. Fortlöpande teknisk forskning och metodutveckling.

TELEDATA AB

(Ett företag i Gylling-Koncernen)
Avdelning TL Sjöbjörnsvägen 62, Gröndal, tel. 18 00 00

ISOLA MATERIAL för tryckta kretsar av alla typer



SUPRA-CARTA-Cu Kvalitet 96

Basmaterial: Laminat på fenolhartsbas. Toppkvalitet för användning i radio- och TV-mottagare samt även i professionella utrustningar. Korrosionsfri, icke brännbar enl. ASTM D 635-56. Kan kallstansas.

SUPRA-CARTA-E-Cu

Basmaterial: Laminat på epoxihartsbas. Låg dielektrisk förlustfaktor över hela frekvensområdet, hög resistans, ingen risk för krypströmmar, utomordentligt god mekanisk hållfasthet.

VERRODUR-E-Cu

Basmaterial = glasfiberväv på epoxihartsbas. För de högsta elektriska och mekaniska anspråk och extrema klimatiska förhållanden.

Kvalitet 100: motsvarar NEMA-Part 10, G 10

Kvalitet 110: motsvarar NEMA-Part 10, G 11

Begär utförliga informationer från

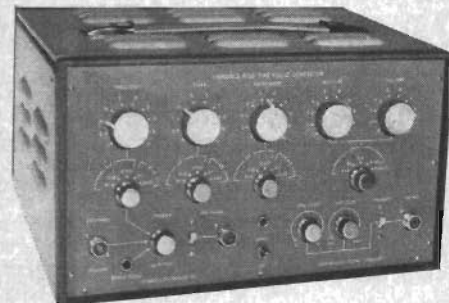


Isola Werke A.G.
5160 Düren/Västtyskland

Agent för Sverige
SCANDINAVIAN PHOENIX AB
Malmö C - Per Veijersgatan 2
Tel. 040/978407 - 973101 - Telex 3161

► 100

typ TSA648. Generatoren lämnar pulser med en frekvens på mellan 10 Hz och 1 MHz, pulstiden liksom fördröjningen är inställbar mellan 0,5 μ s och 50 ms. Stig- och falltid varierar mellan 0,01 μ s/V och 1 ms/V. Inställning av såväl frekvens som



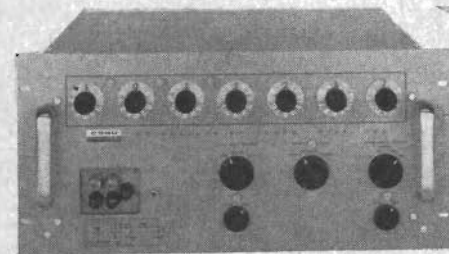
fördröjning, pulstid samt stig- och falltid sker medelst potentiometer och områdesomkopplare. Generatoren lämnar max. 10 V utsignal, utgångsimpedansen är mindre än 50 ohm. Utgångssignalens polaritet kan växlas medelst en omkopplare, likaledes är utspänningen kontinuerligt varierbar. Pris: 3340:—.

Svensk representant: *Magnetic AB*, Box 110 60, Bromma 11.

(E 227)

Likspänningsnormal

Det amerikanska företaget *Kin Tel* tillverkar en ny noggrann likspänningsnormal, typ 304, som har extremt hög noggrannhet och låg utgångsimpedans, ca 10^{-3} ohm. Utspänningen, som är varierbar mellan 0 och 1222,2221 V, ställs in med en 3-läges områdesomkopplare samt sju 12-läges de-

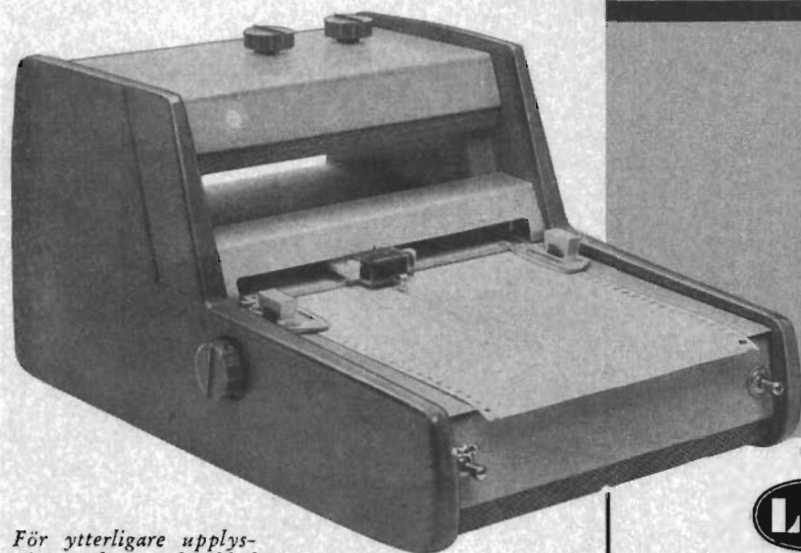


kadomkopplare. Noggrannheten är på 10 V-området 0,003 % av inställt värde $\pm 10 \mu$ V. Stabiliteten är 15×10^{-6} inom 7 dagar resp. 25×10^{-6} inom 6 månader. Med varje apparat kan till självkostnadspris erhållas

► 104

VARIAN G-14

-den nya heltransistoriserade potentiometerskrivaren



För ytterligare upplysningar begär datablad
INS 1488A Et-3

Varian G-14 potentiometerskrivare är en helt ny konstruktion baserad på önskemål i fråga om utförande, handhavande, mångsidighet, storlek och pris, som framkommit från laboratorier där potentiometerskrivare användes.

Mätområden:	0-1 mV, 0-10 mV, 0-100 mV, och 0-1 V, med områdesvälfjäre på instrumentpanelen
Balanseringstid:	0,6 s
Noggrannhet:	0-1 mV: 1% av fullt skalutslag 1-10 mV: 0,5% av fullt skalutslag 0-100 mV: 0,75% av fullt skalutslag 0-1 V: 0,75% av fullt skalutslag
Känslighet:	0-1 mV: 0,5% av fullt skalutslag Övriga mätområden: 0,25% av fullt skalutslag
Referensspänning:	Zenerdiöd
Skrivbredd:	125 mm
Pappershastigheter:	Instrumentet levereras med två av varandra oberoende pappershastigheter inom området 1 tum/h till 16 tum/min (14 hastigheter finns tillgängliga)



— ett företag
i vetenskapens tjänst

LKB-PRODUKTER AB BOX 76 - STOCKHOLM - BROMMA 1
TEL: 08 / 98 00 40



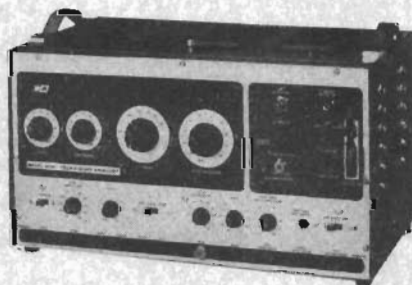
CRT 445 **B&K** INSTRUMENT FÖR SERVICE TESTER OCH RESTAURATOR FÖR TV-BILDRÖR

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. Punktviss signalinjektion underlättar sökandet efter fel i transistorradions samtliga steg. Instrumentet omfattar likspänningsaggregat med voltmeter, milliamperemeter, rörvoltmeter 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

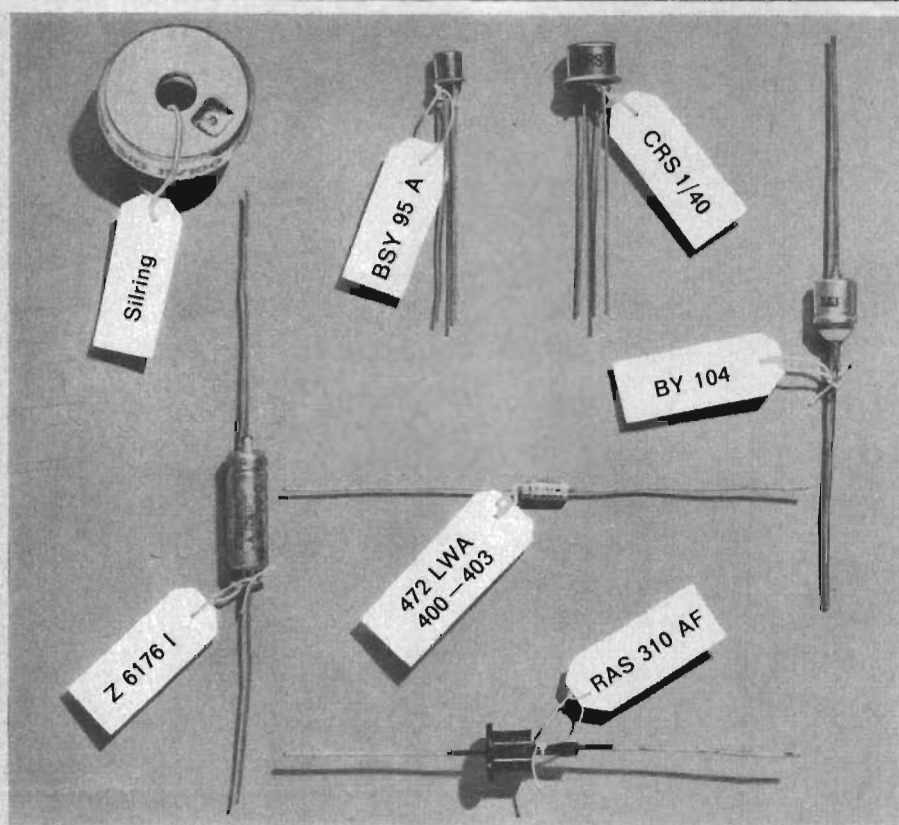
Bildmönstergenerator med »flying spot» scanner

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.



ETT URVAL...

Kisellikriktare RAS 310 AF av avalanchetyp, backspänning 1000 V, likriktad ström max. 1,25 A. Transientspänning upp till 3,5 kV. Finns även för 5 A med beteckningen RAS 508.

Kisellikriktare BY 104, backspänning 800 V. Transientspänning max. 1250 V, medelström 0,5 A.

Tyristor CRS 1/40 för 400 V backspänning, 1 A. TO-5 hölje. Finns även för 3 A, 25 A och 70 A.

Transistor BSY 95 A kisel planar epitaxial. f_T 200 Mc/S. h_{FE} 50-200. V_{CEO} 15 V, TO-18 hölje.

ITT erbjuder ett komplett program av transistorer och integrerade kretsar. Utöver halvledare och kondensatorer finns även elektronrör, precisionsmotstånd, styrkristaller och kristallfilter, mjukmagnetiskt material, specialkabel, reläer, omkopplare, och andra elektromagnetiska komponenter.

Ring eller skriv och begär specialbroschyrer på de komponenter som är av intresse för Er.

ITT-Standard Corporation Fack SOLNA 1 Tel. 08/83 00 20

Kisellikriktare Silring för max. 380 V_{eff}. Medelström 2,5 A utan kylfläns. Med kylfläns, max. 15 A per cell.

Tantalkondensatorer 472 LWA 400-403 av torrelektrolyttyp. NATO-godkänd klass CS-12, CS-13. Från 6 V max. 330 μ F till 50 V max. 22 μ F.

Elektrolytkondensatorer Z 6176 I. Godkända av FTL. Från 3 V max. 500 μ F till 70 V max. 20 μ F.

ITT

Kvalitetskomponenter från

en analys av den speciella apparatens egenskaper. Pris: 26 900:—.

Svensk representant: *Schlumberger Svenska AB*, Vesslevägen 2-4, Lidingö 1. (E 221)

Portabel strålningsmätare

EMI Electronics Ltd., England, har kommit ut med en ny modell av sin portabla strålningsmätare för alfa- och beta/gammastrålning. Instrumentet, som har typbeteckningen PCM2, är helt transistoriserat och kan användas för nät- eller batteridrift. Strålningsintensiteten avläses på ett



visarinstrument och indikeras även i högtalare eller hörtelefon i form av två olika toner för alfa- respektive beta/gammastrålning. Dessutom kan denna strålningsmätare kopplas till någon form av automatiskt larmsystem och genom injustering av ett relä kan den ställas in så att larm utlöses när ett visst strålningsvärde överskrides. Pris för instrument med normaldetektor 4860:—.

Svensk representant: *Saab Electronic*, Fack, Stockholm 26.

(E 219)

Ny lödkolv

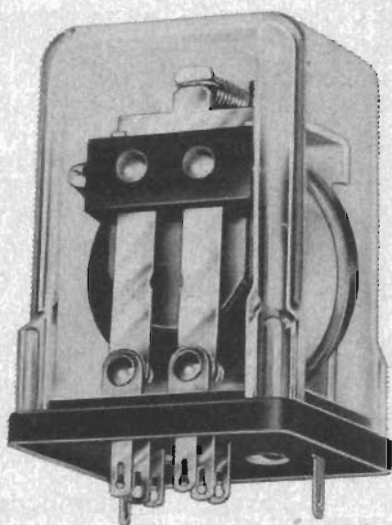
Skandinaviska Telekompaniet AB, Valhallavägen 114, Stockholm Ö, har tillverkat en ny lödkolv, som fått namnet Stiron. Genom en speciell värmeisoleringssteknik har

SINUS presenterar:

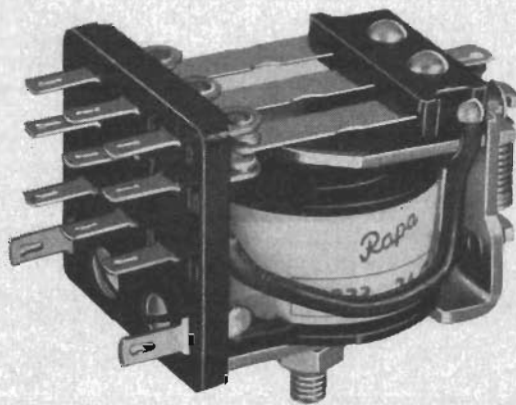
NY SERIE MANÖVERRELÄER

Rapa i Västtyskland tillverkar våra välkända BAE 10-reläer som nu utökats med en serie reläer för medelstora effekter. De nya reläerna fordrar små manövereffekter, tar liten plats och

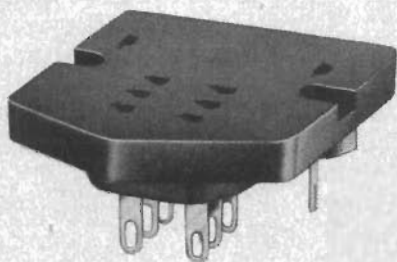
har många olika monterings- och anslutningsmöjligheter. Samma relä används för löd-, kläm- eller insticksanslutning, vilket avsevärt underlättar lagerhållningen.



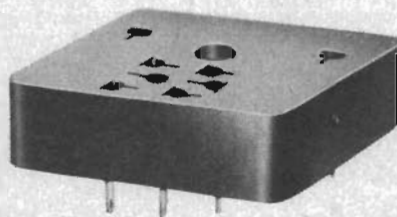
Tvåpoligt relä med kåpa



3-poligt relä för löd-, kläm- eller insticksanslutning



Instickssockel med löd- eller klämanslutning



Instickssockel för montering på tryckt krets

NÅGRA DATA:

Typ BAE 10/C3..... 1-polig växling
" BAE 10/C33..... 2-polig växling
" BAE 10/C333..... 3-polig växling

Kontaktbelastning..... max. 6A

Manövereffekt..... 0,25 — 1,9W resp.
1,9 — 4,6VA

Provspänning..... 2000V 50 Hz

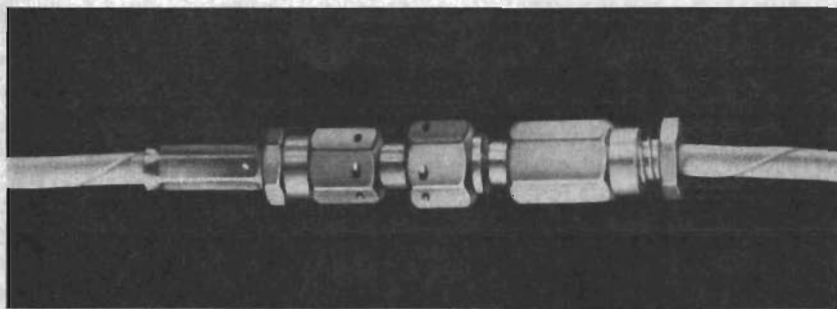
**BEGÄR
SPECIALBROSCHYR!**



TELEDATA AB

Komponentavd.: Stockholm Va, Ynglingag. 14 tel. 08/24 01 50. Göteborg S, Tegnérsg. 15 tel. 031/20 06 20. Malmö C Själbodg. 10 - 12 tel. 040/723 60. Övriga försäljningskontor: Sundsvall tel. 060/15 07 00. Norrköping tel. 011/803 10. Jönköping tel. 036/12 55 10. Karlstad tel. 054/535 81. Växjö tel. 0470/197 50. Luleå 0920/214 77. Hälsingborg tel. 042/354 20. Borås tel. 033/195 94

ConheX subminiatur koaxialkontakter



Ni kan nu välja mellan 300 olika standardtyper av ConheX koaxialkontakter för små subminiaturkablar med 2—6 mm ytterdiameter, t.ex. RG-58, 59, 188 och 196/U. Kontakterna är tefloniserade och har alla metalldelar förgyllda. Tre olika system finns för sammankoppling av kontakterna — förskruvning, s.k. snap-on och slide-on. Vid de båda senare systemen behöver kontakterna endast tryckas ihop för att sitta säkert.

ConheX finns i både 50- och 75-ohms utförande och uppfyller olika MIL-specifikationer. ConheX tillverkas av Sealectro i England, vilket garanterar korta leveranstider. Rekvirera gärna den nya ConheX-katalogen, som just kommit ut.

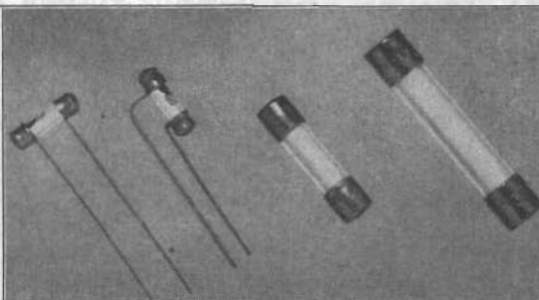


BO PALMblad AB

Hornsgatan 58 — Stockholm SV — Tel. 08/24 61 60

SVENSKTILLVERKADE FINSÄKRINGAR

TRÖGA-MINIATUR-HÖGSPÄNNINGS-S-MÄRKTA-FINSÄKRINGAR



ELEKTRISKA DATA:

5 Amp enl SEMKO 24 (CEE publikation nr 4 »Cartidge fuse links for miniature fuses»), över 5 Amp enl SEMKO 15 i tillämpliga delar. Dessa normer används även för annan dimension än 20x5 mm.

Dessutom tillverkar vi säkringar enl:

SEK norm nr SEN 280515, amerikansk, brittisk el tysk norm.

FÖR SÄKERHETS SKULL - KONTAKTA OSS I SÄKRINGSFRÅGOR

PRESTOTEKNIK AB Tel 40 72 38, 40 37 96

Kontor och expedition:

Hornsgatan 50 A. Postadress: Box 4145, Stockholm 4



MEKANISK STABILITET:

Typprov med belastning 1,2xI_n:
Vibrationsprov i 2 riktningar, 2 svep i varje riktning:

10—50 Hz konstant amplitud 1 mm
50—2000 Hz konstant acceleration 10 g
Skakprov i maskin enl KATF ritning 2-2267: acceleration 50 g, 2000 föll i vardera 2 riktningar

värmeförlusterna nedbringats så långt att en 60 W Stiron-kolv har samma lödkapacitet som en 120 W kolv av vanligt utförande. Long-life-spetsar i två olika utföranden — järnpläterade eller stålmantrade — finns att köpa till denna kolv. Ett speciellt lödställ har också konstruerats. Det är försett med en inställbar aluminiumprofil, som har en temperaturbegränsande funk-



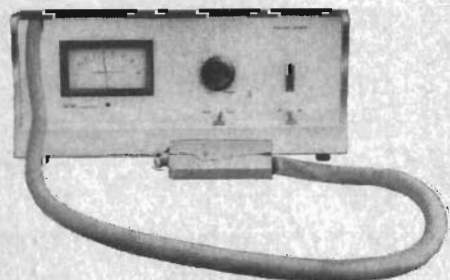
tion och på så sätt förhindrar överhettning och oxidering av lödspetsen.

Priser: Kolv med järnpläterad spets 56: —, kolv med stålmantrad spets 74: —, lödställ 18: —.

(E 220)

Termoelektrisk givare

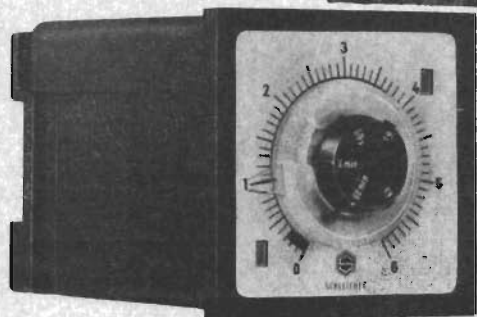
Solartron Electronic Group Ltd., England, har tillverkat en termoelektrisk apparatur, Thermo-Probe TP10, med vilken det är möjligt att i elektroniska utrustningar åstadkomma temperaturändringar i enskilda komponenter under drift och på så



sätt iaktta hur temperaturvariationerna inverkar på olika data. Själva temperaturgivaren finns att få i olika utföranden och apparaturen kan därför användas även i sammanhang där man vill studera temperaturvariationernas inverkan, exempelvis i kemiska och medicinska laboratorier. Pris ca 1500: —.

Svensk representant: Schlumberger Svenska AB, Vesslevägen 2—4, Lidingö 1.

(E 218)

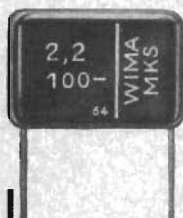


Universaltidrelä DZ 5
Schleicher åter först
med ny mikrolaisserie.
Sober design. Tillsyns-
lös driftsäkerhet.

Plug in och skruvanslutningar i ett
och samma kompakta universal-
utförande 72x72 mm för infällt
eller utanpåliggande montage.
5 omkopplingsbara tidsområden.
Lätt inställbara tider.

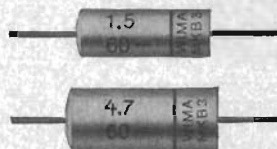
Herbert Lembcke
STOCKHOLM SV 08-68 08 20

Metalliserade plastfolie- kondensatorer



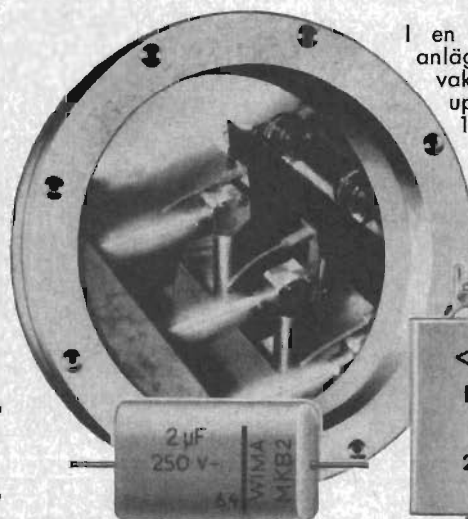
WIMA-MKS

Specialutförande för montering
på kretskort, med radiella an-
slutningar.
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, an-
sluter till modulindelningen.
Dessutom driftsäker och tek-
niskt öndamålsenlig.
Ökänslig för kortvariga överbe-
lastningar tack vare att den är
självläkande.
Låga HF-förluster och låg in-
duktans. (Polyesterfolie)



WIMA-MKB3

I cylindriska metallhöljen med
gjuthartsförsegling.
Lägsta märkspänning 60 V.
För användning i professionella
transistorkretsar.
Små kondensatorer med högt
isolationsmotstånd och utom-
ordentligt låg förlustfaktor.
60 V och 120 V.
I kapacitanser från 0,1 μ F till
10 μ F.
Stort temperaturområde, litet
temperaturberoende. Låg induk-
tans. Självläkande och därför
ökänslig för överbelastning,
kortslutningssäker.
(Polykarbonatfolie)



WIMA-MKB2

I platta ovala aluminiumhöljen
med axiella anslutningar, gjut-
hartsförseglade.
Korrosionssäker inkapsling.
Små dimensioner vid hög kapa-
citan.
100 V, 250 V och 400 V.
I kapacitanser från 0,01 μ F till
10 μ F.
Höljet är anslutet till ena elek-
troden.
På begäran kan isolering av
höljet erhållas.
Praktiskt taget obegränsat fukt-
beständiga.
Mycket förmåliga elektroniska
data. (Polyesterfolie)

I en förångnings-
anläggning av hög-
vakuumtyp, vilken
uppvärms till ca
1400° C, förångas
på plastfolien en
beläggning av alu-
minium, dvs. den
metalliserar.



WIMA-MKB1

I fyrkantiga aluminiumhöljen
med gjuthartsförsegling.
Skruvfästasättning.
Anslutning genom löddöron på
höljets ovasida.
Båda elektroderna är isolerade
från höljet.
100 V, 250 V och 400 V.
I kapacitanser från 1 μ F till
40 μ F.
Självläkande, kortslutningssökra,
låg induktans.
För användning i utrustningar
för processreglering, telekom-
munikation, mätutrustningar etc.
(Polyesterfolie)



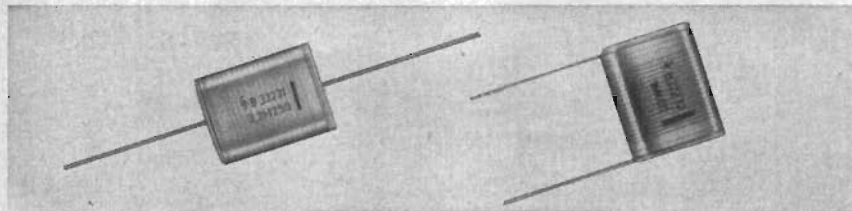
WIMA Wilhelm Westerman
Spezialfabrik für Kondensatoren
68 Mannheim 1 - Augusta-Anlage 56
Postfach 2345 (BRD)

Svensk representant: **PÄR HELLSTRÖM**
GÖTEBORG 1

Tel.: 031
16 12 20
16 12 26

Box 279

Telex:
2243



MKH B32231 och B32232 – metalliserade polyesterkondensatorer i miniatyruutförande.

Siemens metalliserade polyesterkondensatorer för etsade kort (B32232) eller fribärande montage (B32231) är flatovala till formen, vilket tillåter en utomordentligt platsbesparande inbyggnad.

Typ	Driftspänning V =		Kap.område μF	Temp.område $^{\circ}\text{C}$	Dielektrikum
	vid $+80^{\circ}\text{C}$	vid $+40^{\circ}\text{C}$			
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 O • Tel. 34 57 05, 31 01 53

Swd 2-095

Kataloger och broschyrer

M Stenhardt AB, Björnsonsgatan 197, Bromma 3:

broshyr över isolationsprovare, universalinstrument, motståndskedder etc. från det danska företaget *Willy Nielsen*.

Allhabs Allmänna Handelsaktiebolaget, Allströmergatan 20, Stockholm 49:

broshyrer över material för kretskort, laminat av olika typer samt färdiga laminatdetaljer såsom kopplingsplintar o.d. från *Spaulding Fibre Co., USA*.

Svenska AB Philips, Fack, Stockholm 27:

data över ferritdetaljer för användning i miniatyrtransformatorer.

Forslid & Co AB, Rådmansgatan 56, Stockholm Va:

broshyr över isolationsmaterial från *H D Symons & Co Ltd., England*; broshyr över potentiometrar och trådlindade precisionsmotstånd från *International Resistance Co., USA*.

Firma Johan Lagercrantz, Gårdsvägen 10 B, Solna:

broshyr och katalog över kontakter och koaxialkabel från *Amphenol-Borg (Electronics) Ltd., England*.

AB Nordiska Elektronik, John Ericssonsgatan 12–14, Stockholm K:

broshyrer, datablad och särtryck rörande transistorer från *Silicon Transistor Corp., USA*.

Scantele AB, Tengdahlgatan 24, Stockholm Sö:

samlingsprospekt över mätinstrument från *Digital Measurements Ltd., England*; broshyr över pulsgeneratorer från *Data-pulse Inc., USA*.

Siemens & Halske AG, Västtyskland:

särtrycket »Miniaturisierung elektronischer Schaltungen mit Einzelbauelementen» samt broshyr över ferritkärnor. (Svensk representant: *Svenska Siemens AB*, Fack, Stockholm 23.)

Ajgers Elektronik AB, Fack, Stockholm 32:

katalog över elektroniska mätinstrument från det franska företaget *Omnium de Techniques Avancées*.

Erik Ferner AB, Box 56, Bromma:

broshyrer över mikrovägskomponenter och -apparatur från *Weinschel Engineering, USA*.

Komponentguide

Cornell-Dubilier Electronics (CDE), USA, ger ut en »Component Selector» för elektronikkomponenter. Förutom CDE:s komponentprogram innehåller den referensmateriel i form

ERIK TROELL aktuella förkortningar

uppslagsbok med
10 000 initialord
En oundgänglig referensbok
också för teknikern
Inb. 14: 50

NORDISK ROTOGRAVYR



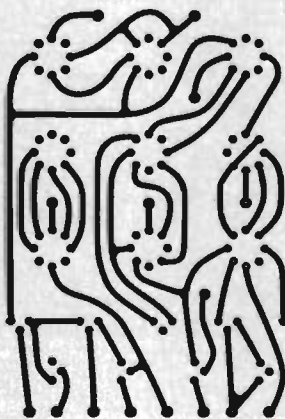
STRÖMTRYCK

- 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



HELTRANSISTORISERADE HÖGSTABILA LÅGSPÄNNINGSAGGREGAT

- små och lätthanterliga
- spänningsstabiliserande
- strömstabiliserande
- kortslutningssäkra
- programmerbara
- fjärravkännande
- strömbegränsande

KB-aggregaten finns idag på de flesta universitet, forskningsinstitutioner, industrilaboratorier och skolor. De har fått många efterföljare — både billigare och dyrare — men KB-aggregatens prestanda och underhållsfrihet har visat att de ger **maximum värde för pengarna!**

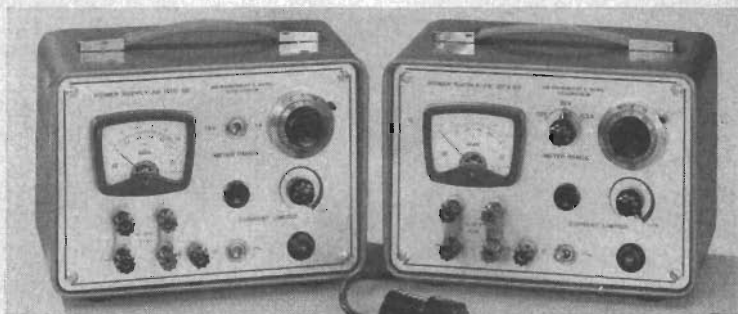
KB-aggregaten är förmånligt prissatta genom en riktig konstruktions- och tillverknings teknik — endast professionellt godtagna komponenter ingår.

KB 3003 ger 0–30 V och 300 mA. Ett universalaggregat för de flesta förekommande laboratoriekopplingarna. Stabilitet mot nät- och laständringar 0,1 %.

KB 1510 ger 15 V och 1 A. Ett högstabilt aggregat med stabiliteten 0,01 %. För naggranna mättekniska kretsar: malning av kompensatorer, bryggor m.m.

Båda aggregaten kan erhållas med 3-varvs HELIPOT och skala (typ SD).

Ring oss för utförligt datablad!



KB 1510 SD

KB 3003 SD

TEKNISKA DATA

Utspanning
Uström
Brum
Nätberoende $\pm 10\%$
Lastberoende
Impedans vid 100 kHz
Utpotentiometer
Pris standard
Pris typ SD

KB 1510

0–15 V
0–1000 mA
0,1 mV eff
+0,01 %
0,01 %
0,2 ohm
1- eller 3-varvspot.
635 kr
735 kr

KB 3003

0–30 V
0–300 mA
0,3 mV eff
+0,1 %
0,1 %
0,2 ohm
1- eller 3-varvspot.
485 kr
585 kr

NORGE: J. M. Feiring A/S, Lillestrøm 1, Oslo. Tel. 41 43 45

FINLAND: O/Y Chester AB, Nylandsg. 23 A, Helsingfors. Tel. 616 44

DANMARK: V. H. Prins, Sydvestervej 129, Köpenhamn. Tel. 96 88 44

AB NORDQVIST & BERG – Snoilskyvägen 8 – Stockholm K – Tel. 08/52 00 50



Snabbare

med



installation

TEHALIT PVC-kanaler

Den arbetsbesparande metoden för förläggning av matare-, styr- och manöverledningar.

Begär specialprospekt

Nr T 9/63

GENERALAGENT

AKTIEBOLAGET ELEKTRONOM

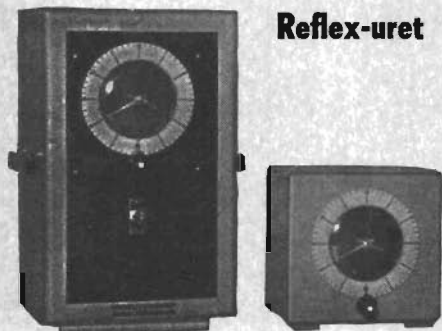
BOX 457 – SOLNA 4

Tel. växel 82 03 30

Reflex

Det världspatenterade

Reflex-uret



Kopplingsur och rastsignalur för vecko-program • Impulsreläer • Programverk • Elektriska timers • Reflex-mikroströmbrytare • Timräknare • Automatikutrustningar • Termoreläer • Impuls-givare

INDUSTRI AB REFLEX

Flystagrand 3-7, Stockholm—Spånga
Tel. 36 46 38, 36 46 42



LABPOT H10

En noggrann laborariepotentiometer som ersätter ett dekadmotstånd och är mindre – snabbare – billigare.

10-varvs Helipot precisionspotentiometer med 1000-delad läsbar skala.

Linearitetstolerans $\pm 0,1\%$

Motståndstolerans $\pm 1\%$

Standardvärden: 100, 500, 1000, 5000, 10000, 50000 och 100000 ohm.

ETT AV MARKNADENS MEST PRISVÄRDA »MATVERKTYG», SOM PÅ KORT TID BLIVIT EN SUCCES.

PRIS ENDAST 147 KR

AB NORDQVIST & BERG

Snoilskyvvägen 8, STOCKHOLM K
Tel.: 52 00 50

► 108

av planscher, tabeller och diagram. Köpguiden utlämnas gratis till kunder.

Svensk representant, Ingenjörfirman Bo Knutsson AB, Sommarvägen 2, Solna.

Branschnytt

Hannovermässan 1965

Årets Hannovermessa pågår 24 april—2 maj. På det 606 000 m² stora utställningsområdet deltar närmare 6000 utställare. Av dessa är ungefär 1400 utländska företag från 28 nationer, framförallt från Frankrike, Storbritannien, USA, Schweiz och Österrike. Enbart det elektrotekniska området representeras av ca 500 utställare.

Från svensk sida har intresset för Hannovermässan blivit allt större. Närmare 5000 svenska affärsmän och tekniker besökte mässan i fjol, år 1963 kom 4000 och året dessförinnan drygt 3000. I år är ett åttiotals svenska industrier företrädade, de förfogar över en utställningsyta på sammanlagt över 5000 m², vilket är den största svenska utställningsytan hittills på denna mässa.

Inom ramen för Hannovermässan och tillsammans med denna anordnar »Institutet för elektroanläggningar och elektriska reglerings- och manöverapparater» vid tekniska högskolan i Hannover den 28—29 april ett fackseminarium, som ägnas elektroniken. De åtta huvudföreläsningarna behandlar temat »Den industriella elektronikens förutsättningar».

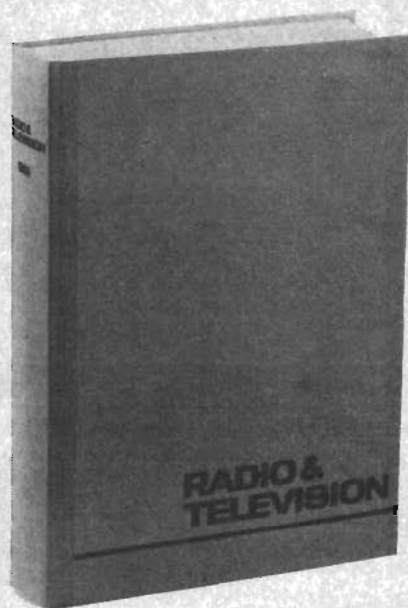


Hannovermässans utställningsområde.

Samarbete Saab—Honeywell

Saab och det amerikanska företaget Honeywell har träffat ett samarbetsavtal rörande försäljning av datamaskiner. Avtalet innebär att Saabs datamaskinavdelning, *Datasaab*, skall marknadsföra Honeywells datamaskiner i Skandinavien och att Honeywells skall sälja Saabs datamaskiner i USA.

INBUNDEN



ÅRGÅNG 1964
i grå pärm
med tegelröd
klotrygg

Pris inkl. oms **37:—**

Inbindnings-
pärm
1964
samma
utförande som
ovanstående

Pris inkl. oms **4:05**

Till RADIO & TELEVISION
Stockholm 21

Sänd mot postförskott:

☐ Inbunden årgång 1964

à **37:—**

☐ Inbindningspärm 1964

à **4:05**

Namn:

Adress:

Postadress:

► 112

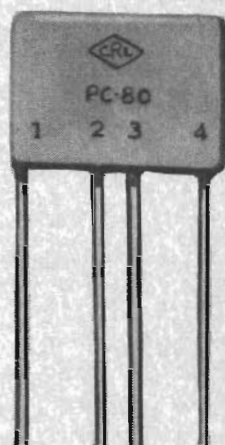
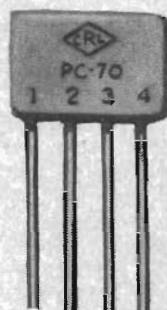
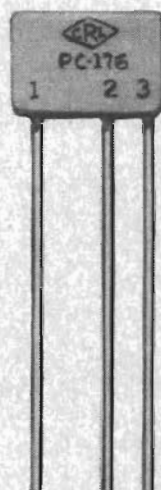
Integrerade kretsar

Mikromoduler har trots sina fördelar ännu inte slagit igenom allmänt på grund av de höga tillverkningskostnaderna. Användningsområdet har varit begränsat till militära utrustningar och till datamaskiner.

Idag är dock massproducerade mikromoduler en verklighet. Centralab, välkänd tillverkare av keramiska kondensatorer, kan nu erbjuda integrerade kretsar till priser, som gör dem attraktiva även för kommersiella ändamål.

Centralabs kretsar är uppbyggda på en keramikplatta med olika kol- och metallfilmsskikt, vilka tjänstgör som kretsens motstånd och kondensatorer. Tillförlitligheten ligger vida över den man kan uppnå vid vanliga kretsar med lödda förbindningar. Dessutom slipper man ifrån en mängd otillförlitliga och tidsödande lödningar, samtidigt som risken för felkopplingar minskas. Centralab har bl.a. konstruerat en liten förstärkare med fyra transistorer, inrymd i ett hölje med 13 mm diameter och 6 mm höjd. Förstärkaren innehåller förutom transistorerna — 12 motstånd och 5 kondensatorer.

Ökad tillförlitlighet, minskade dimensioner och avsevärda vinster i tid och pengar — detta är några av de fördelar Centralabs integrerade kretsar kan erbjuda Er. Begär gärna Centralabs nya katalog över integrerade kretsar.



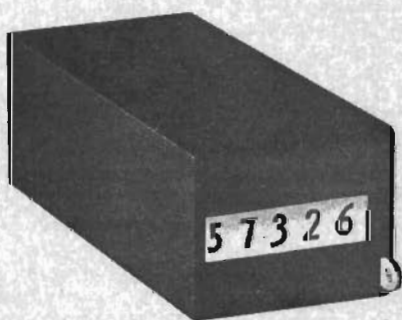
Generalagent:

BO PALMBLAD AB

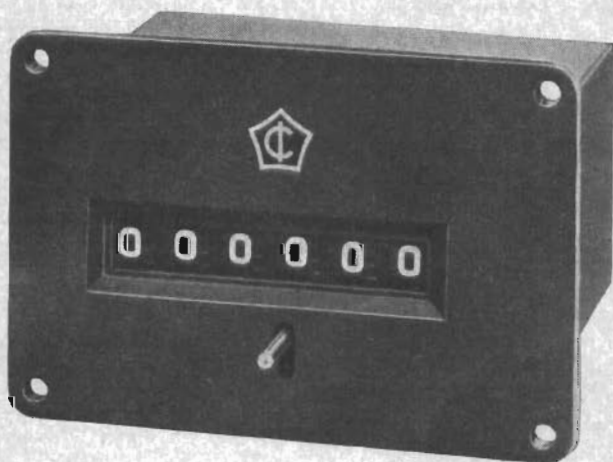
Hornsgatan 58 — Stockholm SV — Tel. 08/24 61 60

ELEKTROMAGNETISKA RÄKNEVERK

i många utföranden
för olika ändamål



Typ 1600
Frontyta: 22×28 mm



Typ 100
Frontyta: 67×99 mm

Jag önskar prospekt över elektromagnetiska räkneverk
lämpliga för

Namn

Adress

Postadress Tel.

Begär specialprospekt!

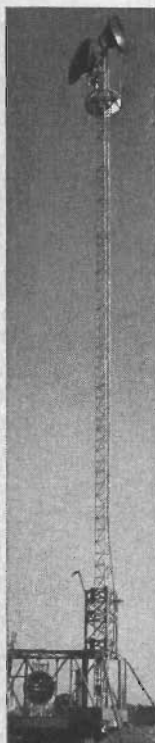
INGENJÖRSFIRMA

BIRGER KOCK AB

Regeringsgatan 28 A — Stockholm C.
Tel. 11 49 97, 20 98 44

**COUNTING
INSTRUMENTS
LIMITED**

MASTER



från alla ledande fabrikanter. Såväl mobila som fasta.

- Mobil mast 40—70 m.
- Tryckluftsmaster
- Teleskopmaster med vinsch
- Fackverksmaster
- Rörteleskopmaster
- Antennvridsystem (elmanövr.)
- Specialantennor

Även ythyrning av master.
Vänd Er till oss, vi är specialister på master.

Bilden visar 40 m mobilmast från Hein, Leman & Co. AG. Lev. till Kungl. Telestyrelsens TV-central.

Generalagent:

AB SIGNALMEKANO

Västmannagatan 74 — Telefon 33 26 06, 33 20 08
Stockholm 6

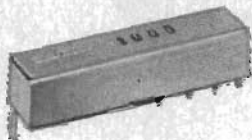
muRata LÅGFREKVENSFILTER

"PIELEFORK"



Piezoelektrisk stämgafl
300—3.500 c/s

"MICROFORK"



Subminiatur
Dim.: 32×7×8 mm
360—2.900 c/s

SCAPRO

Kungsbroplan 2, Stockholm K. 53 04 51

► 110

Detta avtal är en utvidgning av ett tidigare avtal gällande samarbete mellan Saab och Honeywell rörande den datamaskinutrustning som utvecklats av Saab och som ingår i »System 37 Vigen».

Datasaab kommer i första hand att gå in för att introducera Honeywells datamaskinserie H200. Datamaskinerna i H200-serien är s.k. teckenmaskiner, i motsats till Saabs D21-serie, som omfattar s.k. ordmaskiner. Datasaab kommer även att marknadsföra en nyutvecklad serie datamaskiner D41, avsedda för bl.a. processregleringsändamål.

Svenska Painton AB flyttade i februari 1965 från Åkers-Runö till nya lokaler på Erik Tegels väg 35, Spånga. Nytt telefonnummer är 08/36 28 50.

Det engelska företaget Painton & Company Ltd. har bildat ett italienskt dotterbolag Painton Italiana S.p.A. Det nya företaget är beläget i Padua i närheten av Venedig.

Axel Kistner AB, Lästmakaregatan 22—24, Stockholm, har utsetts till svensk representant för Texas Instruments Inc., USA, när det gäller försäljning av elektroniska mätinstrument, såsom pulsgeneratorer, skrivare etc.

AB Nordqvist & Berg, Snoilskyvägen 8, Stockholm K, har av AGA utsetts till ensamrepresentant för Skandinavien när det gäller försäljningen av den av AGA utvecklade lödutrustningen »AGA Transold».

The Solartron Electronic Group Ltd., England, exporterade under 1964 elektronisk utrustning till ett värde av mer än 60 milj. kr. Detta innebär en ökning med hela 47 % jämfört med 1963.

AB Bofors och Asea har från Firma Johan Lagercrantz köpt en mycket avancerad utrustning för automatisk provning av halvledarkomponenter. Utrustningen, som betingar ett pris på ca 150 000 kronor, tillverkas av det amerikanska företaget Fairchild Semiconductor. Utrustningen har tidigare presenterats i ELEKTRONIK nr 4/1964, s. 102.

Allmänna Handelsaktiebolaget (Allhabo), Alströmergatan 20, Stockholm, har erhållit den svenska agenturen för Spaulding Fibre Company, Inc., USA, som har bl.a. material för kretskort på sitt tillverkningsprogram.

AB Nordiska Elektronik, John Ericssonsgatan 12—14, Stockholm K, har utsetts till ensamrepresentant i Skandinavien för Spectra Electronics, Inc., USA, som har bl.a. brusmätningssystem utrustningar på sitt tillverkningsprogram.

AB Elektroutensilier, Åkers-Runö, representerar i Skandinavien fr.o.m. den 1/11 1964 följande företag: Bourns Inc. och Raychem Corp., USA, C. W. C. Equipment Ltd. och J N Somers Ltd., England samt International Mercantile Co. Ltd., Japan.

Kinsekisha

Styrkristaller från 360 Hz till 100 MHz.
Prisexempel:
HC-6/U för PR-bandet 60.—/par brutto.
HC-18/U för PR-bandet 55.—/par brutto.
HC-18/W för PR-bandet 52.—/par brutto.

Förstärkarbyggsats

Utteffekt 3,5 W, 40—10 000 Hz, komplett med pc-platta och borrat chassi i 5 mm aluminium. Pris från 75.— netto, begär listor över olika varianter.
Enbart schema och byggnadsbeskrivning 15.— netto (återbet. vid best. av byggsats).

Videoprodukter, Olbersgatan 6 A,
Göteborg O, tel. 031/21 37 66, 25 76 66

Sänd katalog över radiomateriel, (hittills utkomna blad över rör, rörhållare, motstånd, potentiometrar, kondensatorer, transformatorer, kristaller, högtalare (12 sidor högtalare), materiellista för RT:s amatörmottagare, Geloso och Miniphase sändare och mottagare m.m. Amatör-rabatter intill 40 %.

- ☐ kronor 2:55 bifogas i frimärken för katalog i lösbladssystem.
☐ kronor 6:55 bifogas i frimärken för katalog i ringpärm.

Namn

Adress

Postadress

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 karakteristika.

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.

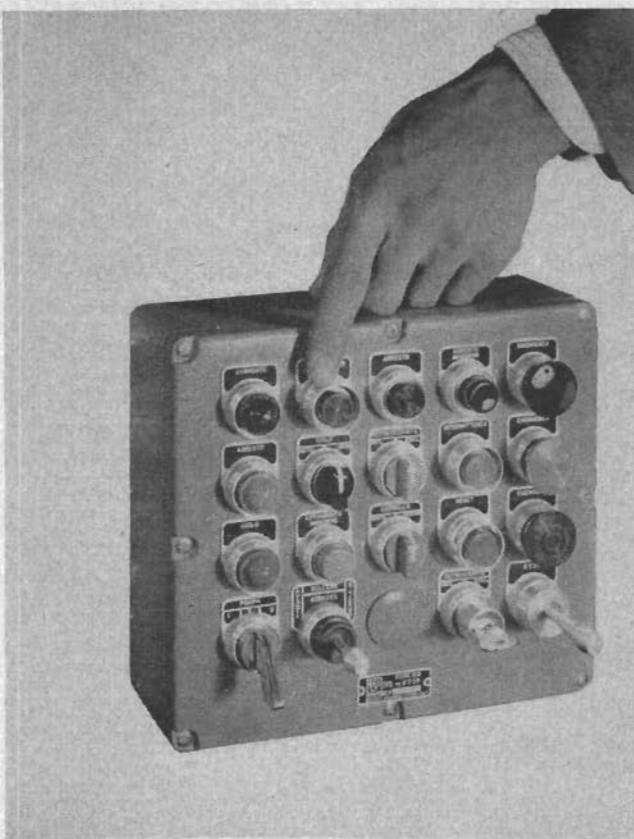
Betalas mot postförskott på första numret.

Namn

Adress

Postadress

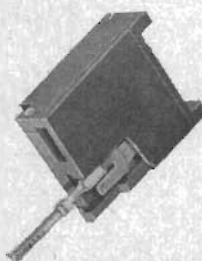
(Insänds i öppet kuvert. Porto 25 öre.)



satsa på SERIE 100 från CEMA

nya oljetäta manöverenheter reducerar montagepanelen med 40—50 %.

Cemas nya serie 100 erbjuder utan tvekan betydande tekniska och ekonomiska fördelar, men utan att ge avkall på serie 99 nu välkända egenskaper ifråga om funktionsduglighet och mångsidighet. Ni erbjuds flera möjligheter ifråga om tryckknappar, lamptryckknappar, vred, manöverarmar och signallampor — med eller utan transformatorer, motstånd etc. — allt i absolut dammtätt utförande. Kontaktelementet är gemensamt för samtliga manöverdon, typ mIP för max. 250 V. Det är precisionsgjutet i hårdplast med hög isolationsförmåga och med såväl den brytande som slutande kontakten av massivt silver. Beteckningsskyltar av anodoxiderat aluminium kan lev. med vit text på svart el. röd botten eller med svart text på vit botten.



HOLM & ERICSONS ELEKTRISKA AB

Källängsvägen 10, Segeltorp, Tel. 08/46 26 30



M-E-K



elektronik 1964

Ärgångens sex nummer av tidskriften, bundna i ett propert band, blå klot med vit ryggedekor.

pris inkl. oms: **28:75**

Inbindningspärmar 1964

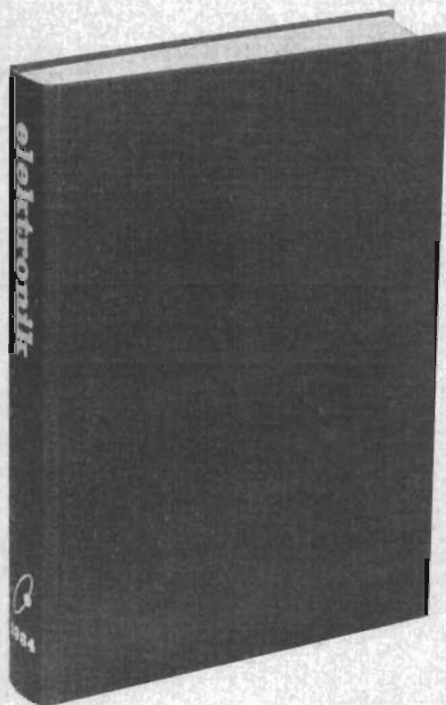
Samma typ av pärm som ovan, avsedd för privat bindning.

pris inkl. oms: **4:05**

Skriv till

ELEKTRONIK, Stockholm 21, och vi expedierar Er beställning mot postförskott, eller sätt in pengarna på Elektroniks postgirokonto 651110 och Er beställning kommer som vanligt postpaket.

NORDISK ROTOGRAVYR





ELEKTROMETER KEITHLEY 610 B

INGÅNGSIMPEDANS

10^{14} ohm 12 pf

MÄTOMRÅDEN

- 11 för likspänning 1 mV—100 V
- 22 för likström 10^{-14} —0,3 A
- 25 för resistans 100— 10^{14} ohm
- 15 för laddning 10^{-12} — 10^{-5} C

Bland användningsområdena kan nämnas.

mätning av potentialer för:

- ☐ pH-elektroder
- ☐ Piezoelektriska kristaller
- ☐ Kondensatorer
- ☐ Elektrokemiska celler
- ☐ Fälteffekttransistorer.

Samt som impedansomvandlare med förstärkningen 0,03—3000 ggr. Vid förstärkningen 1 är noggrannheten 0,005 %.

Pris: 3.800.—

Ensamrepresentant



ERIK FERNER

Box 56 BROMMA 08/25 28 70



Lennart
Kalb



Torbjörn
Bohman

Verkställande direktör i AB Elektroutensilier, Åkers-Runö, är direktör Lennart Kalb. Försäljningschef vid företaget är ingenjör Torbjörn Bohman.

Rättelse

I »Problemhörnan» i ELEKTRONIK nr 1/1965 har en av problemlösarna felaktigt kallats Sverre Engås. Det rätta namnet är Sverre Sandås.

JOHN SCHRÖDER:

Radiobyggboken

DEL 3

Mättekniska delen

Pris: inb. 20:—

NORDISK ROTOGRAVYR

ANNONSÖRSREGISTER

3/65

AEG Elektriska AB, Sthlm	30
Aero-Materiel AB, Sthlm	26, 38, 93
Allhåbo, Sthlm	25, 29, 95
Bay & Co, Svenska AB, Hjørtshagen ..	18
Bendix Int. Operations, Sthlm	96
Bergman & Beving AB, Sthlm	35
Bofors AB, Bofors	34
Boliden Batteri AB, Sthlm	87
Brüel & Kjaer AB, Huddinge ..	14
Bäckström, Gösta AB, Sthlm ..	12, 16, 19
Cromtryck AB, Sthlm	108
Deltro, Svenska AB, Sthlm	108
Elfa Radio & Television AB, Sthlm ..	101
Elektronom AB, Solna	109
Elit, Elektriska Instrument AB, Bromma	15
Elektroutensilier AB, Åkers Runö	9
Empire Exporters, Inc. U.S.A.	103
Facit Electronic AB, Solna	6
Ferner, Erik AB, Bromma	37, 39, 114
Forslid & Co AB, Sthlm	4
Frili AB, Sthlm	94
General Electric AB, Sthlm	22
General Motors Nordiska AB, Sthlm ..	36
Habia Kommanditbolag, Knivsta	90
Holm & Ericsson AB, Sthlm	113
H-P Instrument AB, Solna	11
Hughes Int., Sthlm	115
ITT-Standard, Solna	104
Industri AB Reflex, Spånga	110
Kock, Birger, AB, Sthlm	111
Lagercrantz, Joh., f.a, Solna	19
Lembcke, Herbert, Sthlm	107
LKB-Produkter AB, Sthlm	103
Nordisk Rotogravyr, Sthlm ..	92, 97, 108, 110, 112, 113
Nordqvist & Berg AB, Sthlm	109, 110
Ohlsson, Robert, E. O. civ.ing., Motala	100
Oltronix Svenska AB, Vällingby	28
Palmblad, Bo, AB, Sthlm	88, 106, 111
Philips Svenska AB, Sthlm ..	32, 40, 42
Presto-Teknik AB, Sthlm	106
Rohde & Schwarz, Sthlm	2
Sandblom & Stohne, Sthlm	99
Scandinavian Phoenix AB, Malmö	102
Scantele AB, Sthlm	7, 13
Scapro, f.a, Sthlm	112
Schlumberger Svenska AB, Lidingö ..	8, 98
Siemens Svenska AB, Sthlm	89
Signalmekano AB, Sthlm	112
Stenhardt, M., AB, Bromma	21
Stork, D.J., AB, Sthlm	91
Svenska Elektronrör AB, Sthlm	5
Svenska Mullard AB, Sthlm	24
Svenska Painton AB, Spånga	33, 41
Svenska Radio AB, Sthlm	10
Svenska AB Trådlös Telegraf, Sthlm ..	92
Telare AB, Sthlm	23, 34
Teleapparater, f.a, Sundbyberg	27
Teledata AB, Sthlm	101, 105
Teleinstrument AB, Vällingby	31
Tillqvist, Hugo, ing.f.a, Solna	116
Transfer AB, Vällingby	20
Westerman Wilh., Tyskland	107
Videoprodukter, Göteborg	112
Xelox, ing.f.a, Sthlm	86, 99

Rekvirera gärna

annons-prislista
till Elektronik
Stockholm 21

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 HG1006 HG1012	Point-Contact	PIV I_F @ 1V I_b @ 50V Capacitance	up to 100V > 5mA < 50 μ A 0.2pF	CV448 CV7041 CV7130
HG5003 HG5004 HG5008 HG5009	Gold-Bonded	PIV I_F @ 0.8V I_b @ 50V Capacitance Stored charge	up to 100V > 100mA < 25 μ A 0.4pF 400pC	CV7076 CV7127 CV7128
HD1810 HD1840 HD1841 HD1870 HD1872	Gold-Bonded	PIV I_F @ 0.7V I_b @ 10V Capacitance Stored charge	up to 50V > 100mA < 5 μ A 1.5pF 65pC	
HPS1670 HPS1672	Ultra-Fast Point-Contact	PIV I_F @ 1V Reverse recovery time	up to 20V 10mA 0.8 nanosec	

SILICON SWITCHING DIODES

1N643 1N643A 1N806 1N809	High voltage diffused	PIV I_F @ 1V Capacitance Stored charge	up to 200V 100mA 5pF 500pC	
1N914 1N914A 1N916 1N916A 1N3064 1N3067	Diffused Planar	PIV I_E @ 1V I_b @ 20V Capacitance Stored charge	up to 75V 20mA < 0.025 μ A 2pF 60pC	CV7367 CV7368
HD5000 HD5001 HD5004	Ultra Fast	PIV I_F @ 1V I_b @ 5V Capacitance Stored charge	up to 20V 5mA < 0.2 μ A 1pF 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

Beckman®

när det gäller likströmsförstärkare

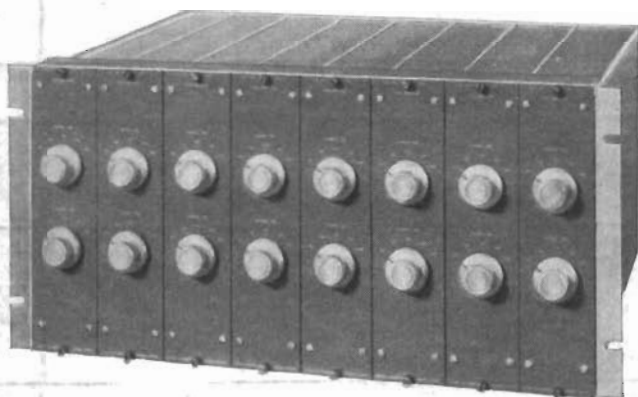
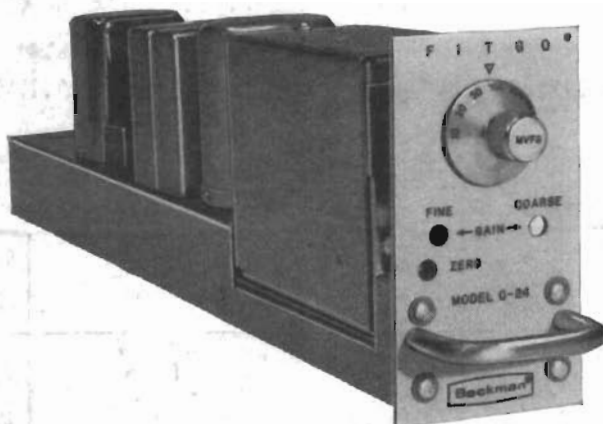
Beckman/Berkeley — Fitgoförstärkare

Förstärkning: 10-1000 el. 50-5000
i fem steg
Förstärknings-
noggrannhet: 0,01 %
Förstärknings-
stabilitet: 0,005 %/sex mån.
Ingångs-
impedans: 1000 M Ohm (min.)
"Common-mode
rejection": 120 dB vid 60 p/s
Drift: 1 μ v/sex mån.

Beckman/Offner — dataförstärkare

Förstärkning: 100-250-500-1000
Förstärknings-
stabilitet: 0,01 %/1000 tim.
Linearitet: 0,01 %
"Common-mode
rejection": 120 dB vid 60 p/s

Tack vare olika ingångskopplare kan Beckman/Offners dataförstärkare bekvämt anslutas för de mest flexibla registreringar. Dessa dataförstärkare har i stor utsträckning tagits i bruk i egna datasystem inom industrin.



n·y·h·e·t·!

Beckman/Berkeleys nya likströmsförstärkare
Amplexer Modell C-44 med kommutator och
filter inbyggda. Rekvirera prospekt.



INGENIÖRSFIRMA HUGO TILLQUIST

SOLNA 3
SÖDRA LÅNGGATAN 21,
BOX 303
TEL. 08/83 01 00

GÖTEBORG 6
RIDDAREGATAN 4, BOX 657
TEL. 031/19 10 15,
19 10 35

MALMÖ Ö
SCHEELEGATAN 27
TEL. 040/93 63 65

SUNDSVALL 1
STORGATAN 6-8, BOX 436
TEL. 060/11 80 85,
11 80 89