

ELKTRONIC ABC

MAANDBLAD VOOR
AUDIO
BOUWONTWERPEN
COMPUTERS

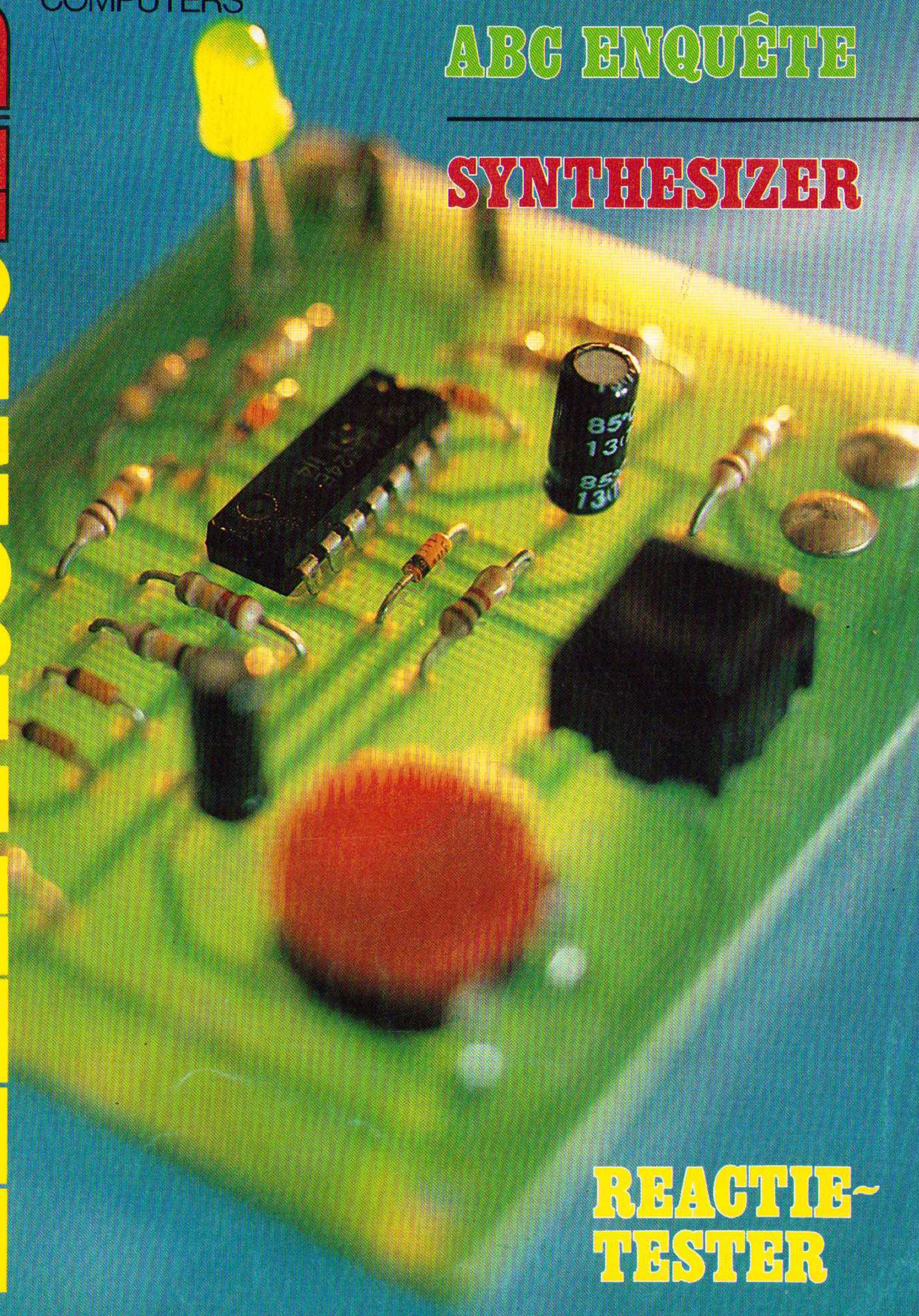
Hfl. 3.80 Bfr. 70

83|9

ABC ENQUÊTE

SYNTHESIZER

REACTIE-
TESTER



DE BOER

KOM NAAR DE WINKELS VAN DE BOER ELEKTRONIKA BV
in UTRECHT, DORDRECHT, HELMOND, DEN BOSCH, EINDHOVEN.

Utrecht: Lange Jansstraat 16, 3512 BB, Tel. 030-340282.
Dordrecht: Voorstraat 431, 3311 CT, Telefoon. 078-148757.
Helmond: Zuid Koninginnewal 58, 5701 NT, Tel. 04920-35289.
Den Bosch: Citadellaan 39, 5212 VA, Tel. 073-137580.
Eindhoven: Kleine Berg 39-41, 5611 JS, Winkel Tel. 040-448827
Postorders, Postbus 680, 5600 AR, Tel. 040-448229.



EDM-1A

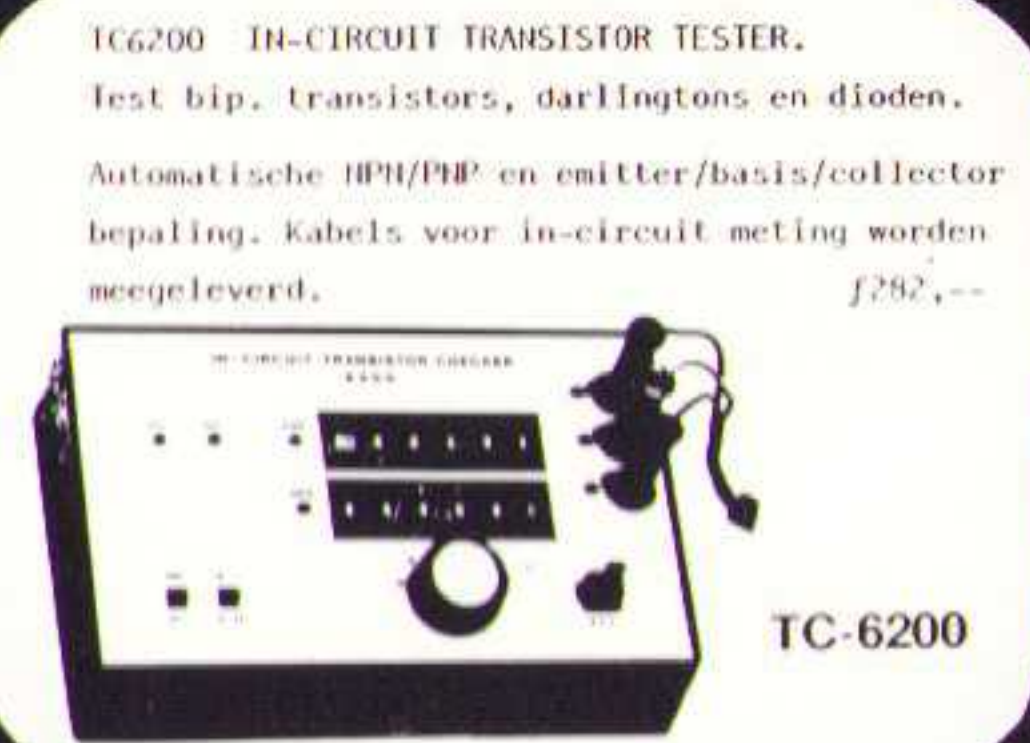
EDM-1A f69,00
3-BEREIKEN AMPEREMETER
Speciaal voor Lab en
Onderwijs.
0-1mA ; 1-100mA ; 0-1A.
BxHxD: 90x103x102mm.

EDM-30V f69,00
3-BEREIKEN VOLTMETER.
Als boven maar dan voor:
0-5V ; 0-15V ; 0-30V.



CBL-12
AUTO FLITSLAMP met
zuigvoet.
Xenon Flitsbuis
Flitsfrequentie: 10Hz
Voeding: 12V 0,25A

f53,--



TC-6200

TC6200 IN-CIRCUIT TRANSISTOR TESTER.
Test bip, transistors, darlington's en dioden.
Automatische HPH/PHP en emitter/basis/collector
bepaling. Kabels voor in-circuit meting worden
meegeleverd. f282,--

VELLEMAN

- K2549 INFRA-ROOD ALARM zender.
Onopvallende maar zeer doeltref-
fende beveiligingsmethode. f 49,--
- K2550 INFRA-ROOD ALARM ontvanger.
Past bij K2549 en K2551. f 59,--
- K2551 INFRA-ROOD ALARM centrale.
Vormt met zender en ontvanger
een goede alarmcombinatie. Geeft
zelf een signaal maar kan ook
schakelen. f 76,--
- K2552 4 KANAALS AFSTANDSBEDIJNING kast. f 35,--
Geboorde en bedrukte kast voor
K2548.
- K2553 STEREO-DECODER + 19 kHz FILTER. f 47,--
Met K2554 een prima FM-sterco
tuner.
- K2554 FM-TUNER. f 92,--
Goede ontvangst, gemakkelijk te
bouwen.
- K2555 DIGITALE AFSTEMSCHAKEL. f 149,--
Maak uw radio professioneel.
- K2556 12V/3,5A VOEDING. f 159,--
Rimpelloos.....
- K2557 DIGITALE THERMOMETER. f 108,--
Weerkundig wondermiddel.
- K2558 FM-TUNER behuizing. f 399,--
Deze magnifieke kast bevat al
allerlei elektronika om een
prachtige receiver samen te
stellen. Daar hebt u dan nog
voor nodig: K2554, K2553, K2555,
K2562, K2563, 2xK1804, K1861.



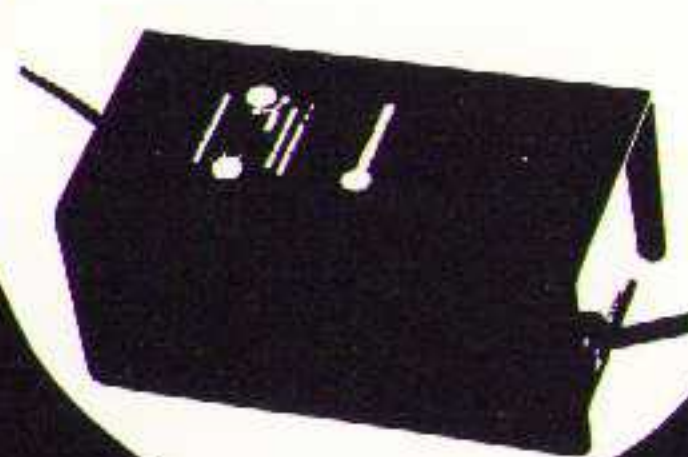
PEB-312
PIEZO ZOEKER met
hoog vermogen. 100 Phon/1m
3-12V 40mA f12,45

BOLWPAKKET

- K2580 POWER SWITCH / DIMMER.
Aanraakschakelaar/dimmer voor
het lichtnet. f 41,--
- K2581 DC STEREO CONTROL.
Volume en toon met gelijkspanning
geregeld. f 59,--
- K2582 STEREO INPUT SELECTOR.
Ingangsklezer voor audioversterker. f 48,--
- K2583 MICROPROCESSOR GESTUURDE THERMOSTAAT.
Dag- en nachtprogramma's
digitale aflezing. f 274,--
- K2584 DIGITALE THERMOSTAAT.
Geboord. f 374,--
- K2585 DIGITALE PRECISIE TIMER.
zeer moderne vormgeving. f 243,--
- K2586 DIGITALE CODESLUIT.
Hiet te bedienen. f 173,--
- K2591 SERIAL INTERFACE/CONTROLLER
Van programmer of op naar
allerlei randapparatuur. f 365,--
- K2587 PROGRAMMEERBAAR CONTROLLER EN
MULTIMODEL. Uw hulp en toeverlaat
bij veel experimenten. f 203,--
- K2592 20 WATT IC VERSTERKER
trafo. f 526,--
- K2588 HI-FI for low price.
3-KANAAL LICHTBCEL
Met voorversterker, werkt dus
onafhankelijk van volume. f 43,--
- f 79,--

PS1612-A

VOEDING 1 Ampere ; 6/9/12 V.
max. brom : 3mV f59,90



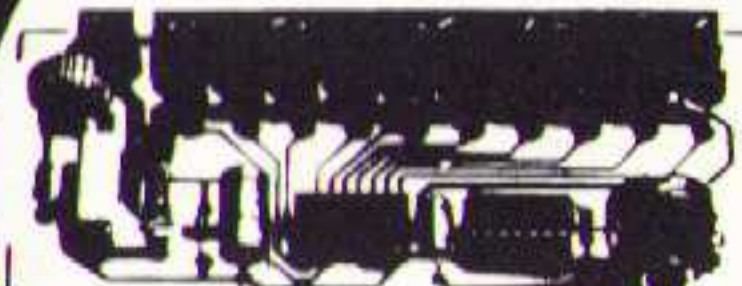
DS-12K
KOZAK STREKE
12V ; 0,5A



95 Phon/1m f49,50

ELL-10

10-Kanaals LOOPLICHT,
gemonteerde print. 10x500Watt



Snelheid: 1x 15Hz ; regelbaar.
f84,95

U WILT HET BESTELLEN ?

Onder rembours:
Bel 040-448229 of schrijf een kaartje aan DE BOER ELEKTRONIKA BV,
afdeling postorders, postbus 680, 5600 AR EINDHOVEN. f9,00 kosten.
Bij vooruitbetaling:
Per brief, met een getekende girobetaalkaart of cheque,
of op gironr. 2155669 of banknr. 150048394. f5,00 kosten.
Orders beneden f50,00 worden extra belast met f5,00 orderkosten.

Eventuele fouten of prijswijzigingen voorbehouden.

de boer elektronika

Kleine Berg 39-41 5611 JS Eindhoven
Telefoon 040 - 448229

Elektronica ABC is een
maandelijke uitgave van
Uitgeverij De Muiderkring BV,
Postbus 10, 1400 AA Bussum,
tel. 02159-31851
Telex 15171



Hoofdredacteur
Aaldrik v. Utteren,
redactie
Loes van der Klei
Dirk Scheper

Medewerkers
J. H. Boschma, C. J. Both,
C. v. Cadzand, R. Goudschaal,
Ir. S. J. Hellings,
W. L. Kramers, J. L. Molema,
P. Stuivenberg, J. Verstraten

Het geheel of gedeeltelijk
overnemen uit dit blad zonder
toestemming is verboden.
Gepubliceerde schakelingen
kunnen door een octrooi zijn
beschermd, in welk geval de
octrooiwet alleen toepassing
toestaat voor persoonlijk
gebruik. Voor de gevolgen van
onverhoopte fouten in
tekeningen en
bouwbeschrijvingen wordt
geen aansprakelijkheid
aanvaard.

Advertenties
D. Smaalders,
Monique Alandt

Voor België
Maarten Kluwer int.
Uitgeversmij. NV
Somersstraat 13/15
2000 Antwerpen
Tel.: 03/2312900 (2 lijnen)

Abonnementsprijs f 35,00 per
vol kalenderjaar.
Losse nummers f 3,80.
Abonnementen worden aan
het eind van ieder kalenderjaar
automatisch verlengd, tenzij
uiterlijk 30 september bericht
van opzegging is ontvangen.
Teneinde vertraging in de
afwikkeling van
correspondentie te
voorkomen, verzoeken wij u
vriendelijk in brieven steeds
uw abonnementsnummer te
vermelden.

Grafische vormgeving:
Menno H. Scheepstra
Druk:
Wegener Nieuwsdruk
Onnes, Amersfoort

Omslag

De omslagfoto toont de print van
de reactietester, waarvan u het
bouwontwerp op pag. 3 aantreft.
Deze tester geeft op een tiende
van een seconde nauwkeurig de
reactiesnelheid aan. Hopelijk is
iedereen lekker uitgerust in de
vakantie, probeer het zelf uit met
dit onderwerp...



Inhoud

5e jaargang no. 56
september 1983

Reactietester	3
Van transistor tot chip (3)	8
Bewaak de accuspanning	16
Boekbespreking	18
Het digitale gebeuren (3)	19
High Fidelity (I)	27
Geluids-synthesizer	32
Frequentie-delers	34
Natte luiermelder	40
Lezers-enquête 1983	41
Experimenteren zonder solderen	43
Actieve filters	47
Fuzzbox voor elektrische gitaar	51
Het weerstation van Philips	52
De elektrische auto, nabije toekomst	53
VLSI, meer dan 10.000 bouwstenen op één IC	56
Wij bezochten voor u de Hannover Messe	58

Van de redactie-tafel

Vorige maand publiceerden wij in Elektronica ABC 30 schakelingen van de auteur R. A. Penfold. Volledigheidshalve willen wij erop attenderen, dat deze schakelingen komen uit het boek: '30 SOLDERLESS BREAD-BOARD PROJECTS - BOOK 1': ©BERNARD BABANI (Publishing) LTD - LONDON - ENGELAND

Zojuist verschenen

ZX Spectrum, leren programmeren

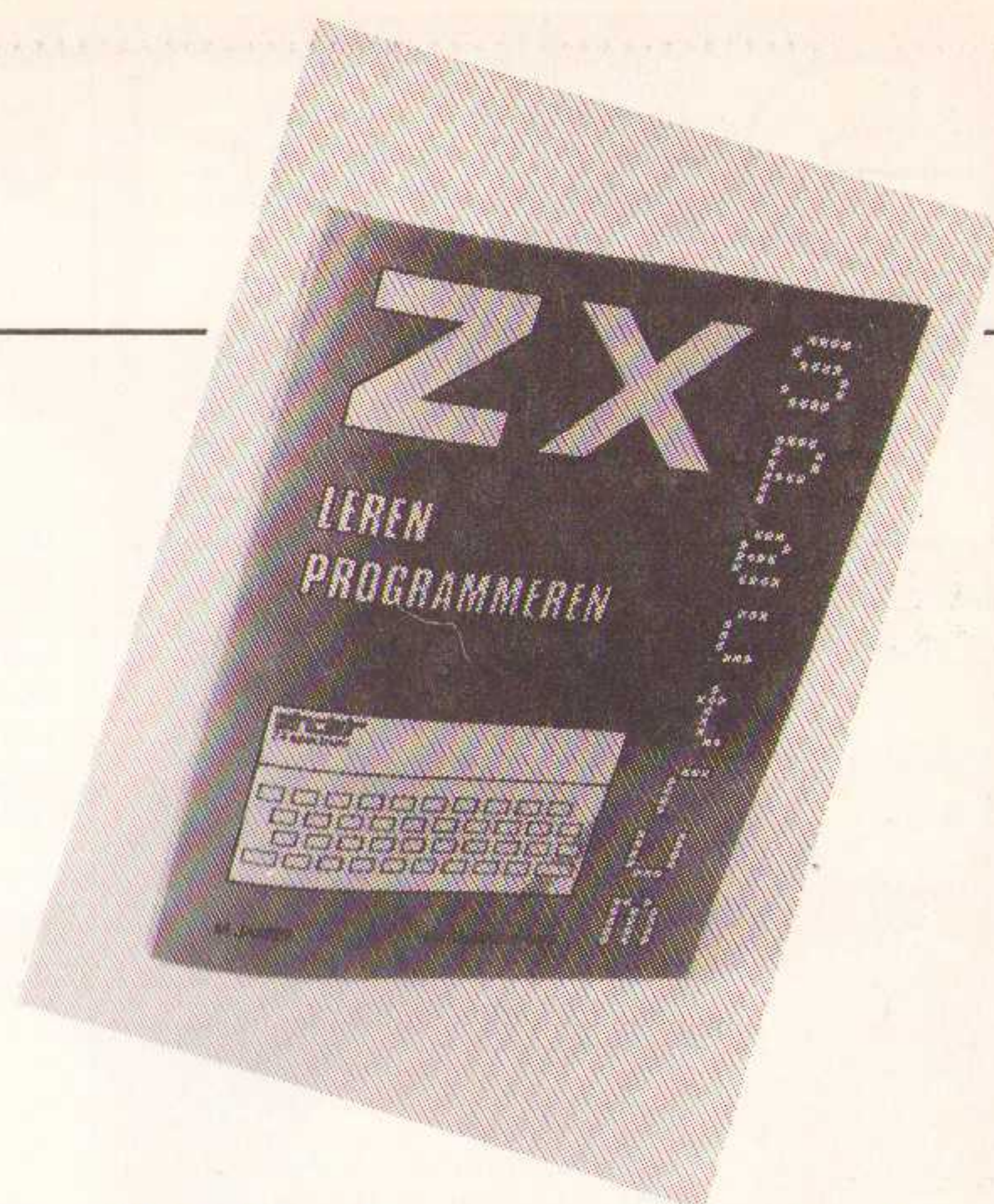
M. James

In dit boek wordt op deskundige wijze uitleg gegeven over alle programma-instructies en hoe deze te combineren tot programma's die de computer precies dat laten doen wat de gebruiker wenst.

Achtereenvolgens komen aan de orde: Leer uw Spectrum kennen, Grafische mogelijkheden met lage resolutie, Spelen met toeval, Grafische mogelijkheden met hoge resolutie, Geluid, Bewegende beelden, „Peek” en „Poke”, Gevoel voor tijd, Reeksen en woorden, Grafische mogelijkheden voor gevorderden.

ISBN 90 60 82 245 5
Bestelnummer 014.507

f 18,50/Bfr. 353
porto f 2,30



Voor beginners en gevorderden

ELEKTRONISCHE SCHAKELINGEN VOOR AUTO EN GARAGE

R.M. Marston

Twintig praktische schakelingen voor zelfbouw. O.a. vindt u in deze uitgave een alarm dat voor ijs waarschuwt, ruitenwisserinter-valschaakelaar, condensatorontstekingssysteem, elektronische toerenteller en een indicator voor defekte lampen.

ISBN 90 6082 153X
bestelnummer 004 402

f 21,50/Bfr. 411
porto f 4,25

110 ALARM SCHAKELINGEN

R.M. Marston

De eerste vijf hoofdstukken van dit boek zijn gewijd aan alarm-systemen die in onze woning en in de industrie kunnen worden toegepast. Verder zijn aparte hoofdstukken gewijd aan alarm-schakelingen voor het bewaken van elektronische apparaten en instrumenten.

ISBN 90 6082 148 3
bestelnummer 004 403

f 22,50/Bfr. 430
porto f 4,25

110 OPAMP SCHAKELINGEN

R.M. Marston

Dit boek is bedoeld voor zowel de elektronica-hobbyïst als de student en de vakman. Na een uiteenzetting van de karakteristieke eigenschappen van de Opamp worden 110 nuttige schakelingen besproken.

ISBN 90 6082 145 9
bestelnummer 004 401

f 23,50/Bfr. 449
porto f 4,25



Voor meer informatie kunt u bellen:
Uitgeverij De Muiderkring b.v.
Postbus 10
1400 AA Bussum
tel. 02159-31851

voor België:
Maarten Kluwer's
Int. Uitgeversondern.
Antwerpen
tel. 03/2312900

deze uitgave is verkrijgbaar
bij radiozaken en boekhandel
(Indien niet verkrijgbaar,
belt u dan even DeMuiderkring
of Maarten Kluwer)

uitgeverij de muiderkring bv

postbus 10 – 1400 – bussum (holland) tel. 02159-31851 gironr. 83214

Reactietester

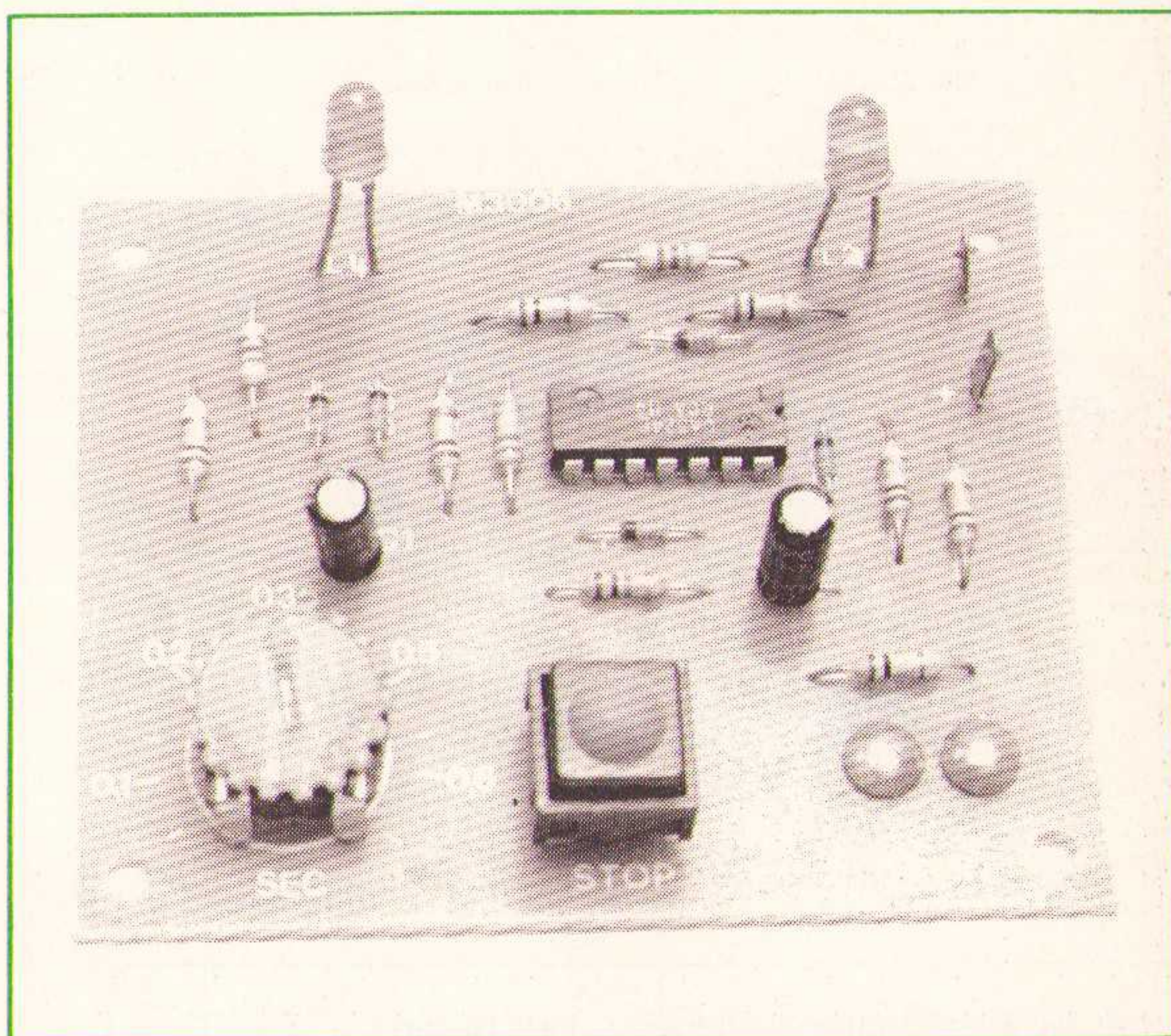
Reactietester...
simpel of een tikkeltje luxer.

Videospellen en andere elektronische spelapparaatjes, draaien voornamelijk om de reactiesnelheid van de speler of spelers. Het gaat er om, dat snel gereageerd wordt, maar hoe snel men nu eigenlijk precies kan reageren blijft meestal onduidelijk. Vandaar deze reactietester, die op een tiende van een seconde nauwkeurig de reactiesnelheid meet en aangeeft.

Het ontwerp is gebaseerd op een LED die willekeurig oplicht; zodra dat gebeurt moeten we reageren, d.w.z. een toets indrukken. De tijd die verstrijkt tussen het oplichten van de LED en het indrukken van de toets is de reactietijd. Als de ingestelde reactietijd wordt behaald dan wordt dit door een tweede LED aangegeven. Zitten we wat ruimer bij kas, dan kan een digitale tellerschakeling worden toegevoegd met een LED-display. De reactietijd behoeft nu niet van tevoren worden ingesteld, maar wordt steeds nauwkeurig op het display weergegeven. Ook kan de reactie op geluid worden getest. De reactietijd behoort (!) ergens tussen 0,1 en 0,8 seconde te liggen; een mooi gemiddelde is 0,2 sec. maar of dat na een borrel of wat nog geldt... probeer het zelf uit met dit ontwerp.

Comparators

In de schakeling van de reactietester zijn 4 Op-Amps verwerkt. We zouden voor elk van deze Operational Amplifiers aparte versterker-IC's kunnen gebruiken, maar we kiezen voor één IC,



het type 324 waar ze alle 4 in zitten. Ook is geschikt het IC type XR 4741. Van de vier Op-Amps worden er in deze schakeling drie gebruikt als comparator; dat lichten we even toe aan de hand van figuur 1. We zien hier het driehoekige symbool van de Op-Amp, de inverterende (-)ingang, en de niet-inverterende (+)ingang, de voedingsspanningaansluitingen (UB en massa) en de uitgang U_0 . De versterking van zo'n operationele versterker bedraagt veelal meer dan 1000 maal. De uitgangsspanning U_0 is dus minstens

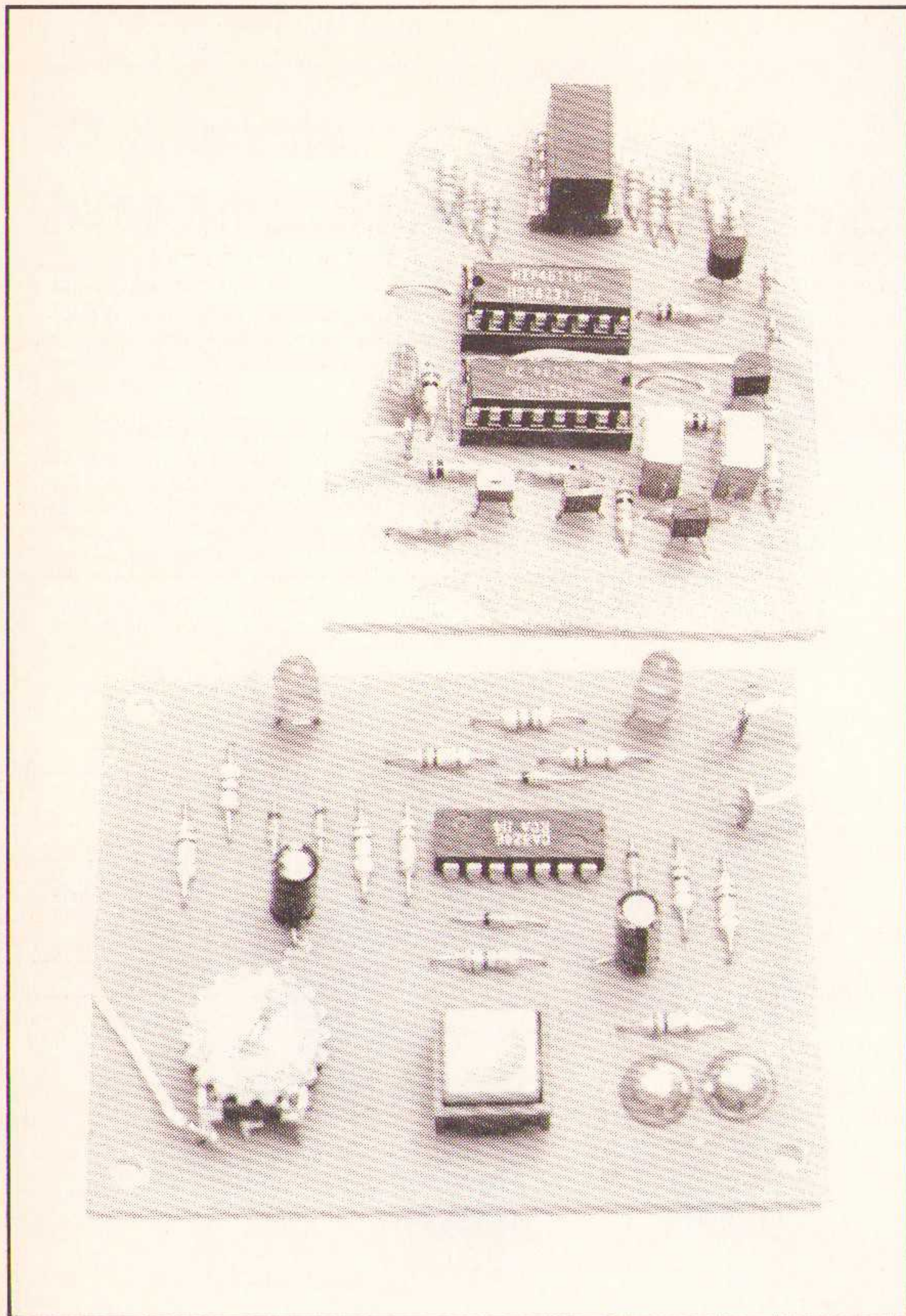
1000x groter dan de ingangsspanning U_i :

$$U_o = 1000 \times U_i$$

De ingangsspanning is het verschil tussen U_1 en U_2 , dus

$$U_0 = 1000 \times (U_1 - U_2)$$

Bij een ingangsspanning van 1 V (bijv. $U_1 = 5\text{ V}$ en $U_2 = 4\text{ V}$) dan zou de uitgangsspanning theoretisch dus 1000 V moeten zijn. In de praktijk wordt dat echter begrensd door de voedingsspanning, dus in dit geval tot een maximum van 9 V ('hoog'). Evenzo kan de laagste uitgangsspanning nooit



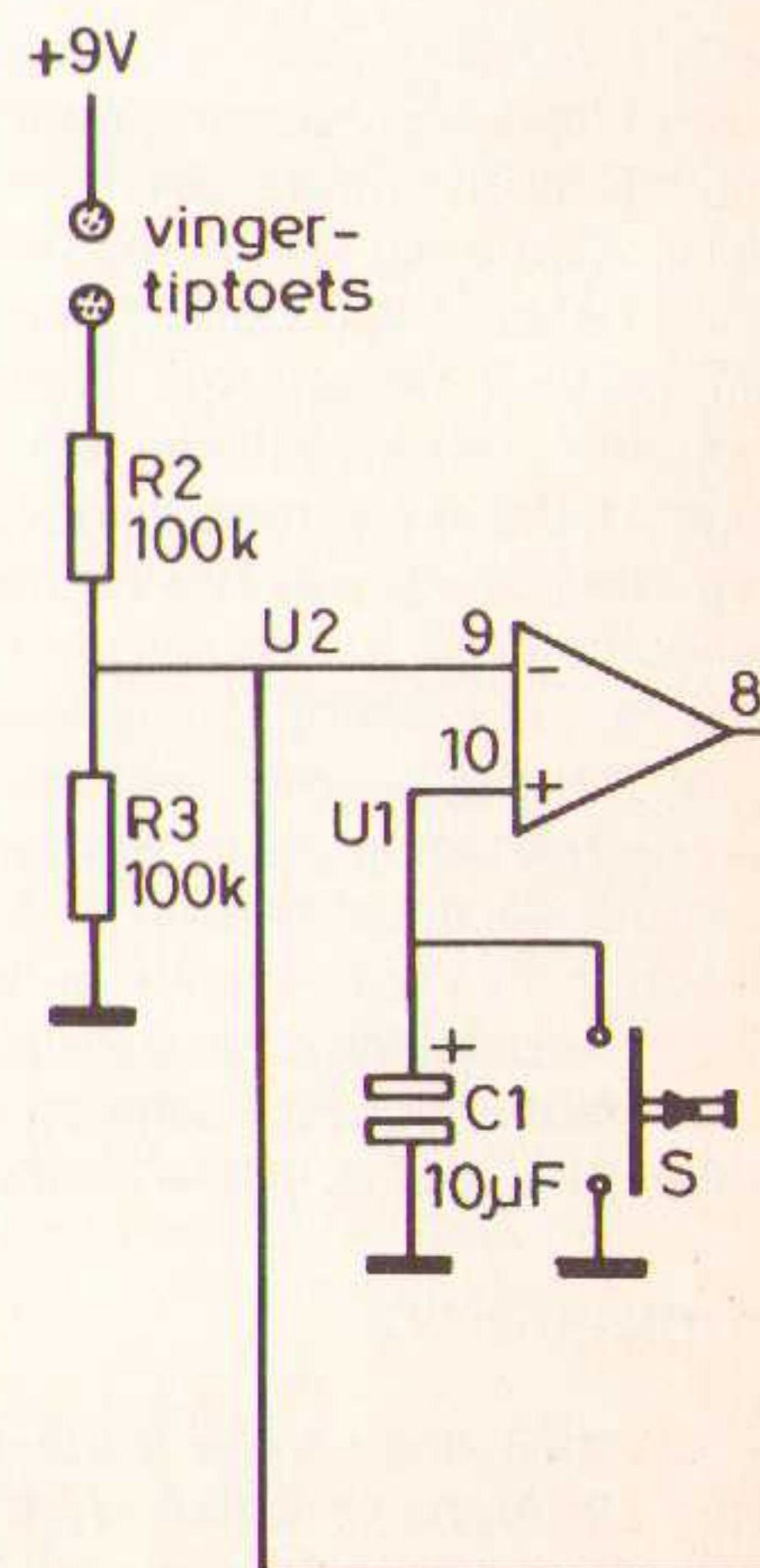
kleiner zijn dan de laagste voedingsspanning, dus in dit geval nul Volt ('laag').

Hieruit blijkt dat een Op-Amp, toegepast als comparator, digitale eigenschappen krijgt, immers de begrippen hoog en laag klinken ons zeer bekend in de oren als we het over digitale schakelingen hebben. Met deze wetenschap kunnen we het eerste stukje van onze reactietester al gaan maken, namelijk het gedeelte waarbij een LED op een willekeurig moment moet oplichten; met een duur woord: random-generator.

Het begin

In figuur 2 zien we een van de drie comparators, waarvan de inverterende ingang op 4,5 V staat ingesteld via de spanningsdeler R2 en R3 (halve voedingsspanning). Dus $U_2 = 4,5 \text{ V}$. De spanning op de niet-inverterende ingang U1 wordt bepaald door de gesteldheid van de elektrolytische condensator C1. En dat is weer afhankelijk van de mate van opladen van deze elko via weerstand R1 en de vingertiptoets. Die tiptoets bestaat uit twee dicht bij elkaar geplaatste contacten. Als die met elkaar verbonden

worden door de vinger erop te leggen, dan wordt elko C1 opgeladen via R1 en de huidweerstand. Zodra de spanning U_2 over de condensator als gevolg van het opladen groter is geworden dan U_1 , dus 4,5 V dan wordt de uitgang van de Op-Amp hoog; de LED licht dan op. Wanneer dat precies gebeurt is helemaal afhankelijk van de grootte van de huidweerstand: hoe kleiner die weerstand des te vlotter laadt C1 op. Dat is bijvoorbeeld het geval als de vinger vochtig is, maar is hij daarentegen erg droog, dan is de huidweerstand hoog en daarmee de oplaadtijd van de RC-combinatie. Door de druktoets S in te drukken wordt de condensator prompt ontladen en dooft de LED. Aldus hebben we een random-generator ('random is Engels voor 'willekeurig') geconstrueerd met simpele middelen: in rusttoestand is de spanning over elko C1 nul Volt en de LED gedoofd, door vingertip laadt C1 zich op en zodra U_1 groter is dan



figuur 1 Comparator.

figuur 2 Randomgenerator.

figuur 3 Het gehele schema van de eenvoudige reactietester.

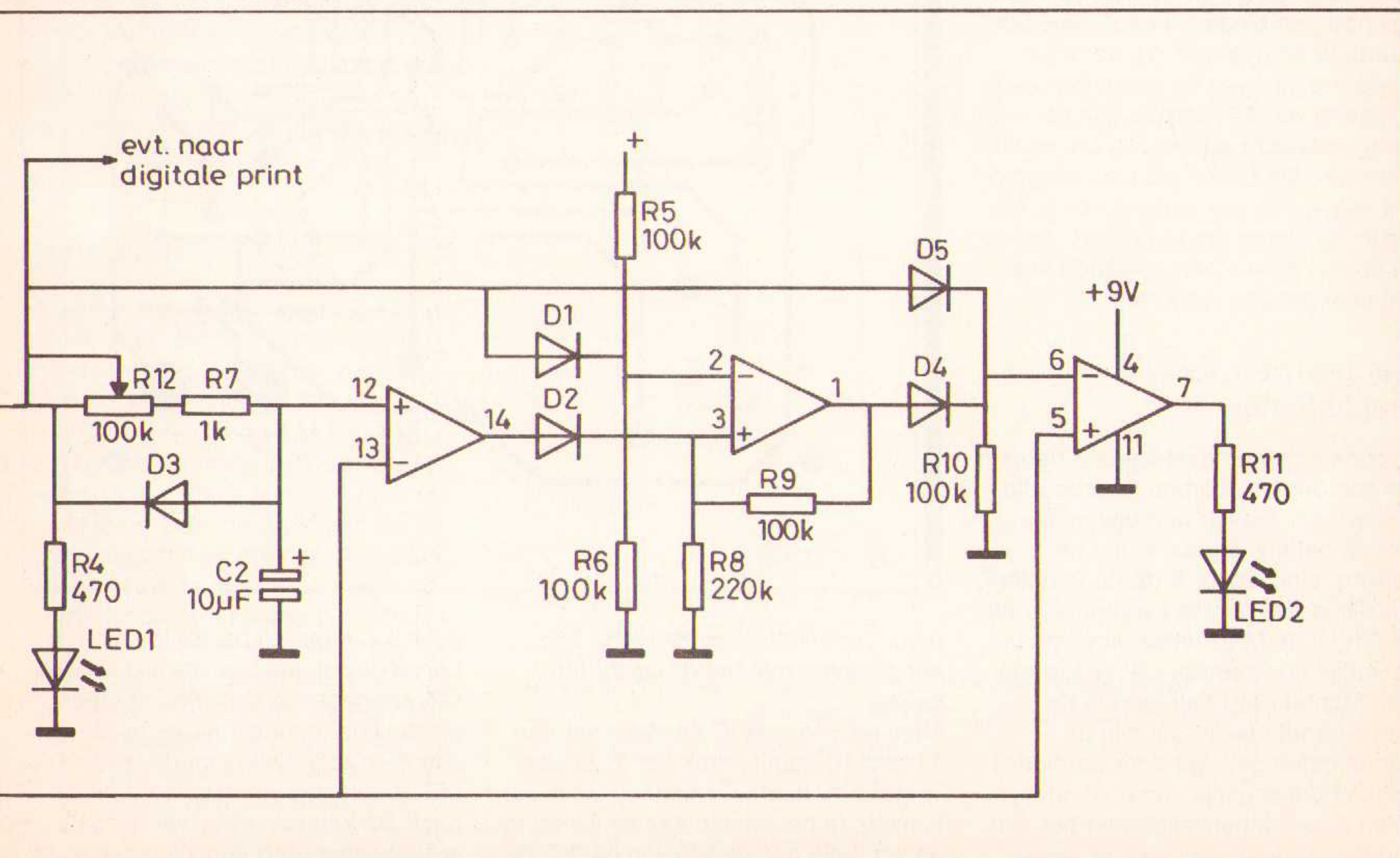
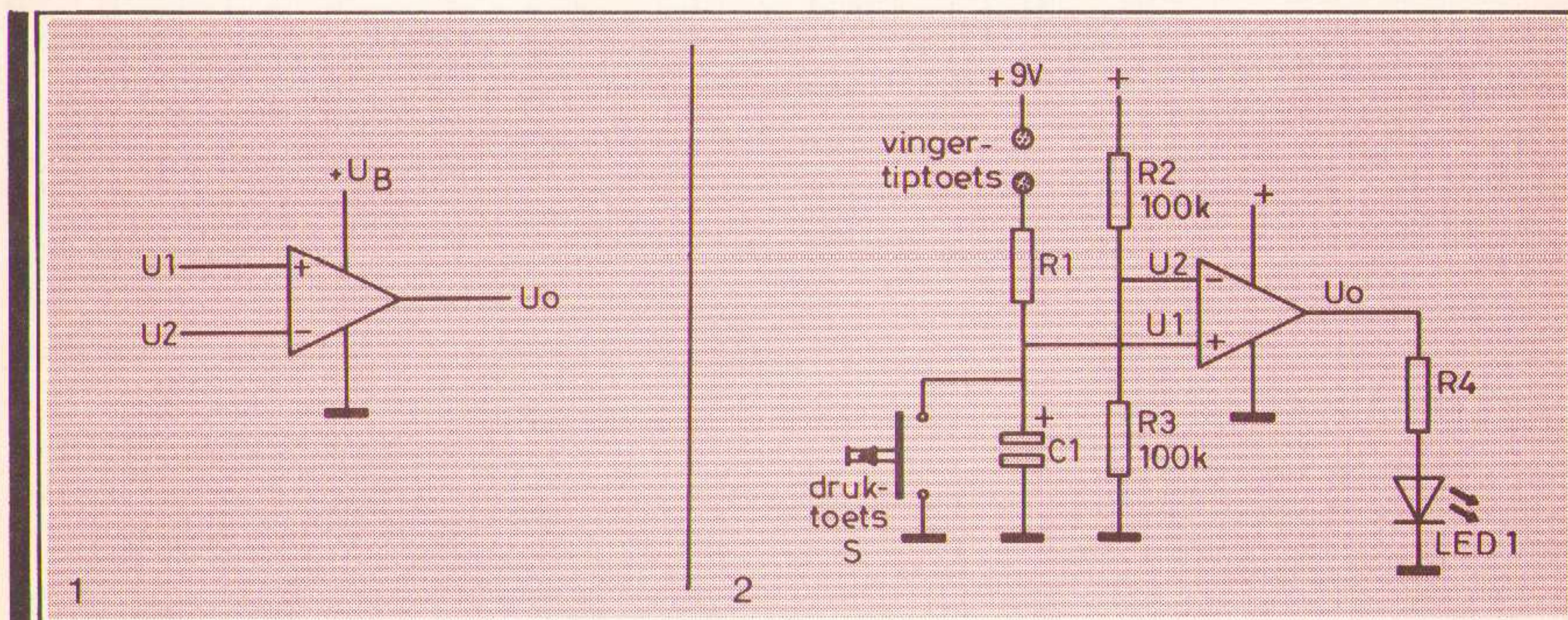
U2 (4,5 V) wordt de uitgang U_o van de comparator hoog en licht de LED op.

De reactie

Tegelijk met het oplichten van LED 1

wordt ook elko C2 opgeladen via R7 en potentiometer R12, zie fig. 3. Met deze potentiometer wordt de verwachte reactiesnelheid ingesteld: denken we vlot te kunnen reageren, dan stellen we een korte reactietijd in, d.w.z.

een kleine weerstandswaarde voor R12. Na het oplichten van LED 1 zal C2 zich via R7 en R12 vlot opladen; is R12 echter groter ingesteld (trage reactietijd) dan wordt C2 langzamer opgeladen.



figuur 4 Printontwerp voor reactietester.

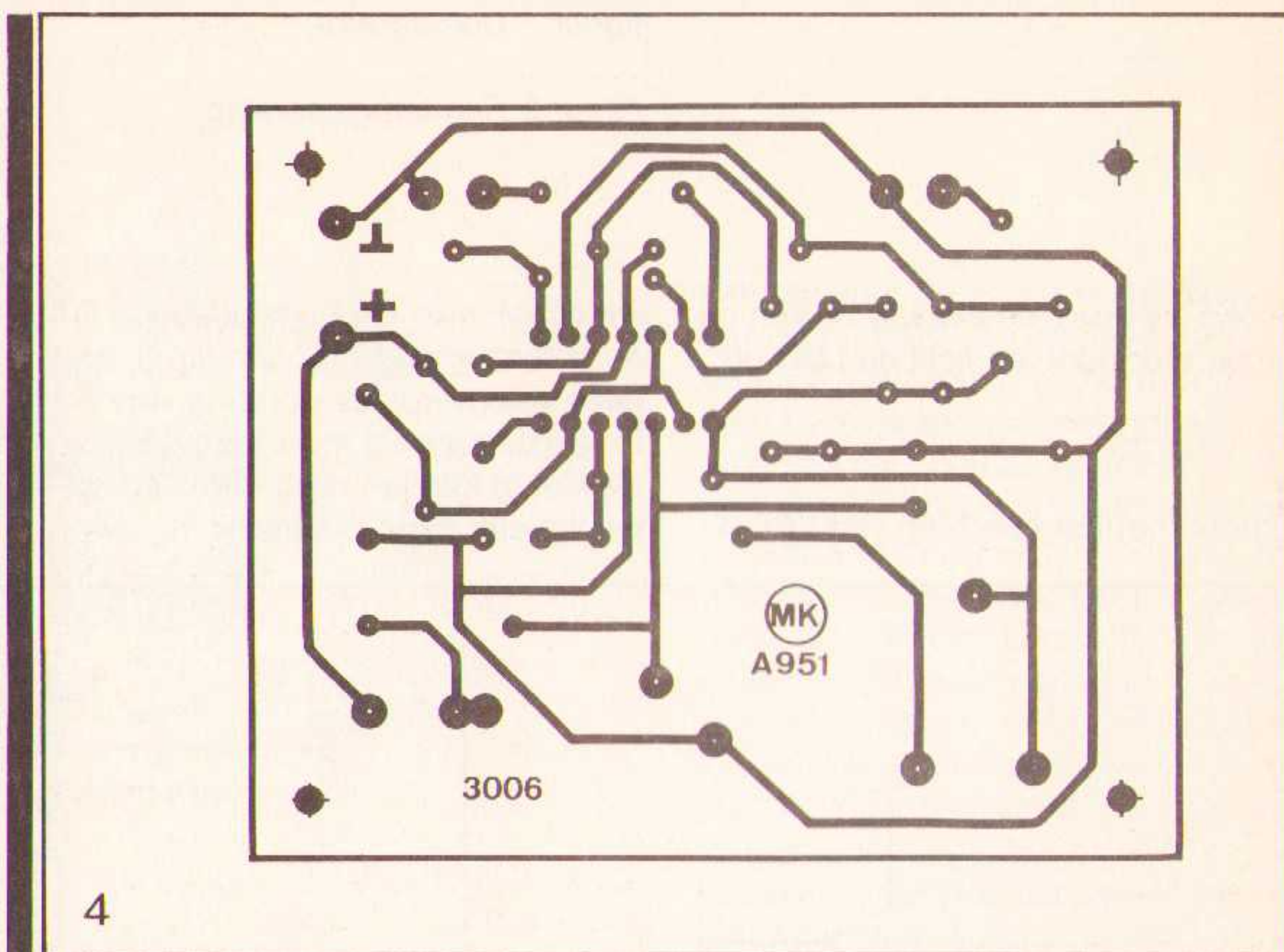
figuur 5 Onderdelenopstelling voor print uit figuur 4.

Op-Amp A3 is weer een comparatorschakeling, waarvan de spanning op de inverterende ingang eveneens 4,5 V is. Op-Amp A2 is geschakeld als flip-flop. We kennen het principe van de flip-flop: hij blijft altijd in de toestand staan, die hij als laatste heeft aangenomen. Op het moment dat LED 1 ging branden kreeg de inverterende ingang van de flip-flop een puls via diode D1: de uitgang van de flip-flop wordt dan laag. Als we nu de druktoets indrukken dan ontladst C1 zich, de uitgang van A1 wordt weer laag, de uitgang van A2 was al laag, dus noch diode D4 noch D5 geleidt, en comparator A4 wordt hoog: de LED 2 licht op ten teken dat de ingestelde reactietijd werd behaald.

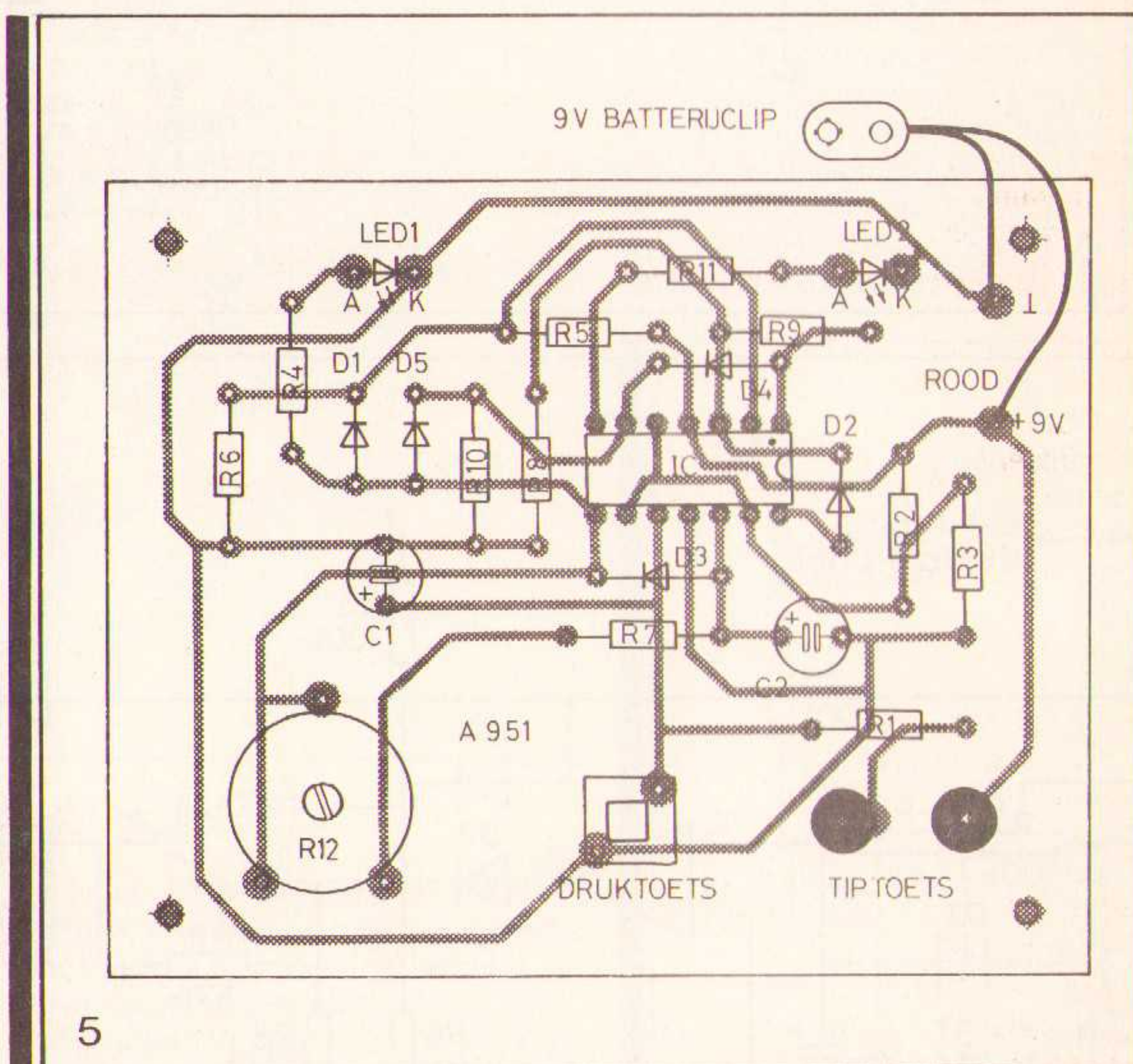
Wat nu, als toch te laat werd gereageerd? Elko C2 is dan al zover opgeladen dat de spanning over C2 groter is dan die op de inverterende ingang waardoor comparator A3 hoog wordt en daarmee de flip-flop doet omklappen. De uitgang van de flip-flop wordt dus hoog en diode D4 gaat geleiden, waardoor comparator A4 wordt geblokkeerd: immers de spanning op de - ingang van A4 is groter dan de + ingang, ongeacht wat we via D1 en D5 uitrichten. De LED 2 blijft nu gedoofd. Het enige wat nog te doen valt is opnieuw de vinger op de tiptoets leggen en hopen dat we een volgende keer wel snel genoeg reageren.

Het bouwen van de reactietester

Voor de schakeling uit figuur 3 hebben we een print ontworpen waarop alle onderdelen passen met uitzondering van de batterij. Figuur 4 laat het ontwerp zien, figuur 5 de onderdelenopstelling. De print is overigens te bestellen bij de MK-Printservice, maar natuurlijk ook gemakkelijk zelf te maken. Monteer altijd als eerste de laagste onderdelen, dat zijn de weerstanden gevolgd door de diodes. Het kathodestreepje van de diodesymbolen moet samenvallen met het verfringetje op de diodes zelf, of als er



4



5

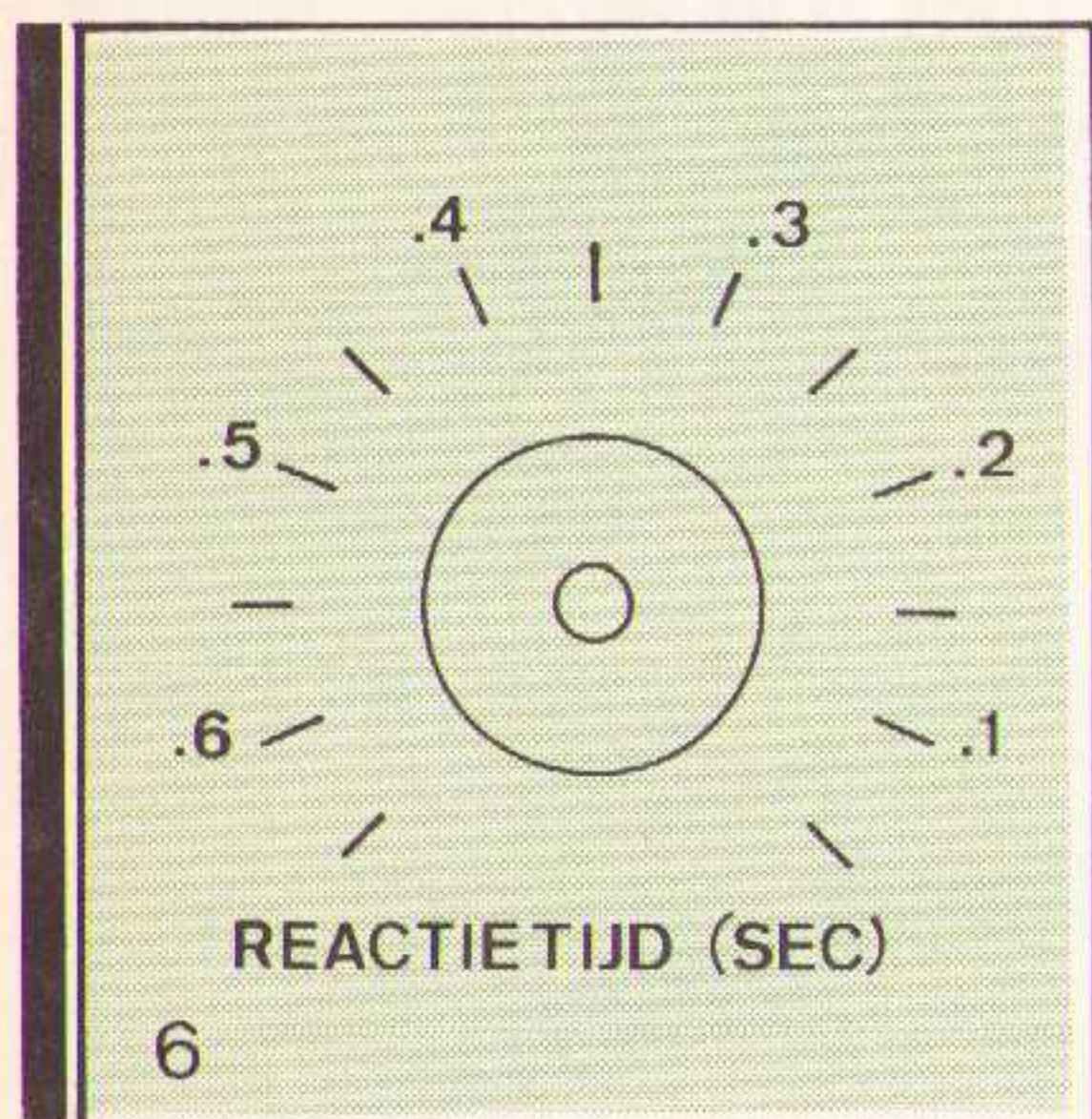
meer verfringetjes op de diode zijn aangegeven met het dikste verfringetje.

Monteer voor het IC desgewenst een 14 pins IC-voetje, druk het IC vervolgens in, daarbij lettend op de juiste richting, te herkennen aan de inkeping op het putje aan de kop van het IC. Fi-

guur 5 is daar vrij duidelijk over.

Let op de polariteit van de elko's C1 en C2, aangegeven door een of meer plustekens of minstreepjes op de huls van de elko's. Ook voor de beide LED's is ruimte gereserveerd op de print. De kathodedraad van de LED is te herkennen aan een kleine verdik-

figuur 6 Schaalverdeling bij de potentiometer.



king vlak onder de LED-behuizing, of anders aan een kortere draad. Breng nu de instelpot R12 aan de druktoets. Pers tot slot twee nikkelen bolkopspijkertjes bij wijze van vingertiptoets en printpennen in de print en soldeer alles netjes vast. Op de instelpot kan een gekartelde knop met pijlindicatie worden gedrukt: de pijl wijst dan naar de reactietijd, welke met afwrijfletters op de print kan worden aangebracht (zie figuur 6, reeds aanwezig op print van MK-printservice). Soldeer tot slot de voedingsdraden aan de printpennen, of gebruik een batterijclip voor een 9 V-batterijtje.

Uitproberen

Inspecteer alle soldeerpunten grondig en controleer van alle componenten de juiste richting voor zover van toepassing. Leg de print op een opgeruimde tafel en sluit de voeding aan. Draai de knop van de instelpot uiterst linksom (met de klok mee) en druk op de druktoets. Laat de druktoets los en leg vervolgens de vinger op de beide nikkelen bolletjes. Zodra na enige tijd de LED 1 oplicht meteen op de druktoets drukken! De vingertoets mag worden losgelaten. Brandt LED 2? Dan heeft u netjes binnen de ingestelde tijd gereageerd. Verbeeldt u zich echter niets, want een reactietijd van 0,6 sec. is niet zo'n schokkende prestatie. Probeer nu eens een kortere tijd: draai de potmeter iets rechtsom en

herhaal de test. Telkens wanneer LED 2 niet wil branden, weet u dat de ingestelde tijd niet werd behaald... Vals spel is nagenoeg uitgesloten, kijk maar naar het schema van figuur 3. Zodra men iets te vroeg reageert door de hooggespannen concentratie, dan wordt elko C1 meteen ontladen. Er gebeurt verder niets, maar omdat de elko door het indrukken van de druktoets weer vanaf nul moet worden opgeladen, begint de test weer van voren af aan. Na elke goede reactie licht LED 2 op, en blijft branden totdat bij een volgende test LED 1 weer oplicht: hij dooft dan meteen. Is de reactie te laat dan blijft hij gedoofd, is zij goed dan brandt hij weer.

Onderdelenlijst eenvoudige reactietester

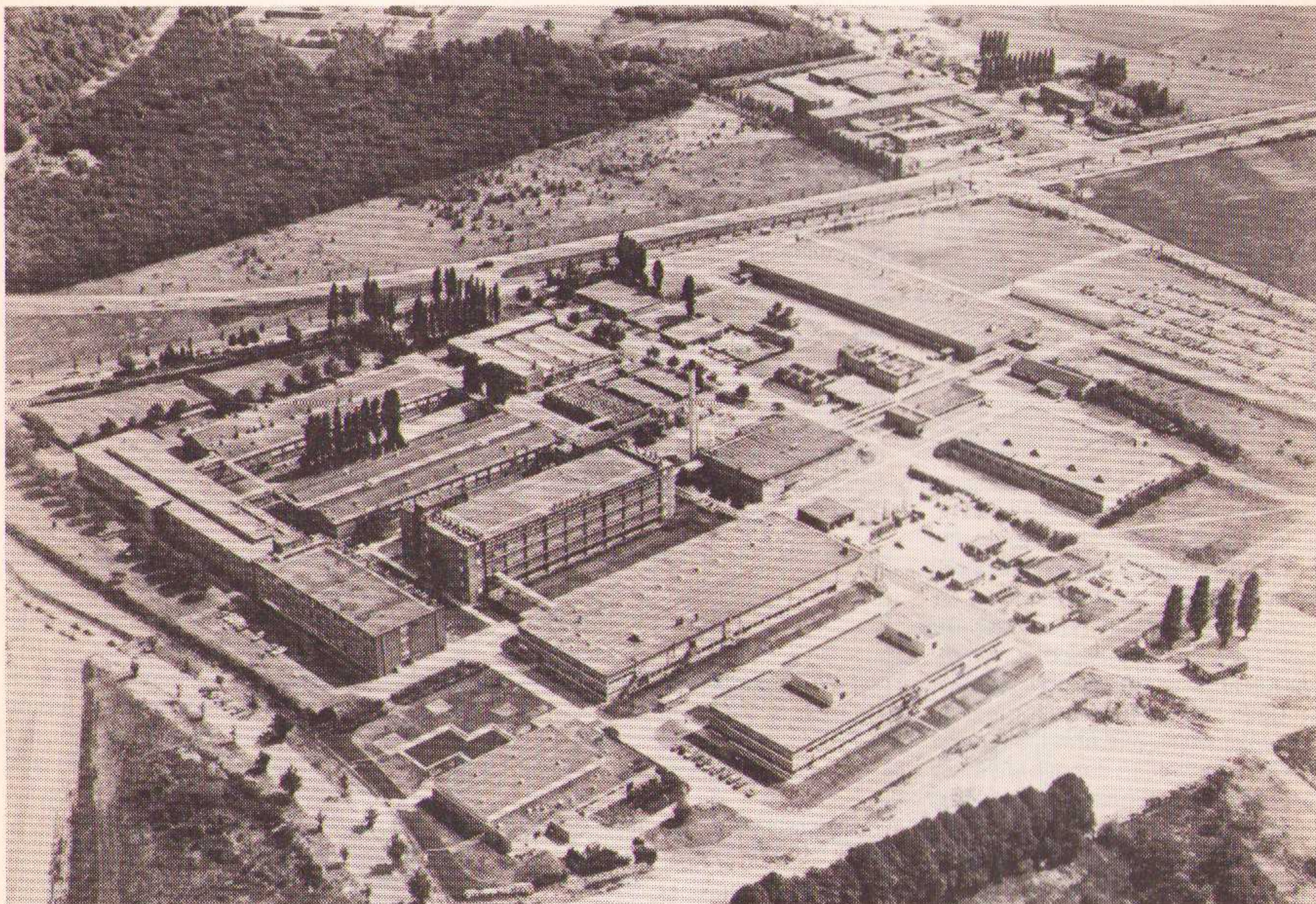
Weerstanden	R1, 2, 3, 5, 6, 9, 10	100 kilo-ohm bruin-zwart-geel
	R4, 11	470 ohm geel-violet-bruin
	R7	1 kilo-ohm bruin-zwart-rood
	R8	220 kilo-ohm rood-rood-geel
	R12	100 kilo-ohm instelpotentiometer 15 mm, horizontaal
Condensatoren	C1, 2	10 microFarad elko 16 V
Halfgeleiders	D1, 2, 3, 4, 5	1 N 4148 diode
	IC	CA 324 of XR 4741
	LED 1, 2	LED
Diversen	Vingertiptoets: 2 nikkelen bolspijkertjes Druktoets: enkelvoudige maakbouton Petrick 2 printpennen 1 print A 951	

1 - Luchtfoto van het fabriekscomplex van Philips in Nijmegen, de grootste chip-fabriek van Europa.

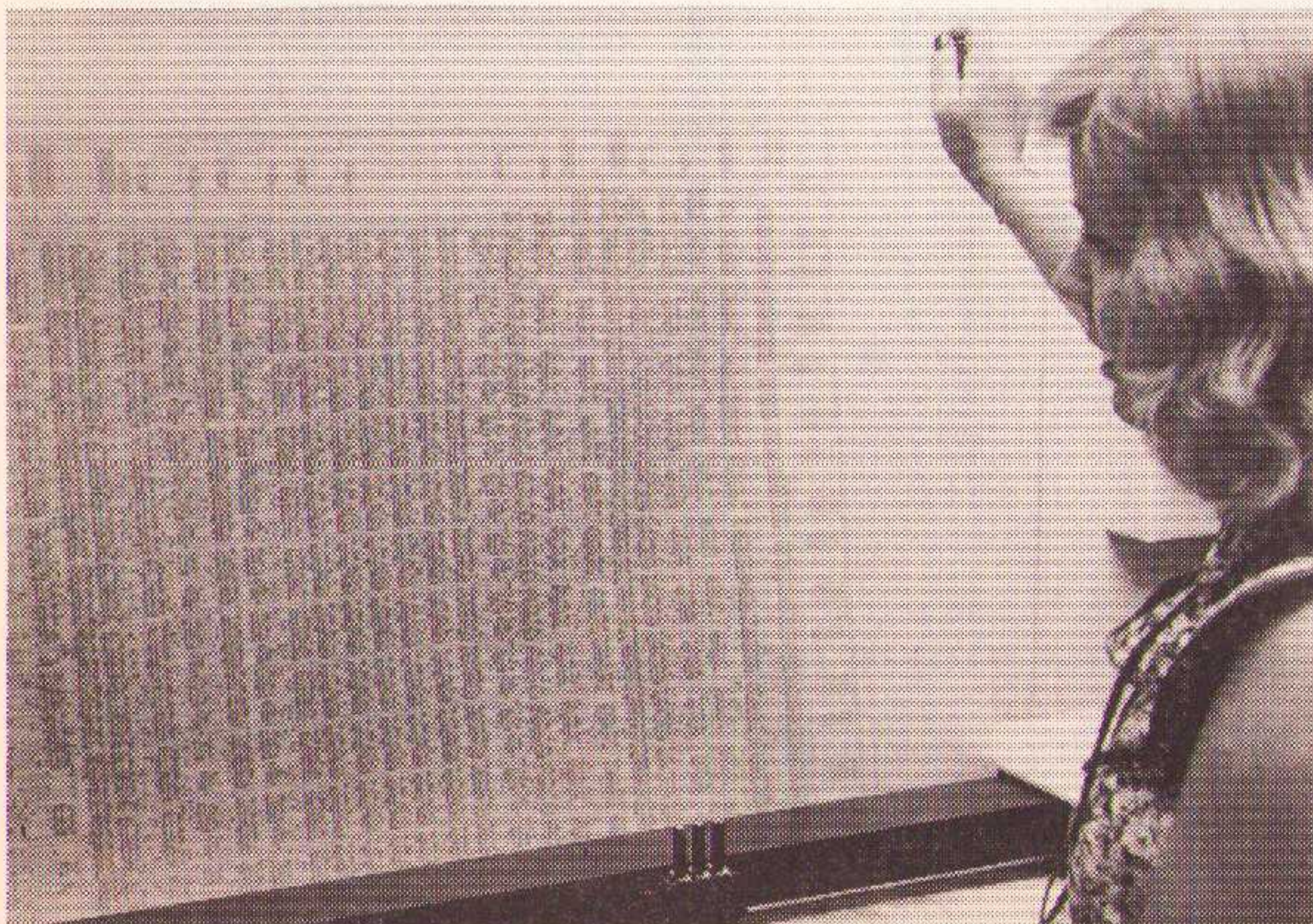
2 - Het resultaat van de door een computer gegenereerde lay-out wordt machinaal getekend. Deze zogenaamde plot geeft het IC-ontwerp 150 keer vergroot weer.

3 - Chip gesoldeerd op een leadframe. Bondingen zijn aangebracht.

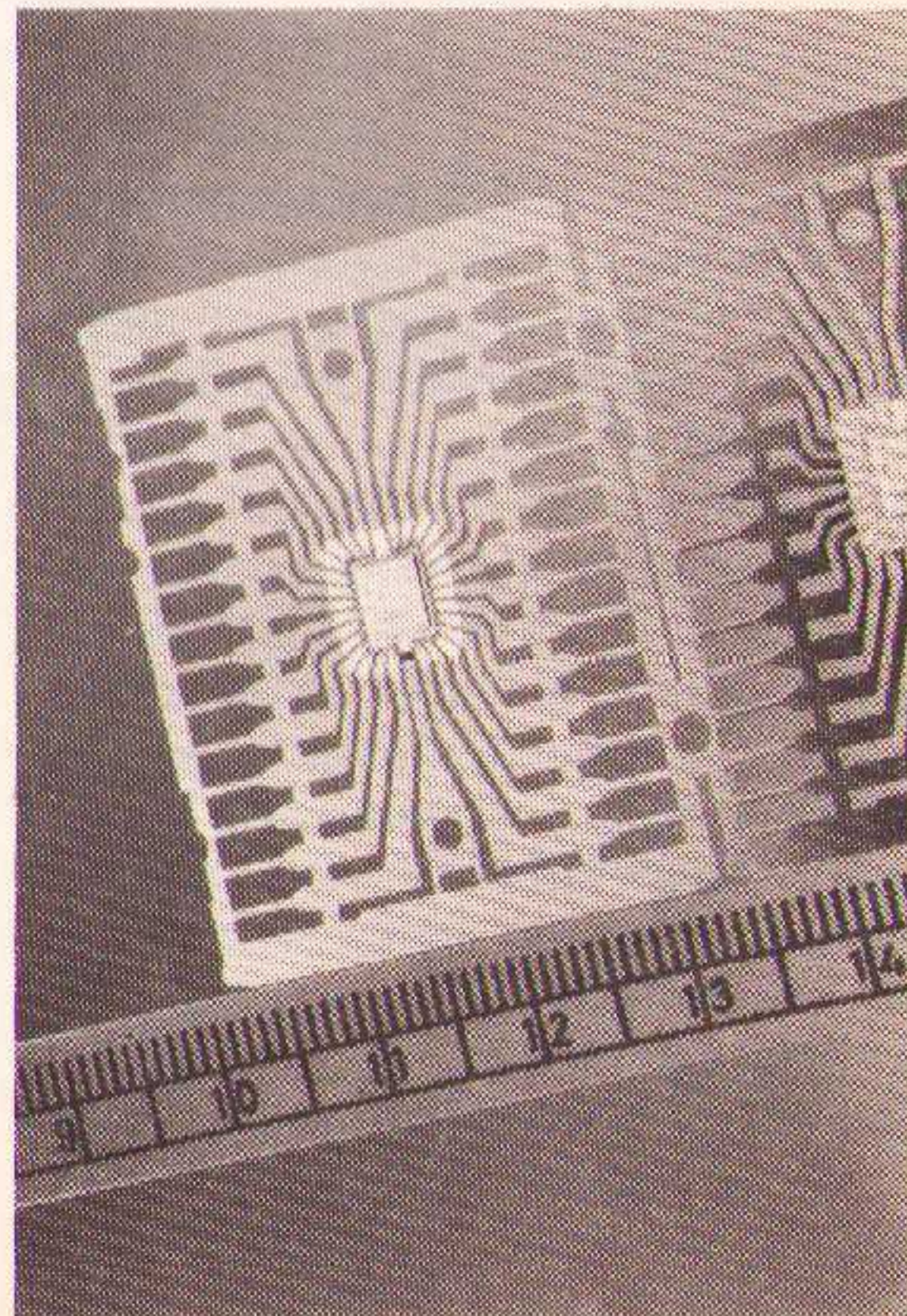
1



2



3



P. Stuivenberg

Van transistor tot chip (3)

Door de golf van publiciteit rond het thema 'chips' dreigt de volgende begripsvernuwing:

- De wereld van geïntegreerde circuits wordt verengd tot het begrip microprocessor en microcomputer;
- Er wordt gesuggereerd dat micro-elektronica zijn intrede deed met de microcomputer. Het fenomeen integratie van elektronische functies is echter sinds 1970 al volop aan de gang;
- De aandacht wordt geconcentreerd op het informatie-automatiseringspakket.

Daarom in het derde en laatste deel van de serie artikelen 'Van transistor tot chip' nu eens niet aandacht aan de rol van de geïntegreerde circuits in de automatisering, maar de spot op de betekenis van IC's in de consumenten-elektronica (toegesplitst op televisie-ontvangers).

De rol van geïntegreerde circuits in de consumenten-elektronica

De consumenten-elektronica-industrie verschaft werk aan ongeveer 500.000 mensen in West-Europa, waarvan ongeveer 100.000 in de televisie-industrie. En bij dit enorme aantal is de minstens zo belangrijke elektronische componentenindustrie nog niet eens meegerekend!

Europa voelt de laatste jaren een enorme concurrentiedruk, in kosten en kwaliteit, uit het Verre-Oosten. Voor Europa

blijft dan ook als enige mogelijkheid over om technologisch zo geavanceerd mogelijk te werken.

Micro-elektronica is zo'n geavanceerde technologie, die echter niet los staat van de huidige rationaliseringstrend. De industrie wil altijd produktiever werken. Voorbeelden zijn de opkomst van de kunststoffenindustrie in de jaren vijftig, de overgang van elektronenbuizen naar halfgeleider-technologie die, vanuit dezelfde basisfysica, weer leidde tot de nu veel besproken micro-elektronica.

De snelle ontwikkeling van de IC-technologie is te danken aan onder andere de volgende punten:

- Het samenvoegen van vele losse onderdelen tot complete functionele bouwstenen leidt tot een meer **rationele fabrikage**. Dit resulteert in een prijsreductie en een kwaliteitsverbetering van het eindproduct. De consumenten-elektronica verandert van een assemblage-industrie naar meer een procesindustrie;
- **Bestaande functies kunnen beter en eleganter worden uitgevoerd** (meer uitgebreid of flexibel);
- Geheel **nieuwe functies** worden mogelijk, die met de aan IC's voorafgaande technologieën niet waren te realiseren (onbetrouwbaar, duur, volumineus).

Rationele fabrikage

Hoe zich het prijsniveau van elektronische apparatuur in de loop van de tijd heeft ontwikkeld, is te zien aan het volgende voorbeeld. Volgens een advertentie uit de Katholieke Illustratie van oktober 1937 kostte een paar schoenen rond de 6 gulden en een pak koffie 35 cent. Sinds die tijd zijn de prijzen voor dit soort produkten enorm geste-

gen! Een radio-ontvanger kostte toen echter 249 gulden. In dezelfde functies uitgedrukt is deze thans goedkoper, anders gezegd de gebruiker krijgt meer voor dezelfde prijs (zie figuren 1 en 2). Elektronica leent zich blijkbaar goed om de kosten te verlagen. Vooral de halfgeleider technologie - in het bijzonder de IC's - hebben aan een dergelijke kostenverlaging de belangrijkste bijdragen geleverd. Overigens moest men voor de optimale toepassing van de IC-technologie door een leerfase, voordat de voordelen voldoende duidelijk naar voren kwamen. De juiste ontwikkelingsrichting ontstond door een wisselwerking tussen de fabrikanten van geïntegreerde circuits en de apparatenbouwers. Iedere partij bracht zijn specifieke know-how in, een proces dat vaak 'syn-energie' wordt genoemd.

Nu iets over het internationale gebeuren ten aanzien van consumentenelektronica en geïntegreerde schakelingen.

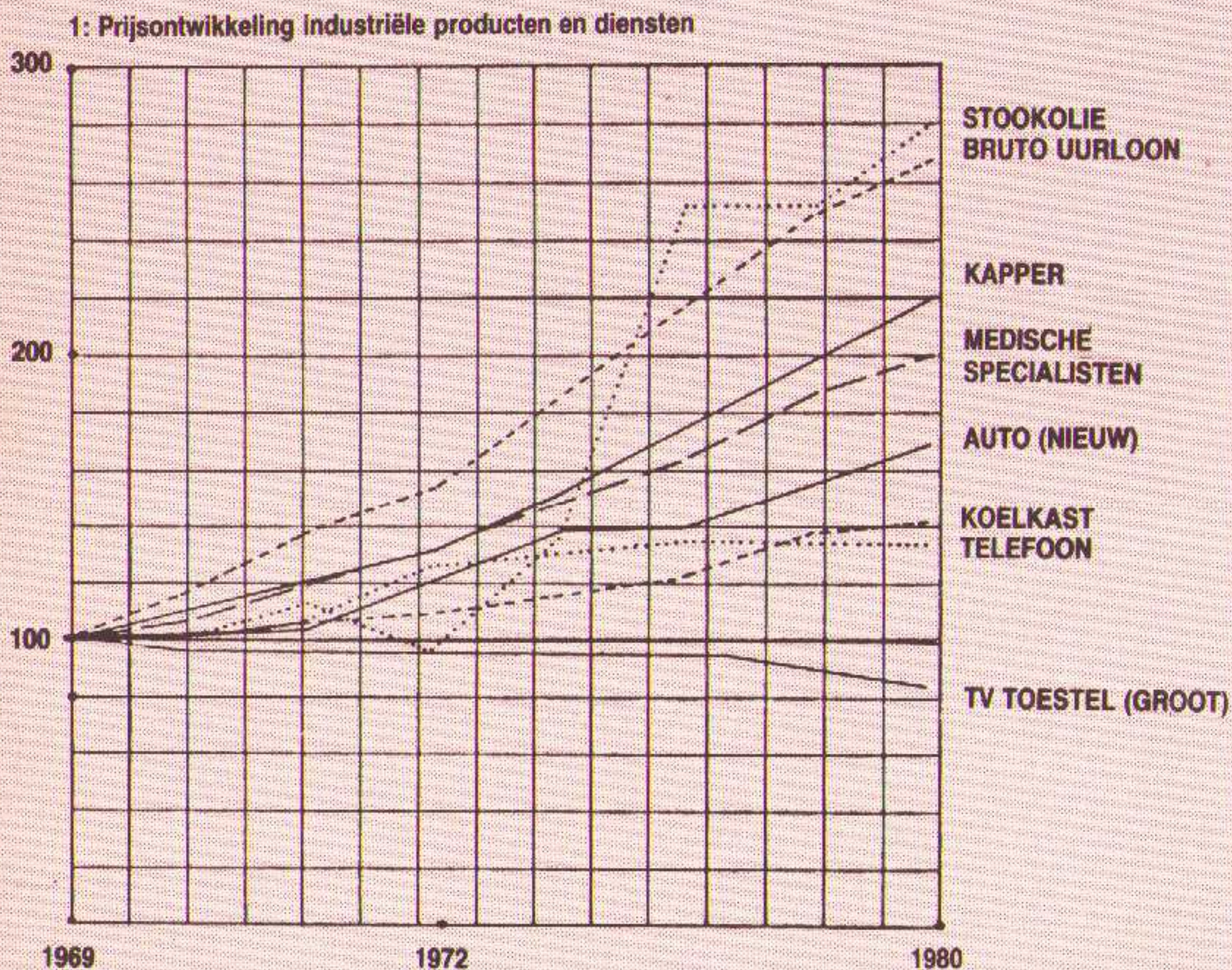
Eerder is genoemd dat de Europese consumenten-elektronica onder enorme druk staat door allerlei importen uit het Verre-Oosten (Japan, Taiwan,

Korea). Vooral Japan heeft, gestimuleerd door haar overheid, in een zeer vroeg stadium geïntegreerde circuits in zijn consumenten-elektronica toegepast. Indien een fabrikant minstens 10 geïntegreerde schakelingen per kleuren televisie-ontvanger toepaste, kreeg hij bepaalde belastingfaciliteiten. Een dergelijke gestimuleerde toepassing van nieuwe technologieën geeft een bepaalde fabrikant (of een bepaald land) een voorsprong die door andere fabrikanten/landen uiterst moeilijk is in te halen.

Landen die het traagst waren in de innovatie en realisatie van de consumenten-elektronica, hebben de grootste Japanse druk op hun markt te verwerken gekregen. Het aantal televisie-firma's dat gesloten en/of werd opgekocht door Japanse firma's is in Engeland het aanzienlijkst vergeleken met de rest van Europa. Hetzelfde geldt voor de Verenigde Staten. In beide landen beheersen Japanse ondernemingen voor meer dan 50% de markt. Verwacht wordt dat de druk uit het Verre-Oosten op Europa de komende jaren zal toenemen. Een aantal Europese octrooien op kleuren televisie-gebied lopen af en de VS houden

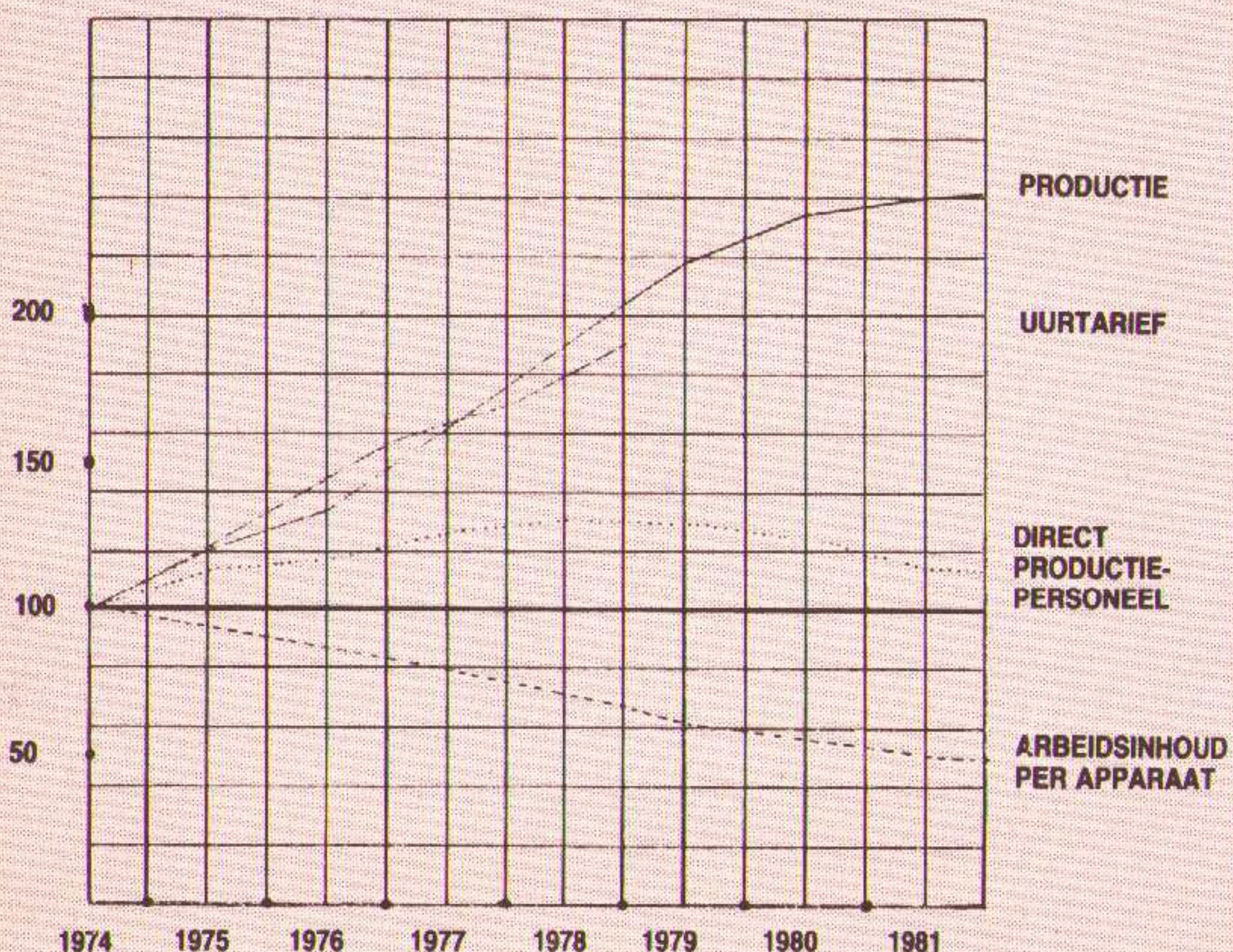
figuur 1 - Prijsontwikkeling industriële producten en diensten

figuur 2 - Arbeidsinhoud kleurentelevisietoestellen.



1

2: Arbeidsinhoud kleurentelevisietoestellen



2

hun grenzen nog tot op zekere hoogte voor de Japanse producten gesloten. Veel televisie-firma's in het Verre-Oosten zien West-Europa dan ook als een uitwijkmogelijkheid voor hun afzet.

Bestaande functies beter en eleganter uitvoeren

Bestaande functies kunnen dank zij de IC-technologie met betrekkelijk weinig extra kosten in hun specificaties worden uitgebreid. Een functie, een deelstuk van een apparaat uitgevoerd in losse transistoren, is veelal met betere eigenschappen te maken in IC-technieken. Men krijgt meer elektronica voor hetzelfde geld. Ook zijn met behulp van IC's meet- en regelsystemen economischer te maken en beter in een bestaande configuratie te voegen. Bovendien kan, mits de nodige aandacht is besteed aan de schakeling zelf, de betrouwbaarheid van de componenten aanzienlijk worden opgevoerd. Er worden immers minder onderdelen gebruikt, dus zijn er minder foutkansen gedurende de levensjaren van een apparaat. Figuur 3 toont hoe in de loop van de tijd het aantal onderdelen van het basisgedeelte van een compleet kleuren televisie-apparaat is gedaald.

Door de meer functionele opbouw van IC's in een apparaat wordt bovendien vaak ook een betere service verkregen.

Een facet dat ook van toepassing is bij professionele elektronica is het volgende: Integratie geeft de mogelijkheid om mechanische onderdelen te vervangen door elektronische. Hiermede zijn vaak elegantere oplossingen te realiseren, die ook veel meer mogelijkheden in zich herbergen. Soms is ook een nieuwe samenspel van fijnmechanica en micro-elektronica mogelijk. Een ander aspect is tenslotte de verkleining van afmetingen (miniaturisering) die dankzij de micro-elektronica worden gerealiseerd. Binnen een bestaande behuizing leidt dit tot ruim-

figuur 3 - Aantal elektronische componenten in het basisgedeelte van een kleurentelevisie-apparaat.

4 - Een bundel meetpennen bij het controleren van de werking van een dunne-filmschakeling.

tewinst, die weer kan worden gebruikt voor geheel nieuwe functies.

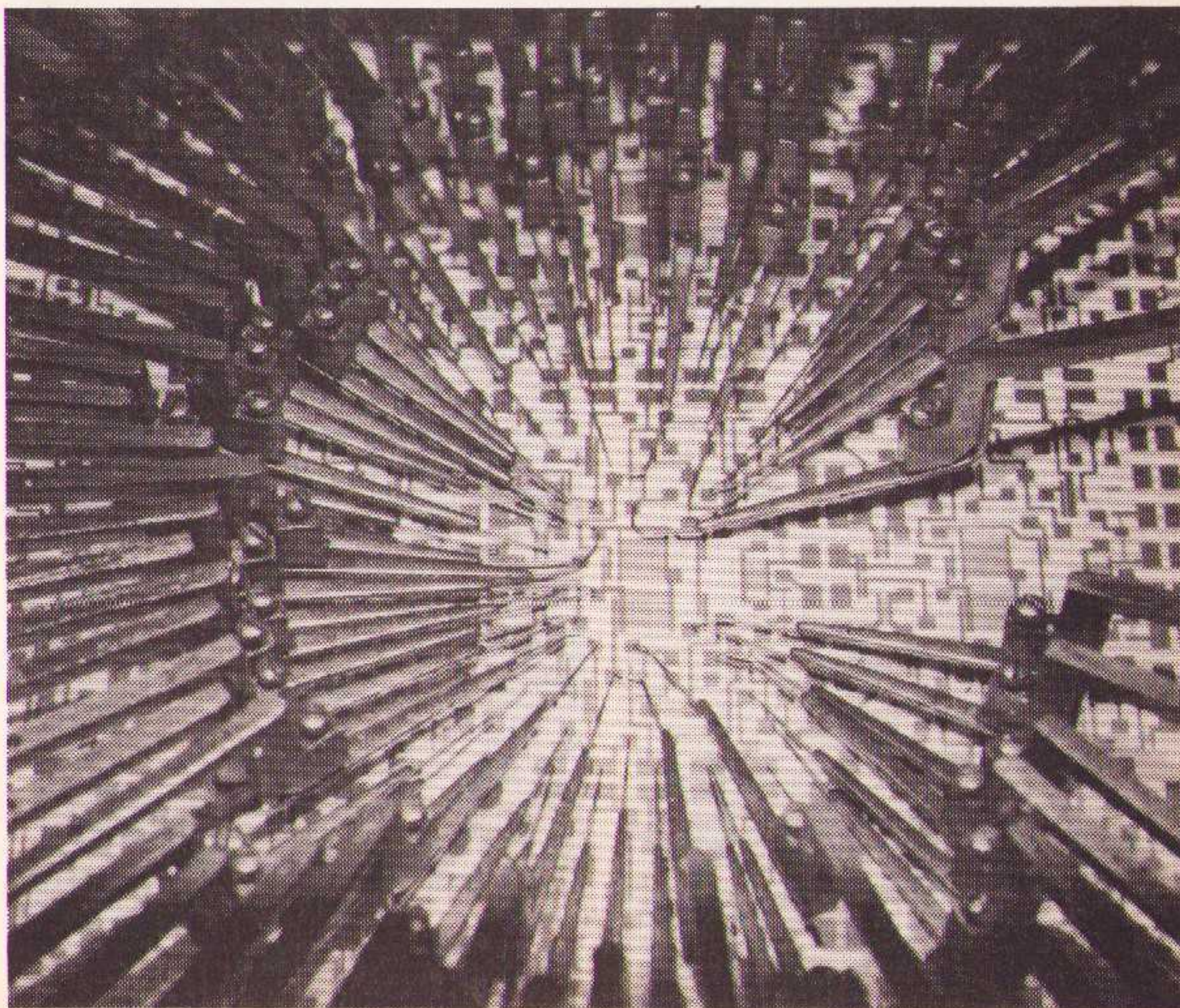
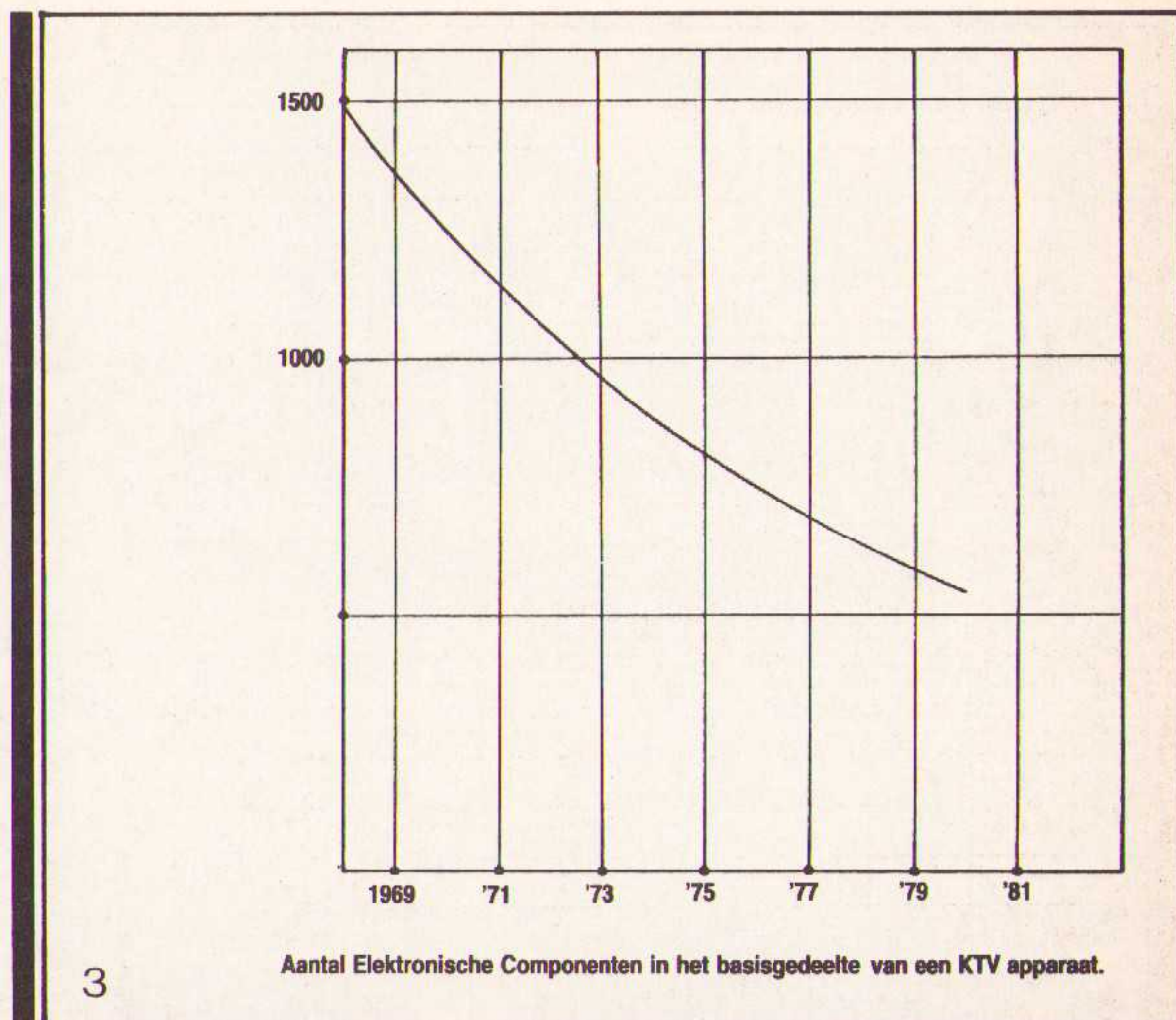
Nieuwe functies

Geheel nieuwe functies worden vrijwel allemaal mogelijk gemaakt door de introductie van de digitale elektronica. Eén van de meest wezenlijke verschillen tussen analoge en digitale elektronica, is, dat bij de laatste het aantal elementaire schakelingen nodig om een bepaalde functie te realiseren veel groter is dan bij analoge technieken. Vandaar dat aanvankelijk digitale elektronica te duur was voor de toepassing in de consumentengoederen en beperkt bleef tot de industriële wereld. De technologie van digitale geïntegreerde schakelingen is nu zo ver voortgeschreden, dat uiterst gecompliceerde functies, die duizenden tot tienduizenden elementaire schakelingen vergen, tegen zeer lage kosten concurrerend ten opzichte van de analoge schakelingen kunnen worden geproduceerd.

Hierdoor is het economisch mogelijk betrouwbare digitale signaalbewerking toe te passen in bijvoorbeeld de telefonie, audio-apparatuur, video-beeldplaat enz.

Behalve nieuwe gebruiksvormen en nieuwe en betere eigenschappen van de traditionele apparatuur, leidt dit tot de ontwikkeling van nieuwe produkten. De juiste definiëring van nieuwe produkten, mogelijk met een nieuwe technologie, zal daarbij afhangen van het vermogen om de behoefte aan nieuwe functies te leren kennen en van de creativiteit van de onderwerpen die betrokken zijn bij het 'invullen' van de nieuwe mogelijkheden. Reeds gedeeltelijk gerealiseerde voorbeelden zijn teletext, viewdata, home-computers, elektronische spelletjes enz.

Teletext is een extra informatie-medium dat via de vrije beeldlijnen van het televisie-sigitaal direkt oproepbaar is. Het medium wordt als pagina's van een boek gepresenteerd, inclusief grafische informatie op het televisiescherm.

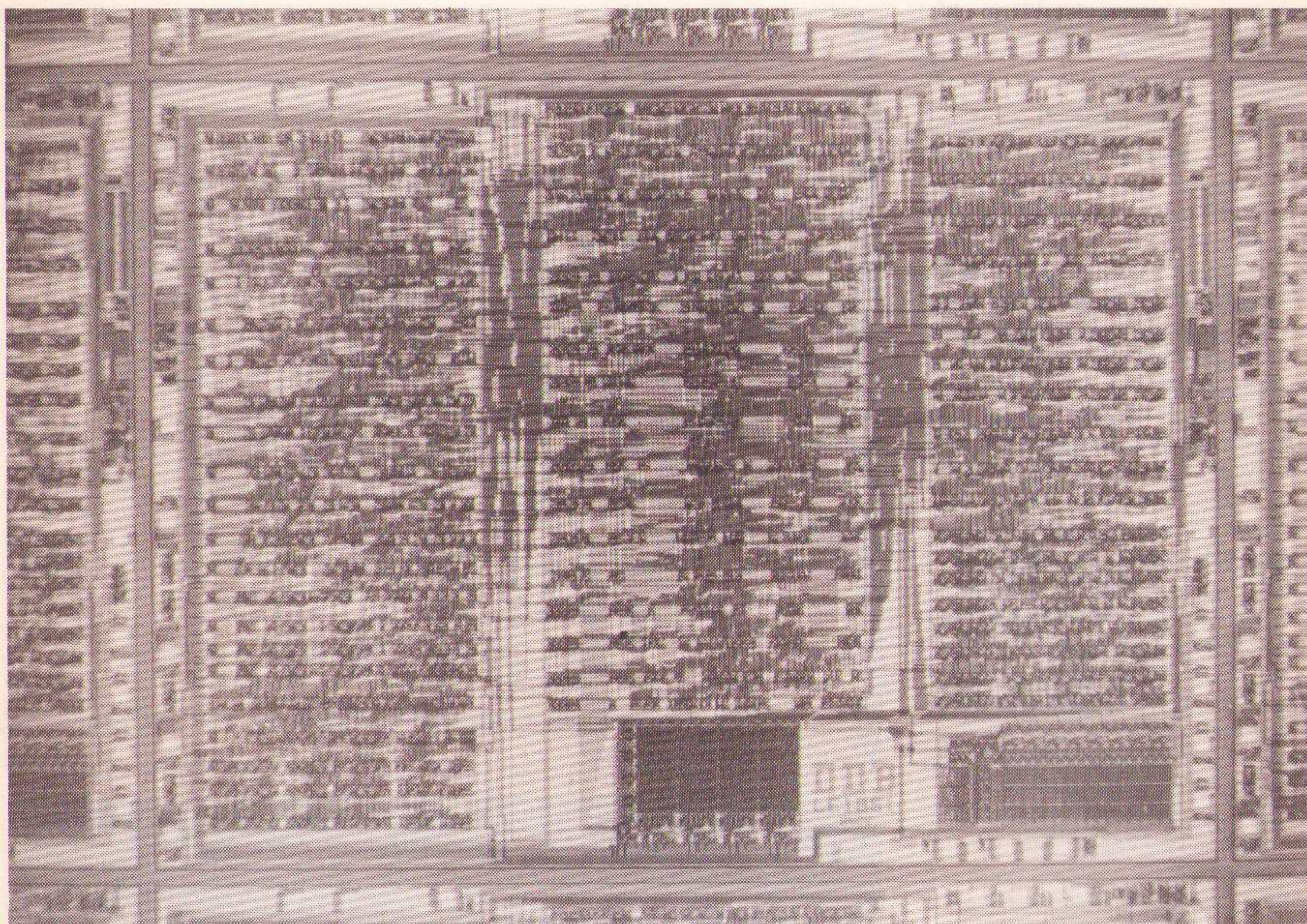


5 - D2B-interface-schakeling voor toepassing bij onderlinge communicatie tussen elektronische apparatuur (bijvoorbeeld in huis of op kantoor).

6 - Een IC op een aardbei.

7 - Een plak vol geïntegreerde schakelingen, geproduceerd door Philips (evenals de gloeilamp).

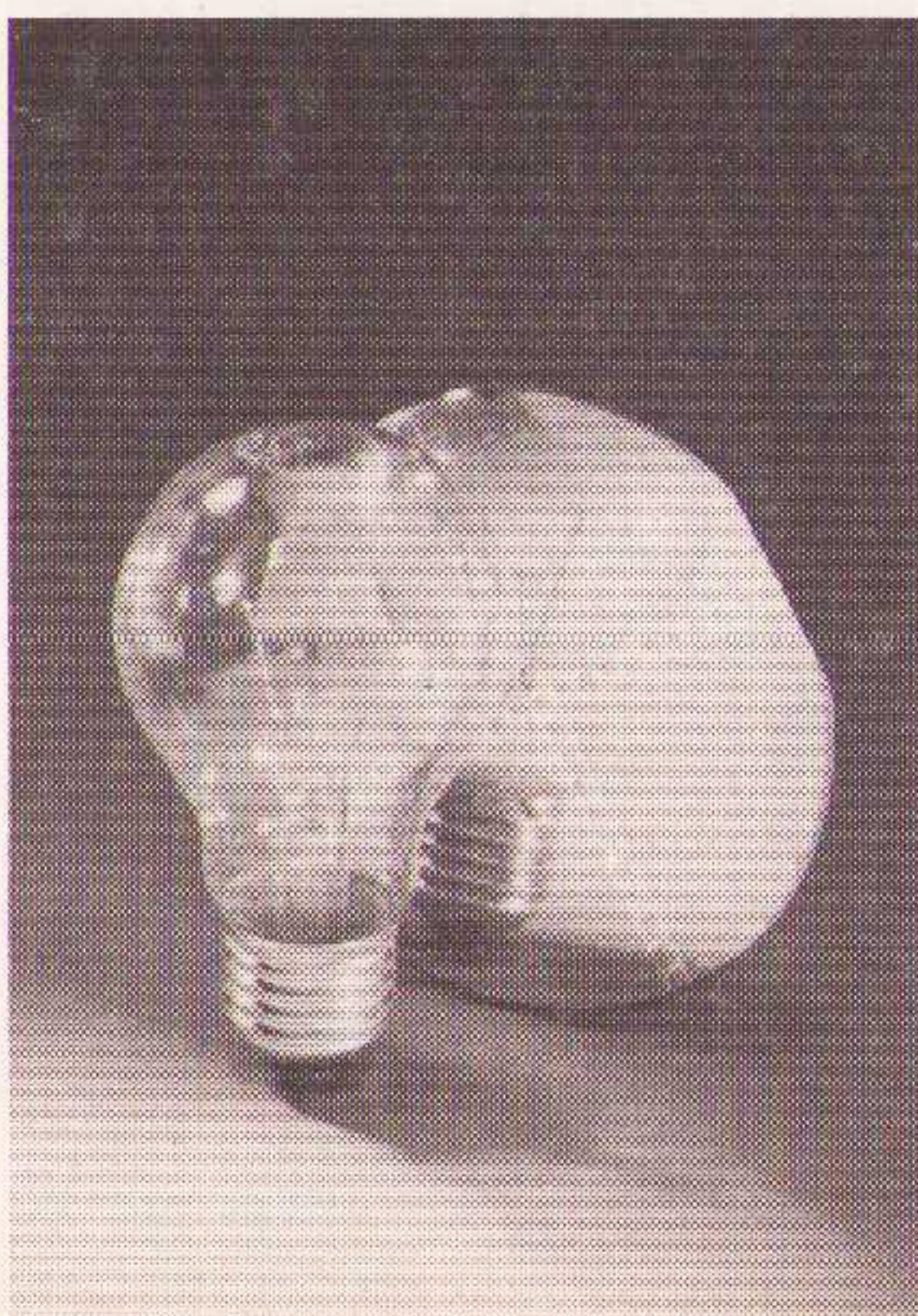
8 - De eerste, door Philips geïntroduceerde, geïntegreerde schakeling voor toepassing in een gehoorapparaat.



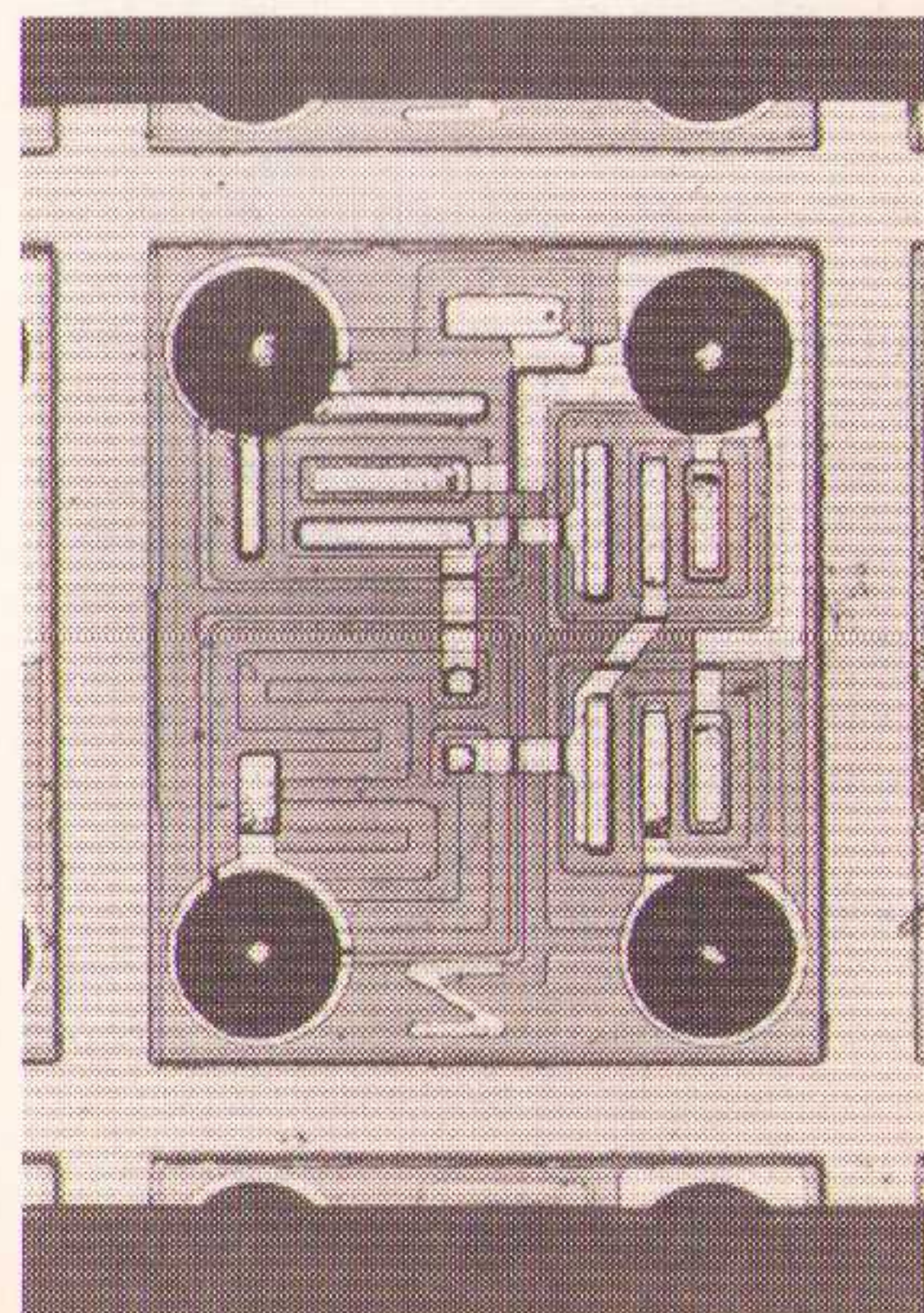
5



6



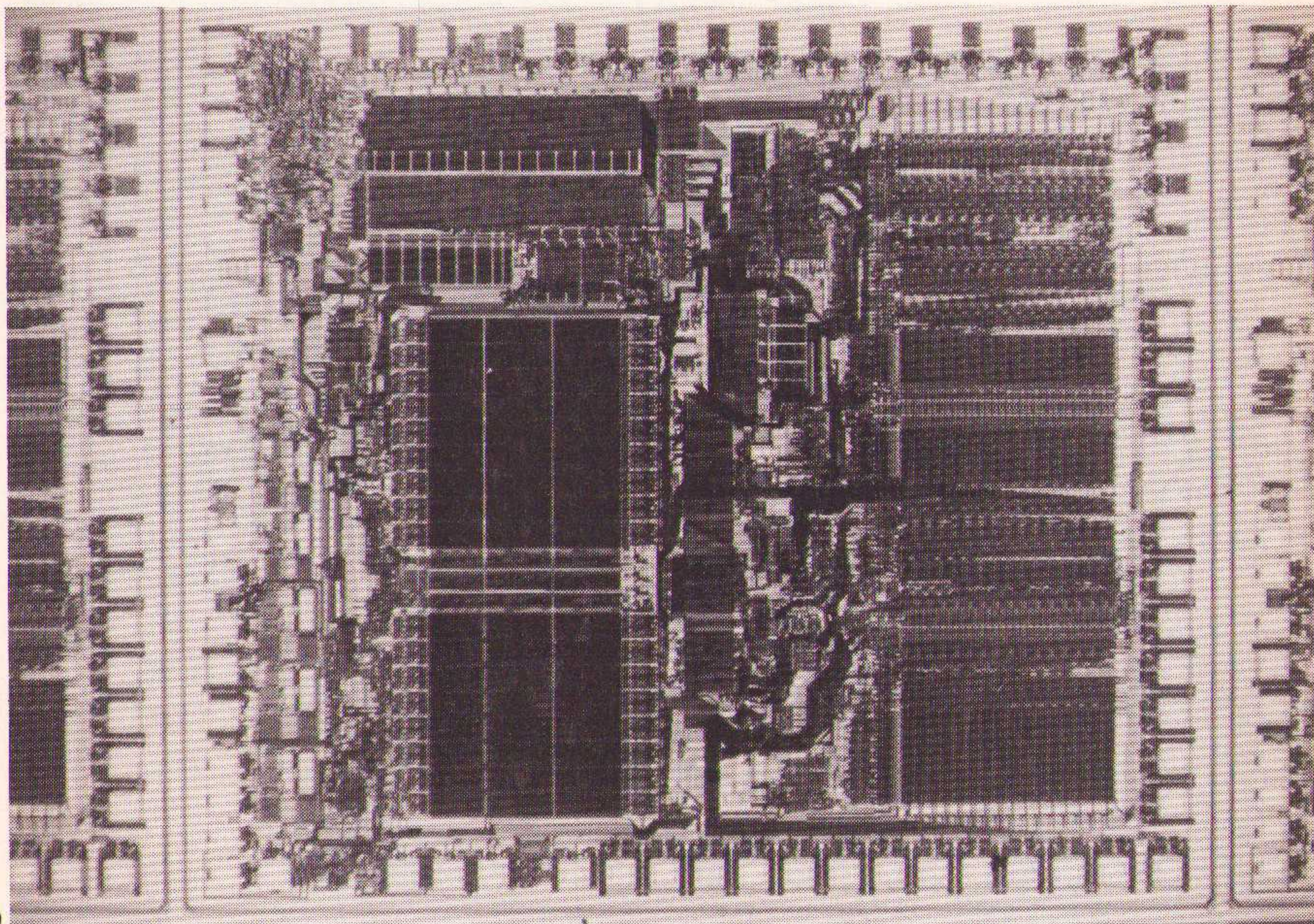
7



8

9 - 16-bits microprocessor 68.000. Een van de meest ingewikkelde IC's die vandaag de dag kunnen worden geproduceerd.

10 - Om een idee te geven van de ware grootte van de chips; een lensje met een aantal IC's op een polshorloge.



9

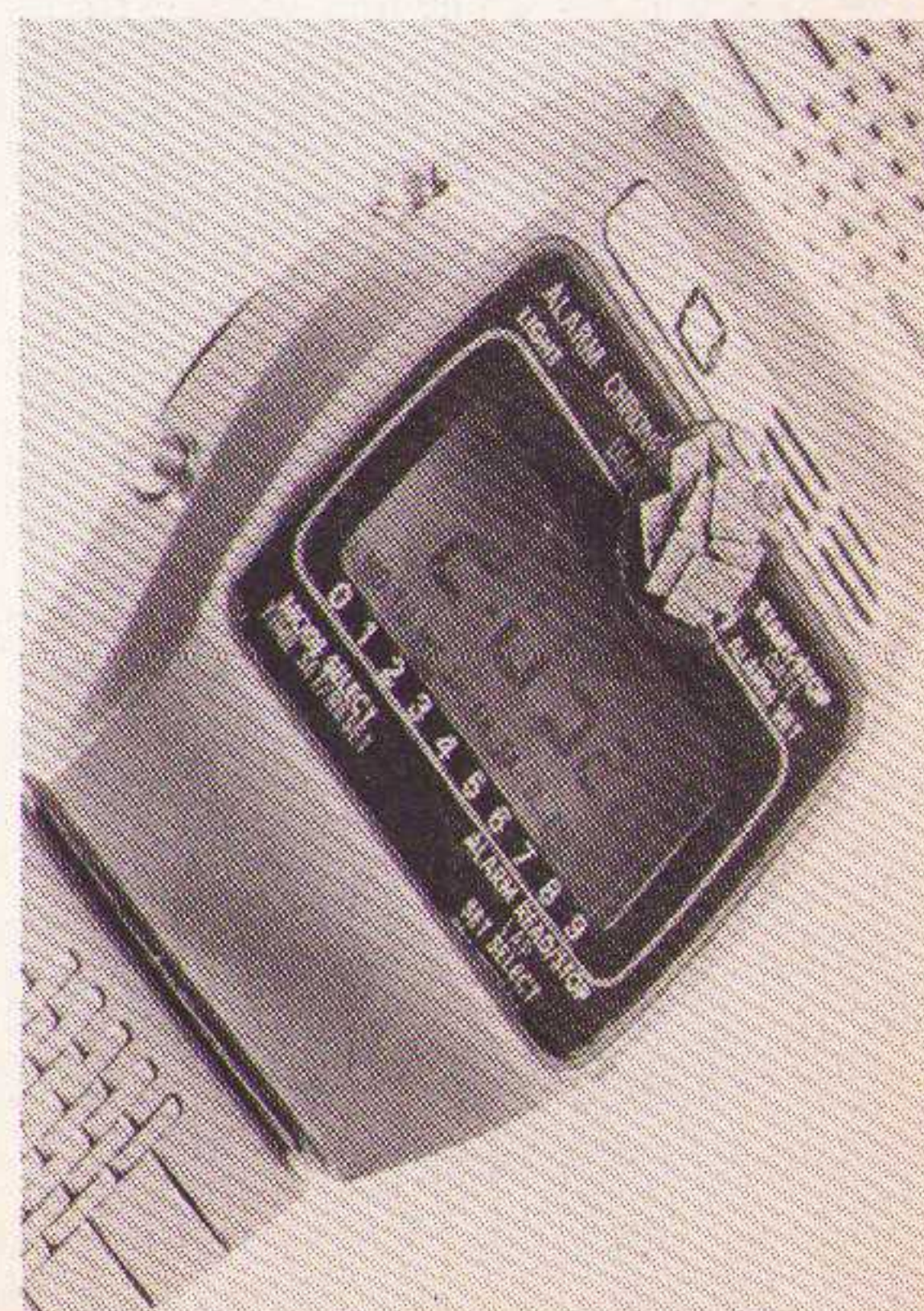
De grote snelheid van en het geheugen voor één of meer pagina's tekst, zijn eigenschappen die uitsluitend zijn te realiseren met de combinatie micro-elektronica en digitale technieken. Door de afgenomen afmetingen van de basisfuncties van een televisie-apparaat en de kleine afmetingen van een teletext decoder (beide als gevolg van ontwikkelingen in de micro-elektronica), kunnen deze in een bestaande kleurenontvanger-behuizing worden opgenomen. De afstandsbediening die uitermate handig is voor het oproepen van de teletext pagina's, is reeds geruime tijd een functie die met micro-elektronica wordt gerealiseerd.

Een andere nieuwe mogelijkheid van micro-elektronica is *viewdata*. Viewdata vormt een informatiesysteem met

telefoonleidingen als medium in plaats van een televisiekanaal als bij teletext. Een belangrijk verschil met teletext is dat met viewdata twee-richting communicatie mogelijk is. Viewdata is ontwikkeld om de bestaande reeks telefoondiensten uit te breiden. Het systeem moet toegang geven tot informatie van uiteenlopende vorm die is opgeslagen in een computer (een zogeheten database). Een dergelijk systeem zou van pas kunnen komen in een kantooromgeving met zogeheten data-terminals die zijn aangesloten op een 'in huis' database.

Viewdata leent zich zeker ook voor privé-gebruik. De kleurentelevisie-ontvanger dient dan als weergeefapparaat en is als verbindingstation aan de telefoonlijn gekoppeld.

De teletextcircuits in de kleurenont-

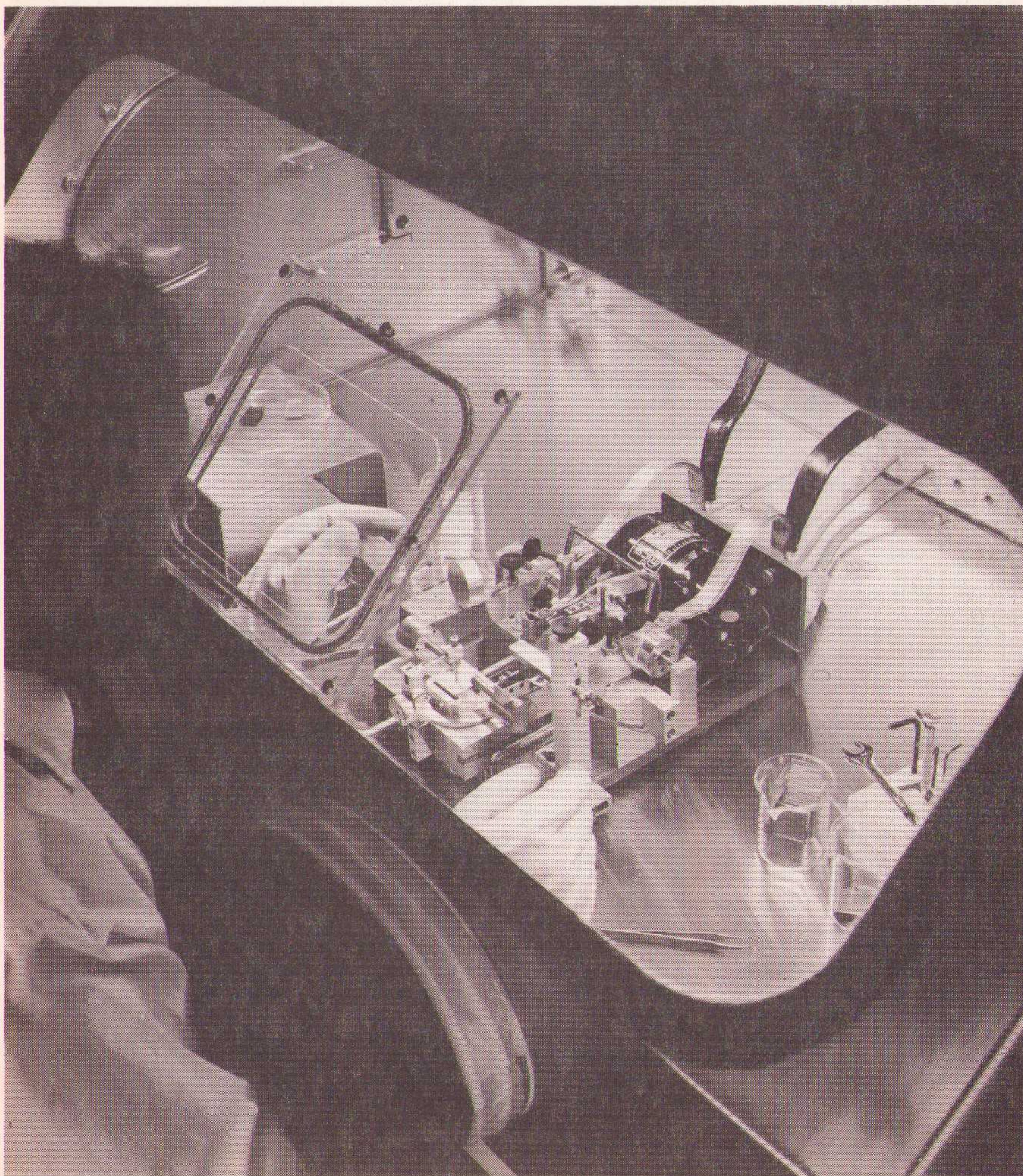


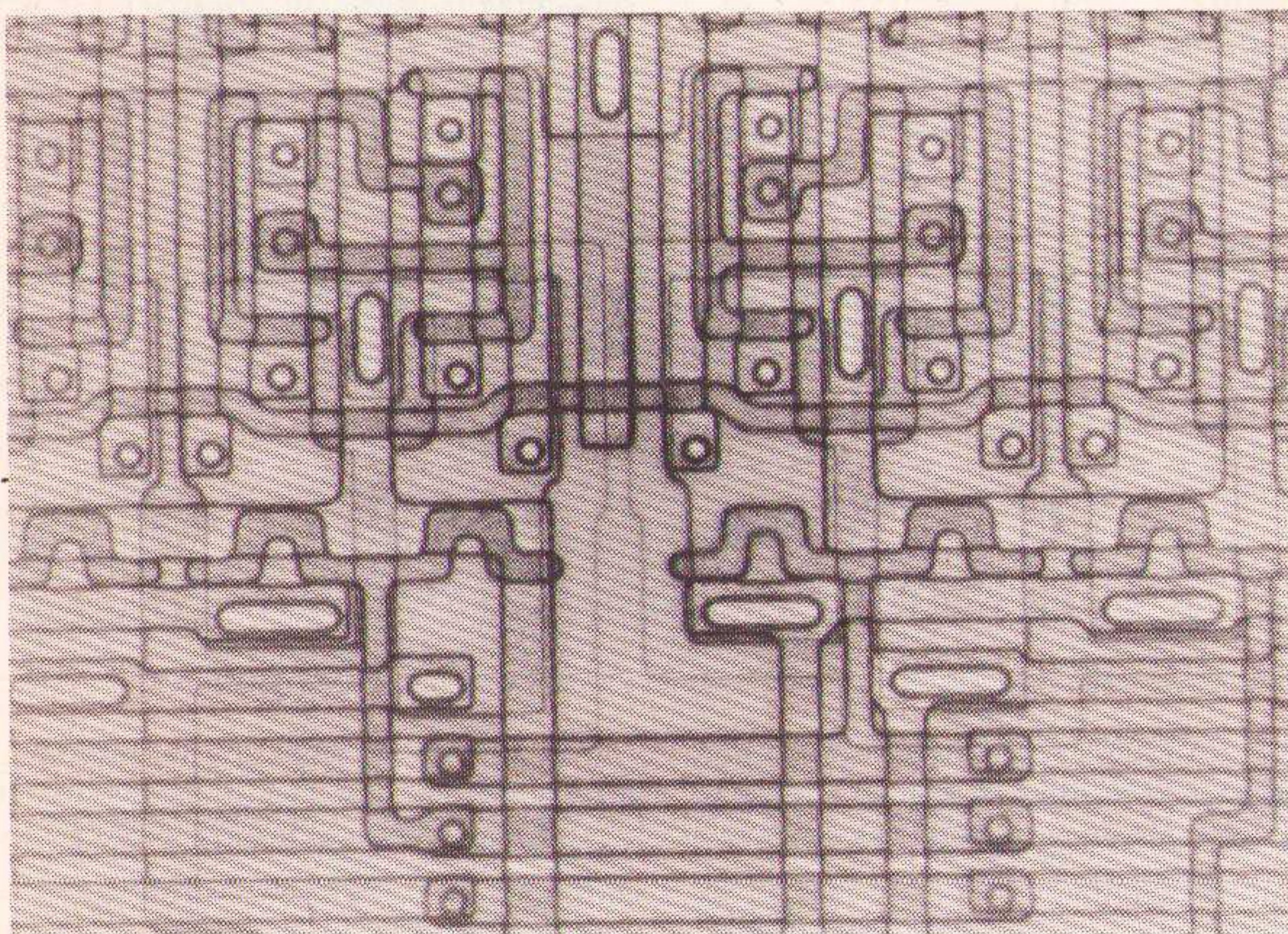
10

11 - Hybrideschakelingen voor hoogwaardige toepassingen (bijvoorbeeld in telefonie-, lucht- en ruimtevaartapparatuur) worden in een voortdurend gecontroleerde en

geconditioneerde ruimte voorzien van hermetisch gesloten omhullingen.

12 - Detail van een CMOS-schakeling.





13 - Het fotografisch belichten van een plak silicium gebeurt in een zogenaamde gele kamer. De kleding verraadt een stofarme omgeving (zie ook deel I en deel II van 'Van transistor tot chips').

14 - Met behulp van deze machine vindt ionenimplantatie plaats. Ionen worden nauwkeurig gedoteerd in de plak geschoten om zodoende de gewenste elektrische eigenschappen aan het materiaal te geven (zie ook deel I en deel II van 'Van transistor tot chips').

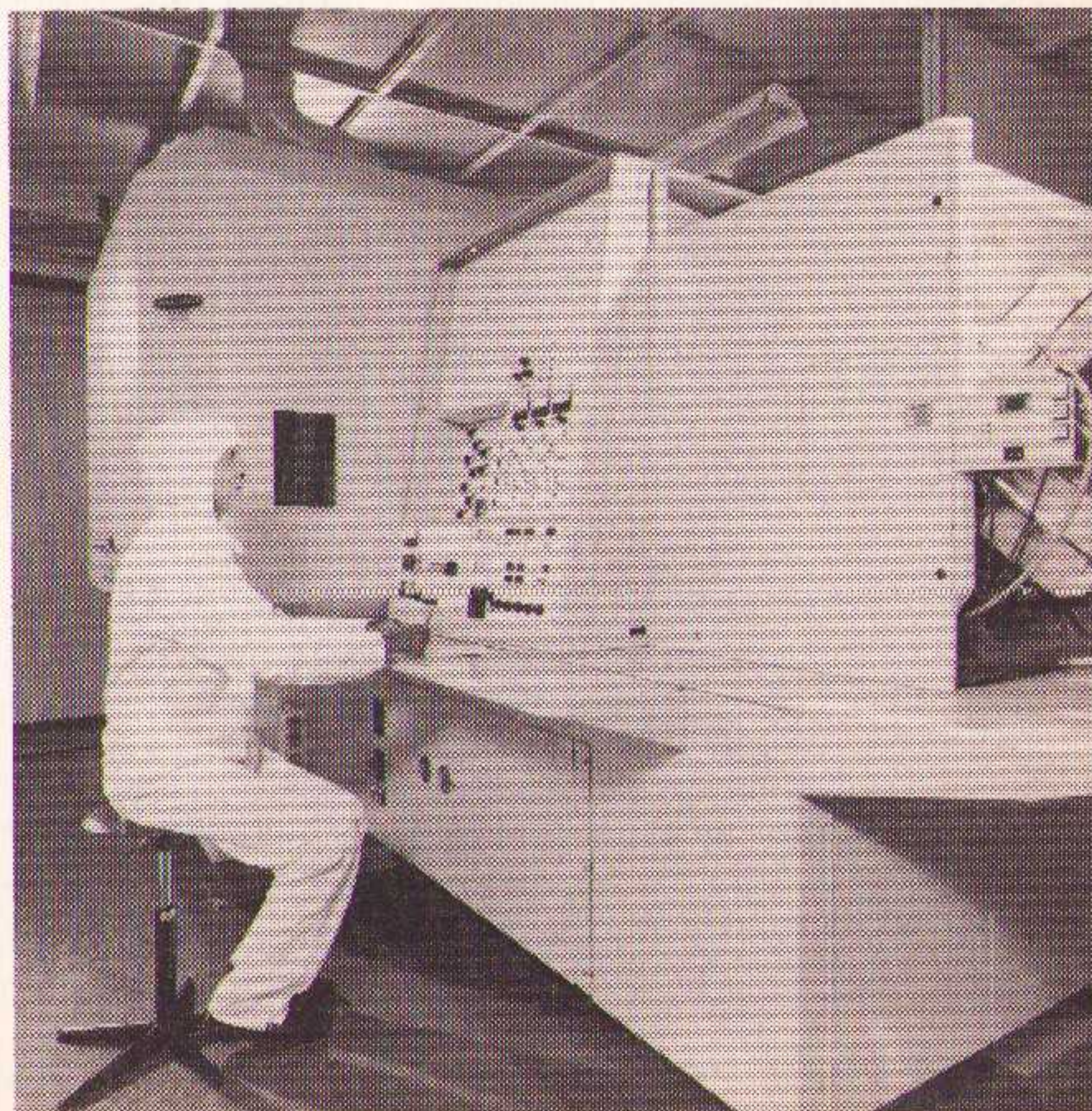
vanger kunnen wel met wat micro-elektronica geschikt worden gemaakt voor een ontvangst van viewdatasignalen.

Veel is en zal nog worden gepubliceerd over de *personal of home-computer* als toepassingsgebied voor de micro-elektronica. Ook hier weer twee richtingen: enerzijds de toepassing in kleine bedrijven, anderzijds privé. Wat de huis-toepassing betreft, belangrijk is dat het produkt vlot is te bedienen (zonder uitgebreide instructies) en dat er voldoende software voor

aantrekkelijke toepassingen ter beschikking komt. Kortom, het gaat er om dat een home-computer met zijn specificaties een 'vriendelijke' benadering naar de gebruiker heeft. Teletext en viewdata zouden dan in een dergelijke home-computer kunnen worden geïntegreerd.

Elektronische spelletjes zijn geen hoofdthema bij het gebruik van een home-computer, hooguit een aardige toevoeging. We moeten ons wel realiseren, wat voor rekenpower we nu al

in huis hebben met een rekenmachientje van enkele tientjes, dat 25 rekenfrequenties in een uiterst kleine behuizing bevat. Dat wordt met de binnenkomst van de home-computer oneindig veel groter. Zoals de elektromotor in huis op talloze plaatsen gedecentraliseerd de spierkracht heeft vervangen, zo kunnen microcomputers straks in verscheidene produkten in huis een vorm van gedecentraliseerde intelligentie brengen.



Wim Jak

Afb. 1.

Schakeling voor het detecteren van kleine spanningsvariaties. Voor de P-kanaal en de N-kanaal FET komen alle gebruikelijke paren in

aanmerking, zoals de 2N3820 en de 2N3819, resp. BF245 - BF244.

T3 = BC108

R2 = 1/2 W

Bewaak de accuspanning!

Wie economisch gebruik wil maken van een draagbaar apparaat, dat voor zijn elektrische voeding niet op het lichtnet kan worden aangesloten, maar vanuit een batterij moet worden gevoed, behoeft er tegenwoordig niet aan te twifelen, dat de moderne NiCd-accu hier in het voordeel is. De hogere kosten van de NiCd-accu komen echter alleen tot hun recht bij een hoog stroomverbruik en een langdurig gebruik van de accu. Dat hiertoe aan voorwaarden moet worden voldaan, zoals een maximale stroomafname en een maximale laadstroom, welke ongeveer 1/10 van de maximaal af te nemen stroom is, dient men goed in de gaten te houden. En vooral: als de accu elektrisch ontladen is, moet men de stroomafname staken en de batterij niet tot de laatste druppel uitmelken.

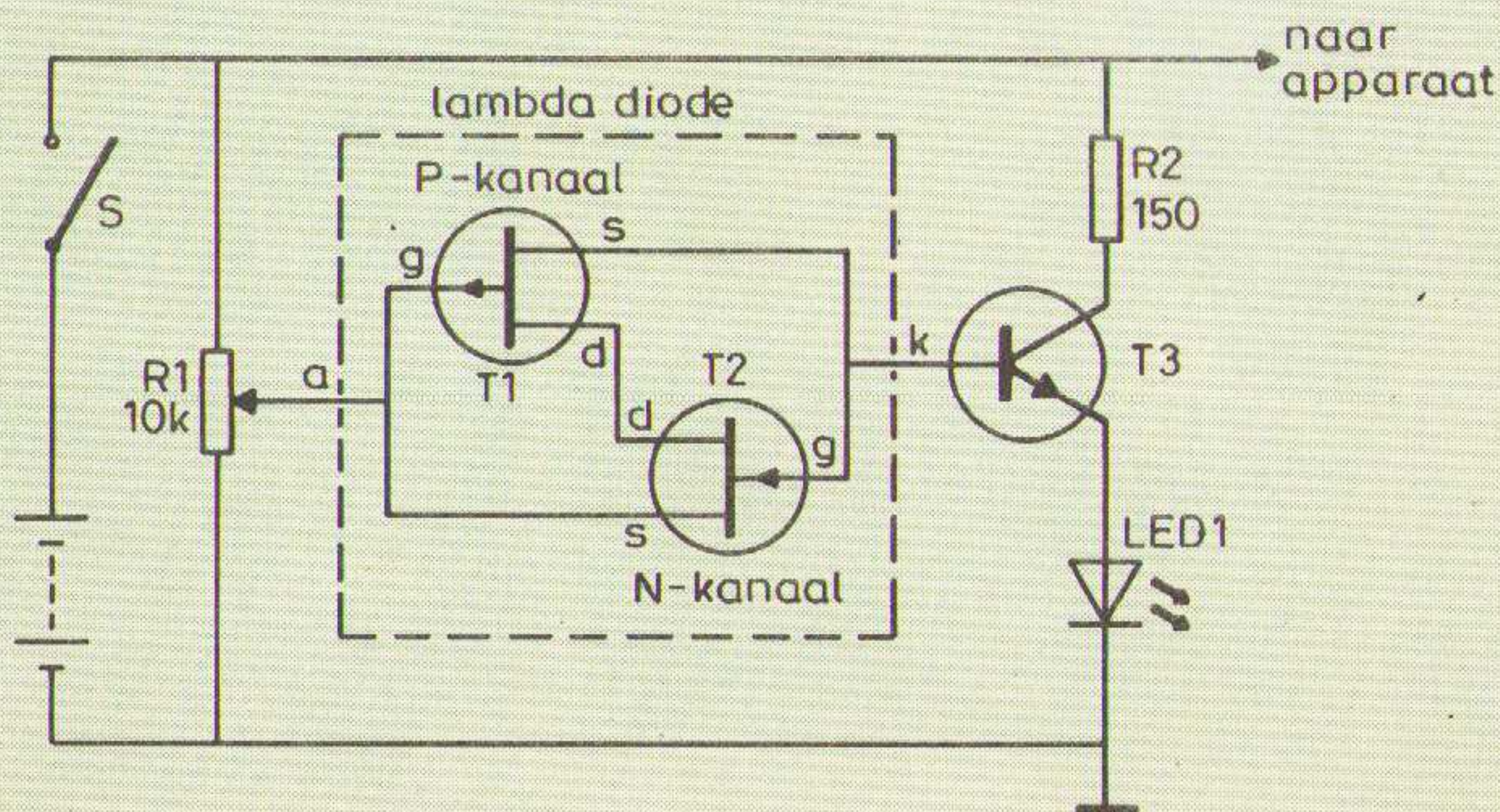
Doordat bij de zeer bekende loodaccu de klemspanning gestaag afneemt naarmate de lading van de accu daalt, hetgeen zich in het verbruiksapparaat natuurlijk duidelijk manifesteert, kan het einde van de lading nooit onopgemerkt blijven. De klemspanning van de NiCd-accu echter blijft nagenoeg constant, om pas aan het einde van de lading ineens te storten. Wie het echter zover laat komen, geraakt niet tot een optimaal gebruik van zijn NiCd-accu. Het is bepaald zeer dienstig om in het verbruiksapparaat een verklikker te hebben, die het einde van de lading voortijdig aangeeft.

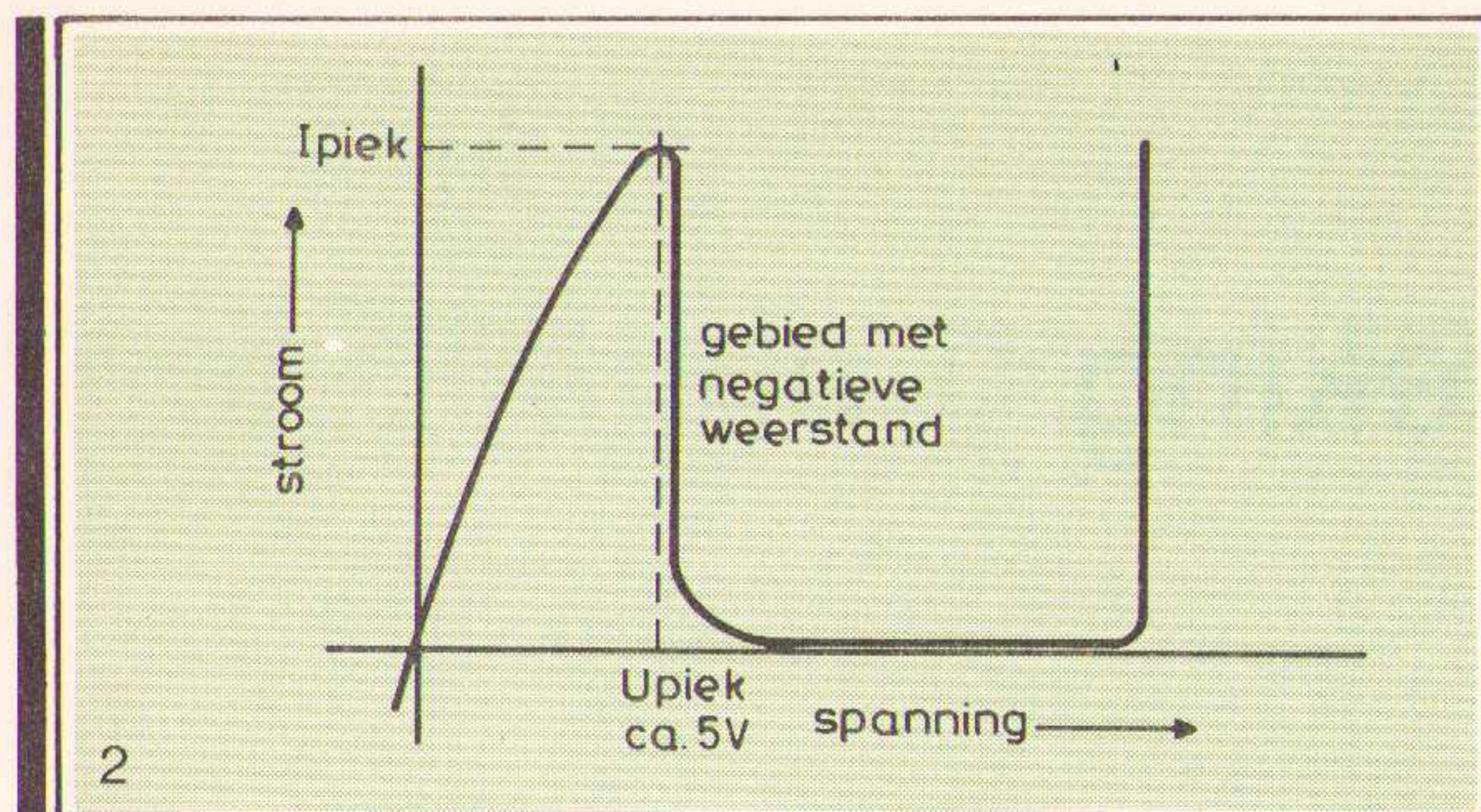
Zo'n verklikker behoeft een detector, die het geringe spanningsverschil tussen een volgeladen en een bijna ontladen NiCd-accu opspoort en dit aan een indicator doorgeeft. De volgeladen

NiCd-cel heeft een klemspanning van typisch 1,25 V. Gedurende de ontlading blijft deze spanning nagenoeg constant, tot aan het eind van zijn lading, waarbij de klemspanning snel valt tot ongeveer 1 à 1,1 V.

In de praktijk hebben we echter geen detector nodig, die het spanningsverschil van 0,15 V van één cel detecteert, want meestal wordt het apparaat uit een batterij van aaneengeschakelde cellen gevoed. Bij de 6 V en 9 V accu mogen we op variaties van 0,75 à 1 V rekenen en deze nu laten zich zeer elegant opsporen met behulp van een bijzondere combinatie van P-kanaal en N-kanaal FET, die als lambda-diode de geschiedenis zal ingaan, zie afb. 1.

De karakteristiek van de lambda-diode is weergegeven in afb. 2. Daarin zien





we hoe uit een lineair toenemende spanning over de diode, een bijna lineaire, maar niet echt lineaire stroom vloeit tot een bepaalde plek, waarboven de spanning over de diode kan toenemen, zonder dat daar verder nog een stroom uit volgt. Het bijzondere deel van deze karakteristiek is natuurlijk waar toenemende spanning een direct wegvallen van de stroom tot gevolg heeft; dat is een gebied met ne-

gatieve weerstand. De grote snelheid van deze sprong is met name interessant als we de spanning over de lambda-diode wederom verlagen en terecht komen in het punt, waar hij zijn maximale geleiding toont. Dit gedrag maakt dat de lambda-diode zich ertoe leent om als detector voor onze accudinding-bewaking te worden gebruikt. Omdat de Lambda-spanning 5 V bedraagt, kan deze samenstelling geen

spanningen bewaken die kleiner dan 5 V zijn. Ergo, omdat de lambda-diode onvoldoende stroom kan trekken om de indicator, een LED, voldoende uit te sturen, behoeft hij ook nog eens een schakeltransistor met een basis-emitterovergang en in afb. 1 is te zien dat daarmee in serie ook nog eens een LED staat, die bijna 2 V opsoupeert. Dat maakt onze bijzondere samenstelling net geschikt voor de bewaking van de in ons vak bij uitstek gebruikte 9 V accu's. Voor het instellen van de drempel van deze en elke hogere accu-spanning, voorziet de schakeling in de potmeter R1. Wanneer men de drempel niet lager dan 9 V kan instellen, kiese men een ander stel FET's. Bij elke hogere spanning dan 9 V kiese men de waarde van R2 evenredig groter.

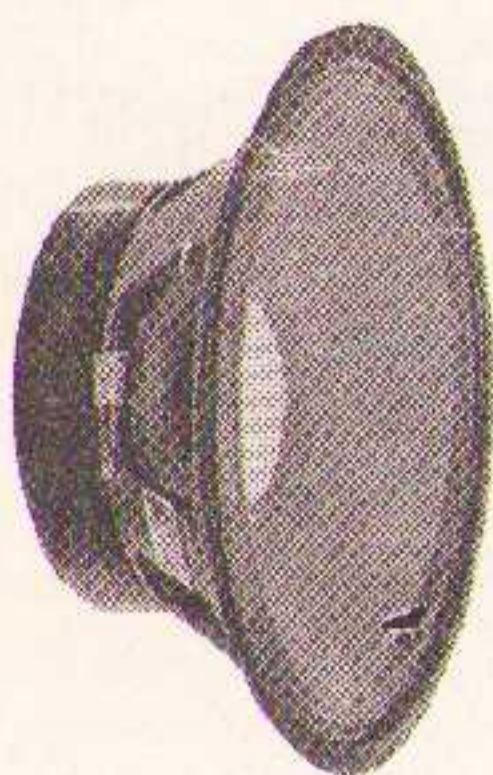
ELECTRONICAHUIS



B.V.

Het bewijs dat goed niet duur hoeft te zijn.

STANDAARD RANGE



Deze basis-types van Fane bieden u in alle gangbare afmetingen een compleet programma speakers voor elke toepassing; een grote omzet maakt het mogelijk u in deze range kwaliteit, rendement en vermogen te bieden tegen zeer concurrerende prijzen. Voor de meest voorkomende situaties heeft de Fane standaardrange de juiste speaker voor u.

POP 35	8"	35 watt	78.-
POP 40	10"	40 watt	98.-
POP 50	12"	50 watt	125.-
10 GD	12"	60 watt	145.-
Classic 12/80	12"	80 watt	189.-
Classic 12/100	12"	100 watt	198.-

AANBIEDING

5 x AC 128	5.-	10 x BC 558 B	1.50
2 x AC 187/188K	6.-	5 x 2N 708	3.50
5 x BF 338	6.-	5 x CA 3140 E	7.00
1 x BU 126	4.-	1 x TBA 970	5.00
10 x BC 300	6.-	1 x TCA 270	7.00

ENSCHDEDE, De Heurne 30-32 – Tel. 053-315169
 FILIALEN: Hengelo, Telgen 11.
 Almelo, Marktstraat 12
 Zwolle, Oude vismarkt 29

Alle prijzen zijn incl. BTW echter zonder verzendkosten, rembours + f 9,- bij vooruitbetaling op giro 821971 + f 6,50
 Advertentieprijs zijn alleen voor deze maand geldig, zo lang de voorraad strekt.

Boekbespreking

Video-games, alle spelcomputers en 120 spelcassettes getest.

Willem Bos

Ook op het video-game terrein hebben zich vele fabrikanten begeven. In Nederland zijn video-games dan ook in verschillende systemen verkrijgbaar, waarbij het kenmerk is, dat de spelcassettes van de diverse apparaten niet uitwisselbaar zijn. Begrijpelijk is dan ook, dat veelal de vraag wordt gehoord: wat is het beste apparaat, of welke fabrikant heeft de leukste of mooiste spelen? Dit boek tracht op deze vraag een antwoord te geven door niet alleen de apparaten zelf te beschrijven, maar ook een overzicht te geven van vrijwel alle op dit moment in de handel zijnde spelcassettes van diverse fabrikanten. Nagenoeg alle beschreven spelen zijn getest door zeven onafhankelijke testteams, waarvan zowel kinderen als volwassenen deel uitmaakten. Na een korte inleiding over het ontstaan van de video-spelletjes komen tevens de volgende onderwerpen aan de orde: wat zijn video-games en hoe werken ze; zijn video-games schadelijk voor uw tv; waar moet u op letten bij de aanschaf van een spelcomputer; welk merk heeft de beste spellen; voor welke leeftijden is een game geschikt; spelvarianties en moeilijkheidsgraad. De auteur, een bekend video-expert en video-gamefanaat, beschrijft uitgebreid de vier merken spelcomputers, die nu verkrijgbaar zijn: Atari, Audio-Sonic, Philips en Intellivision. Hierna volgt een test van drie speciale joysticks. Vervolgens worden 120 video-games gedetailleerd besproken, ingedeeld naar merk. Elke spelbeschrijving wordt afgesloten met een beoordeling over het tv-beeld, de moeilijkheidsgraad, het aantal spelers, een jeugdwaardering en een volwassenenwaardering, uitgedrukt in een cijfer tussen 1 en 10. Tevens wordt vermeld of een spel geschikt is voor kinderen of juist voor volwassenen. De foto's bij de spelletjes maken het geheel nog duidelijker. In het hoofdstuk „Video-games top tien” worden lijsten gegeven per merk van de populairste spelletjes. Ook voor hen die al een spelcomputer bezitten, kan dit boek waarde hebben. Het laatste hoofdstuk handelt namelijk over een groot aantal strategieën voor een heleboel spelletjes om een zo hoog mogelijk punten-aantal te bereiken. Al met al is dit boek een goede gids voor hen die een spelcomputer



willen en vergemakkelijkt het de keuze voor de aanschaf van spelcassettes enorm.

A.W. Sijthoff's Uitgeverij BV

ISBN 90 218 3204 6

Prijs: Fl. 12,50

S. J. Hellings

Het digitale gebeuren (3)

DE C-MOS (COS-MOS)

De nieuwe ontwikkeling op het gebied van de I.C.'s geschieden in hoofdzaak op CMOS-gebied, deze ontwikkelingen gaan zo snel en zijn zo veelbelovend, (een ware revolutie op IC-gebied) dat we de vinger goed aan de pols moeten houden.

In het voorafgaande artikel hebben we reeds het fundamentele verschil tussen de T.T.L.-techniek en de C-MOS vermeld - de TTL is gebaseerd op de „conventionele” bi-polaire transistorotechniek en de C-MOS op de FET (field-effect transistor) techniek. Terwijl bij de toepassing van bi-polaire discrete componenten de transistor-techniek overheerst, treedt er in de IC-techniek juist een snelle verschuiving op in de richting van de FET-techniek. Er is echter een belangrijk verschil tussen de toepassing van de FET-techniek bij de discrete componenten en in de I.C. techniek in het eerstgenoemde geval wordt vrijwel uitsluitend de verarmings-FET (depletion-FET) toegepast, in het tweede geval juist de verrijkings-FET (enhancement-FET).

De verrijkings-FET is uitermate geschikt als schakelelement in een poort, omdat deze zonder sturing vrijwel

geen stroom opneemt (enkele nano-A!) waardoor de C-MOS schakelingen zo uitermate zuinig zijn; dat dit, in het bijzonder voor batterij-gevoede apparatuur van uitermate veel belang is zal wel geen nader betoog van node hebben. De C-MOS schakelingen vertonen enige overeenkomst met de FET-schakelingen, nl. een zeer hoge ingangsimpedantie (dus een uitermate geringe besturingsenergie) en een vrij hoge uitgangsimpedantie. In tegenstelling tot de TTL neemt de energieopname bij de C-MOS vrijwel evenredig met de frequentie van de klok toe (zie ook fig. 10); schakelingen „in rust” nemen daarbij vrijwel geen energie op, waardoor het mogelijk is, geheugens lange tijd vast te houden zonder (noemenswaardige) energie-toevoer, hierdoor is weer een geheel nieuwe categorie van schakelingen mogelijk. De voordelen van C-MOS t.o.v. TTL zijn:

- a) Zeer laag energiegebruik - de „statische dissipatie” bedraagt slechts ca. 10 nW per poort.
- b) Groot gebied van de toelaatbare voedingsspanning; dit loopt van ca. 3-18V, terwijl TTL-gebonden is aan $5V \pm 5\%$. Hier kunnen C-MOS schakelingen gemakkelijker in bestaande apparatuur ingepast worden.
- c) Het temperatuursgebied is veel hoger dan de „standaard” TTL, de C-MOS loopt van -40 tot $+85^\circ\text{C}$, de standaard TTL van $0-70^\circ\text{C}$.
- d) Door de zeer hoge ingangsimpedantie kan 1 C-MOS uitgang een vrijwel onbeperkt aantal ingangen „besturen” (b.v. 40 stuks); hierdoor is de „Fan-Out” zeer groot.

e) Door de veel hogere voedingspanning van de C-MOS en het veel beter gedefiniëerde omslagpunt bij de C-MOS is de storingsmarge bij C-MOS veel groter dan bij TTL; dit voordeel wordt echter deels tenietgedaan door de hoge impedantie's in het C-MOS circuit!

f) De zeer hoge „pakkingsdichtheid” maakt tal van ingewikkelde schakelingen in een klein volume mogelijk; voor LSI en VLSI is de C-MOS het aangewezen medium.

g) Door de veel kleiner stromen in de print is de lay-out veel gemakkelijker en de kans op magnetische overspraak veel geringer.

Natuurlijk is niet alles rozengeur en maneschijn. Aanvankelijk had de C-MOS de volgende bezwaren:

- a) Gevoeligheid voor statische ladingen - deze ontstaan door de combinatie van een capacitieve ingang met een zeer hoge isolatieweerstand (Tera-Ohm's!): deze spanningen konden zo hoog oplopen (meer dan 800V!), dat hierdoor het isolatie-laagje van Silicium-oxyde werd vernield. Ten einde dit tegen te gaan, worden in- en uitgangen door middel van diodes beveiligd en wel zodanig, dat deze gaan geleiden, zodra de ingangsspanning onder U_{ss} (meestal 0-V) komt of boven de voedingsspanning U_{DD} . (Zie ook fig. 5a en 5b).
- b) De C-MOS is langzamer dan de TTL; tegenover 10 nsec. bij de TTL staat 40 nsec (bij 5V) bij de C-MOS; dit resulteerde in een lagere frequentie voor flip-flop's, delers, e.d. Bij hogere spanningen echter wordt de C-MOS steeds sneller terwijl er nu nieuwe

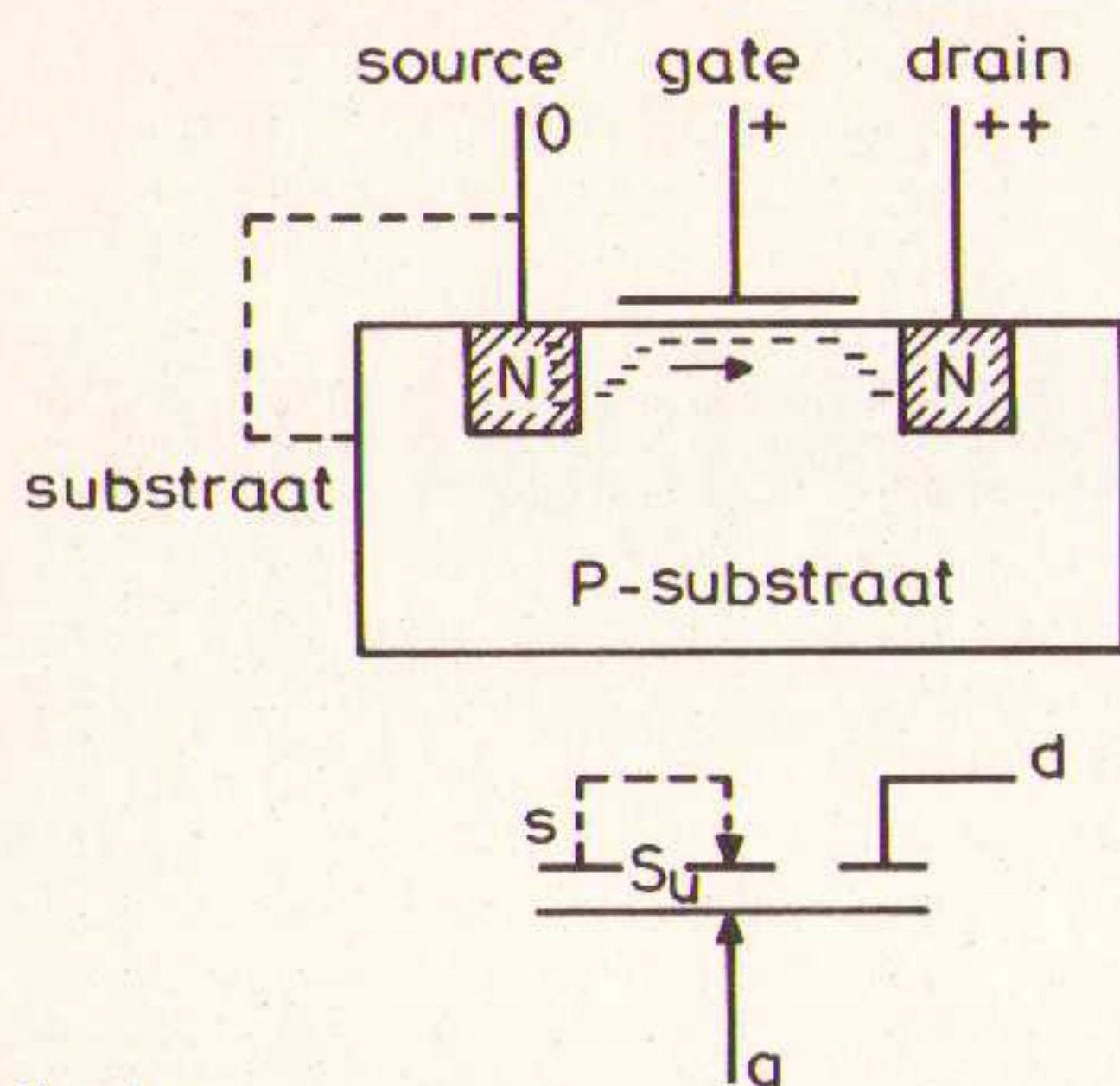


fig. 1a

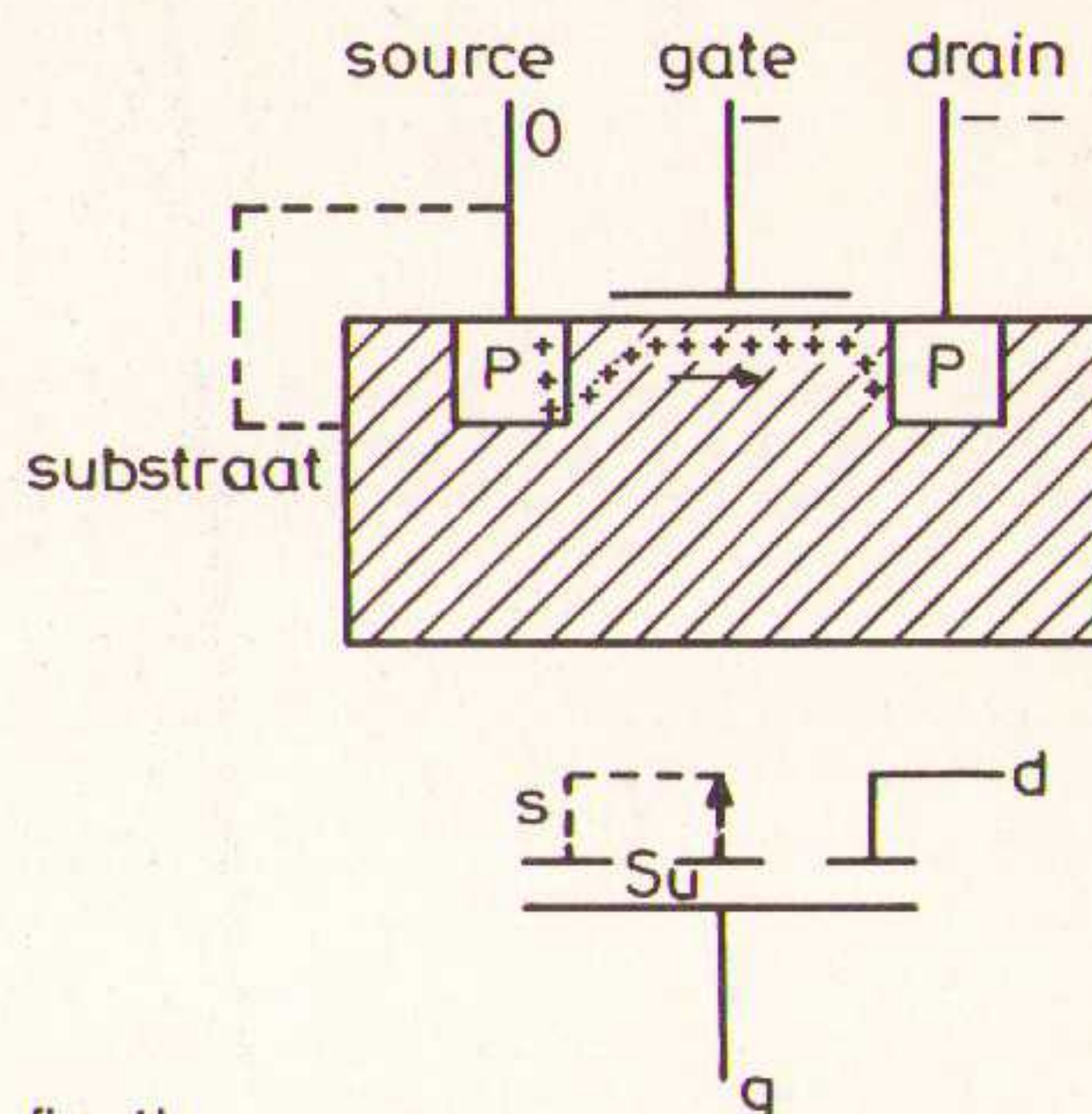


fig. 1b

ontwikkelingen aan de gang zijn, de z.g.n. Q (quick)-C-MOS die ook bij 5V even snel zijn als de standaard TTL. c) De C-MOS uitgang kan bij 5V voeding onvoldoende stroom leveren (sourcen) resp. opnemen (sinken) om een TTL (standaard) aan te kunnen sturen; hierdoor zijn C-MOS en TTL niet zonder meer „compatibel” (zie ook fig. 9a en 9b). Alleen de speciale uitgangen van de „buffers” waren sterk genoeg, om één of meer TTL-poorten aan te sturen. Ook dit punt is sterk verbeterd en de nieuwe Q-MOS, in het bijzonder de T-serie, is „pen-compatibel” met de TTL hetgeen zeggen wil, dat in vele schakelingen de TTL-unit zonder meer vervangen kan worden door de C-MOS met als extra voordelen het veel lagere energieverbruik en de veel hogere marge in de voedingsspanning, waardoor stabilisatie meestal overbodig is.

Het principe van de N-MOS en de P-MOS

Alvorens we verder iets kunnen zeggen over de eigenschappen van de C-MOS is het nodig, dat we ons iets verdiepen in de technische achtergronden van N- en P-MOS, beide systemen worden toegepast en zijn geheel te vergelijken met NPN- en PNP-transistoren.

In de fig' 1a en 1b zijn resp. de N-MOS en de P-MOS afgebeeld.

Een N-MOS „transistor” is opgebouwd op een P-substraat (P-gedoteerd Si.) met daarin twee „eilandjes”

van N-Si; deze eilandjes vormen resp. de „source” (bron, waar de stroom ingaat) en de „drain”, (afvoer, waar de stroom afgenomen wordt); drain en source zijn in principe verwisselbaar. Op het substraat tussen de beide eilandjes is de gate („poort”) elektrode aangebracht, hiervan geïsoleerd door een zeer dun laagje SiO_2 ; deze elektrode werkt geheel „capacitief”, vandaar de zeer hoge ingangsimpedantie. Meestal is de source verbonden met het substraat; zolang de Gate-spanning negatief of nul is, kunnen er geen elektronen vloeien van de Source naar de Drain, daar beide diodes „in sper” staan.

Leggen we nu aan de Gate een positieve spanning t.o.v. het substraat, dan worden in het P-gebied vrije elektronen geïntroduceerd die de Drain kunnen bereiken, zodoende vloeit er een elektronenstroom van de Source naar de Drain (N-kanaal MOS, NMOS). In fig. 2 is de grafiek weergegeven met I_D als functie van de aangelegde Gate-Source-spanning bij constante spanning tussen Drain en Source.

Eenzelfde verhaal geldt ook voor de P-Mos, weergegeven in fig. 1b, waarbij de geleiding tussen de Drain en Source plaats vindt met behulp van gaten (P-kanaal); hierbij moet de Gate-spanning negatief zijn t.o.v. het substraat.

Nu zouden we een N-MOS kunnen toepassen in combinatie met een weerstand in de Drain, zoals dat bij een FET gebruikelijk is; hierdoor ontstaat een inverterende poort; toch

wordt deze methode niet toegepast, omdat daarbij steeds stroom verbruikt zou worden, terwijl de overgang bovendien „te slap” zou plaatsvinden. Om hierin verbetering te brengen, gaan we nu een N-MOS in serie schakelen met een P-MOS volgens fig. 3a en 3b, waarbij een vrijwel ideale poort ontstaat.

In beide gevallen is de Source verbonden met het substraat; zolang de ingangsspanning U_i laag is, zal de N-MOS dicht zitten en de P-MOS geleiden; de uitgangsspanning is hoog (onbelast ca. 0,05V onder de voedingsspanning U_{DD}). Neemt U_i geleidelijk toe, dan gaat de N-MOS eveneens geleiden, terwijl de P-MOS nog open staat; de uitgangsspanning U_u zal iets afnemen. Nadert de ingangsspanning de halve voedingsspanning, dan staat de N-MOS geheel open; de uitgangsspanning daalt snel, totdat bij de halve voedingsspanning de P-MOS dicht gaat en de N-MOS geheel open staat; de uitgangsspanning zakt snel naar een zeer lage waarde (ca. 0,05V).

In fig. 4 is een en ander grafisch voorgesteld; hierbij zien we, dat er alleen stroom vloeit tijdens de overgang van „hoog” naar „laag” en omgekeerd; dit verklaart ook, waarom het stroomverbruik vrijwel evenredig oploopt met de frequentie (fig. 10). Dit is nu het grote voordeel t.o.v. de TTL, waarbij de overgang plaats vindt „ergens” tussen 0,8 en 1,8V met een groot „onzekerheidsgebied” er tussen; ook geschiedt de overgang veel „scherper” dan bij

de TTL, waardoor de N-MOS en de P-MOS combinatie veel meer het karakter van een „ideale schakelaar” vertoont.

Het omslagpunt bevindt zich steeds op vrijwel de halve voedingsspanning; bij 10V is dit 5V, bij 15V 7,5 etc.; alleen bij lage spanningen treden afwijkingen op. Daar de logische slag van de TTL-uitgang beperkt is tussen ca. 0,8 en 3,4V zal dit in het algemeen niet toereikend zijn, een C-MOS aan te sturen; enerzijds levert een C-MOS

uitgang te weinig stroom bij 5V om een TTL met succes aan te sturen, anderzijds levert een TTL weer te weinig spanning om de C-MOS te bedienen. Uiteraard vertegenwoordigt ieder „kanaal” een bepaalde weerstand, waardoor de schakelaar niet „ideaal” is; de weerstanden R_1 en R_2 zijn in fig. 3b afgebeeld. De schakelaars S_1 en S_2 gaat afwisselend open of dicht, al naar gelang de uitgang hoog of laag is. In tegenstelling tot de TTL, waarbij de uitgangsspanning (onbelast) varieert tus-

sen ca. 0,4-3,8V, ligt dit bij C-MOS tussen 0,05V en $(U_{DD}-0,05V)$ m.a.w. de hele beschikbare voedingsspanning wordt, op 0,1 V na, uitgestuurd! Bovendien is de uitgangstrap „symmetrisch”, waardoor de „geleverde” stroom (sourcing) gelijk is aan de „opgenomen” stroom (sinking, zie ook fig. 9a en 9b), terwijl ook de uitgangsimpedantie in beide standen gelijk blijft. In fig. 5a en 5b is de ingangs-beveiliging weergegeven voor resp. N-MOS en P-MOS; de diodes beperken de in-

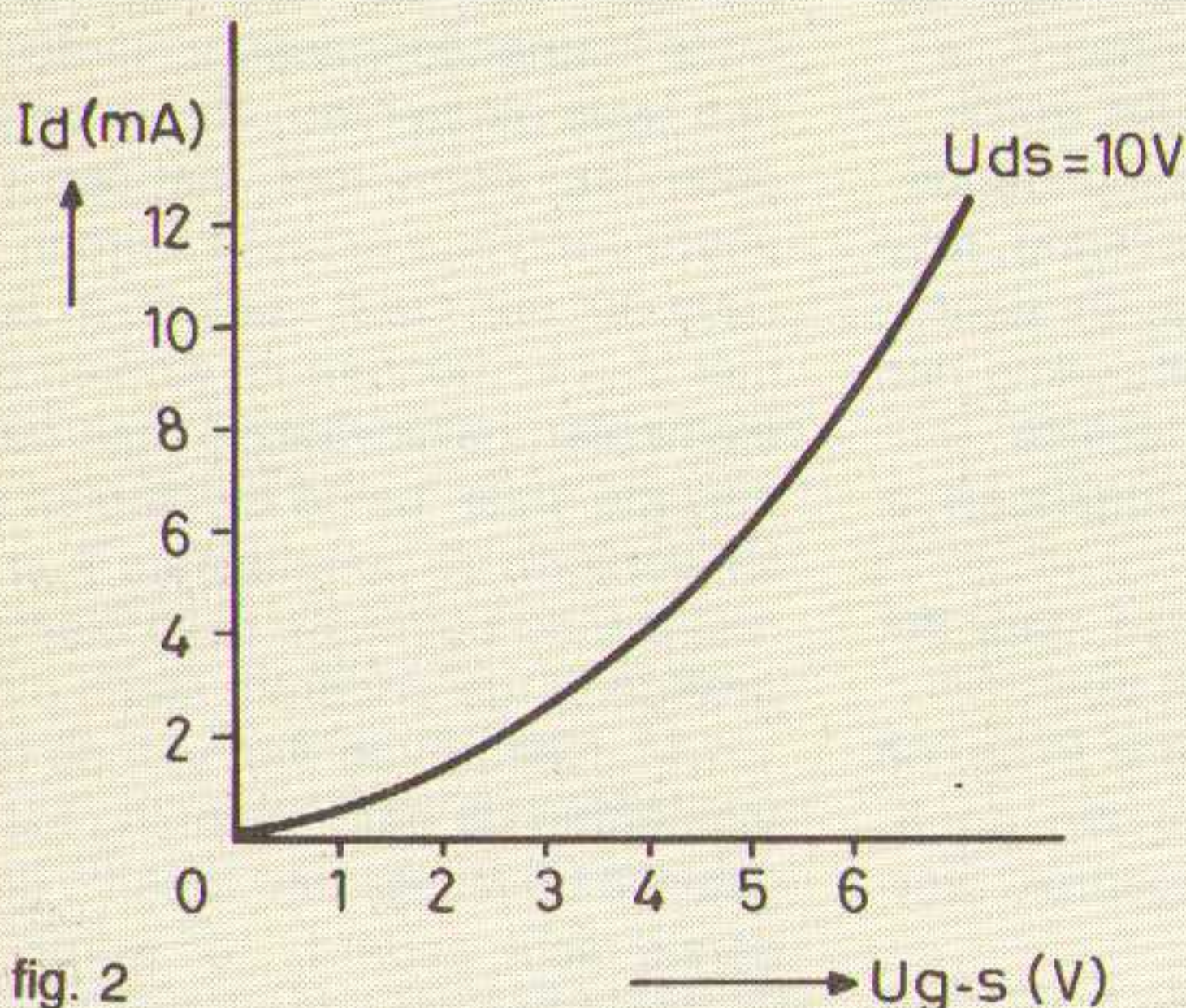


fig. 3a

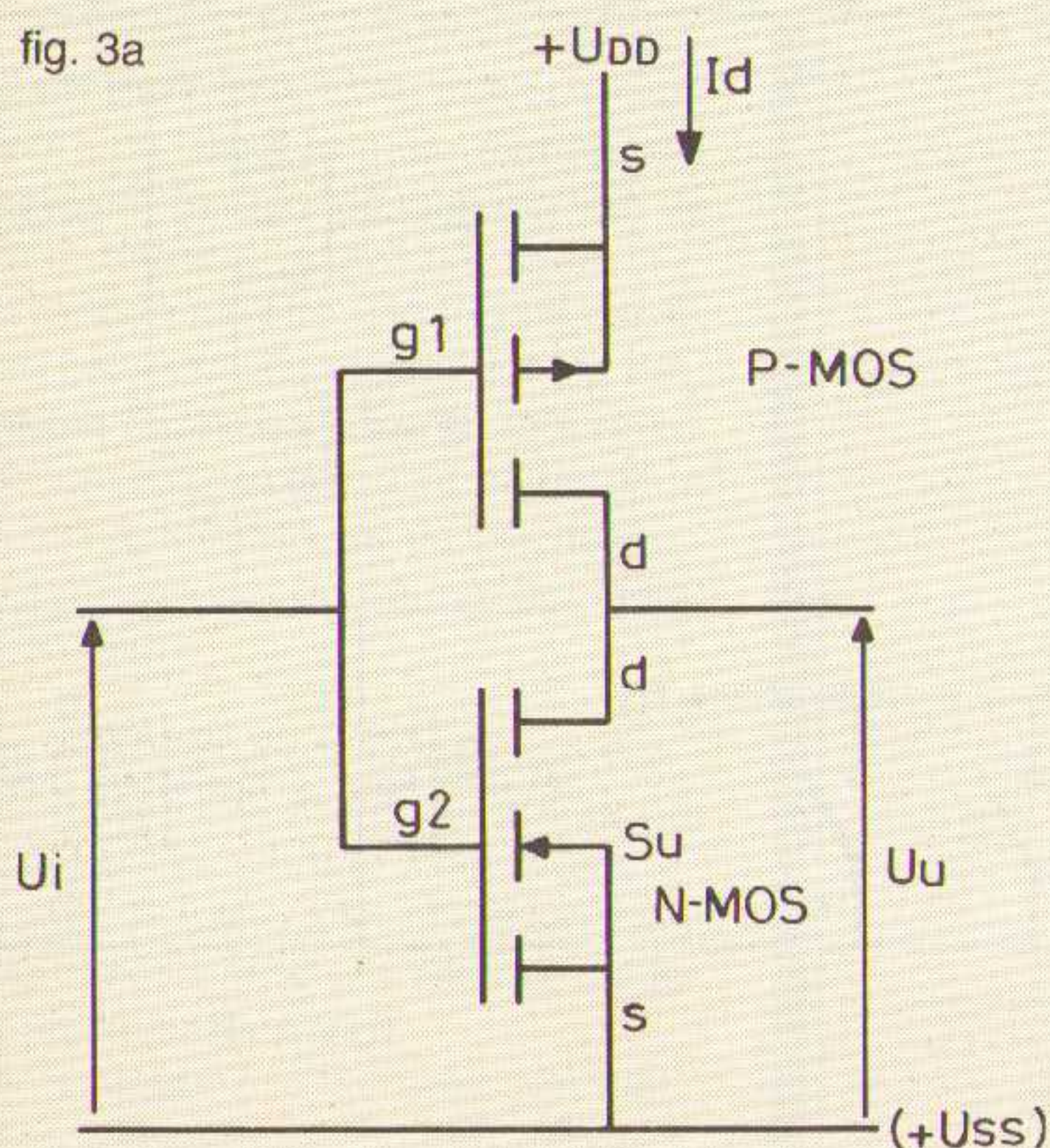
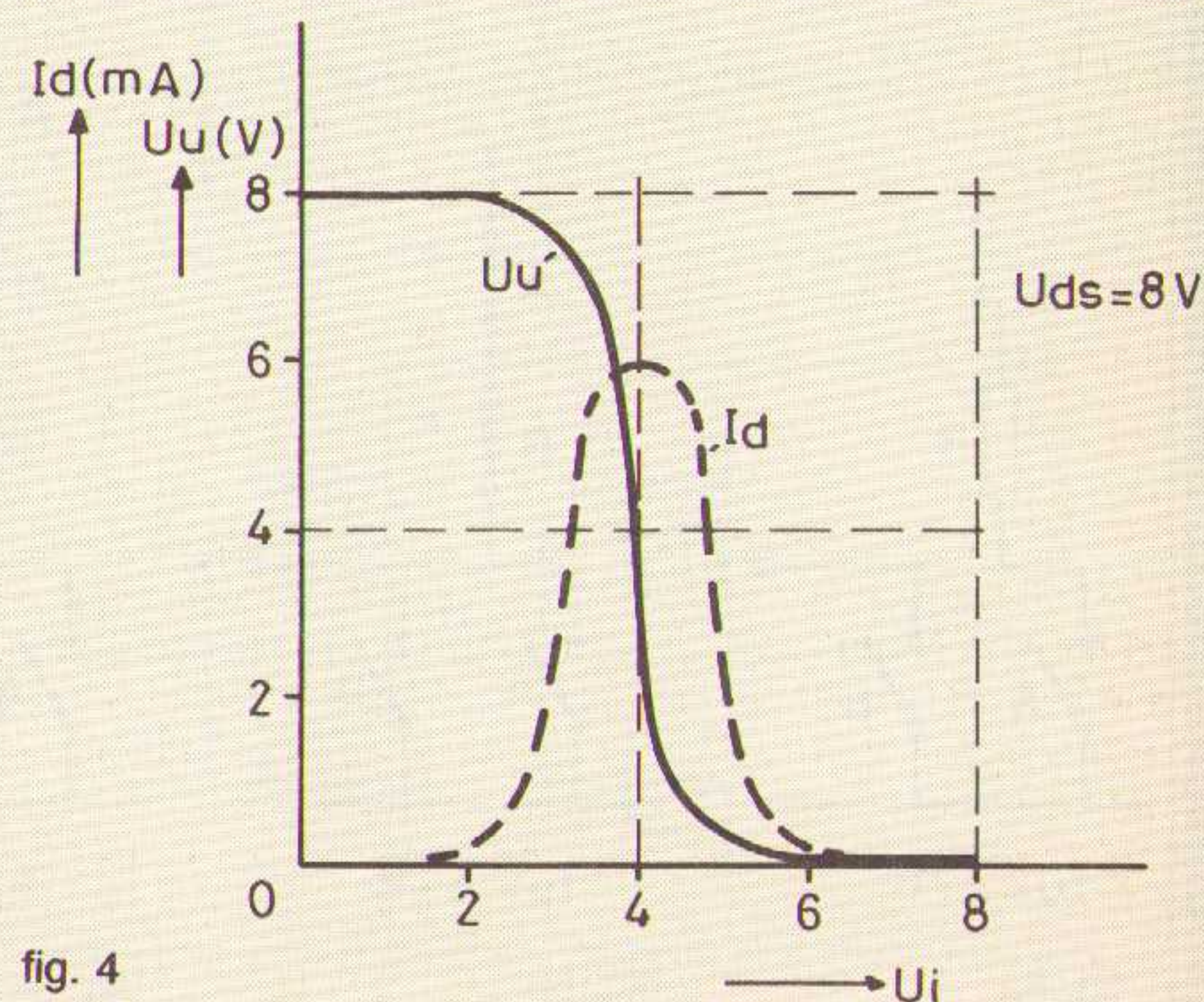
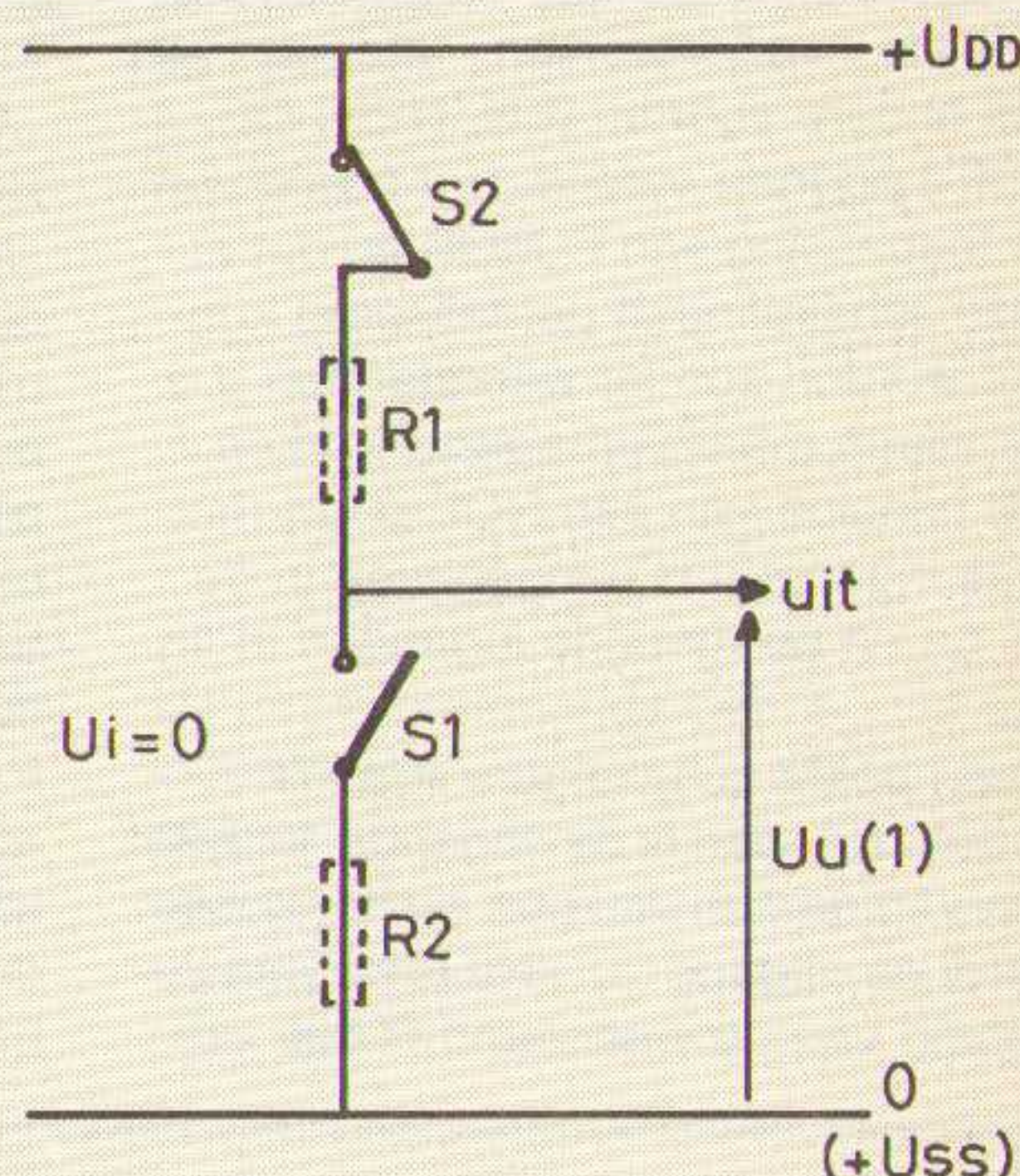


fig. 3b



gangsspanning tot 0, resp. $+U_{DD}$. Hierdoor wordt de kans op doorslag door statische ladingen sterk verkleind, zodat met enige voorzorgen de C-MOS gelijk aan de TTL behandeld kan worden. Wel moet er steeds voor gezorgd worden, dat de voedingsspanning(en) ingeschakeld worden alvorens het signaal (klok) wordt aangelegd.

De poortschakelingen met C-MOS

De schakeling van fig. 3a kan uitsluitend als inverter werken - uiteraard zijn ook andere soorten (EN, NEN, OF, NOF-) poorten vereist. Het fraaie van de toepassing van C-MOS is, dat al deze schakelingen gerealiseerd kunnen worden zonder weerstanden e.d. die alleen maar vertragend werken. Het principe van een NOF-poort met twee ingangen is aangegeven in de fig. 6a en 6b met drie ingangen in fig. 6c.

Staan beide schakelaars A en B „open” (0), dan is de uitgang „1”; gaat één van de schakelaars dicht (1), dan wordt de uitgang „0”. Nu is de aanwezigheid van de weerstand R hier erg

ongewenst; vervangen we deze door een serie-schakeling van A en B dan kunnen we in fig. 6b waarnemen, dat in geen van beide toestanden ($f_u = „0”$ en „1”) stroom gebruikt wordt. Bovendien is de uitgangsimpedantie steeds nul en de stroomlevering, resp. opname, onbeperkt, zodat we daar mede een ideale poortschakeling hebben verkregen. Een soortgelijke poortschakeling met drie ingangen is in fig. 6c weergegeven.

In feite behoeven we alleen maar de schakelaars te vervangen door P-MOS, resp. N-MOS; dit is in fig. 6d afgebeeld voor twee ingangen, doch kan in feite onbeperkt uitgebreid worden.

Een groot voordeel van de P-MOS en

N-MOS componenten - t.o.v. de bipolaire techniek - is de aanwezigheid van het substraat, die we als aparte elektrode kunnen toepassen; hierdoor kunnen twee elementen, die op ongelijk potentiaal staan, toch met één poortspanning gestuurd worden.

Daar het substraat van „B” in fig. 6d met U_{DD} verbonden is, werken beide elementen gelijkwaardig, aan de onderzijde staan beide elementen parallel, conform de schakelaars A en B. In rust zijn de bovenste twee elementen geleidend, de onderste staan dicht $f_u = „1”$. Neemt van een van de twee elementen de gate-spanning toe, dan gaat de bovenste tak „open”, de onderste dicht, zodat $f_u „0”$ wordt.

De tegenhanger van de NOF-poort is

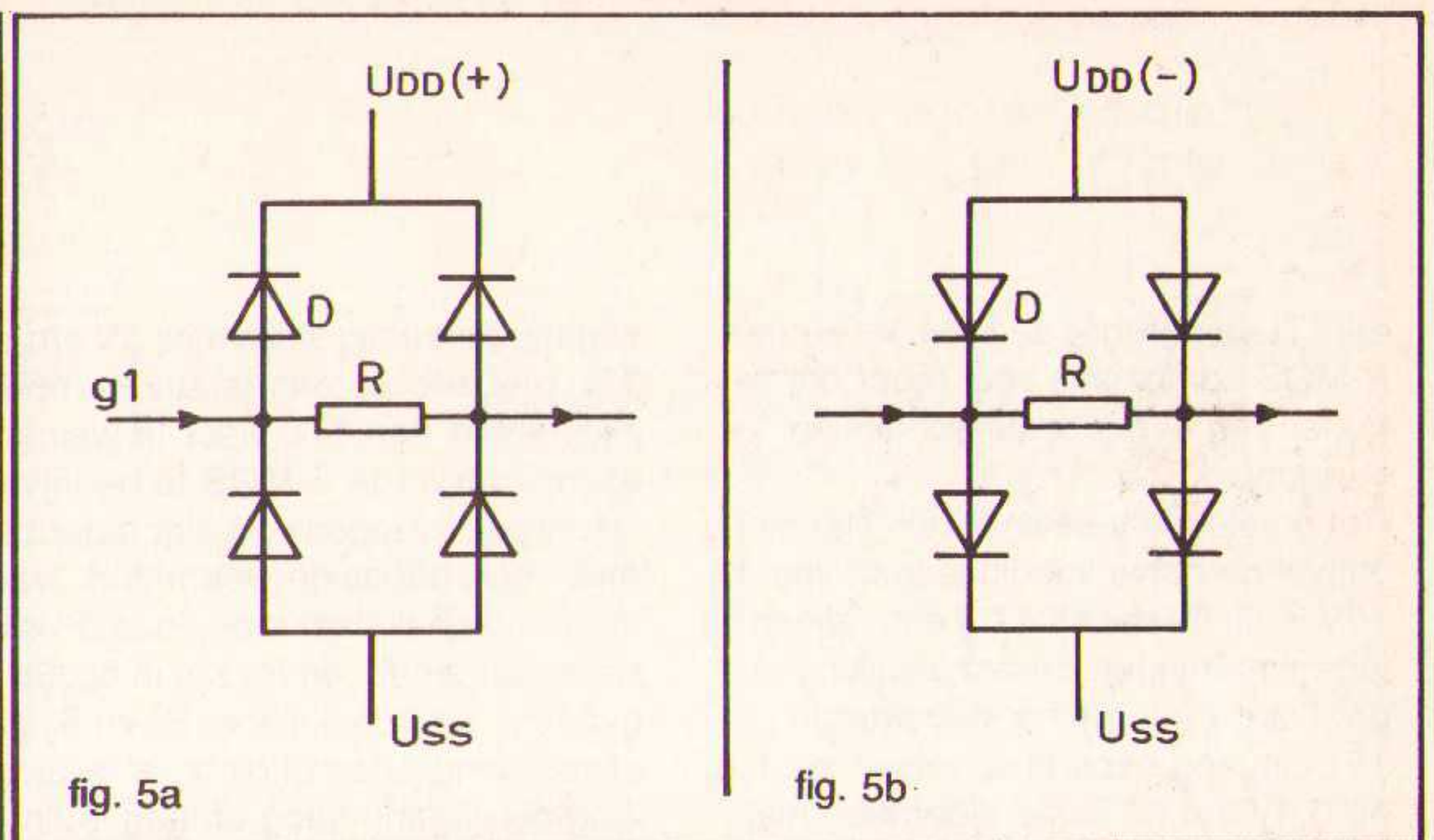


fig. 5a

fig. 5b

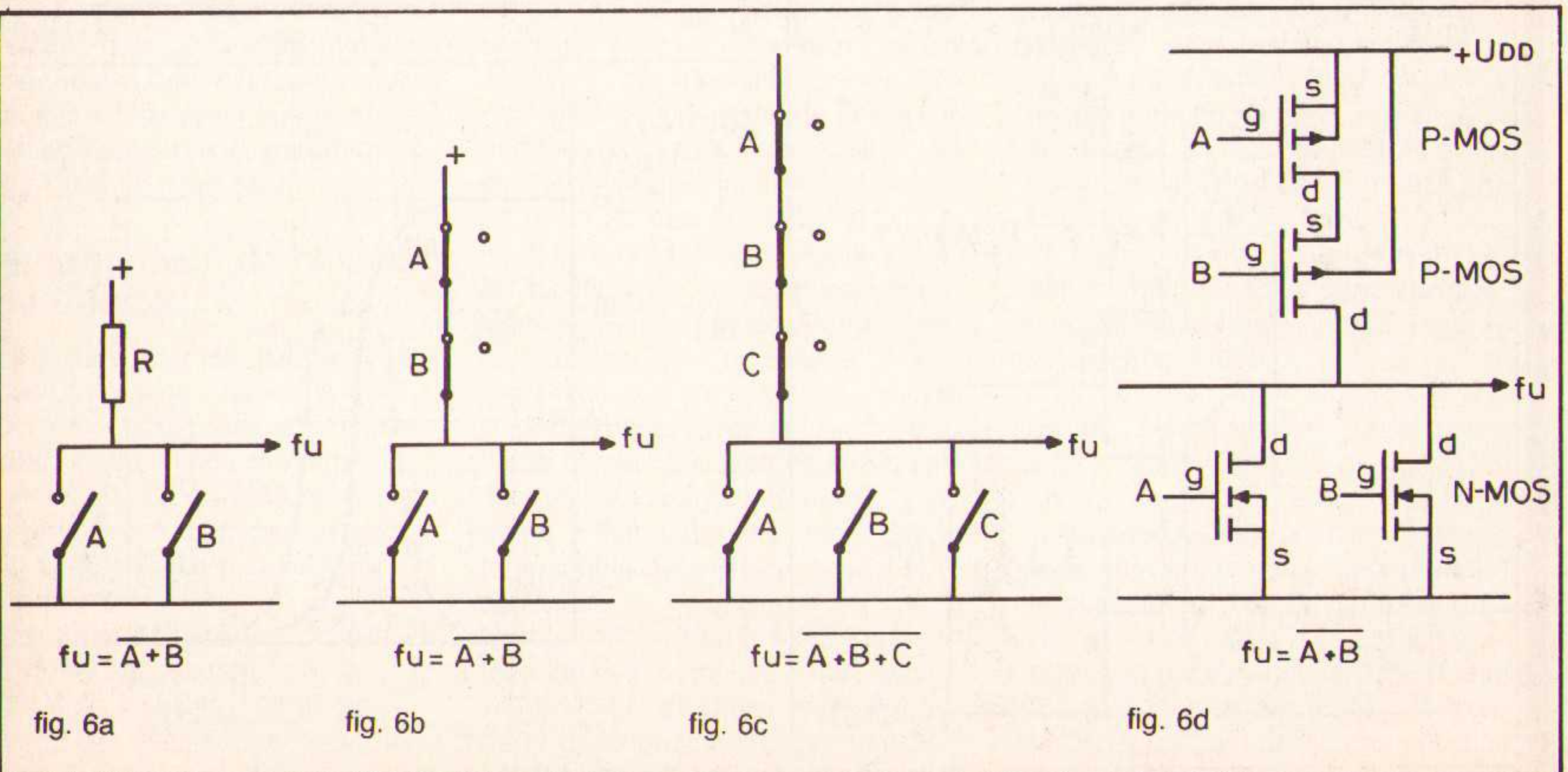


fig. 6a

fig. 6b

fig. 6c

fig. 6d

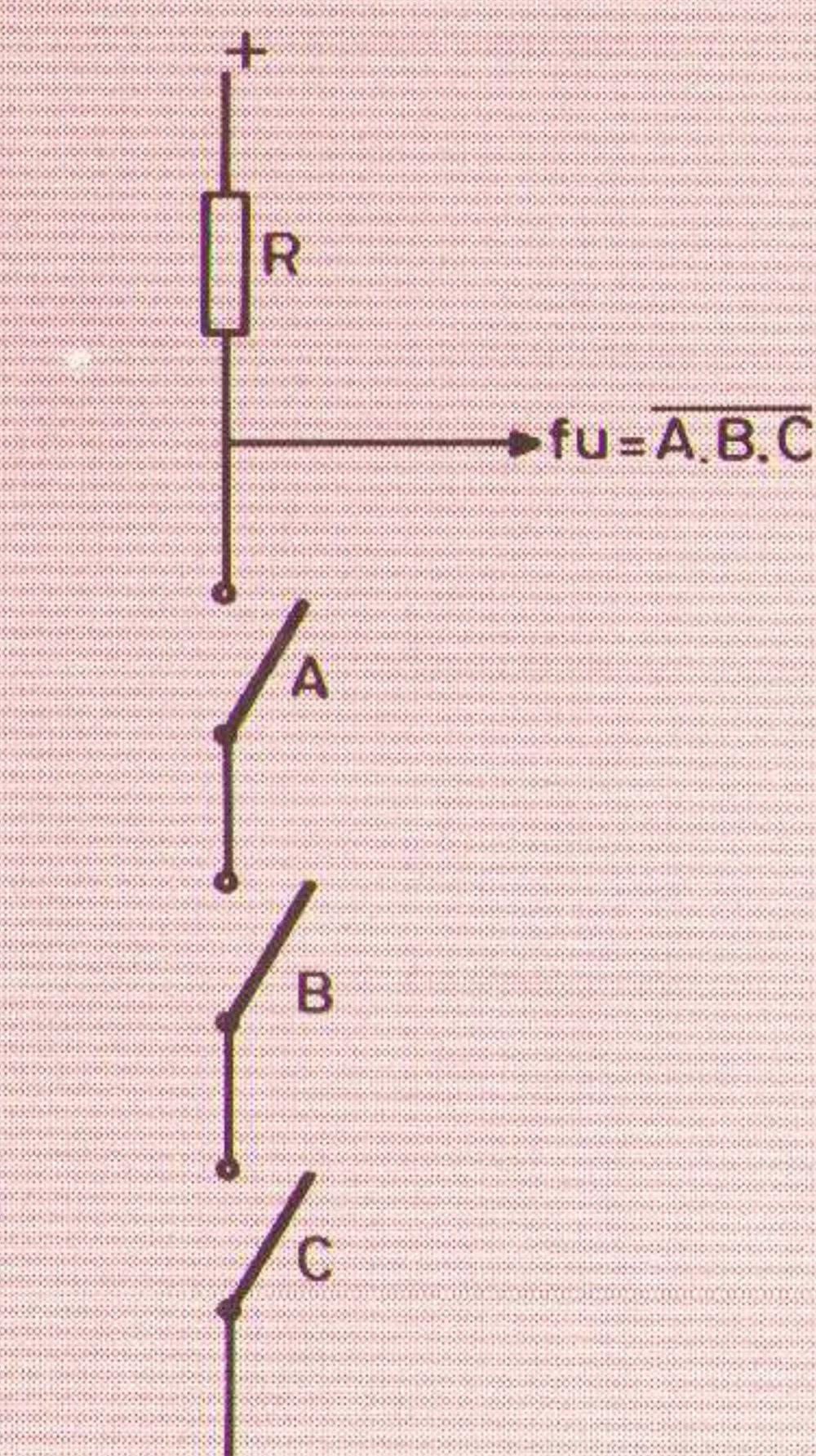


fig. 7a

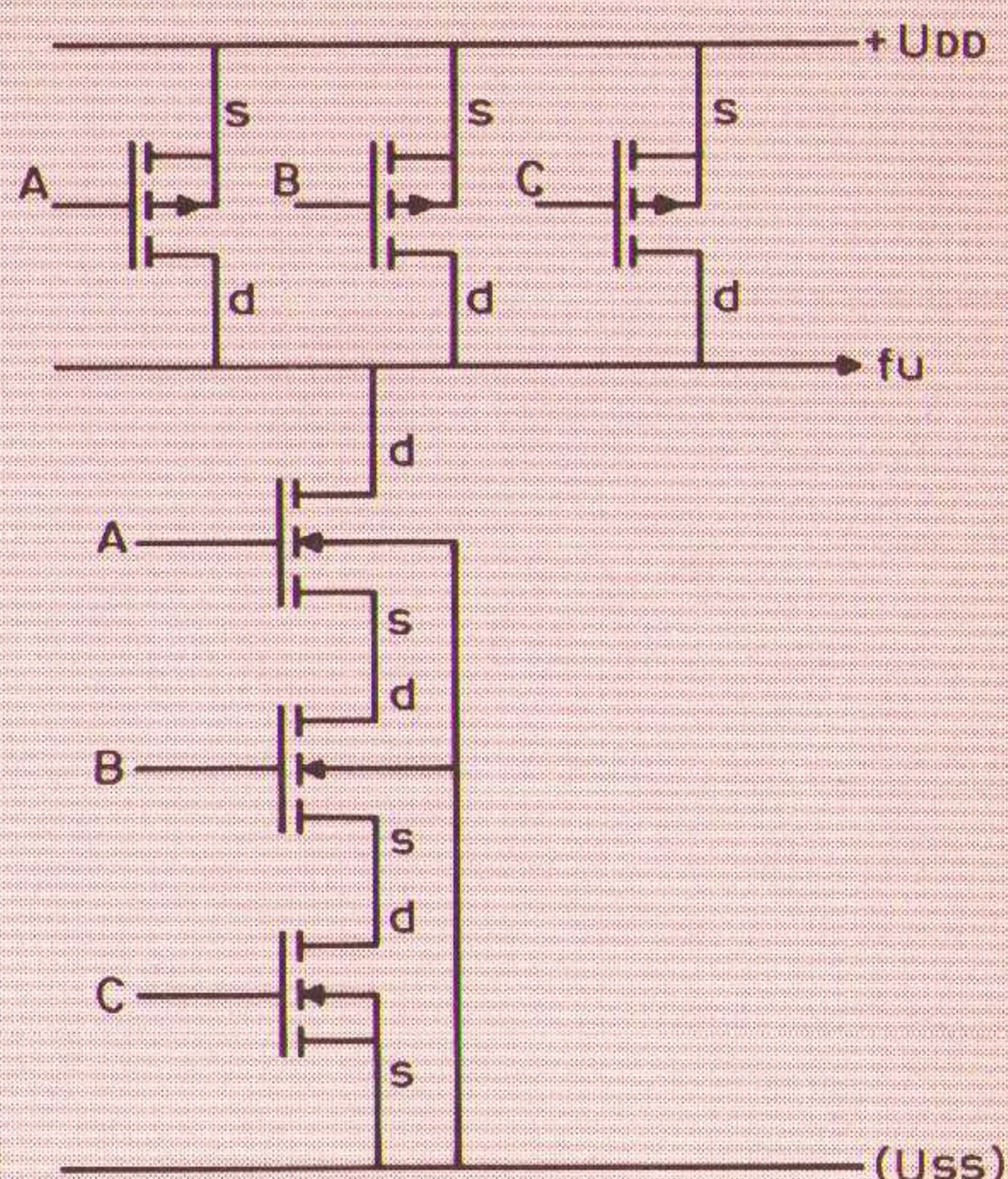


fig. 7b

de NEN-poort, afgebeeld in fig. 7a, 7b. Alleen, indien alle schakelaars A, B en C „1” zijn, zal f_u „0” moeten worden; de hiermede overeenkomstige schakeling met P- en N-MOS met 3 ingangen is in fig. 7b weergegeven. Ook hier zien we, dat bij serieschakelingen alle substraten zich op gelijk potentiaal bevinden.

Nu vertonen de poortschakelingen van fig. 6d en 7b nog enige onvolmaaktheden; de uitgangsimpedantie is niet constant tijdens de twee positie's van de poort; dit hangt immers samen met de serie- en parallel-schakeling van de poorten. Hierdoor wordt het spanningsverloop aan de uitgang bij capaciteitsbelasting ongelijk, evenals de capaciteit tot stroomleveren (sourcen) en opnemen (sinken). Ten einde dit te verbeteren, kunnen we de poorten „bufferen” en wel op de manier, in fig. 8 afgebeeld.

Na de eigenlijke poortschakeling volgen nog twee invertoren, waardoor het oorspronkelijke signaal weer wordt verkregen - in een EN- of OF-poort is uiteraard één buffer toereikend, die tevens als inverter werkt.

In de „standaard” CD-reeks zijn niet alle types gebufferd; indien het type-nummer eindigt op „B”, is de schake-

ling gebufferd, bij UB „unbuffered”. Het bufferen geeft ook nog als voordeel, dat de overgang van de ene naar de andere stand nog „steiler” verloopt - alleen de looptijden worden door het bufferen iets verlengd.

Het opnemen (sinken) en afgeven (sourcen) van de eindtrap.

Uit het voorafgaande hebben we terloops mogen vernemen, dat het vermogen tot „sinken” en „sourcen” beslissend is voor de „compatibiliteit” tussen C-MOS en TTL; hierbij is vooral het „sinken” van belang daar deze

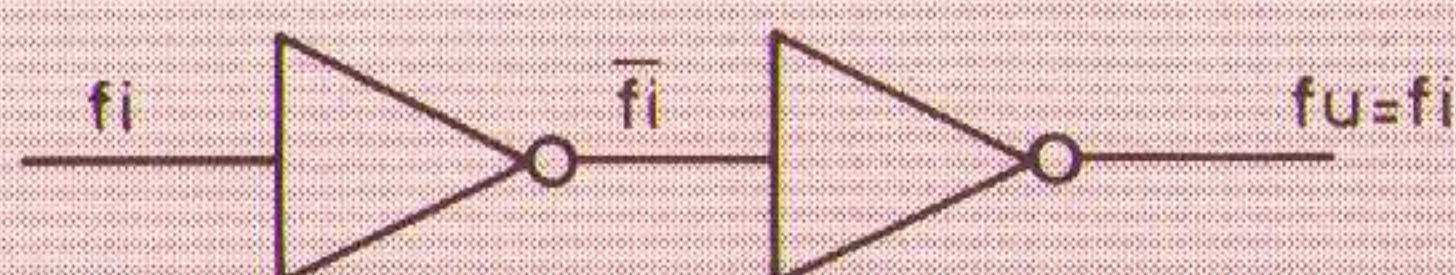


Fig. 8a

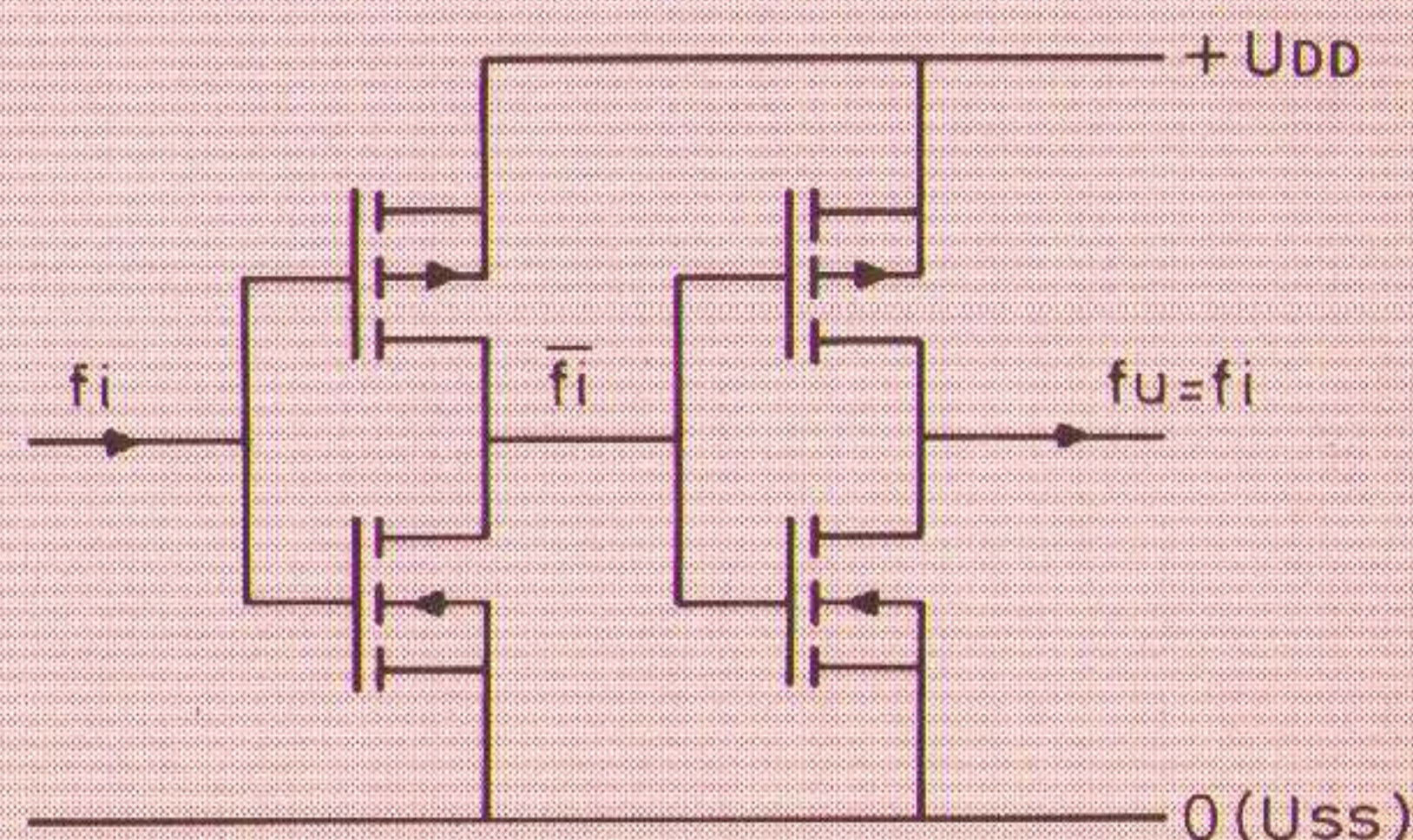


fig. 8b

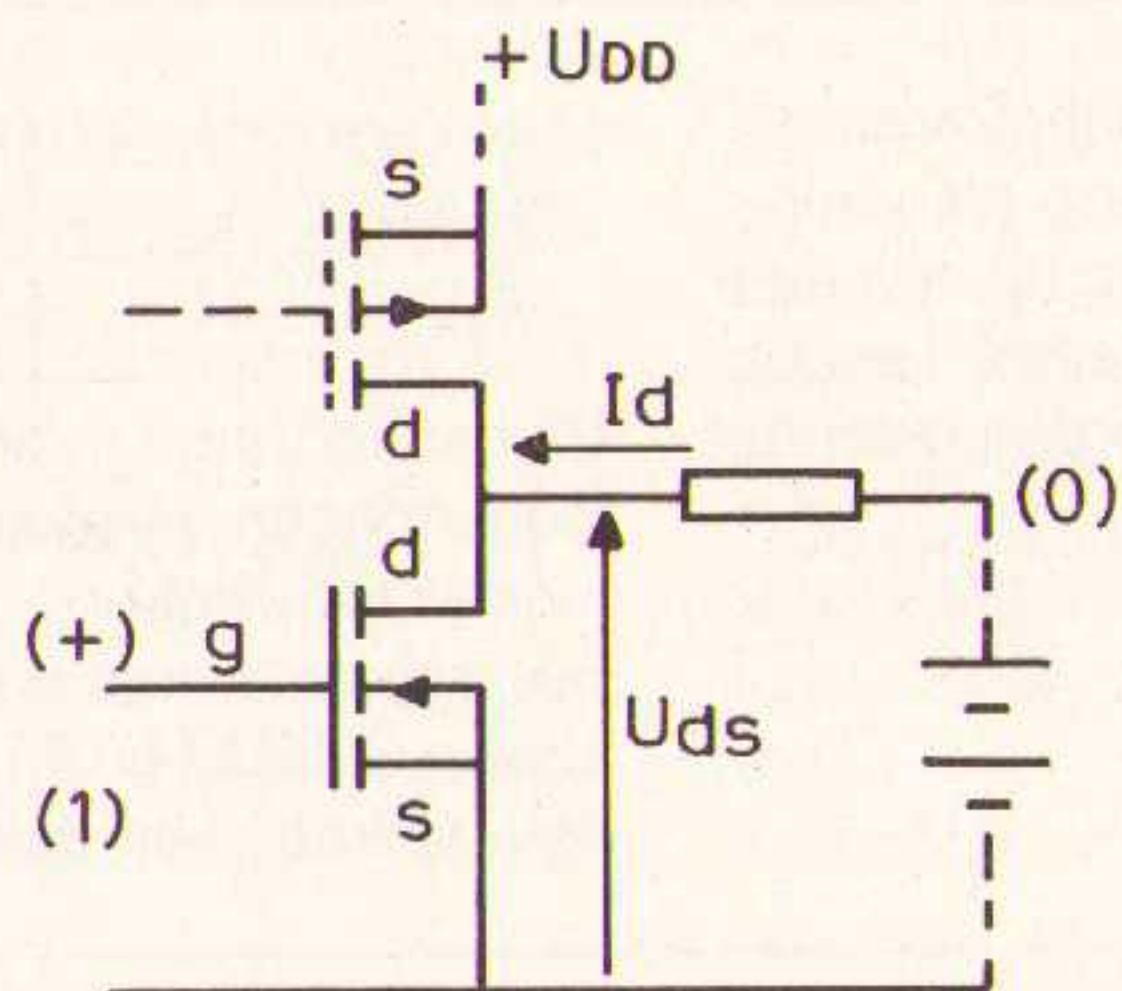
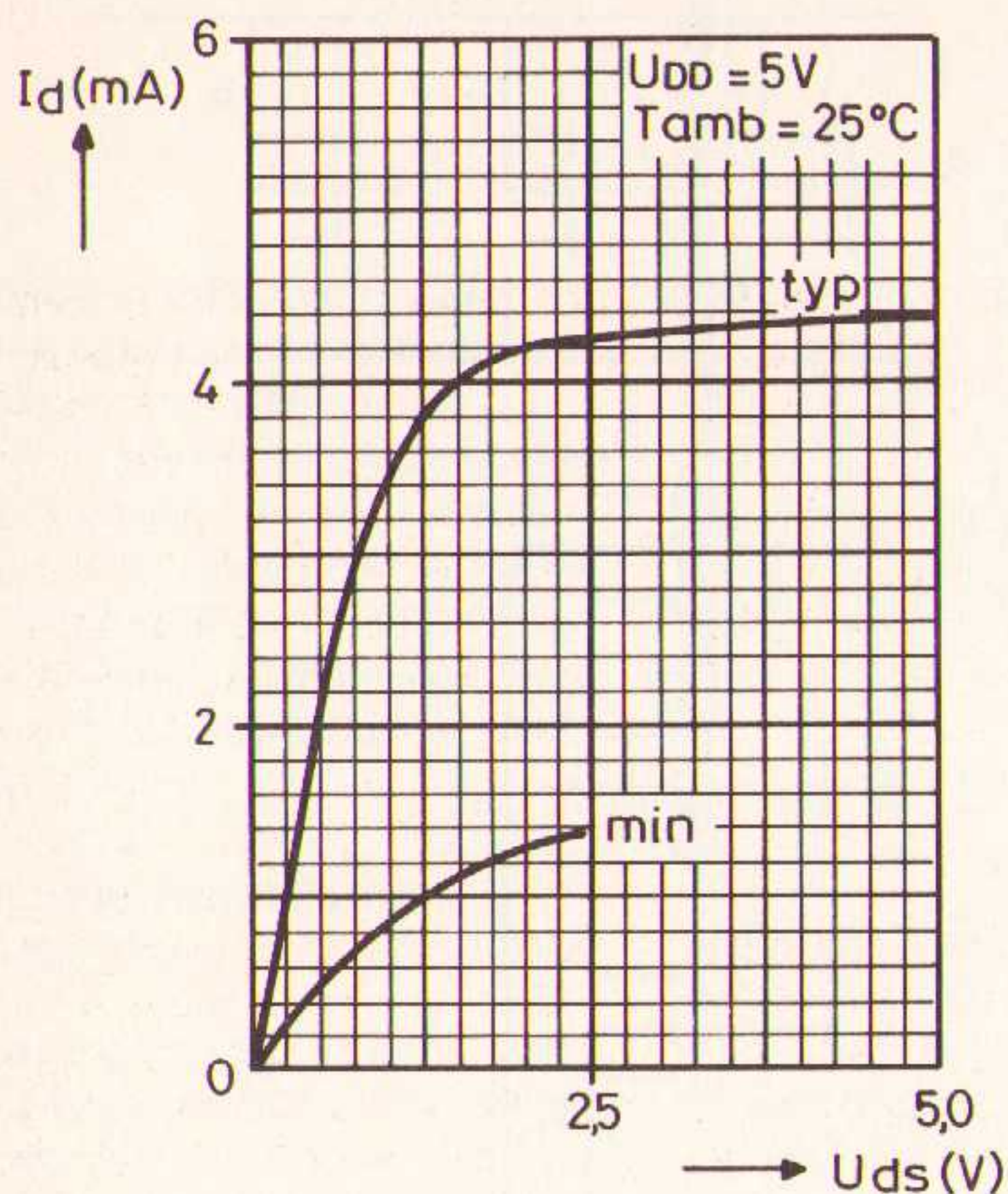


fig. 9a

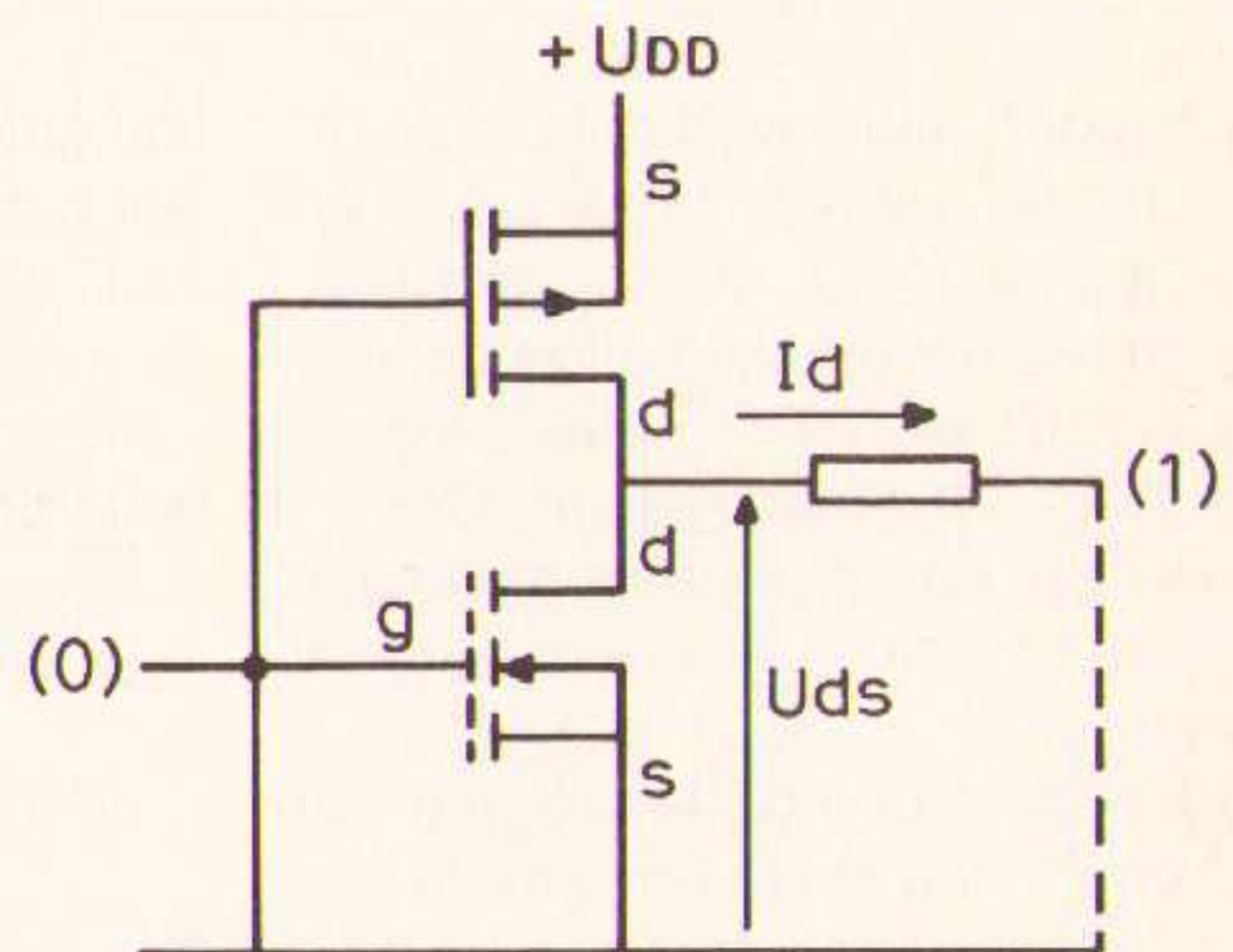
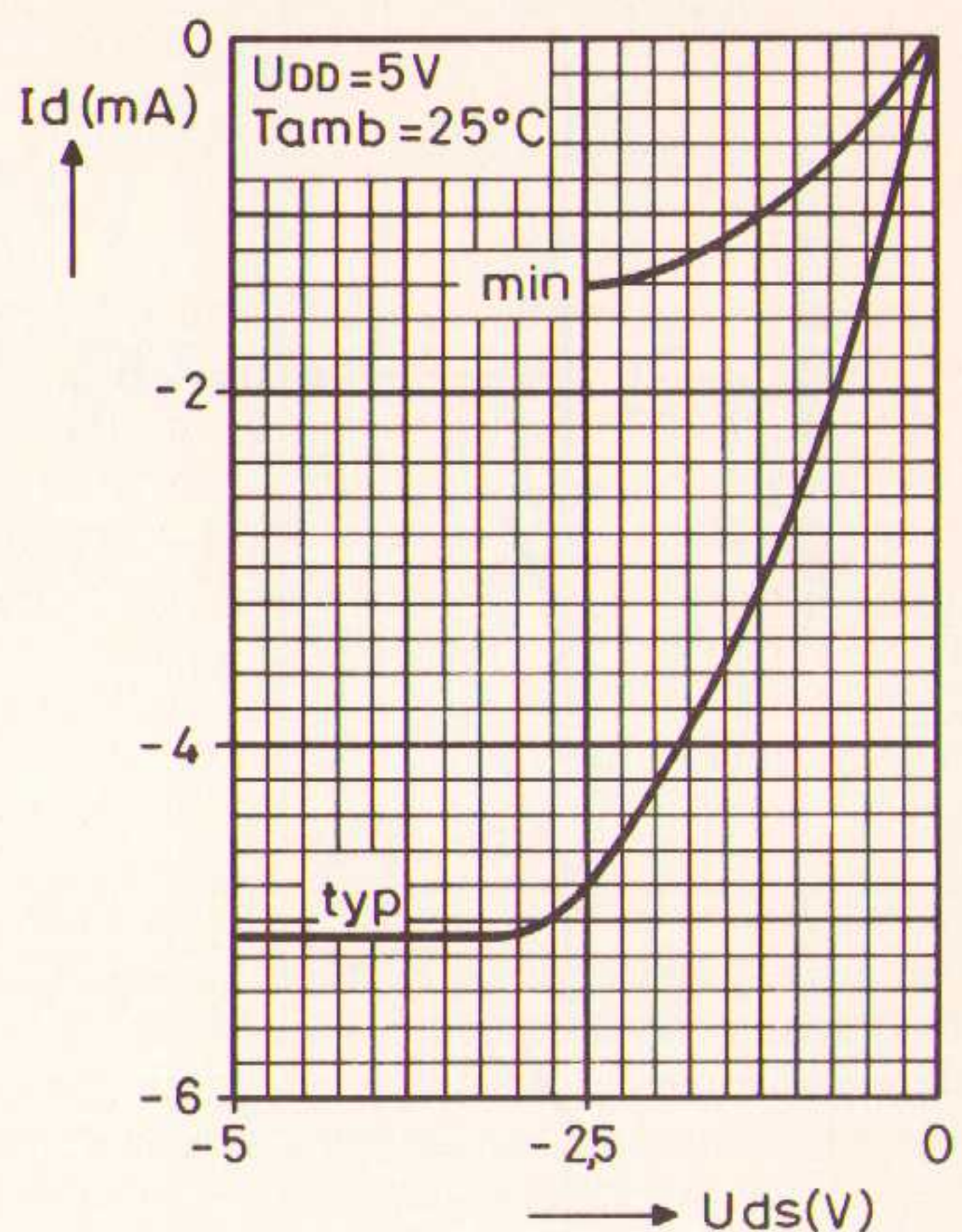


fig. 9b

stroom veel groter is dan het „sourcen” en bovendien bij een lage spanning (max. 0,4V) geleverd moet kunnen worden. Hierbij moeten we opmerken, dat de stroom die in de schakeling gaat, positief gerekend wordt en de stroom, die uit de schakeling gaat, negatief gerekend wordt.

In de fig. 9a en 9b is deze situatie nader weergegeven:

In fig. 9a is het sinken weergegeven; uit de bijbehorende grafiek kunnen we waarnemen, dat in het meest ongunstige geval bij $U_{DS} = 0,5V$ slechts 0,5 mA wordt opgenomen, te weinig voor de TTL-derhalve.

In fig. 9b is de toestand bij het „sourcen” afgebeeld; daar de krommen vrij-

wel symmetrisch zijn, kan bij een spanning van $5 - 0,5 = 4,5 V$ een stroom van 0,5mA geleverd worden, juist toereikend voor TTL.

Bij het aansturen van C-MOS door TTL moeten we er rekening mee houden, dat het omslagpunt bij C-MOS op de halve voedingsspanning ligt, zodat de „logische slag” van de TTL voldoende groot moet zijn, de C-MOS aan te sturen; overigens zijn hiervoor speciale aanpassingseenheden verkrijgbaar.

Het verloop van de dissipatie bij C-MOS en TTL

In het voorafgaande hebben we reeds vermeld, dat het energie-gebruik van de C-MOS vele ordes lager ligt dan dat van TTL, waardoor weer een hele nieuwe reeks van toepassingsgebieden mogelijk werd.

Terwijl het ingangsvermogen van de TTL-poort, afhankelijk van het type, ligt tussen 1 en 22 mW waarbij opgemerkt dient te worden, dat dit gemeten wordt bij een werkfractie van 50% (nog-laag), daar het stroomgebruik in de stand „laag” vrijwel het dubbele is van dat in de stand hoog!), bedraagt

het opgenomen vermogen van de C-MOS poort „in rust” slechts enkele nanoWatt, slechts enkele miljoenensten van het verbruik van een TTL-poort! Gaan we nu de frequentie van de klok geleidelijk opvoeren, dan neemt de dissipatie van de C-MOS vrijwel lineair toe, terwijl dat van de TTL vrijwel constant blijft; een en ander is in fig. 10 weergegeven.

Uit de grafieken kunnen we waarnemen, dat eerst bij een frequentie van 1 MHz de dissipatie's van de verschillende types bij elkaar in de buurt komen; nu komen deze hogere frequentie's als regel slechts in een klein deel van de schakeling voor (de ingang),

terwijl na voortgezette deling deze frequentie's steeds lager worden zodat de voordelen van de C-MOS steeds groter worden. In vele gevallen moeten gegevens enige tijd bewaard worden (in registers, geheugens, RAM's e.d.), waarbij de C-MOS uiteraard geweldig in het voordeel is; een dergelijke geheugenschakeling behoeft slechts zelden „opgefrist” te worden.

De nieuwe ontwikkelingen op C-MOS gebied

Het ligt voor de hand, dat men getracht heeft, de voordelen van TTL en C-MOS in één systeem te verenigen,

waarbij de nadruk op de „compatibiliteit” (verenigbaarheid) gelegd wordt; hiertoe wordt de C-MOS „aangepast” aan het 5V systeem, daar de TTL nu eenmaal aan deze spanning „getrouwd” is. Hierbij worden de nadelen van de C-MOS bij deze lage spanningen (geringe sinkstroom, grote vertragingstijd) verholpen. Allereerst kennen we de „klassieke” C-MOS serie, aangeduid met CD40... (CD45...) waarbij we onderscheiden de „A” serie (oud) met een spanningsbereik van 3-12V en de „B” serie met een bereik van 3-18V en verbeterde beveiliging. De „B”-serie is gebuffered, de niet-gebufferde serie heeft „UB” achter het

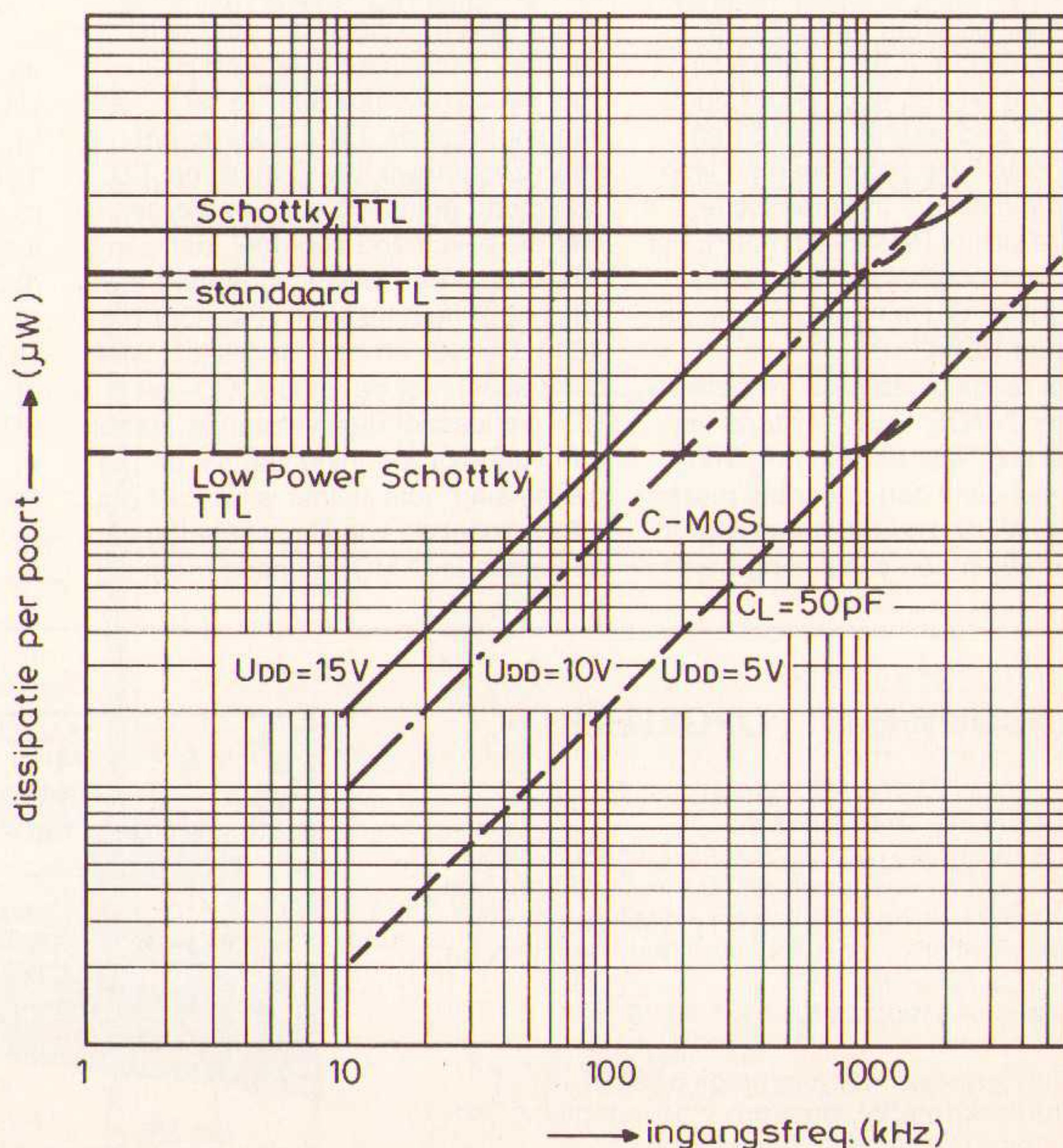


fig. 10

typenummer. Zo kennen we het „oude” type CD4000A en de „verbeterde” types CD4000B (gebuffered) en CD4000UB (niet-gebufferd). Er zijn twee „Dual In-Line” uitvoeringen nl. keramische (D) en (F) met een temp. bereik van -55°C tot + 125°C en plastic (E) met 8-14-16-18-22-24 en 40-aansluitpennen en een temp. bereik van -40 tot + 85°C. De gemiddelde vertragingstijd bedraagt bij 5V: 60 nsec., bij 10V: 30 nsec. en bij 15V: 25 nsec.

Als eerste belangrijke verbetering kwam de „LOCMOS” (Local-Oxidized Complementary Metal-Oxide Semiconductor) van Philips, waarbij alle units gebuffers zijn. Door dit oxydatieproces kan het oppervlak van de chip aanzienlijk verkleind worden met als voordelen een kleinere vertragingstijd (snellere schakeling), een steilere overgang (daardoor een grotere storingsmarge) en een hogere pakkingsdichtheid, noodzakelijk voor LSI en VLSI-techniek. De componenten worden hierbij geleverd in keramische DIL, Flat-Pack of Plastic-DIL (DIP); het temperatuursbereik loopt eveneens van -40 tot 85°C. De typenummers beginnen met HEF4... B.

Alhoewel reeds belangrijke verbeteringen in de C-MOS serie tot stand waren gekomen, was er toch nog een verdere behoefte aan integratie tussen TTL en C-MOS, zodat het mogelijk is, zonder meer in één schakeling beide

systemen door elkaar toe te passen, daarbij steeds de meest gunstige combinatie kiezend. Hiertoe was het nodig, de voedingsspanning van de C-MOS aan te passen aan die van de TTL (5V) en gelijktijdig de nadelen hiervan op te heffen, zoals de grote vertragingstijd en de te geringe stroomleverantie aan de uitgang; hierin is een combinatie van Philips, RCA en Signetics uitstekend in geslaagd; waarvoor men tevens verzekerd is van voldoende keuze in leveranciers. Ook de typenummering is weer aan de TTL aangepast, zodat we hier te maken hebben met een C-MOS in TTL-verpakking!

De typenummers beginnen weer met CD en daarna volgt 74 (plastic) voor een temp bereik van -40 tot + 85°C (gunstiger van TTL) en 54 (ker.) voor een bereik tussen -55 tot + 125°C. (mil.). Daarna volgen de letters HC voor de „standaard” serie en HCT voor de „pin-compatible” (directe vervanging) met de TTL-LS serie, hetgeen zeggen wil, dat C-MOS en TTL onbeperkt gemengd kunnen worden met als bijkomend voordeel, dat één TTL-output een vrijwel onbeperkt aantal C-MOS kan insturen (Fan-Out b.v. 400!). De HC- en HCT-series zijn weer compatibel met de „oude” CD- en HEF-series met dien verstande, dat bij een voedingsspanning van 5V de „logische slag” iets kleiner is dan 5V (ca. 4,5V), zodat de voedingsspanning van de volgende C-MOS beperkt moet blij-

ven tot ca. 9V.

De voedingsspanning van het HC-type ligt tussen 2 en 6V, van het HCT-type tussen 4,5 en 5,5V, overeenkomstig de TTL.

Gezien het grote belang van deze ontwikkelingen zullen we hieraan een apart hoofdstuk wijden.

Literatuur: Digitale TTL-Integrated Circuits:

- a) Digital Integrated Circuits (2 dln) Uit. „De Muiderkring”, Bussum.
- b) Philips Signetics Integrated Circuits 1978.
- c) The TTL-Data-Book, Texas Instruments, 5e druk 1981.
- d) Designing with TTL-Integrated Circuits, Texas Instruments.
- COS/MOS Integrated Circuits:
 - d) Digital Integrated Circuits, LOCMOS HE 4000B family Philips.
 - e) COS/MOS Integrated Circuits R.C.A.

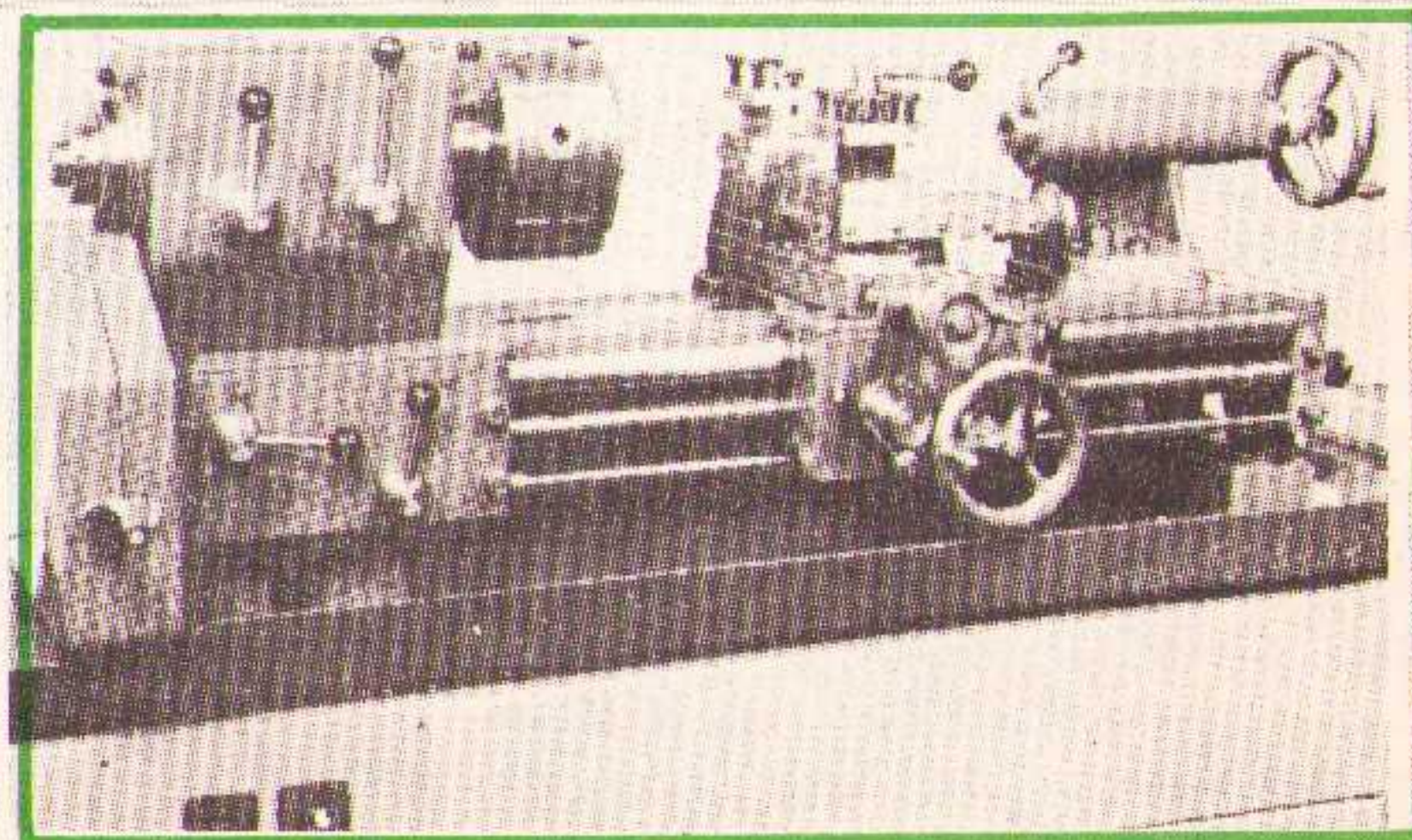
ZELFBOUWERS... OPGELET!!!

Kent u onze HB m & t-bouwmap van de **VAN ZETTEN-„Draaibank”**?

Lengte tussen de centers 350 mm; centerhoogte 57 mm boven het support en 89 mm boven het bed. Automatische langsvoeding en wisselwielen voor draadsnijden enzovoort. Inclusief bouwbeschrijving.

Bestelnummer **022.014**, prijs f 43,75

Te verkrijgen door storting op **giro 83214, de Muiderkring BV, Bussum** met vermelding van bestelnummer en naam bouwmap.



Wim Jak

Afbeelding 1 Bij proeven met stereofonie ontdekte men dat niet alleen het sterkteverschil, maar ook

het tijdsverschil tussen twee golffronten voor de plaatsbepaling werkzaam is.

High Fidelity I

Zoals in vele gevallen ging ook de ontwikkeling van de Hi-Fi gepaard met vele misvattingen en dwalingen. Die horen er zagezegd bij. De ontwikkelingen op het gebied van de Hi-Fi zijn meer het resultaat van het werk van eenlingen of kleine teams dan van grote ondernemingen en instituten. Logischerwijs heeft elke audio-techniek zijn beperkingen, die in het begin niet direct waarneembaar zijn. Professoren, ingenieurs, adviescommissies en journalisten; zij waren door de jaren heen onbekend met bijvoorbeeld de harmonische vervorming, de intermodulatievervorming, de fasevervorming, de gemaskeerde ruis, modulatienuis, jank en de jongste, de transiënt intermodulatie (TIM).

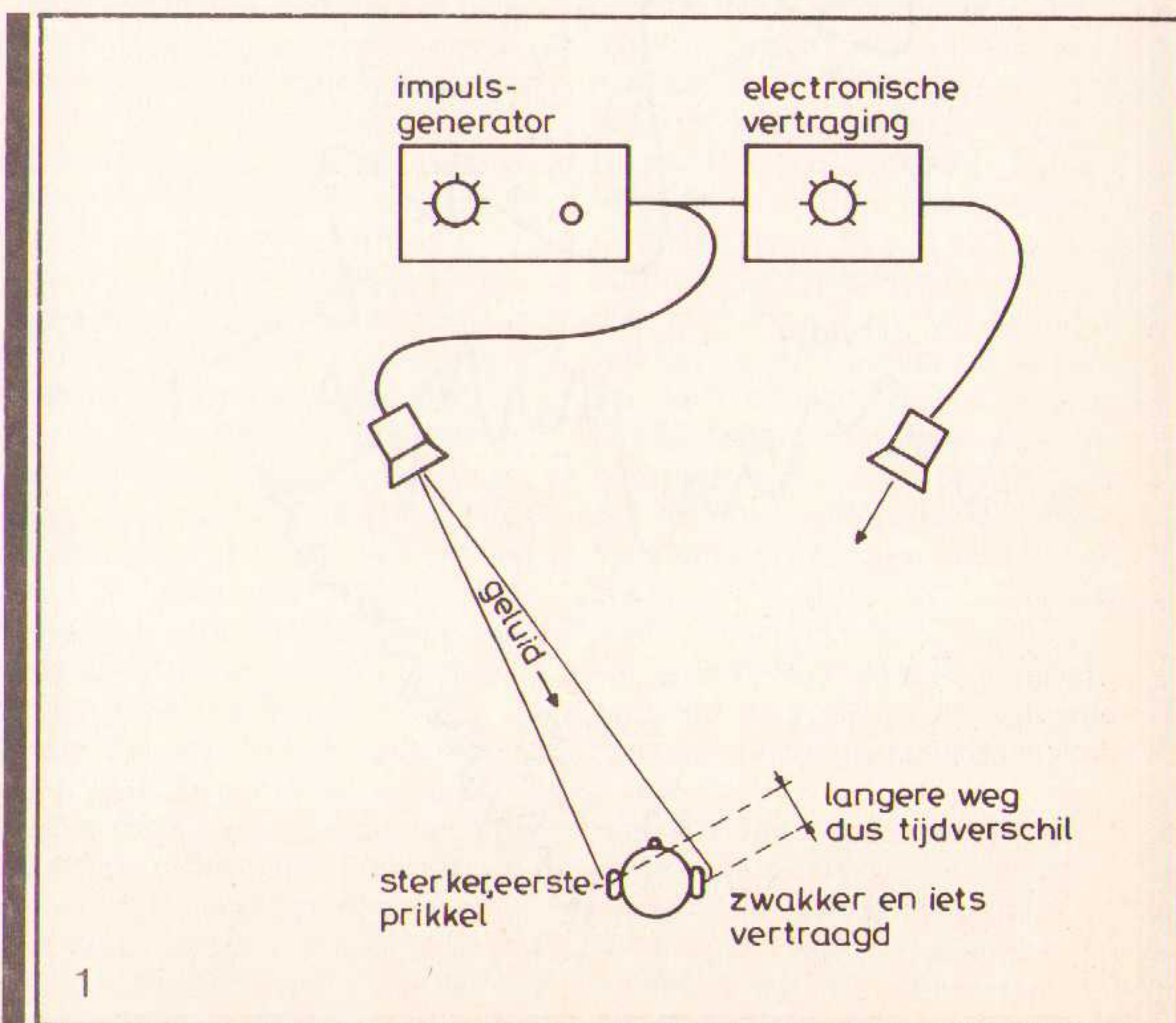
Er leeft in ieder van ons echter ook een verholen afkeer tegen elke noviteit en vooruitgang en als er dan weer eens iets nieuws wordt gebracht met een verhaal van hoe en waarom, dan wordt dit over het algemeen met enige skepsis ontvangen. Maar wat betreft de Hi-Fi laat de praktijk hoe dan ook zien, dat er successievelijk resultaten werden bereikt, die elke voorgaande stap in de schaduw stelden. Hi-Fi heeft met techniek te maken, met audio- of geluidswaergave door middel van een muziekinstallatie. Dat wil zeggen: naar de huidige - commerciële - maatstaven, is dit een muziekinstallatie die geluid natuurgetrouw weergeeft? Het behoeft geen betoog, dat de Hi-Fi van 1960 thans niet meer zo erg Hi-Fi is en dat de huidige Hi-Fi groots is vergeleken met die van 1960. Als het dus een zaak is van nuances, waar liggen die dan? Om van de diverse eigenschap-

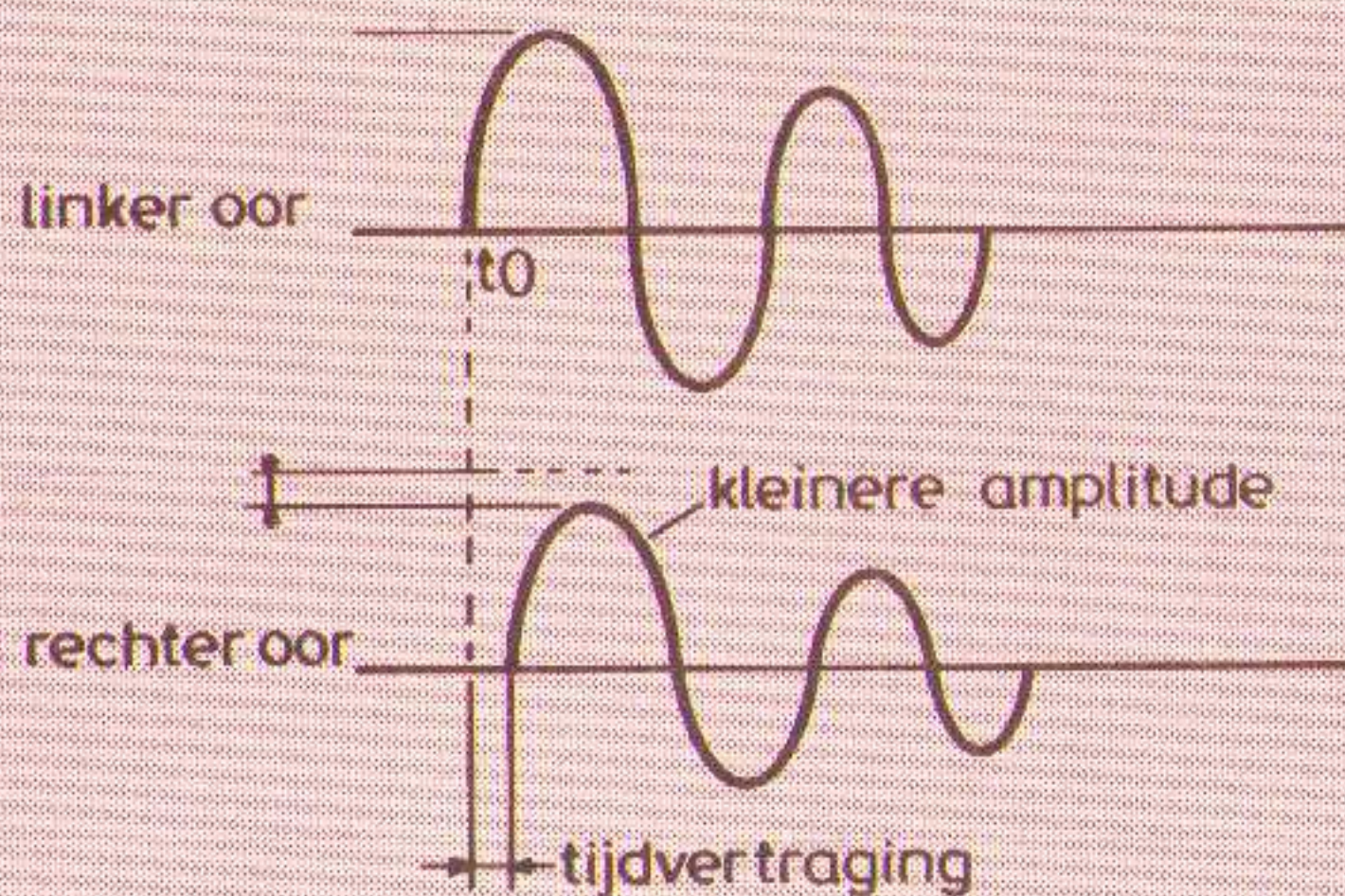
pen niet de reeds veel besproken en voor de hand liggende te nemen, maar met de jongste en meest subtiële te beginnen, koos ik voor de eerste aflevering van deze Hi-Fi-serie de „Wet van het eerste golffront”. Indien de natuur op dat punt wordt gegeven wat ze wenst, dan hebben we de puntjes op de i's van de Hi-Fi geplaatst.

De eerste prikkel

Een naam die onverbrekkelijk is verbonden met de opkomst van de Hi-Fi is die van Blumlein. In de vooroorlogse

dagen kon er geen wezenlijke Hi-Fi worden ontwikkeld, maar deze man is met zijn experimenteren met microfoonopstellingen doorgedrongen tot de kern van waar het bij geluid om gaat. Er werd toen al veel met geluid geëxperimenteerd, bijvoorbeeld door het Engelse leger toen ze het bedieningspersoneel van luchtafweerschut wilde trainen in het gehoormatig herkennen van vijandelijke vliegtuigen. Afgezien van het feit, dat dit ook met het huidige Hi-Fi materiaal nog een gruwelijke klus is, waren hún spullen zéker niet in staat de verschillen tussen het geronk van eigen en vijandelijke vliegtuigen aan te geven. De militaire bemoeienis met de Hi-Fi heeft dan ook meer stagnatie dan vooruitgang opgeleverd. Doch in de jaren '50 nam de Hi-Fi, onder invloed van de industriële en maatschappelijke swing een grote vlucht. Als men stereo wil brengen, dient men te weten waar men mee bezig is. Uitgangspositie wordt de luidspreker-opstelling van afb. 1.

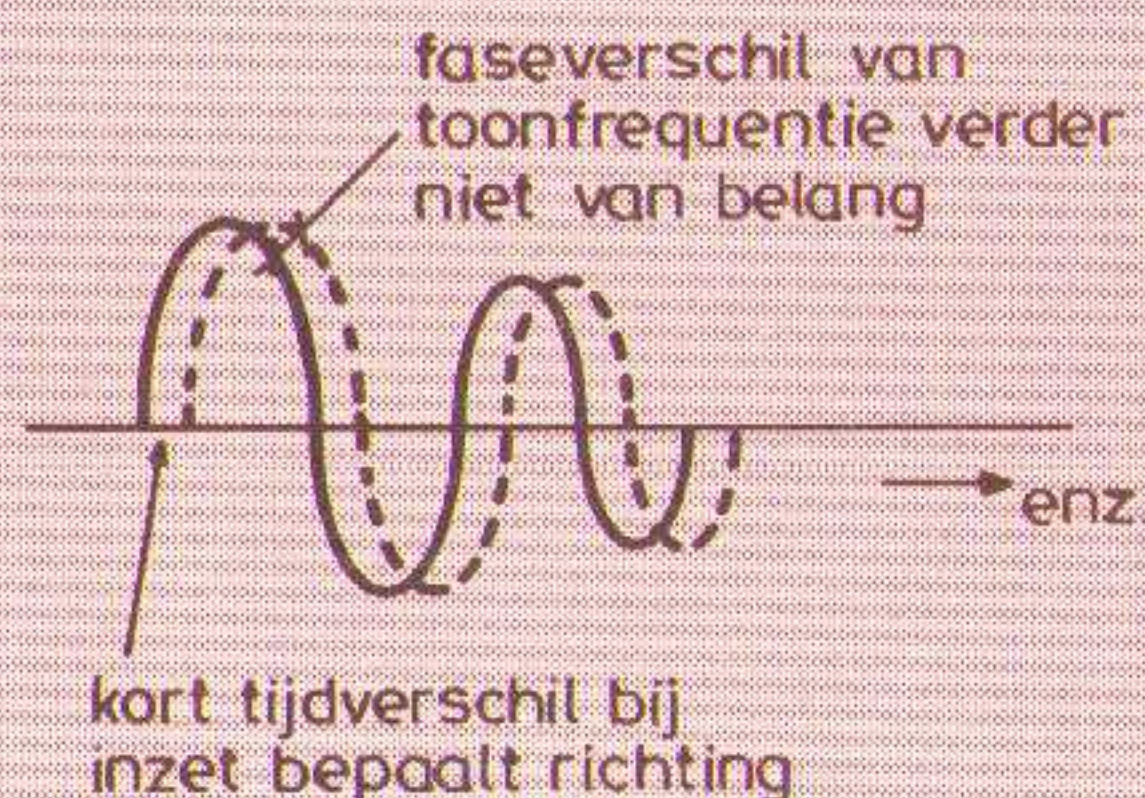




2

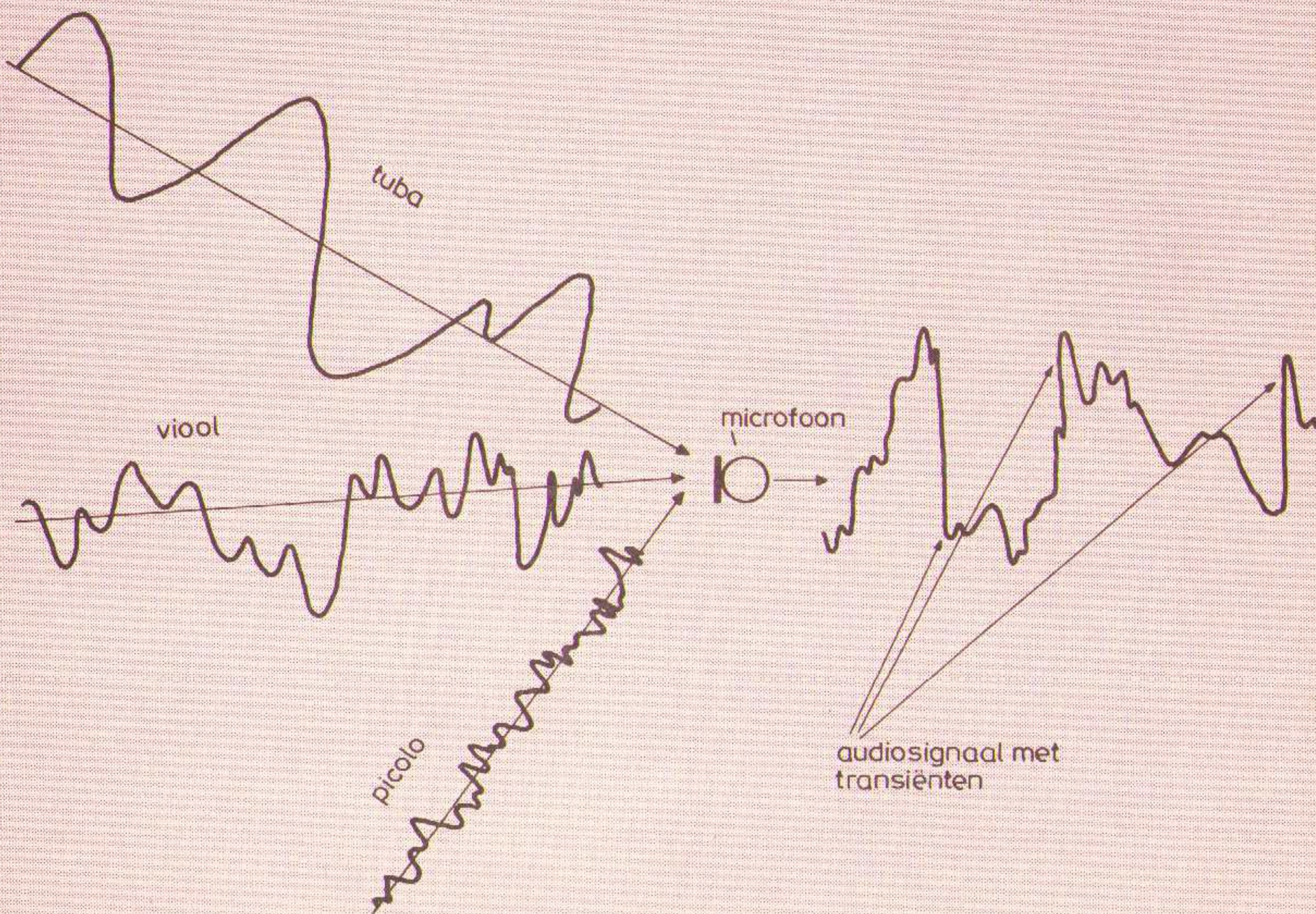
Afbeelding 2 Een audiofrequentie-trilling wordt aan beide oren met intensiteits- en tijdsverschil waargenomen.

Afbeelding 3 In onze hersenen wordt het geluidssignaal van het ene oor (getrokken lijn) en dat van het andere oor (gestippelde lijn) vergeleken en daarbij wordt alleen het tijdsverschil van de inzet van het geluid voor plaatsbepaling gebruikt.



3

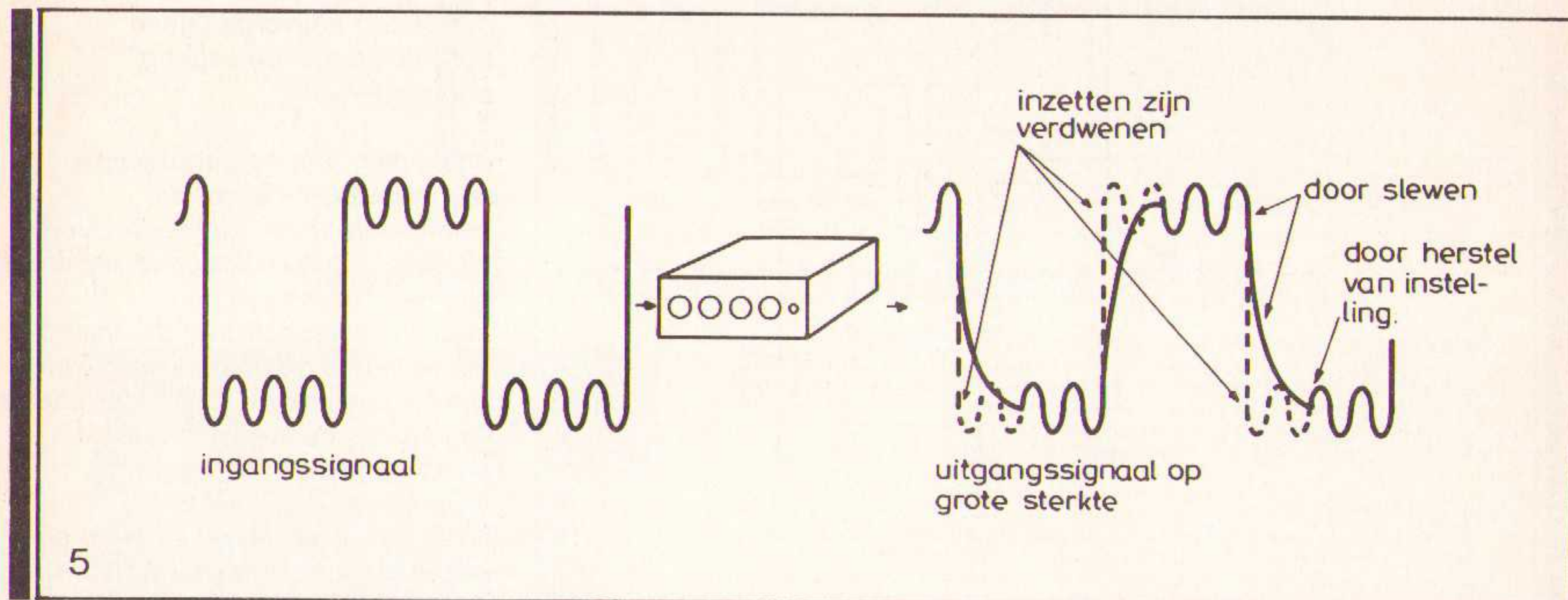
Afbeelding 4 Als trillingen het membraan van de microfoon treffen, ontstaan in het membraan en de afgegeven signaalspanning transiënte signaalsprongen van korte duur, die in de tijd een bepaalde plaats hebben gekregen en die door de muziekinstallatie zonder tijdvertragingen verwerkt moeten worden.



4

Afbeelding 5 Door slewen van de gebruikelijke versterker, waarbij boventonen onder invloed van laagfrequente sprongen even verdwijnen, wordt de wet van het

eerste golffront de grond onder de voeten weggehaald en dat levert verlies aan echtheid op.



De luisteraar is geblinddoekt en krijgt geen muziek te horen, maar tikjes, plokjes en korte fluittonen. Hij moet zeggen waar het geluid vandaan komt. Uit die proeven blijkt dat voor het vaststellen van de richting, waaruit het geluid komt, niet alleen het voor de hand liggende sterkteverschil tussen de beide oren verantwoordelijk is, maar ook het tijdsverschil. Als sterkte- en tijdsverschil samenvallen ontstaat een duidelijk geluidsbeeld; als sterkte- en tijdsverschil kunstmatig worden verwisseld, dan weet de proefpersoon zich geen raad. Zie afb. 2.

Gelukkig slaagt de commerciële industrie erin richtingseffect te verkrijgen uitsluitend met behulp van sterkteverschillen, dus zonder tijdsverschillen (intensiteits- of puntstereo), want daarmee krijgt men de stereo-compatibele grammofoonplaat, dat wil zeggen stereo-grammofoonplaten, die je zo mogelijk monofoon kan afspelen. Het gemis aan tijdsverschillen bij geluidsinzetten deed, naar men zei, betrekkelijk weinig afbreuk aan het stereo-effect en met het verdwijnen van de fase-verschillen in de nalopende golfrein was men verlost van moeilijke groefbewegingen. In de praktijk betekende dit dat de pick-upjes minder vervormden en niet uit de groef wipten, wat natuurlijk niet te versmaden was. Maar voor de Hi-Fi techneut is het een wrange concessie; hij weet dat de

stereo er wel degelijk minder door wordt.

Zo lag het ook met de meerwegsweergeefsystemen, waarin men het overneemfilter de keurigste radiale vertragingen laat introduceren zonder dat men het hoort. Nee, zolang je geen tijdgecompenseerde of fase-lineaire weergever hebt gehoord en niet hebt kunnen vergelijken, dan weet je niet wat je mist. Inmiddels bestaat er voldoende vergelijkingsmateriaal om aan te tonen, dat er met die eerste beweging van de trilling en de plaatsing in de tijd wel degelijk veel gemoeid is, tot in het ongelooflijk minieme toe.

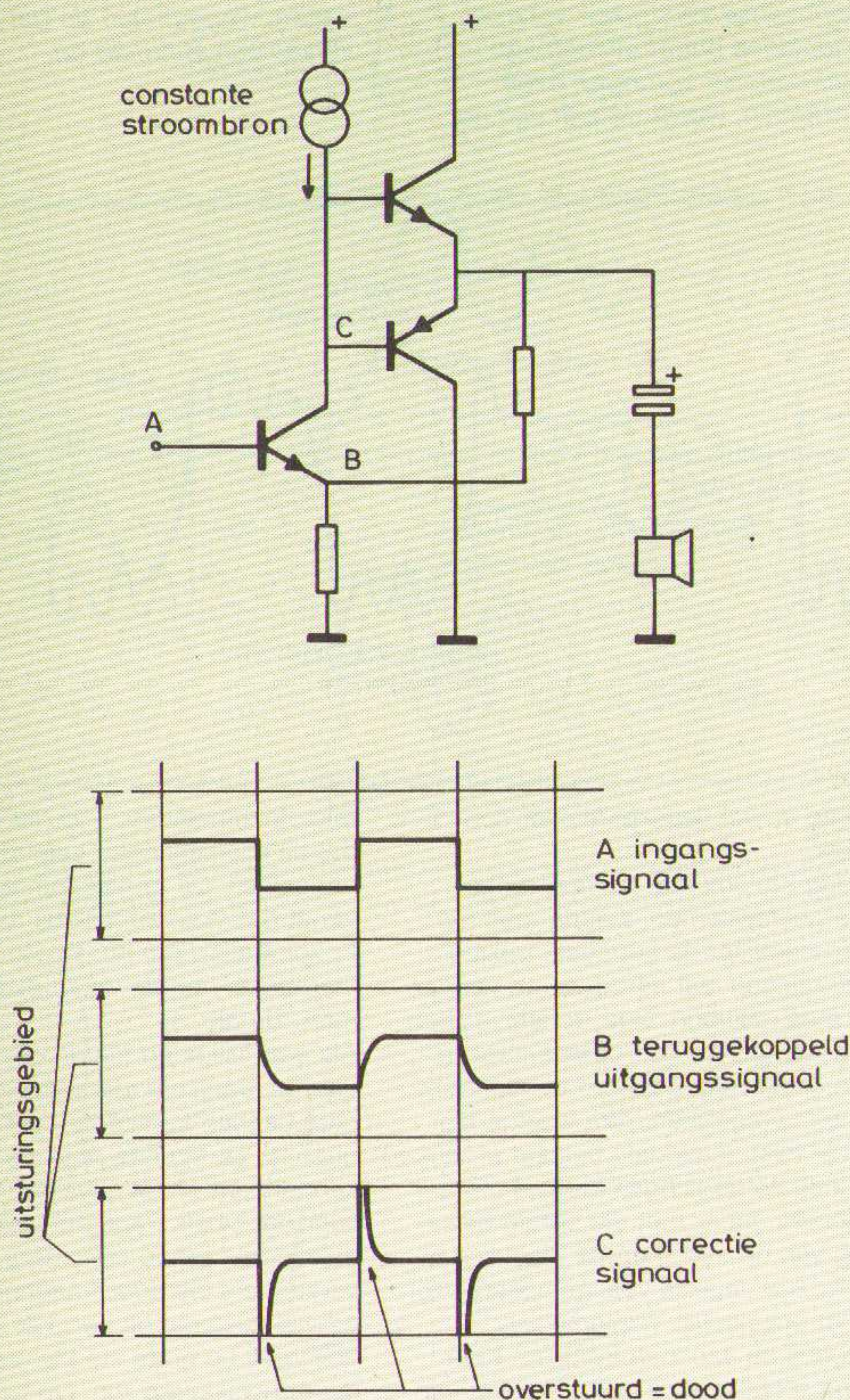
Volgens de Japanse fabrikant Kenwood schuilt de plaatsaanduiding van geluid niet zo zeer in de frequentie van de lange golftreinen en zeker niet in de fase-relatie van de samenstellende tonen, maar in het allereerste moment waarop het geluid zich manifesteert. De aanzet van de trilling, hoe die ook is, kort, fel, zwak, geleidelijk, verruist, onzeker; de eerste golfbeweging kan worden beschouwd als de vitamine van het geluid, zie afb. 3.

Kenwood kwam daarmee omdat hun versterkers deze inzetten zuiverder dan alle andere voorgaande versterkers konden verwerken. Een nieuwe term werd geïntroduceerd: de transiënt, de trillingsvorm, die eigenlijk in de natuur niet voorkomt, maar die ontstaat op ons trommelvlies of op het

microfoonmembraan op het moment dat uit alle richtingen geluidstrillingen aangolven. De transiënten moeten vanaf dat moment feilloos door de Hi-Fi apparatuur om op de conus of het membraan van de weergever te komen, zie afb. 4.

Als eenmalige en niet in dezelfde gedaante terugkerende spanningsvormen hebben transiënten geen frequentie, ze zijn niet regelmatig en ze kunnen kort en fel uitvallen. Het komt voor dat ze als fragment van een impulsvormig geluid verloren gaan in versterkers die door traagheid van de eindtransistoren bij een klik of vioolstreek op grote sterkte, voor korte duur geblokkeerd zijn. Op het moment van de transiënt waarbij de versterker een steile en flinke spanningsprong aan de uitgang moet afgeven en nog heel even kort daarna, zie afb. 5, worden de fijne tijdnuances, die zo kenmerkend zijn voor een helder, open geluidsbeeld, afgesneden. Omdat het effect in intermodulatieprodukten in een duidelijk hoorbaar frequentiegebied rond de 1.000 Hz oproept, rekent men deze vervorming tot de intermodulatie.

Naast de TIM-vrije versterkers van het jongste uur, zoals die van Kenwood en bijvoorbeeld de onlangs besproken NAD, vinden we nu versterkers die kunnen slewen. Het slewen (spreek uit 'sloewen') van een versterker is het



6

Afbeelding 6 TIM vervorming ontstaat bij sterk tegengekoppelde versterkers met trage eindtrap en een snelle stuurtrap. Doordat de tegenkoppeling de stuurtrap tot een sterke correctie van de achterblijvende uitgangsspanning dwingt, raakt deze overstuurd en worden geen transiënten aan de uitgang doorgegeven.

Afbeelding 7 In de gebruikelijke muziekinstallatie wordt de belangwekkende faserelatie van de trillingen in het audiosignaal verstoord aan de grenzen van het frequentiespectrum van de drie bouwstenen, alsmede in het midden van het spectrum 1) door onvolmaakte ligging van de kopspleet en bandloop, bij 2) door trage eindtrappen met slechte sprongkarakteristieken en bij 3) als een meerwegs-weergeefstelsel zonder bijzondere compensatie is uitgerust.

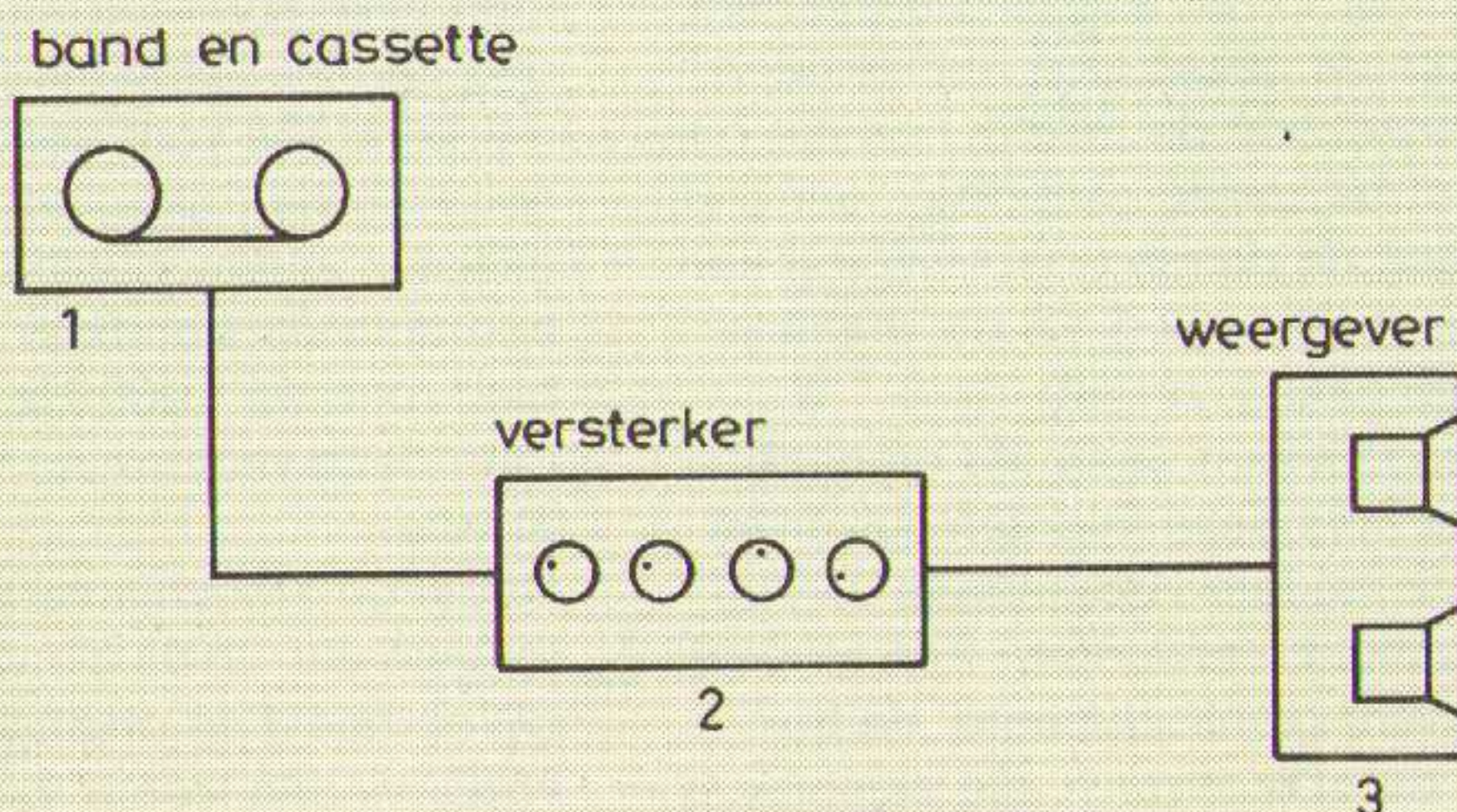
gedrag dat een sterk tegengekoppelde versterker met trage sprongkarakteristiek vertoont, als hij aan het ingangssignaal verplicht wordt een snellere sprong te maken dan hij aan kan, zie afb. 6.

De sprong die eruit komt, zal uiteindelijk zo steil zijn als de versterker hem weet te wrochten, maar gedurende de sprongtijd wordt, door het uitblijven van het gewenste terugkoppelsignaal de stuurtrap van de eindtransistoren zodanig overstuurd, dat een klein deel van de spanningsnuance - maar wel een plaatsbepaald deel - niet de uitgang bereikt.

Hoe meer een versterker het ideaal bereikt om de spanningssprongen van $100 \text{ V}/\mu\text{s}$ te maken, hoe liever. De helft of een kwart is thans voor gewoon geld te koop.

De onderkenning van het slewen kan als het jongste geesteskind van de Hi-Fi worden beschouwd. Dit afgezien nog van de diverse andere fase-varianten, die nog steeds kunnen optreden, zie afb. 7, en die stuk voor stuk afbreuk doen aan helderheid en doorzichtigheid van het geboden geluid. Waarmede we wel mogen stellen, dat de Hi-Fi een dienstbetoon is aan de wet van het eerste golffront.

(Wordt vervolgd).



7

Experimenteren zonder solderen = Breadboard's



WB2-25,50



4-3 45,75



4-1 55,—



4 - 58,60

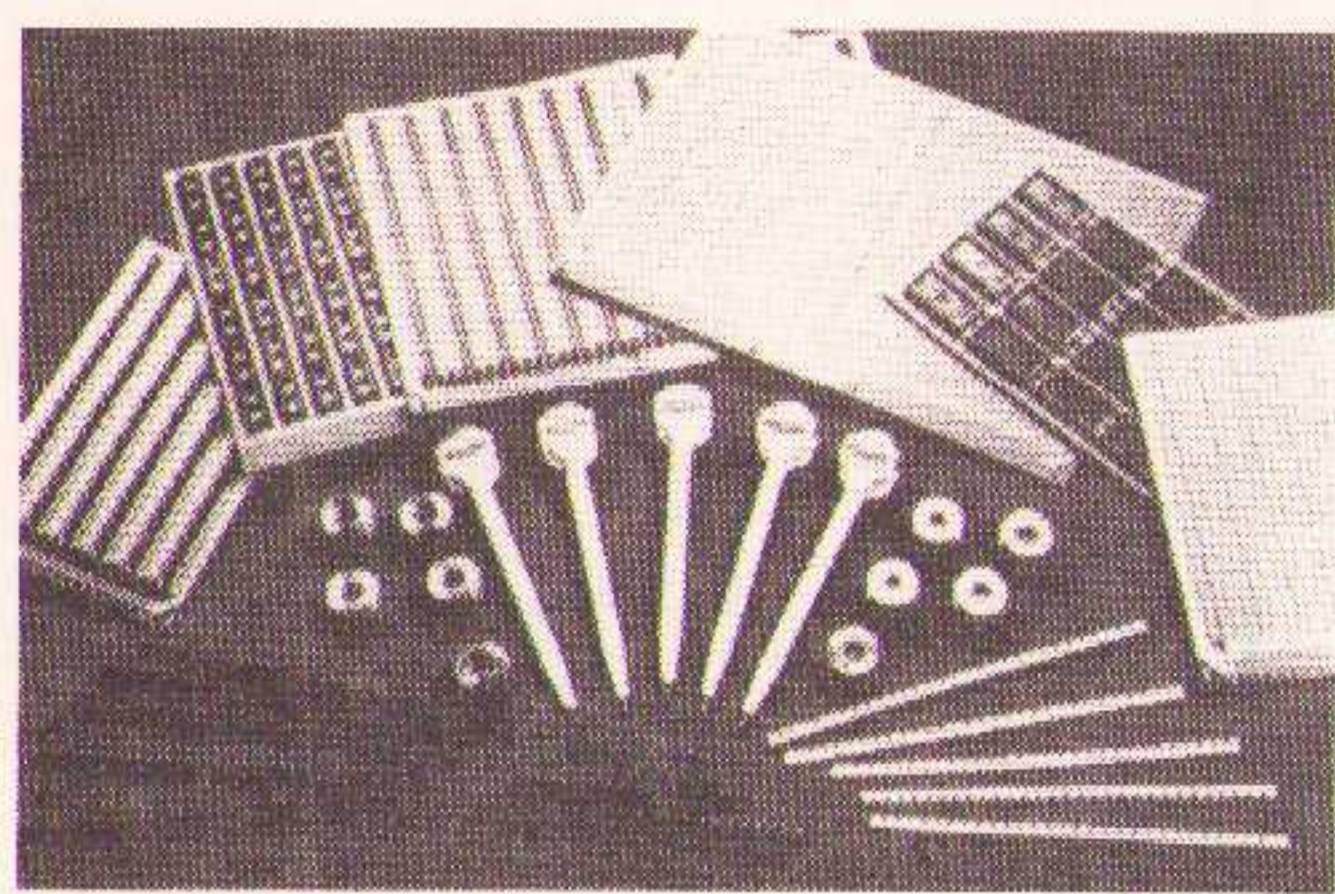


6 - 82,35



8 - 113,50

Roadrunner-Bedradingsysteem



Met het 'ROADRUNNER' bedradingsysteem maakt men printontwerpen vijf maal zo snel als met de konventionele technieken.

De beproefde kwaliteit en betrouwbaarheid van dit systeem is ideaal voor het bedraden van enkele (euro) prints of een kleine printproductie.

Met „ROADRUNNER” werkt u veel goedkoper dan met het „Wire-wrap” systeem. Elektronische componenten in standaard uitvoering kosten de helft van de componenten benodigd voor wire-wrap toepassing.

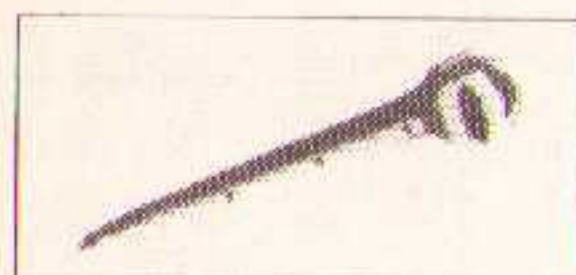
In tegenstelling tot wire-wrap met zijn lange bedradingspennen, die printplaten een veel grotere dikte geven dan noodzakelijk, geeft het „ROADRUNNER” systeem een extreem laag profiel, slechts 5,4 mm totale hoogte inclusief print. Deze prints kunnen zelfs gemonteerd worden in frames met 8 mm moduulgeleiders. Het modificeren en repareren van bestaande prints en bedrading in miniatuur schakelingen is ook mogelijk met de „ROADRUNNER”.

De sleutel voor het efficiënt gebruik van het systeem is het gebruik van de draadgoten, die de bedrading op z'n plaats houdt en een laag profiel van de print garandeert. 'n Groot aantal draden (150-200) kunnen door de draadgoten gelegd worden.

Tesamen met de exclusieve „ROADRUNNER” en het geïsoleerde draad geeft het systeem de mogelijkheid tot een zeer snelle en nette bedrading.

DRAADPEN met spoel vertind koperdraad

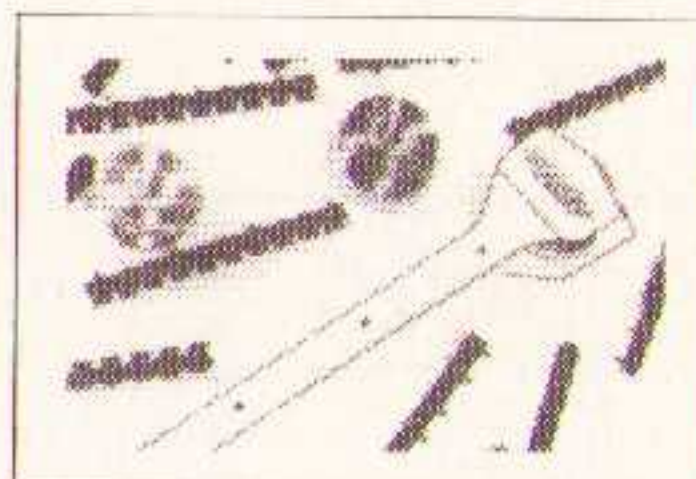
code nr:
395.1041 21,—



Een goed in de hand liggende draadhouder met een fijne stalen punt voor het snel en akkuraat bedraden.

Met het drukken van de pen op het draad snijdt men dit op de gewenste lengte af.

Het opnieuw doorvoeren van de draad gebeurt door draaien aan de draadspoel.



MINI KIT „B”

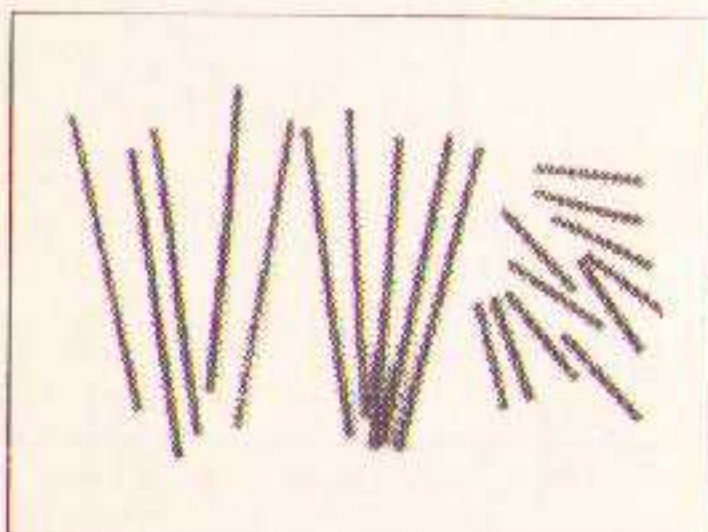
code nr: 395.2109

47.50

Deze kit is gelijk aan kit „A”, in plaats van draadgoten voor lijmbevestiging heeft deze kit 20 draadgoten (lengte 51 mm) voor bevestiging op 1 mm voorgeboorde prints.

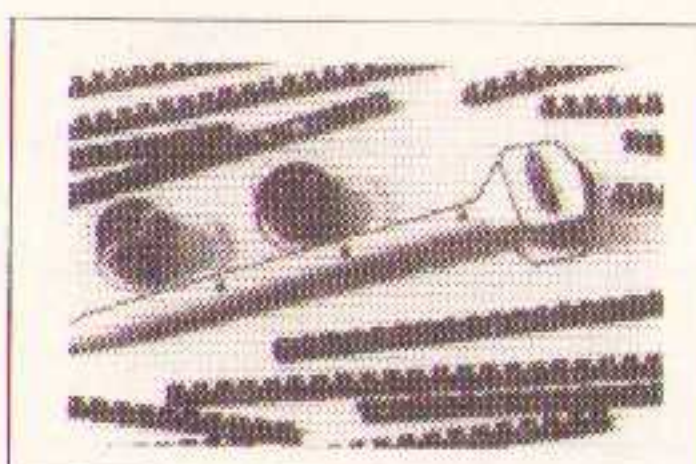
DRAADGOTEN

code nrs:
395.1102 20 x draadgoot voor lijmbevestiging 22,—
395.1104 20 x draadgoot voor voorgeboorde prints 23,60



De draadgoten dienen om de bedrading op z'n plaats te houden.

De draadgoten voor lijmbevestiging zijn 152 mm lang, de draadgoten voor bevestiging op voorgeboorde prints 52 mm.



MINIKIT „A”

Code nr: 395.2108

47,50

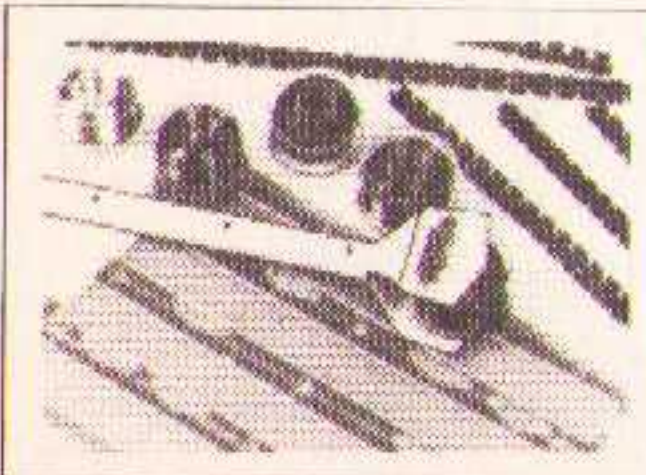
Voor het maken van prototypes en bedraden van prints cq reparatie met gebruik van o.a. draadgoten voor lijmbevestiging.

De kit bestaat uit:

- 1 Draadpen
- 2 Spoelen geïsoleerd draad, 2 kleuren
- 1 Spoel vertind koperdraad
- 20 Draadgoten (lengte 152 mm) voor lijmbevestiging

PROTOTYPEKIT

code nr:
395.2107 52.50



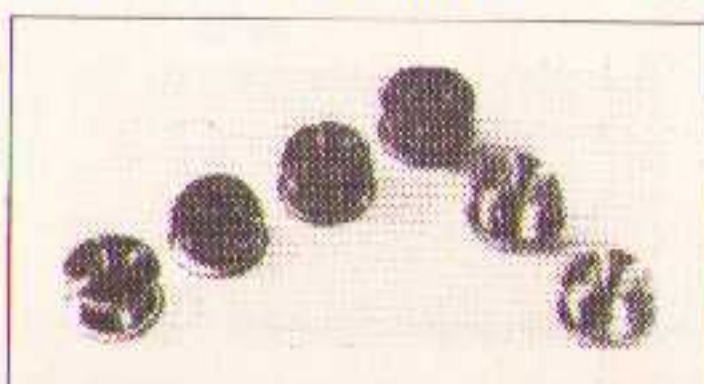
Voor het maken van een prototype met het Road-Runner systeem.

De kit bestaat uit:

- 1 Draadpen
- 5 Draadgoten (lengte 152 mm) voor lijmbevestiging
- 4 Spoelen geïsoleerd draad, 4 kleuren
- 1 Spoel vertind koperdraad
- 1 Print (Epoxy) 77x128 mm

DRAADSPOELLEN

Code nrs:
395.1051 4 x blauw 15,80
395.1052 4 x koperkleurig 15,80
395.1053 4 x groen 15,80
395.1054 4 x rood 15,80
395.1055 4 x div. kleuren 15,80
395.1042 2 x vertind 8,60



Plastic spoelen voorzien van soldeerbaar geïsoleerd draad voor bedrading van print enz. of ongeïsoleerd draad voor reparatie van prints enz.

Geïsoleerd draad wordt geleverd in de kleuren blauw, koperkleurig, groen en rood.

Lengte op spoel 34 m, ø .15 mm, verpakking 4 stuks.

Ongeïsoleerd draad is vertind koperdraad, lengte 24 meter, ø .25 mm, verpakking 2 stuks.

Specificatie geïsoleerd draad:

Isolatie dikte 0.012 mm
Weerstand (20°C) 0.967Ω/m
Stroom 110 mA
Isolatie doorslagspanning 1700V RMS

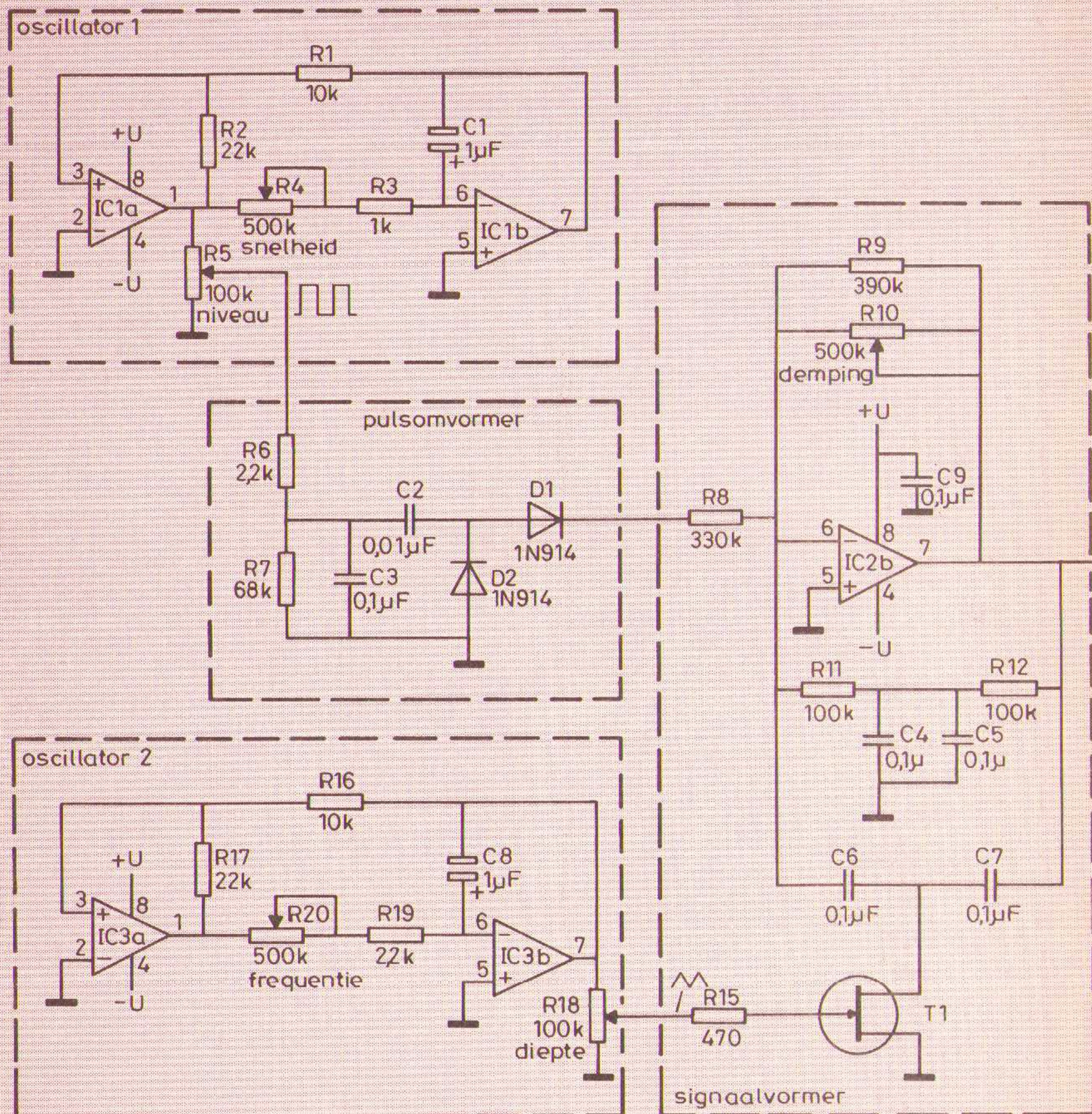
LEVERINGSVOORWAARDEN:

onder rembours + 9,50 bij vooruitbetaling per bank N.M.B. 68-71-14624 of per giro 370274 + 6,50 verzendkosten.

Afb. 1. Geluids-synthesizer.
Behalve van Dual OpAmps als het type MC1458N, waarvoor de schakeling de nummering van de aansluiting geeft, kunnen ook

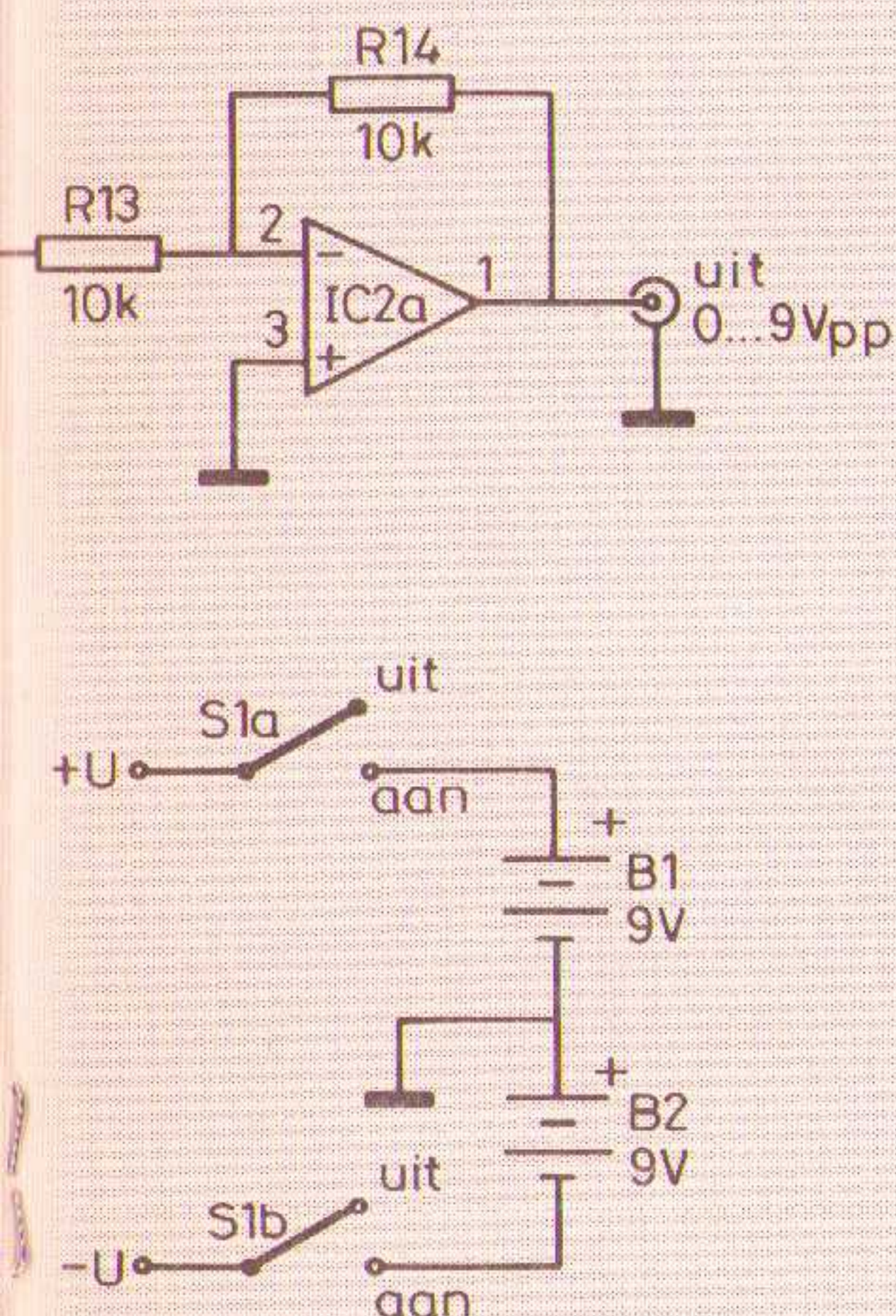
enkelvoudige OpAmps toegepast worden. T1 is een N-kanaal Fet als de 2N3819 of BF 224. Alle weerstanden $\frac{1}{4}$ W.

Voor C1 en C8 neme men polyesther typen.
Voor de overige condensatoren kan men keramische nemen.



Wim Jak

Geluids-synthesizer



Een synthesizer brengt kunstmatig geluid voort. Ontstaan onder invloed van de moderne popmuziek en aangeboden vanuit de elektronische industrie, die dank zij de veelzijdigheid en de gemakkelijke toepasbaarheid van de moderne halfgeleider voor niets meer de hand omdraait. Met de relatief eenvoudige inrichting van afb. 1 zijn we in staat een keur aan bijzondere en bizarre geluiden voort te brengen, variërend van sirene, vliegtuig, spattend water, onaardse machines en monsters en wat al niet meer. De schakeling is opgebouwd rond vier delen, namelijk twee oscillatoren, een mengtrap en een signaalsvormer. Achter deze bevindt zich nog een scheidingstrap met versterking 1 om het geheel onafhankelijk van de belasting te maken en vice versa.

In het toonopwekkende gedeelte, de signaalsvormer, speelt T1 een bijzondere rol. Opgenomen in één van de takken van het dubbel-T filter tussen de ingang en de uitgang van IC2B, zijn we in staat de afstemfrequentie van dit filter te wijzigen, waardoor de werkfrequentie van de signaalsvormer bepaald wordt. Afhankelijk van de demping, welke met R10 wordt ingesteld, gedraagt de signaalsvormer zich als toonfilter of als toon-oscillator. Hierin wordt hij sterk beïnvloed door de pulsen, welke via R8 worden toegevoerd. Uit de combinatie van de sterkte van de pulsen en de demping van de signaalsvormer, ontstaat een wijde schakering aan signaalsvormen.

Voor de opwekking van de pulsen en de sturing van de filterfrequentie, is voorzien in de oscillatoren 1 en 2, wel-

ke identiek zijn opgebouwd. De werking als oscillator van deze beide operationele versterkers, komt tot stand doordat de één inverterend en de ander niet-inverterend is geschakeld en de uitgangen en de ingangen met elkaar zijn doorverbonden. Door C1 en resp. C8 gedraagt de inverterende OpAmp zich als een integrator, waardoor aan diens uitgang een lineair toe- en afnemende spanning - een driehoeksspanning - beschikbaar komt. Aan de uitgang van het niet-inverterende IC is de opgewekte schakelspanning als vierkantsgolf beschikbaar.

Omdat bij de multivibratorschakeling, welke door de beide OpAmps wordt gevormd, de uitgangsspanning het volledige uitsturingsgebied doorloopt, en de uitgangsspanning van de integrator daar een bepaalde tijd voor nodig heeft, bepaalt de stroom, waarmee de integratorcondensator C1 resp. C8 wordt gestuurd, de werkfrequentie van het geheel. Deze ligt bij beide oscillatoren tussen 0,5 en 250 Hz. In de samenstelling van afb. 1 bepalen we met oscillator 1 voornamelijk het tempo en met oscillator 2 de toon van het geluid, terwijl met de dempingsregelaar hieraan een finale karakterisering wordt doorgevoerd.

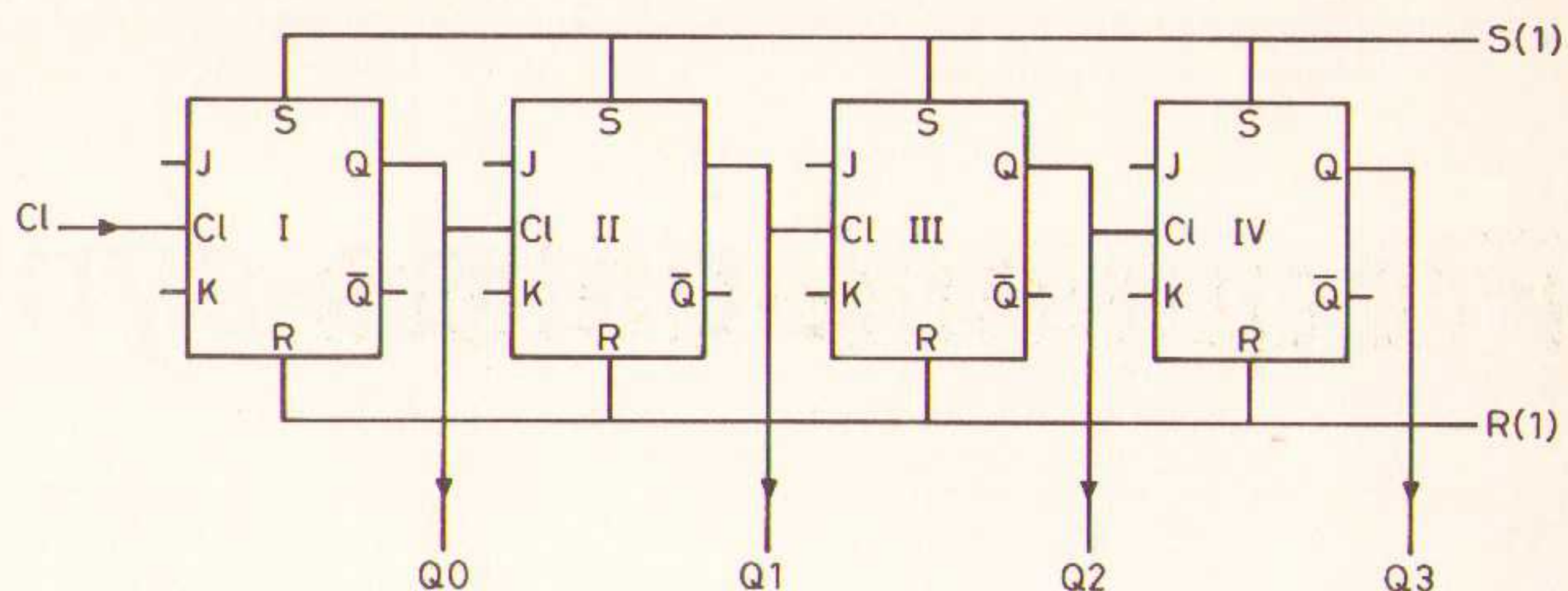


Fig. 5a

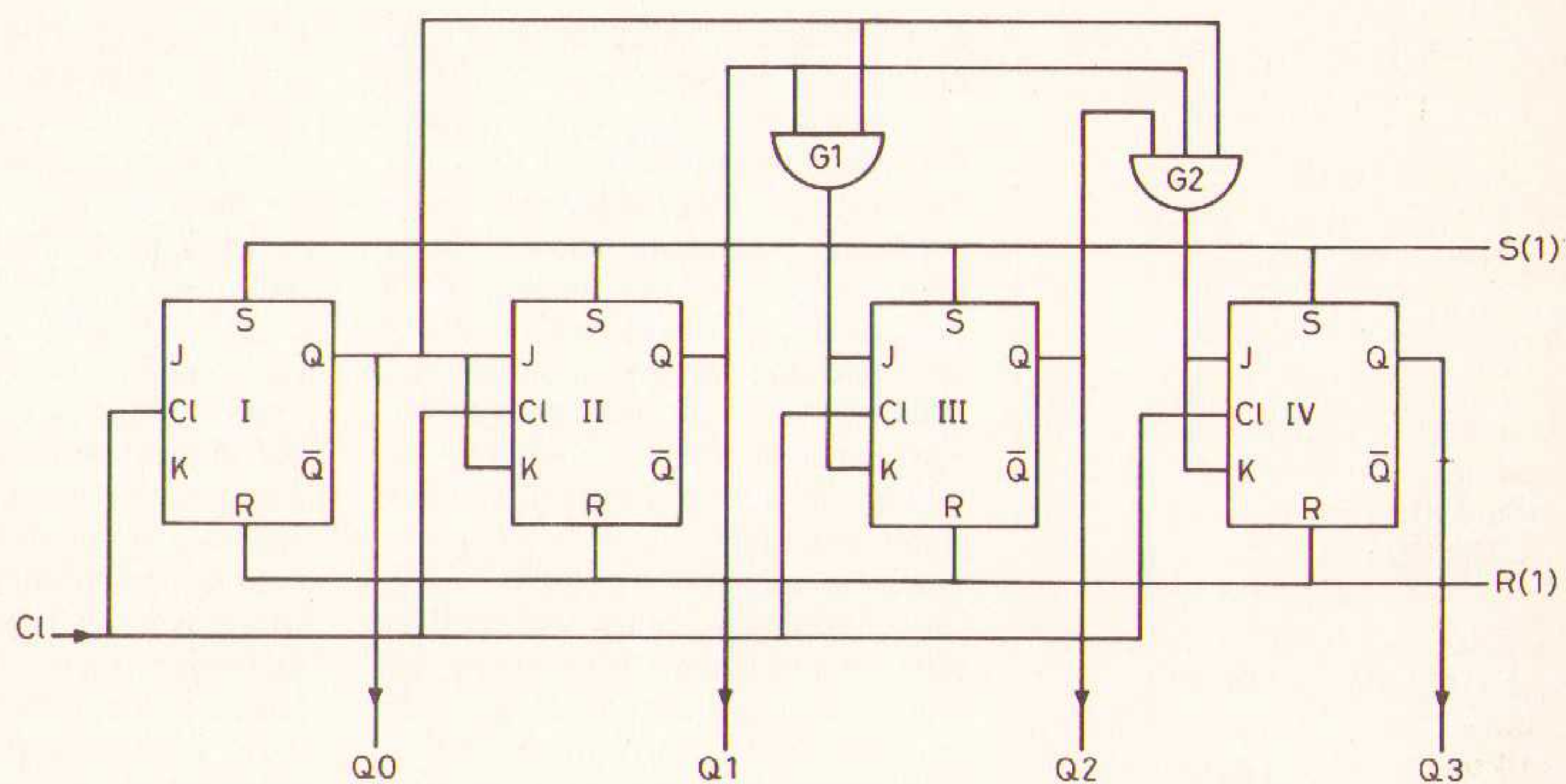


fig. 5b

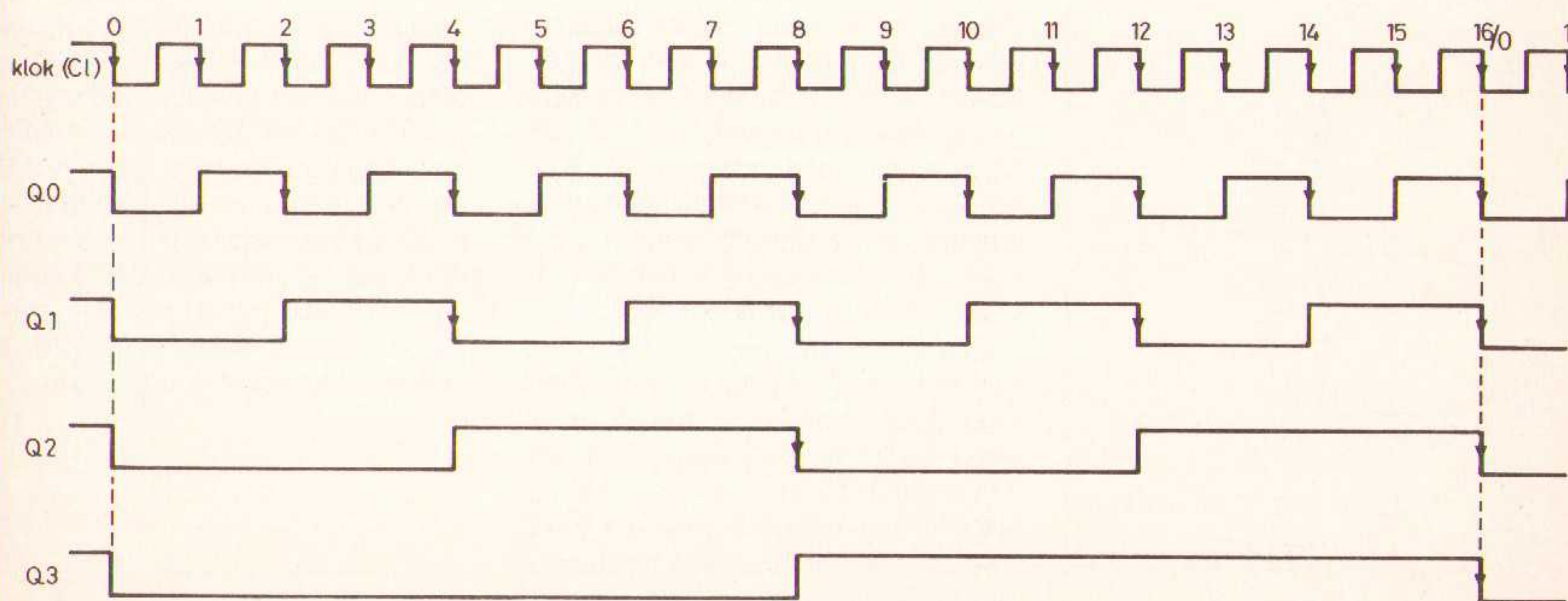


fig. 5c

Frequentie-delers

Hoofdstuk 5: De opbouw van frequentie-delers

Uit het voorgaande hebben we geleerd, dat de deler is opgebouwd uit een keten van twee-delers, die op een bijzondere manier verbonden worden, teneinde het gewenste deeltal te verkrijgen. In figs. 5a en 5b zijn twee van dergelijke ketens weergegeven, in fig. 5c het bijbehorende tijd-volgorde-diagram en in fig. 5d de bijbehorende tabel. Dit zijn echte 'binaire' delers, delend door 2, 4, 8 en 16; indien er n binaire delers in één IC ondergebracht zijn, is het hoogste deeltal 2^n . Gezien het beperkte aantal uitgangen van het IC (14 of 16) is het aantal binaire delers ook beperkt tot 4, zodat het maximale deeltal 16 bedraagt.

Uit het tijd-volgorde diagram van fig. 5c kunnen we zien, hoe de volgende trappen 'geset' worden door de negatieve flank van de voorgaande trappen en door de volgende weer 'gereset'. In principe onderscheiden we twee types delers, nl. de 'a-synchrone' van fig. 5a en het 'synchrone' type van fig. 5b. Bij het a-synchrone type wordt de ene trap geset door de voorgaande; bij het synchrone type worden de trappen geset en gereset door de klokimpuls, waarbij de voorgaande trap slechts de voorwaarde voor het setten- en resetten levert.

Het a-synchrone type is eenvoudiger van opbouw en geeft een vrij geringe belasting op de klokimpuls en op de voeding - dit, in tegenstelling met het synchrone type, waarbij alle trappen gelijktijdig geset en gereset worden. Een synchrone deler is echter minder

storingsgevoelig dan een a-synchrone (doordat de keten alleen maar tijdens de klokimpuls open staat), loopt nauwkeurig gelijk met de klokimpuls (synchroon) heeft een kleinere vertragingstijd (dus hogere werkfrequentie) en is zeer geschikt voor het 'presetten' en voor het 'naar links of rechts' tellen van de klokimpulsen.

De werking van de a-synchrone deler van fig. 5a volgt direct uit het tijd-volgorde diagram van fig. 5c; we gaan steeds uit van de situatie, waarbij alle trappen 'gereset' zijn. Bij de 15^e klokimpuls zijn alle trappen 'volgelopen'; bij de 16^e wordt alles weer 0, zodat we met een nieuwe cyclus kunnen beginnen.

No	Q ₀	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Binair
0	0	0	0	0	0000
1	1	0	0	0	0001
2	0	1	0	0	0010
3	1	1	0	0	0011
4	0	0	1	0	0100
5	1	0	1	0	0101
6	0	1	1	0	0110
7	1	1	1	0	0111
8	0	0	0	1	1000
9	1	0	0	1	1001
10	0	1	0	1	1010
11	1	1	0	1	1011
12	0	0	1	1	1100
13	1	0	1	1	1101
14	0	1	1	1	1110
15	1	1	1	1	1111
16	0	0	0	0	0000

Tabel 5d

Bij het synchrone type van fig. 5b moeten tussen de opeenvolgende trappen EN-poorten aangebracht worden teneinde een juiste tijdvolgorde te verkrijgen. Tussen de trappen I en II is geen poort vereist, omdat trap II alleen geset kan worden door de negatieve flank van de klokimpuls, terwijl Q1 nog hoog is.

Tussen de trappen II en III moet echter een EN-poort (G1) opgenomen worden, daar anders III door de negatieve flank van klokimpuls 3 geset wordt, wat onjuist is: III kan alleen maar geset worden indien én Q₀ én Q₁ hoog zijn door de neg. flank van de klokimpuls. De trap IV mag alleen maar geset worden, indien én Q₀ én Q₁ én Q₂ hoog zijn; hiervoor is een EN-poort met 3 ingangen (G2) vereist.

In beide schakelingen zijn alle S- en R-doorverbonden, zodat de reset steeds op '0' plaatsvindt (wat normaal is), de 'Set' op 1111 (dus 15), wat echter niet steeds het geval is; zo wordt de SN 7490 op 1001 (9) geset, dit in verband met de werking als 'tiendeler'. In moderne delers kunnen deze trappen van te voren geset worden (bijvoorbeeld op 1011 of 11); bij het 'heentellen' zijn nog 4 klokimpulsen vereist om de deler vol te laten lopen (1111) of 11 voor de deler geheel 'leeg' (0000) is.

In de tabel 5d is de toestand van de verschillende trappen aangegeven, afhankelijk van de klok; hierbij zien we, dat de stand van de verschillende trappen, van rechts naar links gelezen, overeenstemt met het volgnummer van de klokimpuls. Deze eigenschap is bijzonder handig bij het ontwerpen van delers volgens het 'reset' principe; wensen wij bijvoorbeeld een 7-deler te construeren, dan geldt daarbij als voorwaarde, dat én Q₀ én Q₁, én Q₂ hoog moeten zijn; is deze toestand bereikt, dan kan de deler weer op 0000 gereset worden.

Hoofdstuk 6: de opbouw van veel gebruikte delers

Het zal wel duidelijk zijn, dat we bij het opbouwen van digitale schakelingen zoveel mogelijk uitgaan van kant en klare eenheden, daar anders dit proces veel te omslachtig en te kostbaar zou worden. Iedere M/S Flip-Flop bevat reeds 8 à 9 poorten, zodat een normaal IC met de overige poorten een 40-tal poorten zou omvatten, wat niet erg praktisch is. In de MOS-techniek gaat men echter nog veel verder en worden hele ketens met alles, wat daar bij behoort, in één IC verenigd; dit betekent dat nog maar een paar ver-

bindingen vereist zijn voor het gehele apparaat! Voor een liefhebber, die zich wat verder in de werking van digitale schakelingen wil verdiepen, is er op die manier weinig van te leren; anderszins zou een zakcomputer of een digitaal horloge niet met 'discrete IC's te maken zijn!

Voor het experimenteren met M/S FF is de SN 7476 ideaal; hierin zijn 2 M/S FF op één IC ondergebracht, waarbij alle verbindingen naar buiten gebracht zijn; hiermede kunnen we 'alle kanten uit!'.

In fig. 6.a.1 is het functionele diagram afgebeeld, in fig. 6.a.2 het aansluitschema.

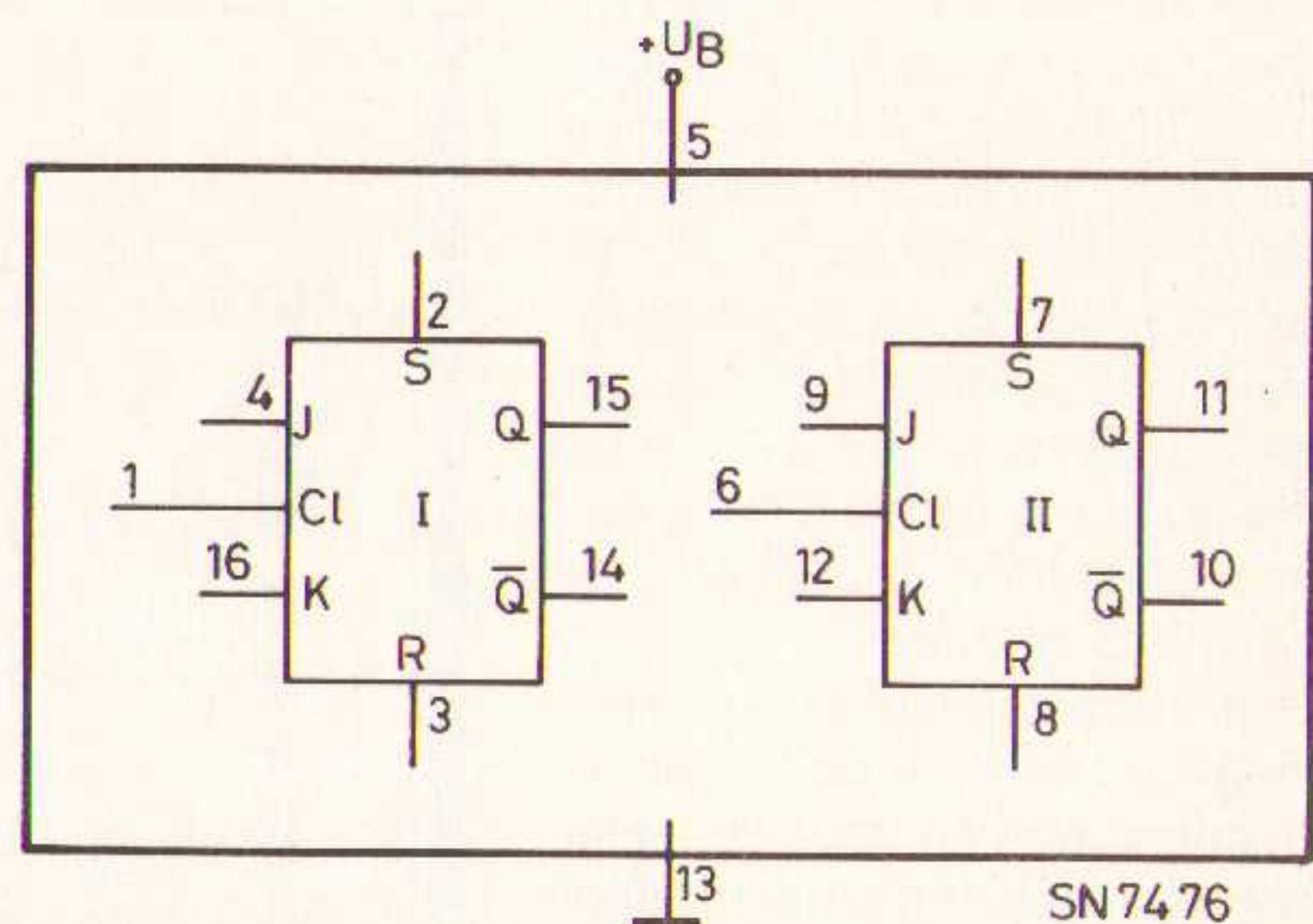


fig. 6.a.1

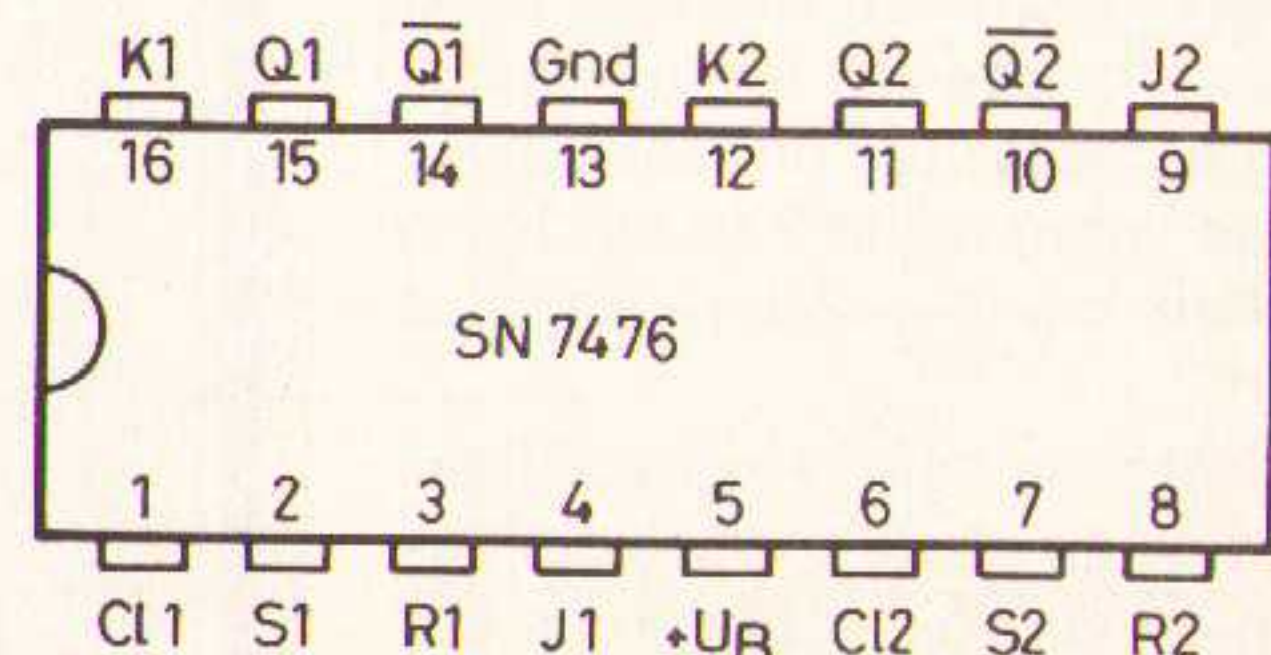


fig. 6.a.2.

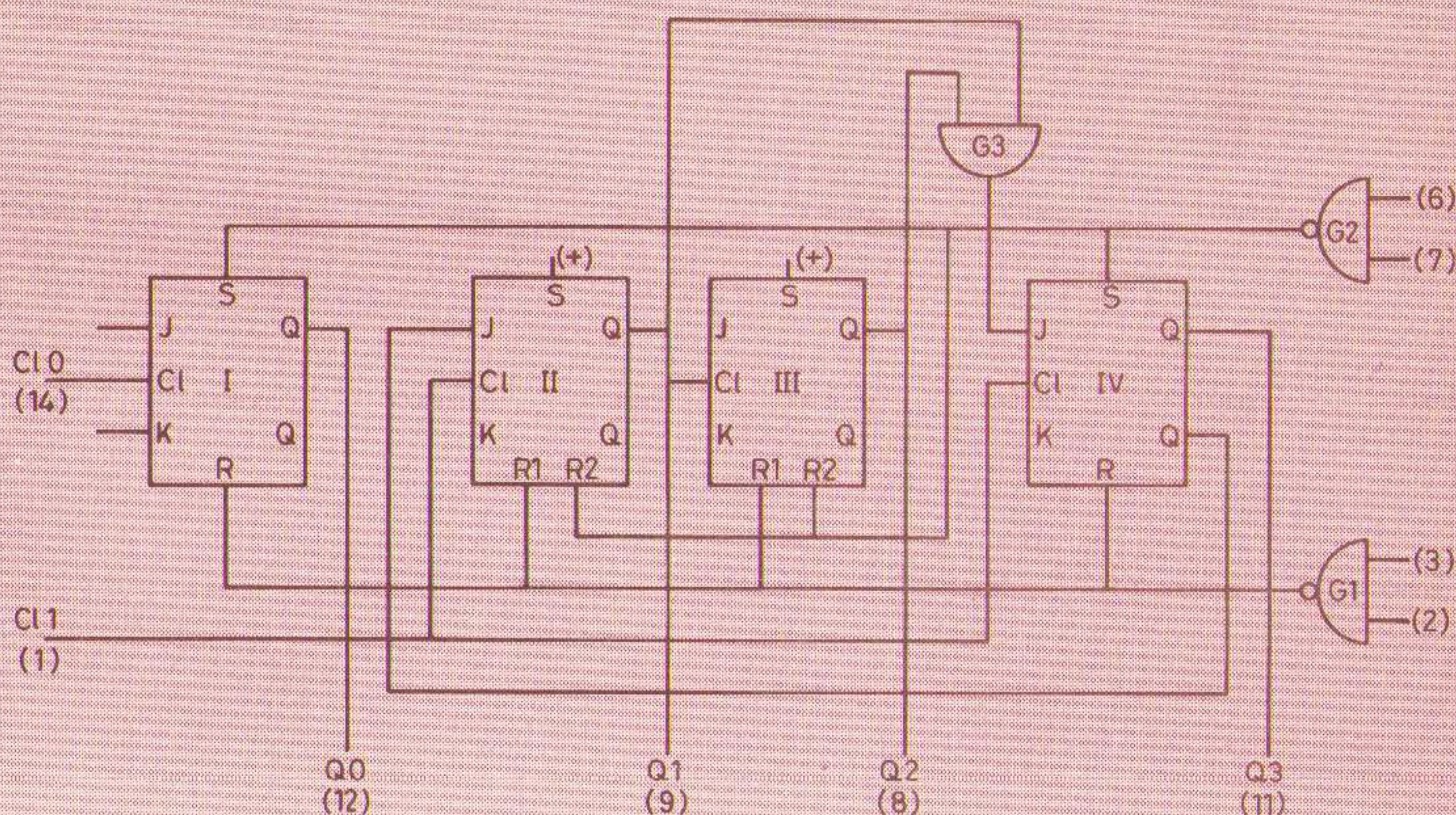


Fig. 6.b.1

De functietabel voor deze FF's hebben we reeds bij fig. 4b afgebeeld; voor de normale werking moeten S en R beide 1 zijn.

Ten einde bekend te raken met digitale schakelingen is het absoluut noodzakelijk, deze zelf na te bouwen; dit kan heel eenvoudig met behulp van de losse experimenteerstroken, beschreven in een apart artikel: 'Het experimenteren met digitale schakelingen'. De hierbij besproken delers kunnen voor zeer veel verschillende doeleinden toegepast worden.

Het volgende type, de SN 7490, is in feite 'geprogrammeerd' als een decimale deler (2-5 deler) en wordt als zodanig zeer veel toegepast, daar wij normaliter in het decimale stelsel rekenen.

In fig. 6.b.1 is de 'inwendige' schakeling van dit IC aangegeven, in fig. 6.b.2 het functionele diagram en in fig. 6.b.3 het aansluitschema.

Deze deler bestaat uit twee helften die ook afzonderlijk toegepast kunnen worden; de trap I vormt een 2-deler, de trappen II, III en IV een 5-deler.

De werking van de 5-deler kunnen we aan de hand van het tijd-volgorde-schema van fig. 5c gemakkelijk nagaan; de laatste trap mag alleen dan geset worden, als én Q_1 , én Q_2 '1' zijn; de reset volgt dan door de volgende (5^e) klokimpuls; in combinatie met de

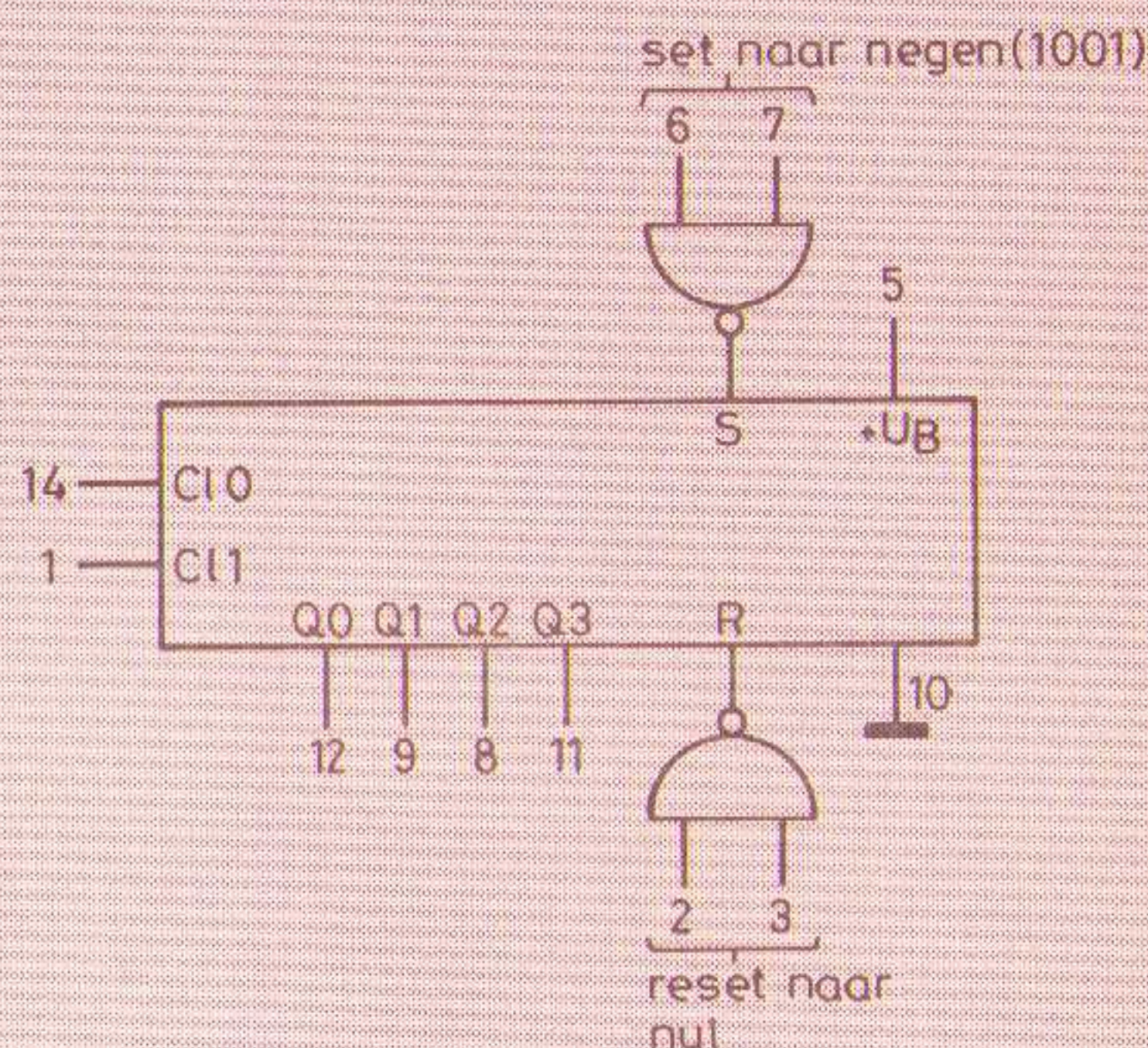


fig. 6.b.2.

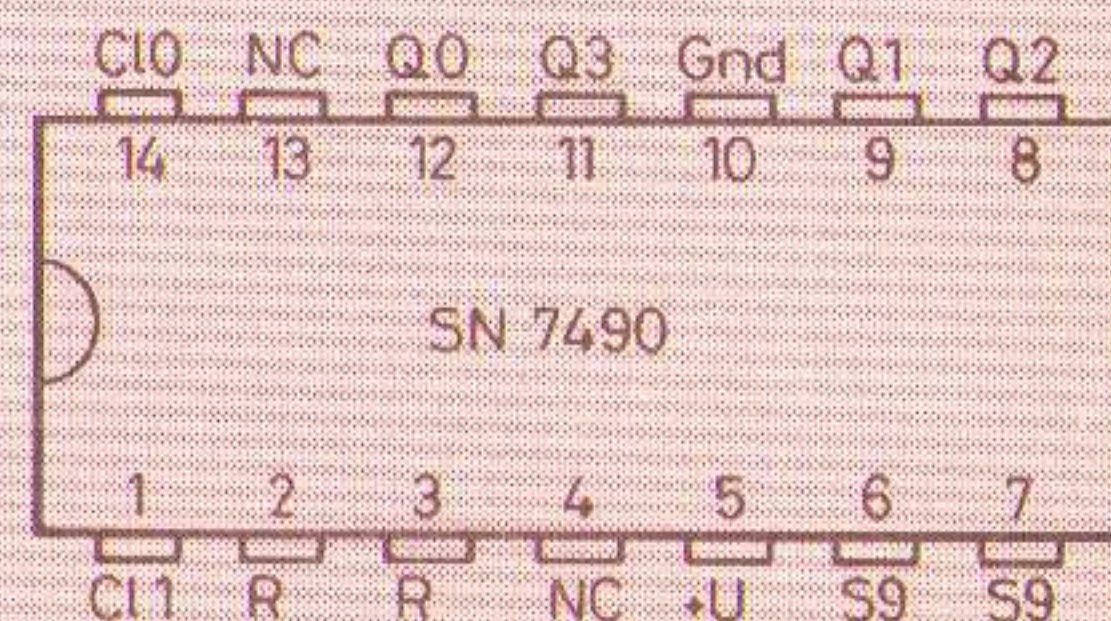


fig. 6.b.3.

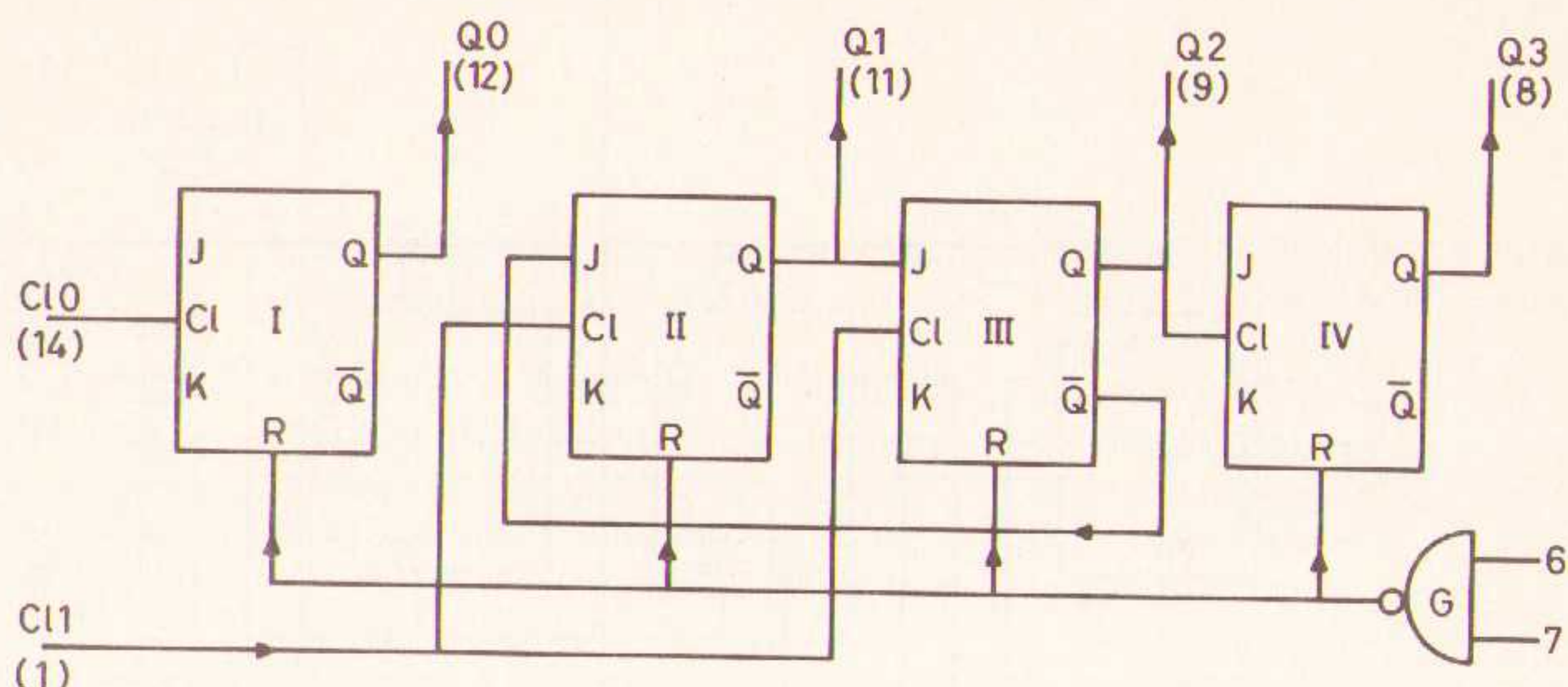


fig. 6c.1

voorafgaande 2-deler wordt het geheel een 10-deler.

Aangezien we ook veel in een 6- en 12-tallig stelsel werken (uren, minuten, seconden, graden, minuten, seconden) worden 6- en 12-delers veel toegepast - in fig. 6c is een dergelijk type afgebeeld (SN 7492)

De trap I vormt een 2-deler, de trappen II en III een 3-deler, de trap IV weer een 2-deler, zodat we uiteindelijk op een 12-deler uitkomen.

In tegenstelling tot het IC SN 7490, dat op '1001' gezet kan worden, kan dit IC alleen maar op 0 gereset worden.

Daar de set- en resetlijnen steeds via NEN-poorten gestuurd worden, moet ten minsten één van beide aansluitingen 0 zijn om te bereiken, dat de uitgang 1 is en daarmee de FF kan werken. Deze set- en resetpoorten worden vaak opgenomen in deelschakelingen; zodra beide aansluitingen 1 worden, gaat de uitgang naar 0 en wordt de deler op 0 gereset. In feite kennen we delers met 'inwendige' bedrading (zoals de 3- en 5-delers) en

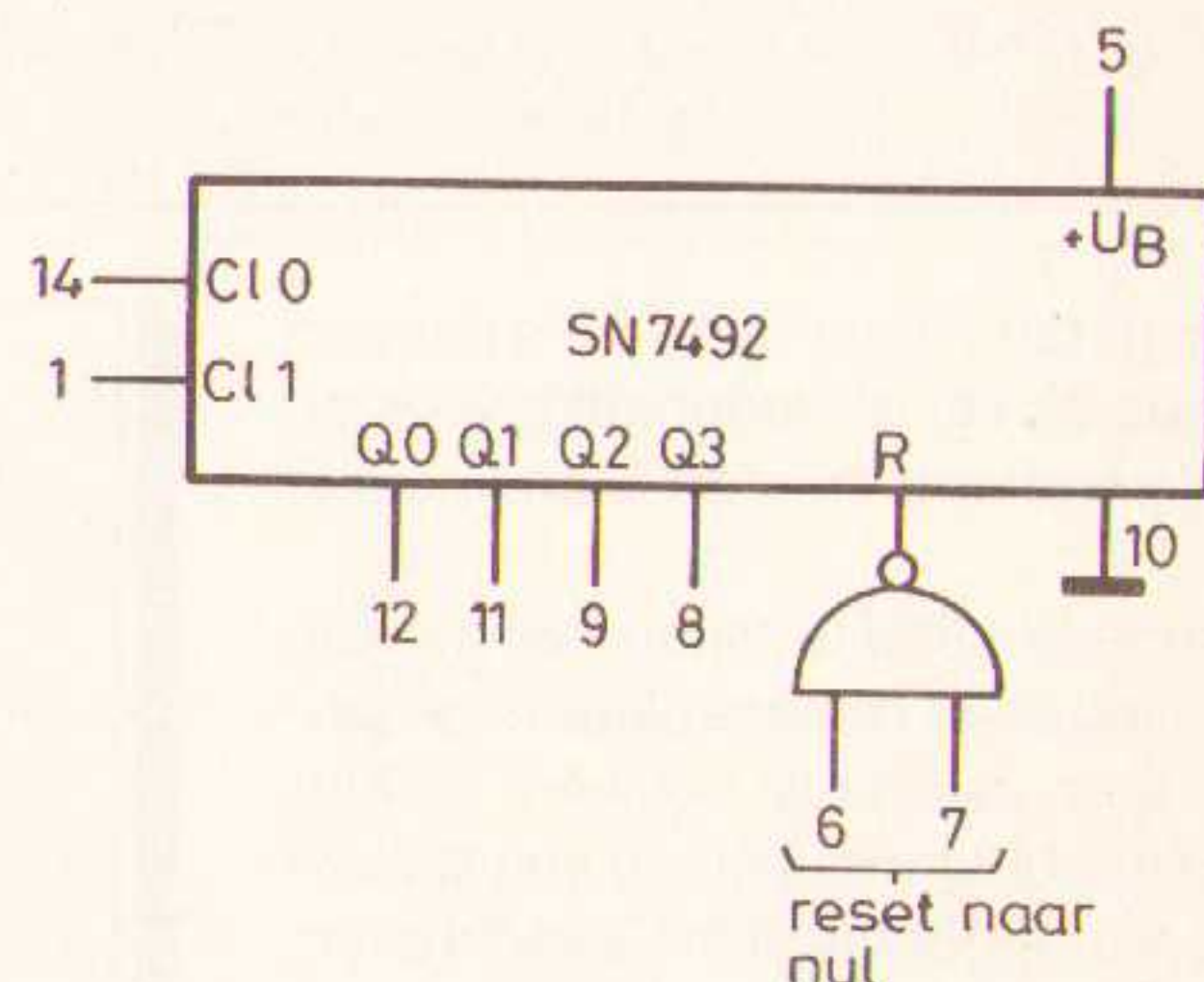


fig. 6c.2

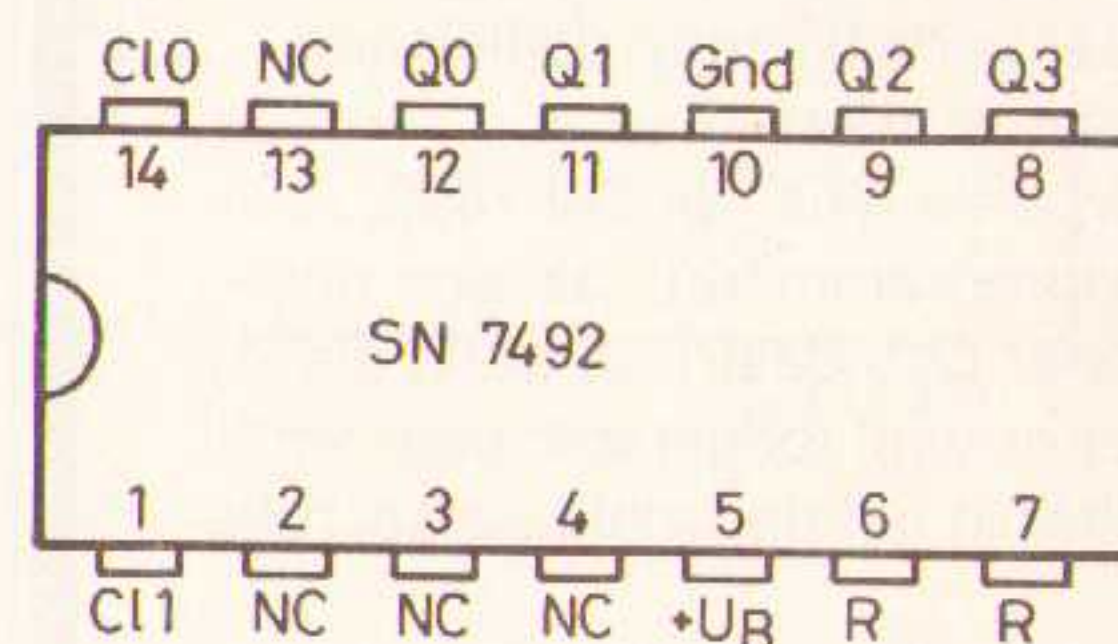


fig. 6c.3.

Word abonneé op

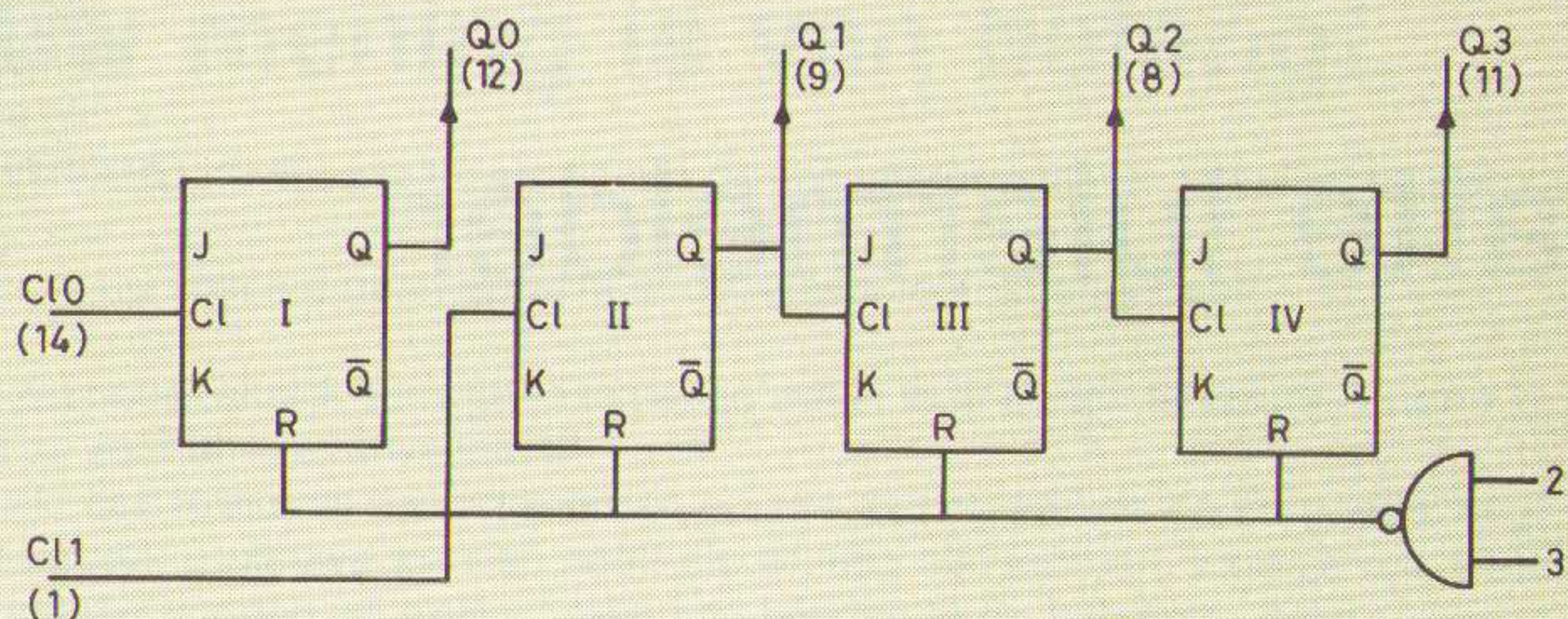


Fig. 6.d.1

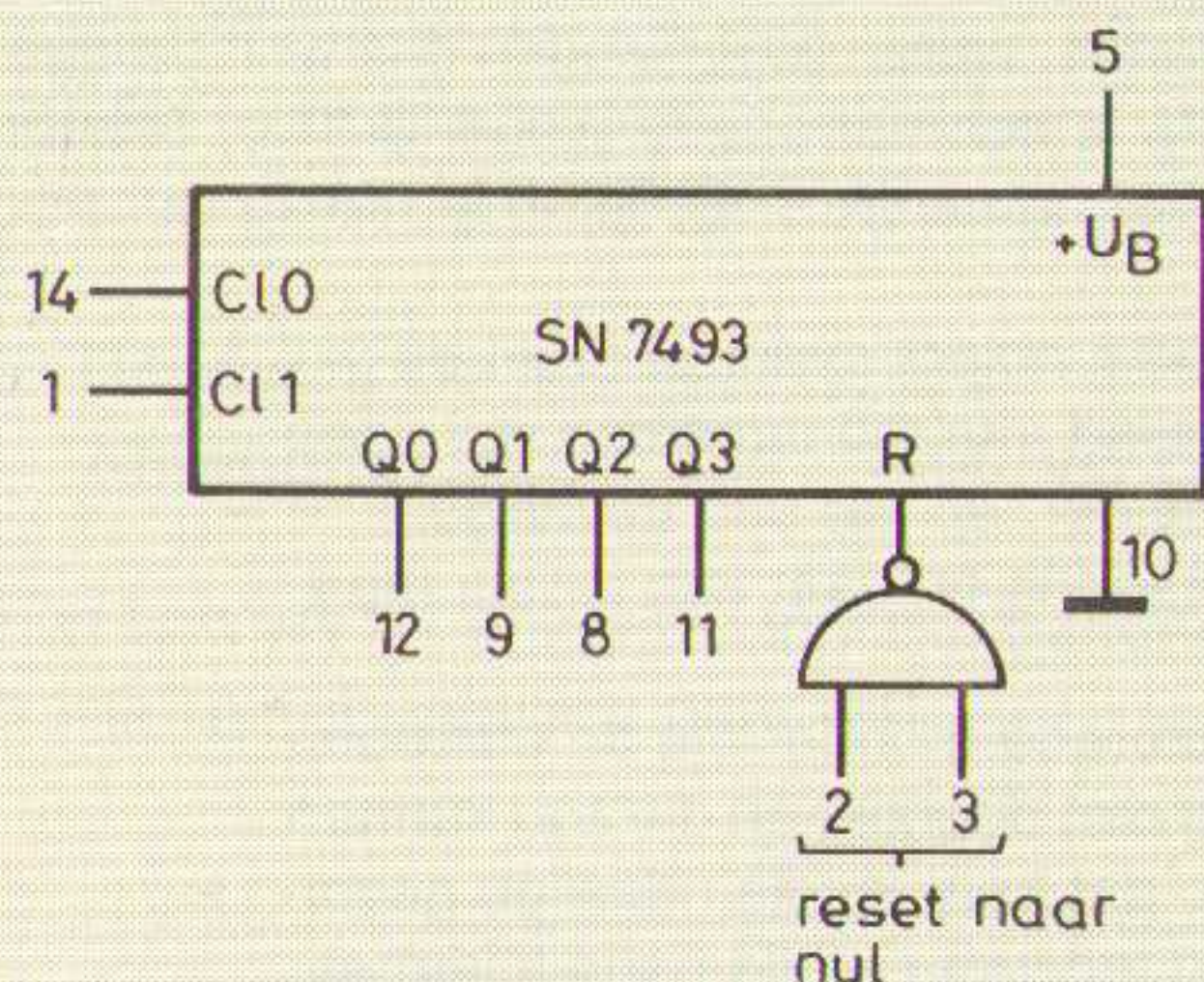


fig. 6.d.2

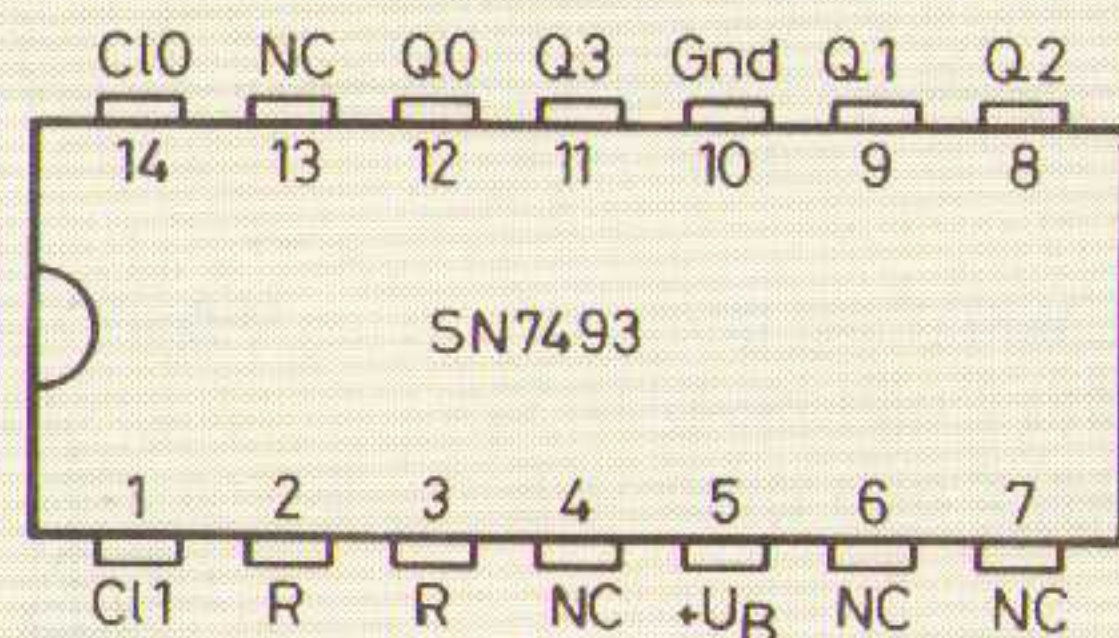


fig. 6.d.3

met 'uitwendige' bedrading, waarbij gebruik van de set- en resetpoorten gemaakt wordt. In vele gevallen echter worden beide mogelijkheden gecombineerd, waardoor een groot aantal schakelingen mogelijk is.

In de oude tijd, toen de FF nog niet met al deze Set- en Reset-mogelijkheden uitgerust waren, bevatten de delers tal van 'inwendige' poorten met ingewikkelde schakelingen - gelukkig zijn we hiervan verlost en kunnen aan de hand van de tabel 5d heel eenvoudig een 'Reset-schakeling' bouwen, waarbij de deelteten bij het bereiken van het gewenste deeltal stopt en weer naar nul terugkeert.

Tenslotte bekijken we nog de 'zuivere' binaire tellers, afgebeeld in fig. 6.d.1, opgebouwd uit twee eenheden, nl., een twee-deler (I) en een acht-deler II, III en IV.

Ook hier is in fig. 6.d.1 de inwendige schakeling van het IC afgebeeld, in fig. 6.d.2 het functionele diagram en in fig. 6.d.3 het aansluitschema.

Wim Jak

Natte luiermelder

De meest succesvolle elektronica-experimenteerschakeling is die van de natte-luier melder, oftewel vocht- of regendetector. De bijzonder eenvoudige elektronische opbouw enerzijds en een maximum aan nut anderzijds, maken de schakeling van afb. 1 welhaast tot een verplicht nummer.

Aangezien de mens altijd een vinger in de natuurlijke pap wenst te houden, is het ontstaan van deze schakeling niet zo verwonderlijk. Welke reden zullen we aanvoeren om een argeloze ouder ertoe te verleiden twee geleiders door de luier van de baby te rijgen en deze op de schakeling van afb. 1 aan te sluiten, teneinde daarmee te bereiken dat een elektrisch signaal gaat, zodra

de luier van de baby vochtig wordt? Het zou kunnen zijn, omdat moeder even bij de burens op de koffie zit. Voor het overige, weten psychologen ons te melden, is het maar beter natuurlijke zaken zo natuurlijk mogelijk af te handelen.

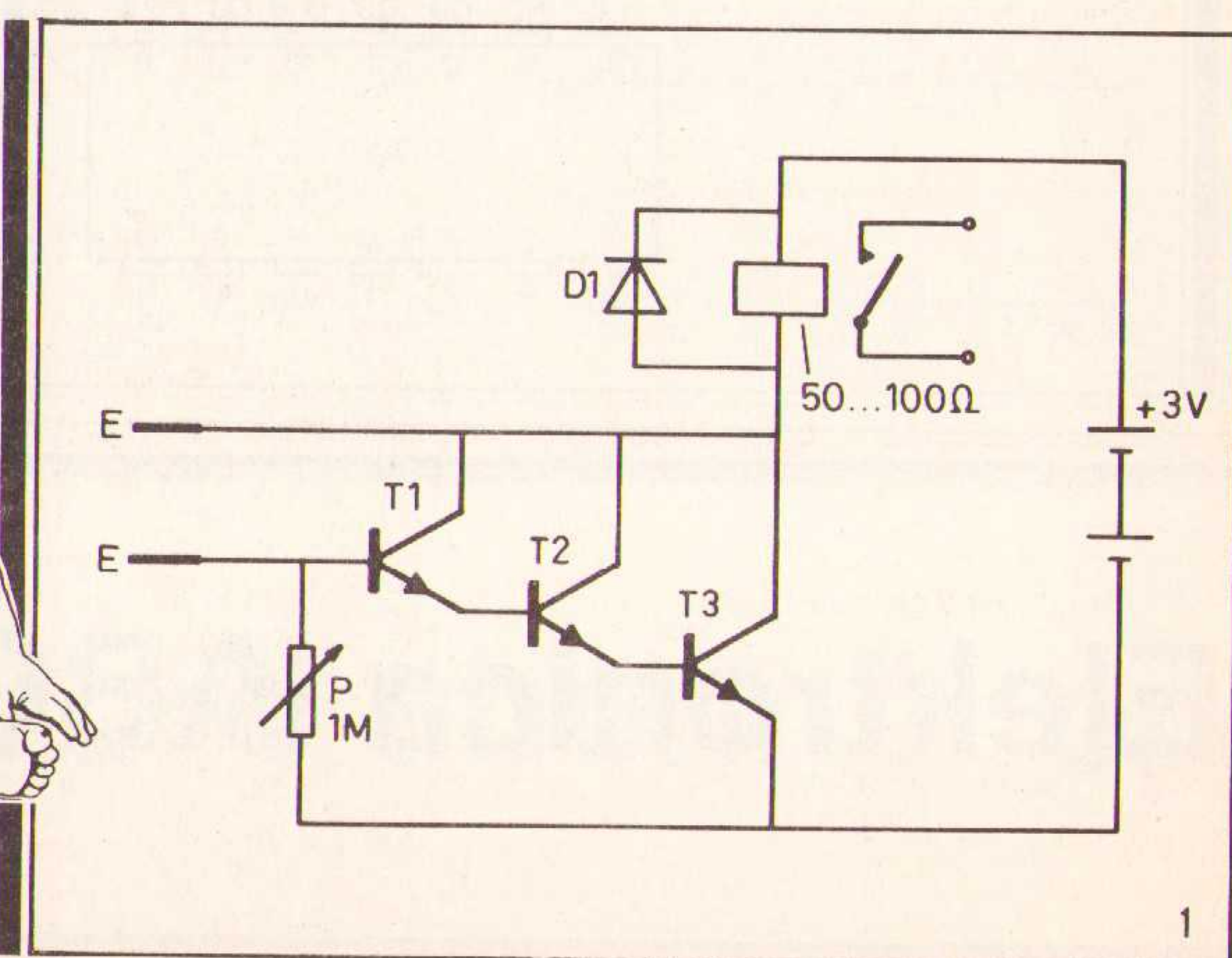
Als studie-object evenwel toont de schakeling aan dat urine dan wel geen halfgeleider, echter een bevallige weerstand is en daar kun je iets mee doen.

De bezorgde moeder die de elektronica nog niet doorziet en die zou kunnen vrezen dat haar kindje nadelige gevolgen ondervindt van de natte luiermelder, kunnen we geruststellen met de mededeling dat hiervan door de lage

Afb. 1 Natte luiermelder.

Voor alle drie de transistoren nemen we hoog gevoelige klein-vermogen silicium transistoren. Voor het relais een 50 ohm type. Met P kunnen we de verzadigingsgraad van de luier instellen.

voedingsspanning geen sprake kan zijn. Bovendien zijn de meetdraden nagenoeg spanningsloos, zodra deze enige weerstand, dus een natte luier, meten.



Elektronica ABC lezers-enquête 1983

Doe mee, uw mening is van belang!

De redactie van ABC nodigt alle lezers uit om dit enquêteformulier in te vullen en aan ons op te sturen.

Denkt u niet dat uw mening geen gewicht in de schaal legt, integendeel!

Het is op z'n tijd noodzakelijk eens goed te peilen wat er leeft onder de lezers. Vinden zij in ABC dat wat zij zoeken en verwachten?

Zo ja, dan blijkt dat straks uit uw antwoorden en zijn wij nog steeds op de goede weg!

Het kan óók zijn dat u nieuwe wensen heeft die wij nog niet kennen. Laat ze ons weten, ook met uw ideeën kunnen wij wellicht rekening houden in de komende jaren.

Vandaar deze enquête dus! U zou ons bijzonder helpen als u de moeite wilt nemen dit formulier in te vullen.

Onder snelle inzenders, die hun formulier opsturen vóór 1 oktober a.s. verloten wij vijf Muiderkring-boekenbonnen ter waarde van f 25.-.

Aan deze enquête kunt u anoniem deelnemen; wilt u echter in aanmerking komen voor een boekenbon, vergeet dan niet uw naam en adres onderaan het formulier te vermelden!

Ons adres is: Uitgeverij De Muiderkring BV

Antwoordnummer 224 - 1400 VB Bussum. (Géén postzegel nodig.)

De resultaten zullen wij na enige tijd in ABC bekendmaken, maar thans is het woord aan u en wij zien er met belangstelling naar uit!

De redactie

LEZERSONDERZOEK ELEKTRONICA ABC SEPTEMBER 1983 (Hokje zwart maken)

- | | |
|---|---|
| 1. Bent u geabonneerd op ABC? | 1 ☐ ja
2 ☐ nee |
| 2. Hoe lang al en als u niet geabonneerd bent, hoe lang koopt u ABC al? | 1 ☐ nog geen jaar
2 ☐ meer dan 1 jaar
3 ☐ meer dan 5 jaar |
| 3. Wat is uw leeftijd? | 1 ☐ tussen 14 en 20 jaar
2 ☐ tussen 20 en 30 jaar
3 ☐ tussen 30 en 50 jaar
4 ☐ ouder dan 50 jaar |
| 4. Leest en bestudeert u de advertenties in ABC? | 1 ☐ altijd
2 ☐ meestal wel
3 ☐ wel eens
4 ☐ nooit |
| 5. Indien u iets op hobbygebied wilt kopen, raadpleegt u dan de advertenties? | 1 ☐ altijd
2 ☐ meestal wel
3 ☐ wel eens
4 ☐ nooit |

6. Vindt u het redactionele gedeelte interessant met betrekking tot uw hobby en interesse? 1 ☐ ja
2 ☐ meestal
3 ☐ nee
7. Stelt u prijs op nog meer nieuws uit handel en industrie? 1 ☐ ja
2 ☐ nee
8. Vindt u, dat bouwontwerpen het belangrijkste deel moeten vormen in het blad? 1 ☐ ja
2 ☐ nee
9. Stelt u prijs op veel bouwontwerpen van praktische elektronica-apparaten? 1 ☐ ja
2 ☐ soms
3 ☐ nee
10. Gebruikt u de in ABC gepubliceerde bouwontwerpen? 1 ☐ ja
2 ☐ nee
11. Welke van de volgende rubrieken stelt u op prijs? (eventueel meerdere hokjes zwart maken)
1 ☐ bouwontwerpen
2 ☐ computers/software
3 ☐ audio/video
4 ☐ industrieel nieuws
5 ☐ populaire informatie op elektronica-gebied
6 ☐ meettechniek
7 ☐ apparatuur-besprekingen
12. Heeft u een elektronica-onderwerp, dat u graag regelmatig in ABC besproken zou willen zien en dat u nu mist?
Zo ja, welk? 1 ☐ ja,
.....
.....
13. Bent u werkzaam in de elektronica-branche? 1 ☐ ja
2 ☐ nee
14. Leest u, naast ABC, nog andere elektronica-tijdschriften? 1 ☐ ja. Titel:
.....
2 ☐ nee
15. Hoe is uw waardering voor ABC in vergelijking met andere elektronica-bladen? 1 ☐ zeer groot
2 ☐ groot
3 ☐ matig
4 ☐
16. Ik heb verder de volgende opmerking of suggestie, welke van nut kan zijn voor ABC: ☐
.....
.....

U KUNT HET INGEVULDE ENQUÊTEFORMULIER VÓÓR 1 OKTOBER IN EEN GESLOTEN ONGE-FRANKEERDE ENVELOP AAN ONS OPSTUREN MET IN DE LINKER BOVENHOEK: 'ABC-ENQUÊTE'.

Het adres is: Uitgeverij De Muiderkring BV, Antwoordnummer 224, 1400 VB Bussum.
Wij danken u vriendelijk voor uw medewerking!

Ja, ik wil in aanmerking komen voor een boekenbon:

naam:

straat: plaats:

figuur 1 Serieweerstand bij de metronoom.

figuur 2 Eenvoudigste aansluiting voor een 4 of 8 ohm luidspreker: een serieweerstand van 33 ohm, 1 watt.

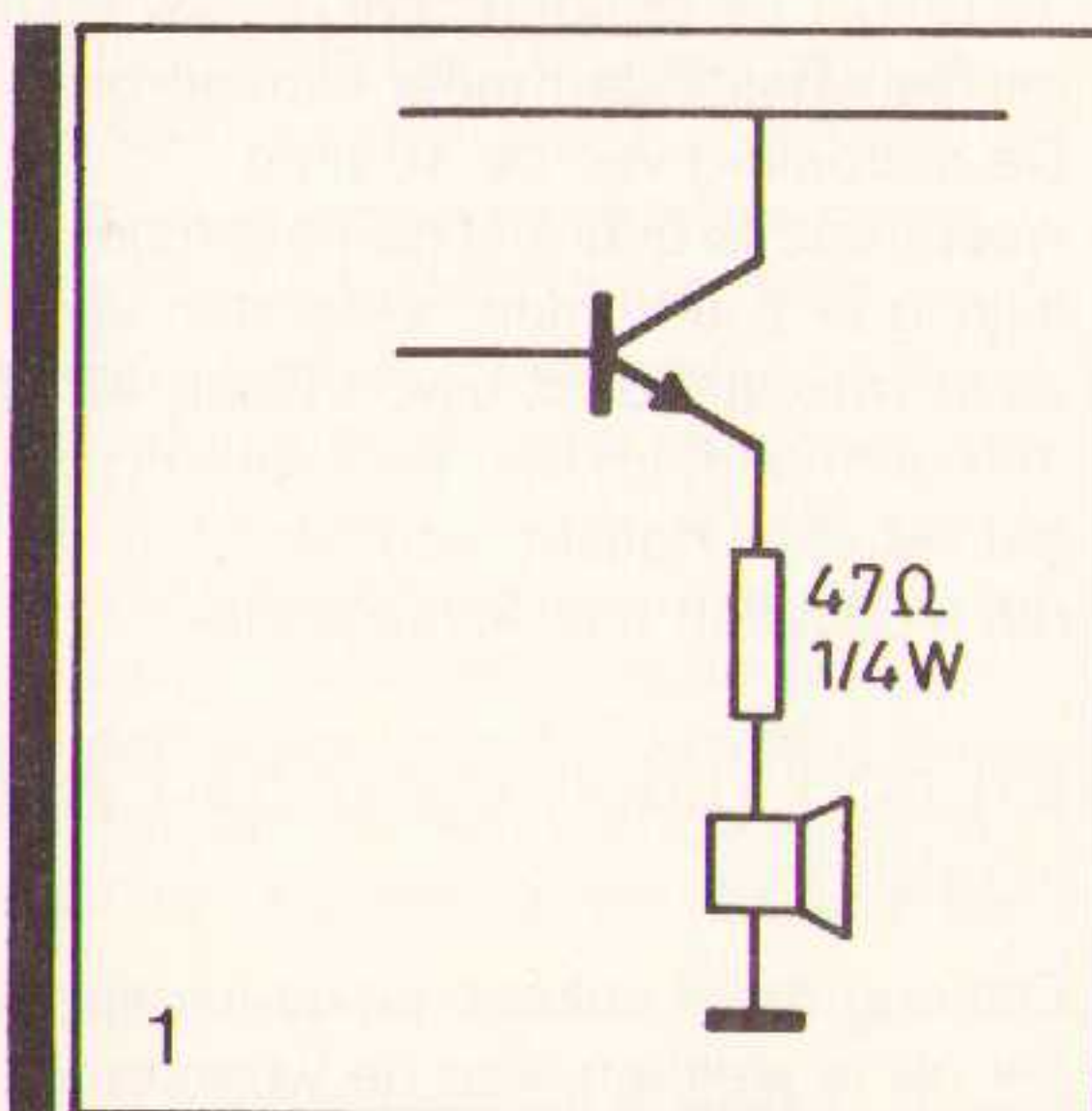
Experimenteren zonder solderen

40 of 80 ohm luidspreker? 185 ohm relais? LM 380? Experimenteerbord?

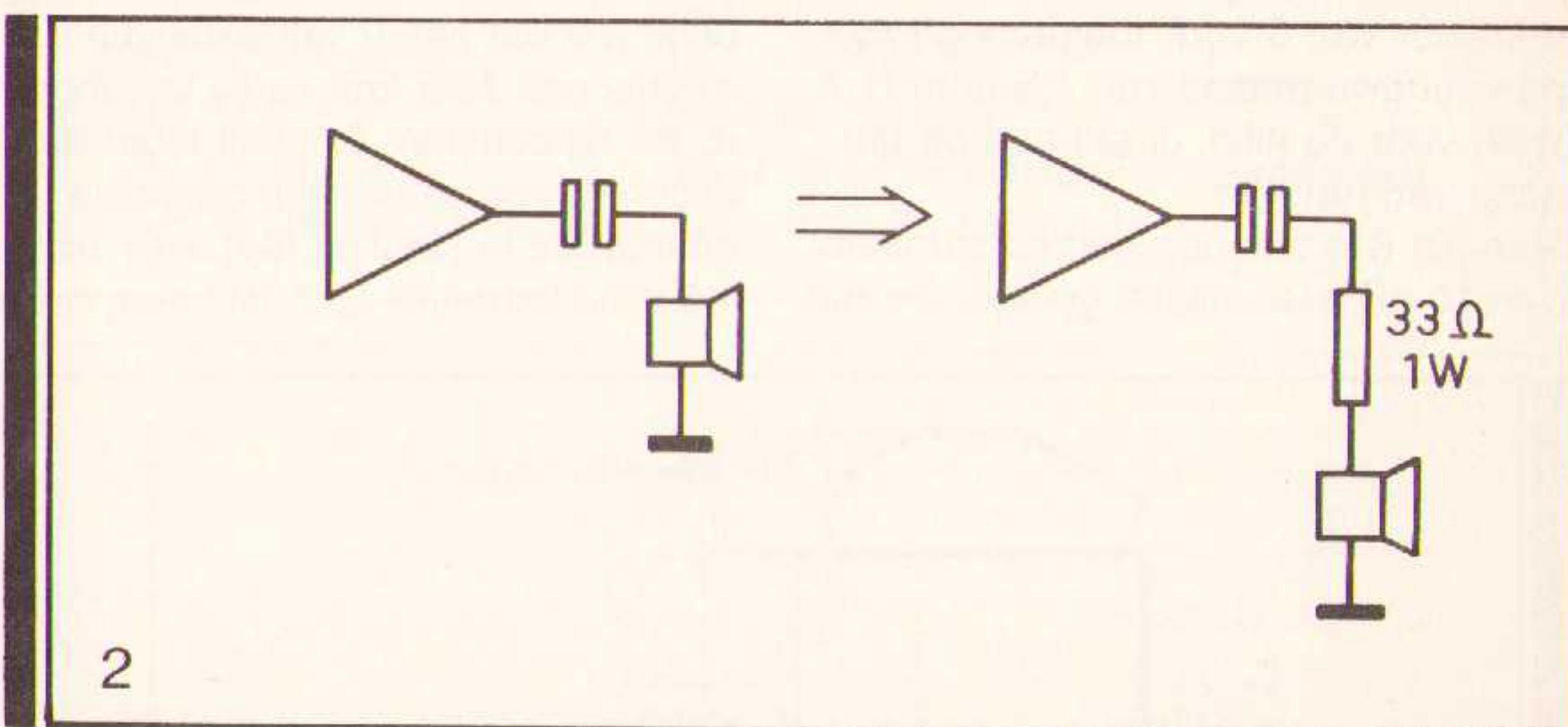
In het dubbelnummer van Elektronica ABC hebben we enkele experimenten uitgevoerd waarbij een luidspreker gebruikt werd met een impedantie van 40 tot 80 ohm. Dat bleek voor een hoop lezers moeilijkheden te geven: een 4 of 8 ohm luidspreker had iedereen wel liggen, een enkeling zelfs een 16 of 25 ohm luidspreker (gesloopt uit een oude intercom), maar de meesten konden er niet mee uit de voeten. Vandaar deze toegift om toch een gewone 4 of 8 ohm luidspreker te kunnen gebruiken. De LM 380 is in verschillende uitvoeringen leverbaar, ook daar gaan we op in. En dan is er nog de verkrijgbaarheid van de gebruikte experimenteerprint zelf. Dat hebben we opgelost via onze MK Prints-service.

Geluidsschakelaar en metronoom.

De geluidsschakelaar van blz. 70 uit ABC 83/7-8 is de enige schakeling waarbij de luidspreker niet als geluidproducerend element wordt gebruikt, maar als microfoon. De voorgeschreven luidspreker van 40 tot 80 ohm kan hier zonder meer vervangen worden door een 4 of 8 ohm type, van maximaal 3 watt. Een conusdiameter van 10 cm tot 15 cm garandeert voldoende gevoeligheid voor zwakke geluiden. Bij de metronoom van blz. 20 moet in de luidsprekerleiding een serie-weerstand van 47 ohm worden opge-



audioversterker, die minstens 2,5 watt vermogen kan leveren aan een 8 ohm luidspreker bij een vervorming van 3 %. Bij 1 watt uitgangsvermogen is die vervorming overigens maar 0,2 %. In de vorige ABC zagen we dat er ook relais en LED's mee geschakeld werden, maar we beperken ons hier tot de toepassing van de LM 380 in combinatie met de luidspreker. We gaan er verder in dit artikel vanuit dat we een 4 of 8 ohm luidspreker gebruiken van 2 watt of (liever) meer. Ingebouwd in een kastje knapt de klankkleur van een luidspreker altijd goed op; voor de ge-

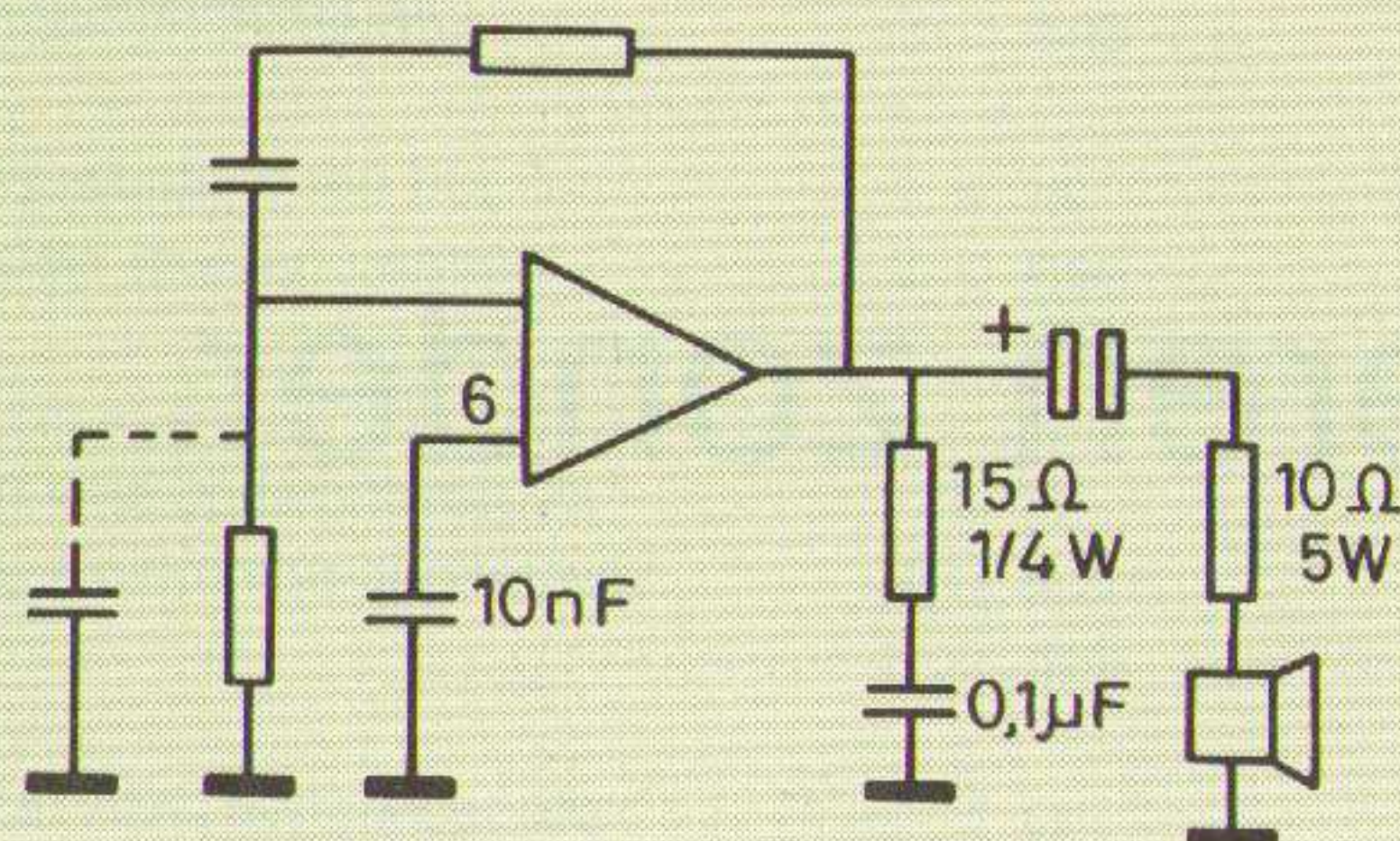


nomen, zie fig. 1. Dan kan elke 4 of 8 ohm luidspreker gebruikt worden, zonder dat de batterij snel uitgeput zal raken. Het tik-tak geluid blijft luid genoeg, en komt ongeveer overeen met het volume van een authentieke metronoom.

Versterker

Het IC LM 380, dat veelvuldig werd toegepast is van zichzelf eigenlijk een

makzuchtigen onder ons is een auto-luidspreker dan ook prima geschikt. De simpelste oplossing is om de 4 of 8 ohm luidspreker aan te sluiten in serie met een weerstand van 33 ohm, 1 watt. Zie figuur 2. Dit vergt geen verdere maatregelen wat betreft koeling e.d. Is het volume echter te zwak voor het doel, leest u dan nog even verder.



3

Luider

Kijken we nu naar de basisschakeling rond de LM 380, met de luidspreker van 4 of 8 ohm aan de uitgang. Zie figuur 3. We herkennen dit schema telkens terug in 11 schema's uit de vorige ABC: eenvoudige audioversterker, telefoonversterker, middengolfradio, lichtalarm, 60 sec. timer, oscillator, toongenerator, zingende deurbel, treinfluit, vochtdetector en wateralarm. Alleen zijn er nu enkele onderdelen aan toegevoegd. Zo zien we de serie-weerstand van 10 ohm (5 watt) in de luidsprekerleiding. Dan is er een condensator van 0,1 μF toegevoegd met een serie-weerstand van 1,5 ohm (1/4 watt) vóór de elko, direkt aan de uitgang van het IC.

Aan pin 6 is dan nog een condensator van 10 nF naar massa gelegd, die net

als de 0,1 μF condensator ongewenste oscillatieneigingen moet elimineren. De bedoeling van de 10 ohm weerstand is overmatige batterijbelasting te voorkomen. Vergroten van deze weerstand tot bijvoorbeeld 47 of 100 ohm leidt tot een verzwakking van het volume. Koeling van het IC is in deze gevallen niet noodzakelijk.

En nog luider, maar dan wel koelen!

Om nog meer volume uit de luidspreker op te wekken, kan de weerstand van 10 ohm worden weggelaten. Bedenk wel dat een 9 volt batterijtje slechts een zeer kort leven beschoren is, als hij constant 2,5 watt moet produceren, voor zover een batterijtje daar al toe in staat is. Met twee platte 4,5 volts batterijen lukt dat beter, maar

figuur 3 Enkele toevoegingen aan de basisopstelling van de LM 380.

figuur 4 Koelplaatje van dun koper.

figuur 5 Het koelplaatje wordt aan de pinnen 3, 4, 5 vastgesoldeerd. Eenzelfde plaatje aan de pinnen 10, 11 en 12.

figuur 6 De LM 380 in 8 pins of in 14 pins behuizing. Het gemakkelijkst is de 14 pins behuizing!

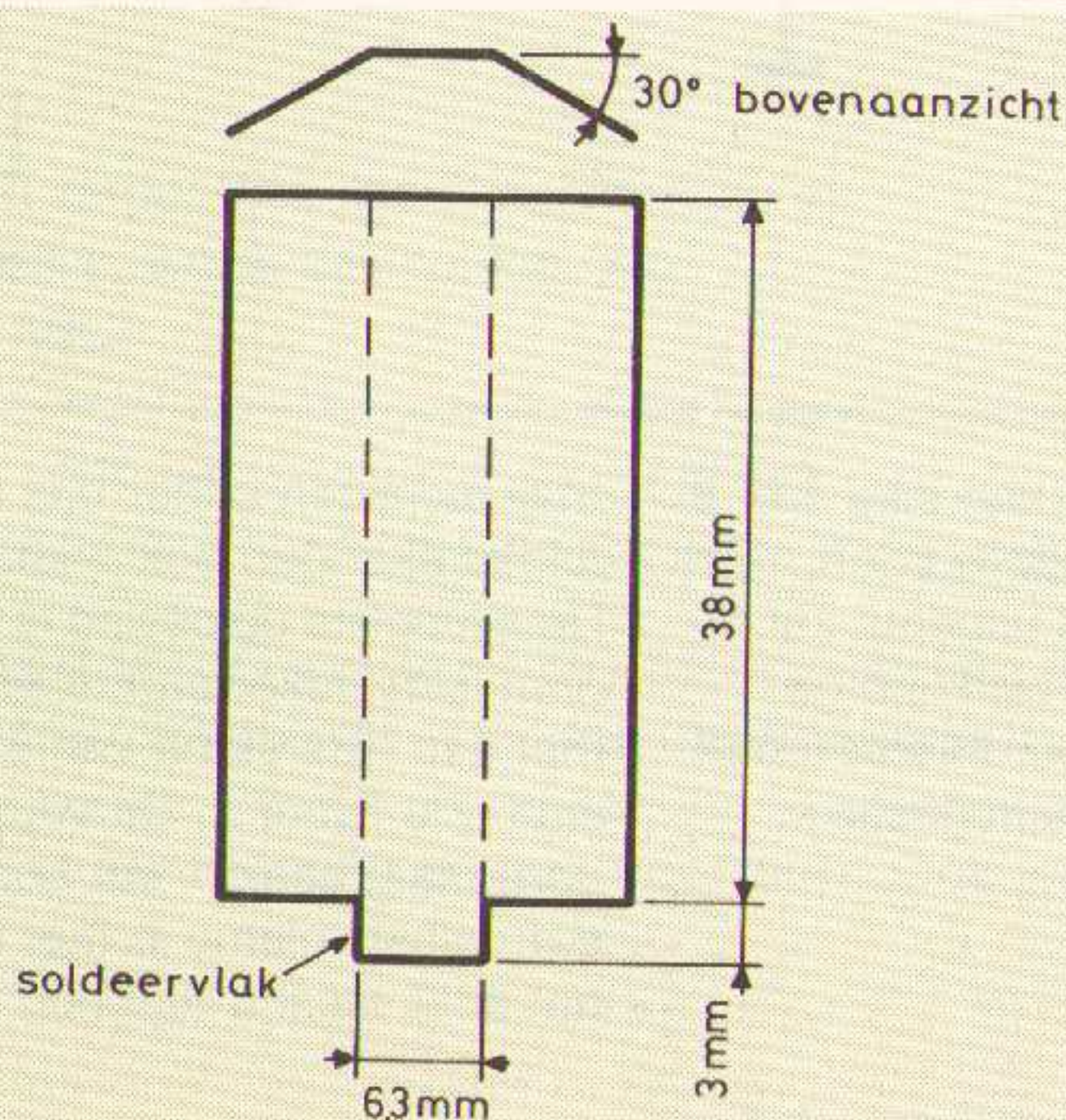
figuur 7 Aansluitgegevens van de transistors.

leeg raken ze altijd wel een keer. Als u in het bezit bent van een 9 volts voeding, loont het zeker de moeite om die te gebruiken.

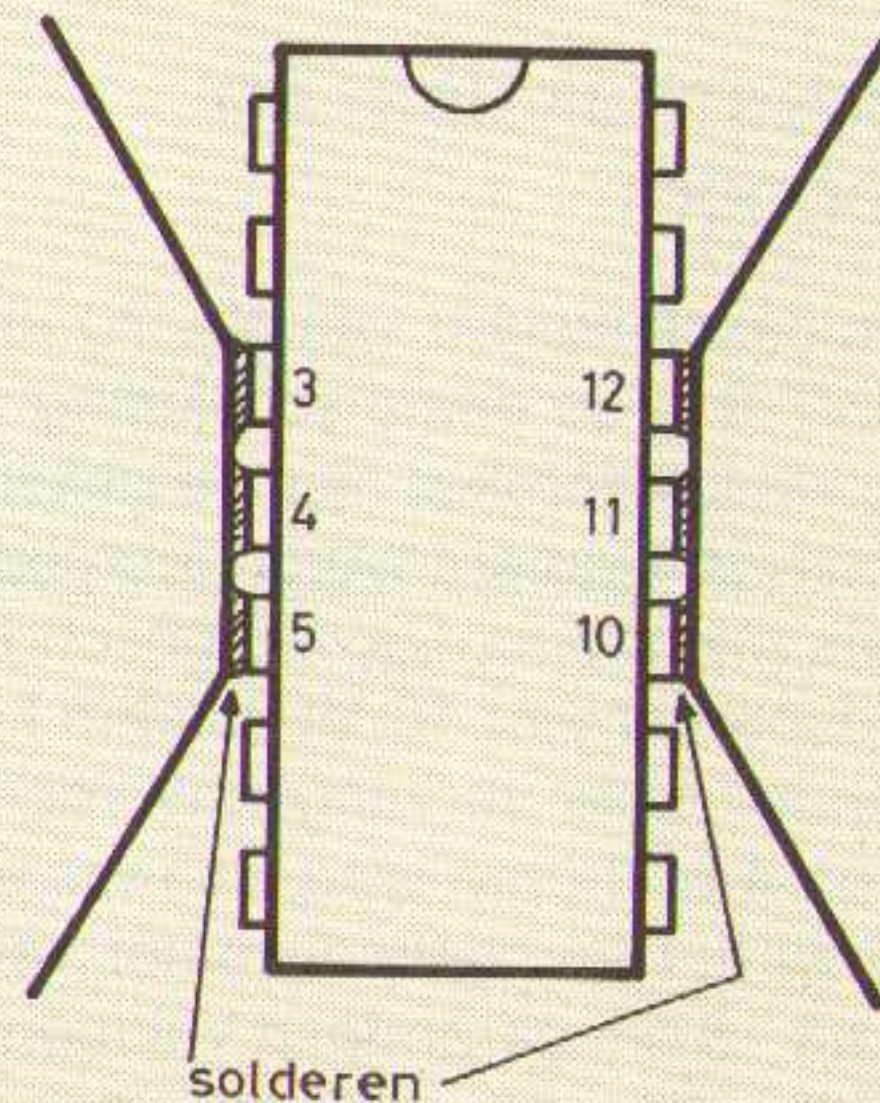
Lastiger echter is de nu beslist noodzakelijke koeling van het IC. Op het IC moeten we twee koelvinnen solderen. Dat kunnen U-vormig gevouwen plaatjes koper zijn van ca. 0,5 mm dikte, zie figuur 4. De ene vin komt aan de pinnen 3, 4 en 5 van het IC, de andere aan de pinnen 10, 11 en 12, zoals figuur 5 laat zien. Lastig? Als u zich beperkt tot de schakeling van figuur 2 en 3 zijn de koelvinnen niet nodig!

LM 380 N 14 en LM 380 N-8

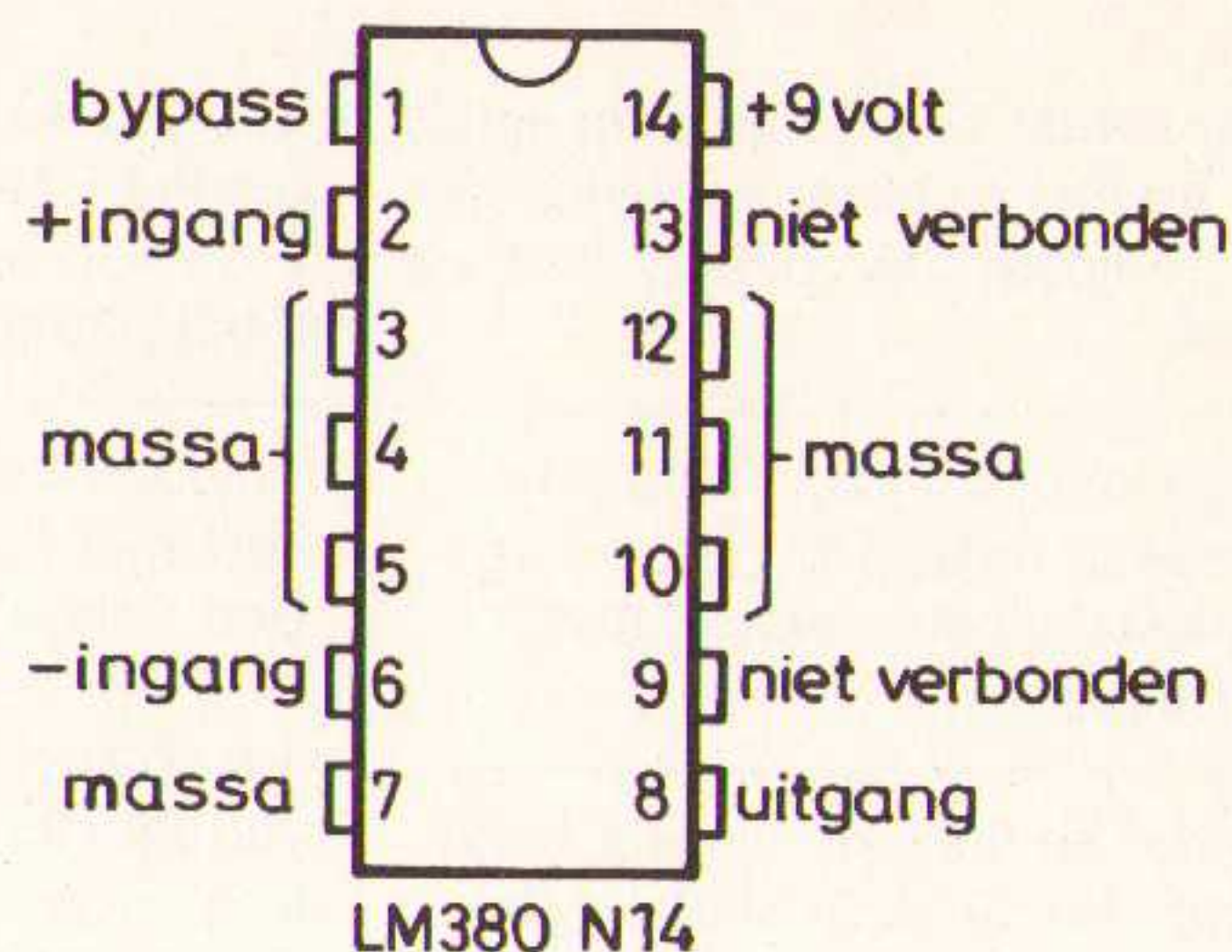
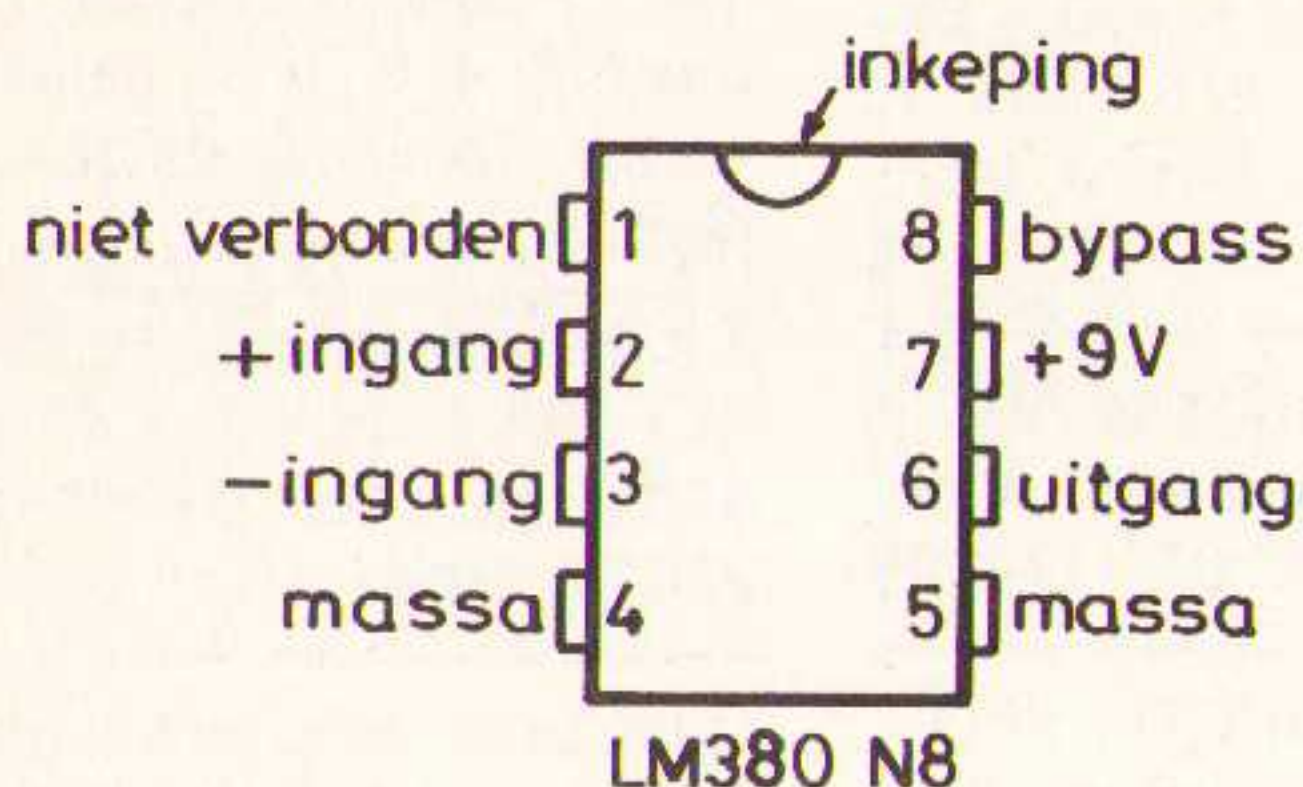
De LM 380 is verkrijgbaar in twee uitvoeringen: de 8 pins DIL en 14 pins DIL behuizing (DIL=dual in line). De 6 extra pinnen van de 14 pins behuizing



4



5



6

liggen alle aan massa, zoals in figuur 6 is te zien en dienen voor koeling. Eventueel is de 8 pins behuizing dus wel te gebruiken, maar we moeten dan de bedradingen, zoals die in ABC getekend zijn, zelf iets aanpassen. Bovendien kan de 8 pins behuizing nauwelijks goed gekoeld worden, dus moet er in serie met de luidspreker altijd een weerstand opgenomen zijn van tenminste 10 ohm (fig. 2 en fig. 3).

De experimenteerprint

Experimenteerbordjes zijn in allerlei kleuren types en maten te krijgen, maar de handige uitvoering die wij gebruikten nou juist niet. Meestal blijken enkele strippen te ontbreken, of zijn de bordjes kleiner, of de contacten staan te ver uit elkaar, waardoor er geen IC in wil passen. Al gauw is men dan gedwongen twee of meer van deze - toch al niet zo goedkope - bordjes te kopen.

Via de MK printservice is nu een experimenteerbordje te bestellen (zie hiervoor het slot van dit artikel), waarop alle beschreven experimenten zijn uit te voeren. Bovendien kunt u zelf nog allerlei toevoegingen doen, want het bord is aanzienlijk langer (meer dan 60 contacten verticaal, 12 horizontaal).

Relais

In verschillende schakelingen gebruiken we een 185 ohm relais, spanning 6 of 12 volt. In principe moet dit een 9 Volt relais zijn met een impedantie van tenminste 100 ohm; 530 ohm mag dus ook. Dikwijls zijn dat Japanse printre-

lais; maar ook die zijn weer niet gemakkelijk te verkrijgen. Een 12 volt relais wil nog wel eens werken, maar naarmate de batterij verder leeg loopt, wordt dit steeds onbetrouwbaarder. Ze zullen dan steeds vaker weigeren aan te spreken. Beter is dus om dan een 6 volt relais te gebruiken, maar die moet dan wel in serie geschakeld worden met een weerstand die dezelfde waarde heeft als de helft van de relais-impedantie. Dus een 6 volt, 80 ohm re-

lais moet in serie worden geschakeld met een weerstand van 40 ohm (= 39 ohm), samen is dat dus 120 ohm. Gebruik een weerstand van 1/4 watt of meer.

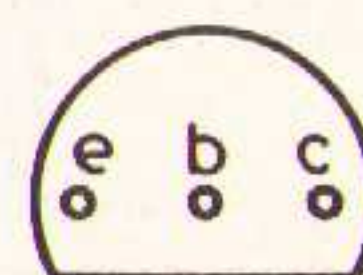
Equivalentenlijst

Tot slot nog even een lijst van in het dubbelnummer voorgeschreven onderdelen, waarvoor we echter ook andere types kunnen gebruiken:

weerstanden 1/3 watt	: weerstanden 1/4 watt zijn ook geschikt
BC 109c transistor	: BC 549c (afb. 7)
BC 179	: BC 558, BC 559
33 μ F elko	: 22 μ F of 47 μ F elko (μ F = microFarad)
OA 90 germaniumdiode	: AA 113 of AA 119



BC 109
BC 179



BC 549
BC 558
BC 559

onderaanzicht

7

Experimenteerbord te bestellen door overmaking van het vermelde bedrag plus f 2.50 verzendkosten op girorekening 44 08 212 t.n.v. Printservice MK, Postbus 2097, 3130 BB Vlaardingen. Het gironummer is ook geldig voor de Belgische postchequedienst: bedrag in guldens invullen!
Bestelnummer: A3008 Experimenteerbord (ABC 83/7). Afm. 175 x 67 x 8 mm, 840 contacten f 39.95.

ABC'TJES GEVRAAGD

Beginner vraagt TRS80 te koop liefst LII, 16K en met scherm. Aanbiedingen aan Dhr. Stijntjes, tel.: 070-277332 na 19.00 uur.

Schema/kopie: Grundig Yacht boy 1100 portable radio. Dhr. Bevernage Pierre, Kastanjeboomlaan 1, 8500 Kortrijk België

Zakscanner en schema visserij bandontvanger. Tel.: 01823-2968 vragen naar Arend na 16.00 uur.

Het uit de handel zijnde boek „Inertial guidance” van G. R. Pitman (1962). Tel.: 01860-14396, vragen naar Han Kiersch.

Eindtrafo T3 van Sansui buizenversterker AU 70 b.j. 1970. Tel.: 080-226792.

ABC'TJES AANGEBODEN

T.k. T.I. 99/4A computer f 450,-, Extended Basic moduul f 275,-. Dhr. R. Frohwein, Lovisstraat 2, Sittard, tel.: 04490-26562

Analoge trainer uit Elektronika ABC in kast met 2 proefprinten. Getest door Bob Tenge f 125,-. Tel.: 071-174909.

T.k. Transc. Cobra 2000 GTL, VFO van 26.795 tot 28.045 MHz met dig. freq. teller, voorverst. mike. ff België. Tel.: 050-513741.

T.k. Philips oscilloscoop GM-5660 + doc. + snoer f 75,-. Tel.: 04116-77602 (na 6 uur).

Elektronica experimenteerdozen: EE2003, 2004, 2005, 2006, 2010, 2015 2016. Elke doos is helemaal compleet! Alle dozen los te koop. J. Lueb, Pastoor Smitsstr. 15, 5491 XL Olland. Tel.: 04138-72721.

T.k. complete antenne-inst. (nieuw), 27 MC-bak, Amroh 707 + antenne,

Shakespear Big Stick. Tel.: 072-123934.

T.k. TV service mappen 1, 2 + supplement, 3, 4, KTV en bandrecordermap t.e.a.b. Tel.: 075-350339. Dhr. J. Son-nema.

T.k. HF zendtorren. BLY90 f 50,-; BLY 89A f 35,-; BLY 88A f 20,-; BLY 87A f 15,-. Tel.: 04242-19000 toestel. 235 Th. Bos.

Cuna basis zendontvanger CFM 2250, 22 kanalen, 05, watt + Cuna Handmike + city star basis antenne ± 6 m. z.g.a.n. f 200,-. Tel.: 04709-3985

Trio scoop 1303d, D.M.M., A.M.M., grote sortering onderdelen en gereedschap, alles in een koop f 650,-. Tel.: 08340-41568.

T.k. Philips tweeter AD 0163 T8 f 20,-, 2 CO-Woofers AD 8000 samen f 30,-. Philips hoofdtelefoon met aparte volumeregeling N6305 f 25,-. Akai dynamische microfoon ADM40 f 25,-. Alles tesamen f 80,-. Benno Paymans, Paulusstraat 13, Vught. Tel.: 073-560898.

Een abonnee-lezer is kwaliteits- en prijsbewust.

Waarom? . . . Hij betaalt:

$$\frac{37,50}{11} = 3,41$$

ELEKTRONICA ABC

per nummer.

DUS . . . DOE U ZELF NIET TEKORT EN ABONNEER U NU!

Noteer mij m.i.v. . . . als nieuwe abonnee t/m DECEMBER 1984.
(abonnementsprijs ingaande okt. 37.50) **(3 NRS. GRATIS)**

Naam:

Adres:

Postcode: Woonplaats:

Voor de betaling ontvang ik een acceptgirokaart.

In open envelop zonder postzegel sturen aan:

DE MUIDERKRING B.V.

Antwoordnummer 224

1400 VB BUSSUM



Actieve filters

Hoofdstuk 11. Het hoogdoorlaatfilter

Het hoogdoorlaatfilter heeft tot taak, alle frequenties vanaf een zekere frequentie (de kritische of afsnijfrequentie) door te laten en onder deze frequentie af te snijden (zie ook fig. 2.b). Dergelijke filters worden in de audio-techniek vaak toegepast om ongewenste lage tonen, afkomstig van de draaitafel (stommel, rumble) uit te schakelen.

Het „vervangschema”, bestaande uit een L-C-R-kring, is afgebeeld in fig. 6d); de spanning U_u wordt over de spoel L afgenomen. In het gebied van de lage frequenties is de schijnbare weerstand (reactantie) van de spoel zo laag (en die van de condensator zo hoog) dat er vrijwel geen spanning over L ontstaat.

Daar de reactantie van de spoel ωL bedraagt en die van de condensator

$$\frac{1}{\omega C},$$

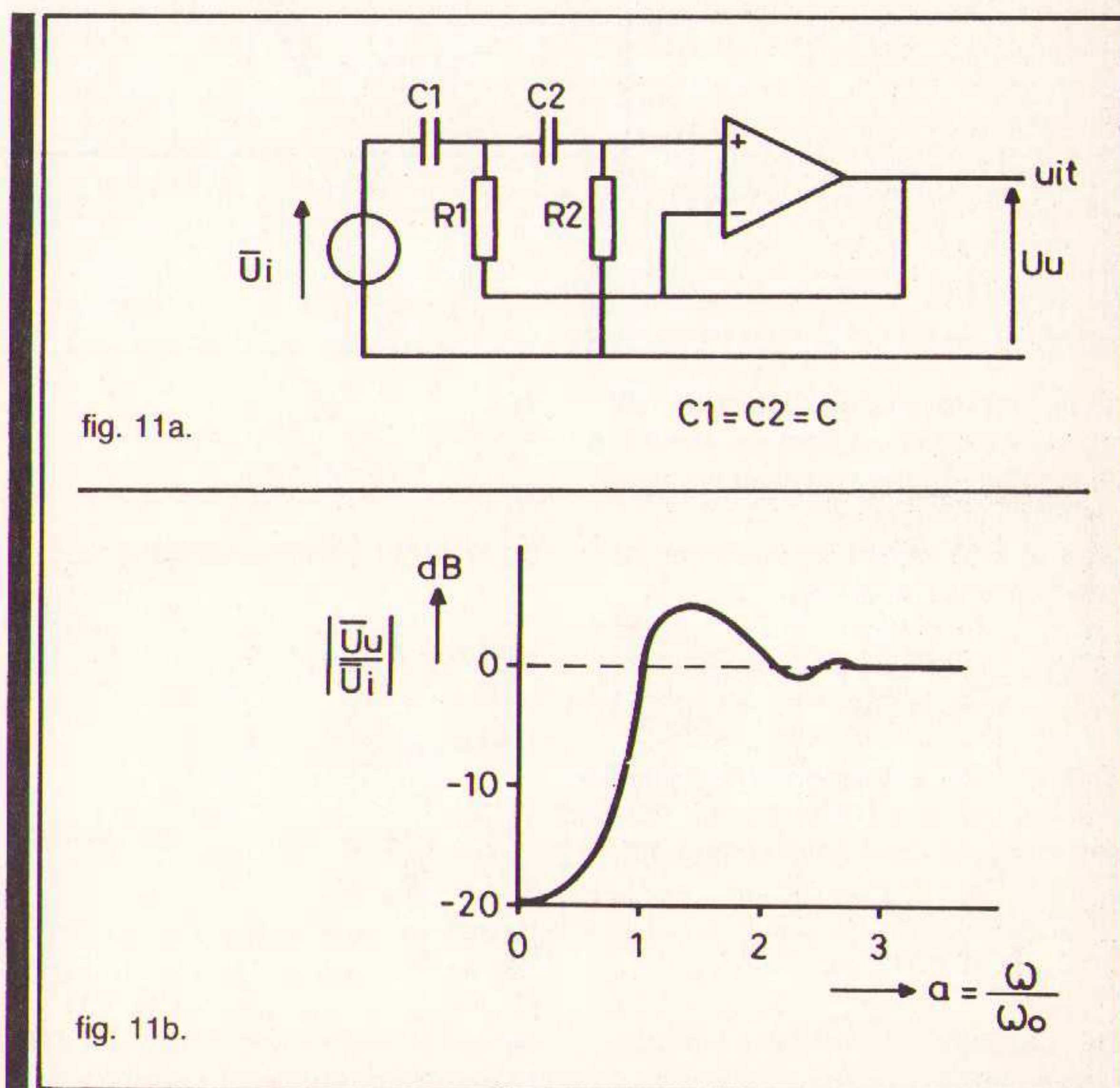
houden we over voor de verhouding tussen uit- en ingangsspanning:

$$\frac{\bar{U}_u}{\bar{U}_i} = \frac{j\omega L}{R + j\omega L + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{-\omega^2 L C}{1 - \omega^2 L C + j\omega RC}$$

$$\frac{\bar{U}_u}{\bar{U}_i} = -\frac{a^2}{1 - a^2 + \frac{ja}{Q}} \quad \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

Hierin is a weer de verhouding $\frac{\omega}{\omega_0}$ en Q de kwaliteitsfactor:

$$Q = \frac{1}{\omega_0 R C}$$



De grootte van de Q is weer bepalend voor de soort frequentie-karakteristiek. In het algemeen zal de frequentie-karakteristiek een flinke „overshoot” opleveren volgens fig. 11b.

In fig. 11a is het hoog-doorlaatfilter met twee „mazen” afgebeeld; deze schakeling komt overeen met die van fig. 7c.

Gemakshalve nemen we de beide condensatoren gelijk; door variatie van de weerstanden kunnen we de gewenste Q -waarde vinden.

In fig. 11c zijn de verschillende karakteristieken, afhankelijk van de waarde van Q , afgebeeld; deze figuur kunnen we als de „tegenhanger” van fig. 8 beschouwen.

Daar we te maken hebben met een twee-mazen netwerkje zullen voor de lagere frequenties alle krommes „na-

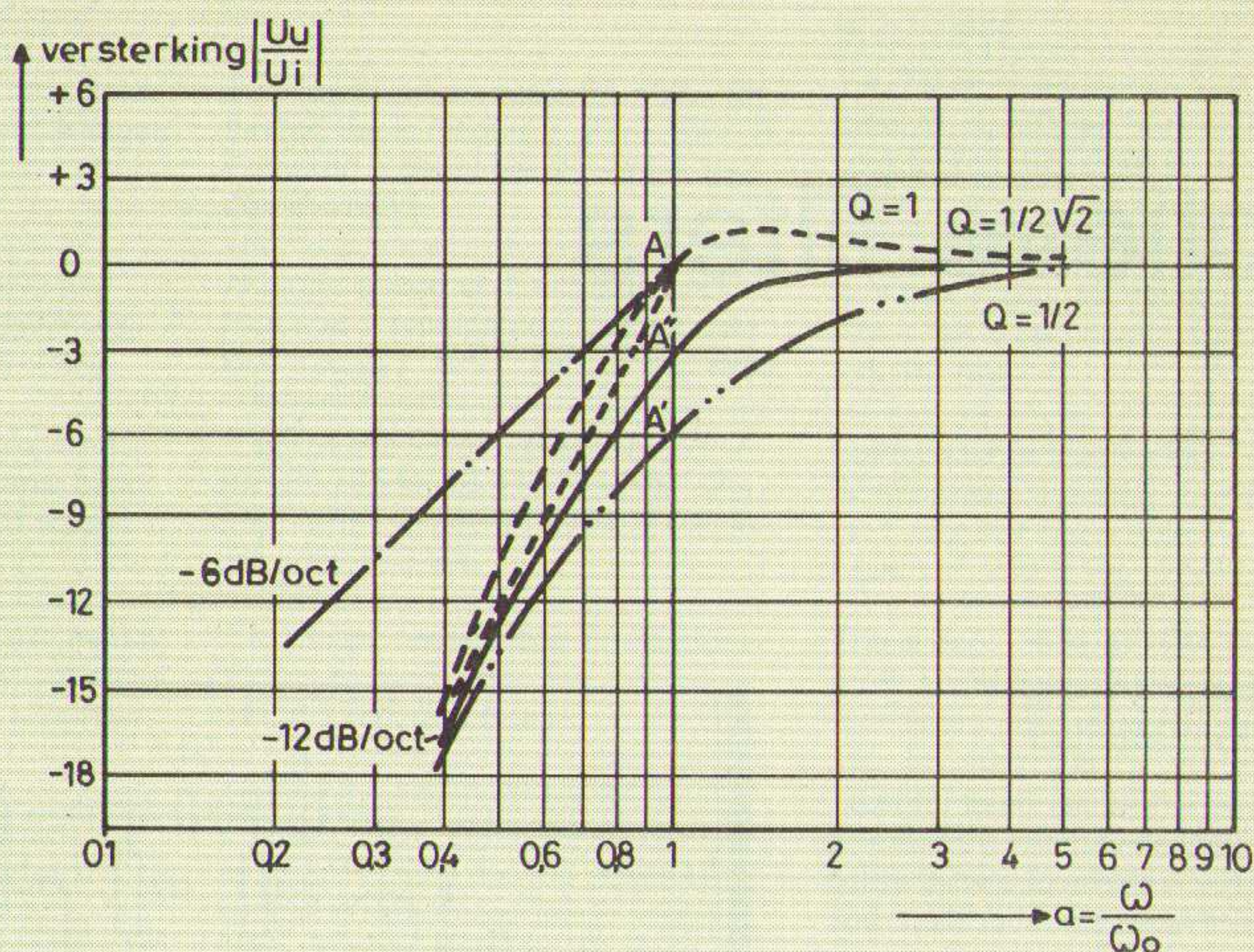


fig. 11c.

deren" tot de -12 dB/Octaf lijn. Bij lage Q -waarden verloopt de afsnijding zeer geleidelijk en verliezen we veel „nuttige" frequenties.

Voor $Q = 1/2$ krijgen we weer de „bi-kwadratische" weergave:

$$\frac{\bar{U}_u}{\bar{U}_i} = \frac{-a^2}{1-a+2ja} = \frac{-a^2}{(1+ja)^2}$$

Voor $Q = 1/2\sqrt{2}$ krijgen we de optimaal-vlakke weergave (Butterworth); er treedt dan nog juist geen opslinging op:

$$\frac{\bar{U}_u}{\bar{U}_i} = \frac{-a^2}{1-a^2+j.a.\sqrt{2}}$$

De „absolute" of werkelijke waarde hiervan is:

$$\left| \frac{\bar{U}_u}{\bar{U}_i} \right| = \frac{a^2}{\sqrt{1+a^4}}$$

Willen wij het onderste uit de kan, dan kiezen we de Chebyshev-responsie, waarbij „enige" opslinging optreedt. Hiervoor kunnen we weer een Q -waarde van 1 kiezen:

$$\frac{\bar{U}_u}{\bar{U}_i} = \frac{-a^2}{(1-a^2)+j.a}$$

De „werkelijke" waarde hiervan bedraagt:

$$\frac{U_u}{U_i} = \frac{a^2}{\sqrt{1-a^2+a^4}}$$

De hoek- of cirkelfrequentie ω_0 :

$$\omega_0 = \frac{1}{C \cdot \sqrt{R_1 \cdot R_2}}$$

De kwaliteitsfactor Q :

$$Q = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{R_1}{R_2}} \quad (C_1 = C_2 = C)$$

Kiezen we de waarden van ω_0 en Q , dan liggen de waarden van R_1 , R_2 en C vast.

Bij een Q -waarde van 1 moet R_1 $4 \times R_2$ worden; voor de afsnij(hoek)frequentie houden we dan over:

$$\omega_0 = \frac{1}{2 \cdot R_2 \cdot C}$$

Stel, dat de afsnijding bij $F_c = 100$ Hz moet beginnen, en kiezen we voor C 100 nF (10^{-7} F), $\omega_0 = 2 \cdot \pi f = 628$ rad/sec.

$$R_2 = \frac{1}{2 \cdot 628 \cdot 10^{-7}}$$

= $79,5$ kOhm. Hiervoor is de „handelswaarde" van 68 kOhm gekozen.

In fig. 11d is een complete schakeling afgebeeld met $Q = 1$ en drie kantelfrequenties, nl. 50 , 70 en 100 Hz, waarbij een transistor als „actief" element wordt toegepast; in fig. 11e is een soortgelijke schakeling met een OpAmp afgebeeld.

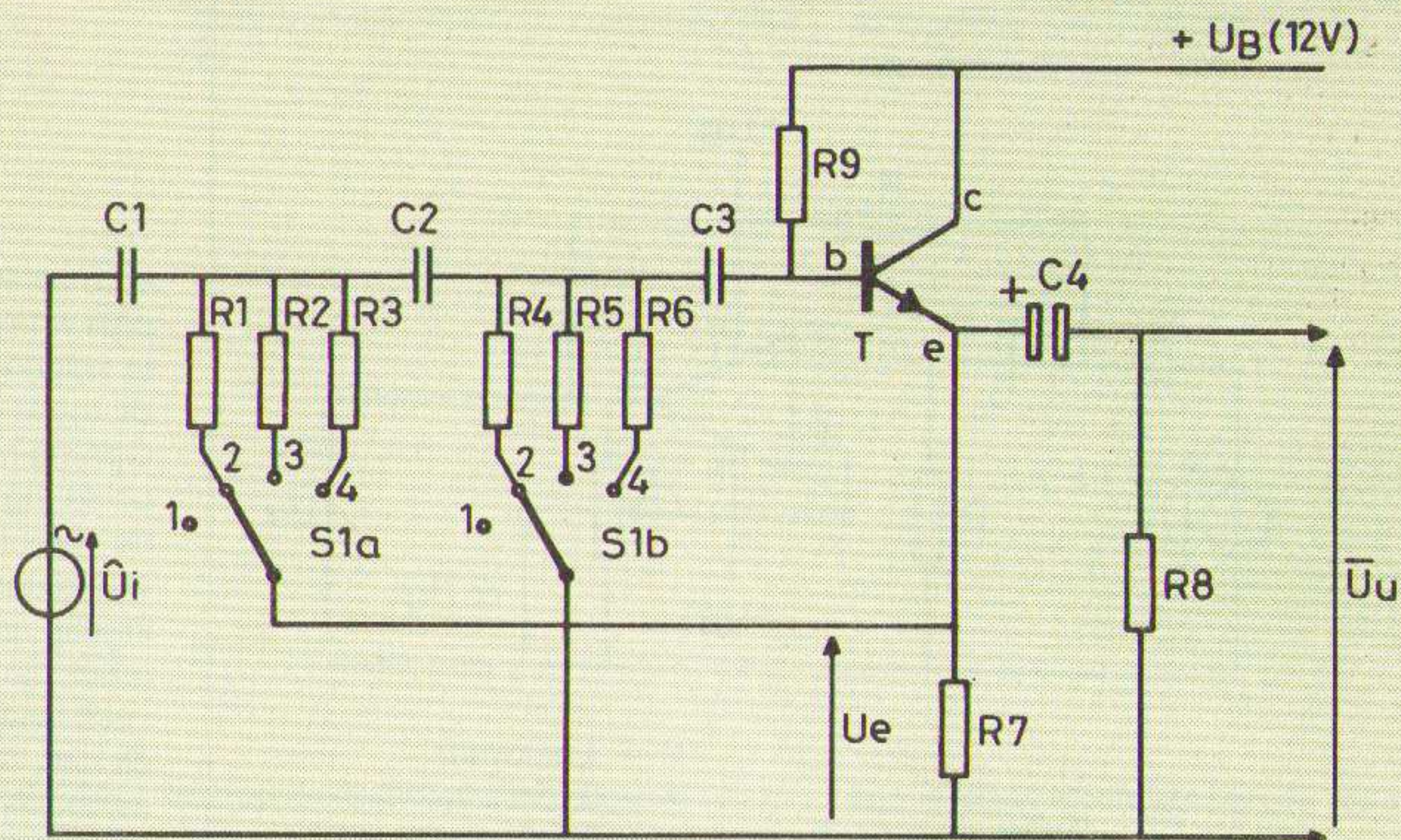
Ook hier kunnen we gebruik maken van de versterking van het actieve element om de gewenste frequentie karakteristiek te verkrijgen; de bijbehorende schakeling is in fig. 11f weergegeven:

Het principe van deze schakeling hebben we reeds in hoofdstuk 10 besproken; de afsnij-hoekfrequentie $\omega_0 =$

$$\frac{1}{R \cdot C}$$

wat de berekening van de schakeling wel uitermate eenvoudig maakt. Het aantrekkelijke van deze schakeling is, dat de Q -factor „continu" en tijdens bedrijf gevarieerd kan worden, waardoor de meest gunstige conditie verkregen kan worden. Hierbij moeten we er wel rekening mee houden, dat de versterking van het „vlakke" gebied toeneemt met $1/\omega$; als regel zal dit weinig bezwaar opleveren. Mocht dit toch een probleem opleveren, dan kan de uitgangsspanning ook vanaf de „lo-

fig. 11d.



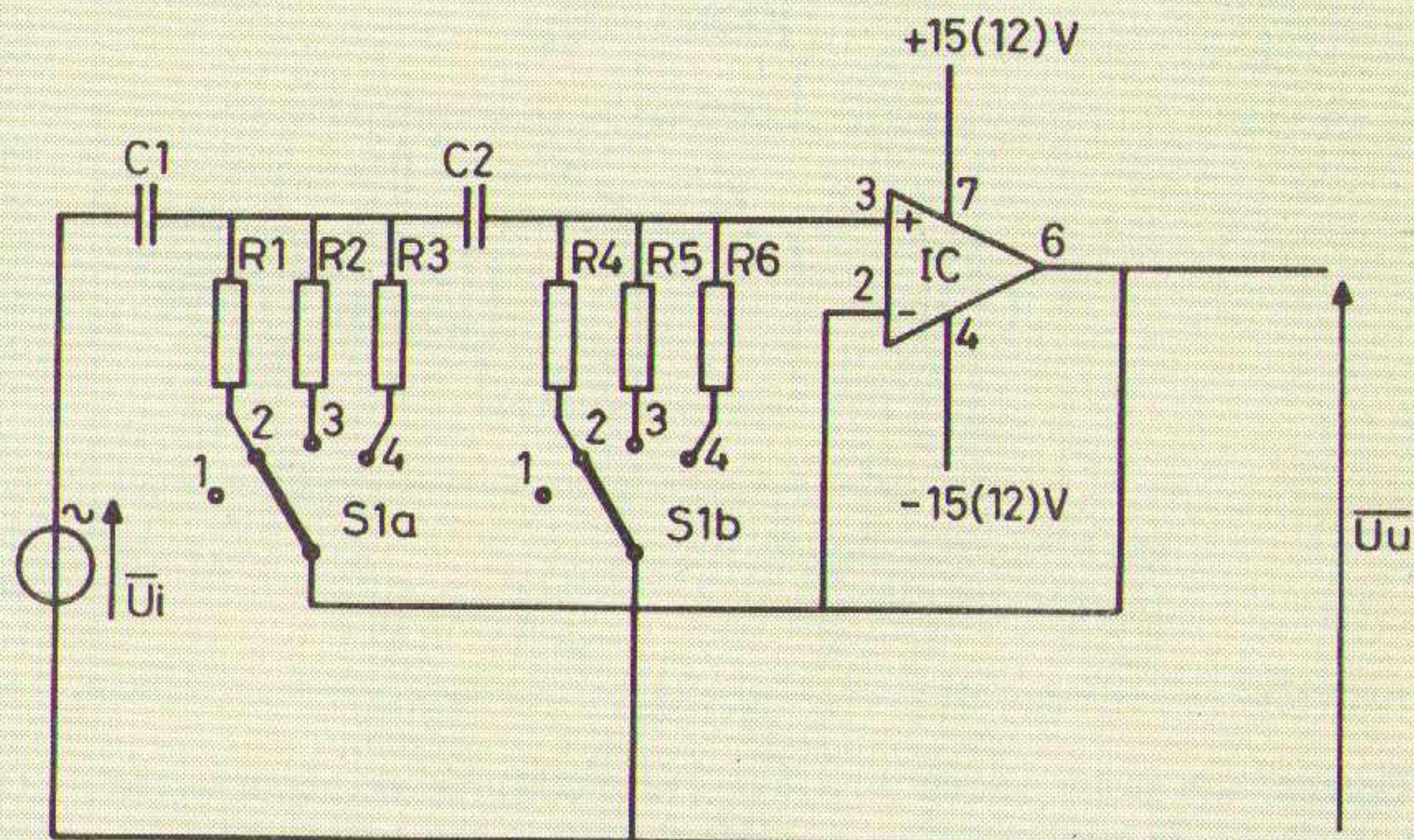
S_1 : schak. 4 stuks, 2 mc
 $C_1 = C_2 = C_3 = 100$ nF ker.
 $C_4 = 12$ μ F 25 V elco
 $R_1 = 2 \times 68$ k Ω in serie
 $R_2 = 100$ k Ω
 $R_3 = 68$ k Ω

$R_4 = 2 \times 270$ k Ω in serie
 $R_5 = 390$ k Ω
 $R_6 = 270$ k Ω
 $R_7 = 6,8$ k Ω
 $R_8 = 100$ k Ω
 $R_9 \approx 1,5$ M Ω (U_2 instellen op $\frac{U_B}{2}$)

TS = BC107
 Alle weerstanden $\frac{1}{4}$ W 5%

S_1 : uit
 S_2 : fc = 50 Hz
 S_3 : fc = 70 Hz
 S_4 : 100 Hz

fig. 11e.



Voor waarden zie stuklijst fig. 11d.
 IC = μ A741

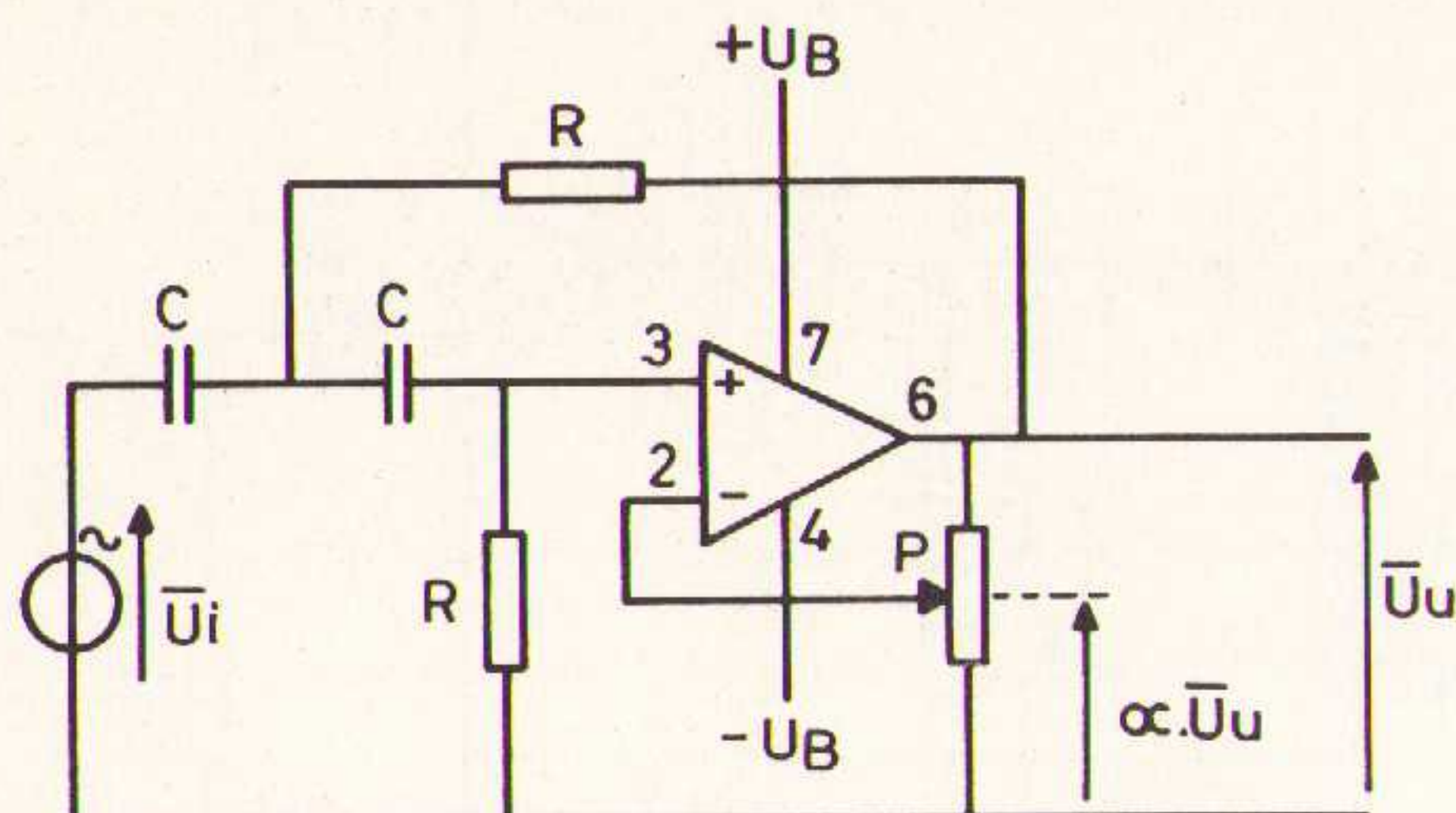
per" van de potentiometer P afgenomen worden.

Hoofdstuk 12: Problemen bij toepassing van OpAmp's.

Bij de toepassing van OpAmp's in dit soort schakelingen moeten we wel enige voorzorgen in acht nemen; hierbij is de voeding van belang. Bij toepassing van symmetrische voe-

ding (+ en -12V b.v.) zullen er als regel weinig problemen optreden. Allereerst moet nagegaan worden, of de OpAmp inwendig zodanig gestabiliseerd is, dat deze als „emitter-volger" geschakeld mag worden, zonder dat de hele zaak gaat oscilleren - hoe groter de „natuurlijke" bandbreedte

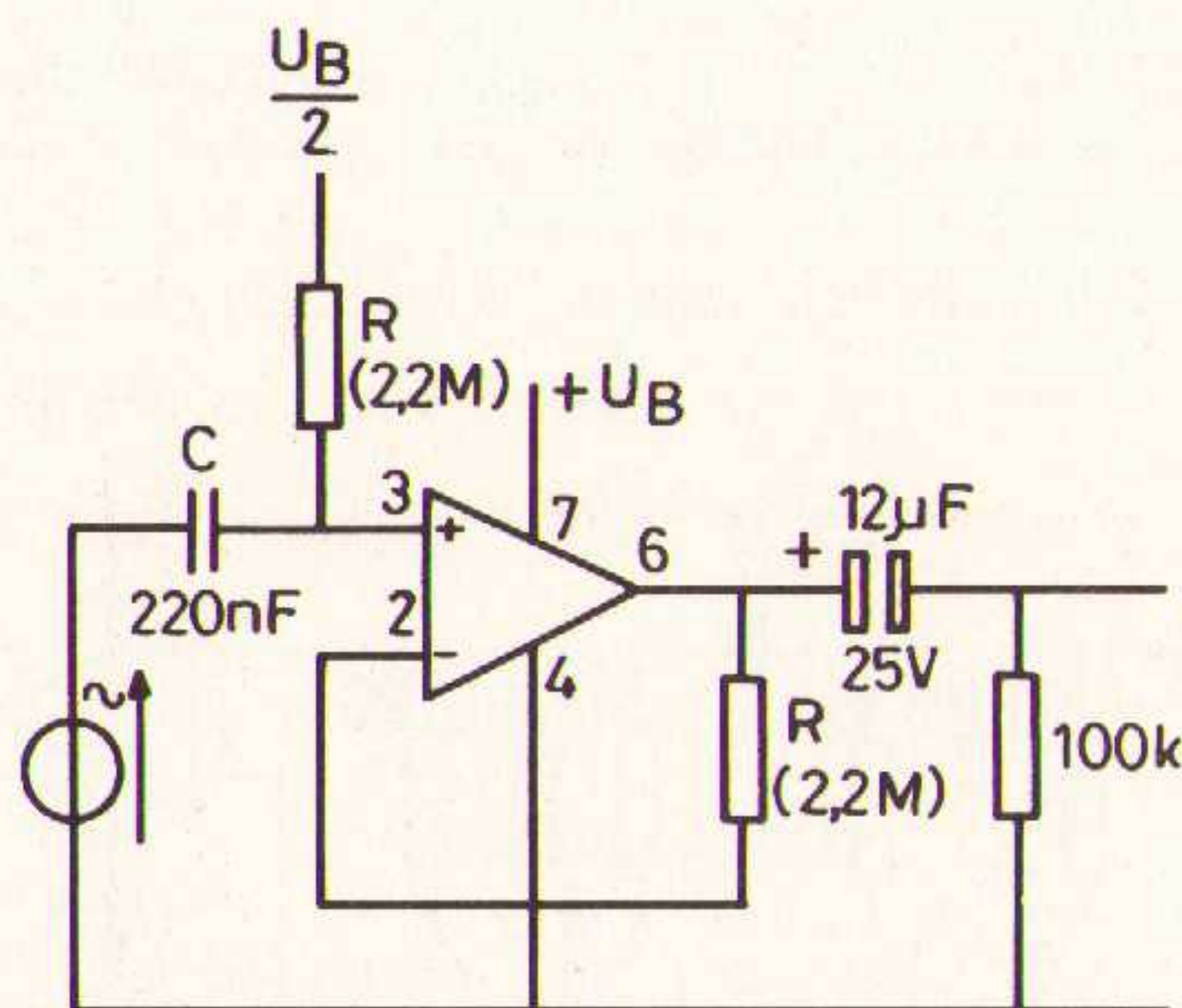
fig. 11f.



$$f_c = \frac{1}{2\pi f_c}$$

$\alpha = 1$: bi-kwadr.
 $\alpha = 0,63$ Butterworth
 $\alpha = 0,5$ Chebyshev
 $\alpha = 1/3$: oscillerend!

fig. 12a.



IC: LF 155/255/350 (N)
 156/256/356 (N)

van de OpAmp, hoe groter ook de kans op oscilleren. Bij een gestabiliseerde OpAmp „daalt” de karakteristiek vanaf 10Hz met een „steilheid” van -6 dB/octaaf of -20 dB/decade omlaag; daar de versterking bij 10Hz ca. 100.000-voudig is (100 dB) zal bij 1 MHz het punt van 0-dB bereikt worden. Wensen wij deze OpAmp bij 10 kHz te benutten, dan is de versterking maar 100x, zodat onze benadering van een „oneindig” hoge versterking in dit frequentiegebied beslist niet op gaat! We kunnen ook zeggen, dat het product van verster-

king ($1x$ of 0dB) met de bandbreedte (1MHz) gelijk is aan 1 MHz; dit geldt over het hele bereik (type μA 741). Alhoewel een transistor „an sich” een veel lagere versterking heeft dan een OpAmp is deze voor de hogere frequenties veel meer geschikt, daar er geen inwendige stabilisatie nodig is, zodat het GB-produkt veel hoger ligt dan dat van een eenvoudige OpAmp, terwijl er weinig problemen met de voeding zijn en de kans op ongewenst oscilleren veel geringer is! Bij toepassing van een brede-band OpAmp is oscilleren meer regel dan uitzondering

en moeten allerlei kunstgrepen toegepast worden om het geheel weer rustig te krijgen.

Bij toepassing van een „echte” OpAmp moeten we ervoor zorgen, dat beide ingangen „geleidend” naar aarde verbonden worden, en dat de weerstanden, die we zien vanaf iedere ingang naar „aarde”, ongeveer even groot zijn - bij omschakeling is dat vaak lastig te verwezenlijken. Doen we dit niet, dan kan de uitgangsspanning aanzienlijk van 0V afwijken, waardoor de OpAmp „scheef” gaat liggen en de toelaatbare uitgangswisselspanning c.q. stroom aanzienlijk afnemen. Koppelen we de OpAmp „gelijkspanning” uit, dan is uitgangsgelijkspanning zeer kritisch; deze kan op 0V gebracht worden door toepassing van de gelijkspanningsinstelling, welke bij de meeste OpAmps aanwezig is.

Gebruiken we een „echte” OpAmp „tegen aarde”? Dan moeten we enige bijzondere voorzorgen in acht nemen. De uitgangsgelijkspanning moet b.v. op de halve voedingsspanning ingesteld worden teneinde een zo groot mogelijk spannings- en stroomsturing aan de uitgang mogelijk te maken; hiertoe moet de halve voedingsspanning via een serie-weerstand aan één van de ingangen toegevoerd worden, waarbij de uitgangsspanning die van de ingang „volgt”; in fig. 12a is een en ander afgebeeld:

Hierbij is een OpAmp toegepast met een FET-ingang met als voordeel een zeer hoge ingangsweerstand (ca. 10^{12} Ohm!), waardoor ook een hoge weerstand naar de halve batterijspanning toegepast kan worden; hierdoor blijft de ingangsimpedantie zeer hoog, waardoor de voorafgaande schakeling niet wordt beïnvloed. Vanaf de uitgang is eenzelfde weerstand naar de invertende ingang aangebracht om het gelijkstroomevenwicht te bewaren.

Wim Jak

Afb. 1 Voor IC1 komt elke normale OpAmp in aanmerking, zoals het type 741.

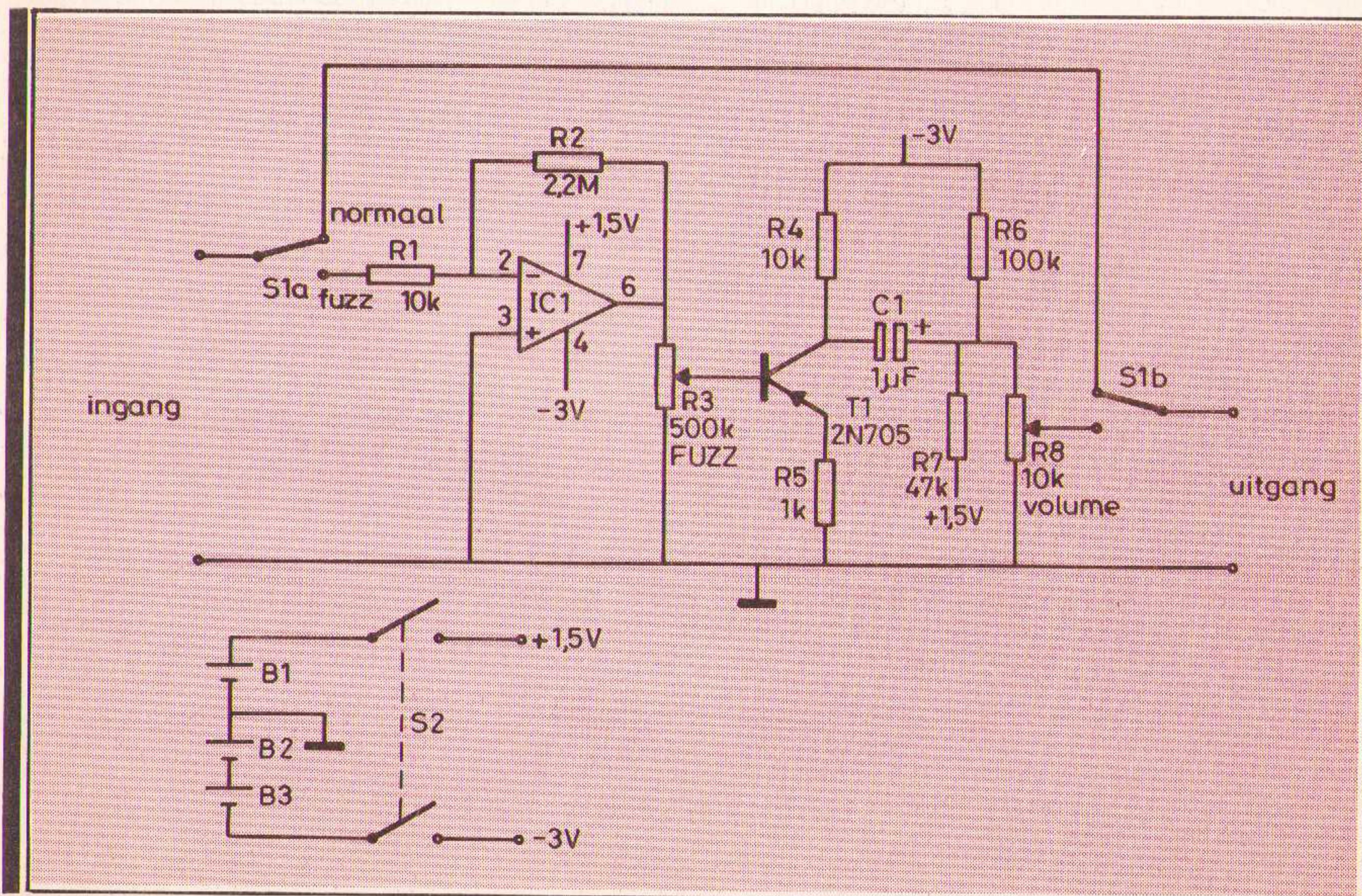
T1 = normale kleinvermogen pnp siliciumtransistor als de BC177.
Alle weerstanden $\frac{1}{4}$ W.

Fuzzbox voor elektrische gitaar

Het was al onmiddellijk ten tijde van de opkomst van de elektrische gitaar, toen de jonge beat-muzikant nog niet over de machtige vermogensversterkers van heden kon beschikken, maar het met kleinere buisversterkers moest doen, dat ontdekt werd dat het oversturen van zo'n kleine versterker een bijzonder aardige en welkome noot aan het geproduceerde geluid toevoegde. Het afplatten van de si-

nustoppen van het gitaarsignaal voegde er een bevallige dosis harmonischen aan toe, die het geluid een nieuw karakter gaven. Met de komst van groot-vermogen versterkers was het echter niet meer doenlijk om deze te oversturen, teneinde het gewenste effect te verkrijgen. In de gitaarversterker werd een trap toegevoegd, met een bewust klein uitsturinggebied, waardoor deze gemakkelijk overstuurd

kan worden en de gewenste harmonischen aan het signaal toevoegt. Uit de omstandigheid dat beatmuziek typisch door musici met een beperkt budget wordt bedreven, zijn sindsdien door verschillende amateurs kleine, afzonderlijke vervormers geconstrueerd, waarmee het Fuzz-effect aan elke flinke versterker kan worden toegevoegd. In afb. 1 is zo'n speciale fuzz-schakeling weergegeven. Wanneer de gitaar



aan de ingang en de versterker aan de uitgang van de fuzz-box wordt aangesloten en de schakelaar S1 met de voet wordt bediend, kan de gitarist met behulp van de regelaars op zijn gitaar en de regelaar R3 in de fuzz-schakeling, zich aan de fraaiste muzikale escapades overgeven.

Het is een doodeenvoudige zaak. De OpAmp versterkt het signaal aanzienlijk, zodat ook zwakke signalen aan zijn uitgang geen sinus, maar een vierkantsgolf produceren, welke via R3

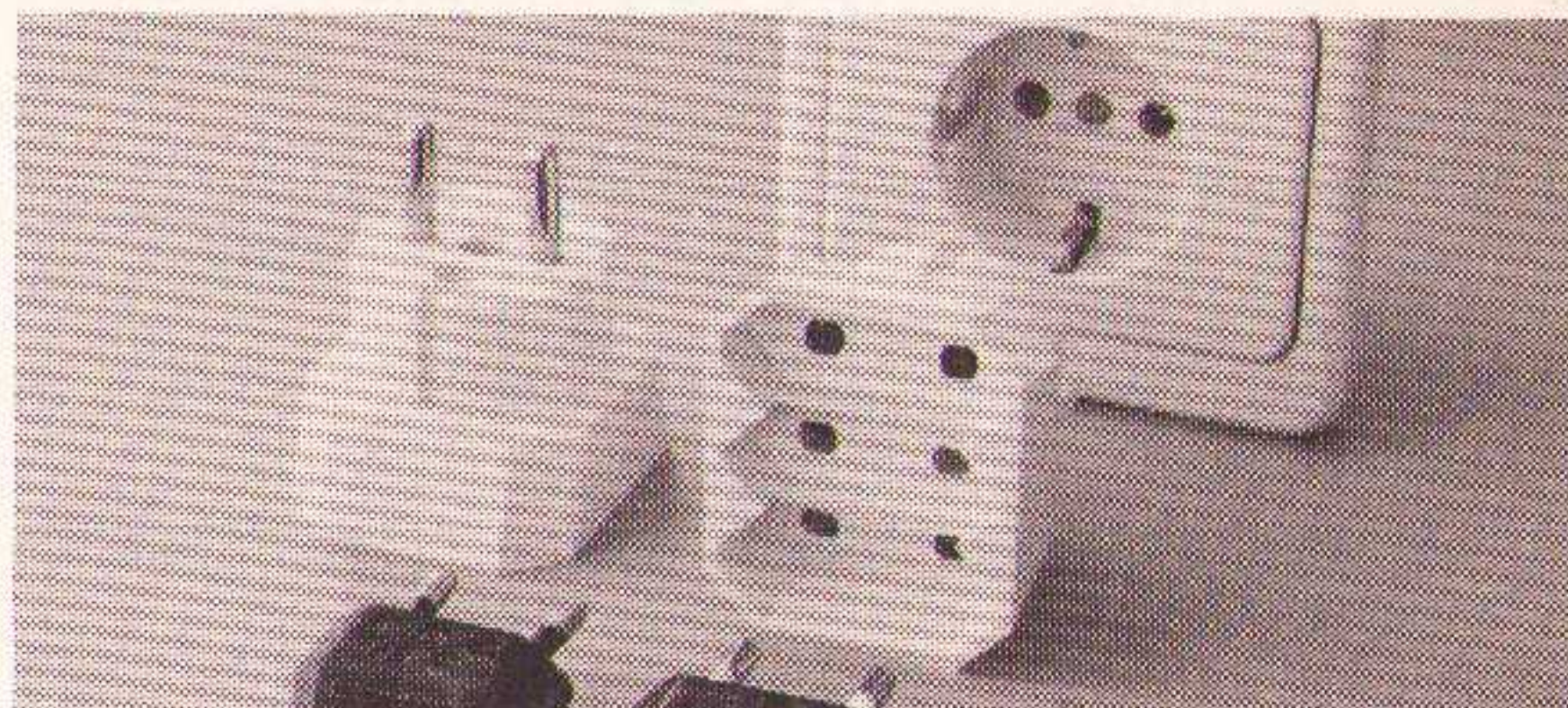
aan de schakel-transistor T1 wordt doorgegeven. Omdat de laatste geen basisvoorspanning heeft, fungeert hij allerm minst als versterker. Door zijn functie als schakelaar geeft hij aan zijn collector bij uitsteking vierkantsgolven af, maar omdat bij de grootste oversturing, als R3 volledig is opgedraaid, T1 niet meer als omkeerschakelaar, maar als diode in doorlaatrichting gaat werken, vormt de schakeling aan de flanken van de vierkantsgolf kleine naaldvormige pulsjes, die het geluid

nog eens extra pikant, echter niet scherp of onaangenaam maken. Omdat de schakeling geen sinusspanningen behoeft te verwerken, maar bij uitsteking steeds overstuurd wordt, behoeft de voedingsspanning niet hoger te zijn, dan nodig is om T1 in en uit te schakelen. In R6 en R7 is voorzien om schakelklikken bij het bedienen van de voetschakelaar te voorkomen.

Het weerstation van Philips

In verband met de grote belangstelling voor het elektronische weerstation dat Philips op de Hannover Messe toonde (zie ABC-83/6) is door ons bij Philips geïnformeerd naar de leveringsmogelijkheden van de benodigde onderdelen. Nu blijkt echter, dat deze onderdelen vrij kostbaar zijn en dat Philips thans onderzoekt, in hoeverre verschillende componenten tot één grote IC kunnen worden verenigd. Bij voldoende grote oplage zal de prijs dan aanzienlijk lager komen te liggen. Dus: voorlopig geduld hebben. Overigens zijn dergelijke weerstations reeds in de handel. We zagen ze o.a. op onze voorjaarsbeurs in Utrecht de Meteoscop-Konfort, waarop d.m.v. toetsen meetgegevens worden opgevraagd over: hygrometer-, barometer- en thermometerstanden. Nog mooier is de Meteoscop R, eveneens van Eschenbach. Luchtdruk, temperatuur en luchtvochtigheid worden d.m.v. vlakbaanregelaars gemeten; LED's tonen de veranderingen en de tendens van het klimaat aan. Wanneer b.v. de kamertemperatuur hoger wordt dan gewenst is, dan gaat een knipper-LED branden. Prijzen niet gering: resp. f 397.- en f 329.- (importeur Octavo-Odijk).

In Duitsland zagen we trouwens nog een nuttige 3-weg verdeelsteker voor Eurostekers, om op één randaarde wanddoos te worden aangesloten. In Duitsland is de VDE-goedkeuring verkregen, maar zover we weten heeft onze KEMA zijn zegen nog niet gegeven. Overigens: een tweepolige verdeelsteker bestond reeds in Duitsland.



Schema van de belangrijkste onderdelen (accupakket, motor en transmissie) in de THE-elektromobiel.

De Elektrische auto, nabije toekomst

Er is een elektrische auto door een THE-werkgroep, waarin de afdelingen Werktuigbouwkunde (o.a. constructie) Elektrotechniek (o.a. elektromotor) en Scheikundige Technologie (o.a. accu) zijn opgenomen, ontwikkeld en gebouwd.

Een groot deel van het onderzoek werd in beslag genomen door de constructie van een geïntegreerd elektrisch voertuig en de beproeving van diverse aandrijfsystemen voor de elektrische auto.

Binnen de werkgroep heeft ir. Leo van Dongen zich vanaf medio '78 vooral beziggehouden met de aandrijfsystemen en de energetische optimalisering ervan.

Het primaire energieverbruik van een elektrische auto is nagenoeg gelijk aan het verbruik van een auto met een verbrandingsmotor, maar omdat een elektromobiel aanzienlijk schoner is dan andere auto's kan de invoering ervan bijdragen aan de oplossing van de milieuproblemen veroorzaakt door het wegverkeer.

Elektrische aandrijving kan ook energiebesparing opleveren als aardolie niet meer als eerste energiebron beschikbaar is voor auto's. Elektrische aandrijving biedt nu al de mogelijkheid om een grotere verscheidenheid van energiebronnen (zoals steenkool, gas, water- en kernenergie en ook zonne- en windenergie) te gebruiken voor wegtransport.

Natuurlijk zullen de huidige auto's niet gauw door de elektrische auto verdrongen worden, maar als vervoer-

middel in het stadsverkeer, als tweede auto en voor het woon-verkeer zijn er wel mogelijkheden voor de elektrische auto. Wanneer elektromobielen een vertrouwd beeld op de weg zullen zijn, is niet te zeggen en hangt onder meer af van de beschikbaarheid en de prijs van de benzine en diesel. Ook spelen de prijs en de levensduur van de accu hierbij een belangrijke rol. Maar binnen een jaar of tien wordt wel de introductie van een dergelijke auto verwacht.

Er zijn fysische en wiskundige modellen opgesteld die de eigenschappen van accupakket, motorregeling, elektromotor, overbrenging en auto beschrijven. Met behulp van computersimulaties wordt voor elektrische auto's met verschillende aandrijfsystemen het energieverbruik voor willekeurige ritten voorspeld. Dit computerprogramma is zo flexibel dat het ook voor conventionele auto's toegepast kan worden.

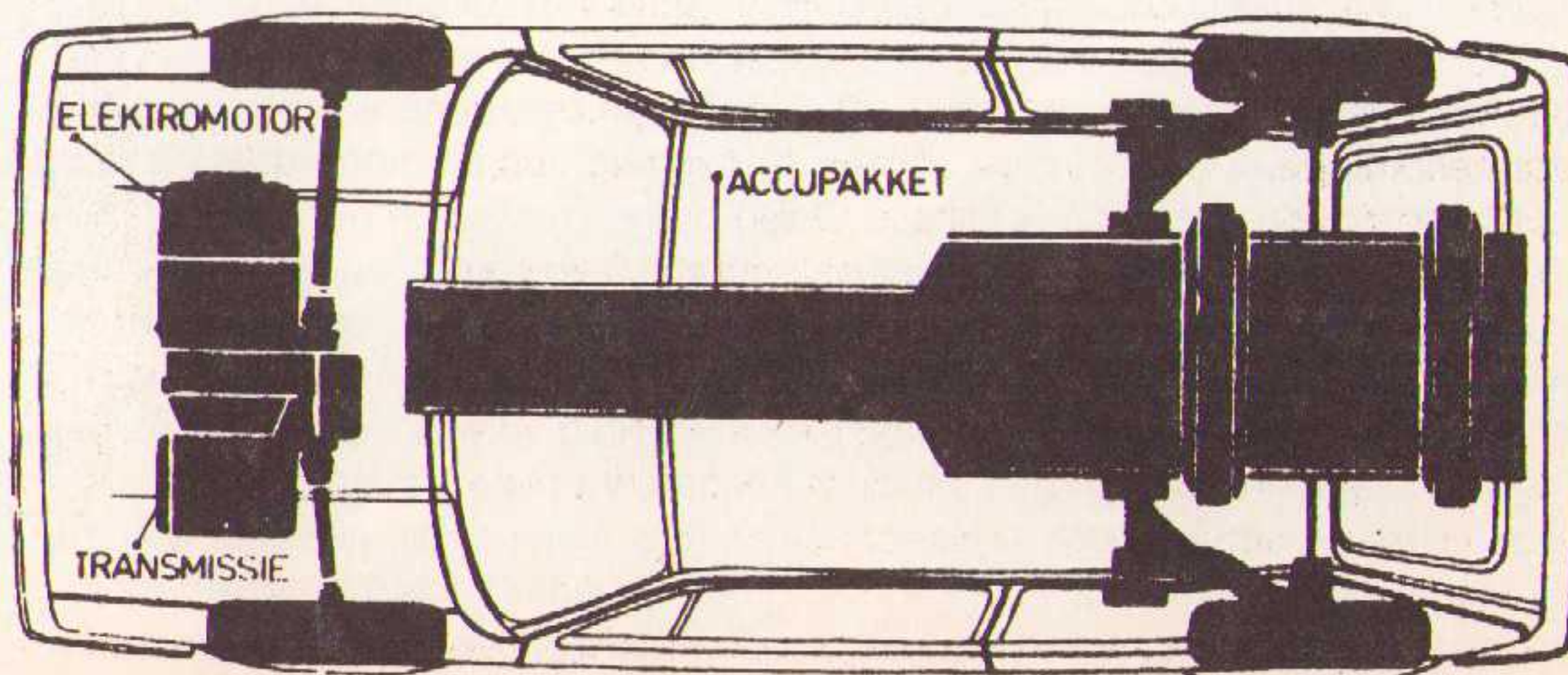
In het kader van dit onderzoek is door de THE een elektrische personenauto gebouwd, die als volwaardig transport-

middel aan het stadsverkeer kan deelnemen. Via het Projectbureau Energieonderzoek heeft het ministerie van Economische Zaken een subsidie van ruim f 700.000.- voor het THE-onderzoek aan de elektrische auto beschikbaar gesteld.

Vroeger en nu

Vroeger was de elektrische auto een geduchte concurrent van voertuigen, die met een verbrandingsmotor waren uitgerust. Dit was vooral te danken aan het feit dat de elektromotor door de zeer eenvoudige constructie reeds rond de eeuwwisseling bedrijfszeker werkte. Door het nadeel van de beperkte energieopslag in de loodaccu's wist de verbrandingsmotor een voorsprong te nemen op de elektromotor. Het straatbeeld wordt nu - wat betreft het wegverkeer - bijna uitsluitend beheerst door motorvoertuigen die door verbrandingsmotoren worden aangedreven.

Mede door de problemen rond de





De TH-elektromobiel is opgebouwd rond de centrale accukoker.

energievoorziening en rond de toenemende milieuverontreiniging, trekt de elektrische auto de laatste jaren opnieuw de aandacht. Dit ondanks het feit, dat de elektrische auto nu nog een aantal nadelen heeft, zoals geringe actieradius, hoog gewicht, en aanpassing van de infrastructuur door de behoefte aan laadapparatuur en accuwisselstations.

Milieu en energie

Een onderzoek naar het verkeerslawaaï in ons land heeft uitgewezen dat 1,2 miljoen Nederlanders in een situatie wonen, waarin 40% tot 65% hinder ondervinden van verkeerslawaaï. Het gaat dan meestal om dichtbevolkte ge-

bieden waar vooral personenauto's door het grote aantal voor de geluidsoverlast zorgen. In de omgeving van drukke verkeerswegen en stadscentra veroorzaken uitlaatgassen van auto's ook overlast.

Invoering van de elektrische aandrijving in het wegverkeer biedt een gedeeltelijke oplossing voor deze milieu-problemen. Op dit moment is elektriciteit op de plaats van gebruik de schoonste energiebron en door invoering van de elektrische auto wordt het emissieprobleem van de uitlaat van het voertuig verschoven naar de schoorsteen van de elektriciteitscentrale. Maar in die centrale kan met relatief minder kosten beter en meer gereinigd worden. Bovendien kunnen

door het gebruik van elektrische auto's hoogwaardige aardolieprodukten beschikbaar blijven voor o.a. chemische industrie en luchttransport. Een bijkomend voordeel is de mogelijkheid om accu's 's nachts op te laden. Een typisch kenmerk van de elektriciteitsvoorziening is het feit, dat productie en afname continu in evenwicht moeten zijn. De behoefte aan elektrische energie verandert met de uren van de dag en is bovendien nog afhankelijk van het seizoen. Omdat de elektriciteitscentrales 's nachts in deellast draaien, is het goed mogelijk om dan accu's op te laden zonder dat de centrales overbelast worden. De belasting van de centrales wordt daardoor constanter, hetgeen het rendement van de elektriciteitsopwekking gunstig kan beïnvloeden.

Het rendement van de elektromotor die is toegepast in de THE-elektromobiel ligt tussen 70 en 80%. Een verbrandingsmotor komt uit op een rendement van 20 à 25%. Het primaire energieverbruik van beide auto's is nagenoeg gelijk omdat bij de elektrische auto ook de rendementen van de elektriciteitscentrale en van de accu moeten worden meegerekend.

THE-elektromobiel

Om een bijdrage te leveren aan de oplossing van de huidige milieu- en energieproblemen is aan de TH Eindhoven een elektrische personenauto ontwikkeld. Elders in West-Europa wordt vooral onderzoek verricht aan bussen en bestelwagens die op elektrische aandrijving zijn omgebouwd. De THE-elektromobiel voldoet aan de eisen, die aan een volwaardig transportmiddel in het stadsverkeer gesteld worden. Afhankelijk van het aandrijfsysteem trekt de auto binnen 7 à 20 seconden vanuit stilstand op tot 50 km/uur en is de maximale snelheid 90-110 km/uur. De actieradius is ca. 100 kilometer en de bediening komt nagenoeg overeen met die van conventionele auto's. De elektrische auto heeft dezelfde bedrijfszekerheid als verge-

Een kijkje onder de motorkap van de TH-elektromobiel.

lijkbare bezine- of dieselveertuigen en in verband met de hoge maximaal toelaatbare massa (ca. 1600 kg.) is speciale aandacht besteed aan de veiligheid.

Centrale accukoker

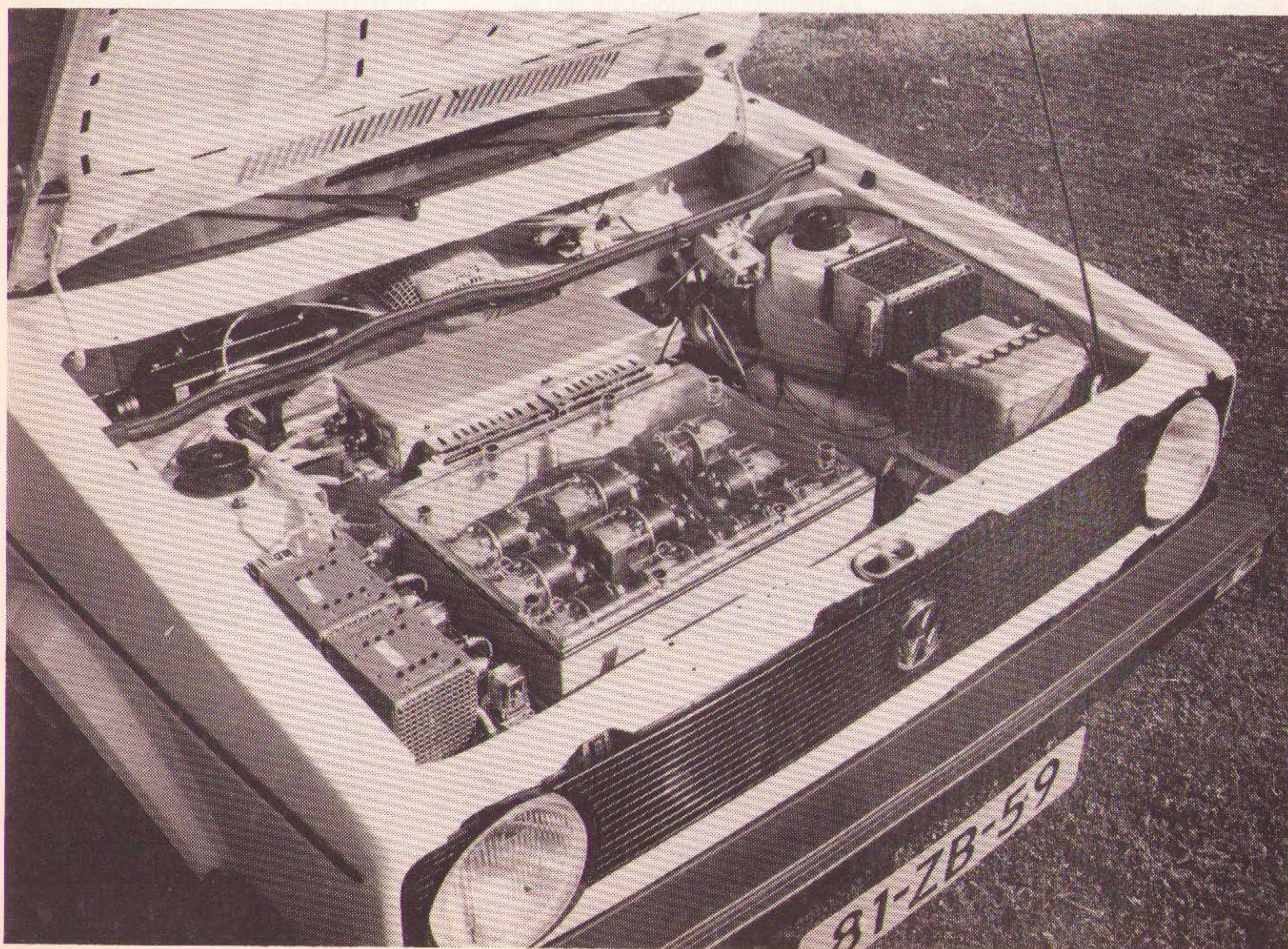
Bij de elektromobiel springt als eerste verschil in vergelijking met een conventionele auto de centrale accukoker in het oog (zie bijgaand schema). Uit veiligheidsoverwegingen en in verband met de gewenste uitwisselbaarheid van een accupakket bleek een dergelijke accukoker een aantrekkelijke oplossing te zijn. Dit concept biedt eveneens voordelen met betrekking tot de ventilatie en de temperatuurregeling van het accupakket.

Van de bestaande auto's voldoet de Volkswagen Golf het beste aan de gestelde eisen. In deze auto kan met relatief eenvoudige wijzigingen zo'n accupakket worden aangebracht. Met de motor en de transmissie voorin en de centrale accukoker in lengterichting daarachter, kan een gunstige gewichtsverdeling over voor- en achterwielen gerealiseerd worden. Bovendien kan het accupakket aan de achterkant uit het voertuig verwijderd worden. De achterwielophanging is gewijzigd en de veren en schokdempers zijn aan het hogere voertuiggewicht aangepast. Het voertuig is als het ware opgebouwd rond die centrale accukoker die als een stijve ruggegraat in het chassis fungeert.

Accu's

Het kernprobleem van de elektrische auto is de accu. Een accu of batterij dient een hoge energie- en vermogensdichtheid te combineren met een lange levensduur. Behalve de huidige loodaccu kunnen in de nabije toekomst ook de nikkel/zink- en nikkel/ijzer-accu's voor gebruik in elektrische auto's in aanmerking komen. De loodaccu is nog steeds de meest gebruikte en direct beschikbare batterij voor elektrische voertuigen, omdat die een acceptabele energiedichtheid geeft voor een redelijke prijs.

In het kader van dit onderzoek zijn experimenten aan batterijen uitgevoerd. Voor de loodaccu is een empirisch



model opgesteld, dat de ladingstoestand als een niet-lineaire relatie van de ontlad-/laadstroom beschrijft. Bij verschillende ladingstoestanden is experimenteel de batterijspanning als functie van de stroom bepaald. Deze gegevens werden wiskundig vastgesteld in een accu-model. Tevens is een proefstand opgebouwd voor de beproeving van loodaccu's van 6 of 12 Volt volgens diverse ritcycli. De tijdens het accu-onderzoek experimenteel bepaalde stroomsterkten en ontladingsgraad, die direct verband houdt met de actieradius stemmen goed overeen met de berekende waarden.

Gelijkstroommotor

Volgens diverse studies voorziet de onafhankelijk bekrachtigde gelijkstroommotor in de beste combinatie van rendement, prestaties en aanschafkosten voor de elektrische auto van de nabije toekomst. Er is een automatische spanningssturing ontworpen, die de accuspanning in

stappen aan de motorklemmen schakelt. Bij lage voertuigsnelheden worden voorschakelweerstand in het ankercircuit opgenomen. De veldstrooming voor deze spanningstrappen is bestudeerd onder zowel stationaire als instationaire bedrijfsomstandigheden. Verschillende motorregelingen en mechanische transmissies worden in combinatie met de onafhankelijk bekrachtigde gelijkstroommachine aan een vergelijkend onderzoek onderworpen. Dit om de invloed van het aandrijfsysteem op het gebruik van de beperkte hoeveelheid opgeslagen energie en op de actieradius te bepalen.

Overbrenging

Aangezien het rendement van de onafhankelijk bekrachtigde gelijkstroommachine volgens de summier literatuur van dezelfde grootteorde is als dat van de mechanische transmissie, werden de rendementen van verschillende conventionele versnellingsbakken als functie van het

toerental en de belasting bepaald. Op grond van energetische overwegingen verdient het geen aanbeveling om een conventionele automatische versnellingsbak met een koppelomvormer in een elektrische auto te gebruiken. Het hoogste gemeten rendement van een dergelijke transmissie bleek 86% te zijn, terwijl voor het rendement van een vergelijkbare handgeschakelde transmissie een maximale waarde van 96% werd gevonden.

Door de koppelomvormer van de automatische transmissie te vervangen door een tandwieloverbrenging en door een aparte oliepomp voor het regelsysteem te gebruiken, kon het maximale rendement van deze transmissie tot 93% worden verhoogd.

Dit zijn de bevindingen van de 28-jarige Leo van Dongen (Eindhoven), die 18 maart aan de TH Eindhoven promoveerde op zijn proefschrift „Energetische optimalisering van aandrijfsystemen voor elektrische voertuigen”.

(Persbericht TH Eindhoven)

P. Stuivenberg

VLSI: meer dan tienduizend digitale bouwstenen op één IC

Een Integrated Circuit bestaat uit onder andere transistoren die onderling elektrisch geleidend zijn verbonden. Een aantal transistoren vormt samen

een digitale NAND-bouwsteen. NAND is een samentrekking van de woorden 'not' en 'and'. Deze bouwsteen heeft twee of meer ingangen. Aan iedere in-

gang kan een binair signaal worden aangelegd (dus '0' of '1'). Aan de uitgang ontstaat een binair signaal met waarde '0' als alle ingangen de waarde

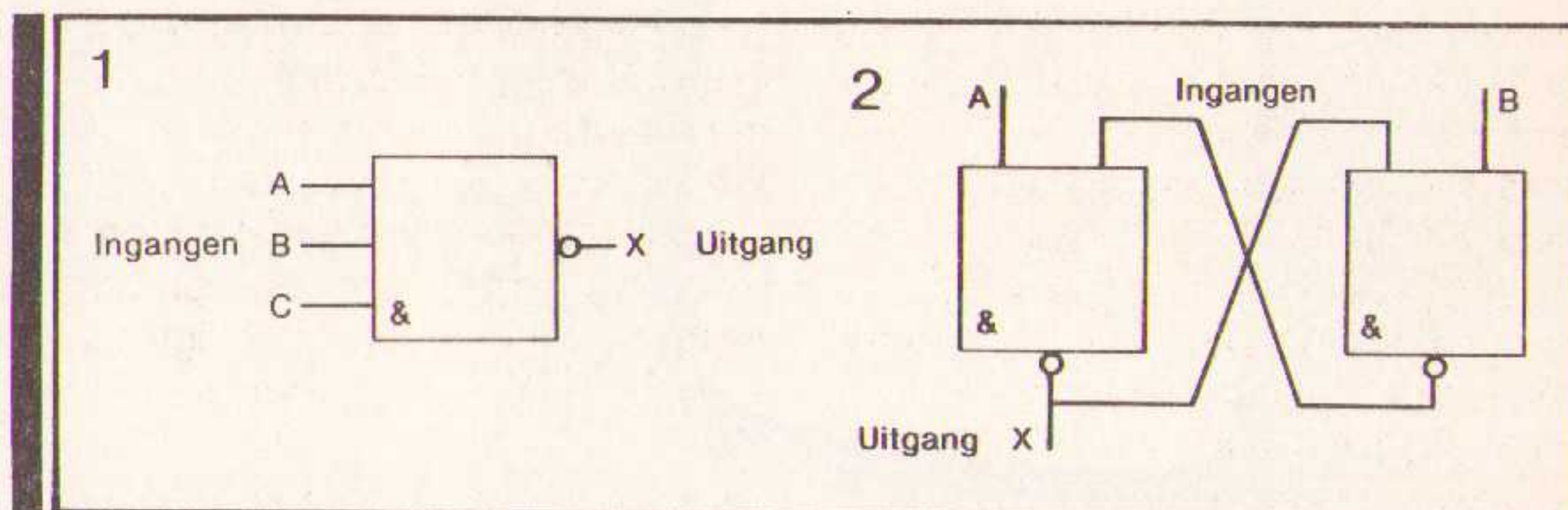
'1' voeren, in alle andere gevallen ontstaat de waarde '1'. De uitgang van een NAND-bouwsteen kan weer met de ingang van verscheidene andere NAND's worden verbonden. Zo kan men uit twee van dergelijke bouwstenen een geheugen-element of flip-flop samenstellen.

Een andere nuttige hogere-orde bouwsteen is de teller die met behulp van enige tientallen NAND's kan worden gerealiseerd. Ook de optelschakeling, van dezelfde grootte-orde als de teller, wordt vaak gebruikt. Deze levert de som van twee getallen aan de uitgang af. De getallen moeten vooraf in binaire vorm worden gebracht door een afzonderlijke zogenaamde codeerschakeling. Een microprocessor kan worden gebouwd uit enkele tienduizenden hogere-orde bouwstenen.

Belangrijke bouwstenen voor een computersysteem zijn ook de geheugens. Deze zijn er in veel vormen. Zo zijn er geheugens waaruit men zowel informatie kan lezen als erin kan schrijven (RAM ofwel Random Access Memory). Daarnaast zijn er geheugens waarin eenmalig informatie wordt geschreven en waaruit vervolgens uitsluitend die informatie kan worden gelezen (ROM ofwel Read Only Memory).

De beperkingen die er zijn om een aantal digitale bouwstenen op een IC te brengen zijn de volgende:

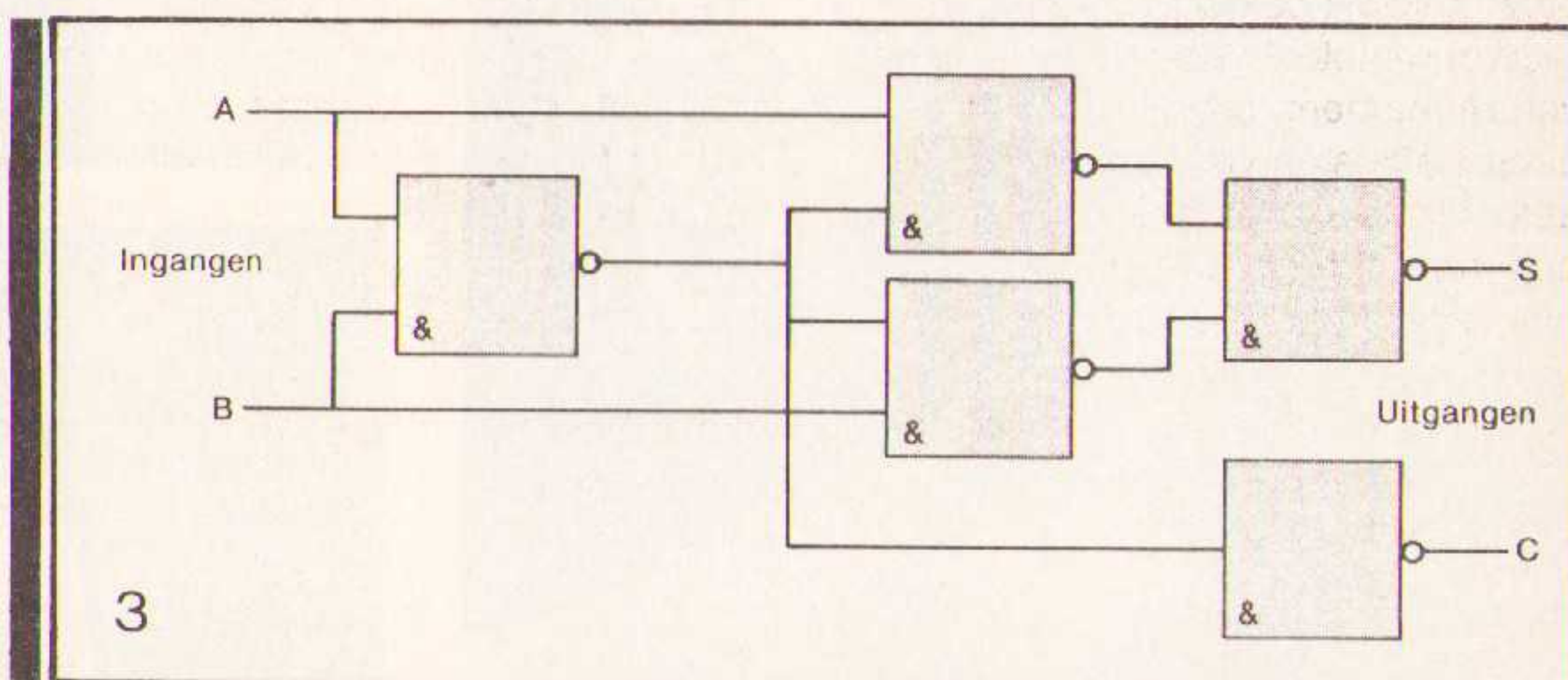
Allereerst daalt de opbrengst naarmate de chip groter wordt. Daarnaast speelt de hoeveelheid warmte die een in werking zijnde bouwstenen ontwikkelt een rol. De warmte van alle bouwstenen samen moet worden afgevoerd via de IC-behuizing. Hieraan is een grens. Dankzij het verkleinen van de afmetingen van de bouwstenen is desondanks de afgelopen twee jaar de hoeveelheid bouwstenen per IC verdubbeld. Op het ogenblik zijn IC's met enige duizenden bouwstenen te realiseren (Large Scale Integration of



Figuur 1 — Een NAND-bouwsteen met drie ingangen en 1 uitgang.

figuur 2 — Een geheugenschakeling (flip-flop) opgebouwd uit twee NAND-bouwstenen. De uitgang X van de flip-flop onthoudt een bepaalde

waarde als beide ingangen A en B de logische waarde '1' voeren. Door A = '0' te maken neemt uitgang X de waarde '0' aan. Wordt A daarna weer '1' gemaakt dan blijft X de waarde '0' onthouden. Op soortgelijke manier kan ingang B worden gebruikt om de flip-flop de waarde '1' te doen aannemen.

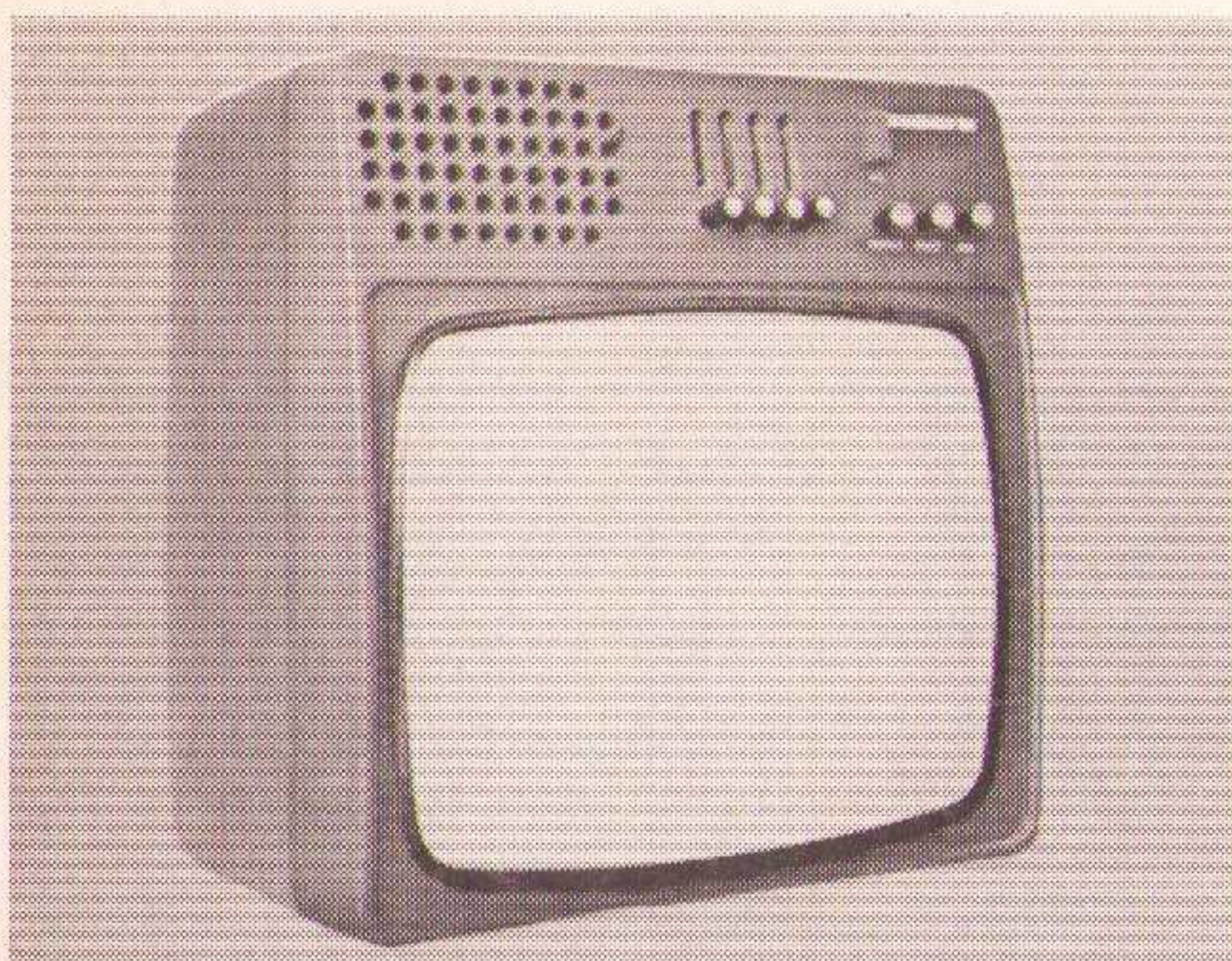


figuur 3 — Een optelschakeling. Deze schakeling is in staat om de som van twee binaire waarden, zoals ze aan de ingangen A en B worden aangeboden, te berekenen. De som, weer een binaire waarde, ontstaat aan uitgang S. Bij het binair optellen is de waarde van de som gelijk aan '1' als

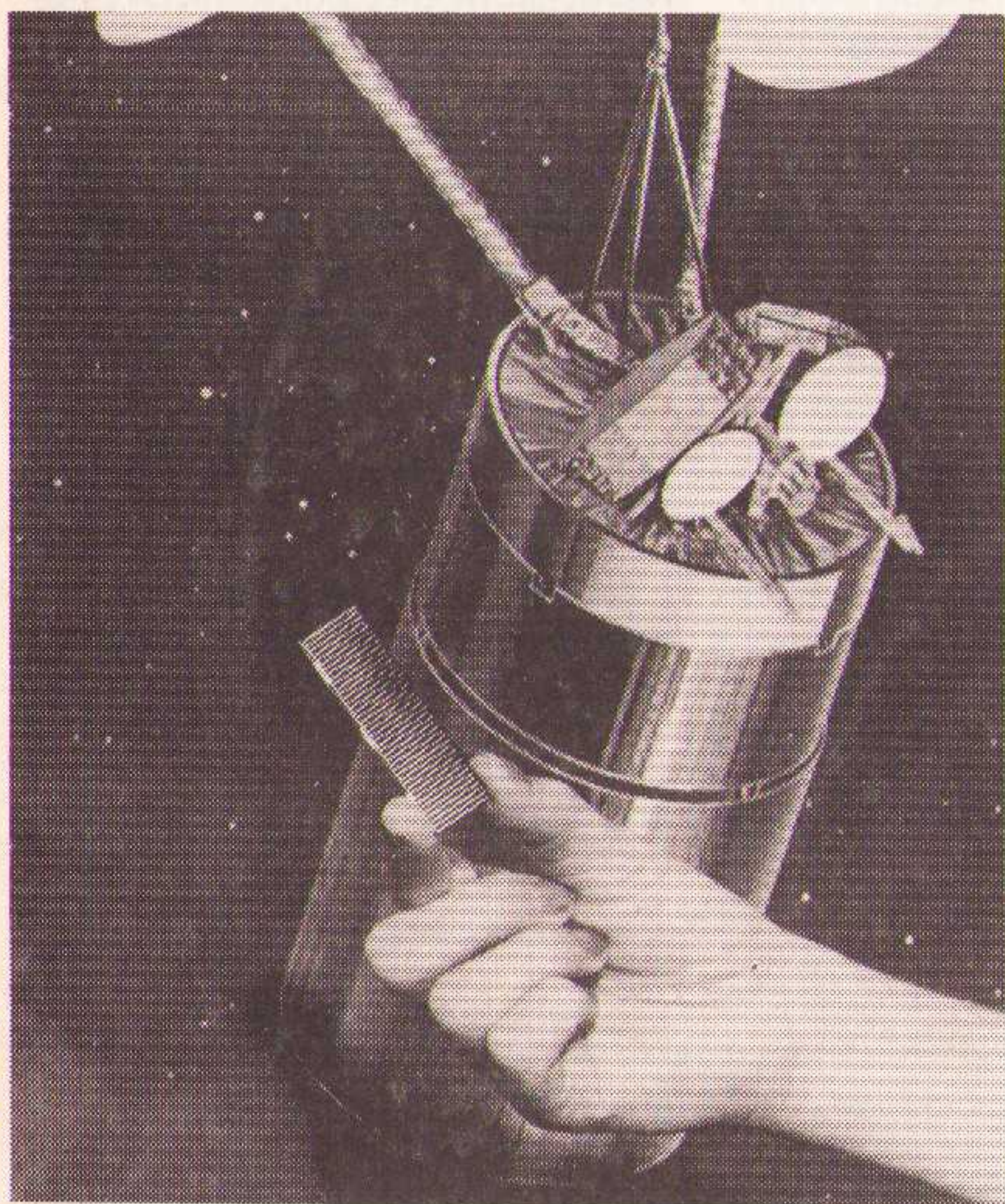
de waarden aan de ingangen verschillend zijn. In de andere gevallen levert de som (S) waarde '0'. Als zowel A als B gelijk zijn aan '1', levert de carry-uitgang C waarde '1' af. De functie is te vergelijken met 'één onthouden' bij optellen van gewone getallen.

LSI) in tegenstelling tot de beginperiode van de IC waarin sprake was van MSI (Medium Scale Integration) en SSI (Small Scale Integration). In de toekomst is het woord aan VLSI (Very Large Scale Integration) waarbij meer dan 10.000 bouwstenen per IC worden gerealiseerd.

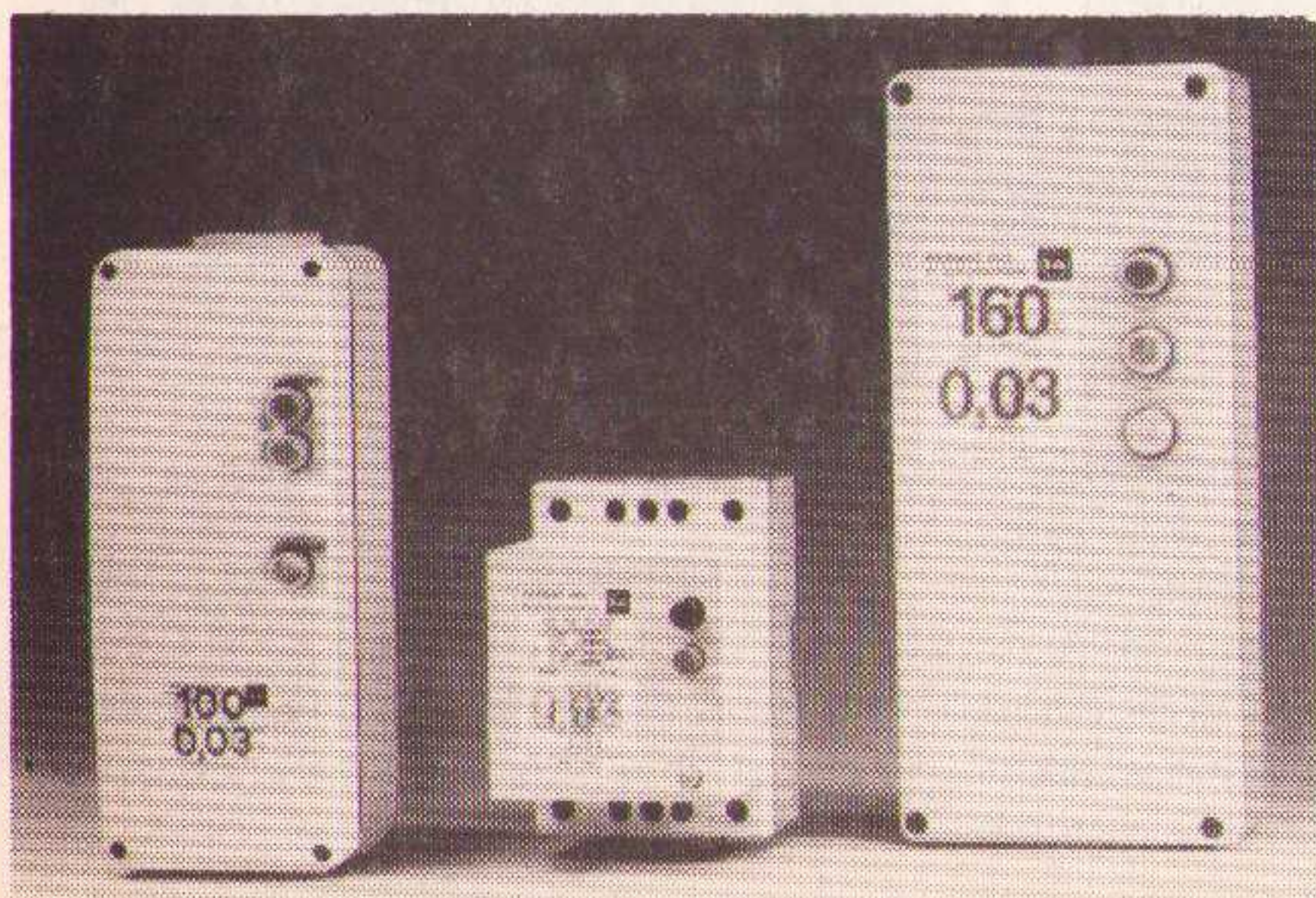
Afbeelding 13



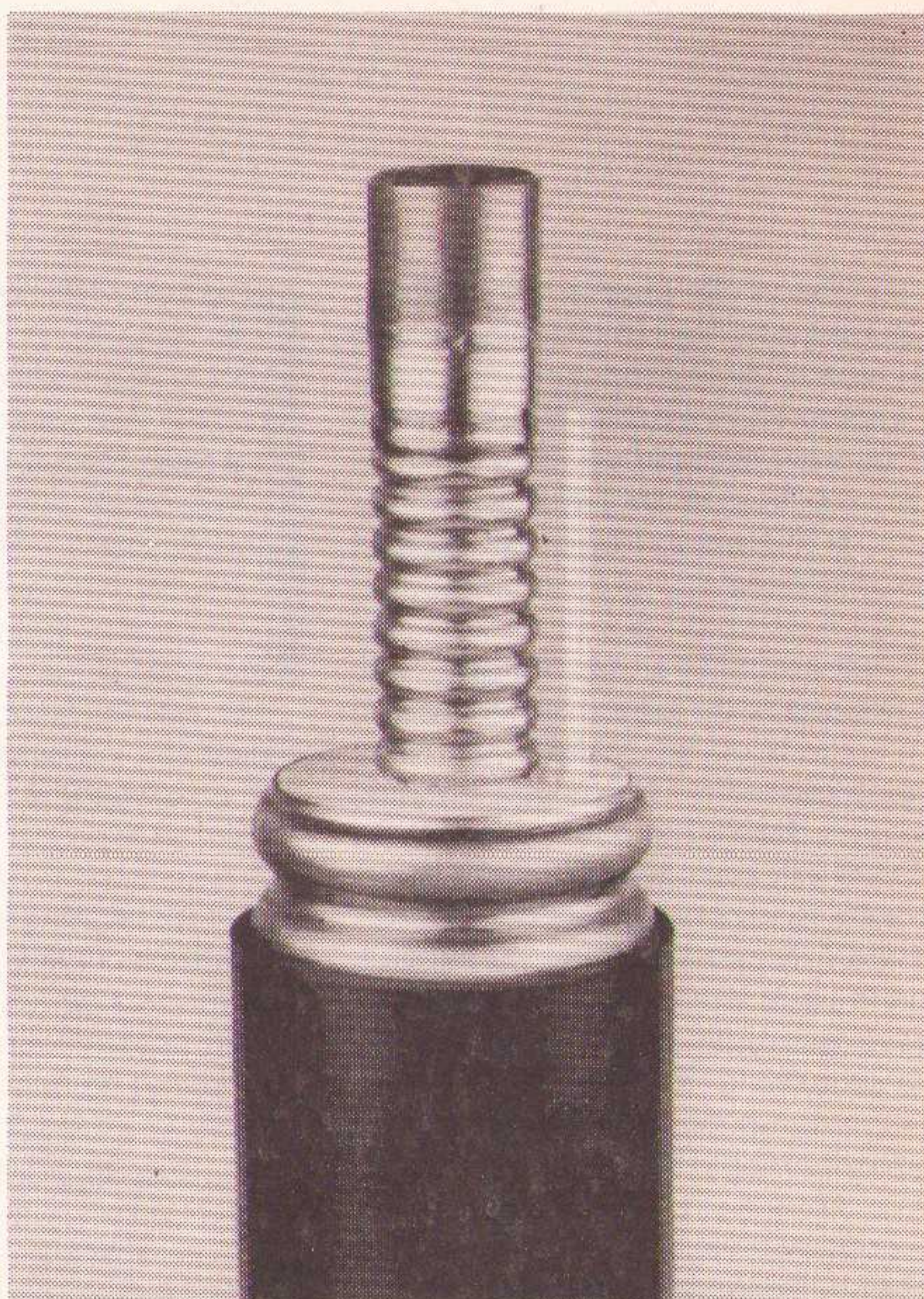
Afbeelding 14



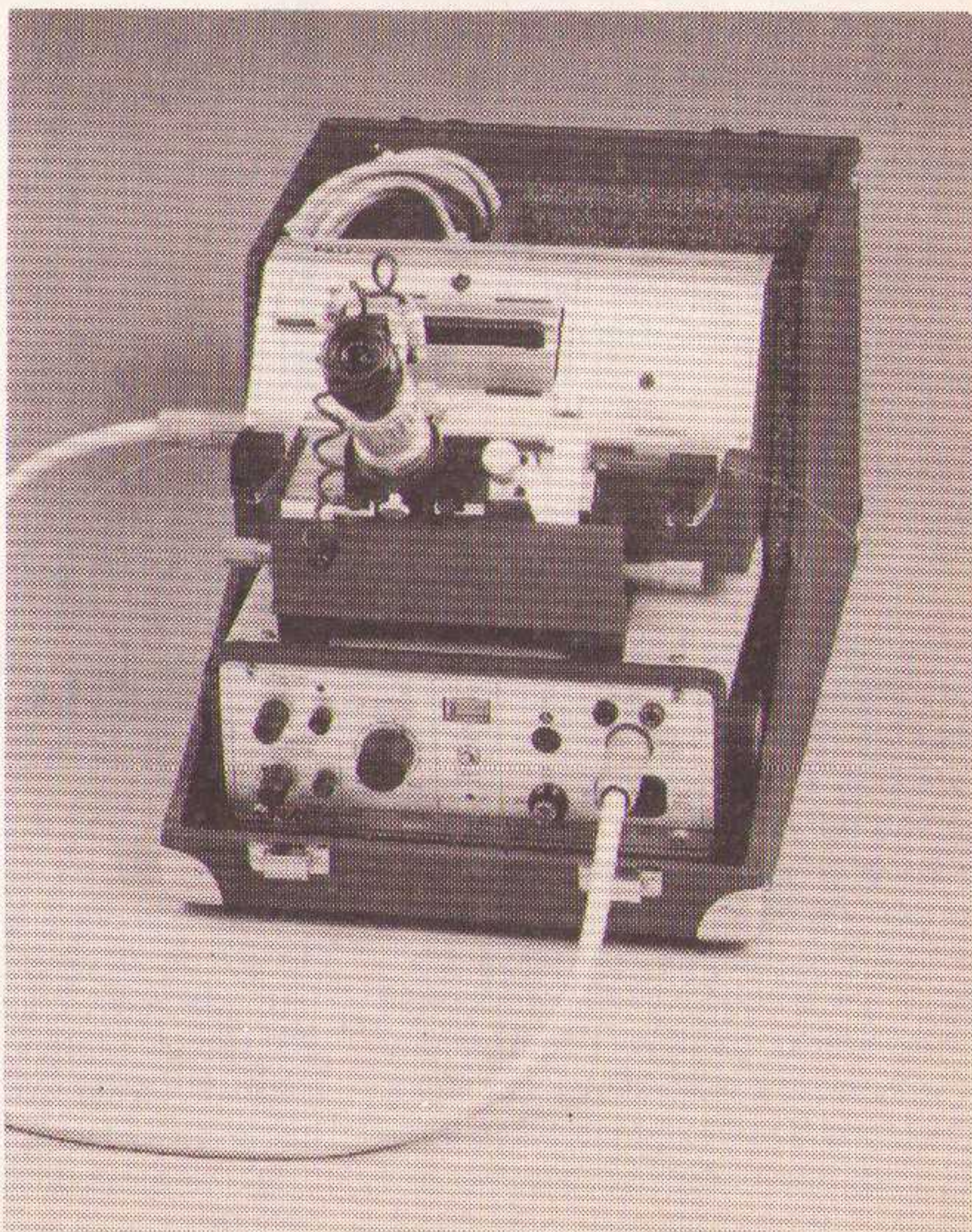
Afbeelding 15



Afbeelding 16



Afbeelding 17



Wij bezochten voor u de Hannover Messe

Uit het oostblok is er meestal weinig te genieten; uit Bulgarije zagen we een zw/w TV-tje, waarvan de vorm ons wel aanspreekt. (Afb. 13).

AEG komt nog steeds met een machtige stand; we halen er een specialiteit van het huis uit: een solar-paneel, evenals zijn voorgangers voor 20 Watt (56 x 46 cm), maar thans bij een spanning van 12 V. 70.000 cellen van elk 2 x 6 cm ter waarde van f 12.500,- zitten er in de nieuwe Intelsat VI, leveren 2,1 kilowatt, gedurende tal van jaren, het sterke punt van de AEG. (Afb. 14).

Felten & Guillaume, de pioniers op het gebied van de aardlekschakelaar heeft nu de typen voor hoge stroomsterkten 100, 120 en 160 Amp. geschikt gemaakt voor een lekstroom (= verschilstroom) van 30mA; toch wel een kras staaltje. (Afb. 15). Maar voor ons belangrijker is wel, dat de aardlekschakelaar voor huiselijk gebruik van b.v. 16 A thans ook aanspreekt op die vieze gelijkstroompieken die dank zij thyristoren enz. ons net bederven.

Als onverwachte toepassing van de z.g. wellenrohr (zoals die in de Flexwell kabel voor o.a. TV-zenders wordt gebruikt) zien we hier de toepassing als . . . geïsoleerde transportleiding voor centrale verwarmingsystemen in steden en heet dan Pan-Isovit-Flex. (Afb. 16). Constructie: Edelstaal met polyuretanschuim.

En de andere tak van deze Philips-dochter levert een glasvezelkabel-splits- en -lesapparaat, dat „op karwei” gebruikt kan worden. (Afb. 17).

Verder zagen we een tester voor zatladders: de pro-millimeter (afb. 18) maar de politie zal hem niet gebruiken. Men moet zelf maar zien of het te gek wordt. Maar dan kun je eenvoudiger zelf de borreltjes afturven . . .

Bijzonder klein was de schrijfmachine van 'Brother': slechts 320 x 225 x 45 mm, gewicht 2,3 kg, inclusief de batterijtjes waarop hij werkt (4 x R20), thermo-matrix drukker; tekst komt op display (16 letters), waardoor correctie mogelijk is vóór het afdrukken. (Afb. 19). Dit geschiedt op thermopapier zonder lint en op gewoon papier met een lintje dat goed is

voor 16.000 letters of cijfers. De letters zijn acceptabel ofschoon met dot-matrix gedrukt; helaas is geen doorslag mogelijk. Kost ca. DM 450 = f 540,-. Maar het mooiste komt nog: bovendien kunnen we er op rekenen: de 4 grond-berekeningen. En die kunnen we desgewenst óók nog afdrukken. Naast dit eenvoudige model is er ook nog een uitvoering met bovenstaande eigenschappen, doch tevens bruikbaar als printer voor een computer. Is dan wel een paar honderd gulden duurder.



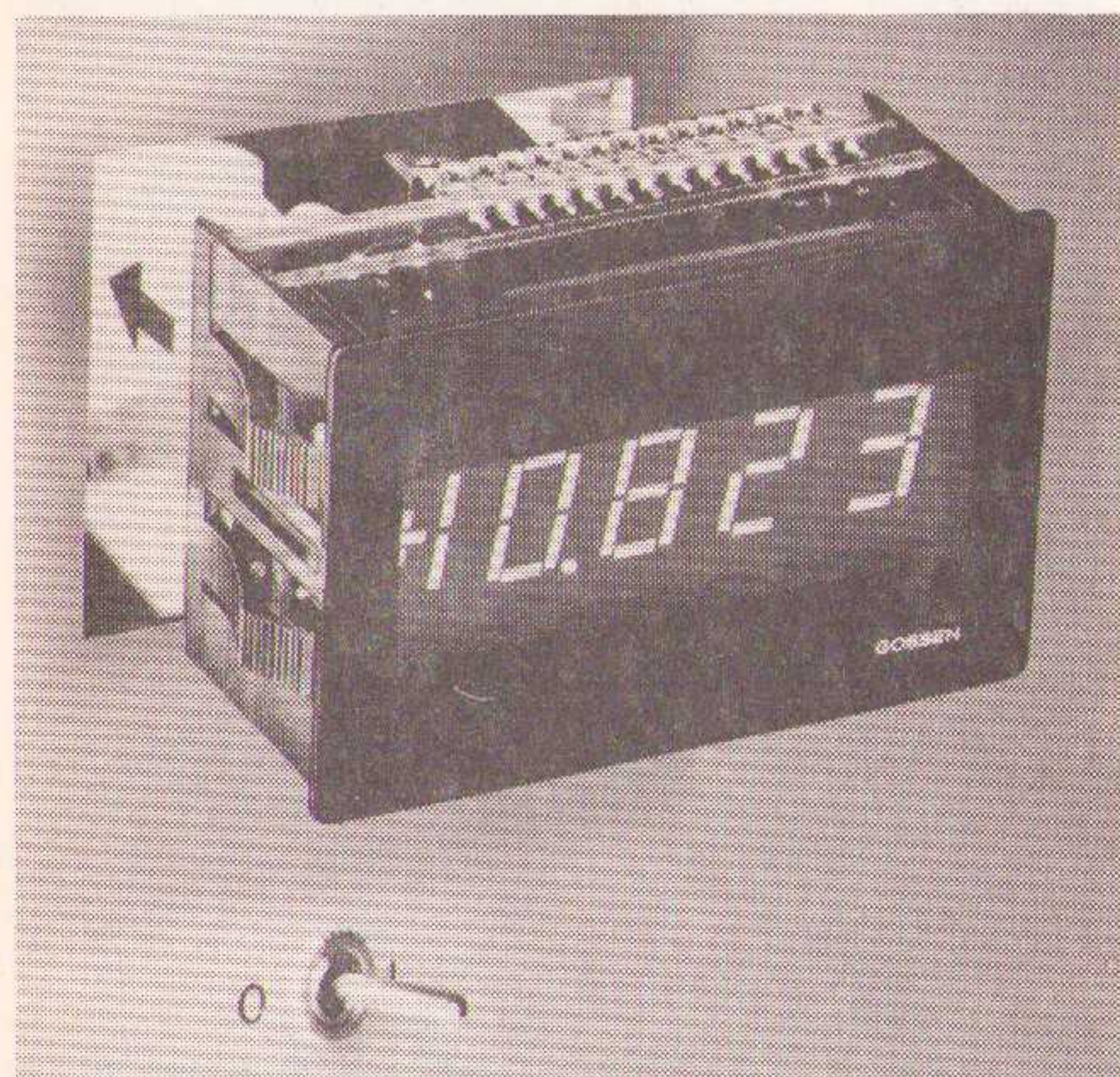
Afbeelding 18

Gossen, van ouds de meetapparatenfirma heeft nu o.a. een makkelijk in een gat (62 x 38) te bouwen 4½ stellige digitale meter, die met 5 V = werkt, de DIG 1 B, leverbaar met LED's of LCD, cijferhoogte 10 mm. Meetbereiken: 2/20/200 V ($\pm 0,02\% + 2 D$) of 200 μA /2/20/200 mA ($\pm 0,04\%$, ± 2

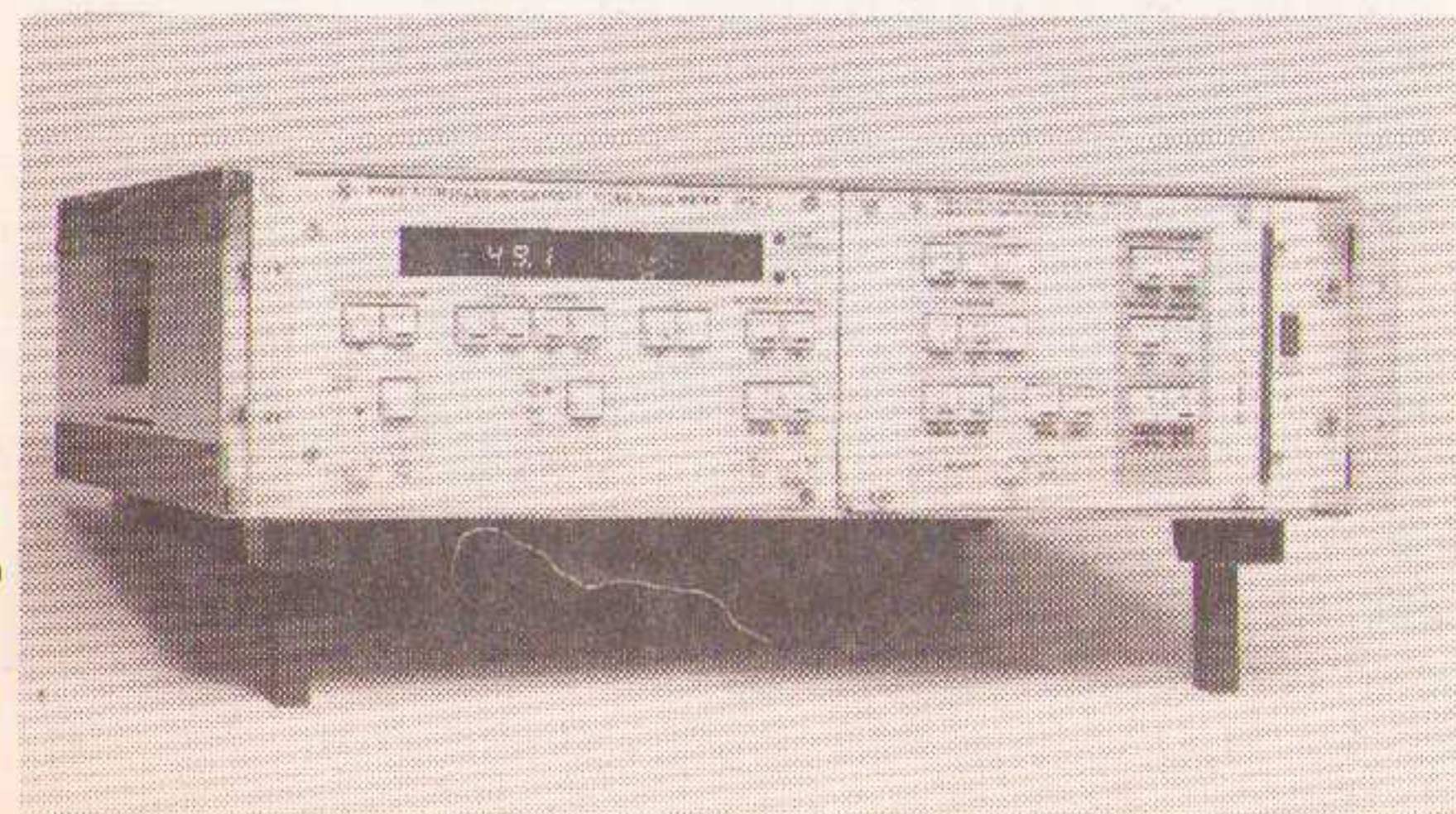
Afbeelding 19



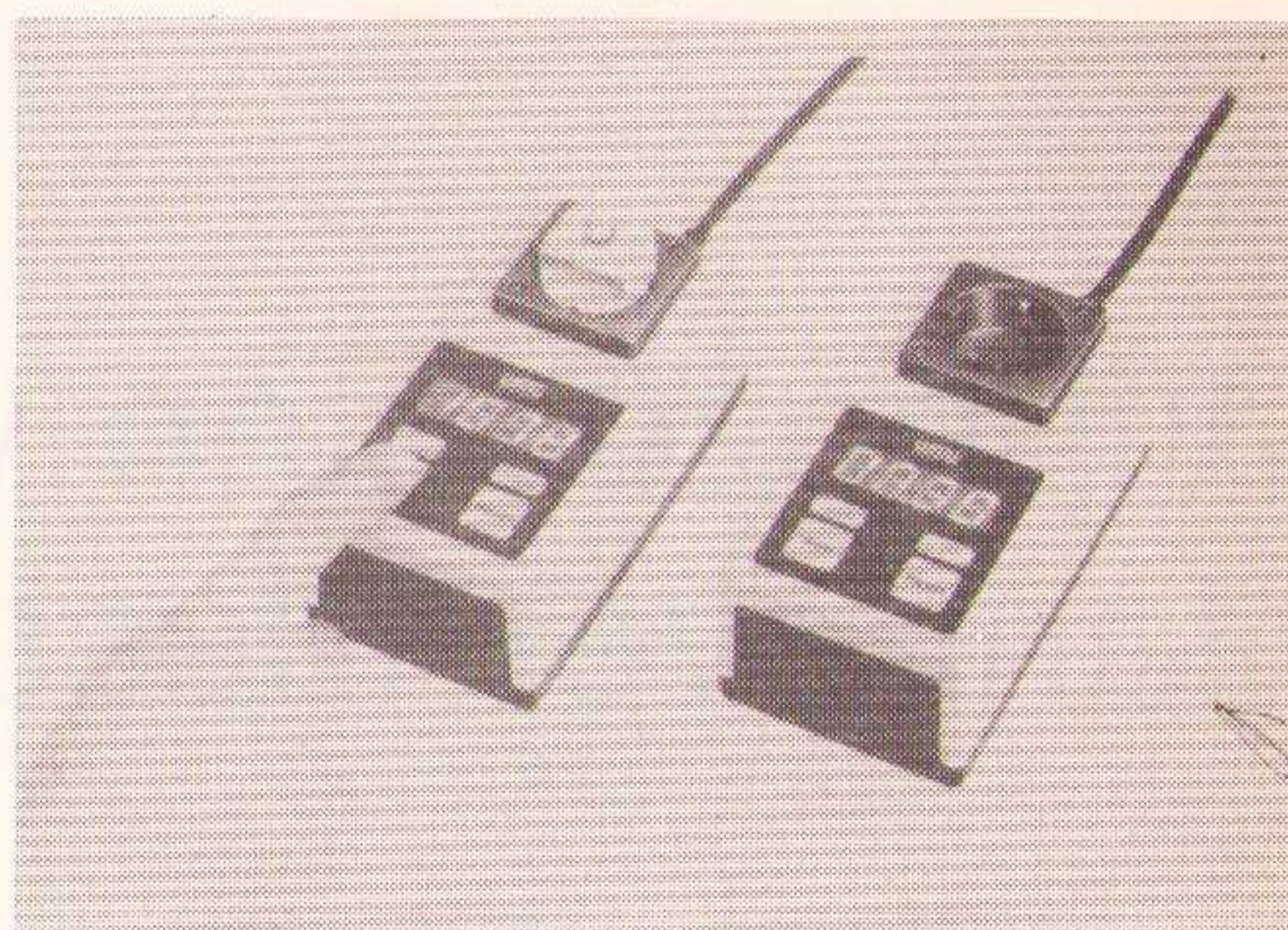
Afbeelding 20



Afbeelding 21



Afbeelding 22



D). Stroomopname: bij LED's 210 mA; bij LCD's 25 mA max. (Afb. 20).

Voor het meten van stoorspanningen in TV-zenders, verbindingen, camera's, bandapparatuur, maar ook in signaalgeneratoren ontwikkelde Rohde & Schwartz de Video-stoorspanningsmeter UPSF2. Hij bestaat in feite uit een hoofd-apparaat, voor meting van de luminantieruis en de inschuifunit voor het meten van chrominantie.

De meting behoeft zich niet over het gehele beeld uit te trekken; ook bepaalde lijnen of gedeelten van het beeld kunnen onderzocht worden. (Afb. 21).

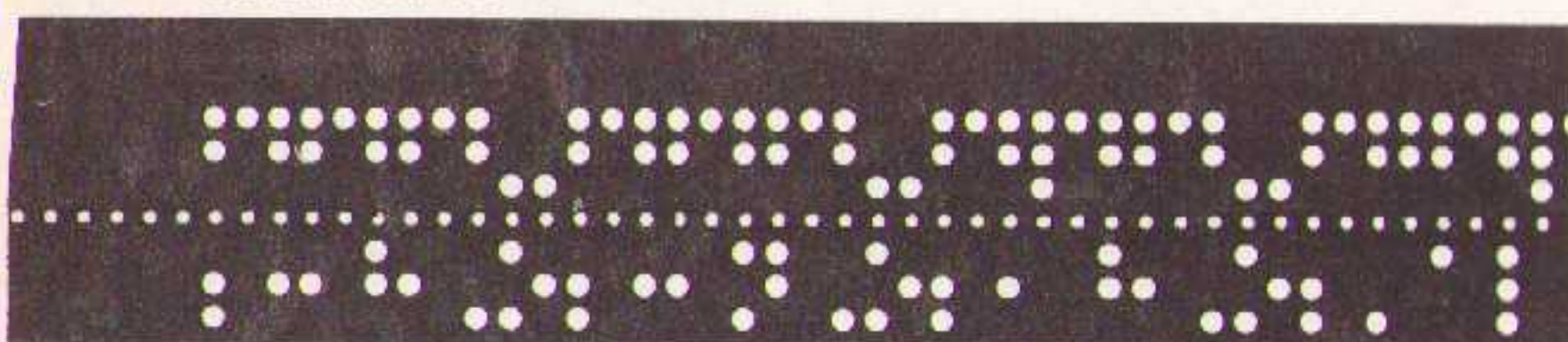
Een meetapparaat dat we zelden zien is de meter voor meting van watts en kWh, met digitale aflezing. Het gemakkelijk te bedienen apparaat is uitgevoerd als tussen-stopcontact (randaarde) met snoer, in serie met het te meten gebruikstoestel. Afleesbaar van 0-3520 W. Oplossend vermogen: 10 mWh. Waldsee Electronic. (Afb. 22).

Zeer in de belangstelling staat het CAD, het computer aid design, waarin met behulp van de computer allerlei constructies worden verricht, lopend van „het interieur” van chips tot zware metaalconstructies die zonder CAD moeilijk te realiseren zouden zijn. Een interessante tussenweg is de Multiwire-printplaat van de fa. Hans Kolbe & Co. Het enige wat de opdrachtgever maar behoeft te doen is een lijst opstellen van alle te maken verbindingen, b.v. van punt 6 van IC 3 naar punt 2 van C3 enz. Aan de hand van deze lijst worden de gegevens gezet hetzij op de ponsband, floppy disc of magneetband. In figuur 23 een voorbeeld, in ASCII-code. Aan de hand hiervan worden er geen printsporen aangemaakt doch draadverbindingen gelegd, die uit de aard van de zaak elkaar kruisen kunnen. (Afb. 24). Ook de boringen worden aldus door een NC-boormachine (numeriek-gestuurde) op de plaat verricht. In feite kan aldus de meest ingewikkelde printplaat in een paar uur gereed zijn. Niet nieuw en niet goedkoop maar toch heel interessant, vooral wanneer het om één enkel exemplaar gaat. De (kruisende) draden worden goed verkit. Ook zijn combinaties van de gebruikelijke sporen en draden mogelijk.

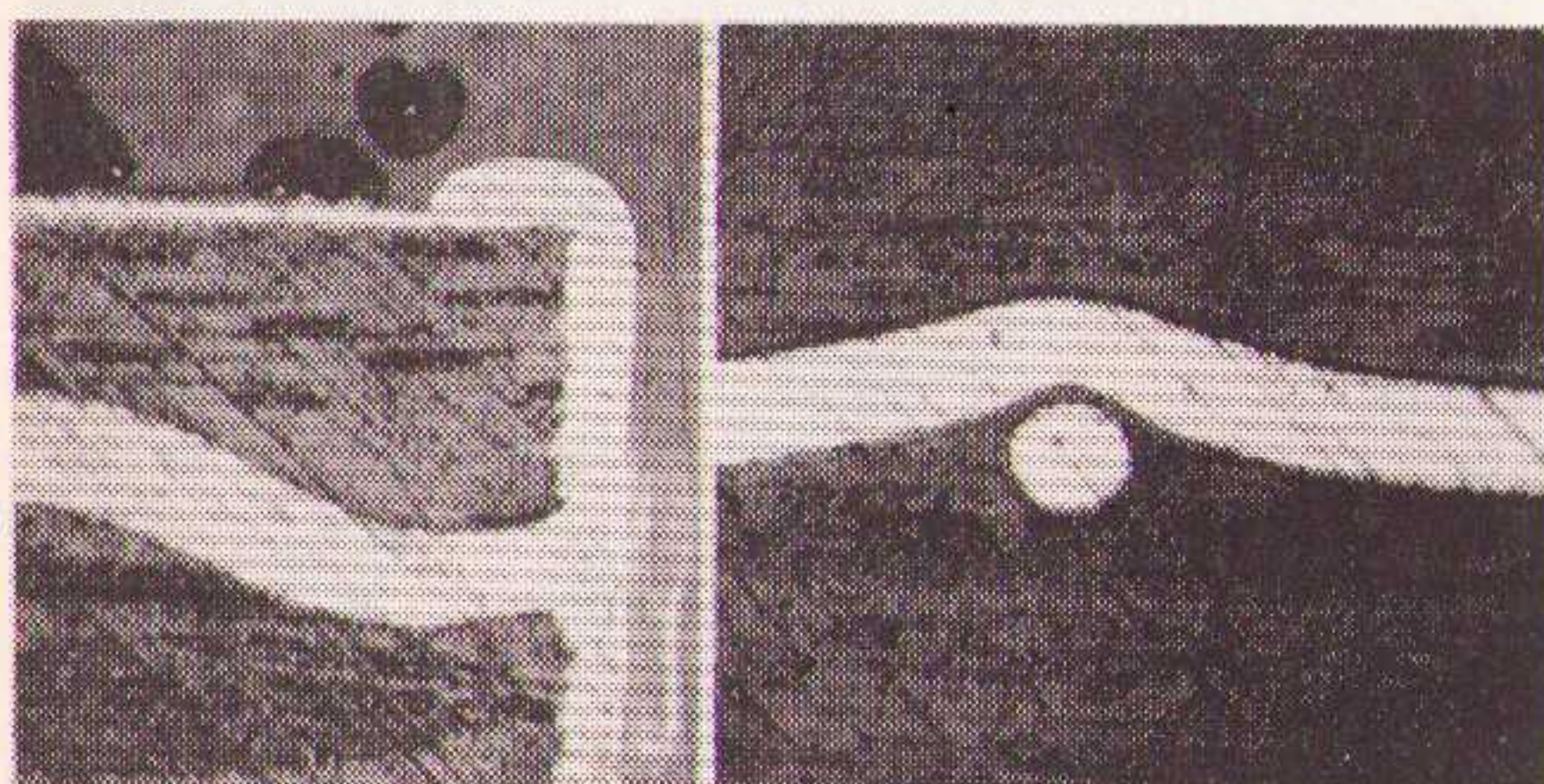
	Kennziffer	x-Wert	y-Wert	Netz-Nr. oder bei Bohrdaten, Kennziffer für Lochdurchmesser
3	22	62	1	
3	22	56	1	
3	28	62	1	
3	104	78	1	
3	11	82	1	
3	111	76	1	
3	189	76	2	
3	22	64	2	
3	189	72	2	
3	22	58	3	
3	143	72	3	
3	130	100	3	
3	195	72	3	
3	28	54	3	
-1				Datenende
*				

Afbeelding 23

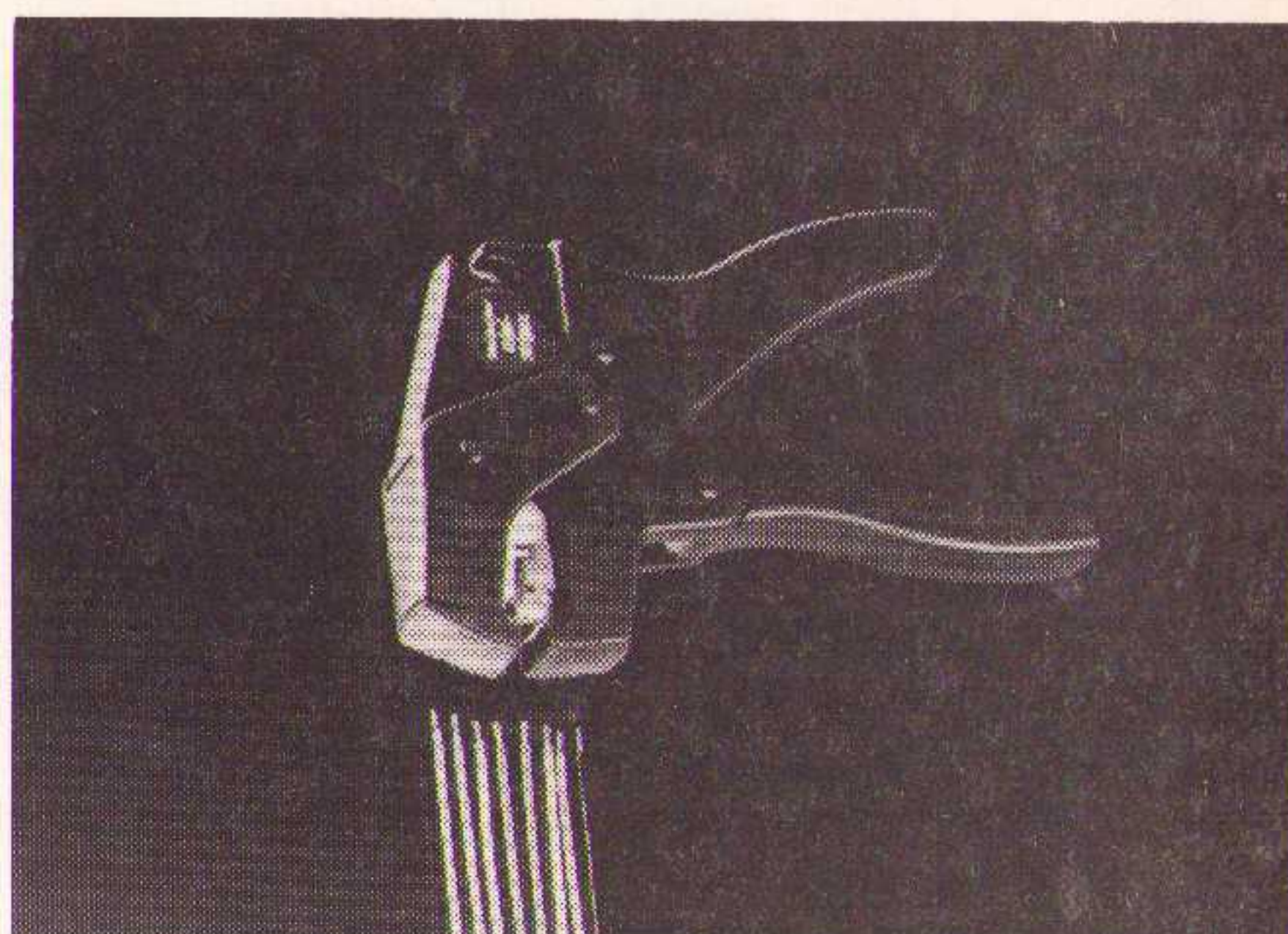
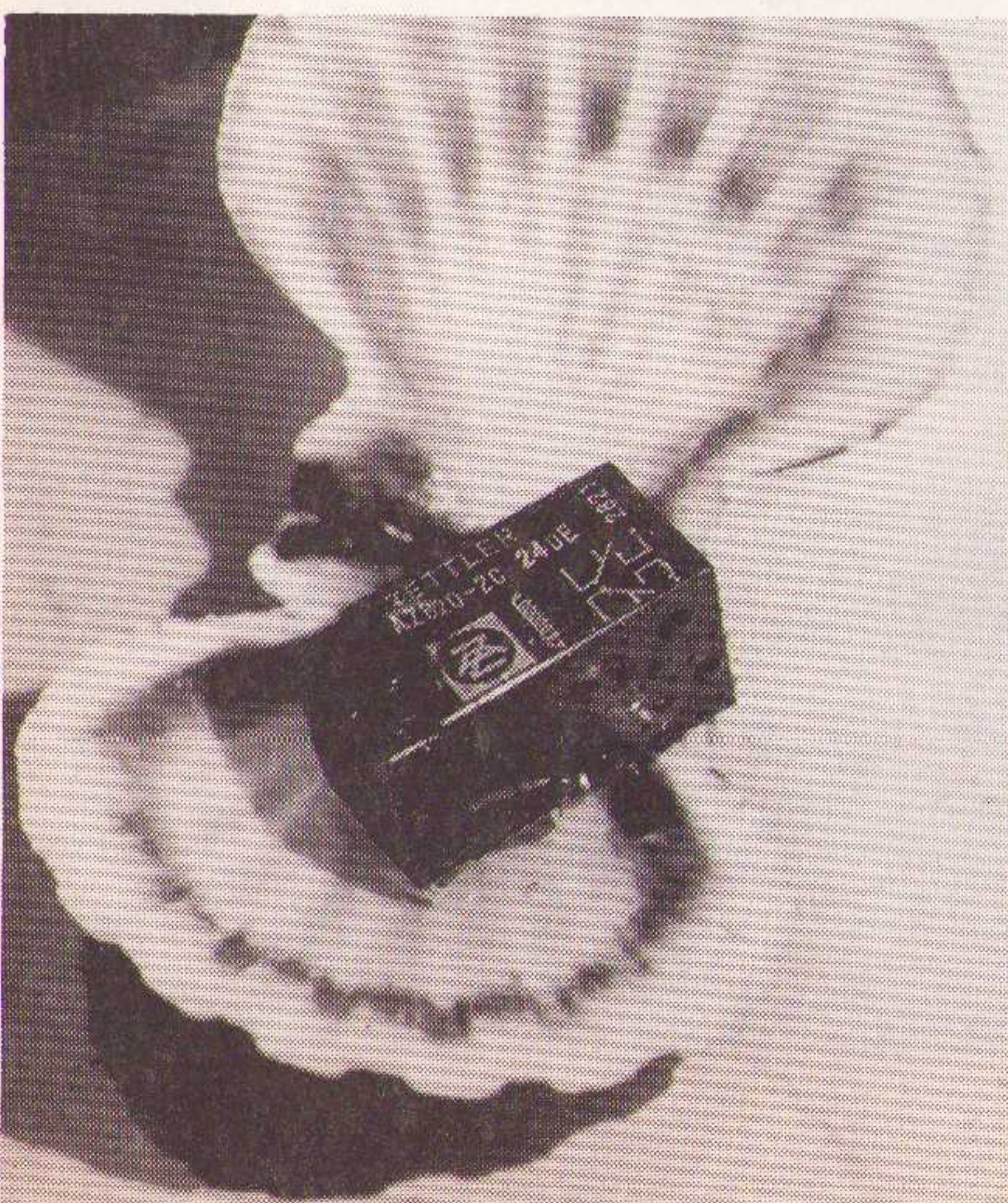
3b22b62b1CBI E



Afbeelding 24



Arbeelding 25



Afbleeding 26

De relais zijn nog lang de wereld niet uit; Zettler toonde een nieuw dual-in-line printrelais, ditmaal geheel waterdicht, Type AZ 820 in dubbele contactuitvoering, zie afb. 25. Max. 30 W/60 VA, schakelstroom max. 2 A, schakelsp. max. 125 V $\approx$. Bekrachtiging 220 mW; kan door o.a. transistor gemakkelijk opgebracht worden. Zilver-palladium contacten met goud-flush.

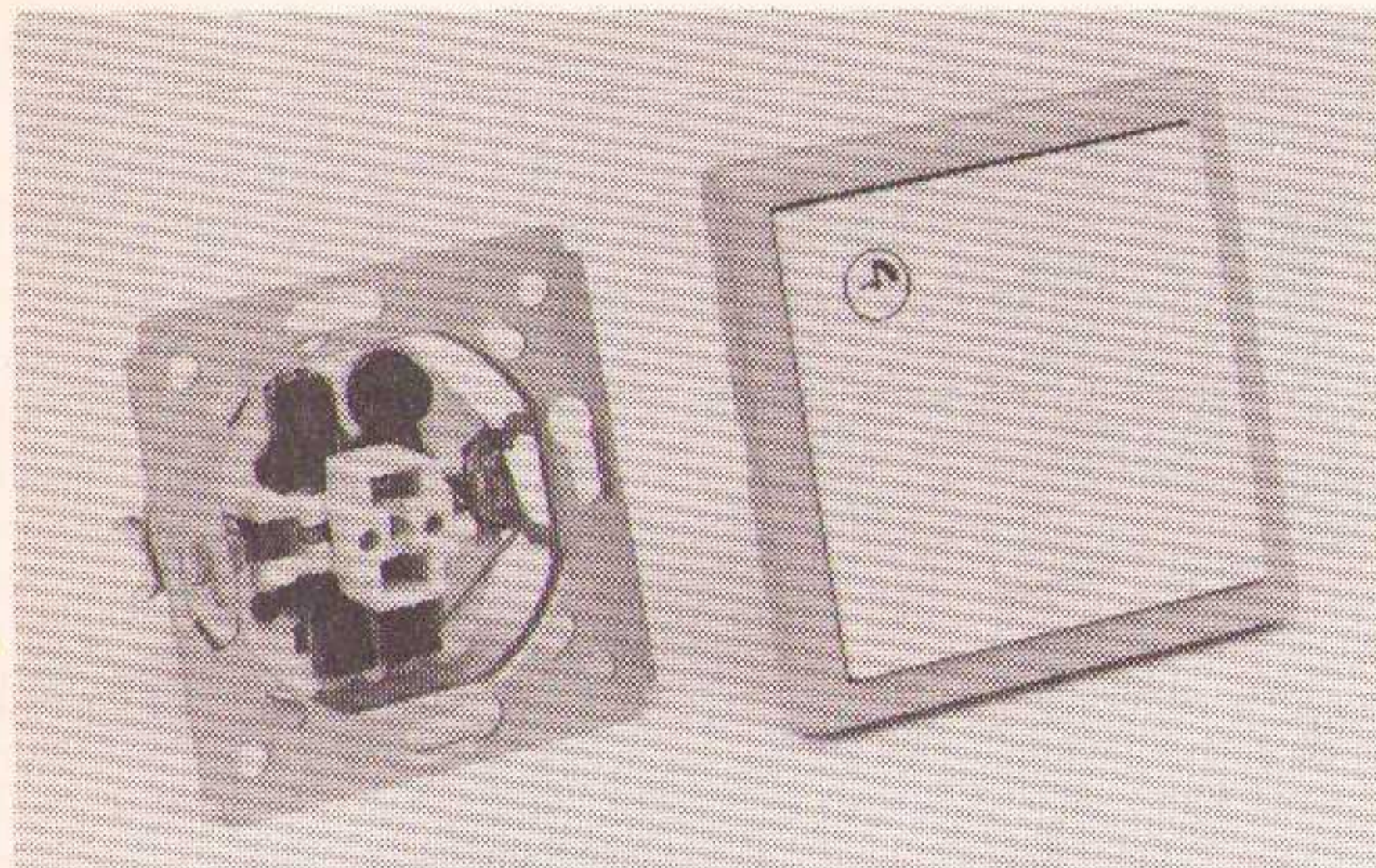
Een mooi sortiment draadstriptangen komt van Weidmüller; de mooiste voor ons doel vonden wij het kleinste type, de ministripax, afb. 26, die zich automatisch instelt op alle draaddikten tussen 0,1 en 1,2 mm Ø. Bovendien kunnen we met deze tang draad tot Ø 1,2 mm knippen. Weidmüller heeft eveneens een spanningstester zoals we reeds eerder van Steiner zagen; maar deze tang kan bovendien als „doormmeetapparaat" dienen voor schakelingen en halfgeleiders en laat daarbij een pieptoonje horen. Naast de beschreven ministripax noemen we ook nog de grotere broeder, de Stripax, voor draden van 0,5 tot 4 mm², eveneens „zelfinstellend op de draaddikte. Beide striptangen worden in ons land door AMP geleverd, evenals de krimptang de PZ 16, voor de bekende AMP-krimpverbindingen.

We willen ons verslag beëindigen met een paar mooie zaken van Siemens: Een nieuwe schakelaar voor WC's en badruimten, waar men een afzuiging of ventilator nog even wil laten nadraaien ná het uitschakelen van het licht. (Afb. 27).

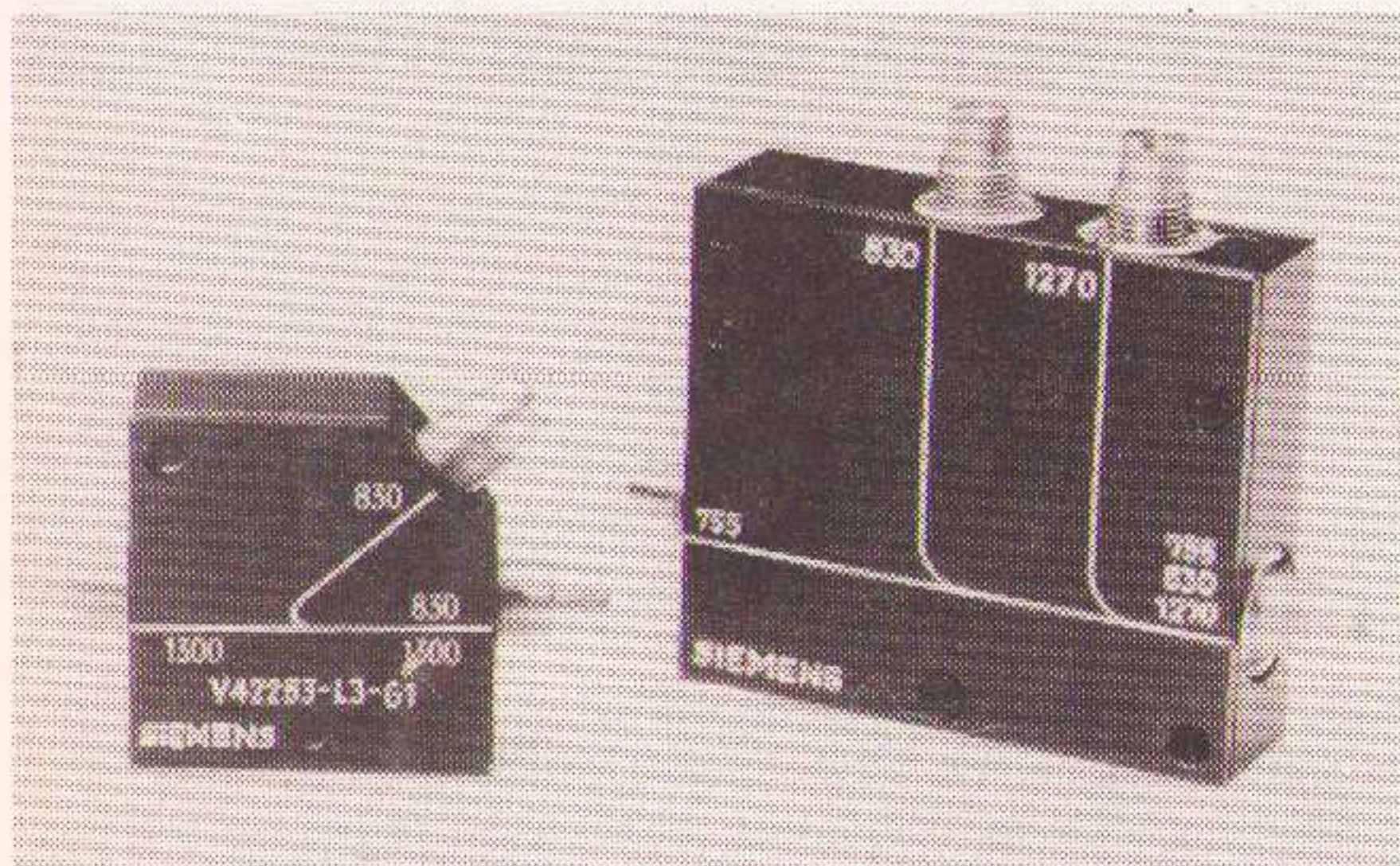
Naast de lamp(en) die 1200 Watt mogen opnemen mag een ventilator van 200 VA worden aangesloten. Voor glasvezelkabelnetten maakt Siemens een multimode golflengte-multiplexer met interferentiefilters zodat in feite 2 à drie kanalen beschikbaar zijn. (Afb. 28). Ook kunnen in monomode-toepassing heen- en terugverbindingen gemaakt worden, met geringe verliezen.

63 verschillende tekens, zoals hoofdletters, cijfers en bijzondere tekens plus decimale punt kan ieder van de in totaal 8 stellige LED-indicator DL 1814 zichtbaar maken. (Afb. 29). De aansturing voor de 17 segmenten van elke positie wordt geleverd door een MOS-schakeling, die tevens een geheugen en een tekengenerator bevat. Die

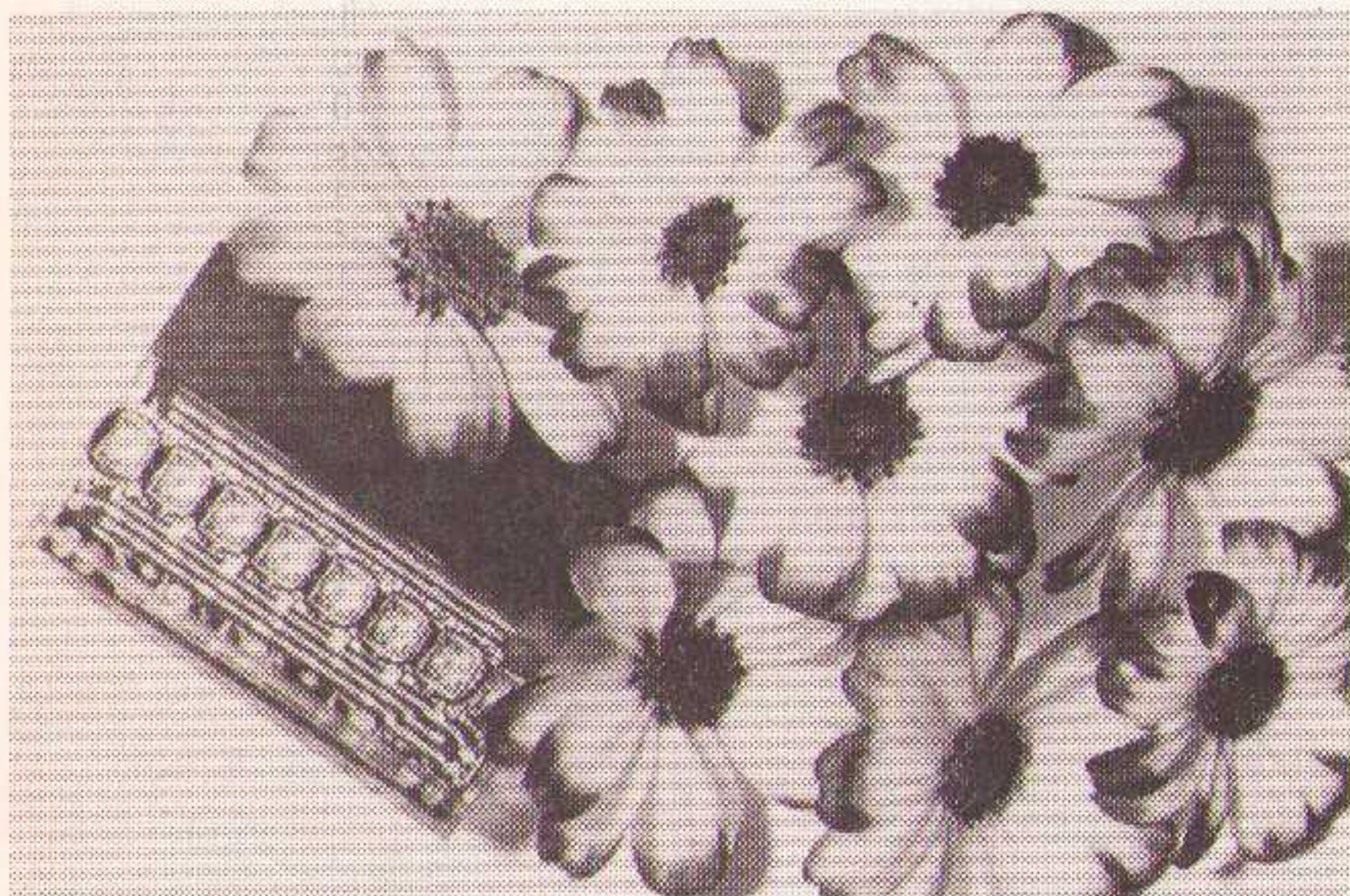
Afbeelding 27



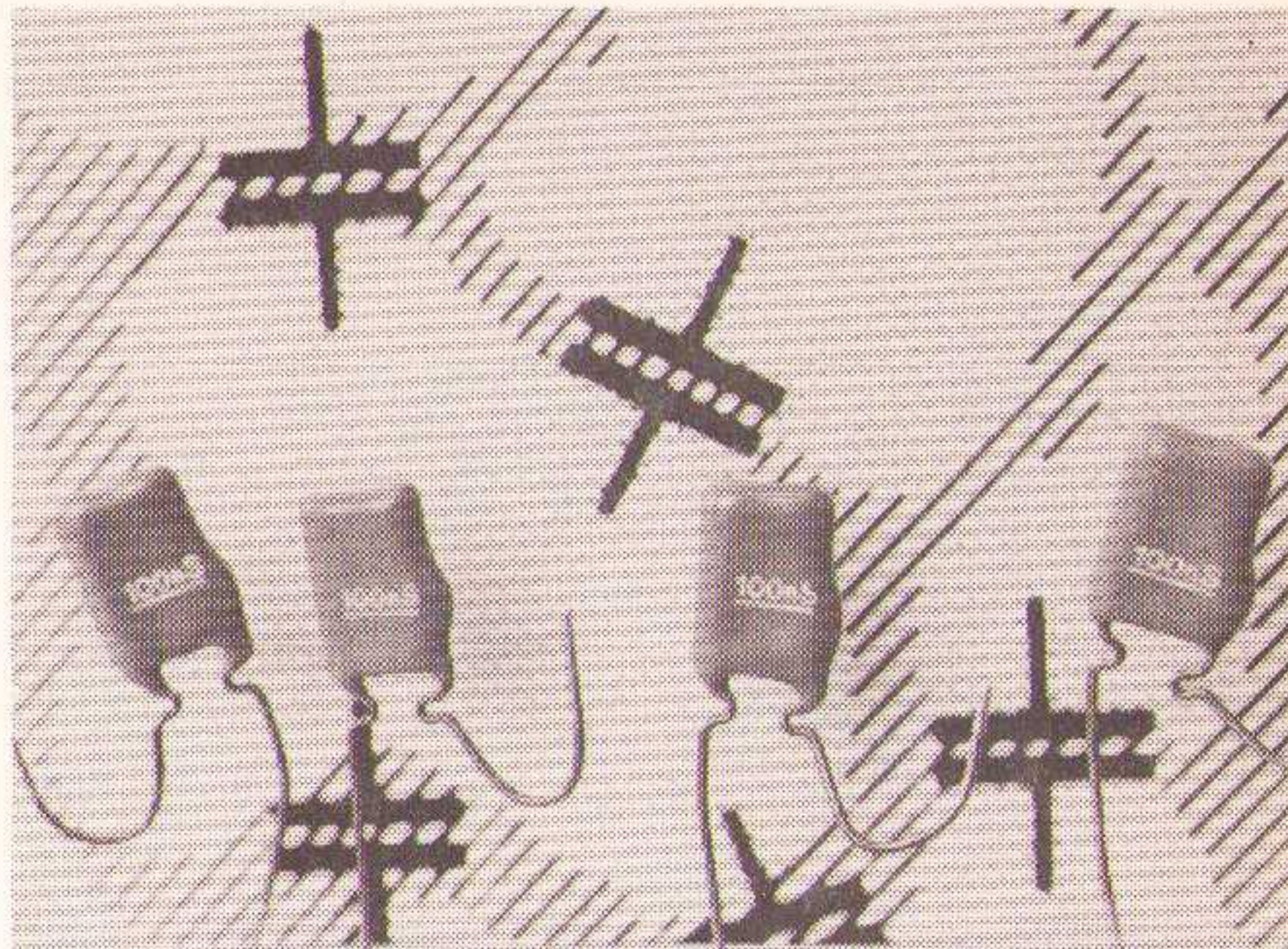
Afbeelding 28



Afbeelding 29



Afbeelding 30



Afbeelding 31



Afbeelding 32

MOS-schakeling verkrijgt de stuurbevelen in ASCII-code. Uit een eenvoudige ASCII-code kunnen 96 getallen en tekens te voorschijn komen op de nieuwe Siemens Matrix-indicatoren van 5 x 7 punten, die verkrijgbaar zijn in drie kleuren: oranje, rood en groen. Op de achtergrond de daarmee verkregen tekst. (Afb. 30). Geheugens zoals RAM's zijn helaas zeer gevoelig voor storende frequenties en kortstondige spanningspieken. Siemens ontwikkelde een condensator met een keramisch diëlectricum, Sibatit 50.000, barium titanaat, die over de ingang van de stroomvoorziening geplaatst een afdoend afweermiddel vormen. (Afb. 31).

En nu nog iets over de Hannover Messe: Men moet er zelf geweest zijn om te beseffen wat men hier nog aan nieuwe indrukken kan opdoen, niet alleen in de elektronica, maar op een zeer ruim gebied. Natuurlijk kunnen we er één dag met een vliegtuig heengaan voor een honderd of vier gulden, maar beter is het om er zelf met trein of auto heen te gaan en er een paar dagen blijven. Per auto is het ca. 370 km vanuit Hilversum, over een autobahn, afgezien van de 58 km tussen Hengelo en Rheine. Maar bestel dan reeds nú of in ieder geval vóór nieuwjaar een kamer bij het Verkehrsamt-Hannover, Bahnhofplatz, Hannover. Dat kost u dan ca. Dm 50 per nacht. Bestelt u later, dan krijgt u wel onderdak, maar vaak heel ver buiten de stad of ver van de Messe. Wij gaan zelf al jarenlang met het VW-woonbusje naar Hannover en kunnen u volledig inlichten; bel gerust 02153/82015. Op het Messeterrein gratis busjes; daarnaast ditmaal als reclamestunt het elektronisch gestuurde autopedje, de Uniroller van Eichholz (in Schapen D-4441). (Afb. 32). Loopt 12 km/u.

Tempo elektronica

ruim 15000
voorraadartikelen

SCHERPER GEPRIJSD
SNELLER GELEVERD
BIJNA ELK ONDERDEEL PER STUK VERKRIJGBAAR
GEEN MINIMUMBESTELBEDRAG

COMPATIBLE IIe

De computer, die het meest wordt toegepast, waarvoor de meeste software en literatuur bestaat, en die eigenlijk alleen zijn prijs van ruim f 4.000,- tegen had.

Onze Compatible IIe kost slechts f 1.879,- en voor snelle beslissers f 1.699,- (incl. BTW). 48k RAM, hoofd en kleine letters, 3 maanden garantie. Vraag de speciale folder! Ook leveren wij accessoires voor Apple IIe en Compatible IIe.



HIOKI 3021 bouw pakket

f 79,-

In ABC 7/8 lovend beschreven universeelmeter. Afmetingen 136x92x39 mm. Compleet met kast en meter.



Goed gereedschap voor weinig geld

Printkniptangetje van f 35.00 nu f 19.00
Platbektangetje 120 mm lang, van f 27.40 nu f 17.50
Soldeerbout 20 W, fijne punt, van f 29.50 nu 19.50
Soldeerzuiger, teflon punt, van f 29.00 nu f 19.50

SPECIALE PRIJZEN VOOR COMPONENTEN (tijdelijk!)

TBA120S	f 2.70	uAA180	f 7.80	10x1N4002	f 1.50
TBA120T	f 3.00	LM3915	f 12.95	10x1N5404	f 4.50
MM57160	f 17.50	TCA5500	f 17.50	5xBD138	f 4.00
TCA730	f 11.00	TL081CP	f 1.90	10xBF494	f 4.95
TCA740	f 11.00	LM380-14	f 4.80	1xBU208	f 3.20
TDA1002	f 7.95	CD4011B	f 0.79	4xuA741C	f 3.70
TDA2003	f 3.90	CD4030B	f 1.10	25xBC557b	f 3.75
SAJ110	f 9.80	CD4015B	f 1.80	25xBC550c	f 7.50
SAS560S	f 7.50	CD4017B	f 1.80	25xBC560c	f 7.50
SAS570S	f 7.50	CD4049B	f 1.50	2732eprom	f 18.00

Onze catalogus staat boordevol met scherpgeprijsde elektronica en data. Prijs f 6.70.

catalogus 83

De catalogus is afzonderlijk verkrijgbaar door overmaking van f 6.70 plus f 2.80 verzendkosten op giro of bank, o.v.v. „catalogus”.

BESTELLEN

(alle prijzen incl. BTW).

- Per brief met ingesloten cheque. Verzendkosten f 5.-.
- Storting op giro of bank. Verzendkosten f 5.-.
- Telefonisch of per brief. U betaalt aan de postbode. Verzendkosten f 11.25.
- België; s.v.p. speciaal formulier aanvragen.
- U kunt ons telefonisch bereiken op werkdagen van 10-17 uur, behalve op maandag en woensdag.
- Telefonische bestellingen: dagelijks 24 uur.

Tempo elektronica
Postbus 3015
3101 EA SCHIEDAM

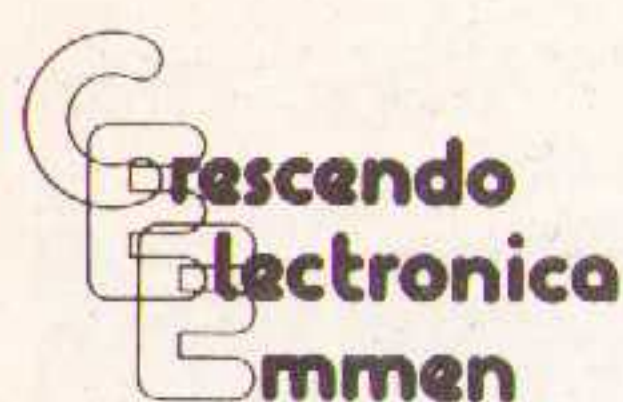
Bank: 125452462
Giro: 3440792



010-601007



SCHERPER GEPRIJSD



**Crescendo
Electronica
Emmen**
Voor al uw kleine en
grote electronica wensen!
Hoofdstraat 5 7811 EA Emmen
Telefoon 05910-13580



elektronica componenten
service onderdelen
meetinstrumenten
bouwpakketten
hobby computers
Arnhem, Jansbuitensingel 2,
tel. 085-454518

RADIO ELCO
Laat 166
Alkmaar
Telefoon 072-116123

RADIO OKAPHONE
Oude Ebbingestraat 60/
Groningen
Telefoon 050-126819

AMROH - MUIDERKRING
PHILIPSDEALER
AMTRON-bouwpakketten
POLYKIT-dealer



Diezerpromenade 61 - Zwolle - Tel. 12233

**ELECTRONICA
CENTRUM
ZAANSTAD B.V.**

Warmoesstraat 15, Wormerveer
Telefoon 075-282941

Electronicahuis

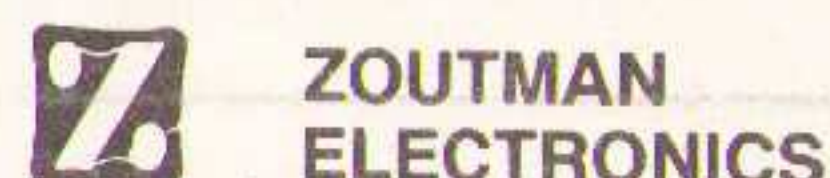


b.v.

De Heurne 30-32
Enschede
Telefoon 053-315169



ELEKTRONIKA
Nieuwstraat 3
Wageningen
Telefoon 08370-12444



Hooftstraat 122
Alphen aan de Rijn
Telefoon 01720-75858

Electronicahuis



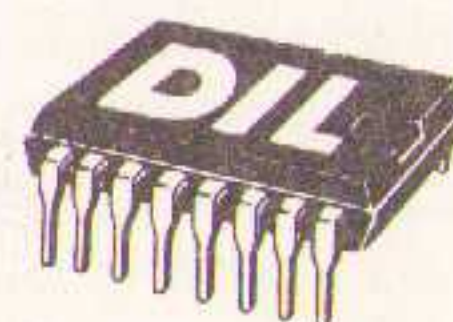
b.v.

Telgen 11
Hengelo
Telefoon 074-917567



Electronica componenten - Meet- en regelapparatuur -
Ontvang- en zendinstallaties - Antennes -
Zelfbouwpakketten.

Bakkumerstraat 50, Castricum. Tel. 02518-54638



D.I.L. ELEKTRONIKA
Jan Ligthartstraat 59/61
3083 AL Rotterdam
Telefoon 010-854213

Electronicahuis



b.v.

Marktstraat 12
Almelo
Telefoon 05490-19191

ELEKTRONICA SHOP

Alle onderdelen - meettoestellen - technische boeken
- kassettes MAXELL TDK - bouwdozen VELLEMAN
+ OPPERMANN - CANON FOTOKOPIE SERVICE
HIFI radio TV
Open van 16.00 tot 20.00 uur. Za. van 9.30 tot 12.00
uur en van 14.00 tot 19.00 uur. Zo. van 10.00 tot
12.00 uur.

Dorpsstraat 15 - 3650 Lanklaar Dilsen
Tel. 011-755254
België - E.C.B.S. Habets
Steeds tot uw dienst



Thomas á Kempisstraat 126
Zwolle
Telefoon 05200-32357

Electronicahuis



b.v.

Oude Vismarkt 29
Zwolle
Telefoon 038-213804

RITON ELEKTRONIKA
Binnenweg 197
Heemstede
Telefoon 023-282573

Radio Beurs

Karnemelkstraat 10
Breda
Telefoon 076-133772



ELEKTRONICA, BOUWEN EN LEREN

C. J. Both

Aan de hand van 21 nuttige en speelse schakelingen kan de aspirant elektronicus ervaring opdoen in de praktische elektronica. Ook aan de theoretische elektronica wordt de nodige aandacht besteed. Op een voor ieder begrijpelijke wijze wordt uitleg gegeven over de werking van de schakelingen en over de functies van belangrijke onderdelen.

ISBN 90 6082 233 1

bestelnummer 001 109

f 21,50/Bfr 411

porto f 4,25

BASISELEKTRONICA IN DE PRAKTIJK

J. de Sutter

Een handboek voor iedereen die elektronische schakelingen uit boeken of tijdschriften wil nabouwen. Naast printplaten maken en solderen wordt aandacht besteed aan de belangrijkste formules en wetten die in de elektronica voorkomen. Aan de hand van talrijke tekeningen legt de auteur de werking uit van verschillende meetinstrumenten.

ISBN 90 6082 183 1

bestelnummer 001 110

f 19,50/Bfr. 372

porto f 2,30

VERSTERKERS VAN 1 TOT 90 WATT

K. Reichardt

Een boek voor beginners die meteen aan de slag willen. Met praktisch uitvoerbare schakelingen voor eenvoudige tot ingewikkelde apparaten, die met elkaar een volwaardige geluidsinstallatie vormen.

ISBN 90 6082 113 0

bestelnummer 002 203

f 20,50/Bfr. 392

porto f 4,25

PRINTEN, VERSTERKERS VAN 1 TOT 90 WATT

bestelnummer 018 001 Radio	f 9,00
bestelnummer 018 002 Voorversterker radio	f 8,50
bestelnummer 018 003 Eindversterker 1 Watt	f 8,75
bestelnummer 018 004 Generator	f 9,25
bestelnummer 018 005 Regelversterker	f 10,50
bestelnummer 018 006 Eindversterker 10 en 70 W	f 21,25
bestelnummer 018 007 Voorversterker	f 11,25
bestelnummer 018 008 Voeding	f 13,50
porto/adm.kosten f 2,30 per bestelling	

Voor beginners en gevorderden

BOUWEN EN METEN

Elektronische schakelingen uit het hobbylab

R. A. Penfold

Dit boekje beschrijft een aantal praktische en interessante schakelingen die in en om huis kunnen worden gebruikt. Enkele van de schakelingen zijn: elektronische thermometer, ultrasonore zender en ontvanger, telefoonversterker en elektr. multimeter.

ISBN 90 6082 212 9

bestelnummer 004 404

f 18,50/Bfr. 353

porto f 2,30

BOUWEN EN LUISTEREN - BOUW ZELF JE ONTVANGER

I. Sinclair

Dit boek is bedoeld voor de beginnende elektronicus met belangstelling voor radio's en andere vormen van elektronica. Een duidelijke inleiding en uitvoerige beschrijvingen maken het de bouwer bijzonder makkelijk. Naast enkele ontvangers worden ook talrijke test- en meetinstrumenten voor zelfbouw besproken.

ISBN 90 6082 213 7

bestelnummer 004 405

f 22,50/Bfr. 430

porto f 2,30



ELEKTRONICA VOOR BEGINNERS

W. L. Kramers

In dit rijk geïllustreerde boek wordt de lezer bekend gemaakt met de boeiende elektronica-hobby. Daarna wordt deze kennis in praktijk gebracht. Stap voor stap worden de bouw en werking besproken van een uitstekende pick-up versterker, compleet met voeding, voorversterker en toonregeling.

ISBN 90 6082 150 5

bestelnummer 001 108

f 20,50/Bfr. 392

porto f 2,30

Voor meer informatie kunt u bellen:

Uitgeverij De Muiderkring b.v.

Postbus 10

1400 AA Bussum

tel. 02159-31851

voor België:
Maarten Kluwer's
Int. Uitgeversondern.

Antwerpen
tel. 03/2312900

deze uitgave is verkrijgbaar
bij radiozaken en boekhandel
(Indien niet verkrijgbaar,
belt u dan even De Muiderkring
of Maarten Kluwer)

uitgeverij de muiderkring bv

postbus 10 — 1400 — bussum (holland) tel. 02159-31851 gironr. 83214

Leren wat **elektronica** is en wat je ermee kunt doen...

De schriftelijke cursus **Elektronica (basis-kennis)*** is een gloed-nieuwe cursus. Bestemd voor mensen die nog niets van elektronica weten. Voor mensen van elke leeftijd en van ieder opleidingsniveau.

Elektronica leert in twaalf lessen (één per maand) wat elektronica is en wat men er mee kan doen. Vooral ook wat men er zelf mee kan doen. Daarom leert men naast theorie ook praktijk: **tijdens de cursus bouwt men een versterker, waarvan de onderdelen met de lessen worden mee-geleverd.**

Wie de elektronica wil leren begrijpen om de vakliteratuur te kunnen volgen krijgt in de cursus voldoende kennis aangedragen om toegang te krijgen tot boeken en tijdschriften, die hem nu nog 'boven de pet' gaan. Wie een boeiende vrijetijds-

besteding zoekt kan via de cursus **Elektronica** doordringen in een wereld met enorme mogelijkheden. Iedere les is voorzien van een vragenlijst, die moet worden beantwoord en ingezonden. Onze docenten willen namelijk wél weten of u de stof hebt begrepen. Overigens mag de cursist op zijn beurt schriftelijke vragen stellen aan de cursusleiding.

Elektronica is beslist geen moeilijke materie. Maar wél een ingewikkelde. De cursus 'Elektronica' wil mensen, die nog niets van elektronica begrijpen in twaalf overzichtelijke lessen 'wijs' maken. 'Elektronica' opent de poorten naar een fascinerende hobby.

Vraag **vandaag nog** documentatie aan!

BON voor méér informatie

Stuur mij (gratis) nadere documentatie over:

Elektronica (basis-kennis) *)

*) is in de plaats gekomen van de vroegere cursus Radiotechniek

Naam: _____

Adres: _____

Woonplaats: _____

In open enveloppe
zonder postzegel
sturen aan:
Uitgeverij
De Muiderkring bv
Antwoordnummer 224
1400 VB Bussum