

U
Dank u!

B

A

C

T

R

O

N

E

E

E

E

MAANDBLAD VOOR
AUDIO
BOUWONTWERPEN
COMPUTERS

f3.80 Bfr. 70

83|5

**Van transistor tot
chip**

Zaagtandgenerator

Capaciteitsmeter

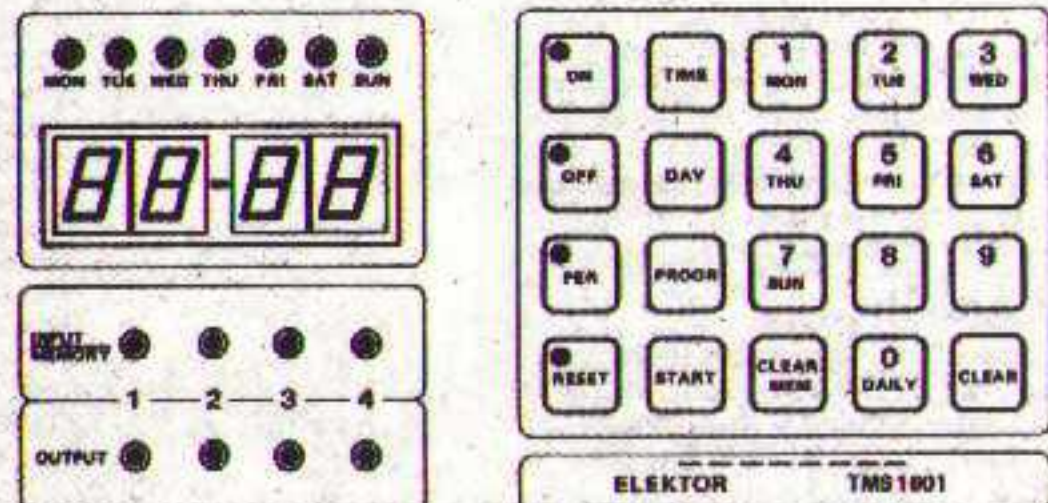
DE BOER



ELEKTUUR BOUWPAKKETTEN

83024 Visserijband-ontvanger

Een eenvoudig te bouwen, zeer goed werkende ontvanger voor frequenties van 1500 tot 4000 kHz, de visserijband. Echte spanning, avontuur en romantiek met deze ontvanger. Bouwpakket bevat voeding, twee 10 slagenpotmeters en alle benodigde componenten en kost.....f 169,00



83041 Schakelklok

Een zeer uitgebreide schakelklok met veel mogelijkheden. De klok geeft door middel van vier displays de tijd aan (tot 24.00), en heeft vier programmeerbare uitgangen. Elke uitgang kan naar keuze of een programma afwerken met 28 verschillende schakeltijden gedurende een week, of vier schakeltijden die dan elke dag herhaald worden. De diverse functies en de toestand van de uitgangen worden door middel van LED's aangeduid. Ook geven LED's aan welke dag van de week het is. Programmeren is zeer eenvoudig. Het pakket bevat alle weerstanden, condensatoren, halfgeleiders, IC-voeten (ook ww-voeten voor het op afstand kunnen monteren van de displays), de print, de frontplaat met speciale connector, een batterijhouder, zekering en zekeringhouder, netsnoer en trafo, montagedraad en soldeertin. Kost...f 289,00 Zonder frontplaat kost het pakket.....f 240,00 Ook leverbaar met 4 relais, 7 nicad's, schroeven, moeren, afstandsbusen en speciale 220-volt print en zekeringen met houders. De relais, zekeringen e.d. worden op deze print gemonteerd.....f 369,00

83052 Wattmeter

Hoeveel stroom gebruikt een gedimde lamp? Wat gebruikt de oven in de stand? Hoeveel levert de elektrische windmolen? Dat alles kunt u meten met deze watt-meter. De meter is later nog uit te breiden tot kilo-watt-uur-meter. Wordt geleverd zonder kast. Kost met meter.....f 105,20

83022-2 en 3 Prelude MC- en MD-voorversterker

Voorversterkers van zeer goede kwaliteit om echt alles uit de plaat te halen. Voor de prelude zijn er twee, een voor een Moving-coil element en een voor een MD-element. De Moving-Coil voorversterker kost.....f 49,95 De MD-voorversterker kost (83022-3).....f 68,75

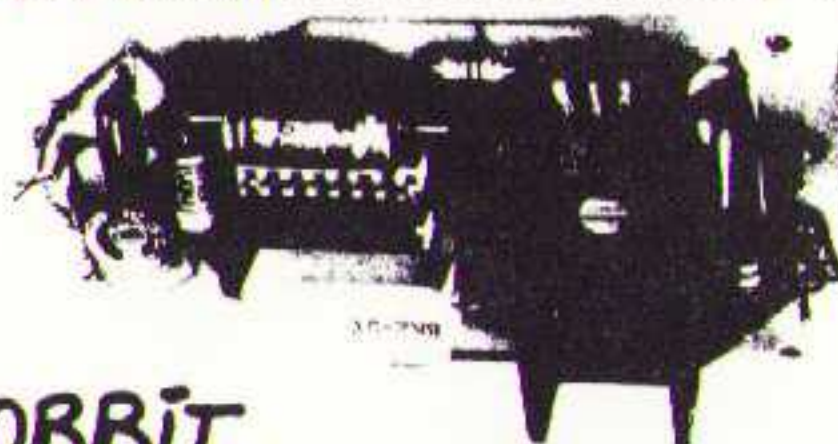
83022-4 Prelude Interlude

Een bouw pakket waarmee het mogelijk is om de Prelude voorversterker op afstand te bedienen. Het pakket bevat de regelenheid die in de versterker gebouwd dient te worden. Sturing is mogelijk met een viertal potmeters en een schakelaar, doch later ook met een Infra-Rood zender. Het pakket kost zonder potmeters.....f 77,40 Ook met schakelaar en potmeter.....f 88,70

ELEKTUUR BOUWPAKKETTEN

83022-5 Toonregeling voor Prelude

Een effectieve toonregeling voor de Prelude voorversterker met omschakelbare kantelpunten. Tevens werd voorzien in een by-pass schakelaar om ook eens langs de regeling te kunnen. Het pakket wordt geleverd met potmeters en schakelaars en kost dan.....f 67,35 Als u reeds een busprint heeft aangeschaft met alle schakelaars en potmeters, dan vervallen de schakelaars en potmeters bij dit pakket. De prijs wordt dan.....f 45,05



HOBBIT BOUWPAKKETTEN

HB 147 Audio-infra-rood zender-antenne

Een infra-rood antenne bestaat uit een serie infra rood LED's, die het signaal uitzenden. Print met LED's en speciale reflectoren, trafo en brugcel kost.....f 69,15

HB 801 Regelbare labvoeding 0-30V, 0-2A

Een regelbare voeding is ondenkbaar in het assortiment van de amateur-elektronika-liefhebber. Pakket bevat print, trafo, alle benodigde onderdelen, koelplaat, isolatiemateriaal en netsnoer. Het kost.....f 109,95

HB 149 2 x 12 Watt booster

Snel en eenvoudig deze booster voor een vermogen van 2 x 12 Watt. Ingangsimpedantie is meer dan 1M en kanaalscheiding groter dan 40dB. Pakket kost inclusief koelmateriaal.....f

HB 150 Intelligente temperatuurregeling

Een elektronische regelaar, waarmee de temperatuur van verwarmingselementen zeer precies geregeld kan worden. Bruikbaar tot 2kWatt! Print, alle componenten en koeling.....f

Coinmaster TR/S2: automatische grondinvloed-uitschakeling - ingebouwde luidspreker koptelefoonaansluiting - verstelbare steel - 15 cm. waterdichte zoekspoel - aut. LED batterij controle - eenvoudige bediening - metalen kast - geschikt voor non-ferro en ferro-materialen - diepte bereik van 10 tot 20 cm. voor een enkele munt tot 50 cm. voor grote metaaldelen. De prijs van deze zoeker.....f 501,00

BC 60: Eenvoudig te bedienen drukknapafstemming - ingebouwde luidspreker - veldsterktemeter - batterij controle - discriminatiecontrole (verwerpt afval metaal) - 15 cm zoekschotel, waterdicht - aansluiting voor hoofdtelefoon - dieptebereik tot 17 cm voor een enkele munt en 70 cm voor grote metalen voorwerpen - verstelbare steel - volumeregelaar.....f 690,00

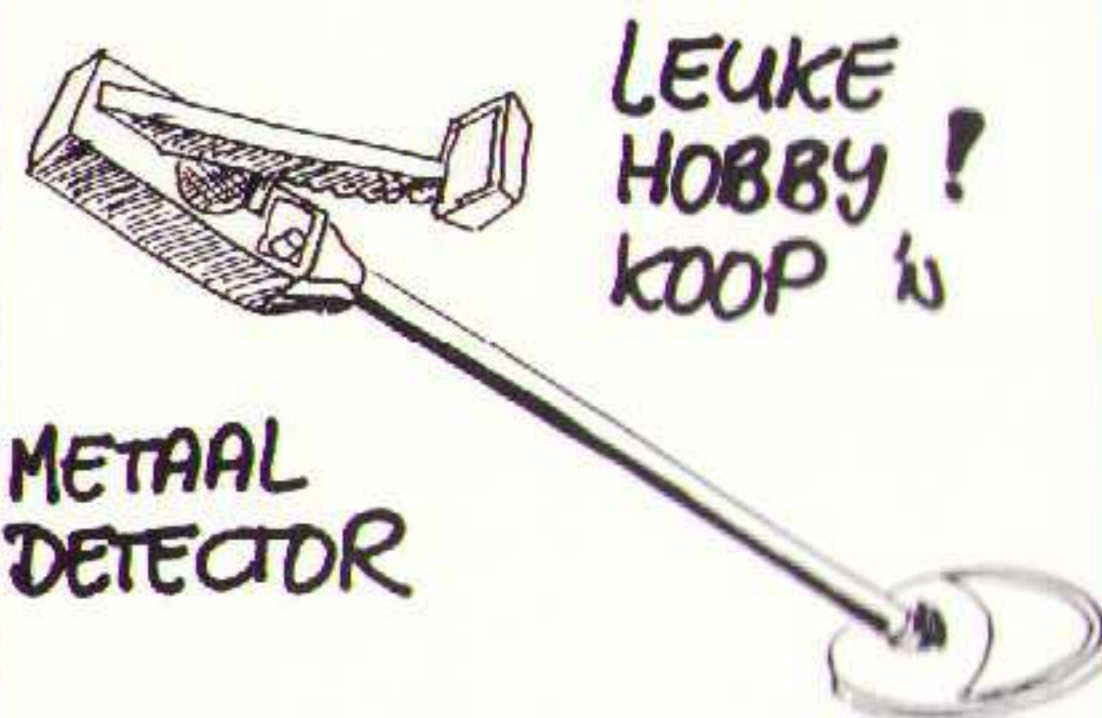
(Grotere modellen op aanvraag)

DRAADPENTECHNIEK

Nieuw in ons programma!

Om snel een proefschakeling op te zetten is er nu voortaan een zg. draadpen. Dit instrumentje, wat er uit ziet als een ballpoint, wordt aan de bovenzijde voorzien van een klosje draad. De draad wordt door het midden van de stift naar de punt geleid. Door nu met de pen eenvoudig om de draad van een onderdeel, IC-pen, connectorpen o.i.d. te draaien wordt de bedrading gelegd. Als dat gebeurd is, wordt de draad aan het onderdeel vast gesoldeerd, waarbij door de warmte ook automatisch de isolatie smelt. Als hulpmiddel voor het in rechte banen houden van de bedrading zijn kabelgootjes verkrijgbaar, die op elke gewenste lengte kunnen worden afgeknipt en op de print gelijmd. Tevens zijn 4 kleuren draad en een rol blank montagedraad verkrijgbaar. De prijzen:

Draadpen (voorzien van rol blank draad)...f 16,95
Setje met 4 rollen draad blauw.....f 11,95
Setje met 4 rollen draad rood.....f 11,95
Setje met 4 rollen draad groen.....f 11,95
Setje met 4 rollen draad koperkleurig.....f 11,95
Setje met 4 verschillende kleuren.....f 11,95
Printpenen 100 stuks.....f 4,85
Setje met 20 draadgootjes van 15 cm.....f 16,95



LEUKE
HOBBY!
KOOP 'N

METAAL DETECTOR

Wat, hoe, waar en waarom metaaldetectors?

Een elektronisch apparaat, waarmee het mogelijk is metalen of minerale objecten op te sporen die begraven zijn, of ondergronds, onderwater, in muren of holle ruimten. De detector brengt een magnetisch veld aan, wat voortdurend wordt gecontroleerd. Iedere verandering van dat veld door metalen of mineralen wordt meteen zichtbaar of hoorbaar gemaakt. Het is zelfs mogelijk om met detectors een onderscheid te maken tussen waardevolle en niet waardevolle materialen. (De detector geeft redelijk nauwkeurig aan of goud, zilver dan wel spijkers e.d. gedetecteerd worden)

Leverbaar zijn:

AF 101: Zoekschotel 15cm. - ingebouwde luidspreker - verstelbare steel - aansluiting voor hoofdtelefoon - volume regelaar - precisie zoekmogelijkheid.....f 270,00

BC-4: Zoekschotel 20 cm, waterdicht - ingebouwde luidspreker - veldsterktemeter - verstelbare steel - dieptebereik voor een enkele munt tot 30 cm, en voor een groot metaal voorwerp tot 1,10 meter. Niet gevoelig voor kleine ijzeren voorwerpen (kroonkurken, spijkers etc).....f 488,00

bestelinformatie

U kunt schriftelijk of telefonisch bestellen. De bestellingen worden verzorgd door onze afdeling postorders, welke is gevestigd in Eindhoven. Gelieve Uw bestelling dus te richten aan:

DE BOER ELEKTRONIKA B.V. Openingstijden Postorderafdeling:
AFDELING POSTORDERS Maandag 13.00 - 18.00
KLEINE BERG 39 - 41 Dinsdag 09.00 - 18.00
5611 JS EINDHOVEN Woensdag 09.00 - 18.00
(telefoon 040 - 448229) Donderdag 09.00 - 18.00
Vrijdag 09.00 - 18.00

Openingstijden De Boer Elektronikawinkels:

Onze winkels zijn op de gebruikelijke tijden open.

Maandag: Winkels in Helmond, Den Bosch en Dordrecht gesloten.

Koopavond: Winkel in Eindhoven geopend van 13.00 - 18.00 uur. In Dordrecht en Den Bosch op donderdag tot 21.00 uur. In Eindhoven en Helmond op vrijdag tot 21.00 uur.

Zaterdag: Alle winkels open tot 17.00 uur. Postorderafdeling gesloten.

technische vragen

Technische vragen kunt u stellen op woensdagmiddag van 16.00 tot 18.00 uur. Wij zorgen ervoor, dat er dan een technische man aan de telefoon is.

Alle in de advertentie genoemde prijzen zijn onder voorbehoud en kunnen gewijzigd worden. De prijzen zijn inclusief BTW.

hoe te betalen

- Vooruitbetalen: (extra kosten f 5,00)
 - Op girorekening 2155669. Vermeldt duidelijk wat u wilt bestellen op de strook "mededelingen"
 - Op bankrekening 15.00.48.394 van RaboBank te Eindhoven. Gaarne duidelijk schrijven wat u wilt hebben, want anders ontvangen wij Uw bestelling nogal verminkt blijkt in de praktijk.
 - U stuurt ons een groene betaalkaart, een girobetaalkaart (met het kaartnummer!!) of een eurocheque met een apart briefje erbij wat u wilt hebben. Zorg ervoor dat de cheque getekend is en van alle nummers voorzien.
 - U stuurt ons een giro-overschrijvingskaart. Wij zoeken Uw bestelling bij elkaar, vullen het juiste bedrag in en zenden Uw kaart door aan de PCGD. Na ontvangst van de overschrijving sturen wij U de bestelde goederen.
- Rembours: (extra kosten f 9,00)
 - U betaalt het bestelde aan de postbode
- Op rekening.
 - Niet mogelijk. Raadpleeg onze administratie voor een eventuele afspraak.

de boer elektronika

POSTORDERS EINDHOVEN 040-448229
KLEINE BERG 39-41, 5611 JS EINDHOVEN 040-448827
ZUID KONINGINNEWAL 58, 5701 NT HELMOND 04920-35289
VOORSTRAAT 431, 3311 CT DORDRECHT 078-148757
CITADELLAAN 39, 5212 VA 's HERTOGENBOSCH 073-137580

Elektronica ABC is een
maandelijkse 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,
J. v. Damme, 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 omslag toont de echte
hobbyist tijdens het solderen
aan één van de vele
schakelingen die hij maandelijks
nabouwt uit zijn lijfblad.

Inhoud

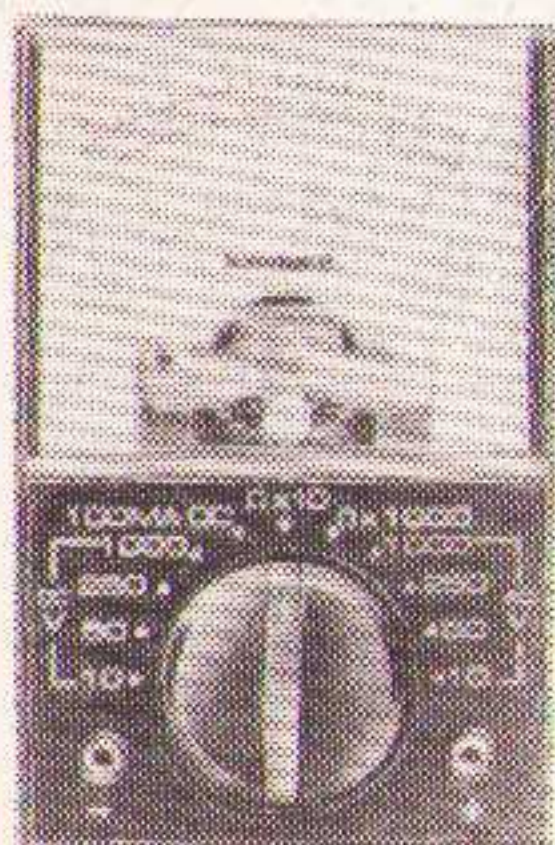
5e jaargang no. 53
mei 1983

Van transistor tot chip	3
Direct aanwijzende capaciteitsmeter	8
Deze maand in Radio Bulletin	16
Het digitale gebeuren	17
Techniek in vrije tijd 1983	20
Microcursus microprocessors	21
Scanners verboden?	27
Het zoethoudertje	29
Frequentie-delers	35
Verklarende woordenlijst	40
Pseudo-quadro-adapter	41
Gestabiliseerde voeding met Opamp	42
Een kleine audioversterker	43
Analoog-digitaal	45
Het AL in de elektronica	49
PLL, een moeilijk principe grafisch toegelicht	53
Mijn naam is chip	59
Bonden op topsnelheid	60
Zaagtandgenerator	61
Wel en wee der elektronica	62

Adverteerders

De Boer	II	ABC'tjes	59
Centrum	2	Elmatronics	60
Radio Nijhuis	44	Rietsema	60
Reinaert	52	Bekende adressen	64
Vogel's	52	Muiderkring	IV
Muiderkring	52		

MULTIMETERS



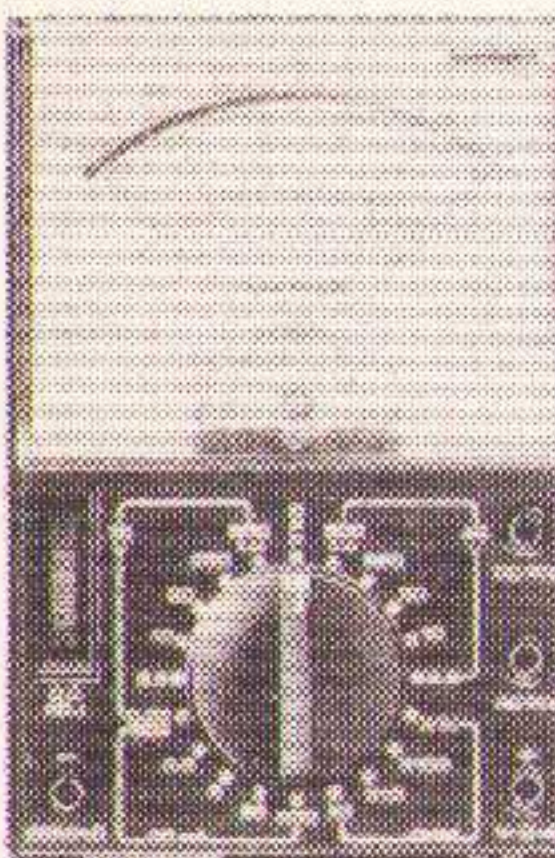
MK 101 25,-

Algemeen:

De MK 101 is een eenvoudige multimeter voor gebruik in en om het huis, in de auto, de caravan, modelbouw, speelgoed, batterijtester, enz. Voor iedere hobbyist een onmisbaar hulpmiddel. Het weerstandsbereik is erg makkelijk voor b.v. het controleren van leidingen, lampen en kortsluitingen.

Technische gegevens:

Gevoeligheid: 2K Ohm/volt gelijk- en wisselspanning.
Gelijkspanning: 10V, 50V, 250V, 1000V.
Wisselspanning: 10V, 50V, 250V, 1000V.
Gelijkstroom: 0 - 100mA
Weerstand: x 10 Ohm, x 1000 Ohm (0 - 1M Ohm).
Decibel: -10dB tot + 22dB.
Afmetingen: 60 x 80 x 30 mm. (B x L x H).
Voeding: 1 "AA" penlight batterij.



MK 102R 56,-

Algemeen:

De MK 102R is een goede middenklasse meter waarbij vooral een optimale verdeling van de meetbereiken ervoor zorgt dat het een veelzijdige praktische meter is, speciaal voor hobby-servicegebruik. De meter heeft een gevoeligheid van 20.000 Ohm/volt. In de meter is een beveiligingscircuit opgenomen om de meter tegen overbelasting te beschermen. Op het stroombereik is een glaszekering in serie opgenomen. Vooral het hoge stroombereik van 500 mA heeft veel voordelen tijdens gebruik. De MK 102R is standaard voorzien van een handgreep welke als tafelstandaard gebruikt kan worden.

Technische gegevens:

Gevoeligheid: 20.000 Ohm/volt gelijkspanning en 8000 Ohm/volt wisselspanning.
Gelijkspanning: 0,25V, 2,5V, 10V, 50V, 250V, 500V.
Wisselspanning: 2,5V, 5V, 10V, 50V, 250V, 500V.
Gelijkstroom: 50uA, 0,5mA, 5mA, 50mA, 0,5A.
Decibels: -20dB tot + 10dB.
Weerstand: x 10Ohm, x 100Ohm, x 1000Ohm, x 10000Ohm (0 - 10M Ohm).

MK 102BZ 59,-

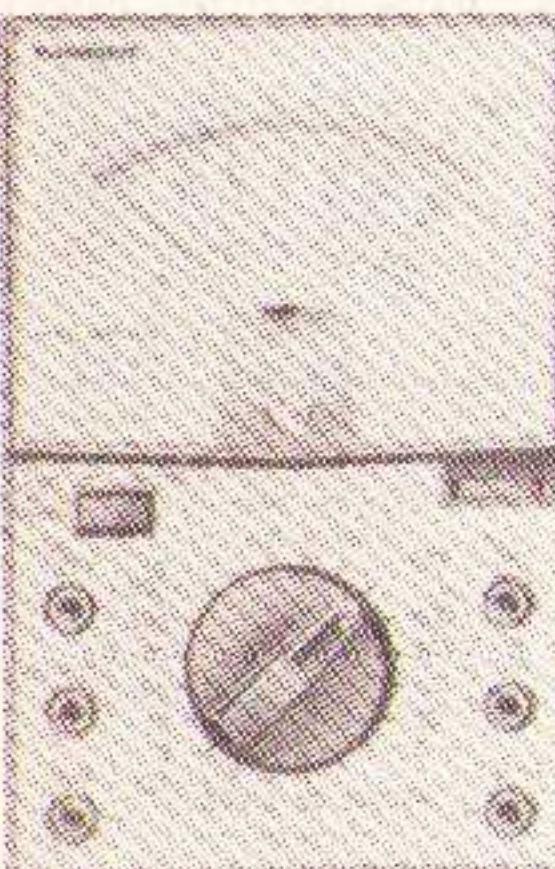
Algemeen:

Deze meter komt in grote lijnen overeen met de MK 102R. Zo is de behuizing en het meetinstrument hetzelfde. De MK102BZ heeft echter enkele extra mogelijkheden:

1. Testzoemer: bij het testen van passieve circuits, zoals draadverbindingen, geeft de meter bij een doorverbinding een duidelijke zoemtoon.
2. 10 Ampère gelijkstroombereik.
3. Een ingebouwde batterij-tester voor 1,5 volts en 9 volts batterijen.

Technische gegevens:

Als MK 102R, echter: Gelijkspanning: 2,5V, 10V, 50V, 250V, 1000V. Wisselspanning: 10V, 50V, 250V, 1000V. Weerstand: x 1 Ohm, x 10 Ohm, x 1000 Ohm (0 - 10M Ohm).
Gelijkstroom: 5mA, 50mA, 500mA, 10A. Batterij-tester: 1,5V - 9V.



MK 105 99,-

Algemeen:

De MK 105 is een uiterst degelijk gekonstrueerde meter met een hoge gevoeligheid (50.000 Ohm/volt). Hierdoor is deze meter vooral geschikt voor professioneel elektronica en servicegebruik. De meter is beschermd tegen overbelasting. Voorts is een z.g. polariteits-schakelaar voor handen. Hiermee kan ingeval de meter negatief uitslaat, de polariteit omgedraaid worden, zonder dat de meetpenen behoeven te worden verwisseld. Duidelijk afleesbare meterschaal d.m.v. kleurovereenkomsten tussen schakelaarbereik en meterschaal. Uiteraard is de meter voorzien van een "off" transportstand en uitgevoerd met 4 mm. ingangsbussen.

Technische gegevens:

Gevoeligheid: 50.000 Ohm/volt gelijkspanning.
10.000 Ohm/volt wisselspanning.
Gelijkspanning: 0,3 V, 3V, 12V, 60V, 120V, 300V, 600V, 1200V.
Wisselspanning: 6V, 30V, 120V, 300V, 600V, 1200V.
Audio uitgangsspanning: 6V, 30V, 120V, 100V, 600V, 1200V.
Audio uitgangsspanning: 6V, 30V, 120V, 300V, 600V.
Weerstand: x 1 Ohm, x 100 Ohm, x 1000 Ohm, x 10K Ohm (0 - 100M Ohm).
Gelijkstroom: 30uA, 6mA, 300mA, 12A.

SOLDEERBOUTEN

S.R.B.	15 Watt	29.50
J.B.C.	15 Watt	32.50
Ersa	16 Watt Tip 260	39.50
Ersa	30 Watt	32.90
Ersa	40 Watt	32.90
Soldeerboutstandaard		21.90
Weller	W.T.C.P.	184.00
Weiler	T.C.P.	78.00
Weller	W60C	87.50

ACORN ATOM

Gebouwd 8 + 2K

NU 850.00

BOORMACHINE

0400 KLEINE BASISMACHINE, 9 tot 12 VOLT 39,50

De basismachine voor 9 tot 12 Volt.

Lichte handzame boormachine voor allround boor- en slijpwerk.
Kompleet met 4 spantangen voor boordiameters van 0,2 tot 3,2 mm.

0800 GROTE BASISMACHINE, 10 tot 24 VOLT 98,-

De grote broer van de 0400 voor alle werkzaamheden waar meer kracht voor nodig is, zoals slijpen, frezen, zagen enz.

Door de kogellagers op de motoras ideaal voor precisie werkjes.
Standaard voorzien van de snelspan boorkop. Hiermee kunnen alle boordiameters van 0,4 tot 3,5 mm snel ingeklemd en/of verwisseld worden.

0403 GEREEDSCHAPSKOFFER met 0400 79,-

Gereedschapskoffer met de 0400 boormachine en 10 hulpstukken. Een ideale startset voor de hobbyist en knutselaar.

0803 GEREEDSCHAPSKOFFER met 0800 139,-

Gereedschapset met de 0800 boormachine inclusief 10 hulpstukken. In kunststof koffer op overzichtelijke wijze opgeborgen. Dus altijd direct gebruiksklaar.

0510 BOORSTATIEF 59,-

Deze boorstandaard kan toegepast worden in combinatie met de 0400 en de 0800 boormachines. Een handige hulp bij het boren. Wordt geleverd met 2 tafelklemmen voor montage op de werktafel. De boorstandaard is een onmisbaar hulpmiddel bij gebruik van de flexibele boorslang.

Uitgevoerd met een trappeloze hoogte- en boordiepte instelling.

0520 FLEXIBELE BOORSLANG 59,-

Uitmate geschikt voor moeilijk bereikbare plekken en eenvoudig te manoeuvreren is de Hobbydrill flexibele boorslang.

Sterke uitvoering door spiraalveer-mantel met kunststof omhulling. Wordt compleet geleverd inclusief 4 spantangen.
Totale lengte ca. 700 mm.

VACUUM BANKSCHROEFJE

Dit praktische bankschroefje helpt u een handje bij het monteren van prints, pluggen en 1001 andere dingen.

8,50

CONVERTER

70 cm naar 2 meter converter bouw pakket in high wire.
kristallrein 288Mhz
met uitgang voor zendermixer
complete set met kast

75,00

bijbehorende zendermixer
1 Watt in op 2 meter
output 750 mw op 70 cm
compleet met kast

59,00

LEVERINGSVOORWAARDEN:

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

Van transistor tot chip (1): Fabricage van IC's in vogelvlucht

Vanaf ongeveer 1950 hebben transistors het werk overgenomen van de grote elektronenbuizen voor het versterken en sturen van elektrische stroom. Transistoren die hun werking ontleen aan de fysieke eigenschappen van elementen als germanium en silicium, zogenaamde halfgeleiders. Het sperlaageffect van deze stoffen is uit wetenschappelijke experimenten al in 1874 door F. Braun aangetoond. Na de Tweede Wereldoorlog heeft deze halfgeleider eigenschap zijn praktische toepassing gevonden in de elektronica. Eerst via de puntcontact-transistor van J. Bardeen en W. Brattain, later via de lagetransistor van W. Shockley.

Vanaf 1948 zijn de eerste stappen gezet in de wereld van de micro-elektronica. Ongeveer 15 jaar later was het voor het eerst mogelijk enkele transistors samen op een minimum halfgeleiderkristal te schakelen. Deze geïntegreerde schakelingen ondergingen al spoedig een verregaand verkleiningsproces tot het formaat van de huidige Integrated Circuit (IC) of chip.

In twee afleveringen wordt de fabricagemethode van de moderne Integrated Circuit uit de doeken gedaan. Het eerste verhaal is min of meer een fotoreportage hoe IC's in het algemeen worden gemaakt. In de volgende editie worden de verschillende lithografische technieken behandeld. Het derde artikel gaat in op de betekenis van de geïntegreerde circuits in de (consumenten) elektronica.

Gedurende de laatste drie decennia is het basiselement van de elektronica enkele malen veranderd. Na de uitvinding van de **transistor** in 1948, werd in snel tempo de **radiobuis** als basiselement verdrongen.

De transistor betekende vooral een enorme verkleining van het benodigde volume en een drastische verlaging van het energieverbruik. Omdat transistoren lagere en minder verschillende spanningen nodig hebben dan buizen, werd de voeding van een transistorapparaat aanmerkelijk eenvoudiger. Buizen hebben alleen nog daar stand gehouden waar fysische begren-

zingen het moeilijk maken om de functie met een transistor te verrichten; bij voorbeeld wanneer er zeer hoge vermogens nodig zijn.

Transistoren

Van buiten ziet de transistor er uit als een klein metalen huisje waar een drietal aansluitdraden uitsteken. Het eigenlijk elektrische element wordt gevormd door drie aan elkaar gegroeide lagen van onderling slechts weinig verschillend halfgeleidend materiaal (zgn. lagentechniek).

De contactdraden zijn bevestigd aan deze drie lagen. Door de spanning tus-

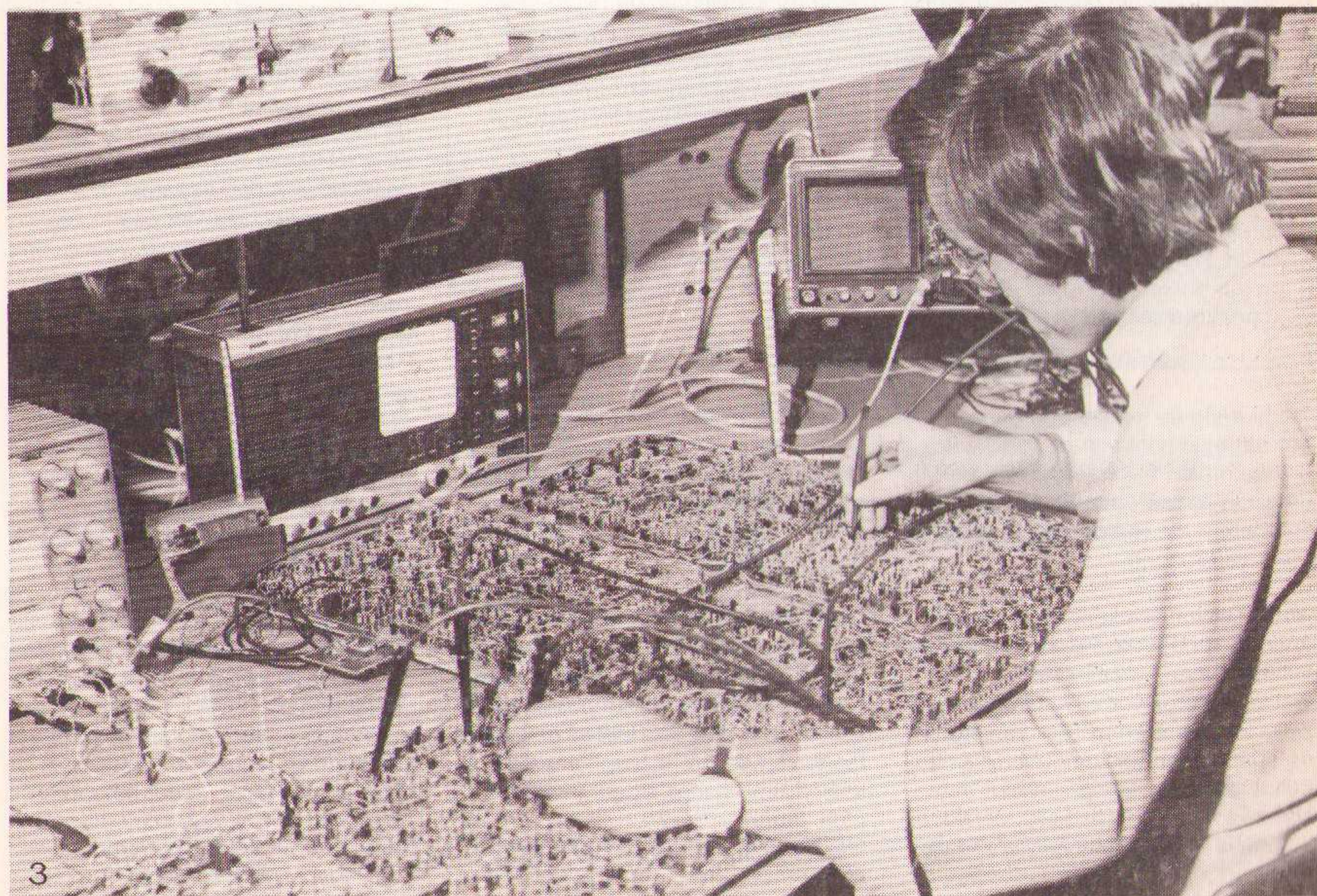
sen de middelste en een buitenste laag te variëren kan men de stroom door de drie lagen beïnvloeden.

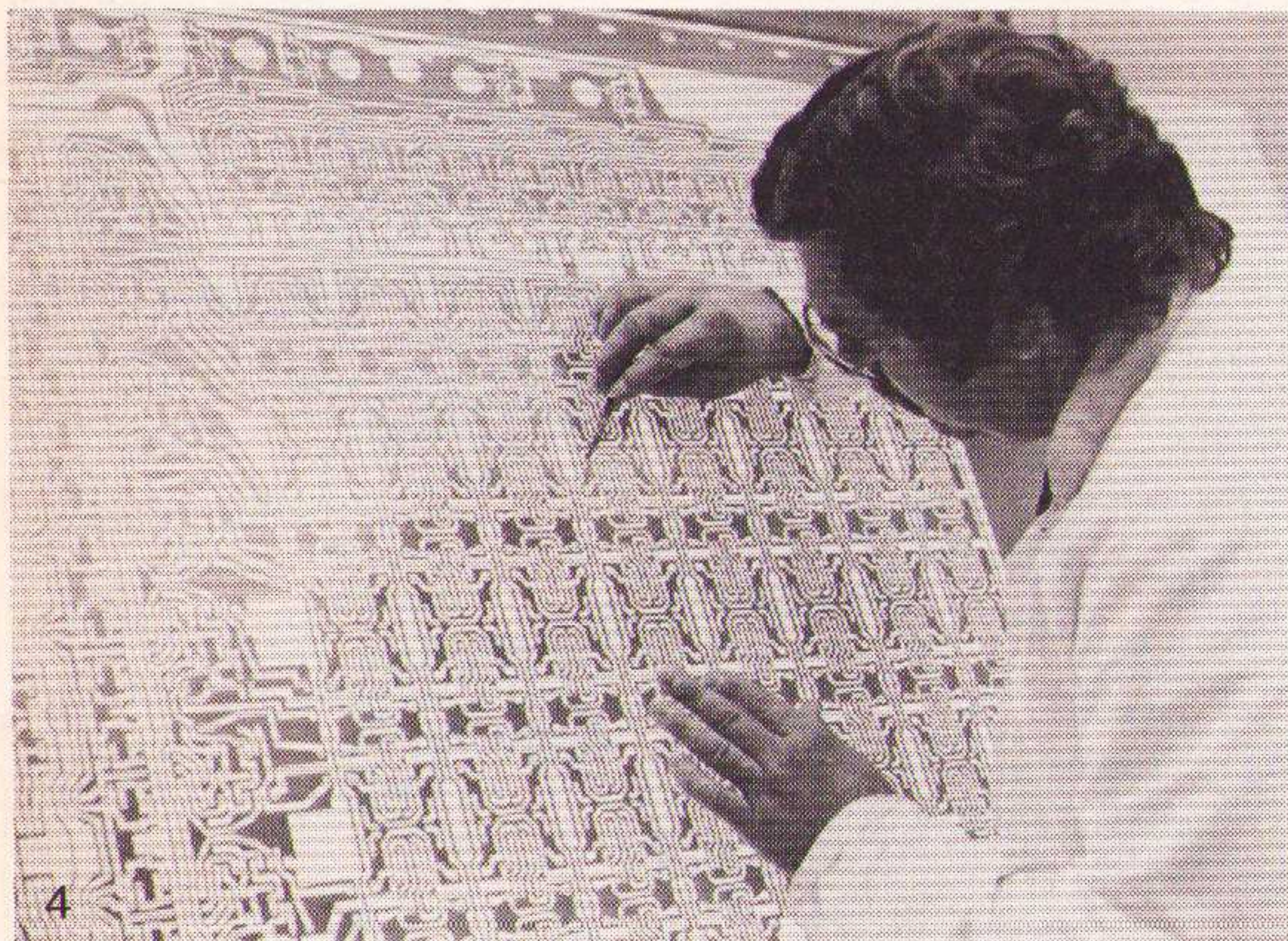
IC's

Geïntegreerde schakelingen of IC's (van Integrated Circuits) zijn eigenlijk een veel minder revolutionaire sprong dan de overgang van buizen naar transistoren. Geïntegreerde schakelingen zijn tot stand gekomen als de resultaat van onderzoeken naar betere verbindingsmethoden. Aangezien de verbindingen tussen de componenten in de regel minder betrouwbaar zijn dan de onderdelen zelf, wordt de betrouwbaarheid van een apparaat in hoge mate bepaald door het aantal verbindingen. Zo zocht men o.a. voor ruimtevaarttoepassingen naar meer geavanceerde technieken waarbij deze verbindingen worden vermeden.

Resultaat van deze studies was een voorstel om het actieve onderdeel - de transistor - met de nodige passieve componenten samen te bouwen in een halfgeleiderkristal. De patenten die deze techniek beschrijven worden dan ook genoemd **verbindings- en isolatietechnieken**.

Aan de uitvinding van het IC was de realisatie van de transistor in een vlakke plaat (zgn. planaire techniek) reeds vooraf gegaan. Hierbij worden de drie lagen van de transistor in de vorm van een serie concentrische schalen in de plaat aangebracht, zodat het mogelijk is om met de drie lagen op eenvoudige wijze contact te maken. Men kan de transistoren onderling verbinden door





metaalsporen op de vlakke plaat aan te brengen.

De verschillende soorten halfgeleidend materiaal worden gemaakt van hetzelfde uitgangsmateriaal en wel door geringe hoeveelheden anderssoortige atomen in het materiaal te brengen. Dit inbrengen gebeurt tegenwoordig meestal door die atomen in de vlakke plaat te schieten.

Door middel van maskers worden de plaatsen die niet gedoteerd behoeven te worden, tegen het inschieten beschermd. De schietsnelheid bepaalt de indringdiepte, terwijl nauwkeurig gedoteerd kan worden door de deeltjestroom te controleren. De schalenconstructie kan bijvoorbeeld gerealiseerd worden door achtereenvolgens een aantal malen het materiaal te beschieten. Bij iedere volgende stap wordt met minder diep doordringende deeltjes door een kleiner gaatje geschoten.

De genoemde vlakke plaat is tegenwoordig een dunne plak van 10 cm diameter. Hierop kunnen vele identieke schakelingen worden aangebracht; schakelingen die per stuk, afhankelijk van de complexiteit van de schakeling, een oppervlakte van enkele mm² tot enkele tientallen mm² beslaan. Het totale productieproces omvat de volgende stappen (zie bijgaand schema):

1. Ontwerpen van de elektrische schakeling;
2. De schakeling wordt getekend in geïntegreerde vorm maar dan sterk vergroot;
3. Productie van de maskers;
4. Voorbewerking siliciumplakken (reinen, oxyderen);
5. De plakken ondergaan vele chemische behandelingen (diffusie, ionenimplantatie, metallisatie), waarbij zowel met als zonder maskers wordt gewerkt;
6. De schakelingen worden voorlopig getest; niet functionerende schakelingen worden gemerkt;
7. De plak wordt met een glassnijder bewerkt en gebroken in individuele schakelingen (de chips);
8. Iedere schakeling wordt in een huisje gemonteerd en getest.

Chips

Inmiddels zal het duidelijk zijn dat iedere geïntegreerde schakeling een chip genoemd mag worden, onafhankelijk van de functie van de schakeling. De eerste chip werd in 1960 geproduceerd.

De IC-industrie slaagde er geleidelijk in om steeds complexere schakelingen op deze wijze te realiseren. In 1964 waren dit nog slechts schakelingen die bestonden uit zo'n 10 tot 20 componenten. In 1970 slaagde men er in om schakelingen van duizend componenten te realiseren. Dank zij verbeterin-

1. Als basismateriaal van Integrated Circuits dienen polykristallijn siliciumbrokken. Uit deze brokken wordt een monokristallijne siliciumstaaf getrokken van 35 cm lang, 100 mm doorsnede en een gewicht van 7 kilogram.

2. Uit zo'n staaf worden ruim 400 plakken gezaagd met een dikte van ongeveer 0,5 mm. Door middel van polijsten en leppen worden zaagverstoreningen verwijderd en krijgt men planparallelle vlakken. Daarna worden de siliciumplakken in een polijstmachine bewerkt.

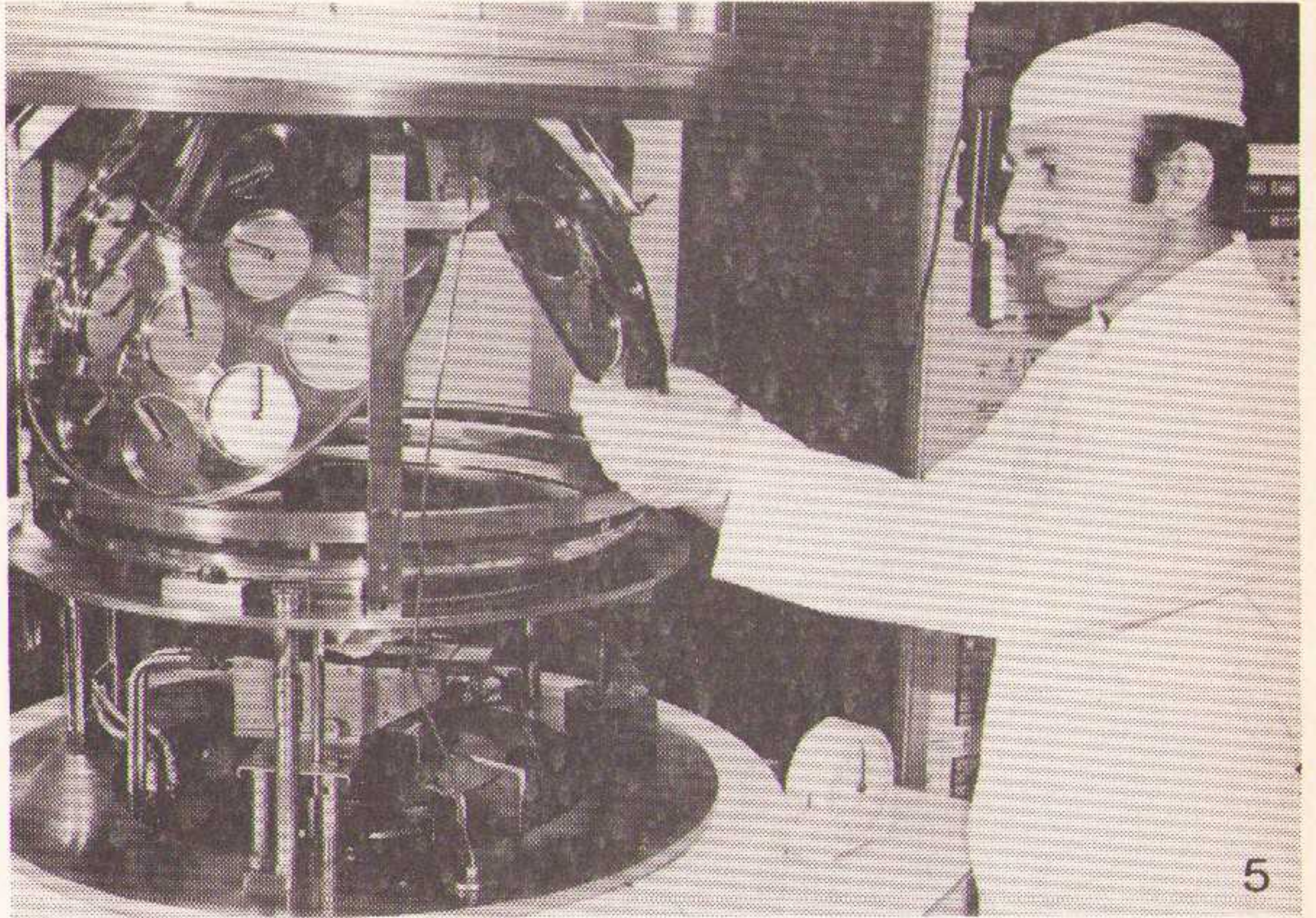
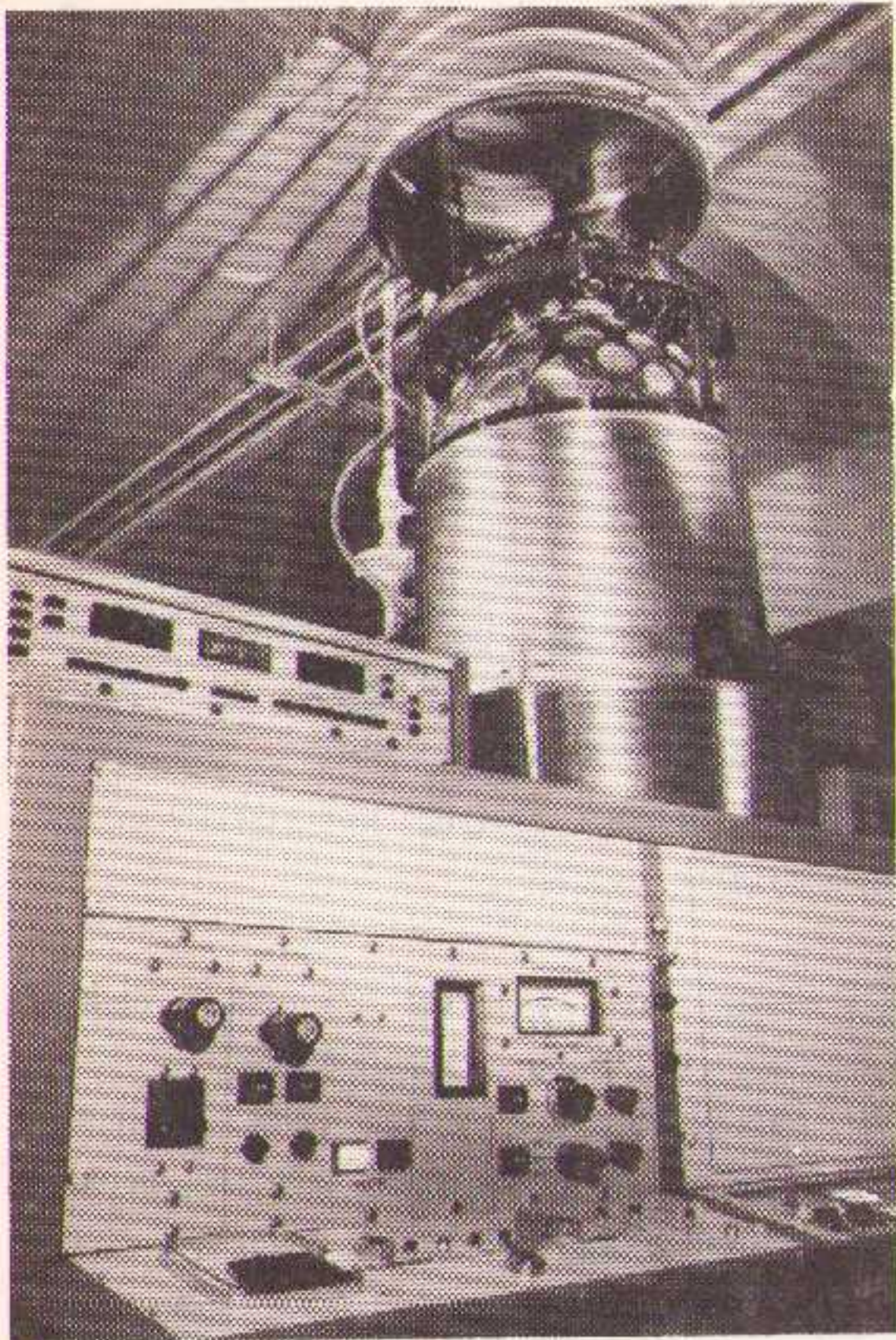
3. Terwijl de siliciumplakken geschikt worden gemaakt voor diffusie (d.m.v. een fotolithografisch proces wordt de IC opgebouwd), maakt een ontwerper de geïntegreerde schakeling. Dat gebeurt achter een soort 'broodplank', vol met losse onderdelen als transistoren, dioden, weerstanden en condensatoren. Deze worden met draadjes onderling doorverbonden.

4. De door de computer gegenereerde lay-out wordt machinaal getekend. Daarna wordt een masker gemaakt, nodig voor de IC fabricage. Op de foto is het masker een vergroting van 250 keer het origineel.

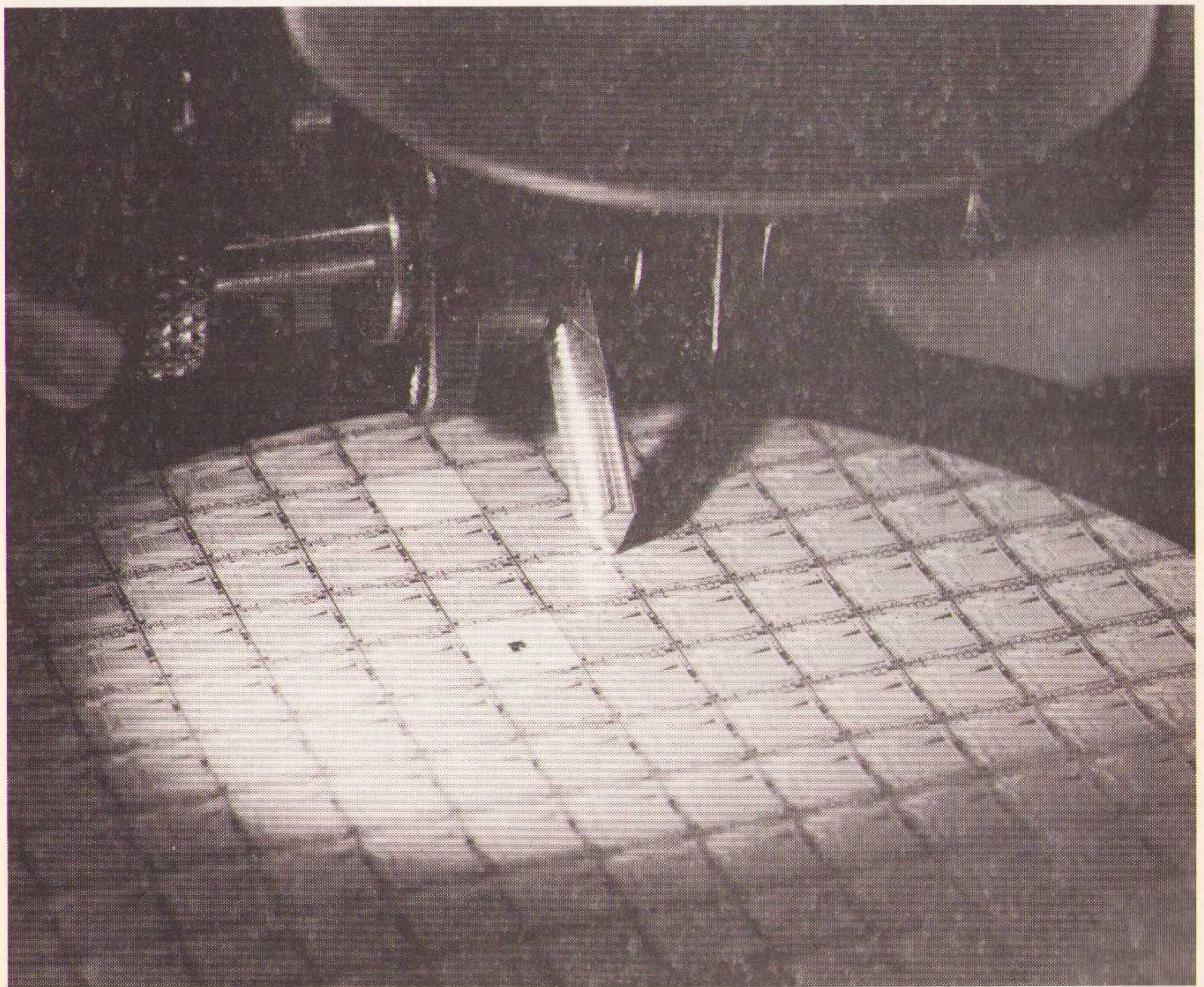
gen in de produktietechnieken en in de ontwerpstechniek, alsmede door de geweldige groei van het totale volume van geproduceerde componenten, heeft deze ontwikkeling zich doorgezet. Nu zijn er al chips waarin meer dan honderdduizend componenten zijn aangebracht.

Men heeft benamingen gegeven aan categorieën schakelingen van bepaalde complexiteit:

Small Scale Integration (SSI): minder dan 100 componenten/IC
Medium Scale Integration (MSI): 100-1000 componenten/IC
Large Scale Integration (LSI): 1000-100.000 componenten/IC
Very Large Scale Integration (VLSI): 100.000-1.000.000 componenten/IC.



5



6

Verklaring van enkele technische begrippen

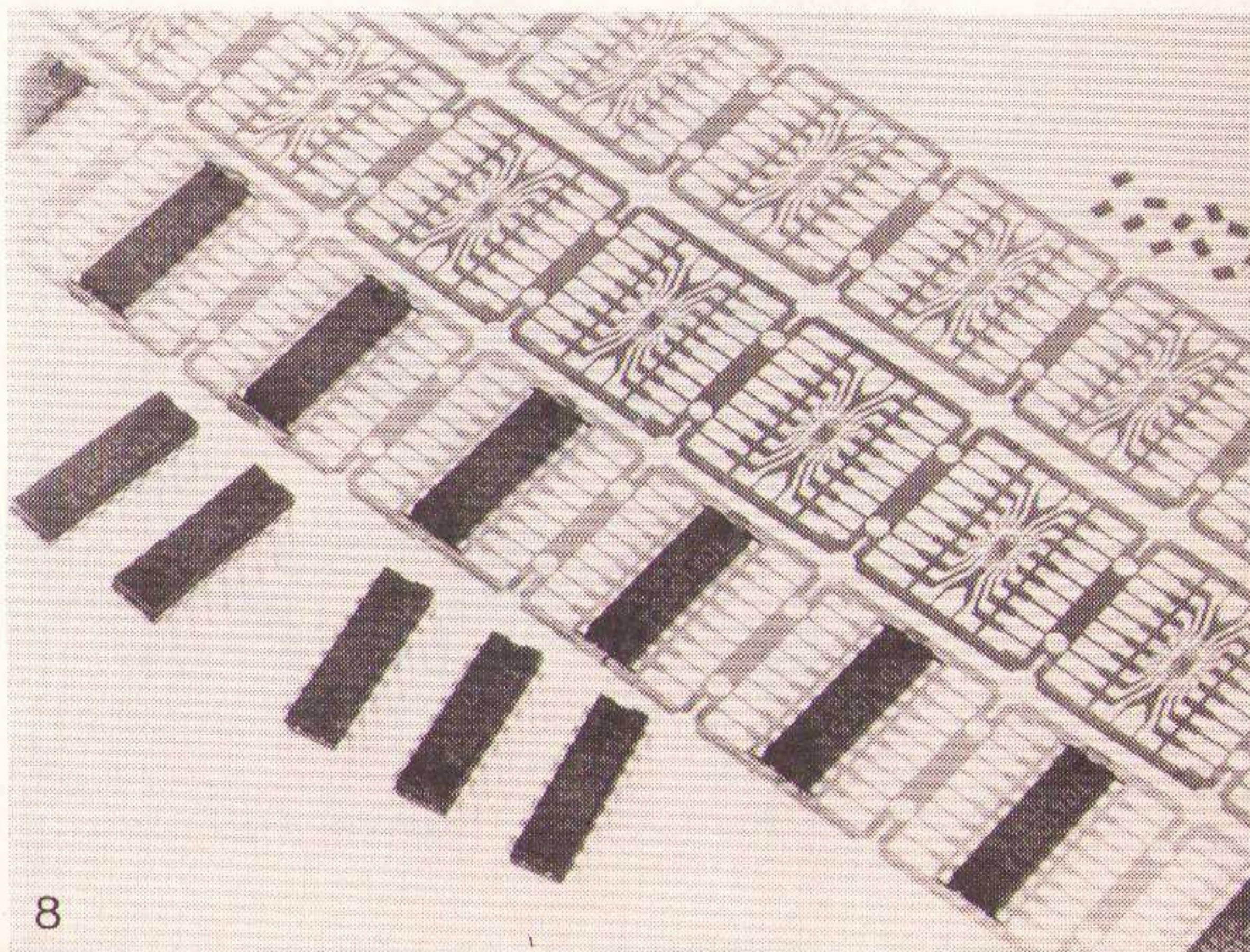
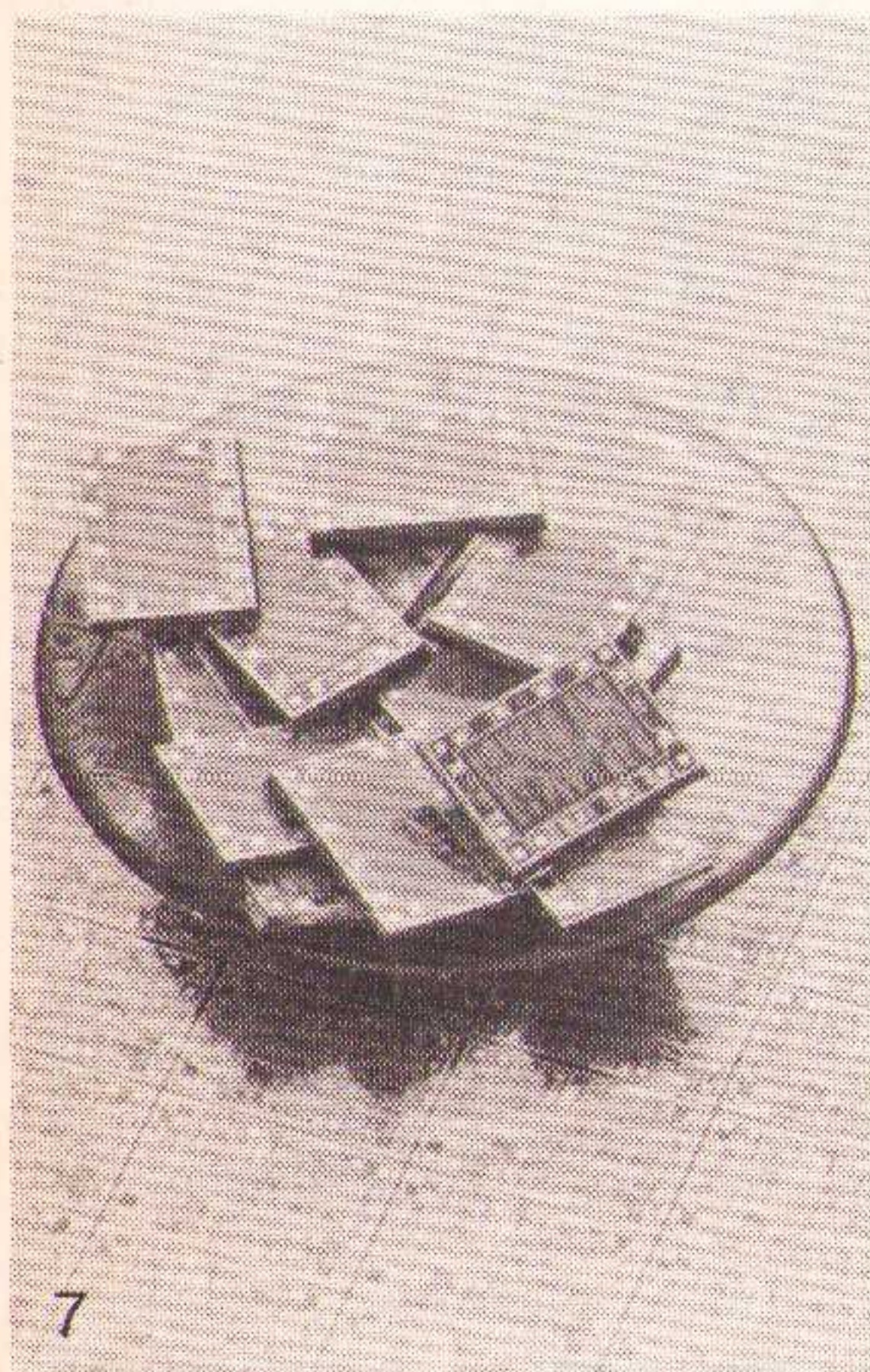
Transistor :	halfgeleiderschakeling, die als versterker van elektrische signalen en als elektrisch schakelement dienst doet.
Germanium :	chemisch element (atoomnummer 32), dat in de diamantstructuur kristalliseert. Dit element is van belang door zijn eigenschap als halfgeleider.
Silicium :	chemisch element (atoomnummer 12), eveneens een halfgeleider, die ongeveer 28% van de aardkorst uitmaakt.
Halfgeleider :	een element dat qua elektrische geleidingseigenschappen tussen isolator (niet-geleider) en een volkomen geleider inzit. Wordt toegepast voor o.a. gelijkrichtdioden en transistoren.
Geïntegreerde : schakeling	schakeling, waarbij een aantal (soms meer dan 100.000) schakelementen, zoals transistoren, dioden, weerstanden, condensatoren, geleidende verbindingen, op een silicium-kristal met een oppervlakte van 0,5 tot 25 mm ² gerealiseerd zijn.
Monokristal : (-lijn)	kristal zonder verontreiniging met niet verstoorde kristalstructuur.
Diffusieproces :	proces waarbij door middel van een herhaald fotolithografisch procédé de geïntegreerde schakeling wordt opgebouwd.
Dotatie :	verontreiniging ten behoeve van de opbouw van het siliciumkristal.

5. Het doteren van een siliciumplak is in feite niets anders dan het siliciumkristal op bepaalde plaatsen met anderssoortige atomen beschieten.

6. De losse chips worden met een scherpe diamant van elkaar los gesneden.

8. De kleine plaatjes rechtsboven zijn chips gesoldeerd op een 'leadframe'. Op deze chips zijn geïntegreerde schakelingen aangebracht die op het frame daaronder worden bevestigd. Ook zijn de 'bonden' (de contacten van de chip verbinden met de pennen om contact buiten mogelijk te maken) reeds aangebracht. Nadat de chip is omhuld ziet er uit als een blokje op pootjes (IC's linksonder).

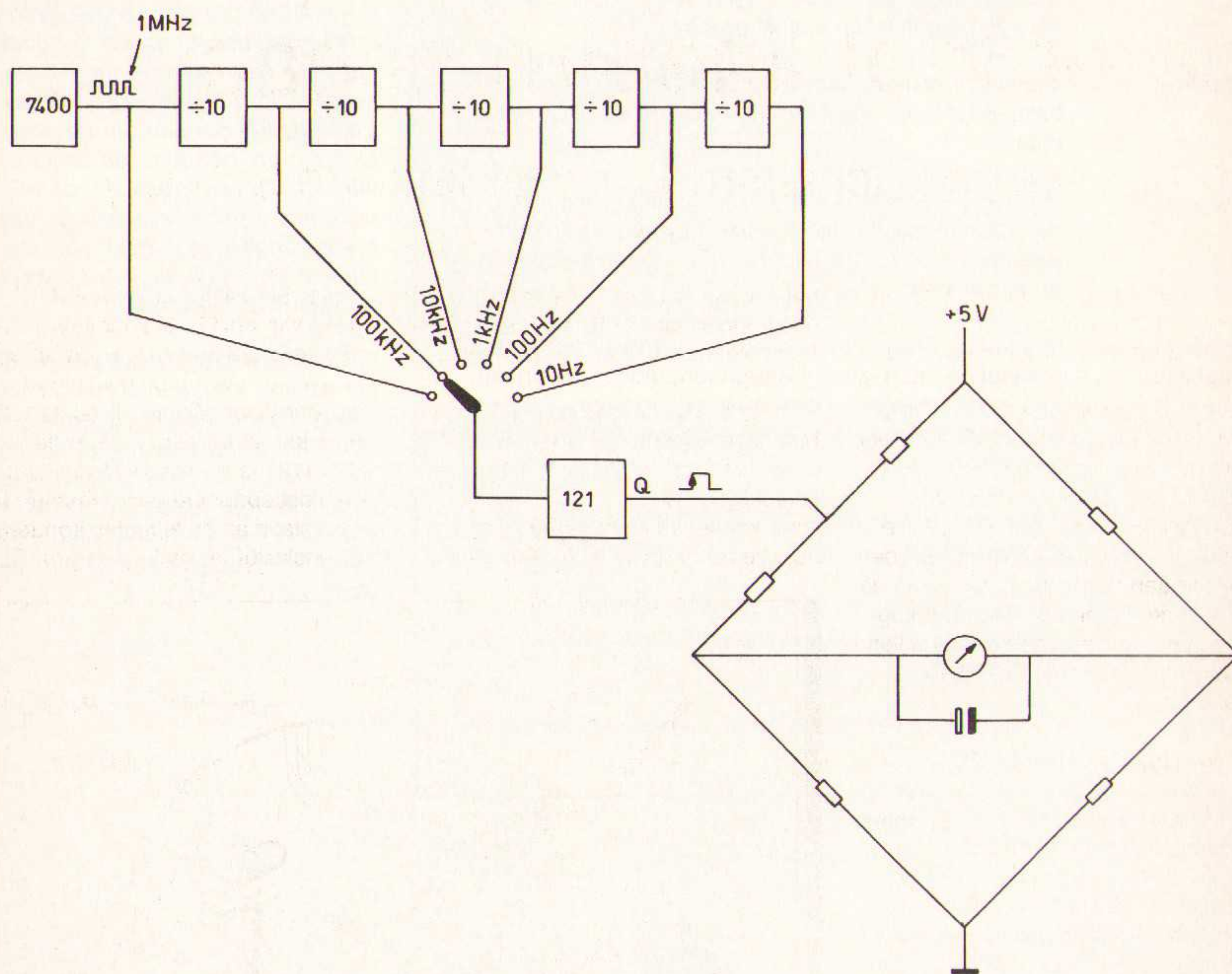
7. Chips zijn flinterdunne plakjes silicium waarop een geïntegreerde schakeling is aangebracht. In tegenstelling tot de knisperende aardappelschijfjes zijn deze elektronica chips zeer klein. In dit schaalte (een contactlens met een diameter van 9 millimeter) zitten een tiental chips ter grootte van enkele vierkante millimeters.



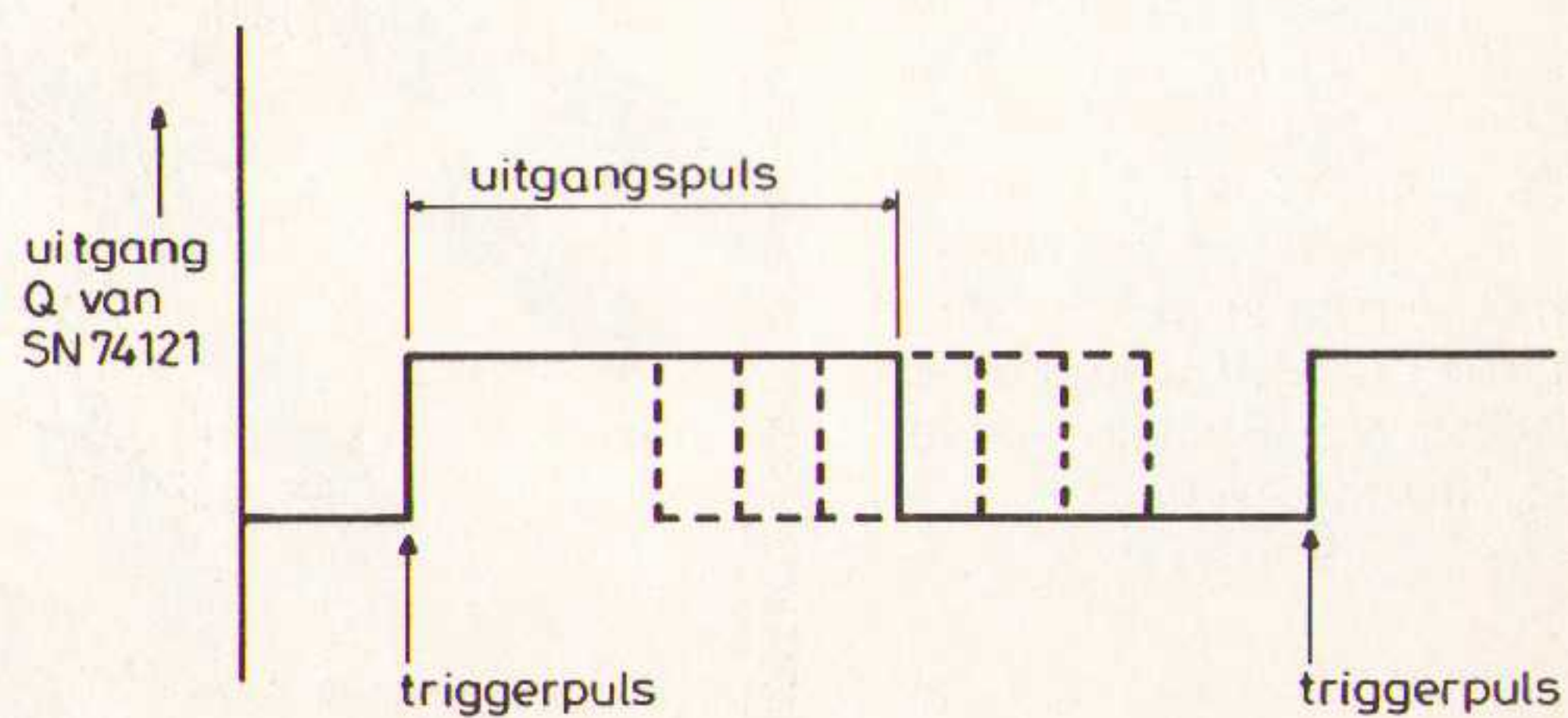
figuur 1. Blokschema van de capaciteitsmeter.

figuur 2. Afhankelijk van de tijdbepalende elementen is de uitgangspuls langer of korter.

figuur 3. Het principe van een draaispoelmeter meetsysteem.



1



2

N. v. Bekkem

Direct aanwijzende capaciteitsmeter met lineaire schaal

(of: nieuwe capaciteitsmeter met lineaire schaal)

In Electronica ABC nr. 4 1980 beschreven we een capaciteitsmeter die door velen met succes werd nagebouwd. Het daar beschreven apparaat maakte ondermeer gebruik van het IC type SN74124, na publicatie bleek dat voor sommigen problemen op te leveren. Omdat er nog bijna wekelijks belangstelling voor dit ontwerp blijkt te bestaan hebben we gemeend om een en ander aan te passen. Ook de in de loop van de tijd binnengekomen suggesties ten aanzien van de verschillende uitvoeringen worden eveneens besproken.

De nieuwe schakeling

In fig. 5 is de schakeling van de nieuwe capaciteitsmeter getekend. Het signaalopwekkend gedeelte en de monostabiele multivibrator (SN74121) zijn nagenoeg niet gewijzigd. U treft echter wel een extra deeltrap (SN7490) aan die het bereik van de capaciteitsmeter één decade uitbreidt. De grotere condensatoren tot 10 μF kunnen nu ook met onze meter worden gemeten. De brugschakeling waar de meter in is opgenomen ziet er wel ingewikkeld uit, laat u zich echter niet afschrikken, het valt allemaal enorm mee; de gehele meter is met normaal in de radiohandel verkrijgbare onderdelen te bouwen. En om de werking vast uit de doeken te doen bespreken we hierna het blokschema.

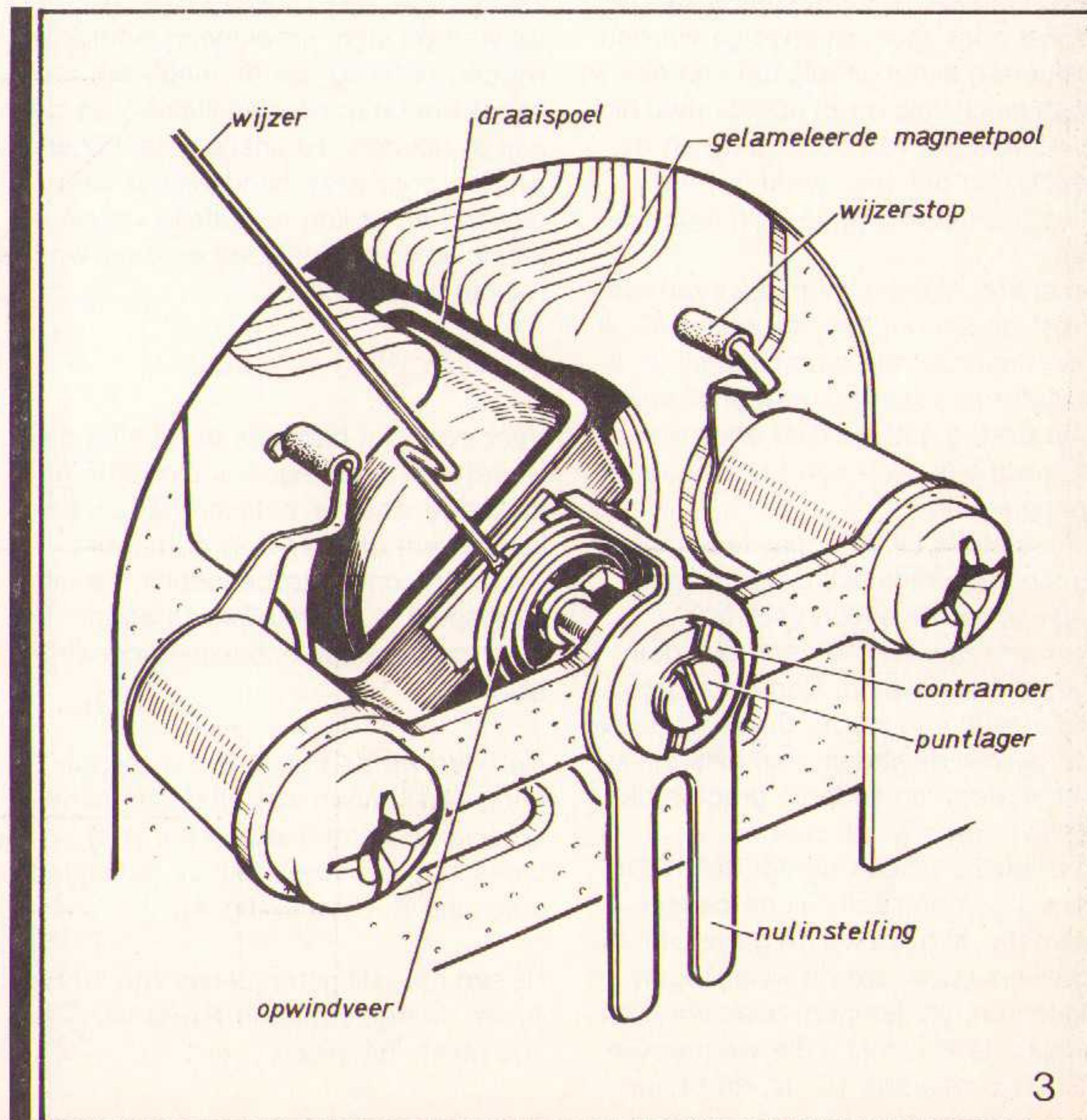
Principe

Een als blokgenerator geschakelde SN7400 NEN poort(en) levert een fre-

quentie van ca. 1 MHz aan een reeks deeltrappen die de blok golf frequentie telkens door 10 delen. Zo staat op punt 2 van de schakelaar: 100 kHz, op 3: 10 kHz, 4: 1 kHz, 5: 100 Hz en 6: 10 Hz. Met deze schakelaar wordt het meetbereik van de capaciteitsmeter ingesteld (fig. 1).

Naar keuze wordt één bepaalde frequentie aan de monostabiele multivibrator

SN 74121 toegevoerd. Die ingang van de 121 is uitgevoerd als een positieve Schmitt-trigger en op de positieve flank wordt de multivibrator (ook wel one shot genoemd) gestart. De pulstijd aan de uitgang van de SN74121 is nu alleen afhankelijk van de tijdsbepalende componenten (een weerstand en de te meten condensator C_x , inclusief de meetsnoeren). De for-



figuur 4. Gemiddelde waarde van een blokgolf.

figuur 5. Het schema van de capaciteitsmeter zonder voeding.

mule die voor de SN74121 geldt:
 $t_{uit} = C \cdot R \cdot \log 2 = C_x \cdot R \cdot 0,639$. De weerstand R is daarbij constant (in één meetbereik) en de factor 0,639 eveneens. Hieruit volgt dat de pulsduur t_{uit} rechts evenredig is met de waarde van de onbekende condensator maal een constante factor (fig. 2). Het enige dat nu nog nodig is voor een juiste aflezing van de condensator waarde, is een geschikte meter. Maar voor we daartoe overgaan eerst een kleine zijsprong naar wat theorie.

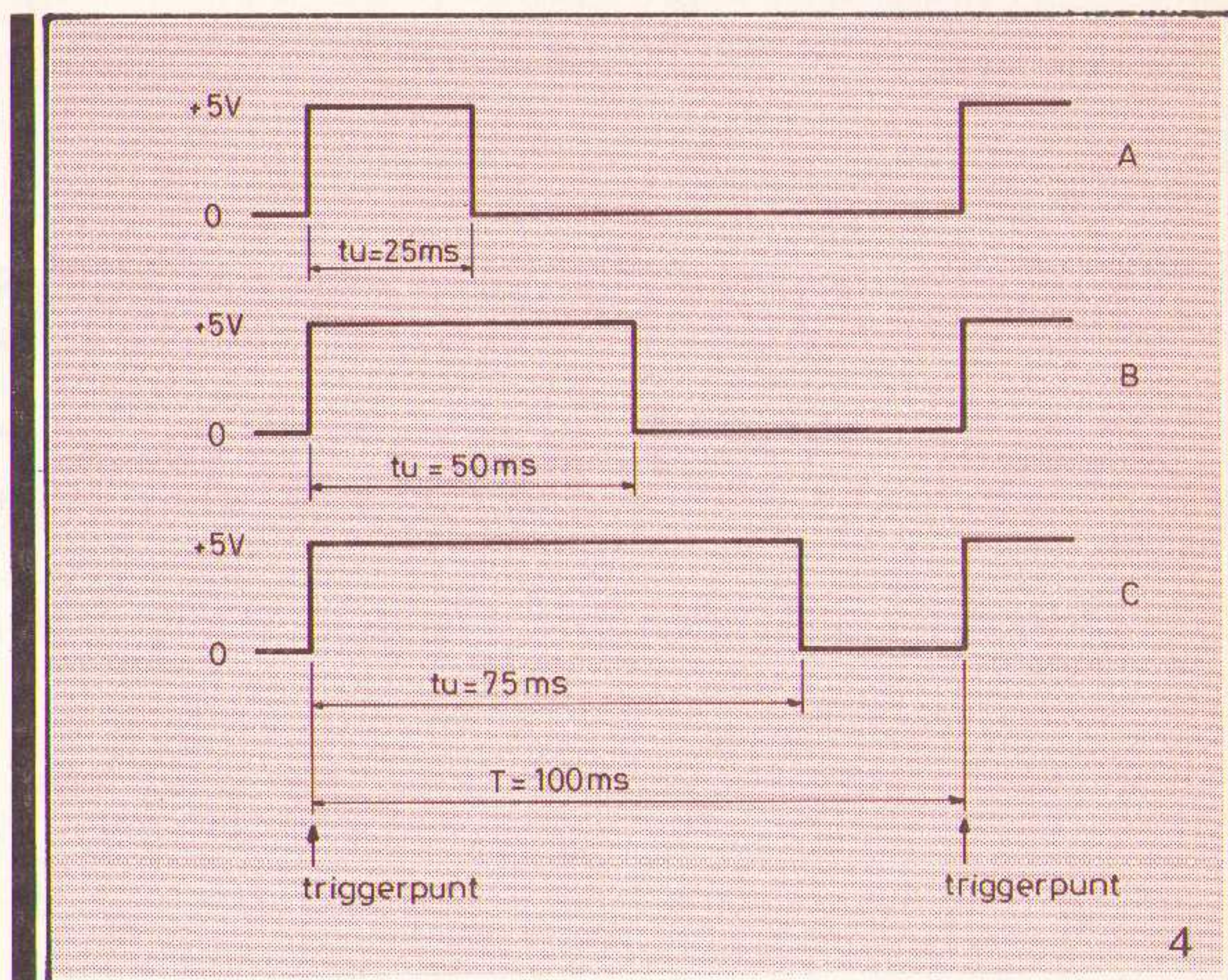
Draaispoelmeter

De meest toegepaste en universele meter is ongetwijfeld de draaispoelmeter. Ook in dit bouwontwerp komt dit type meter van pas. Een klein spoeltje is draaibaar opgesteld in een sterk magnetisch veld van een permanente magneet. Via twee spiraalveertjes kan er gelijkstroom door het spoeltje worden gestuurd met het gevolg dat een nieuw magnetisch veld wordt opgebouwd (fig. 3). Afhankelijk van de richting en de sterkte van dat veld werkt het bestaande permanente veld tegen of mee.

Het gevolg is een uitslag die evenredig is met de stroom door de meter. Er is geen zogenaamde dempkast bij dit type meter noodzakelijk omdat slingeren in de uitslag automatisch door werelstroompjes (wet van Lenz) worden tegengewerkt.

Dat laatste is bij de capaciteitsmeter van belang omdat wij de draaispoelmeter (eigenlijk alleen voor gelijkstroom geschikt) op een blokgolfspanning aansluiten. Een draaispoelmeter geeft van nature de gemiddelde waarde van de stroom aan mits de frequentie daarvan zodanig groot is dat de wijzer redelijk stil staat.

De draaispoelmeter dempt de snelle wisselingen dan zelf. Bij de capaciteitsmeter hebben we de grens van de eigenschappen, om de wisselingen nog te kunnen dempen, overschreden. De laagste frequentie die we hier gebruiken is namelijk 10 Hz, de meter zou zó heen en weer gaan slaan...



Omdat elke meter weer anders is wat de demping betreft kan de hulp worden ingeroepen van een condensator die parallel over de meter wordt geschakeld ($C_{10} = 100 \dots 470 \mu F$).

De waarde dient proefondervindelijk te worden bepaald, als de meter het aan kan is het beter om een kleine waarde aan te houden. Te snelle wisselingen worden door deze condensator weggevoerd en er kan nu redelijk nauwkeurig worden afgelezen en daar was het om begonnen.

Gemiddelde waarde

Voor een juist begrip is het prettig om te weten wat nu eigenlijk die term 'gemiddelde waarde' betekent. Zoals bekend wordt de SN74121 getriggerd door een constante frequentie, de uitgangspuls is afhankelijk van ondermeer de te meten onbekende condensator.

Bekijken we één periode van de uitgang dan kunnen we zelf de gemiddelde waarde berekenen. In het voorbeeld zijn drie verschillende pulstijden getekend A, B en C (fig. 4).

Bij een herhalingsfrequentie van 10 Hz liggen de triggerpunten $T = \frac{1}{f} = \frac{1}{10}$ of 100 msec. uit elkaar.

In het voorbeeld is de pulsduur 25 ms,

50 ms en 75 ms verondersteld. De gemiddelde waarde van de blokgolf kan als volgt worden berekend:

Voorbeeld A:

$$U_{gem} = U_{top} \times \frac{t_u}{T} = 5 \text{ V} \times \frac{25}{100} = \frac{5}{4} \text{ V} = 1,25 \text{ V}.$$

Voorbeeld B:

$$U_{gem} = 5 \times \frac{50}{100} = 2,5 \text{ V}$$

Voorbeeld C:

$$U_{gem} = 5 \times \frac{75}{100} = 3,75 \text{ V}.$$

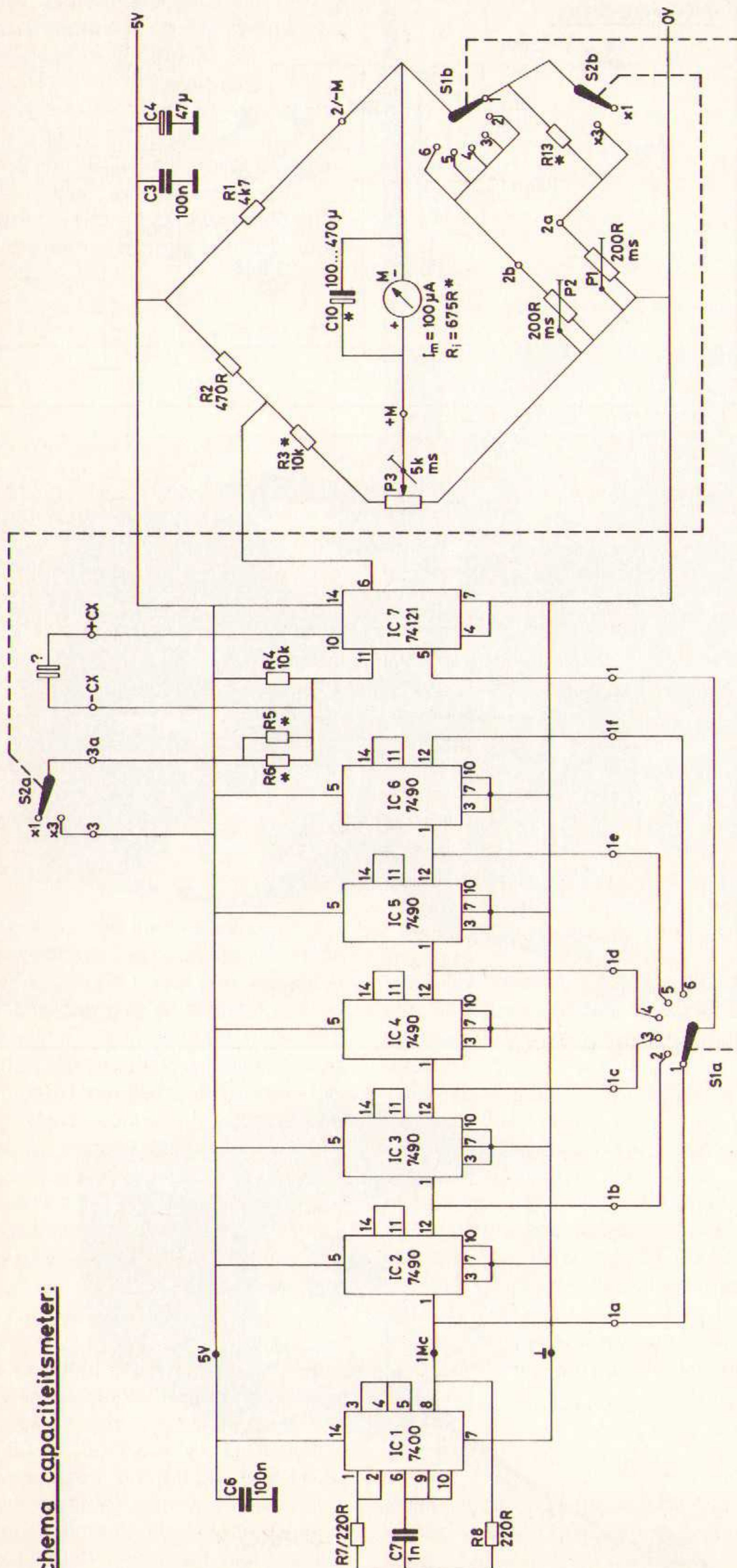
Grafisch kan de gemiddelde waarde ook eenvoudig worden bepaald door de oppervlakte $t_u \times 5 \text{ V}$ over de hele periode tijd T te verspreiden. De hoogte van de spanning is daarbij de gemiddelde waarde!

We hadden gezien dat de pulsduur t_u evenredig was met C_x en hierboven blijkt dat U_{gem} evenredig is met t_u , er volgt uit dat de waarde van de onbekende condensator bepaalt (lineair) hoeveel de meter uitslaat. Het is echter wel noodzakelijk om een aantal verfijningen in te lassen die een nauwkeurige aanwijzing mogelijk maken.

Schakeling

In fig. 5 is de complete schakeling getekend. Enkele wetenswaardigheden

Schema capaciteitsmeter:



MEETBEREIKEN

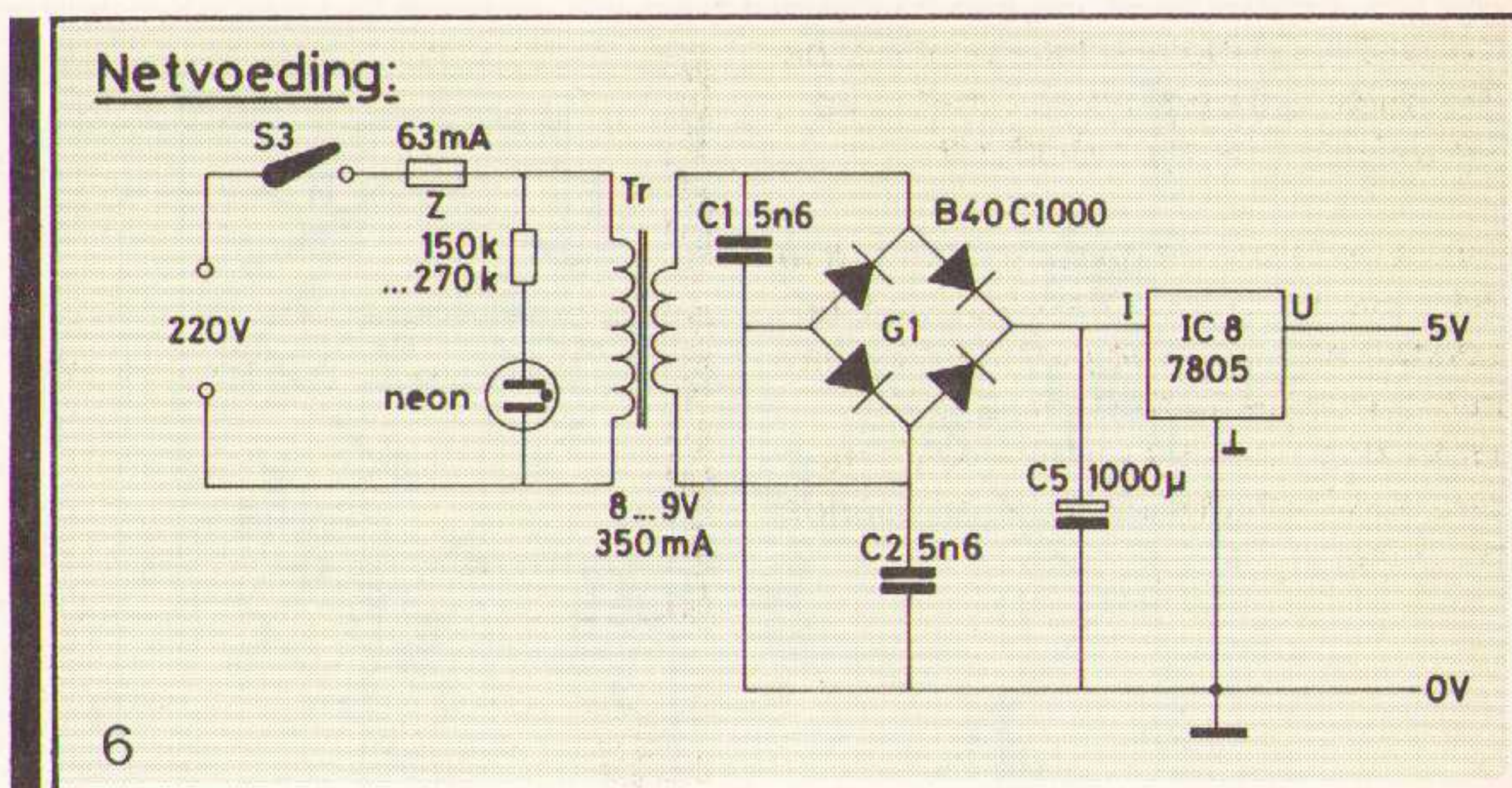
STAND S1	STAND S2	BEREIK
1	x1	50 pF
2	x3	150 pF
3	x1	500 pF
4	x3	1,5 nF
5	x1	5 nF
6	x3	15 nF
	x1	50 nF
	x3	150 nF
	x1	500 nF
	x3	1,5 μF
	x1	5 μF
	x3	15 μF

* ZIE TEKST
 ALLE WEERSTANDEN METAALFILM 1/4 W
 C7: ZILVER-MICA, MKM OF POLYESTER
 ms: MEERSLAGENPOTMETER

figuur 6. De gestabiliseerde netvoeding.

Duidelijk is hier de elektrolytische condensator C10 te zien parallel over de meter klemmen. Links boven de print (optie) met de spanningscarroussel voor het omschakelen van de netspanning. Links onderaan de kleine transformator.

De gebouwde capaciteitsmeter met een meterschaal 0-150 en 0-50, 6 meetbereiken en nog eens een extra 1 $\times$ en 3 $\times$ mogelijkheid.

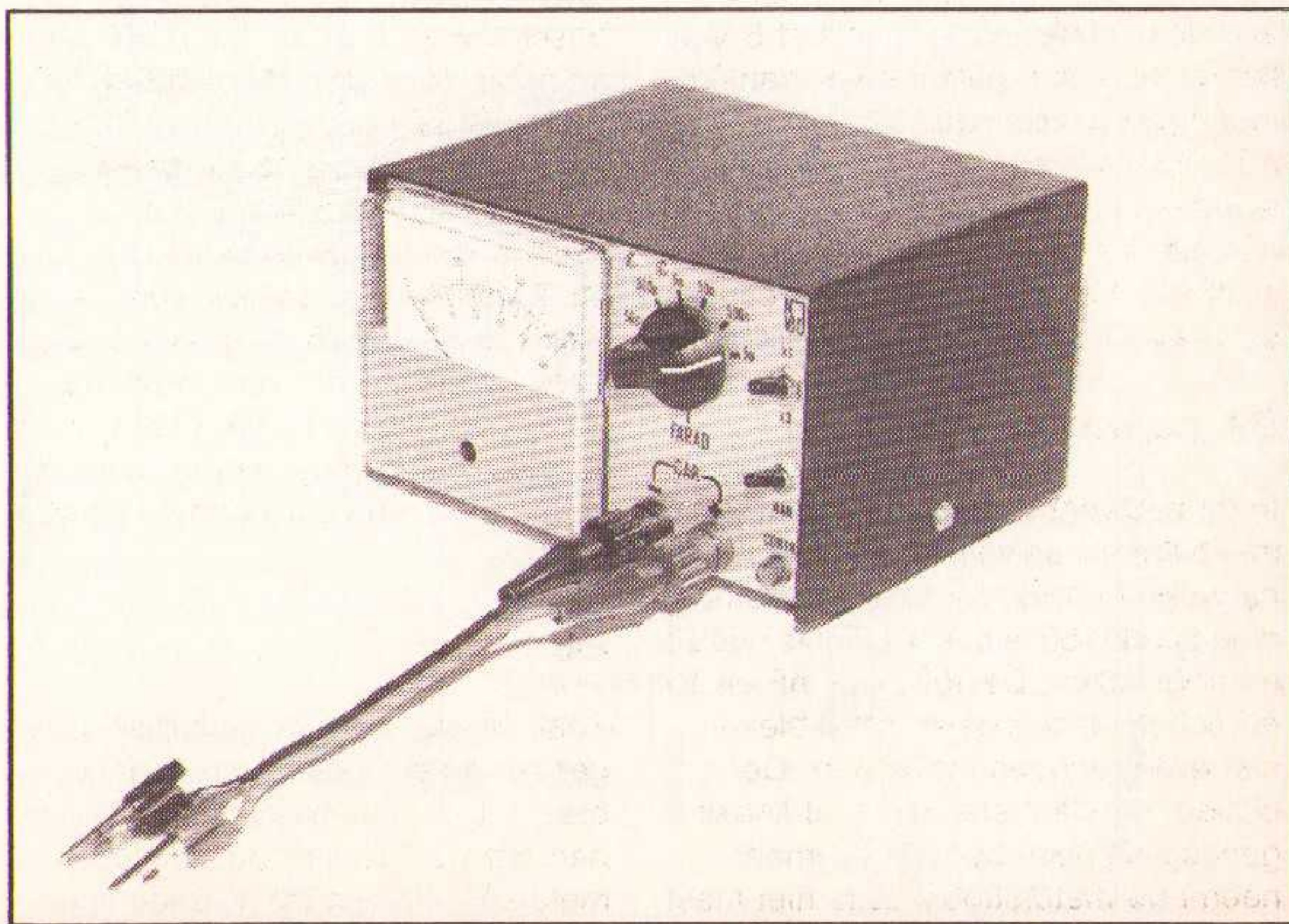
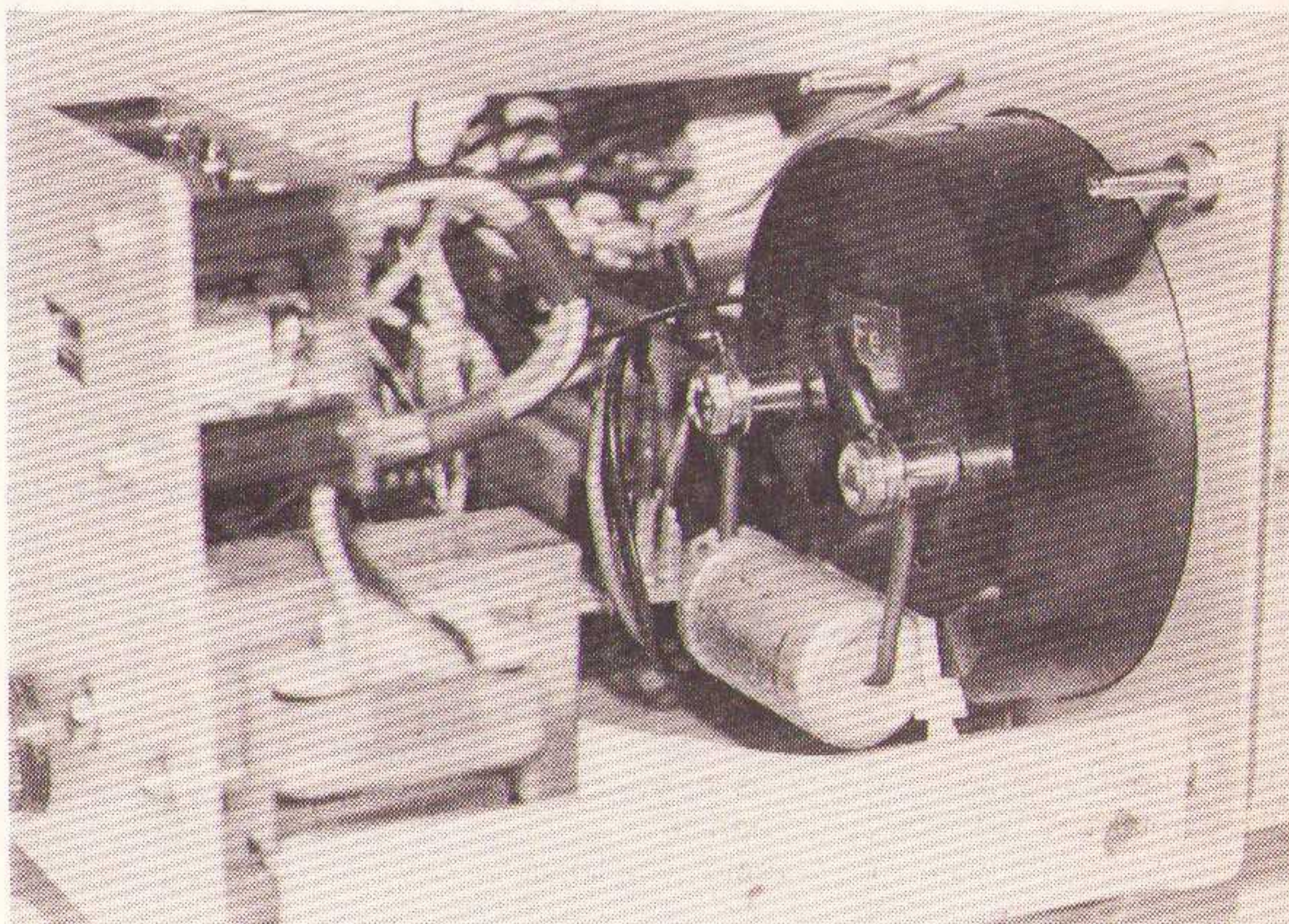


zijn: De frequentie van de SN7400 generator wordt voornamelijk door C7 en R8 bepaald. Ter stabilisatie van die frequentie wordt voor C7 een zilver mica, MKM of polyester condensator gekozen. R7 en R8 zijn metaalfilmweerstand (de tolerantie hoeft echt niet persé 1% te zijn). Over de deeltrappen is weinig te vertellen, dan komen we bij de meter.

Bij mijn experimenteer spullen vond ik een draaispoelmeter met een dubbele schaalverdeling (0 ..30 en 0 ..100); de verhouding bedraagt daarbij 1 : 3 1/3. Het idee werd geboren om een 3 $\times$ schakelmogelijkheid toe te passen. In het lage bereik kan dan een nauwkeurige aflezing worden verkregen. In verband met de leneairiteit van de complete schakeling bleek het niet mogelijk om de meter eenvoudig door middel van een weerstand 3x te verzwakken. De oplossing bleek te zijn om zowel de SN74121 tijdbepalende weerstand(en) als de brugschakeling door middel van een schakelaar aan te passen. R5 en R6 zullen proefondervindelijk moeten worden vastgesteld. In mijn schakeling bleken 10 kohm en 12 kohm (parallel 5,45 kohm) goed te voldoen.

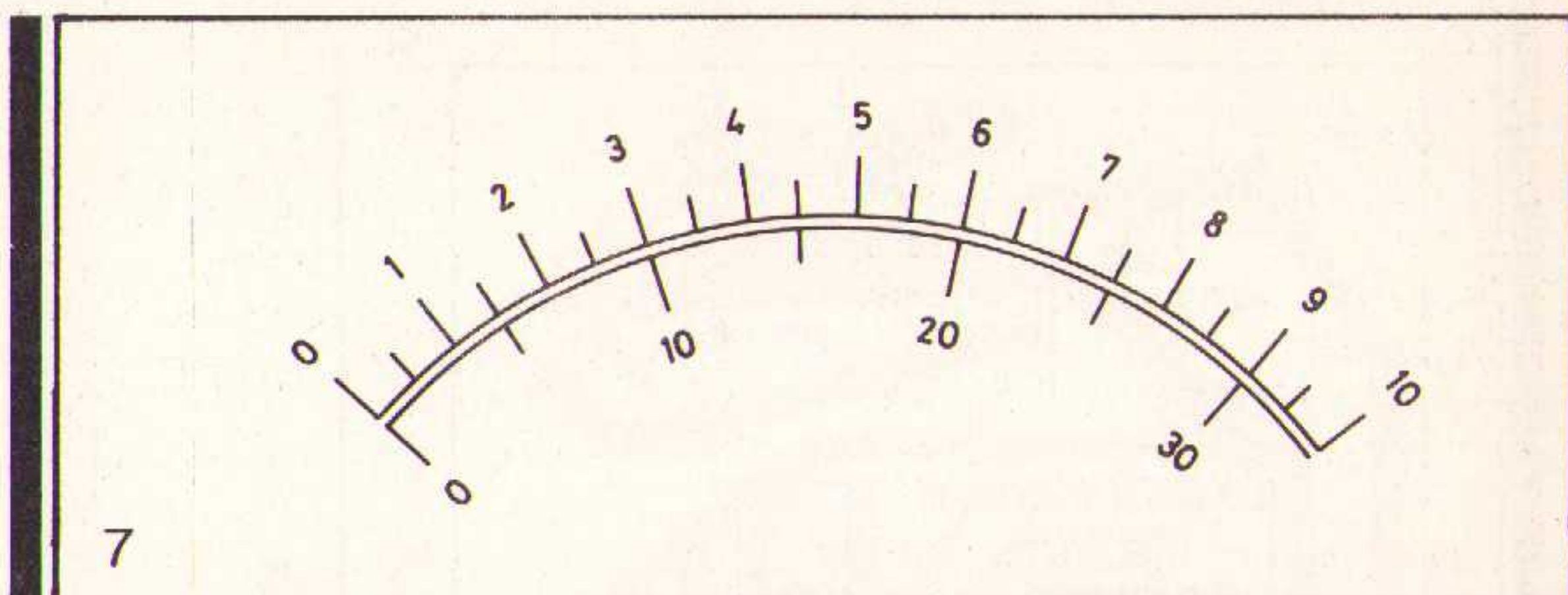
In de brugschakeling dient R3 te worden aangepast en wel zodanig dat volle schaaluitslag kan worden verkregen (in het vorige onderwerp was R3 27 kohm). De inwendige weerstand van de draaispoelmeter (bij mij 675 ohm) speelt ook een rol. In de schakeling voldeed R3 = 10 kohm goed.

In de $\times 1$ stand dient R13 in serie met P1 te worden geschakeld om de meter op nul te houden indien er geen con-



figuur 7. Een meterschaal voor het beschreven ontwerp en een met twee verdelingen 0-10 en 0-33 1/3.

Op deze foto is de opbouw duidelijk te zien. De X1 en X3 schakelaar links bovenaan met de twee parallel geschakelde weerstanden (samen R 13). Links onderaan de instelpotentiometers en daarnaast de recht opstaande oscillator print.



densator wordt aangesloten. Deze R13 dient eveneens experimenteel te worden vastgesteld.

In de schakeling voldeed 17,5 ohm goed (samengesteld uit 18,2 ohm parallel aan 475 ohm).

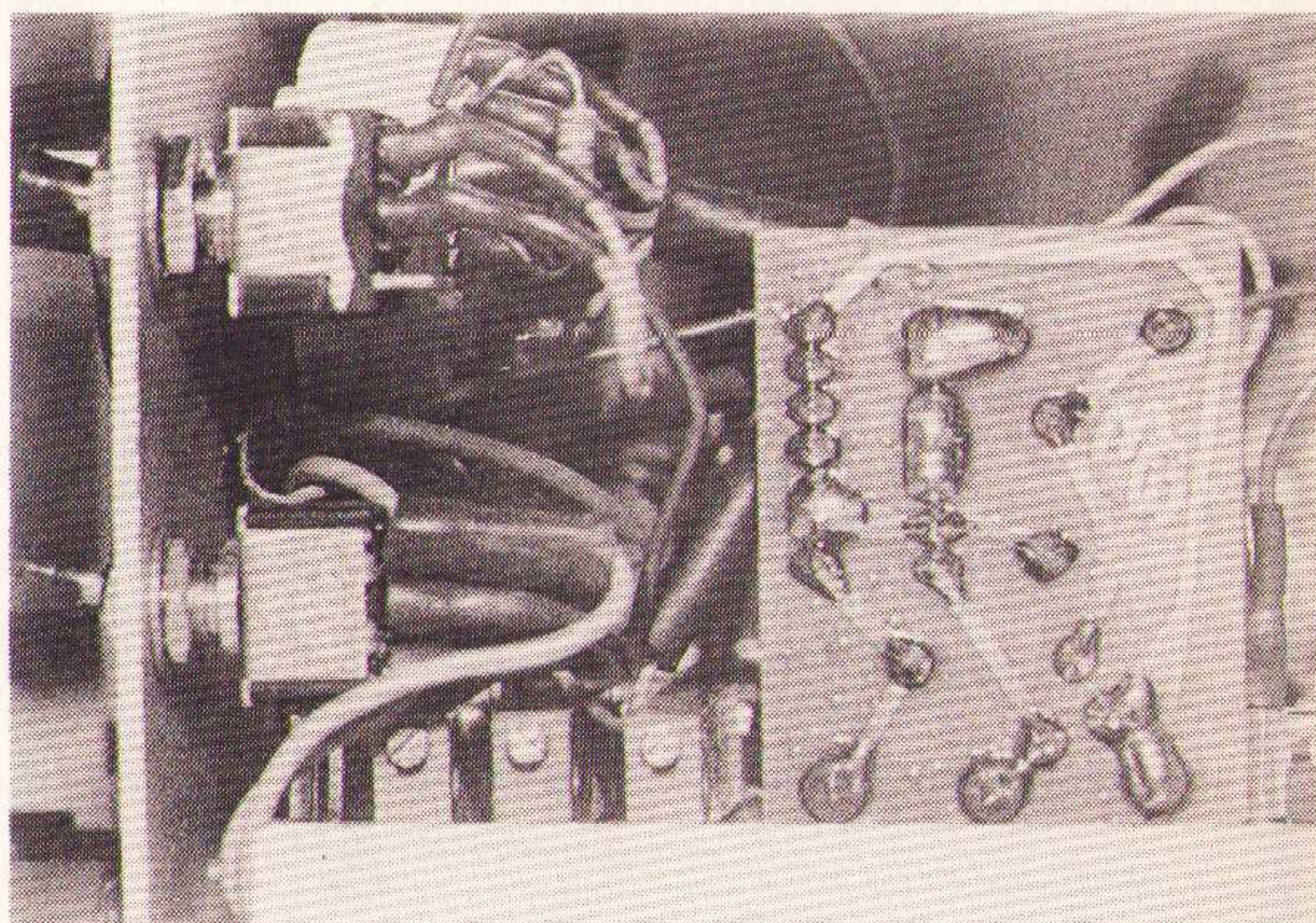
Een waarschuwing is hier op zijn plaats, bij het experimenteren met R13 mag er geen onderbreking ontstaan tussen punt 1 van S1b en pen 2 a, indien S1 in de stand 1 staat. De meter slaat dan links in de hoek!

De voeding

Het schema van de netvoeding is in fig. 6 getekend, het neonlampje aan de voorzijde van de meter gemonteerd geeft aan zodra er netspanning op komt. Het IC 7805 dient ter stabilisatie van de gelijkspanning op exact 5 Volt, het IC werd niet gekoeld. De transformator levert secundair 8 à 9 V bij 350 mA. Op het printje dat tegen de achterwand is gemonteerd (zie foto) is de netzekering en een netspanningskeuzeschakelaar gemonteerd (die carroussel is uiteraard niet noodzakelijk).

De meter en de schaal

In dit bouwontwerp werd een meter met twee schaalverdelingen toegepast namelijk 0 - 150 en 0 - 50. De verhouding 50 en 150 is dus 3 x. Dit is niet zo maar gekozen. De 100 pF, 1 nF en 10 nF schaalverdelingswaarden bleken niet goed kloppend te krijgen. De uitslag van de meter was niet lineair genoeg. Op een bepaald moment neemt de meterstroom zelfs niet meer toe maar af! Het punt waarbij deze niet



lineariteit optreedt is met de waarde van R4 te beïnvloeden. Uiteindelijk kwamen de volgende meetbereiken ter beschikking: 0-50, 0-150, 0-500 pF, 1,5n, 5n, 15n, 50n, 150n, 500nF en 1,5 μ F, 5 μ , 15 μ F.

Mocht u toch de voorkeur geven aan een 0-10 schaal dan kan het meterschaaltje met twee verdelingen in fig. 7 goede diensten bewijzen. De verdeling is daar 0-10 en 0-33 1/3. Dit heeft tot gevolg dat voor die extra 1/3 een weerstand van ca. 4,3 kohm parallel aan R5, R6 moet worden geschakeld. Dit is een richtwaarde, uitproberen dus.

De bouw

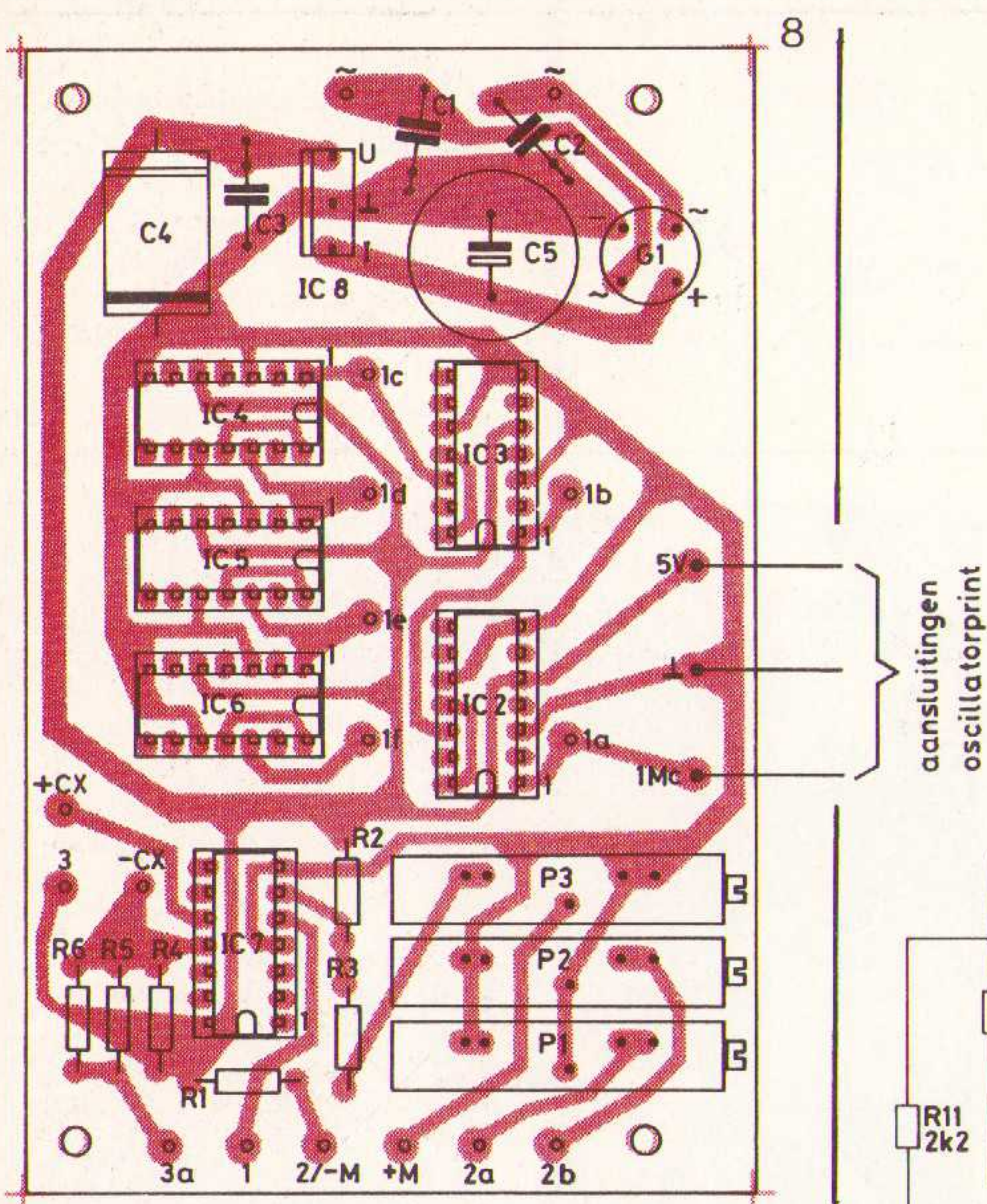
Zoals uit de foto's moge blijken is het geheel in een fraai kastje ondergebracht. De hoofdprint (110 x 70 mm) herbergt de 7 IC's en de instelpotentiometers P1, P2 en P3. IC8, de voedingsstabilisator met de gelijkrichtdio-

den hebben eveneens een plaats gekregen (fig. 8).

Op de foto zijn de instelpotentiometers duidelijk te zien samen met een rechtopstaande print, dit is de oscillator print met IC1.

Door deze opzet is het mogelijk om ook een ander type oscillator toe te passen (bijvoorbeeld de in fig. 9 weergegeven kristaloscillator). De printlayout van de kristaloscillator is in fig. 10 afgebeeld.

De transformator indien mogelijk niet te dicht bij de draaispoelmeter opstellen omdat een sterk wisselend veld nadelig kan werken op de permanente magneet. De steekafstand op de printen is voor het gebruik van mf-weerstanden bestemd. Voor C1, C2, C3, C6, C7 en C9 kunnen MKM condensatoren worden gebruikt, zowel met een 7,5 mm als 10 mm steek. De verbindingen op de print worden met printpennen en dito connectors uitgevoerd. Deze losse pennetjes die-

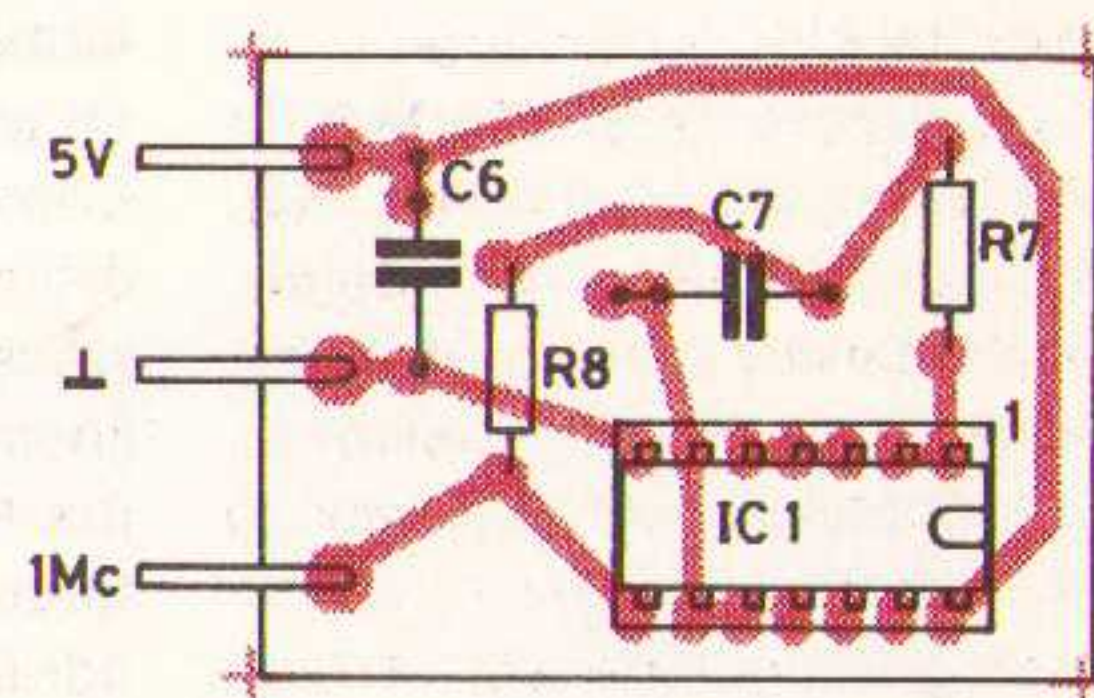
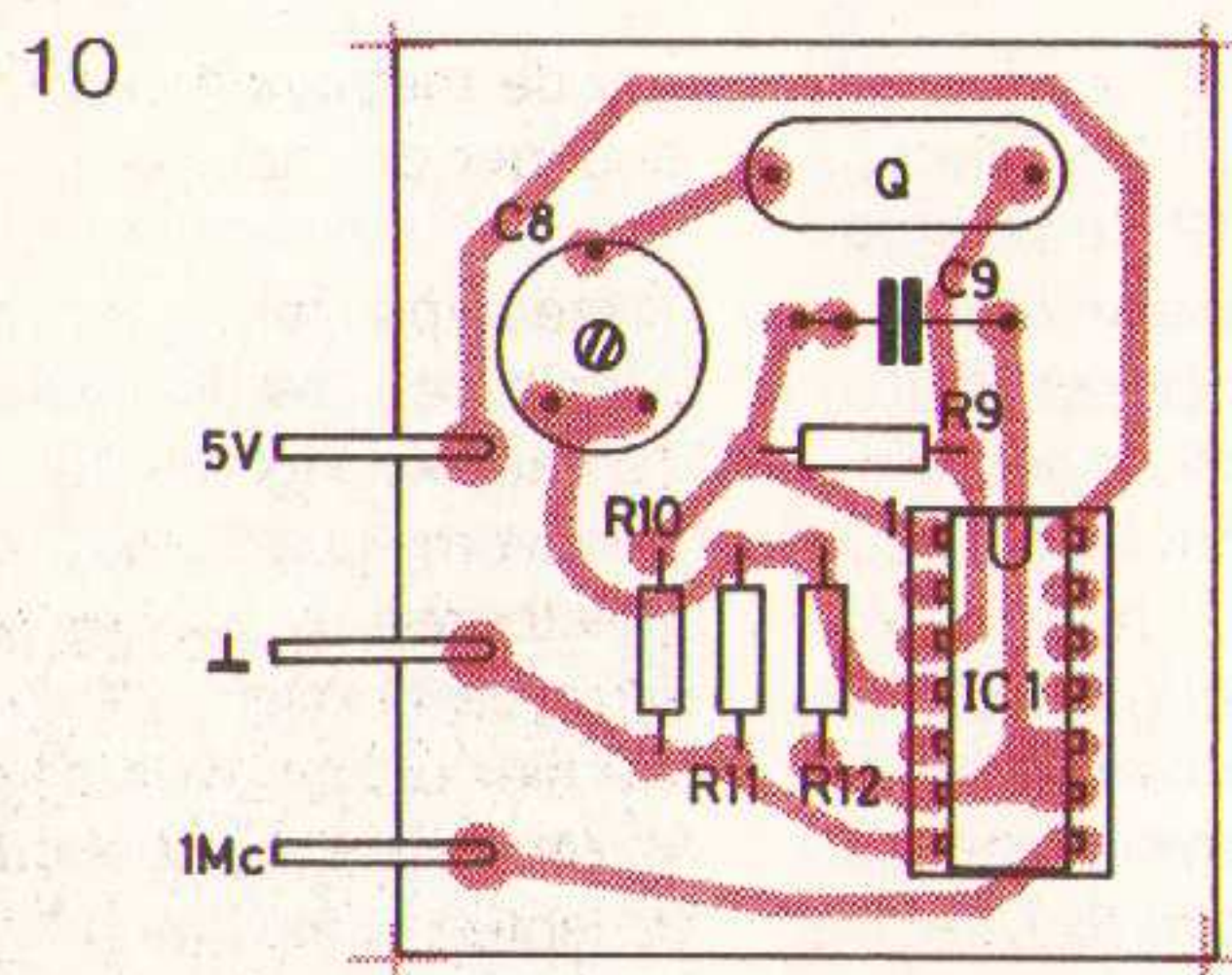
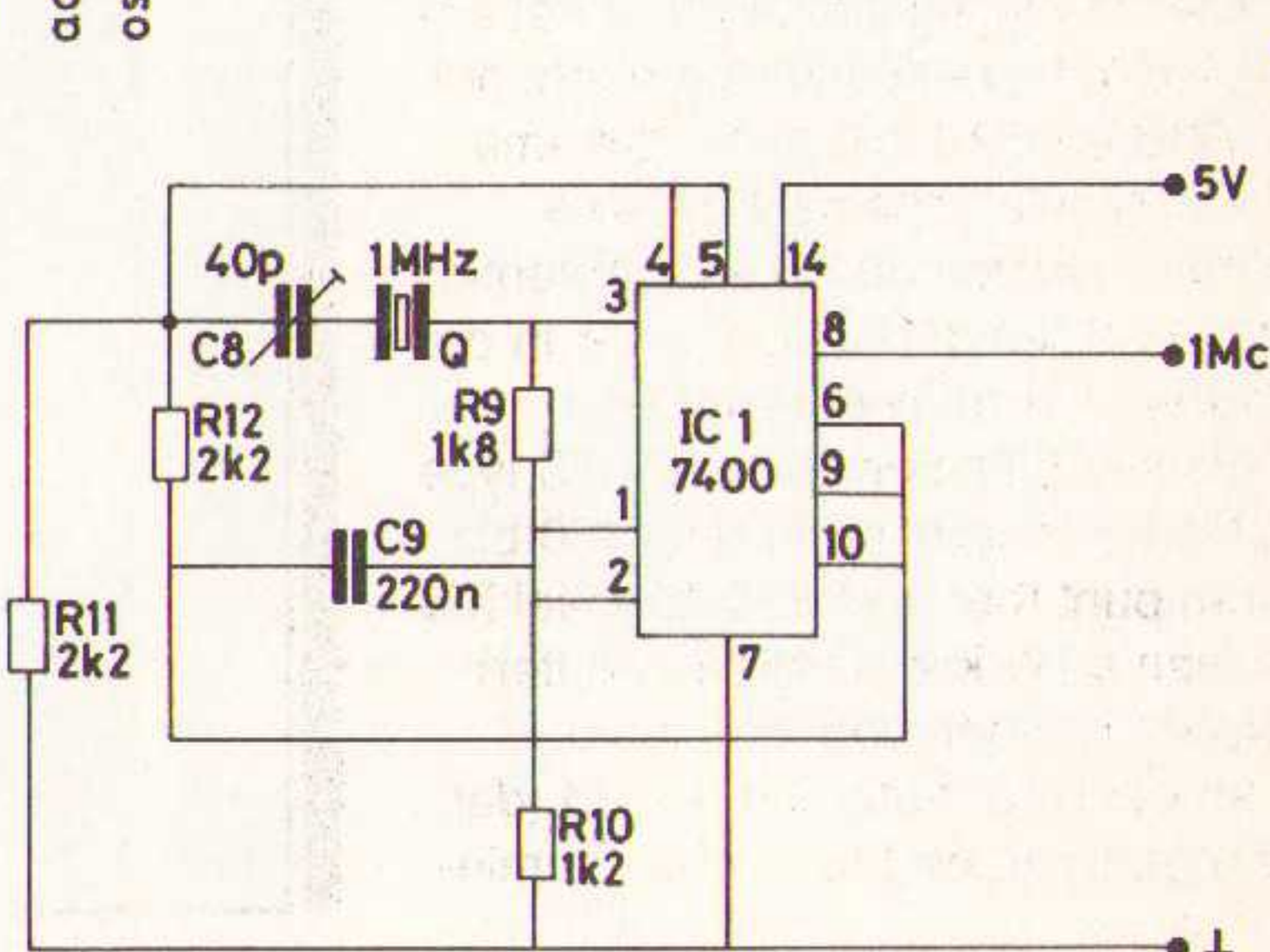


figuur 8. De print lay-out van de meter zonder oscillator.

figuur 9. Een 1 MHz kristaloscillator voorziet in een stabiele frequentie (optie).

figuur 10. De print lay-out van de kristaloscillator, afmetingen 40 × 45 mm (optie).

figuur 11. De print lay-out van de eenvoudige vrijlopende oscillator, afmetingen 40 × 45 mm.



nen met enige dwang in de print te worden gezet om een mechanisch sterke verbinding te garanderen, daarna solderen. Voor het netsnoer is een goede trekontlasting onontbeerlijk, een doorvoer tule beschermt de 220 V leiding.

De afregeling

Na het monteren van de printen en het aansluiten van de diverse schakelaars

volgt het afregelen. Let er daarbij op dat de korte meetsnoeren voor het meten van de onbekende condensatoren ook met de ingangen zijn verbonden tijdens het afregelen. De onderlinge capaciteit van deze twee meetsnoeren speelt namelijk ook een rol, bij het afregelen kunnen deze gecompenseerd worden.

Met P1 wordt de meter in de stand 1 (laagste capaciteitsbereik) het nulpunt

van de meter ingesteld. Met P2 het nulpunt op de overige bereiken. Vervolgens sluit u een nauwkeurige (b.v. zilver mica met een kleine tolerantie) condensator aan en regelt P3 zodanig dat volle uitslag wordt verkregen. Uiteraard dient de waarde van de condensator overeen te komen met de volle uitslag waarde. Het kiezen van de juiste weerstandswaarde R3, R5, R6 en R13 is al eerder ter sprake gekomen.

figuur 12. Een fraaie en kostbare brugschakeling in plaats van die uit fig. 5., nu met meerslagen potentiometers (optie).

SN74124 en het eerste bouwontwerp

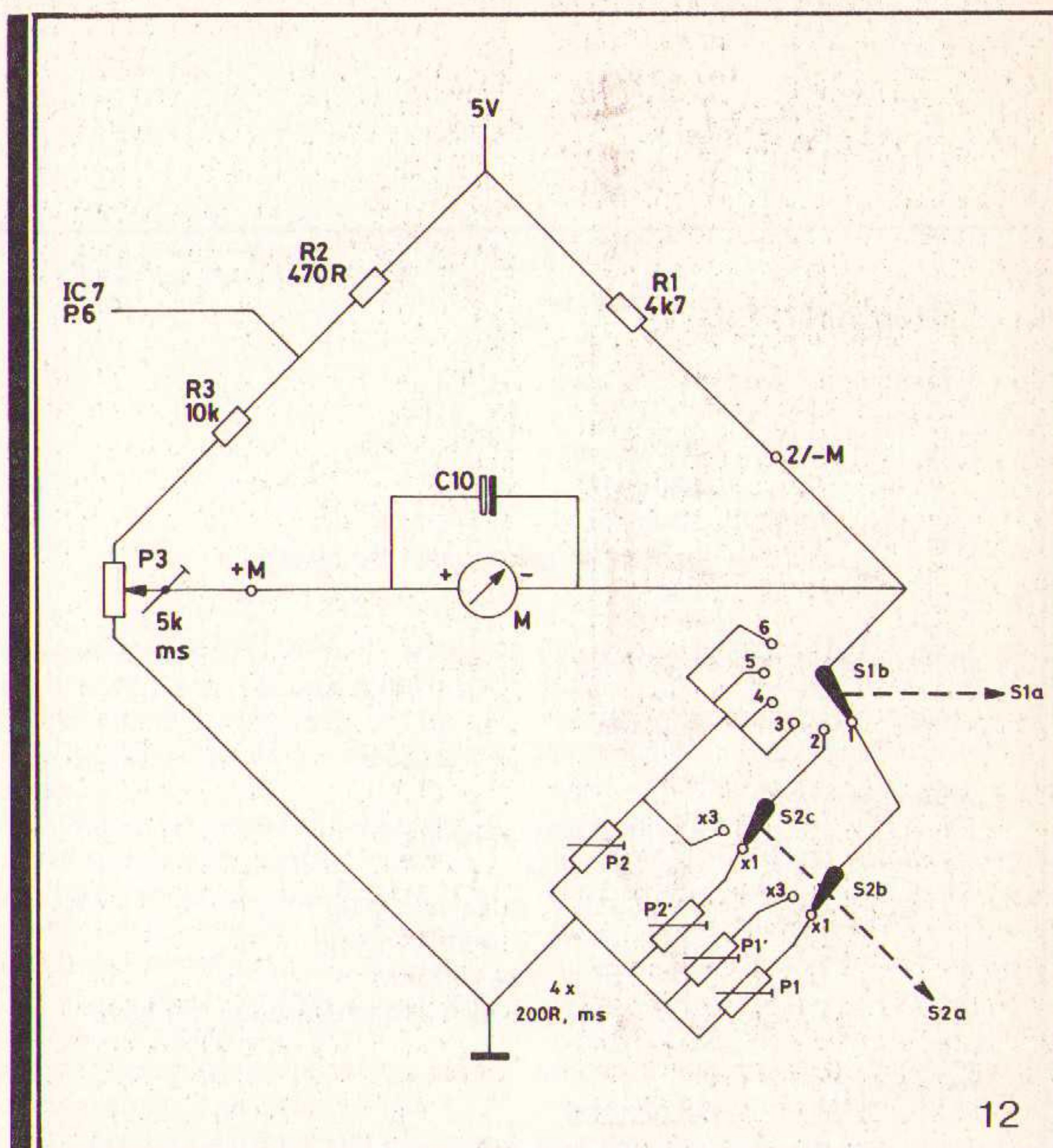
In het artikel van vorige keer werd de SN74124 toegepast, voor diegene die toch met dit IC willen werken het volgende: de 14 pens uitvoering van ITT blijkt niet meer te koop te zijn maar de 16-pens uitvoering van Texas Instruments wel. Daar zijn twee VCO's in ondergebracht.

De brugschakeling ziet er compleet anders uit dan bij het eerste ontwerp, ook S2b, R13 en C10 zijn er bij gekomen. In het originele schema zijn twee aansluitingen van de 5 kohm potentiometer verwisseld. Hierdoor is er in de leiding tussen de positieve meteraansluiting en pen 6 van het IC type SN74121 (zie april nummer 1980 blz. 18) een punt met massa-potentiaal (de loper van de 5 kohm potentiometer) waardoor er nooit een 'positieve' stroom door de meter kan lopen (dat wil zeggen van de plus- naar de min-aansluiting).

De print lay-out van het eerste ontwerp (blz. 20) geeft weer een andere werking. De 5 kohm potentiometer is dan zodanig geschakeld, dat de meterstroom altijd groter is dan 0. Met de aangegeven weerstandswaarden zelfs altijd groter dan $100 \mu A$, indien de inwendige weerstand van de meter kleiner is dan 17 kohm! In het nieuwe schema (fig. 5) blijkt nu duidelijker dan voorheen dat de meter in een brugschakeling is opgenomen.

Het kan nog fraaiër...

De nauwkeurigheid waarmee de brug kan worden (voor-) ingesteld bepaalt mede de juistheid van de aflezing. Wie het heel mooi wil maken kan de complete brugschakeling in fig. 5 vervangen door fig. 12. S2b schakelt tussen punt 1 van S1b en massa (voor het 50 pF als het 150 pF bereik) een aparte 200 ohm potentiometer in, zodat het nulpunt wat eenvoudiger is in te stellen. Belangrijker is dat een extra wis-



selcontact van S2 (S2c) voor het 500 pF bereik ook een eigen 200 ohm potentiometer inschakelt (P2'), zodat in dit bereik het nulpunt eveneens apart en correct kan worden ingesteld. Een gewone potentiometer geeft niet die nauwkeurigheid die we zouden wensen, vandaar dat we hier de veel kostbaarder meerslagen (in het schema afgekort met ms) potentiometers toepassen. Hopenlijk weet u een goed adres voor deze kostbare toevoeging aan het bouwontwerp...

Bij het tekenen van de print lay-out is al rekening gehouden met deze eventueel uit te voeren wijziging!

Tot slot:

Het is bij het meten zeer belangrijk dat de twee meetsnoeren goed vast aan elkaar zitten, afstandsverandering tussen deze twee geeft behoorlijke capaciteitsafwijkingen. Het meetsnoer vast laten zitten aan de meter, dus niet elke keer een ander meetsnoer gebruiken; de lengte niet te lang maken, hoe lan-

ger de meetsnoeren des te onnauwkeuriger de metingen.

Deze capaciteitsmeter biedt een ruim regelbereik gekoppeld aan een redelijke nauwkeurigheid. Er zijn vele uitvoeringsvormen mogelijk, zo kunnen de meetbereiken zelf worden uitgekozen, het type oscillator etc.

De hier beschreven opzet met het gekozen regelgebied bood na vele experimenten echter de beste nauwkeurigheid.

Nog één opmerking: laat bij het experimenteren in eerste instantie de weerstanden R5 en R6 weg (als ze al nodig zijn) en bepaal welke bereiken haalbaar zijn; pas zo nodig R4 aan. Bepaal daarna pas de benodigde weerstandswaarde voor R5 en R6. Sugsties en of aanvullingen op dit bouwontwerp zijn van harte welkom.

Bewerking: Ruud Goudschaal.

Onderdelenlijst

weerstand, type mf, 1/4 watt

R1	4,7 kohm
R2	470 ohm
R3,4	10 kohm
R5,6	experimenteel bepalen zie tekst
R7,8	220 ohm

meerslageninstelpotentiometers

P1,2	200 ohm
P3	5 kohm

condensatoren

C1,2	5,6 nF, MKM, keramisch
C3,6	100 nF, MKM
C4	47 uF, 10 V, axiaaluitvoering
C5	1000 uF, 16 V, printuitvoering
C7	1 nF, zilver mica of MKM
C10	100 . . . 470 uF elco, axiaaluitvoering, zie tekst

halfgeleiders

G1	B40C1000
IC1	SN7400 dual in line
IC 2	
t/m 6	SN7490 dual in line
IC7	SN74121 dual in line
IC8	7805 (TO-220 behuizing)

diversen

S1	draaischakelaar, 2 x 6 standen
S2	sub-miniatur tumbler, 2 x om
S3	sub-miniatur tumbler, 1 x maak
Z	zekering 63 mA, traag neonlampje 220 V
Tr	transformator, prim. 220 V; sec. 8 . . . 9V/ 350 mA
M	draaispoelmeter b.v. 100 uA met dubbele schaal 7 stuks 14 pens IC voetjes aantal printpennen en connectors kastje, meetsnoer met klemmen

Deze maand in Radio Bulletin

Zendontvanger IC-451E

Een zeer compacte, technisch-geavanceerde zendontvanger van ICOM.

Fotograferen van vallende vloeistofdruppels

Bouwontwerp voor een elektronische schakeling, die precies op het gewenste moment een flitser ontsteekt.

Stappenmotoren

Constructie en werking van een betrouwbare, onderhoudsvrije, digitaal bestuurbare, elektromechanische systeemcomponent met talloze toepassingen.

Energiebesparing bij omroepzenders van groot vermogen. Deel 2

IC'tjes. Frequentiedetector

Onder de titel „IC'tjes” willen wij u regelmatig wat nader laten kennismaken met een IC of een toepassing daarvan. In deze eerste aflevering een praktische schakeling met de XR2211CP.

Commodore 64

De opvolger van de VIC-20 met een geheugencapaciteit van 64 K, „sprites” en diverse geluids- en videomogelijkheden.

IEEE-488-standaard voor informatie-uitwisseling

Er zijn nog slechts weinig methoden vastgelegd voor het uitwisselen van informatie met intelligente instrumenten. Een positieve uitzondering vormt de IEEE-488-standaard.

Robby. Deel 9

S. J. Hellings

Het digitale gebeuren

Tot nu toe hebben we in onze artikelenreeks over Voedingen, Telecommunicatie, Actieve filters e.d. de meeste aandacht aan de analoge technieken gegeven - maar, de tijd staat niet stil en juist de digitale technieken maken een stormachtige ontwikkeling door; de enige methode om deze technieken goed te leren kennen, is het bouwen en beproeven van digitale schakelingen aan de hand van de theorie. Zoals in ieder goed leersysteem moeten theorie en praktijk hand in hand gaan - het ene kan niet zonder het andere! Maar al te vaak begint de amateur met veel te zwaarwichtige lectuur op digitaal gebied (een goed boek hierover in de Nederlandse taal moet ik trouwens nog zien...) om na enige tijd verdwaald te raken in een wirwar van formules en diagrammen met als resultaat, dat hij weldra de moed opgeeft en het geleerde snel vergeet. Ook is het zo verleidelijk, alles wat digitale schakelingen bevat, als bouwsetje of kant-en-klaar te kopen, mede gezien de meestal zeer redelijke prijs; helaas leert men hier bitter weinig van!

Wil men echter zijn partijtje meeblazen in het zo rijk geschakeerde orkest van de elektronica, dan is een gedegen kennis van de digitale techniek onontbeerlijk - we worden immers dagelijks meer en meer met deze technieken geconfronteerd. Denk maar eens aan de stormachtige ontwikkeling van de micro-processor, de mini-computer, de spelcomputer, de beeldschermen, de klokken, de weegschalen etc.; veel functies, die vroeger uitsluitend analoog konden worden verricht (meten, wegen e.d.) worden nu veel sneller en

nauwkeuriger digitaal verricht. De digitale uitlezing is een geweldig hulpmiddel geworden ter vergroting van de nauwkeurigheid en ter vermindering van fouten.

We kunnen het gebied van de elektronica in feite in vier groepen indelen, waarbij echter de scheidingslijnen steeds meer vervagen - de analoge technieken (waarbij het uitgangssignaal min of meer dezelfde vorm heeft als het ingangssignaal), de impulstechnieken (waarbij speciale golfvormen worden opgewekt en verwerkt), de schakeltechnieken (telefoon-, telex- en telegrafiecentrales) en de digitale techniek, waarbij de grootte van het signaal uitsluitend varieert tussen „0” en „1”.

Al deze technieken zijn op zich even belangrijk en de digitale en schakeltechnieken in het bijzonder oefenen een steeds groter wordende invloed uit op de andere gebieden. Het is een heel normale zaak, dat een analoog signaal eerst gedigitaliseerd wordt, alvorens verder verwerkt te worden; het grote voordeel van dit systeem is, dat eventuele amplitude- of fasefouten tijdens de overdracht geen aanslag meer doen op de kwaliteit van het ontvangen signaal; zolang de digitale „pipjes” nog maar over komen, kan het oorspronkelijke signaal weer in zijn oude glorie hersteld worden.

De digitale technieken zullen een steeds grotere plaats in ons dagelijks leven gaan innemen - een goed voorbeeld hiervan is ons beeldscherm, de televisie-ontvanger. De kanaal-keuze en afstandsbediening gaan digitaal, de tekstinformatie (Teletekst, Viditel) wor-

den digitaal ingebracht, de huiscomputer geeft zijn informatie digitaal af, evenals de spelcomputer. Via deze huiscomputer programmeren we onze audio- en videorecorder, de wasmachine, het fornuis, de verwarming en verlichting, het openen en sluiten van ramen en deuren; het openen van de deuren en het starten van onze auto kan alleen geschieden na het intoetsen van een speciale code op het bedieningspaneel en zo nemen de toepassingsmogelijkheden voortdurend toe, mede gezien de steeds afnemende prijs „per bit”.

De grondslagen van de digitale techniek zijn, zoals vaak in soortgelijke gevallen, reeds zeer oud; de oorspronkelijke berichtgeving (rooksignalen, de „tam-tam”) was in feite digitaal, omdat deze „aan-uit” signalen een overdracht over veel grotere afstanden mogelijk maakte dan de analoge signalen. De wiskundige grondslag voor de digitale techniek werd reeds in het midden van de 19e eeuw gelegd door de heer Boole met zijn „Boole-algebra”, waaraan destijds weinig aandacht werd geschonken. De grote stimulans voor de ontwikkeling van de digitale techniek ontstond tijdens de tweede wereldoorlog door de behoefte aan snelle rekenapparaten, de computers, voor het oplossen van gecompliceerde problemen. Voor die tijd bestonden reeds de analoge rekenmachines, die echter qua snelheid en nauwkeurigheid niet toereikend waren. De eerste computers, de „Bessie” en de „Eniac” waren nog met buizen uitgerust, enorme toestellen met zo’n 16.000 stuks, een geweldige energie-

opname en warmte-ontwikkeling en zeer vaak gestoord; iedere morgen moest wel een uurtje „opgewarmd” worden aler het toestel voldoende ontwaakt was om zijn plicht te doen. De introductie van de halfgeleiders heeft de stormachtige ontwikkeling van de computer - met als „spin-off” de digitale technieken - mogelijk gemaakt; deze digitale technieken zullen een nog veel sterkere „impact” hebben op het dagelijkse leven dan de hele elektronica van nu reeds heeft. Als elektronicus moeten we in deze technieken vooraan staan op straffe van uitsluiting uit de elektronische wereld.

Helaas bestaat er voor vele amateurs nog een vrij hoge drempel om zich in dit gebied te begeven - onbekend maakt helaas te vaak onbemind! In wezen is het experimenteren met digitale schakelingen een fascinerend werk, wat de belangstelling voor dit gebied nieuwe impulsen kan geven. We zijn in staat, om met betrekkelijk weinig middelen tal van uiterst nuttige schakelingen te produceren, op het gebied van de meet- en hulpinstrumenten alsmede op dat van het dagelijks leven.

Bij het experimenteren met digitale schakelingen moeten we ons een ander uitgangspunt eigen maken dan met analoge schakelingen; in het laatste geval ontwerpen we eerst de schakeling en zoeken daarbij de geschikte componenten; in de digitale wereld echter moeten we eerst weten, welke componenten beschikbaar zijn (in de hoop, dat al datgene, wat in de handboeken staat, ook inderdaad verkrijgbaar is - dit behoeft allerm minst het geval te zijn!) en daaromheen moeten we onze schakelingen groeperen. Hierbij maken we gebruik van de bekende I(ntegrated) C(ircuits); de DIP's met 14 of 16 aansluitingen; alleen zeer gecompliceerde schakelingen (MPU's e.d.) vereisen nog een groter aantal aansluitingen. Hierbij moeten we bedenken, dat deze IC's zo'n groot aantal schakelingen bevatten, dat deze niet met „discrete” componenten gerealiseerd zouden kunnen

worden. Dit betekent, dat we eerst duchtig in de boeken moeten snuffelen om de voor ons meest geschikte componenten uit te zoeken, waarbij het altijd de kunst is, met een zo klein mogelijk aantal IC's toch de gewenste eigenschappen te produceren.

Indien de schakeling op papier gereed gekomen is, moet deze steeds in de praktijk getoetst worden - hierbij kunnen zich nog wel eens (meestal onaangename) verrassingen voordoen! Nu zijn de problemen bij het opzetten van digitale schakelingen als regel veel kleiner dan bij analoge - een goed ontworpen digitale schakeling werkt als regel „direct” naar wens, zonder alle „toeters en bellen” die zich bij analoge schakelingen plegen voor te doen. Ook is de meetapparatuur, nodig voor het beproeven en storing zoeken, in digitale apparatuur maar bescheiden - een goede oscilloscoop en een toongenerator zijn als regel alles wat vereist is.

Het grootste probleem bij het opzetten van experimentele schakelingen is wel het aansluiten aan de IC's - hierbij mag in geen geval direct aan de pootjes van het IC gesoldeerd worden. Allereerst is dit slecht voor de levensduur van het IC, terwijl wij bovendien hetzelfde IC in verschillende schakelingen willen toepassen; hiertoe moet het IC steeds in een passende voet toegepast worden. Daar een 14-pens IC wel in een 16-pens voet past, maar niet andersom, verdient het aanbeveling zoveel mogelijk 16-pens voeten toe te passen; deze voeten worden weer op een contactstrook gesoldeerd, zodat steeds nieuwe verbindingen gemaakt kunnen worden zonder daarbij de voet aan te tasten. Voor de cijfer-LED's (het „display”) worden weer aparte voeten gemaakt met 10 aansluitingen.

Indien de schakeling op deze bordjes bevredigend werkt, kunnen we deze overbrengen op „Vero-board” met b.v. drie gaatjes „per eiland”; hiermede kunnen we het gebruikstoestel reeds in min of meer uiteindelijke vorm samenstellen. Indien we hiervan slechts

één maken, kunnen we het geheel in dit stadium laten - alleen bij grotere aantallen loont het de moeite, een speciale print op te zetten.

Het experimenteren met IC's is goedkoop, omdat allereerst de prijzen hiervan sterk gedaald zijn (sommige kosten nog nauwelijks één gulden!), en deze steeds weer opnieuw gebruikt kunnen worden; dit in tegenstelling met discrete componenten, die na het insolderen als regel onbruikbaar geworden zijn voor verdere experimenten. Ook kan de voeding zeer eenvoudig zijn; voor TTL-units komen we met 5V 1A een heel eind, bij CMOS 10V 1/2A. We mogen gerust stellen, dat voor een vijftig gulden aan onderdelen reeds veel nuttige schakelingen samengesteld kunnen worden.

Het bijzonder aantrekkelijke van deze bouw is, dat vaak uitgegaan kan worden van een eenvoudige schakeling met beperkte mogelijkheden (b.v. een eenvoudige klok), doch dat deze weer als bouwsteen kan dienen voor een meer ingewikkelde schakeling (b.v. een klok met interval en wekmogelijkheden); zodoende gaat er in feite niets verloren. Indien men begint met dit zeer boeiende gebied ontdekt men al ras, dat men er zich helemaal op instelt en voortdurend bezig is nieuwe mogelijkheden te vinden.

Het ligt nu in het voornemen van de ABC-redactie om aan de hand van een aantal artikelen, waarin de voornaamste bouwstenen behandeld worden, de amateur in te leiden in dit boeiende gebied waarbij uit de bouwstenen nuttige schakelingen samengesteld worden. Zo beginnen we met een eenvoudige timer, een frequentie-deler, om daarna over te gaan tot meer geavanceerde delers en timers, o.a. met LED-uitlesing en met interval. Uiteraard behoeft men al deze schakelingen niet te behouden, doch het opzetten en uitproberen is al zeer leerzaam - alle onderdelen kunnen voor andere schakelingen toegepast worden - bij de opzet gaan we steeds uit van een zo klein mogelijk aantal soorten IC's, die goedkoop en overal

verkrijgbaar zijn; het is niet zo praktisch, een speciale „consumer-IC” toe te passen, dat weliswaar enige IC's kan uitsparen, doch alleen verkrijgbaar is, zolang de fabrikant er voldoende afzetmogelijkheden voor ziet.

Via de timers en delers gaan we naar de klokken, waarbij er ook een grote variatie mogelijk is; via de eenvoudige „minuten en uren” klok kunnen we tot iedere gewenste uitbreiding gaan; tot seconden (1/10, 1/100 ...) wekmogelijkheden, tijdsintervallen, wedstrijdijden etc.; hierna de tellers (batching-counters), waarmee aantallen geteld kunnen worden en geselecteerd, de frequentiemeter (toerenteller, snelheidsmeter) digitale V-A-Ohm meters etc.

In tegenstelling tot de analoge technieken gaan we bij de digitale zo mogelijk uit van een digitale „input”; bij een digitale toerenteller bijvoorbeeld gaan we uit van de impulsvormige spanning over het onderbrekercontact van de ontsteking. Wat betreft de bouwstenen kunnen we een keuze maken uit twee soorten „basis-techniek”, nl. de TTL (Transistor-Transistor-Logic), gebaseerd op de „klassieke” bi-polaire halfgeleiderstechniek en de C(MOS) (Complementary Metal-Oxide Semiconductor), gebaseerd op de FET-techniek - beide systemen worden toegepast en hebben hun eigen voor- en nadelen.

Historisch is de TTL het oudste en daardoor het verst ontwikkeld - we kunnen kiezen uit een 1000 soorten (op papier althans); deze techniek is zeer betrouwbaar en weinig gevoelig voor statische ladingen. De voedingsspanning ligt op 5V (+ en -5%), terwijl het stroomgebruik vrij groot is: 20-50 mA per eenheid is heel normaal; dit maakt de TTL minder geschikt voor batterijvoeding.

Bij de CMOS is een veel hogere „pakkingdichtheid” mogelijk - daarom leent de CMOS zich bij uitstek voor tellers met vele trappen, geheugens (registers, ROM's, RAM's), D.V.M. PLL e.d. Voor de dichtheid van het aantal componenten kennen we drie uitdruk-

kingen, nl. de SSI (Small-Scale Integration, de laagste pakkingdichtheid), MSI (Medium Scale Integration, middelbare pakkingdichtheid) en LSI (Large-Scale Integration, hoge pakkingdichtheid). De voedingsspanning voor de „klassieke” CMOS bedroeg ca. 10V met als grenzen 5 en 15V; de typische eigenschappen van de CMOS komen overeen met die van de verrijkings-FET, nl. een zeer hoge ingangsimpedantie (uitgedrukt in Tera-ohm's, 10^{12} ohm) en een ruststroomgebruik, wat in pA wordt uitgedrukt! (10^{-12} A!). Het gevolg hiervan is, dat met één CMOS-uitgang bijna oneindig vele ingangspoorten „aangestuurd” kunnen worden (de Fan-Out is bijna oneindig) terwijl het stroomgebruik afhankelijk is van de frequentie van de aangelegde klokgenerator. Voor lagere frequenties, zoals die veelal in timers en klokken voorkomen, is het stroomgebruik maar een fractie van dat van TTL, zodat CMOS „ideaal” is voor batterijvoeding (horloges, zakcomputers, draagbare meters, telecom. apparatuur e.d.).

De nadelen van CMOS t.o.v. TTL waren de grote gevoeligheid voor statische ladingen (ontstaan door de geïsoleerde poortelektrode) en de geringere snelheid, waarmee de flip-flop omklapt. Als eerste grote verbetering van de klassieke CMOS ontstond de „LOC MOS” (Logic-Oxidized C-MOS), die sneller was, minder gevoelig voor uitwendige storingen en ook minder voor statische ladingen. Als laatste verbetering is nu de Q-MOS (Quick-MOS) ontwikkeld in combinatie met Philips, Signetics en R.C.A. Hierbij zijn de voordelen van TTL en CMOS vrijwel verenigd - de snelheid van TTL en de ongevoeligheid voor statische ladingen met de zeer hoge ingangsimpedantie en het geringe stroomverbruik van de CMOS. De voedingsspanning is ook aan de TTL aangepast (tussen ca. 4 en 6V), zodat er een vrijwel „ideale” logica is ontstaan.

De typenummering komt weer overeen

met de „oude, vertrouwde” TTL, terwijl ook de aansluitvolgorde overeenkomstig gekozen is; er is zelfs een speciale serie uitgebracht (de „T”-serie) die „pin-compatible” is en de TTL zonder meer kan vervangen - met een dergelijke Q-MOS kunnen ook TTL poorten aangestuurd worden!

Al met al ziet de toekomst voor de ontwerper van de digitale schakelingen er uiterst rooskleurig uit!

reductiebon

voor maximaal twee personen

bestemd voor

TECHNIEK
in vrije tijd

manifestatie van modelbouw en andere technische hobby's

jaarbeurs utrecht 5 t.m. 8 mei 1983

bij inlevering van deze
reductiebon aan de
Jaarbeurs-kassa betaalt u
f 6,- entree i.p.v. f 7,50

(deze korting geldt niet voor de
Trein-Toegang-biljetten van de N.S.,
daar die reeds korting geven)

Techniek in vrije tijd 1983

Op Techniek in Vrije Tijd 1983, de manifestatie van modelbouw en andere technische hobby's, welke van donderdag 5 tot en met zondag 8 mei 1983 in de Bernhard- en de Marijkehal van de Jaarbeurs te Utrecht wordt gehouden, staat — bijna traditiegetrouw — een bepaalde groep deelnemers centraal. In 1983 zullen verenigingen en organisaties die het thema lucht- en ruimtevaart belichten, deze belangrijke plaats innemen, o.a.:

— Benelux Electro Team

- ESA/ESTEC-European Space Research and Technology Centre
- Stichting Fidimo Luchtvaart-promotie
- Kon. Ned. Vereniging voor Luchtvaart (KNVVL)
- Stichting Mens en Wetenschap
- Militaire Luchtvaart Museum
- Ned. Ver. van Amateurvliegtuigbouwers
- National Radio Control Helicopter Association
- Nederlandse Jeugdvereniging voor Ruimtevaart en Sterrenkunde
- Stichting S.U.L.
- Vereniging voor Historische Vliegtuigen (VHV)
- Stichting Vliegport Gilze Rijen
- Nederlandse Vereniging voor Ultralichte Vliegtuigen

Enige musea op het gebied van bussen en trams geven op de beurs voorlichting over hun museumactiviteiten.

Stoomtrein en sleepboten

Niet alleen de inmiddels legendarisch geworden stoomtrein komt weer naar Utrecht — een activiteit van de Stoom Stichting Nederland in samenwerking met de Nederlandse Spoorwegen —, ook zullen er in 1983 oude sleepboten naar Techniek in Vrije Tijd opstomen. Tijdens de beurs wordt er met deze schepen gevaren in het aan de Bernhardhal grenzende water.

Automobielen

Op de komende manifestatie wordt veel aandacht besteed aan het klassieke automobiel-hobby-gebeuren. Alle historische automobielclubs zijn uitgenodigd om hun mooiste "oudjes" aan het publiek te tonen.

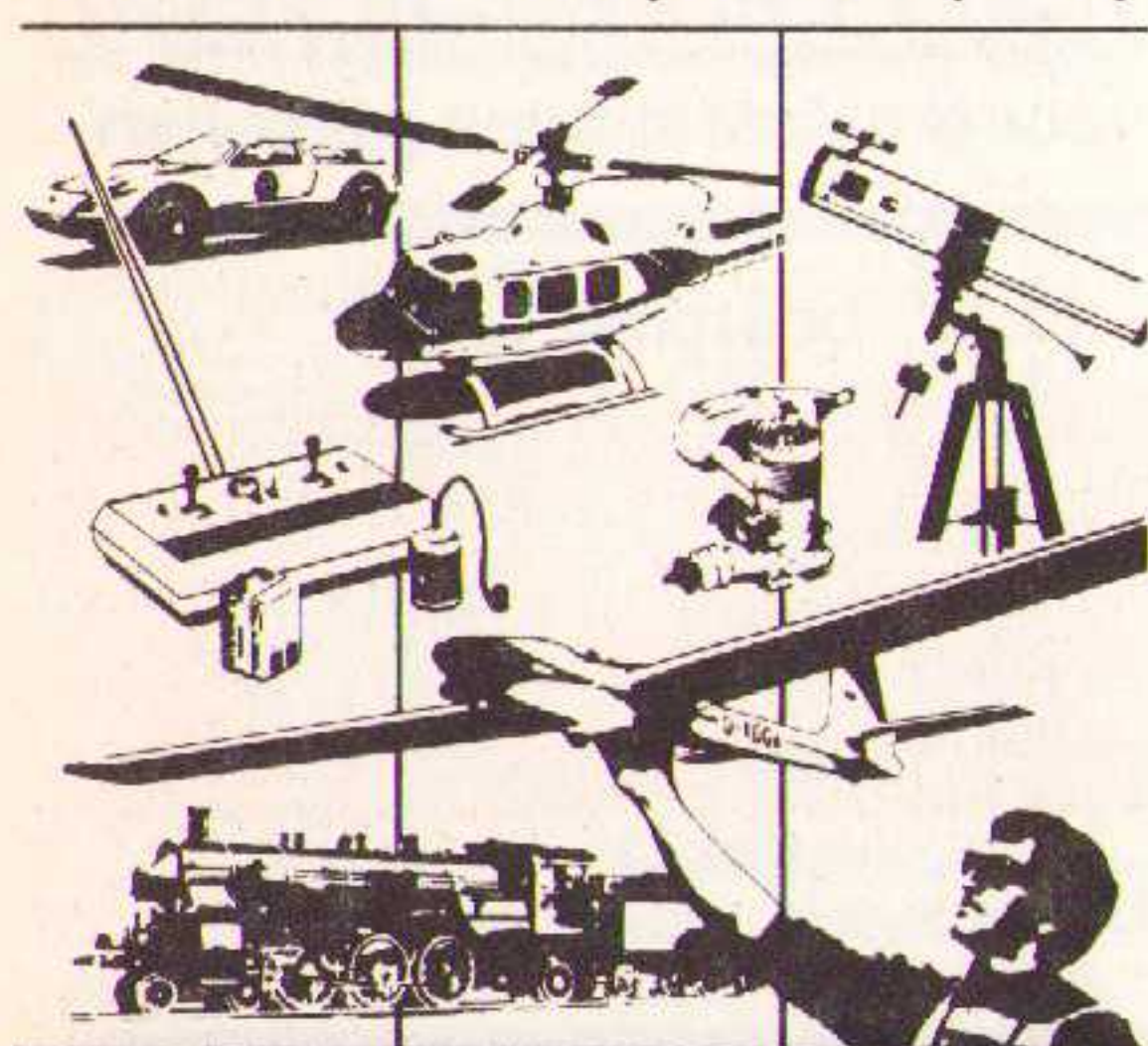
Ook de hobbycomputers en de communicatie-apparatuur zijn op de beurs aanwezig.

Opvallend is dat zowel fabrikanten als importeurs in ruimere mate vertegenwoordigd zullen zijn dan voorheen. Evenals vele uitgevers op het gebied van deze hobby's, o.a. De Muiderkring.

Openingstijden

Techniek in Vrije Tijd 1983 is geopend van donderdag 5 tot en met zondag 8 mei 1983, dagelijks van 10.00-18.00 uur.

reductiebon
voor maximaal twee personen (z.o.z.)



TECHNIEK
in vrije tijd

U manifestatie van modelbouw en andere technische hobby's
jaarbeurs utrecht 5 t.m. 8 mei 1983
dagelijks van 10-18 uur

Ook de Stichting "200 jaar na Montgolfier" is aanwezig op de manifestatie Techniek in Vrije Tijd 1983. Het is in 1983 namelijk 200 jaar geleden dat de eerste mens zich van de aarde losmaakte.

Aan het vliegeren, dat tegenwoordig sterk in opmars is, wordt in ruime mate aandacht besteed.

Modelautorijden

Tijdens de manifestatie wordt tevens het wereldkampioenschap modelautorijden gehouden.

Ook de Truck- en Trekkerfans kunnen hun hart ophalen. Diverse verenigingen geven — met hun voertuigen — acte de présence.

Forrest M. Mimms

Microcursus microprocessors deel 6,

Het besturingsgedeelte van PIP-2

Tot dusverre hebben we het in de cursus gehad over de grondbeginselen van getsystemen, digitale logica en de organisatie van microprocessors. Ook hebben we PIP-2 geïntroduceerd en geleerd hoe hij is opgebouwd en hoe hij moet worden geprogrammeerd. We gaan nu eens precies bekijken hoe het besturingsgedeelte van PIP-2 werkt; hoe de instructies uit het programma-geheugen worden gehaald en gedecodeerd en uitgevoerd worden. Tot slot zullen we het dan hebben over de mogelijkheid om de instructieset van PIP-2 te veranderen of uit te breiden door de micro-instructies in de besturings-ROM te wijzigen.

PIP-2's besturingsgedeelte

Het belangrijkste en meest complexe deel van een microprocessor is de besturing. Dit is het gedeelte dat in de juiste volgorde de instructies uit het geheugen haalt, ze decodeert en uitvoert. In zijn algemeenheid kan men van de werking van het besturingsdeel zeggen, dat onder de perfecte synchronisatie van een kloksignaal een aantal elkaar opvolgende, afzonderlijke handelingen worden uitgevoerd zoals het halen van instructies, de overdracht van data, het verhogen van tellers, het verrichten van rekenkundige handelingen enz. De acties die de besturing onderneemt bij bijvoorbeeld een laad-instructie zijn: het geheugenadres, dat het te laden woord bevat (de bron) en

de ingang van het juiste register (de bestemming) worden gelijktijdig op de bidirectionele microprocessor bus aangesloten. Vervolgens zendt de besturing een klokpuls naar het register om de laadhandeling te completeren en gaat verder met zijn taakverrichting door de volgende instructie te halen.

Hoewel dit alles voor een „oningewijde” student bijzonder ingewikkeld lijkt, is het in wezen eenvoudig. De instructie is namelijk niets anders dan een binair bitpatroon dat door de besturing wordt gebruikt om een bepaalde taak te verrichten. Eenvoudig gezegd: in principe is het besturingsdeel niet ingewikkelder dan de decoderschakeling die de juiste segmenten van een 7-segments uitlezing laat branden als reactie op een BCD-ingangs-signaal. In sommige microprocessors wordt het hart van de besturing gevormd door een combinatorisch netwerk van poorten, dat de programma-instructies decodeert en de sturingen van andere deelschakelingen in de processor activeert. In de meeste microprocessors wordt tegenwoordig echter een speciale ROM gebruikt. Deze ROM bevat de reeksen micro-instructies die nodig zijn voor het uitvoeren van iedere programma-instructie. Deze zogenaamde „microprogrammeerbare microprocessors” zijn veel flexibeler omdat hun instructiesets kunnen worden gewijzigd, simpelweg door de micro-instructies in de ROM te veranderen.

PIP-2 is ook micro programmeerbaar en in het blokschema van afb. 1 is de globale opbouw van het besturingsge-

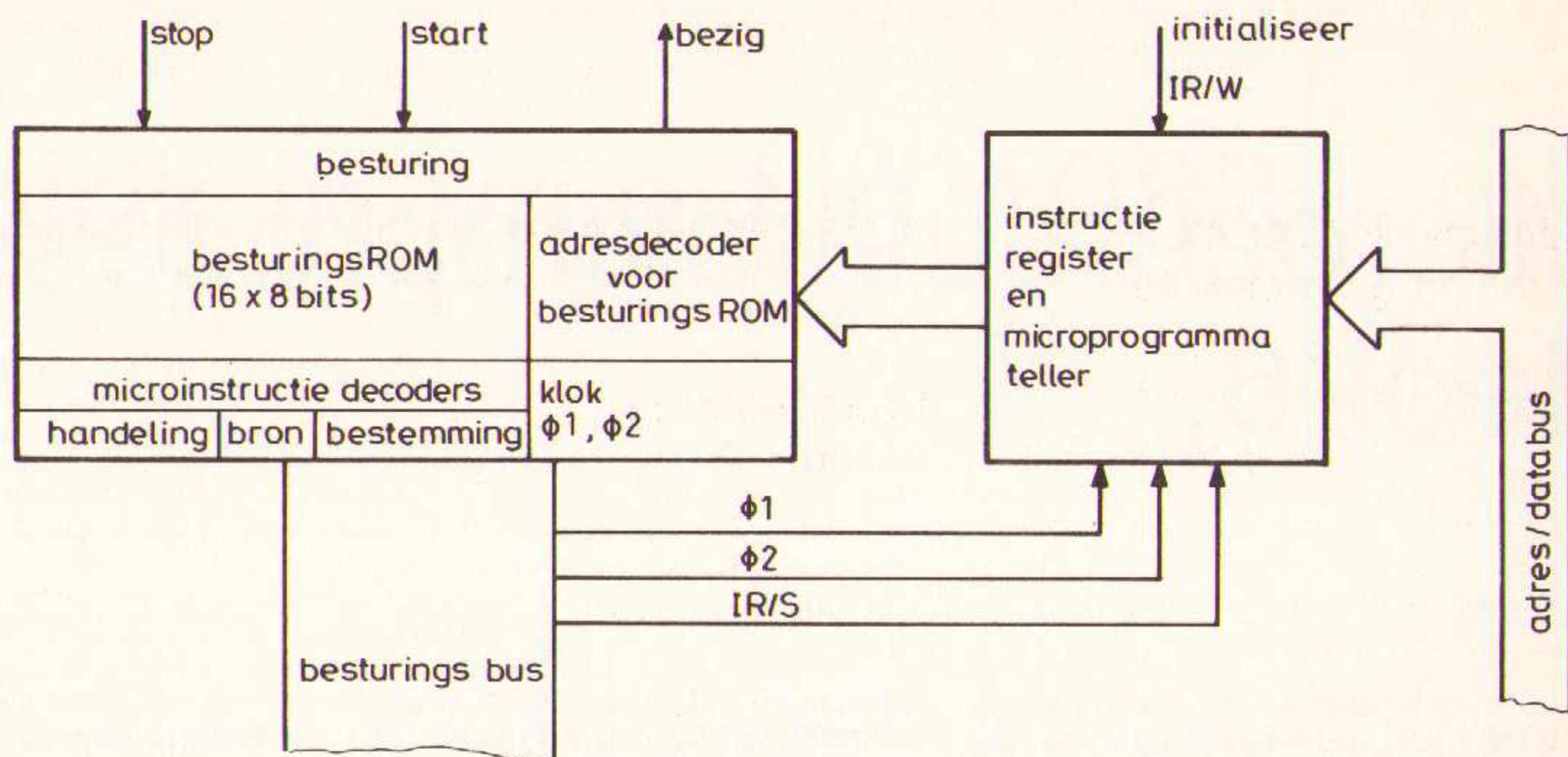
deelte te zien. In het vorige deel van de cursus is behandeld hoe dit deel aansluit op de rest van PIP-2. Als het u niet al te helder meer voor de geest staat is het verstandig dit nog eens door te lezen.

Een meer gedetailleerd schema van de besturing van PIP-2 toont afb. 2. Hierin is de organisatie van de microprogrammeerbare ROM opgenomen, die de micro-instructies bevat, evenals de micro-instructie decoders en de klokschakeling. Aan de hand hiervan zullen nu de afzonderlijke delen worden toegelicht.

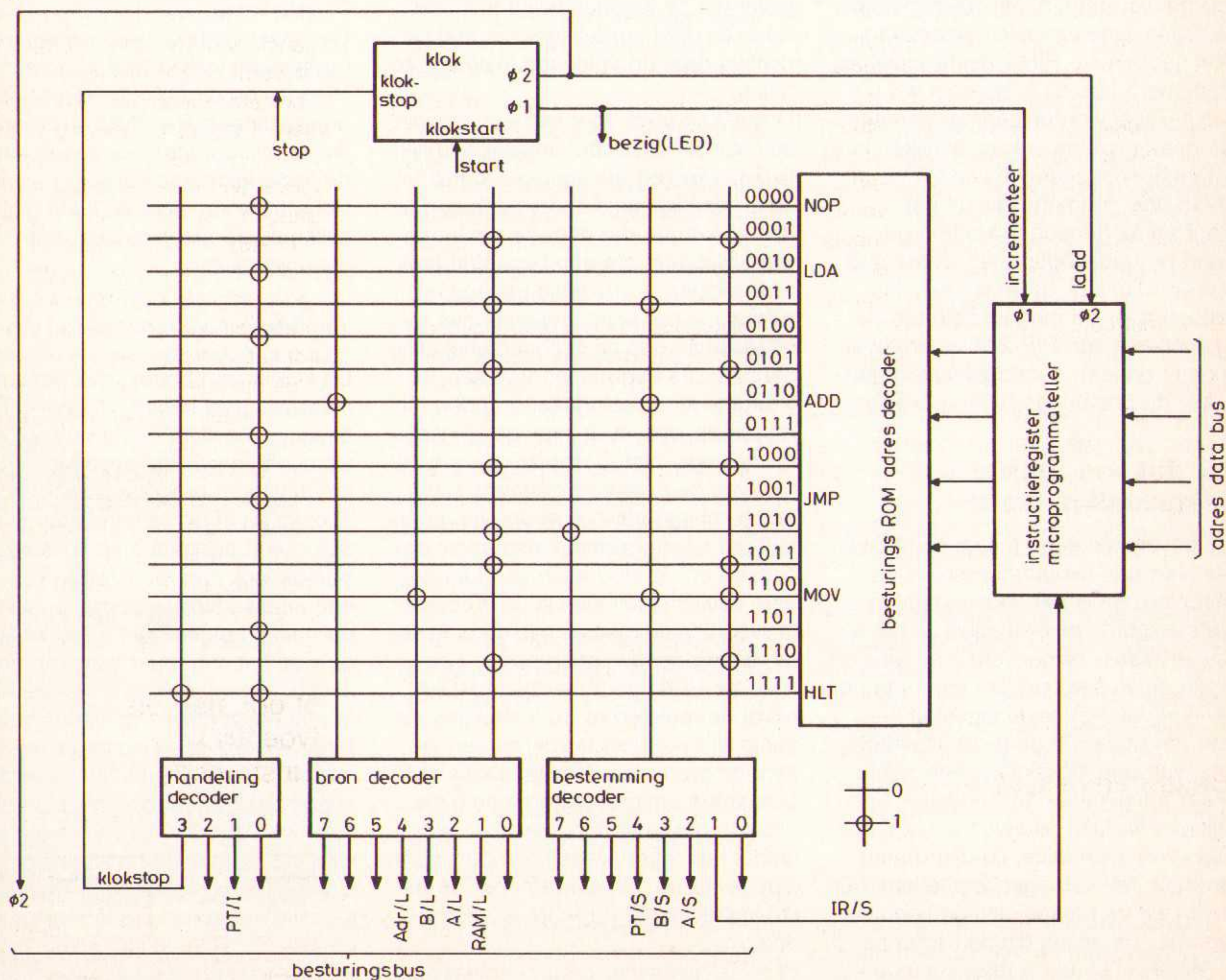
De klok

De klok is een betrekkelijk eenvoudig maar wel heel belangrijk deel van de besturing omdat hier de pulsentreinen worden opgewekt tengevolge van welke PIP-2 een programma doorloopt. „Lopen” is in dit verband zeer toepasselijk want het gaat stap voor stap. Van de klok kan men zeggen dat het een 2-fasen klok is omdat hij twee pulstreinen afgeeft die dezelfde frequentie hebben maar waarvan de fasen op uitgang Ø 1 en Ø 2 verschillen. In afb. 3 zijn deze signalen te zien. De klok heeft twee ingangen, nl. start en stop. Start is verbonden met de startknop op het bedieningspaneel. Als deze knop wordt ingedrukt wordt de start ingang laag gemaakt en begint de klok pulsen op te wekken. Door de stop ingang even laag te maken stopt de klok. Dit signaal kan afkomstig zijn van de stopknop op het bedieningspaneel of van de micro-instructie decoder tengevolge van een HLT instructie.

1



2



Afb. 1 - Organisatie van PIP-2's besturingsgedeelte.

Instructieregister en micro programmateller

Dit is een 4-bits teller met als dubbel-functie die van 4-bits register. Dit laatste houdt in dat de teller parallel geladen kan worden. Vanuit het programmeergeheugen wordt de opcode in het instructie-register geladen. De uitgangen van het instructie-register zijn verbonden met een adresdecoder. Het instructie-register wordt telkens met één verhoogd door het kloksignaal fase Ø 1. Op deze wijze wordt een aantal adressen van de besturings-ROM doorlopen. Dit proces lijkt erg veel op de programmateller van PIP-2 bij het uitvoeren van een programma. Het instructie-register wordt daarom ook vaak micro-programmateller genoemd.

Het instructie-register heeft drie sturingen. Eén is de telleringang die is verbonden met Ø 1. Als IR/S (Instructie Register/Schrijf) laag is dan wordt door de eerstvolgende Ø 2 klokimpuls de instructie op de adres/databus in het instructie-register geschreven. Als IR/W (Instructie Register/Wis) laag is wordt er 0000 in het instructie-register gezet. (In afb. 2 is IR/W niet aangegeven).

Besturings ROM adrescoder

Dit is gewoon een 1 uit 16 decoder die de juiste adressen in de besturings ROM activeert overeenkomstig de data in het instructieregister. Als bv. de inhoud van het instructie-register 0000 is, wordt het eerste adres in de besturings ROM gelezen.

Besturings ROM

Dit is een 128 bits ROM, georganiseerd als zestien 8-bit bytes. Iedere byte heeft een eigen adres (0000 t/m 1111) en representeert één micro-instructie. De besturings-ROM in afb. 6 is geladen met micro-routines voor zes aparte programma-instructies. Verderop zullen we zien dat deze micro-

Afb. 2 - Detailgedeelte van de besturing met de besturingsROM en de drie decoders. De ROM is hier als een matrix getekend. Een cirkeltje betekent een logische '1'; alle overige

routines heel gemakkelijk kunnen worden veranderd door de ROM opnieuw te programmeren.

Micro instructie decoders

In de besturing zijn twee 1 uit 8 decoders (bron en bestemming) en 1 uit 4 decoder (handeling) opgenomen. Een gekozen uitgang van een decoder wordt laag terwijl de overige uitgangen hoog blijven. Deze decoders zetten de micro-instructies die in het betreffende ROM adres zijn gedecodeerd om in de afzonderlijke handelingen die voor het uitvoeren van de micro-instructies nodig zijn.

In afb. 2 is te zien dat de besturings-ROM is verdeeld in zestien 8-bit bytes. De hoogste twee bitjes van iedere byte gaan naar de handelingdecoder, de volgende drie bits naar de brondecoder en de drie laagste bitjes naar de bestemmingsdecoder. De uitgangen van de drie decoders vormen samen met kloksignaal Ø 2 de besturingsbus van PIP-2.

De uitgangen van de brondecoder gaan naar de leesingen van de diverse deelsecties van PIP-2 terwijl de uitgangen van de bestemmingsdecoder naar schrijfingen gaan. De uitgangen van de handelingdecoder gaan naar speciale besturingsingen; in dit geval klokstop en programmateller incrementeer.

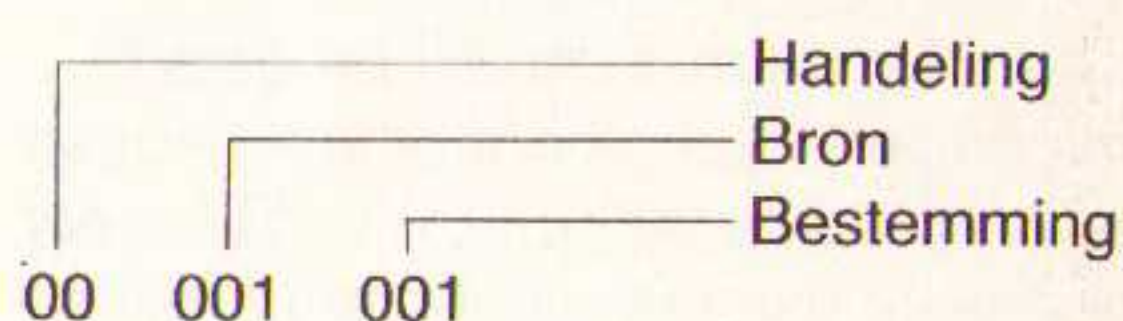
Het zal u zijn opgevallen dat een aantal decoderuitgangen niet wordt gebruikt. Dit betekent dat PIP-2 nog zou kunnen worden uitgebreid met bijvoorbeeld een C-register of een rekenkundige logische eenheid (ALU). Dit houdt dan tevens in dat in de ROM aanvullende micro-instructies moeten worden

plaatsen zijn logisch '0'.

Afb. 3 - Timing diagram van PIP-2's 2-fasen klok.

opgenomen om de extra schakelingen te besturen.

Door het bitpatroon in de ROM worden de decoders gestuurd. Adres 0001 bijvoorbeeld bevat micro-instructie 00001001. Laten we deze byte eens verdelen in de drie afzonderlijke bitreeksen voor de drie decoders.



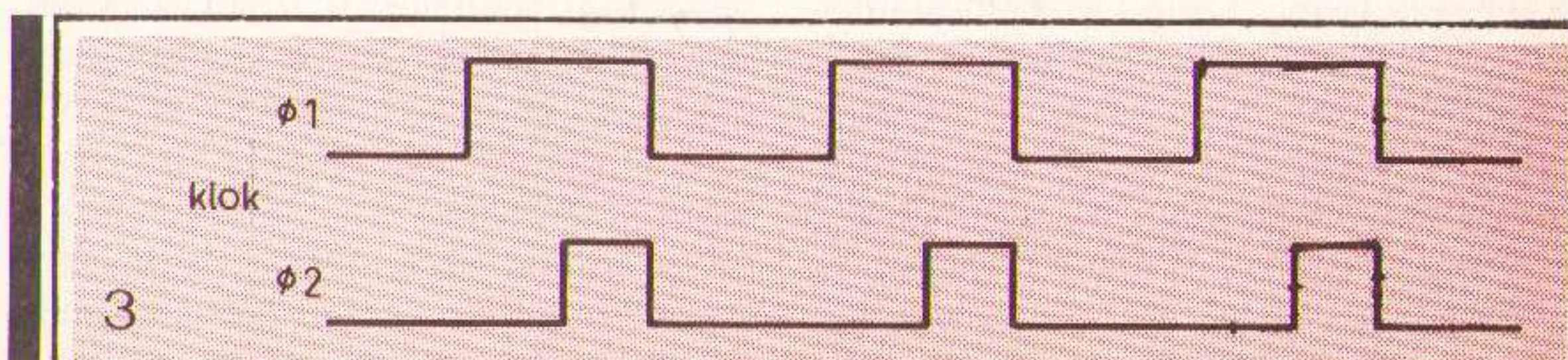
De handelingbitjes doen niets, omdat uitgang 0 van de handeling decoder wordt geactiveerd en die is niet aangesloten. De bronbitjes (001) activeren uitgang 1 van de brondecoder. Hierdoor wordt RAM/Lees laag.

De bestemmingsbitjes (001) activeren uitgang 1 van de bestemming decoder. Deze is verbonden met de Instructie Register/Schrijf lijn. Het resultaat? De uitgangen van het programma-geheugen (RAM) en de ingangen van het Instructie Register zijn gelijktijdig met de adres/data bus verbonden. Zodra de eerstvolgende Ø 2 klokpuls komt, wordt het Instructie Register geladen met de opcode uit de betreffende geheugenplaats in het programma geheugen.

We hebben nu enig inzicht gekregen in de opbouw van PIP-2's besturingsgedeelte en hoe een afzonderlijke micro-instructie wordt uitgevoerd. Laten we nu een stap verder gaan en bekijken hoe de besturing een instructie uit programmeergeheugen uitvoert.

Het ophalen en uitvoeren van de instructies

Als u eenmaal weet hoe door de



besturing een instructie uit het programmeergeheugen wordt gehaald en vervolgens wordt uitgevoerd bent u flink op weg de geheimen van echte microprocessors te doorgronden. In onze uitleg gebruiken we ook de instructieset van PIP-2 die in deel 5 is behandeld en het is niet zo'n gek idee dat deel er even bij te pakken.

Laten we aannemen dat de eerste instructie in het programmeergeheugen (dus op adres 0000) LDA is. Dit is een instructie die naar het geheugen verwijst en direct na de instructie staat een 4-bits data nibble. Bij de uitvoering zorgt LDA ervoor dat het A-register wordt geladen met de data nibble op adres 0001. Nadat het programma met de LDA instructie in het geheugen is geladen wordt de initialiseerschakelaar ingedrukt om de programmateller op adres 0000 te zetten. Het instructieregister dat tevens dienst doet als micro-programmateller wordt hierdoor eveneens op 0000 gezet.

De eerste twee bytes van de besturings ROM zijn gevuld met de micro-instructies die bij NOP horen. Als men nu op de startknop drukt gaat de klok pulsen opwekken en de eerste Ø 1 klokpuls doet het instructieregister/Microprogrammateller een stap omhoog gaan naar adres 0001 in de besturings ROM. Welke byte staat daar? Uit afb. 2 kunnen we aflezen dat dat 00001001 is. Deze byte activeert de RAM/Lees en Instructie/Register/schrijfsignalen. Zodra nu de Ø 2 klokpuls komt wordt de opcode byte die in het programmeergeheugen staat (adres 0000) gecopieerd in het Instructie Register. Toevallig is de opcode voor LDA 0001 en de inhoud van het instructieregister blijft hetzelfde. (Wat zou er gebeuren als de opcode 1011 of 0101 was?). Tot zover zijn de handelingen die de besturing heeft verricht onveranderlijk en automatisch gebeurd; zoals vastgelegd in de hardware; uitsluitend met als doel de eerste instructie uit het geheugen te halen. Wat gaat er hierna gebeuren? Bedenk dat de opcode voor iedere instructie een binair getal is dat 0001 minder is dan het startadres van

de micro-routine in de ROM die de instructie uitvoert. De eerstvolgende Ø 1 klokpuls zet het Instructie Register op de eerste micro-instructie van de LDA micro-routine en het balletje gaat nu rollen. We gaan de verschillende stappen bij de uitvoering van de LDA micro-routine volgen.

De eerste LDA micro-instructie (afb. 2) is 0100000. Alleen de Programmateller/Incrementeerlijn wordt actief, m.a.w. de programmateller wordt één hoger en komt op het volgende adres te staan. (Hier staat de data nibble die in het A-register moet worden geladen.) Klokpuls Ø 2 doet niets omdat er niets op de adres/databus is aangesloten.

De derde Ø 1 klokpuls verhoogt het Instructie Register naar de tweede micro-instructie van de LDA micro-routine (ROM adres 0011). De byte die hier staat (00001010) heeft tot gevolg dat RAM/Lees en A-register/schrijf actief worden. Als klokpuls Ø 2 komt wordt de data nibble uit de programma RAM gecopieerd in het A-register. Het A-register is nu geladen en het belangrijkste deel van de LDA-instructie is afgehandeld. De resterende twee micro-instructies halen de volgende instructie uit het programma-geheugen en wel als volgt. De vierde Ø 1 klokpuls stelt het Instructie Register op byte 0100000. Hierdoor wordt de programmateller één hoger gemaakt en komt op adres 0011 te staan. Klokpuls Ø 2 doet niets. De vijfde Ø 1 klokpuls zet het Instructie Register op de laatste micro-instructie 00001001. Deze laadt bij klokpuls Ø 2 de volgende opcode in het Instructie Register.

In eerste instantie lijken de handelingen die nodig zijn voor het uitvoeren van LDA ingewikkeld. Als u alles na loopt en even laat bezinken, blijkt dit alles toch eigenlijk een heel logische opeenvolging van een paar heel eenvoudige handelingen te zijn, die door de kloksignalen Ø 1 en Ø 2 aan elkaar worden gebreed.

Het diagram in afb. 4 toont de verschillende stappen nog eens op overzichtelijke wijze.

Afb. 4 - Dit diagram toont het opstarten van PIP-2 en de uitvoering van LDA: de eerste instructie van een denkbeeldig programma. In de tekst wordt dit stap voor stap beschreven.

De besturing in 't kort samengevat

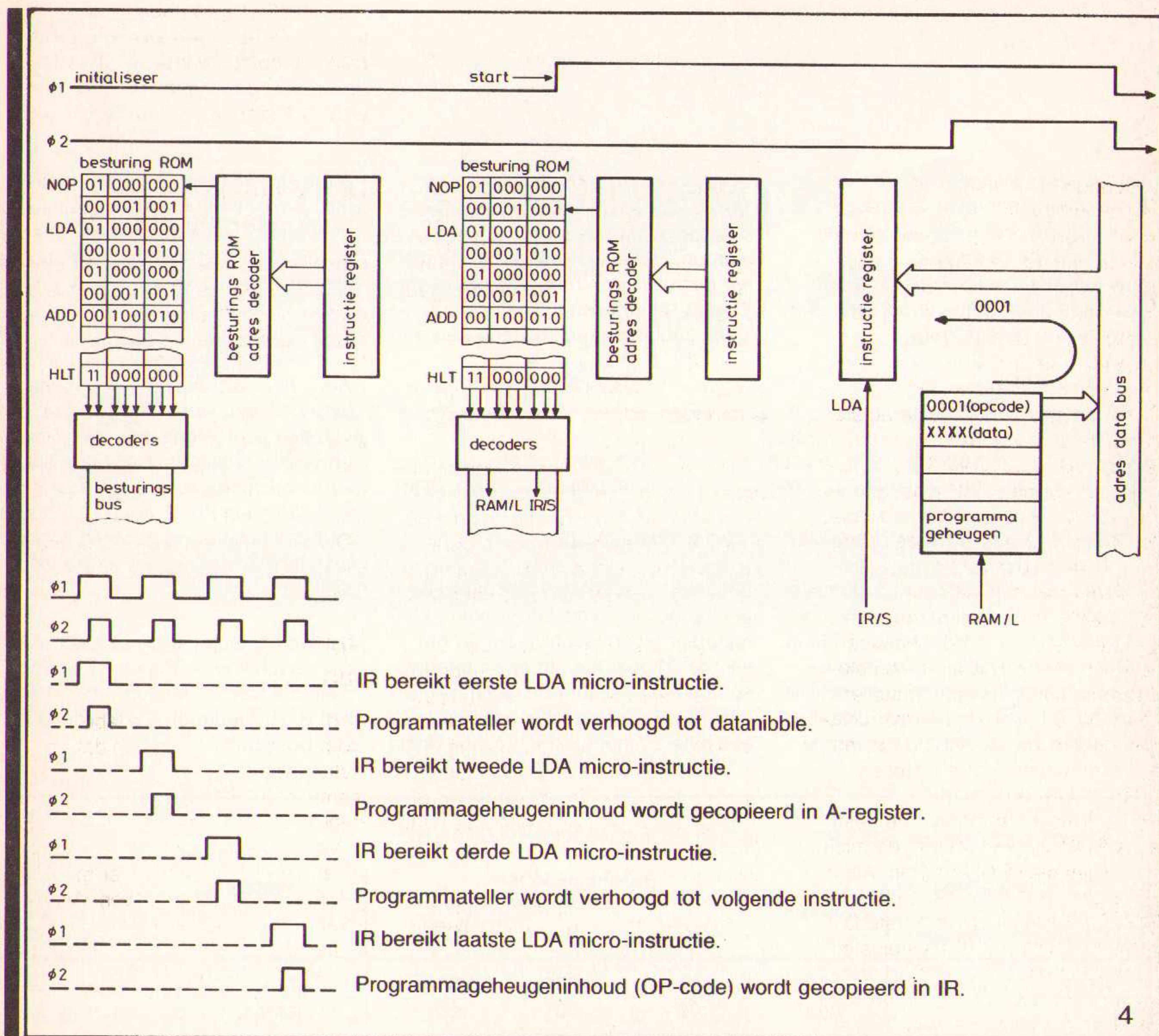
Eigenlijk zou u de besturing kunnen opvatten als een eenvoudige microprocessor in PIP-2. De besturings ROM bevat het programma; het Instructie Register is de programmateller en de decoders voeren de instructies uit, samen met kloksignaal Ø 2. In de tabel zijn alle micro-routines die bij PIP-2's instructieset horen opgenomen. Behalve de mnemonics en opcodes is de waarheidstabel van de besturings ROM opgenomen en de handelingen die iedere micro-instructie te weegbrengt.

Het micro-programmeren van PIP-2

Bij de bestudering van de tabel met micro-routines valt al snel op dat de instructies „Programmateller/Incrementeer” en RAM/Lees → Instructie Register/Schrijf” vaak voorkomen. Behalve deze instructies zijn er slechts vijf andere. Uiteraard zijn er meer mogelijkheden dan deze zeven. Als we ervan uitgaan dat er een bron en een bestemming moeten zijn, dan zouden dit een paar mogelijkheden zijn:

A/L	→ IR/S
A/L	→ PT/S
B/L	→ IR/S
B/L	→ PT/S
B/L	→ A/S
RAM/L	→ B/S
Adr/L	→ B/S
Adr/L	→ PT/S
Adr/L	→ IR/S

Als we bovendien bedenken dat er meer dan één bestemming mogelijk is, wordt het aantal mogelijkheden zelf met onze kleine PIP wel heel groot. Bijvoorbeeld: RAM/L → A/S, B/S, PT/S. Veronderstel dat u een werkend exemplaar van PIP-2 heeft gebouwd. Het is dan denkbaar dat de instructieset niet aan uw eisen voldoet. Als dat het geval is kunt u micro-instructies vervangen en een voor uw situatie beter geschikte instructieset maken. Zo is



het heel gemakkelijk om b.v. LDA te vervangen door LDB (Laad het B-register). Het enige wat u hoeft te doen is de LDA micro-routine in de besturings ROM op te zoeken en de byte die het A-register laadt zo te wijzigen dat het B-register wordt geladen. De oorspronkelijke byte is 00001010; de nieuwe byte wordt 00001011. De overige bytes blijven hetzelfde. De opcode voor LDA wordt de opcode voor LDB, want het startadres van de micro-routine in de ROM is hetzelfde gebleven. Op deze manier is het ook mogelijk nieuwe instructies in PIP-2 te micro programmeren. Houdt daarbij de volgende richtlijnen aan:

- 1) Let op dat u aan iedere instructie de goede opcode geeft. De opcode is

een binair getal, dat 0001 minder is dan het beginadres van de micro-routine in de besturings ROM.

- 2) Bijna altijd zal het noodzakelijk zijn aan het einde van de micro-routine de micro-instructies op te nemen die de volgende instructie uit het programma-geheugen in het Instructie Register laden.
- 3) De micro-instructie op adres 0001 van de besturings ROM moet altijd 00001001 zijn. Dat komt omdat deze micro-instructie een sleutelrol vervult bij het ophalen van de eerste instructie direct na het opstarten.
- 4) Bezin eer ge begint! Is de besturings ROM groot genoeg voor de nieuwe instructies? Zijn er wellicht

met een wat andere opzet plaatsen te sparen? Verwijdert u geen bestaande instructies die u later toch blijkt nodig te hebben?

- 5) Schrijf altijd op wat u gedaan heeft en waarom. Zonder goede documentatie komt u vrijwel altijd in de problemen

Laat u door deze richtlijnen niet weerhouden om PIP-2 te microprogrammen. Sommige mogelijkheden zijn heel interessant. Wat dacht u bijvoorbeeld van een instructie die de programmataeller laadt met de inhoud van het A-register, zodat naar een adres gesprongen wordt dat het resultaat is van een optelling. Dit wordt indirecte adressering genoemd. Het geeft aan een microprocessor de mogelijkheid naar een

aantal verschillende adressen in het programma-geheugen te springen, afhankelijk van het resultaat van een voorafgaande bewerking.

Hier is een mogelijke micro-routine waarmee deze indirecte adressering kan worden gerealiseerd.

adres in de besturings ROM door 00100100 en de opcode van NOP is de opcode van de nieuwe instructie geworden. Het is ook nodig aan de nieuwe instructie een mnemonic te geven. Omdat het om een indirect sprong gaat, zou JMI (jump indirect) een mo-

u erover zelf eens te proberen PIP-2 met één of twee nieuwe instructies uit te breiden? Het zou met niet eens verbazen als u met een betere instructie-set voor de dag kwam.

Tot besluit

Als u de micro-cursus in zijn geheel hebt gevolgd, weet u nu flink wat af van een aantal fundamentele micro-processor principes. Natuurlijk zijn echte microprocessors een stuk ingewikkelder dan PIP-2. Maar PIP-2 is wel een goede inleiding geweest voor de stap naar de echte microprocessors.

★

De Microcursus microprocessor is eerder verschenen in Populair Electronics „Microprocessor Microcourse“. Vertaling H. B. Stuurman, De Muiderkring BV, Bussum.

Micro-Instructie			Handeling	
H	Bron	Best.		
00	100	100	Adr/L	→PT/S
00	001	001	RAM/L	→IR/S

☆ H = handeling- Bron = bron-, Best. = bestemming-decoder.

Toevallig is de tweede micro-instructie van deze micro-routine hetzelfde als de tweede micro-instructie van NOP in PIP-2's instructieset. We kunnen de nieuwe instructie daardoor gemakkelijk inplaats van NOP opnemen. Daartoe vervangen we de byte op het eerste

gelijkheid zijn. Beter is een nauwkeuriger aanduiding omdat ook andere indirecte sprongen mogelijk zijn. In het voorbeeld gaat het om een indirecte sprong naar het adres in register A, zodat JIA (Jump Indirect to address in A) een betere mnemonic is. Zo, hoe denkt

Microroutines in PIP-2

Programma geheugen		Adres	Besturings ROM			Handeling
Mnemonic	Opcode		H	Bron	Best.	
NOP	1111	0000	01	000	000	PT/I
		0001	00	001	001	RAM/L →IR/S
LDA	0001	0010	01	000	000	PT/I
		0011	00	001	010	RAM/L →A/S
		0100	01	000	000	PT/I
		0101	00	001	001	RAM/L →IR/S
ADD	0101	0110	00	100	010	Adr/L →A/S
		0111	01	000	000	PT/I
		1000	00	001	001	RAM/L →IR/S
JMP	1000	1001	01	000	000	PT/I
		1010	00	001	100	RAM/L →PT/S
		1011	00	001	001	RAM/L →IR/S
MOV	1011	1100	00	010	011	A/L →B/S
		1101	01	000	000	PT/I
		1110	00	001	001	RAM/L →IR/S
HLT	1110	1111	11	000	000	klokstop



De laatste tijd leest men nogal wat berichten over het verbieden van scanners, maar wat daar van waar is weten de meesten ook niet.

Wij willen proberen alle zaken nog even op een rijtje te zetten.

Alles begon al toen de 27 mc band werd vrij gegeven, het gebruik van lineairs e.d. gaf overlast en men wenste een wetswijziging om dergelijke apparatuur te kunnen verbieden. Vroeger was het bezit van dergelijke apparatuur niet verboden, wel het gebruik ervan. Men ziet dan ook in advertenties aanbiedingen van 3 W tot wel 100 W, om maar niet te spreken van het aanbod illegale apparatuur, dus niet goedgekeurd. Hierbij vindt men meestal de vermelding 'alleen voor export', daar men als handelaar er wel in mag handelen en doorverkopen voor verdere handel. Doch verkopen aan een particulier die hem in Nederland wel gebruikt is verboden.

Men is dan ook vanaf die tijd bezig geweest om de Telegraaf- en Telefoonwet 1904 te wijzigen, die na veel discussie en kamerdebatten op 2 december 1982 is goedgekeurd.

Daarnaast werd er op 2 februari 1983 een motie ingediend door de kamerle-

den Faber (CDA) en Hermans (VVD) omtrent een verbod voor scanners. Gezien de nieuwe wet zijn er nu inderdaad mogelijkheden om een scanner te verbieden.

Maar eerst weer even terug naar af, om te kijken wat er nu precies gaat gebeuren.

De Motie

In het kort staat er in de motie dat het 'af luisteren' met behulp van zogenaamde scanners van de politieberichten (maar o.a. ook van berichten van de brandweer, geld- en gevangentransport) een inbreuk oplevert op de privacy van politie-agenten en betrokken burgers en tevens de politie overlast bezorgt bij haar taakuitoefening.

De heren Faber en Hermans vragen in de motie om wettelijke en technische maatregelen die kunnen worden getroffen om een eind te maken aan het 'af luisteren' met behulp van apparatuur, die kennelijk (mede) is ingericht voor de ontvangst van politieberichtgeving.

In 'van Dale' vinden we het woord 'af luisteren' terug met de volgende betekenis — (een gesprek, gezegde, gezang, spel van anderen) met opzet be-

luisteren, zonder dat zij het merken — waaruit mag blijken dat af luisteren eigenlijk iets verkeerd over zich heeft. Dus zoals de motie nu gesteld is, gaat men er al vanuit dat zij die naar een scanner luisteren zich eigenlijk strafbaar maken. Maar niets is minder waar, de politie, brandweer en noem maar op, weten dat er scanners bestaan en dat er mensen mee kunnen luisteren. Vandaar dat veel gesprekken, vooral van de politie, al met getal codes worden doorgegeven.

Tevens kort men veel dingen af, zoals 'een aanrijding met', waarin het woordje 'met' betekent 'met letsel'. Dit soort codes en afkortingen zijn alleen bedoeld voor snelle communicatie en niet voor versluiering van de berichtgeving. Wil men een bericht inderdaad doorgeven zonder dat anderen dit kunnen verstaan, dan gaat de politie over op crypto. Crypto is een spraakversluiering die niet is te breken. De tekst wordt in blokjes van 10 ms gesneden en door elkaar geschoven op een bepaalde manier, d.m.v. een piloottoon die wordt mee gezonden, kan men bij de ontvanger de tekst weer synchroon decoderen. Bij de meeste crypto-apparatuur is de code snel en eenvoudig te verstellen, doch er zijn wel zo'n ruim 95.000 verschillende codes die op zich

weer een miljoen mogelijkheden hebben, dus een code die niet zo eenvoudig is te breken, men mag zeggen een niet te breken code.

En hier zijn we eigenlijk op het belangrijkste punt beland, iemand die iets aan een ander vertelt, op wat voor een manier dan ook, dient er voor te zorgen dat het onverstaanbaar is voor derden als hij niet wenst dat meer mensen het te weten komen.

Dat is een normale zaak lijkt ons, evenals het fraaie voorbeeld dat Dhr. J. Meeuwissen van de juridische dienst van de Radio Controle Dienst gaf. Die stelde dat als hij een ansichtkaart verstuurd de dienstdoende

PTT-besteller dan in de gelegenheid is om de eventuele geschreven tekst te lezen. Wil hij nu niet dat zijn tekst wordt gelezen, dan stopt men die kaart in een enveloppe en verstuurt hem.

Dit is dus precies waar het om gaat de afzender van berichten bepaald door de manier van verzending (open, leesbaar of hoorbaar) of een ander het wel of niet mag weten. Dus bij het doorgeven van politieberichten dient de afzender er voor te zorgen dat het onhoorbaar is, als de politie dat wenst. En men kan wel stellen dat die crypto-apparatuur erg kostbaar is, doch dat is een eenmalige aanschaf, terwijl de scannermarkt regelmatig wordt vernieuwd. Dus economisch gezien verdient het rijk door invoerrechten en BTW de crypto-apparatuur terug.

Nog iets over de motie, er wordt gesteld dat door het scanner luisteren inbreuk wordt gedaan op de privacy van de politie-agenten. Een politie-agent in dienst is er voor om de openbare orde te handhaven ten behoeve van de burgers (ook scanner luisteraars). Het is dan ook een vreemde zaak om te stellen dat iemand die met het algemeen belang bezig is zoals een normale politie-agent, bij het uitoefenen privacy heeft. Iedereen kan hem zien als hij het verkeer regelt, ook als hij een inbreker betrapt of een arrestant opbrengt ziet het publiek dat en de vol-

gende dag staat het in de plaatselijke krant. Dus aan het uitoefenen van het beroep politie-agent is niet veel privacy.

Ook wordt er beweerd dat de politie overlast heeft van scannerluisteraars, doch dat is maar ten dele waar. In de grote steden zal dat wat meer zijn dan in de wat kleinere plaatsen. Maar het is vaak genoeg gebeurd dat het doorgeven van een kenteken van een auto er toe heeft geleid dat een scannerluisteraar die bewuste auto ziet en het doorgeeft aan de politie. Dit is dus duidelijk een voorbeeld van 'die pet past ons allemaal'. Men mag dan ook gerust zeggen dat er veel scannerluisteraars bezig zijn met 'het passen van die pet'.

En juist door deze zo bekende spreuk van de politie zelf blijkt nog duidelijker dat politie-agent 'spelen' beslist geen werk is met privacy.

Terugkomende op de nieuwe wet, vinden we de volgende belangrijkste wijzigingen; artikel 3ter lid acht

Bij of krachtens algemene maatregel van bestuur kunnen voorschriften worden gegeven met betrekking tot:

- a. radio-elektrische ontvangerinrichtingen; daarbij kan met het oog op de bescherming van de rechten van derden in het radioverkeer dan wel de nakoming van internationale overeenkomsten het vereiste van een machtiging van of vanwege de Minister worden gesteld voor de aanleg, het aanwezig hebben en het gebruik van daarbij te omschrijven ontvangerinrichtingen;
- b. het gebruik van hetgeen met een ontvangerinrichting, niet zijnde een inrichting uitsluitend bestemd voor omroepontvangst, kan worden opgevangen ter bescherming van de rechten van derden.

artikel 3ter lid negen

Bij of krachtens algemene maatregel van bestuur kunnen voorschriften worden gegeven met betrekking tot andere inrichtingen dan bij of krachtens deze wet zijn geregeld, welke zijn

bestemd voor het met gebruikmaking van elektrische energie overbrengen van klanken, beelden, tekens, seinen of andere mededelingen, waarbij onder meer het vereiste van een machtiging van de Minister kan worden gesteld voor de aanleg, het aanwezig hebben en het gebruik van deze inrichtingen.

In het eerste artikel komt het er op neer dat men dus technische eisen kan stellen aan ontvangapparatuur. Hierbij kan men zich voorstellen dat een bepaalde band niet meer op een radio mag zitten. Er is een stuk korte golf die niet bedoeld is voor de omroep en men zou die kunnen gaan verbieden.

Het tweede artikel zit nog vreemder in elkaar, daar in dit artikel alle apparaten die niet in deze wet zijn geregeld op een grote stapel worden gegooid en eventueel aan bepaalde eisen kunnen worden onderworpen.

In deze wet worden radio-elektrische zenderinrichtingen en radio-elektrische ontvangerinrichtingen geregeld. Dan moeten we nu kijken naar andere inrichtingen (niet zijnde zenders en/of ontvangers) die zijn bestemd om klanken, beelden e.d. over te brengen door gebruikmaking van elektrische energie. Je kan daar lang of kort over denken, maar in principe vallen alle audio-apparaten daar onder, ofschoon wij vermoeden dat dit hier niet de bedoeling is? En ook de intercom zal hier niet worden bedoeld? Of juist wel? Wij weten het niet!

(wordt vervolgd)

Jos Verstraten

Het zoethoudertje

Kleine kinderen zijn dol op knopjes, lampjes, toeters en bellen. Die ontdekkingstocht door een wereld vol nieuwe dingen is op zich natuurlijk best leuk en noodzakelijk, maar frustrerend is wel dat TV, tuner, recorder, en al wat glimt en blinkt niet meer veilig is op de vanouds gegroeide vaste plek in huis. Er zijn maar twee mogelijkheden: ofwel alles opruimen en ophangen aan het plafond, ofwel als een veldwachter voortdurend achter het kind aanrennen met de blik op boos en het woord 'nee' voorgevormd op de lippen.

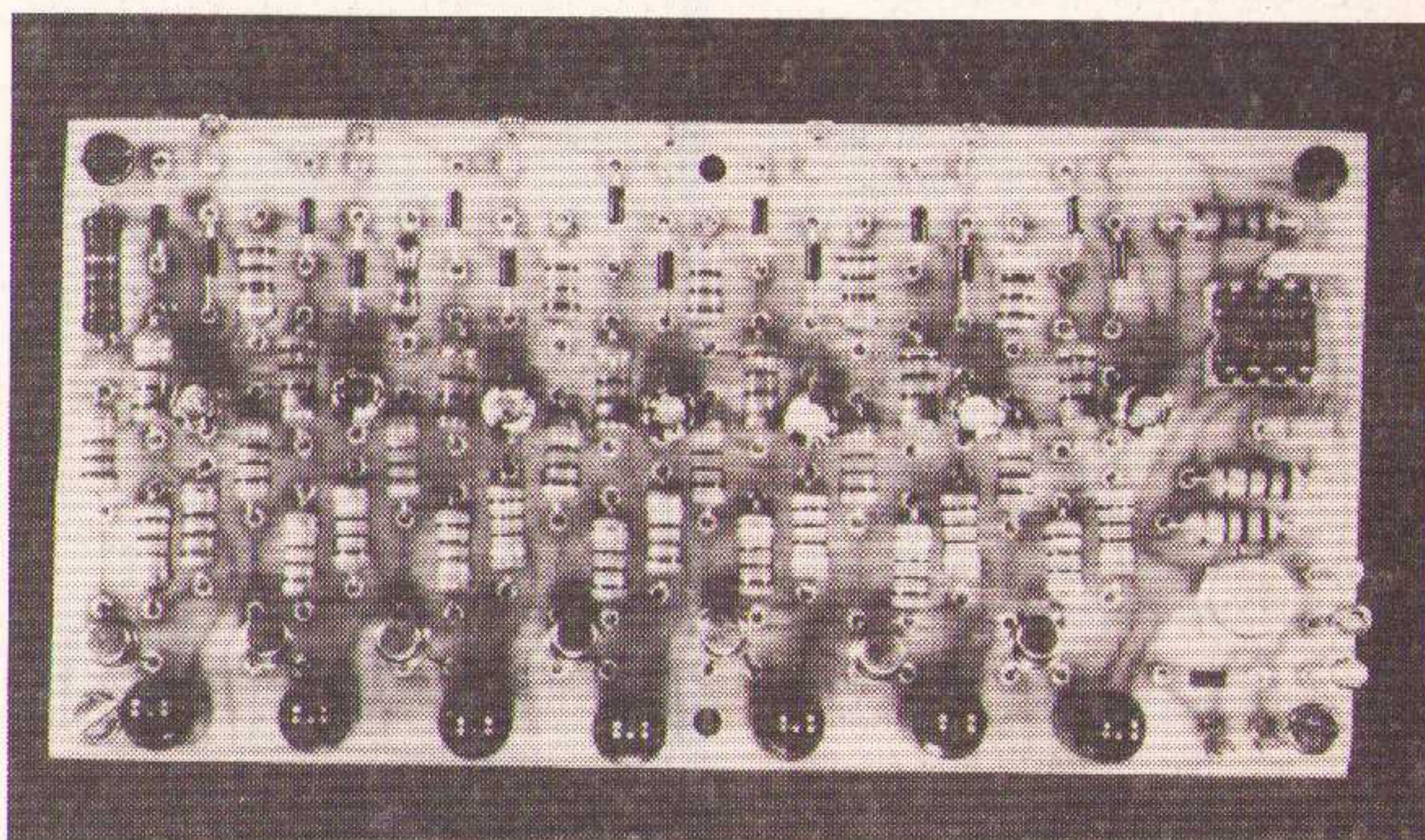
Dit 'zoethoudertje' is ontwikkeld als alternatief: het biedt alles wat interessant is voor een kind van 1 à 2 jaar: glanzende, kleurige knopjes, gekleurde LED's die opflitsen als er op de knopjes wordt gedrukt en een toetertje waar mooie toontjes uitkomen, als beloning voor het drukken op knopjes.

Het blokschema van het apparaatje

Afb. 1 geeft een algemeen overzicht van het zoethoudertje. De basis wordt gevormd door zeven drukknopjes S1 tot en met S7. Als op een van de knopjes wordt gedrukt, flitst een van de LED's D1 tot en met D7 even heel fel op. Zolang de drukknop ingedrukt blijft, zal een ingebouwd luidsprekertje bovendien een toontje in het frequentiegebied van 200 tot ongeveer 600 Hz laten horen.

Het licht-effect

LED's zijn uitstekende voortbrengers van de moderne elektronische



technologie, maar hebben (nog) één groot nadeel: de uitgestraalde lichtintensiteit, is nu niet zo denderend hoog. Voor indicatie-doeleinden prima, maar om de aandacht van een kind te trekken: ho maar!

Het ligt voor de hand gebruik te maken van gekleurde miniatuur gloeilampjes. Echter, veiligheids-overwegingen hebben ons hiervan afgebracht.

Kinderen proppen immers alles in hun mond, dus ook dit zoethoudertje. Het idee dat er ooit een glazen lampje stukgebeten zou kunnen worden (lamp-houdertjes zijn ook door kleine kinderen zo gesloopt!) schrok ons nogal af.

Vandaar dat toch is gekozen voor onverwoestbare LED's, zij het volgens een ongebruikelijk systeem aangestuurd.

Normaliter wordt een LED door middel van een serie-weerstand gevoed uit een gelijkspanning, zodat er een constante stroom door het onderdeel loopt. Deze continu-stroom mag bij de meeste types niet hoger zijn dan 20 à 35 mA.

Met deze stroom komt een bepaalde licht-intensiteit overeen, die te laag is voor onze toepassing. Wat ligt er dan meer voor de hand dan de LED even aan te sturen met een forse stroompiek, veel hoger dan de continu-waarde, zodat de halfgeleider-lamp even heel fel oplicht?

Dit systeem heeft bovendien als voordeel dat het batterijtje (want uiteraard rusten we kinderspeelgoed alleen maar uit met een ongevaarlijk 9 V batterijtje) langer meegaat.

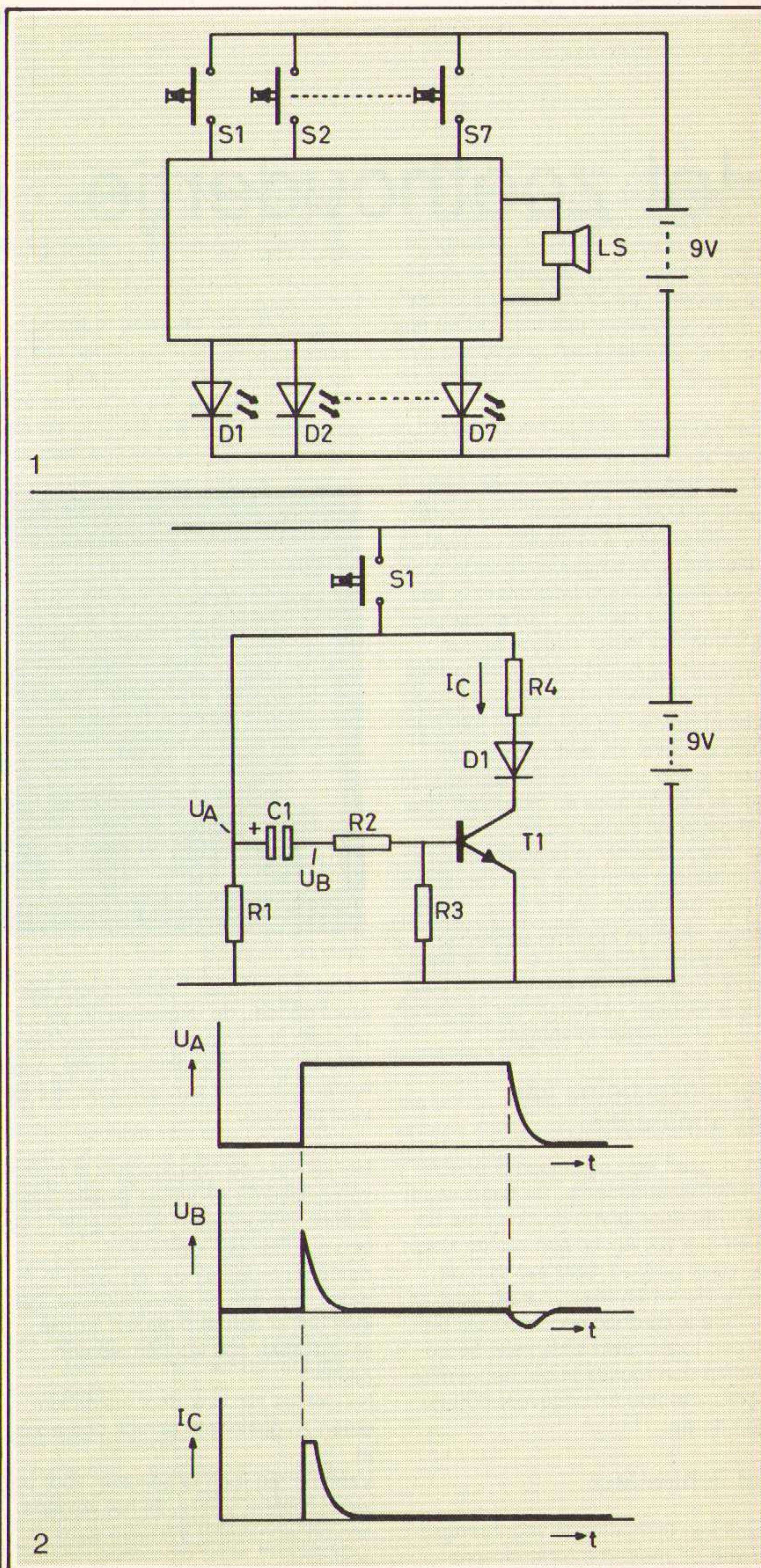
Het schemaatje is getekend in afb. 2. De voedingsspanning wordt door mid-

Afb. 1. Het blokschemaatje van 'het zoethoudertje': een aantal drukknoppen sturen ieder een LED'je en gezamenlijk een luidsprekertje.

del van de drukschakelaar S1 verbonden met het basis-netwerk R1, R2, R3 en C1. Als we op de knop drukken, dan verschijnt plotseling de volle voedingspanning over weerstand R1. C1 en de weerstanden R2 en R3 vormen een differentiator, die de plotse positieve spanningssprong doorkoppelt. Op punt B ontstaat dus een positief spanningspiekje van 9 V, met een tijdsduur afhankelijk van de waarden van C1, R2 en R3. Deze positieve spanningssprong stuurt de transistor T1 even in verzadiging. De collector komt aan de massa te liggen, er vloeit een stroom I_C door de LED, waarvan de waarde wordt bepaald door de grootte van R4. Na enige tijd gaat de transistor sperren, de LED dooft. Als we de drukknop loslaten, gaat de spanning op punt A zich ontladen door de drie weerstanden. Als de condensator volledig is ontladen is het systeem weer in rust en klaar voor het verwerken van de volgende druk op de knop.

Het geluids-effect

Het orgeltje hebben we opgebouwd rond het bekende timer-IC 555. Het schema is getekend in afb. 3, de werking wordt grafisch toegelicht aan de hand van de grafieken van afb. 4. In het IC zitten twee comparatoren, die de spanning over de condensator C1 vergelijken met respectievelijk $1/3$ en $2/3$ van de voedingsspanning. De comparatoren sturen de set en reset van een flip-flop. De Q-uitgang van deze schakeling stuurt een transistor T1 al of niet in geleiding. De uitgang van de schakeling wordt afgetakt van de inverse uitgang ($\bar{Q}$) van de flip-flop. De flip-flop reageert op positieve pulsen op de set en reset. Bij het aanleggen van de voedingsspanning is de spanning over de condensator C1 uiteraard gelijk aan nul. Deze spanning komt via aansluiting 2 van het IC op de negatieve ingang van de onderste comparator. De positieve ingang van deze schakeling staat via de (interne) spanningsdeler R3-R4-R5 op een spanning van $1/3 U_B$. De positieve ingang van



Afb. 2. Het schema van de LED-impulssturing voor het verhogen van de intensiteit.

de comperator is positiever dan de negatieve, de uitgang van de comperator is positief, de reset van de flip-flop stuurt de Q-uitgang naar nul. Transistor T1 spert. Er vloeit nu een laadstroom door de weerstanden R1 en R2, waardoor de spanning over de condensator langzaam gaat stijgen. Op tijdstip t_1 wordt de condensatorspanning gelijk aan de $1/3 U_b$ -drempel van de onderste comperator. De negatieve ingang van deze schakeling wordt positiever dan de positieve ingang, de uitgang klappt om en wordt nul. De reset van de flip-flop volgt, maar deze negatieve sprong heeft geen gevolgen voor de flip-flop. De

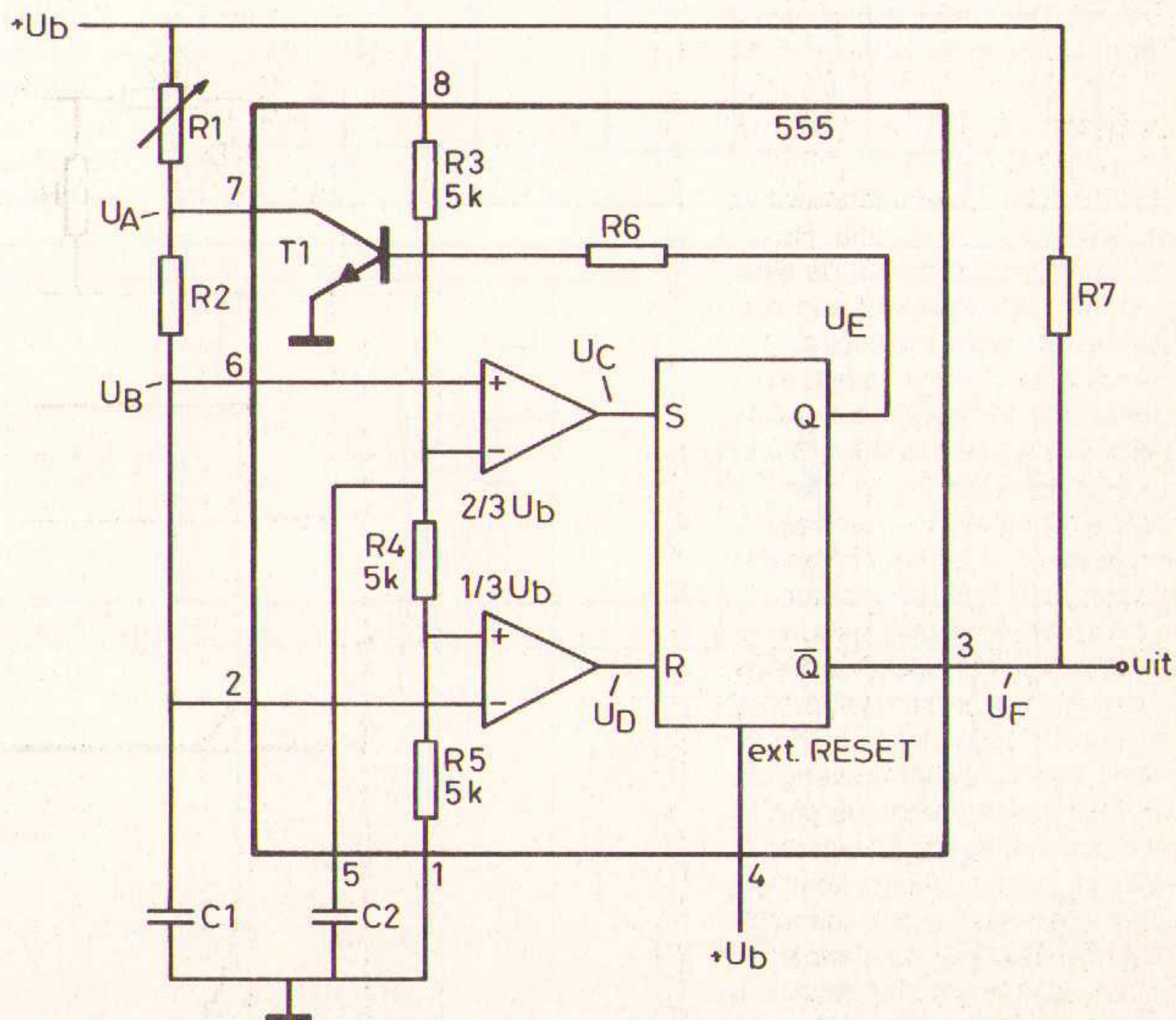
schakeling reageert immers alleen op
positieve pulsen!

De condensator laadt verder op. Op tijdstip t_2 wordt de spanning over dat onderdeel gelijk aan $2/3$ van de voedingsspanning. Comperator 1 slaat nu om, want de spanning op zijn positieve ingang wordt groter dan de spanning op de negatieve ingang. De positieve setpuls doet de flip-flop reageren: de Q-uitgang wordt hoog, transistor T1 wordt open gestuurd en ontlaadt de condensator via weerstand R2. De spanning over de condensator gaat dalen. Op tijdstip t_3 overschrijdt de condensator-spanning het omklappunt van COMP-2. De positieve uit-

Afb. 3. In- en externe schakeling van een toongenerator, opgebouwd rond de 555 timer.

gangspuls van deze schakeling reset de flip-flop. Transistor T1 gaat naar sper, de condensator kan weer opgeladen worden via R1 en R2.

Besluit: over condensator C1 ontstaat een soort driehoeksspanning, variërend tussen $2/3 U_b$ en $1/3 U_b$. Op de uitgangen van de flip-flop kan men een rechthoeksspanning aftakken. De frequentie van dit signaal wordt bepaald door de laad- en ontlaad-tijden van condensator C1. De weerstand R6 is noodzakelijk, omdat de Q-uitgang van de flip-flop een open-collector uitgang heeft en dus via een extern aan te sluiten weerstand met de voedingspanning moet worden verbonden.



Afb. 4. Spanningsvormen, horende bij de schakeling van afb. 3.

Afb. 5. Het volledige schema van het zoethoudertje.

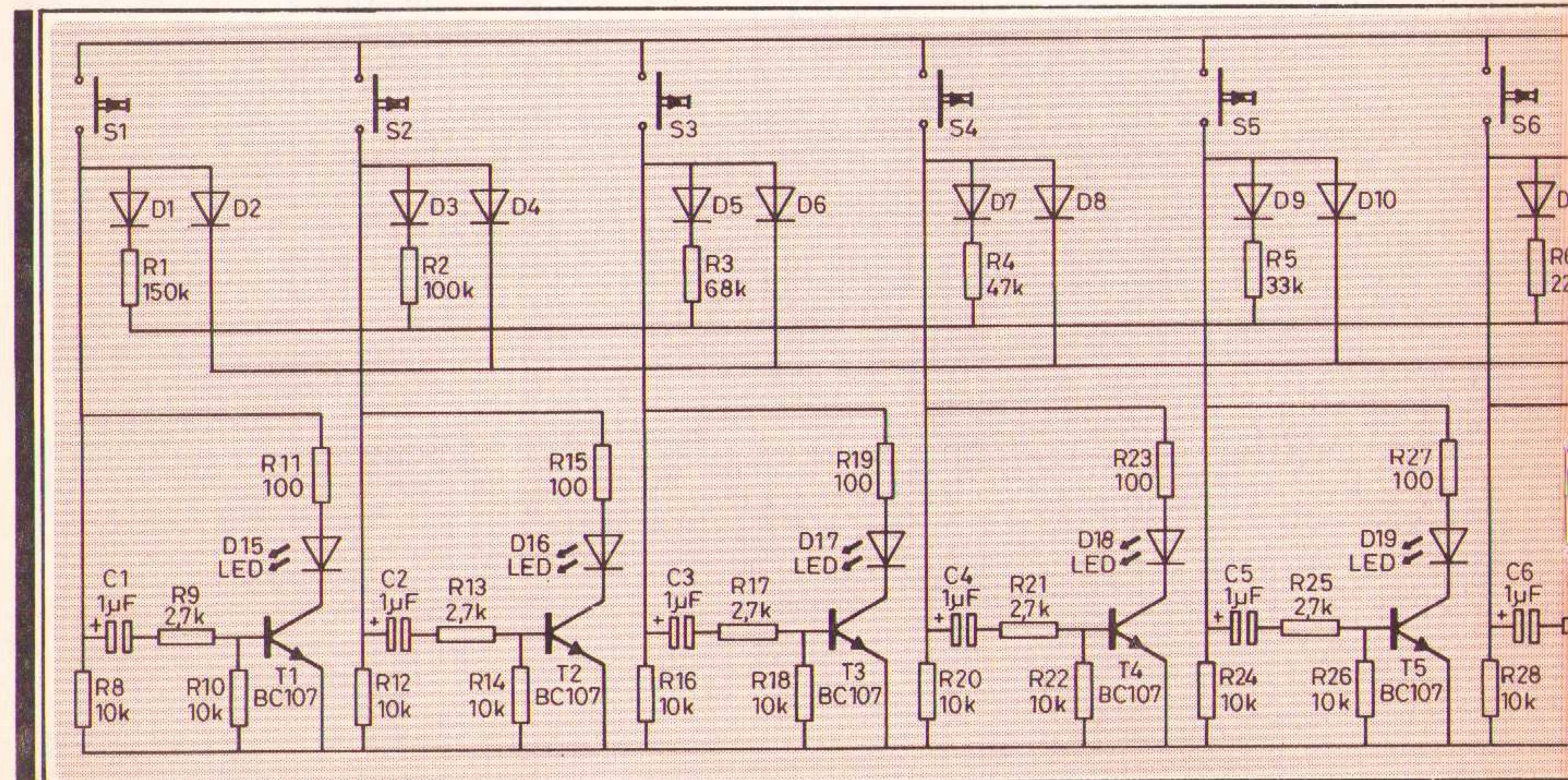
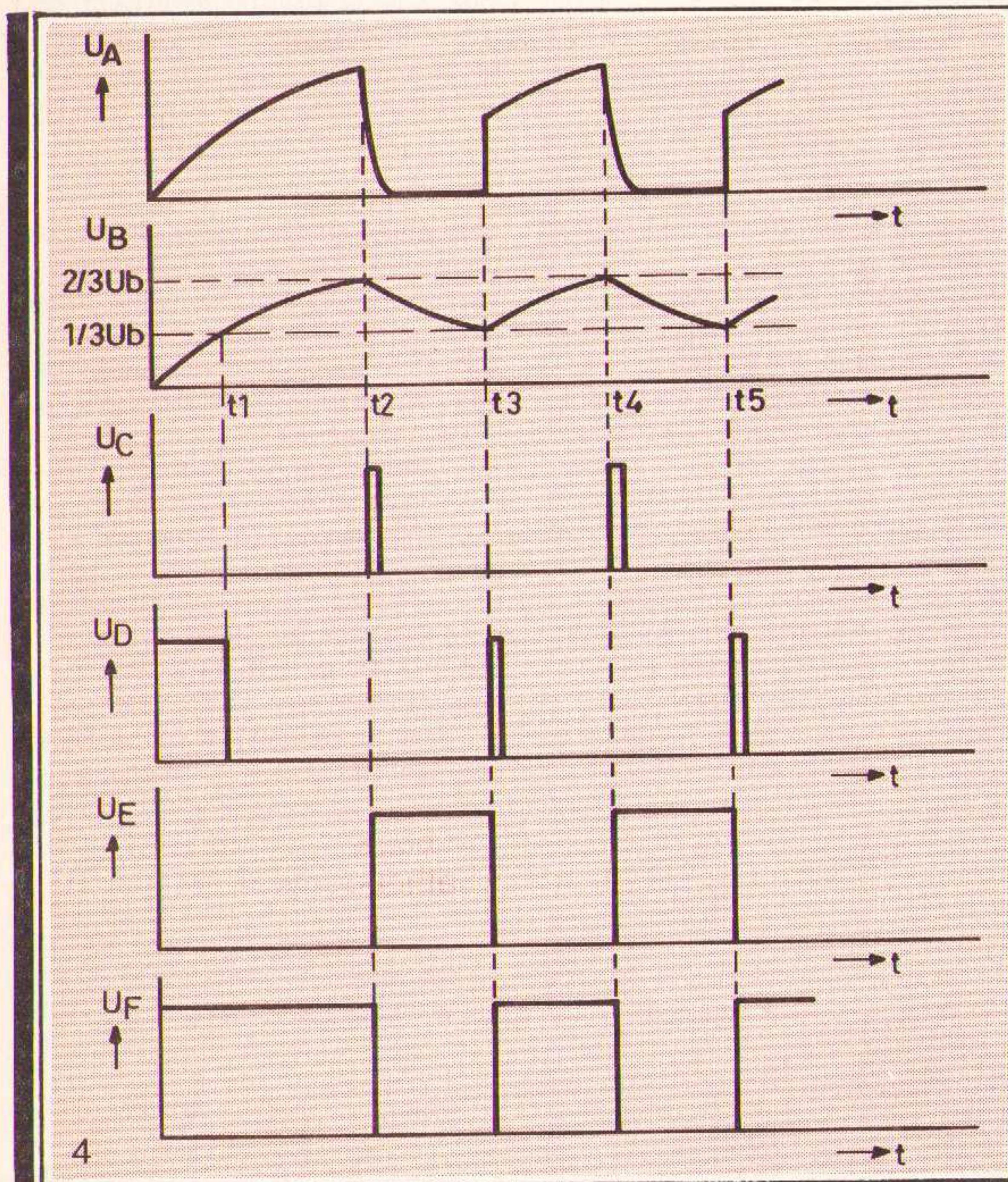
Het volledige schema van het zoethoudertje

Afb. 5 geeft het volledige schema van het apparaatje. Wij zijn uitgegaan van zeven drukknoppen, maar in principe kan dit aantal uiteraard tot in het oneindige worden uitgebreid. De positieve pool van de 9 V batterij is alleen via de drukknoppen met de schakeling verbonden. In rust, als er niet met het apparaatje wordt gespeeld, wordt de batterij niet belast. Een afzonderlijke aan-uit schakelaar is dus niet noodzakelijk.

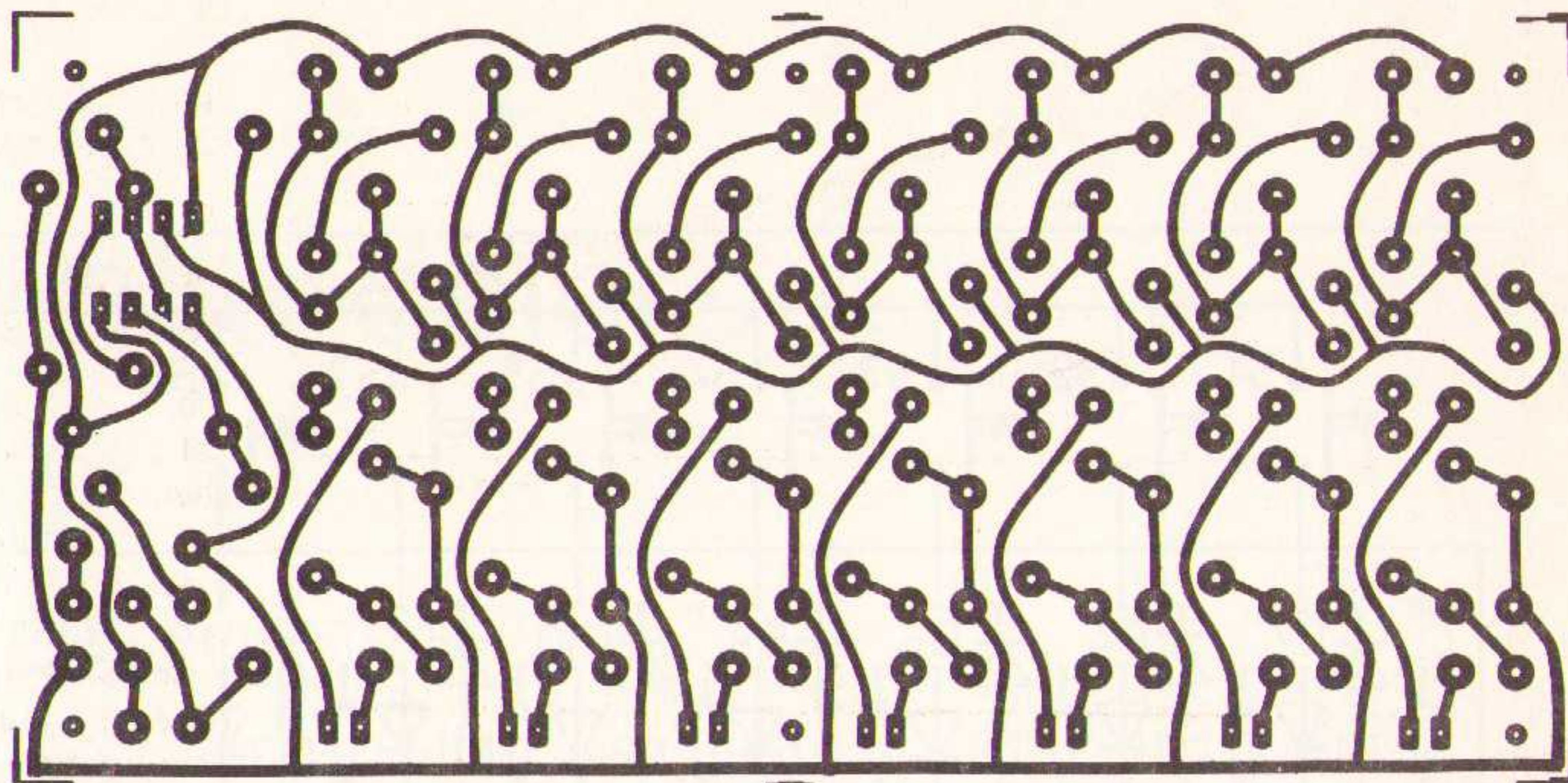
Dat heeft wel tot gevolg, dat we door het indrukken van een schakelaar drie dingen moeten verzorgen:

- de voedingsspanning voor de schakeling rond het 555 IC en de daarop aangesloten luidspreker;
- de voedingsspanning voor de bij de toets horende LED-schakeling;
- de frequentie-bepalende onderdelen voor de 555-timer.

Dat kunnen we combineren, als we een aantal scheidings-dioden in het



Afb. 6. Printontwerpje.



geheel opnemen. Stel, we drukken toets S7 in. De anode van diode D14 wordt verbonden met de positieve voedingsspanning, het onderdeel gaat geleiden en zet de voedingslijn voor de timer en de luidspreker onder spanning. Diode D13 gaat ook geleiden. Condensator C8 van de frequentiebepalende onderdelen van de 555-timer wordt opgeladen via de weerstanden R7 en R36 en ontladen via R36.

Zoals uit het schema blijkt, hoort bij iedere schakelaar een 'R7' met een andere waarde. De weerstandswaarde

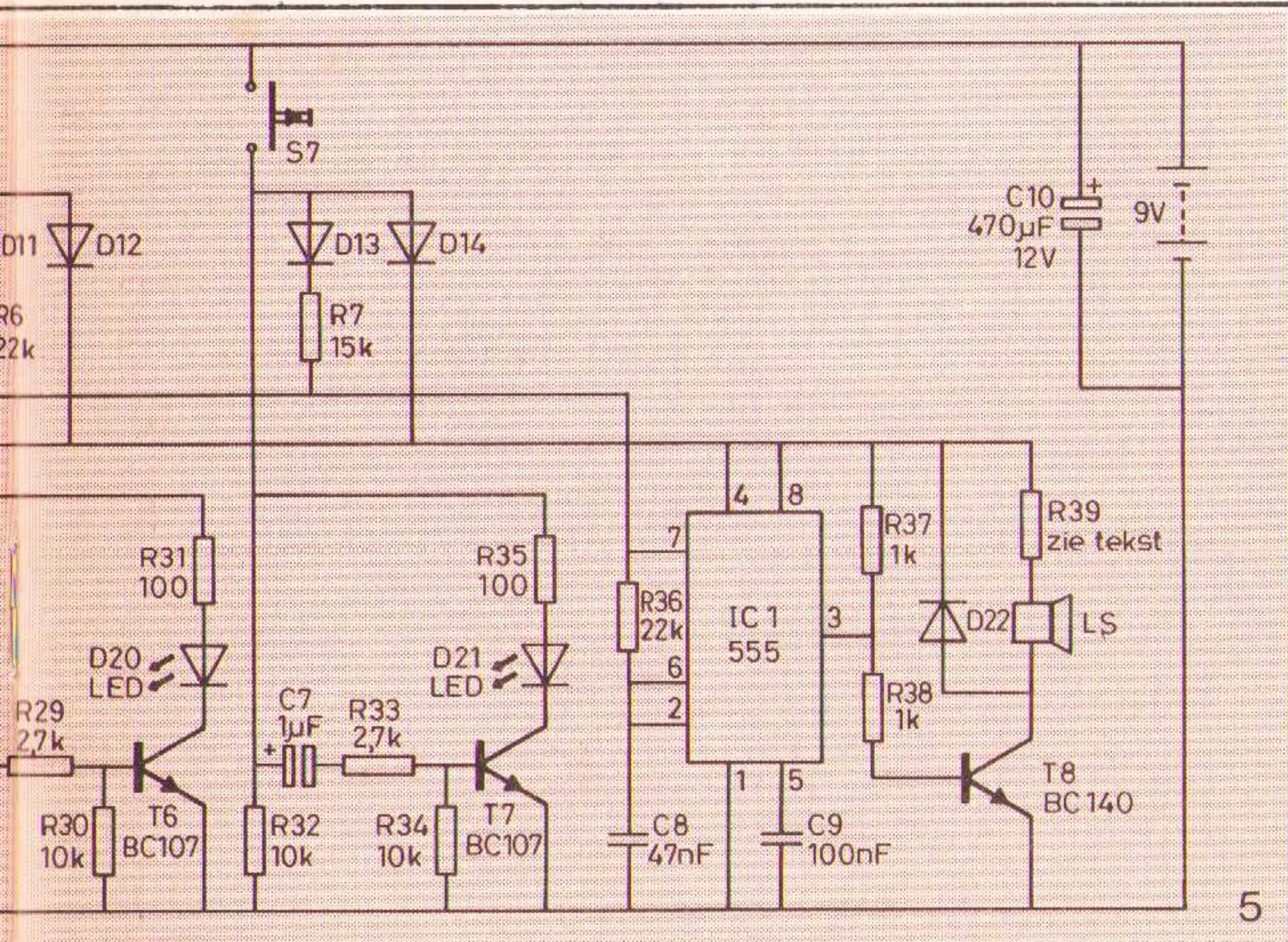
loopt op van 15 k-ohm tot en met 150 k-ohm, hetgeen een toontje oplevert tussen 200 en 600 Hz.

De uitgang van de 555-timer stuurt via weerstand R38 een BC140. Deze zorgt voor de noodzakelijke stroomversterking voor het luidsprekertje. In serie met de speaker is een weerstand R39 opgenomen. De waarde van die weerstand hangt af van de impedantie van de gebruikte luidspreker. Gebruikt men een miniatuur 150 ohm speaker, dan kan deze weerstand vervallen. Werkt men echter met een 8 ohm toetertje, dan moet deze weerstand

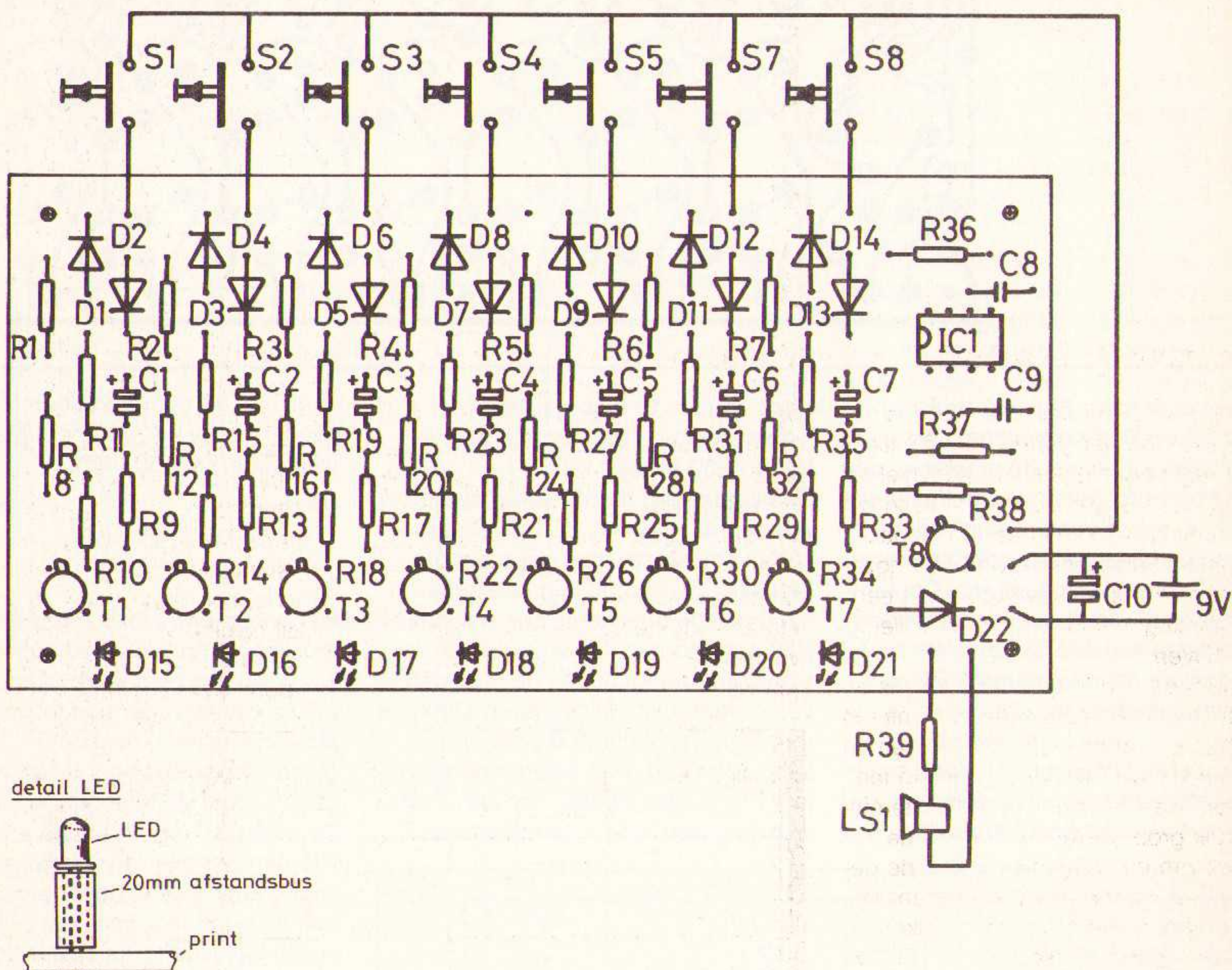
minstens 47 ohm bedragen. Als men minder herrie wil, verhoogt men deze weerstand tot 150 ohm.

De bouw van het zoethoudertje

Het printje van afb. 6 herbergt (op de drukknopjes na) alle onderdelen. De bouw van de print volgt uit afb. 7. De LED's kunnen door middel van afstandsbusjes (kunststof!) rechtstreeks op de print worden gesoldeerd, zoals uit de detailtekening volgt. De elko C10 wordt aan de koperzijde van de print over de voedingsaansluitings-pennen gesoldeerd en parallel aan de print gebogen. Het geheel kan in een klein kunststof kastje worden ingebouwd, waarbij de print met 20 mm. afstandsbusjes op de frontplaat wordt gemonteerd en de batterij en de luidspreker een plaats vinden op de bodem van het kastje. We hebben gebruik gemaakt van een transparant diepvriesbakje, te koop in de supermarkt, waarbij alle onderdelen dus zichtbaar blijven en het geheel een voor een kind nieuwsgierigheid wekkend geheel wordt. Gebruik voor de drukknop-schakelaars niet de bekende goedkope Japanse dingetjes. Deze schakelen niet zo erg goed, vaak moet men tamelijk hard drukken, wat voor een klein kind problematisch kan zijn, gebruik daarom de dure, maar zeer goede en duidelijk voelbaar schakelende modellen 9400 van APR waarvoor knopjes in verschillende kleuren leverbaar zijn.



Afb. 7. De componenten-bestukking voor de schakeling.



7

Onderdelenlijst

Weerstanden, 1/3 W, 5%:

100 ohm: R11-R15-R19-R23-R27-R31-R35
 1 k-ohm: R37-R38
 2,7 k-ohm: R9-R13-R17-R21-R25-R29-R33
 10 k-ohm: R8-R10-R12-R14-R16-R18-R20-R22-R24-R26-R28-R30-R32-R34
 15 k-ohm: R7
 22 k-ohm: R6-R36
 33 k-ohm: R5
 47 k-ohm: R4
 68 k-ohm: R3
 100 k-ohm: R2
 150 k-ohm: R1

Condensatoren:

47 nF: C8 (MKH)
 100 nF: C9 (MKH)
 1 μ F: C1-C2-C3-C4-C5-C6-C7
 470 μ F: C10

Halfgeleiders:

1N4138: D1 t.e.m. D14-D22
 LED, 5 mm: D15 t.e.m. D21
 uA 555: IC1
 BC107: T1-T2-T3-T4-T5-T6-T7
 BC140: T8

S. J. Hellings

Frequentie-delers

Hoofdstuk 1: Inleiding

De taak van de frequentie-deler is het delen van de aangelegde frequentie door een bepaald deeltal - als regel zal dit een geheel getal zijn, ofschoon dit niet principieel is. Het aantal toepassingen van frequentie-delers is langzamerhand zo groot geworden, dat een opsomming hiervan steeds onvolledig zou blijven.

Het proces van frequentie-deling is al bijna zo oud als de elektronica zelf - in de oertijd werden elektronenbuizen en gasbuisjes als actieve elementen toegepast, waardoor omvang en energiegebruik groot waren. Eerst met de komst van de halfgeleiders zijn de delers goed van de grond gekomen; de grote compactheid is eerst bereikt door toepassing van IC-technieken (TTL en MOS), waarbij de laatste als voordeel heeft de zeer geringe afmetingen (LSI, large scale integration) en een uitermate laag energiegebruik (ca éénmiljoenste van dat van TTL).

De 'ouderwetse' deelsystemen, zoals die met gesynchroniseerde flip-flops, met trapjeskrommen e.d. zullen we maar overslaan, daar deze in hoofdzaak historische waarde bezitten. Het zou wel de moeite waard zijn, eens een historisch overzicht te geven van alle toegepaste elementen en schakelingen - dat zou een aardig boekje kunnen vullen!

We zullen ons echter beperken tot delers, gebaseerd op digitale technieken en wel in TTL en in MOS. De schakelingen hiervoor lopen in feite niet uiteen - de MOS is aangewezen voor batterij-toepassingen.

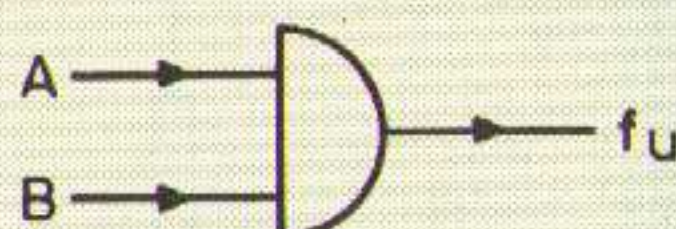
In plaats van het woord deler - wat de functie zeer goed omschrijft - wordt vaak 'teller' gebruikt - wat een vertaling is van 'counter' doch 'op zich' geheel niets zeggend is; het 'telproces' is een onderdeel van het 'deelproces'. Een drie-deler bijvoorbeeld telt tot drie, alvorens weer terug te gaan tot de uitgangstoestand; een echte 'teller' moet uiteraard ook een uitlezing hebben waarop de telwaarden afgelezen kunnen worden.

Een digitale schakeling is opgebouwd uit 'poorten', (de EN-poorten en de OF-poorten), waarbij voor ons de EN-poorten het belangrijkste zijn; in feite gebruiken we het meeste de NIET-EN poorten of NEN (NAND)-poorten.

Daar de toepassing van deze poorten als 'schakelaar' niet zo algemeen bekend is, zullen we deze wat in meer detail bekijken.

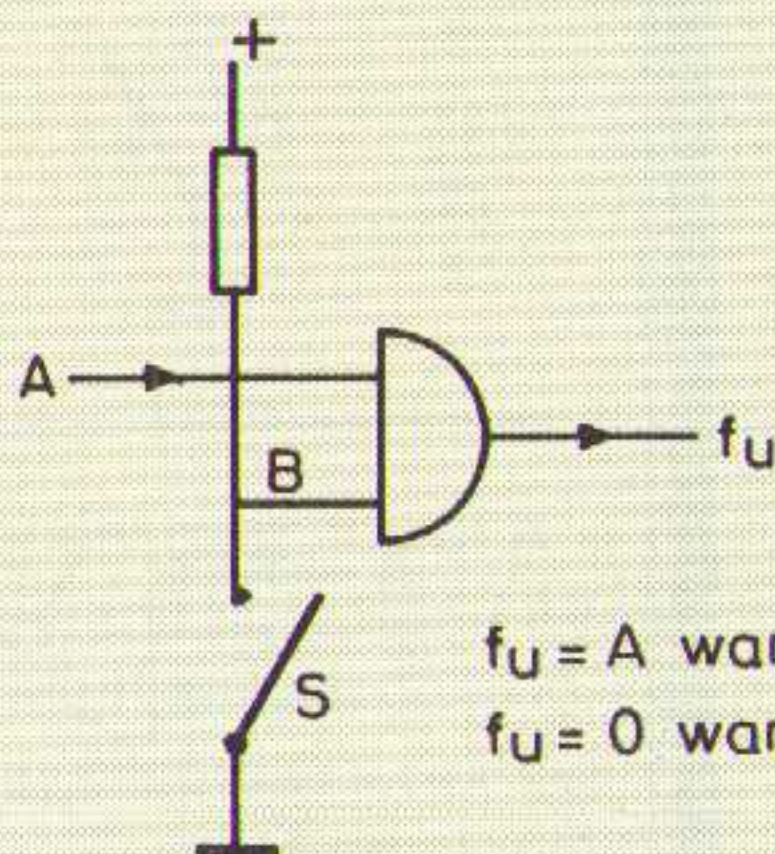
In fig. 1a is het (oude) symbool voor de EN-poort aangegeven met de bijbeho-

fig. 1a



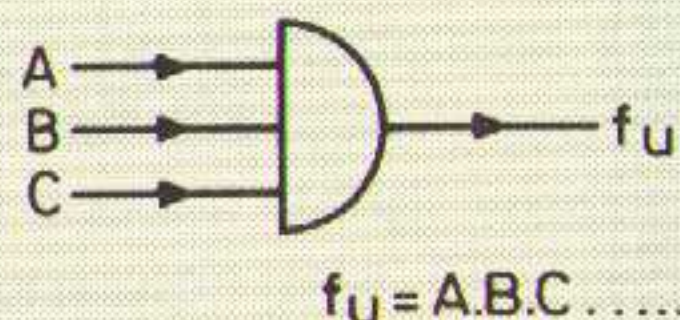
A	B	f_u
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

fig. 1b



$f_u = A$ wanneer $B=1$ (S=open)
 $f_u = 0$ wanneer $B=0$ (S=dicht)

fig. 1c



$f_u = A.B.C.$

rende functie (waarheids) tabel en wel met twee ingangen, A en B. De uitgang $f_u = A \cdot B$ wat in de functie-tabel is aangegeven. Slechts indien beide ingangen 1 zijn, zal de uitgang ook 1 zijn; in alle andere gevallen is deze 0 (laag). Dit maakt het mogelijk deze poort als schakelaar toe te passen, wat in fig. 1b is weergegeven; zolang S open staat, zal B 1 zijn, dus $f_u = A$ (schakelaar 'in'). Wordt S gesloten, dan zal de uitgang steeds 0 zijn - de schakelaar 'staat open'.

We moeten ons terdege realiseren, dat in TTL een 'open' ingang steeds een 1 is - deze behoeft derhalve niet met de + van de voeding verbonden te worden. Alleen, indien deze 1-en onderling 'gekoppeld' zijn, moeten deze wel degelijk met de + voeding verbonden worden, daar de poorten door 'lekkage' elkaar gaan beïnvloeden.

Nu is in vele gevallen het aantal ingangen groter dan 2 (3, 4 ... 8) (fig. 1c); in alle gevallen geldt, dat zolang één der ingangen 0 is, de uitgang ook 0 is; slechts, indien alle ingangen 1 zijn, zal de uitgang 1 zijn.

Hoofdstuk 2: de NEN (NAND)-poort

De NEN-poort onderscheidt zich van de EN-poort doordat de uitgang 'geïnverteerd' is t.o.v. die van een EN-poort; in fig. 2 is een en ander afgebeeld:

De uitgang f_u zal steeds 1 zijn, behalve indien alle ingangen 1 zijn; f_u is dan 0. Ook hier kan deze poort als schakelaar toegepast worden (fig. 2b) waarbij de uitgang f_u geïnverteerd is t.o.v. de ingang A.

Evenals bij de EN-poort worden ook hier vaak meer ingangen toegepast (fig. 2c) tot 8 toe; overigens kan het aantal ingangen vrijwel onbeperkt vergroot worden door de uitgang van de ene NEN-poort te gebruiken als een ingang voor de volgende of door parallel-schakelen van beide uitgangen via het 'wired-or' principe.

Ook wordt de NEN-poort als om-

keerschakeling toegepast (inverter); dit is in fig. 2c afgebeeld.

Hoofdstuk 3: De toepassing van flip-flop's in deelschakelingen

De flip-flop (bi-stabiele multivibrator) vormt in feite het 'hart' van de frequentie-deler, zodat een kleine bespreking ervan wel op zijn plaats is.

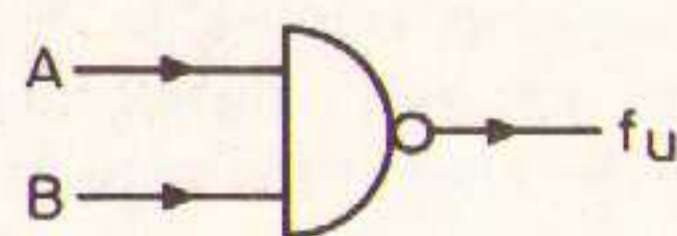
Oorspronkelijk was de frequentie-deelketen opgebouwd uit flip-flop's, die als 2-delers fungeerden; de frequentie werd derhalve steeds door 2 gedeeld, dus gedeeld door 2, 4, 8, 16, 32, etc.; ten einde andere deeltallen te bereiken wordt de schakeling zodanig gemodifi-

ceerd, dat bij het bereiken van het gewenste deeltal de hele keten weer op 0 wordt gezet (gereset).

In fig. 3a is het principe van de flip-flop aangegeven:

De twee NEN-poorten zijn 'kop aan staart' verbonden, zodat we twee vrije ingangen overhouden. In principe moeten de beide uitgangen Q en $\bar{Q}$ steeds in tegenfase zijn; in de 'rust, clear of reset' stand moet Q 0 zijn en $\bar{Q}$ 1; in de 'werk, set of preset' stand is dit juist andersom.

Zijn beide schakelaars S1 en S2 gesloten, dan zijn beide ingangen 0; beide uitgangen zijn dan 1. Deze stand is in tegenspraak met het in tegenfase zijn



A	B	f_u
0	0	1
1	0	1
0	1	1
1	1	0

fig. 2a

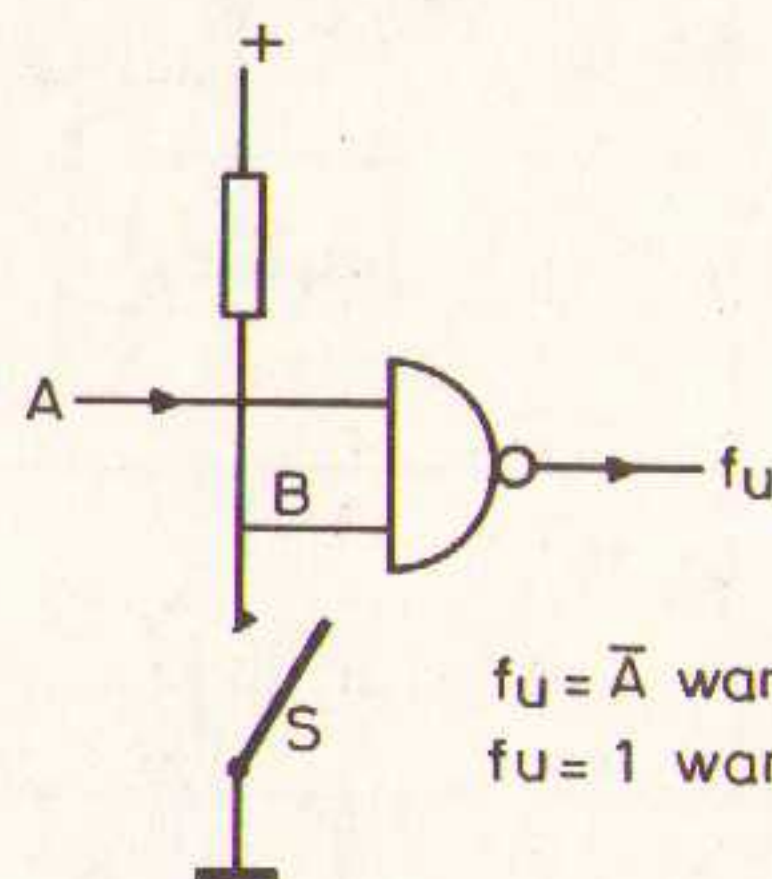


fig. 2b

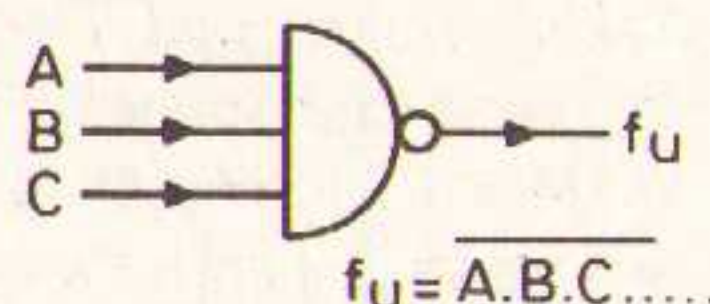


fig. 2c

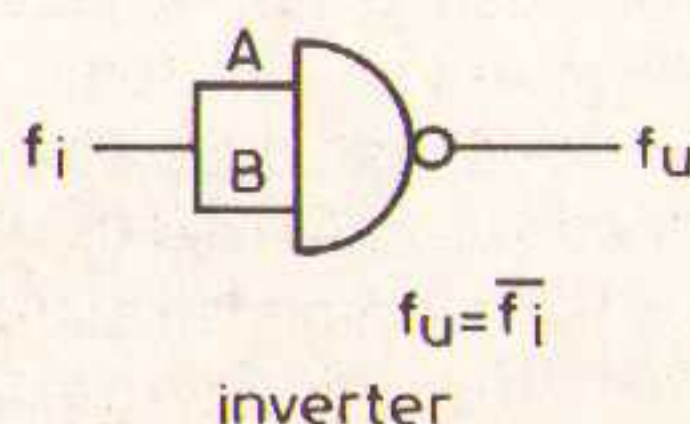


fig. 2d

van beide uitgangen; deze situatie moeten we zo mogelijk vermijden, vandaar dat we spreken van de 'verboden stand'. Daar beide uitgangen 1 worden, gaat een eventueel aanwezig geheugen verloren - de flip-flop wordt 'gewist'.

In de rust - of 'reset'-stand staat S1 open ($J = 1$) en S2 gesloten ($K = 0$); hierbij is $Q = 0$ en $\bar{Q} = 1$.

Sluiten we S1 en openen we S2, dan wordt de flip-flop 'geset'; $Q = 1$ en $\bar{Q} = 0$.

Openen we tenslotte beide schakelaars ($J = 1$ en $K = 1$), dan treedt het 'geheugen' in werking; de toestand aan de uitgang verandert niet, doch komt overeen met de laatstingenomen stand. Dit geldt uiteraard niet, indien we van de stand '0-0' zouden uitgaan; hierbij kan de uitgang 'naar willekeur' één van de twee standen aannemen; ook vanwege deze onzekerheid is 0-0 aan de ingang ongewenst.

Met uitzondering van de laatste positie is de situatie aan de uitgang steeds in tegenfase met die aan de ingang: $Q = \bar{J}$ en $\bar{Q} = \bar{K}$.

Nu hebben we aan de schakeling van fig. 3a niet veel; in een digitale tijdschakeling moeten alle tijdsverschijnselen 'synchroon' lopen. Hier voor zorgt de klok (clock) die meestal een vierkantsgolf afgeeft met een frequentie van 1 of 10 MHz; teneinde sneller te kunnen rekenen bestaat de neiging, deze klokfrequentie steeds hoger te kiezen, waarbij de delers deze frequentie moeten kunnen volgen. Verder kunnen we met behulp van deze schakeling niet zonder meer de frequentie delen.

Teneinde nu de klok als 'poort' te kunnen gebruiken, die de informatie van de J- en K-ingangen aan de flip-flop afgeeft, wordt de schakeling volgens fig. 3b uitgebreid met een stel NEN-poorten.

Zolang de klok 0 is, verschijnen aan de uitgangen van beide poorten steeds een '1', onafhankelijk van J en K; de poort is dicht. De stand van de uitgangen van III en IV blijft ongewijzigd; de flip-flop is 'op slot'.

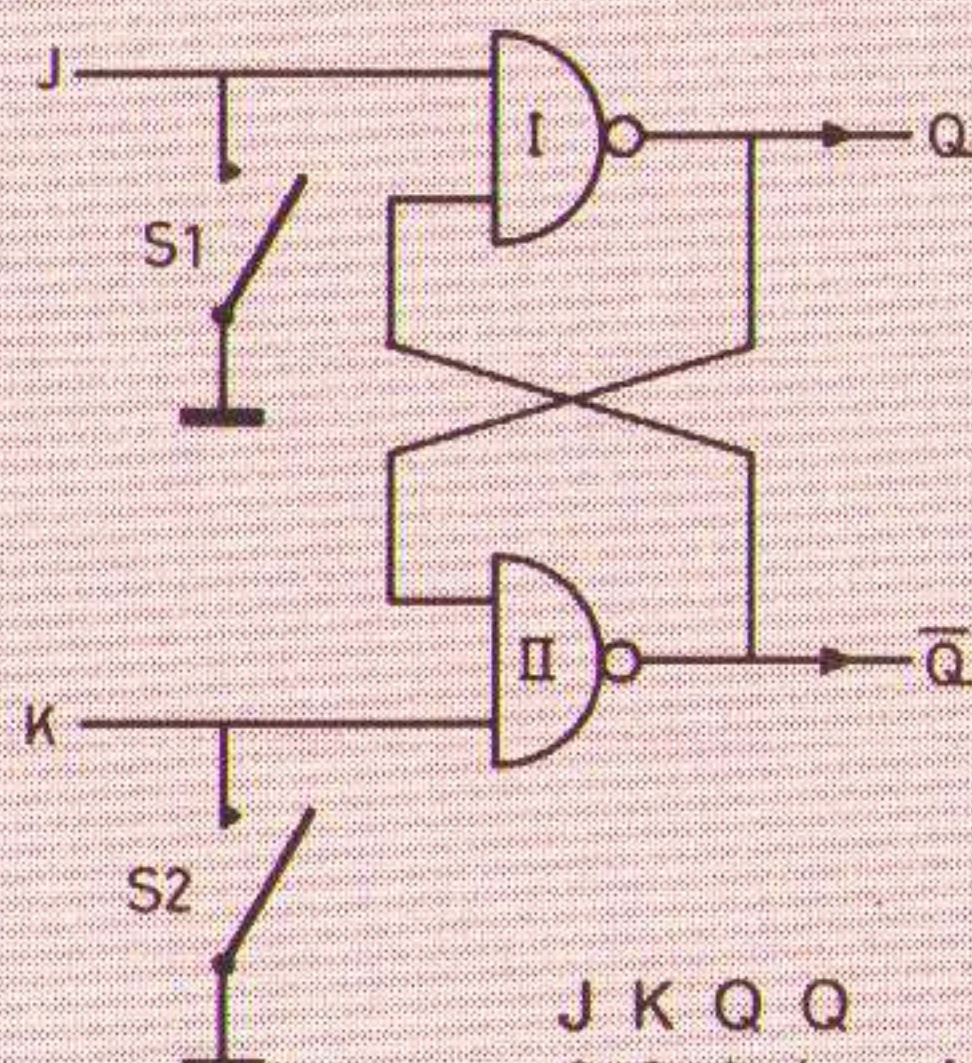


fig. 3a

J	K	Q	Q	
0	0	1	1	verboden stand
1	0	0	1	ruststand, clear, reset
0	1	1	0	werkstand, set, preset
1	1	0	1	'geheugen', stand blijft behouden
1	0			

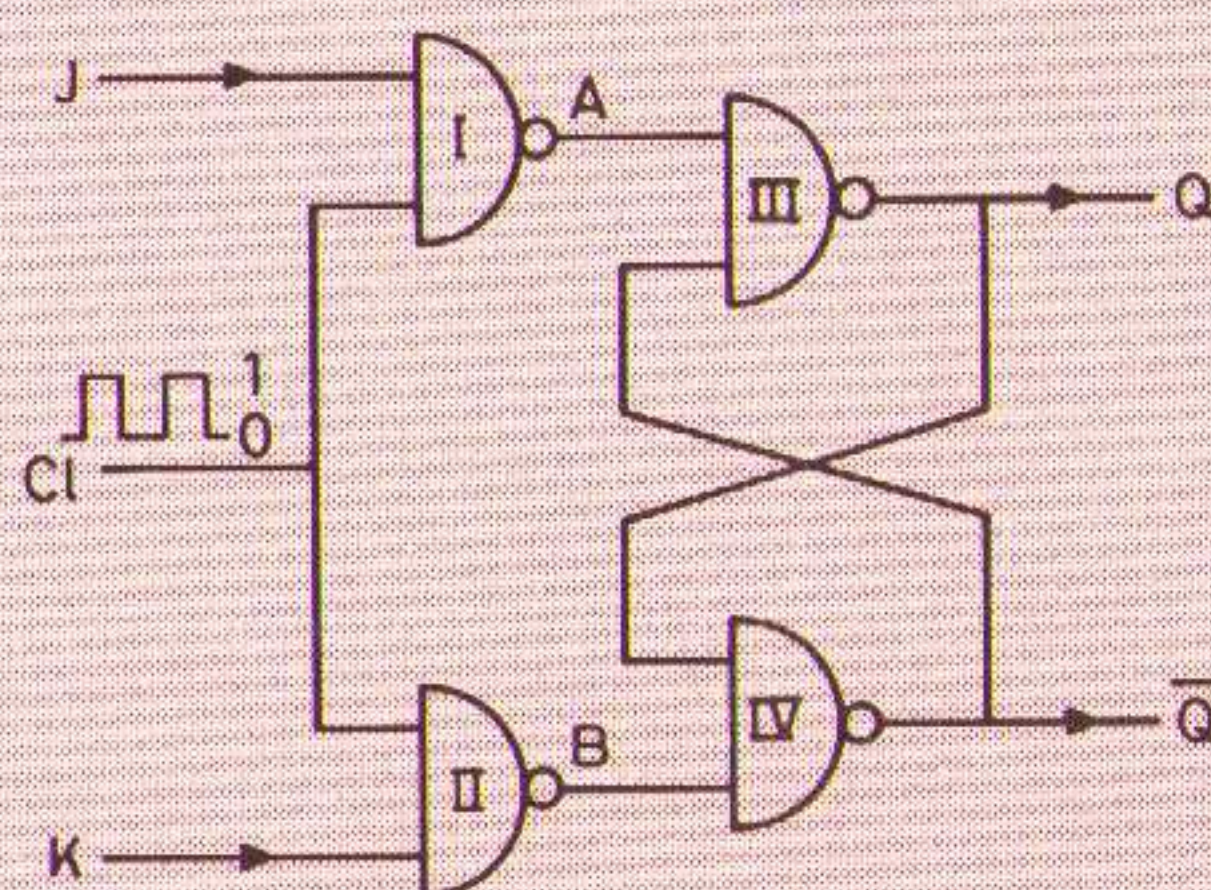


fig. 3b

J	K	CL	A	B	Q	Q	
x	x	0	1	1	q	q	geheugen
0	0	1	1	1	q	q	x = onverschillig (don't care)
1	0	1	0	1	1	0	q, q betekent: voorafg. stand
0	1	1	1	0	0	1	'verboden stand'
1	1	1	0	0	1	1	
x	x	0	1	1	q	q	

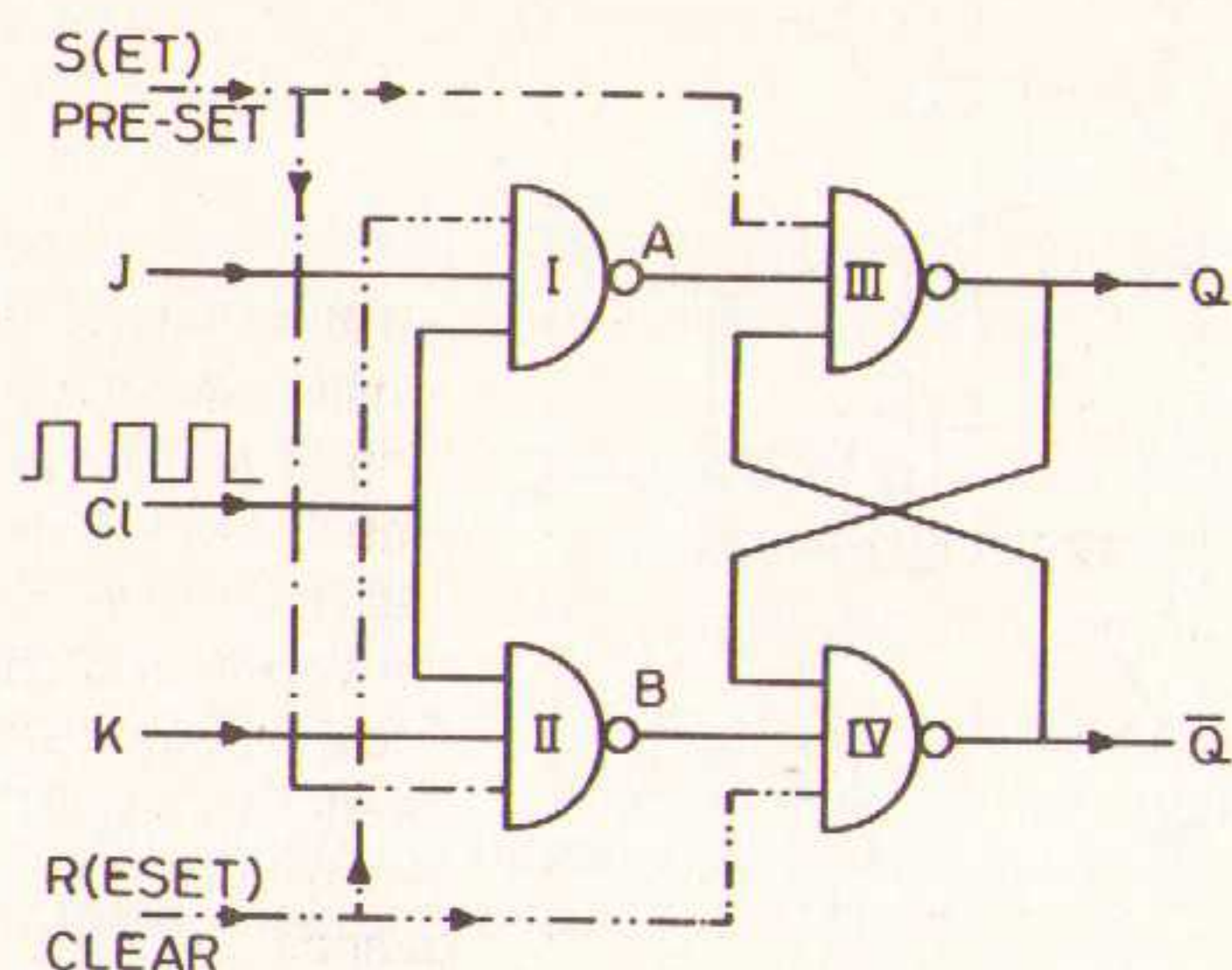
Zodra de klok 'open' gaat, wordt $A = \bar{J}$ en $B = \bar{K}$; deze standen worden overgenomen door de uitgangen Q en $\bar{Q}$ en wel in tegenfase; uiteindelijk nemen dus de uitgangen Q en $\bar{Q}$ de standen van de ingangen J en K over, een heel plezierige eigenschap, welke vooral bij registers goed van pas komt.

Zijn beide ingangen hoog en de klok 1, dan worden zowel A als B 0; we komen dan weer in de 'verboden stand', waarbij het geheugen verloren gaat. Zonder meer kunnen we deze flip-flop nog niet als twee-deler gebruiken; daarvoor zijn nog enige extra's vereist.

Bij een deelschakeling eisen we, dat bij het begin van de deeltcyclus de FF op 0 staat; hiervoor is een 'reset'-schakeling vereist, die onafhankelijk van J, K en Cl werkt; de hiervoor benodigde schakeling is in fig. 3c afgebeeld.

We maken nu gebruik van 4 NEN-poorten met ieder drie ingangen; zodra maar 1 van deze ingangen 0 wordt zal de uitgang altijd 1 zijn. Bij toepassing van de Set kan de FF op 1 worden gesteld, weer onafhankelijk van J, K en Cl. Deze Set-mogelijkheid wordt veel toegepast in moderne, 'voorgezette' delers.

fig. 3c.



S	R	J	K	CL	Q	$\bar{Q}$	
0	0	x	x	x	1	1	
1	0	x	x	x	1	0	Set
0	1	x	x	x	0	1	Reset
1	1	0	0	x	q	$\bar{q}$	
1	1	1	0	1	1	0	
1	1	0	1	1	0	1	
1	1	1	1	1	1	1	
1	1	x	x	0	q	$\bar{q}$	

Voor het Setten en Resetten is steeds een 0 vereist - voor 'normaal' bedrijf daarentegen moeten beide 1 worden. De poorten I en II moeten door S en R 'onwerkzaam' gemaakt worden, terwijl de FF in de juiste stand moet worden geplaatst. Zodra S 0 wordt ($R = 1$), zal $Q = 1$, terwijl B1 wordt; tesamen met een 1 op R en een 1, afkomstig van Q, zal de uitgang van $\bar{Q}$ steeds 0 zijn, waarmee aan de Set-voorwaarde is voldaan.

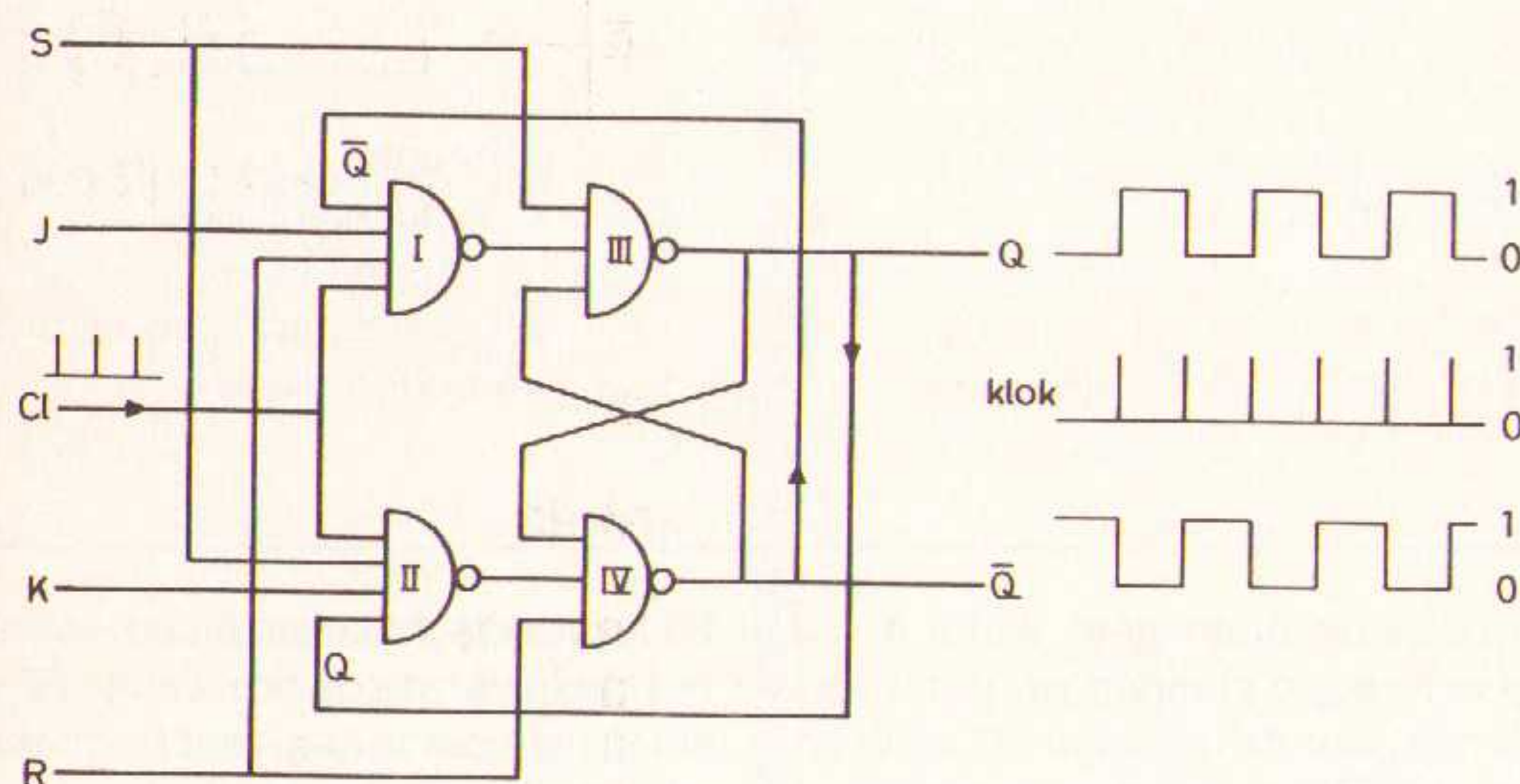
De overgang van 0 naar 1 van de klok-impuls 'opent' de ingang voor het doorgeven van de J-K informatie - de triggering geschiedt op de positieve flank of te wel 'positive-edge triggering'.

Ook hier hebben we nog steeds het bezwaar van de 'verboden' stand, terwijl deling nog niet mogelijk is.

Deze deling kunnen we alleen waarmaken door de informatie aan de uitgang ($Q, \bar{Q}$) terug te brengen naar de ingang; immers alleen dan weet de FF, dat hij omschakelen moet bij de volgende klokimpuls (kippen, toggling of 'tokkelen').

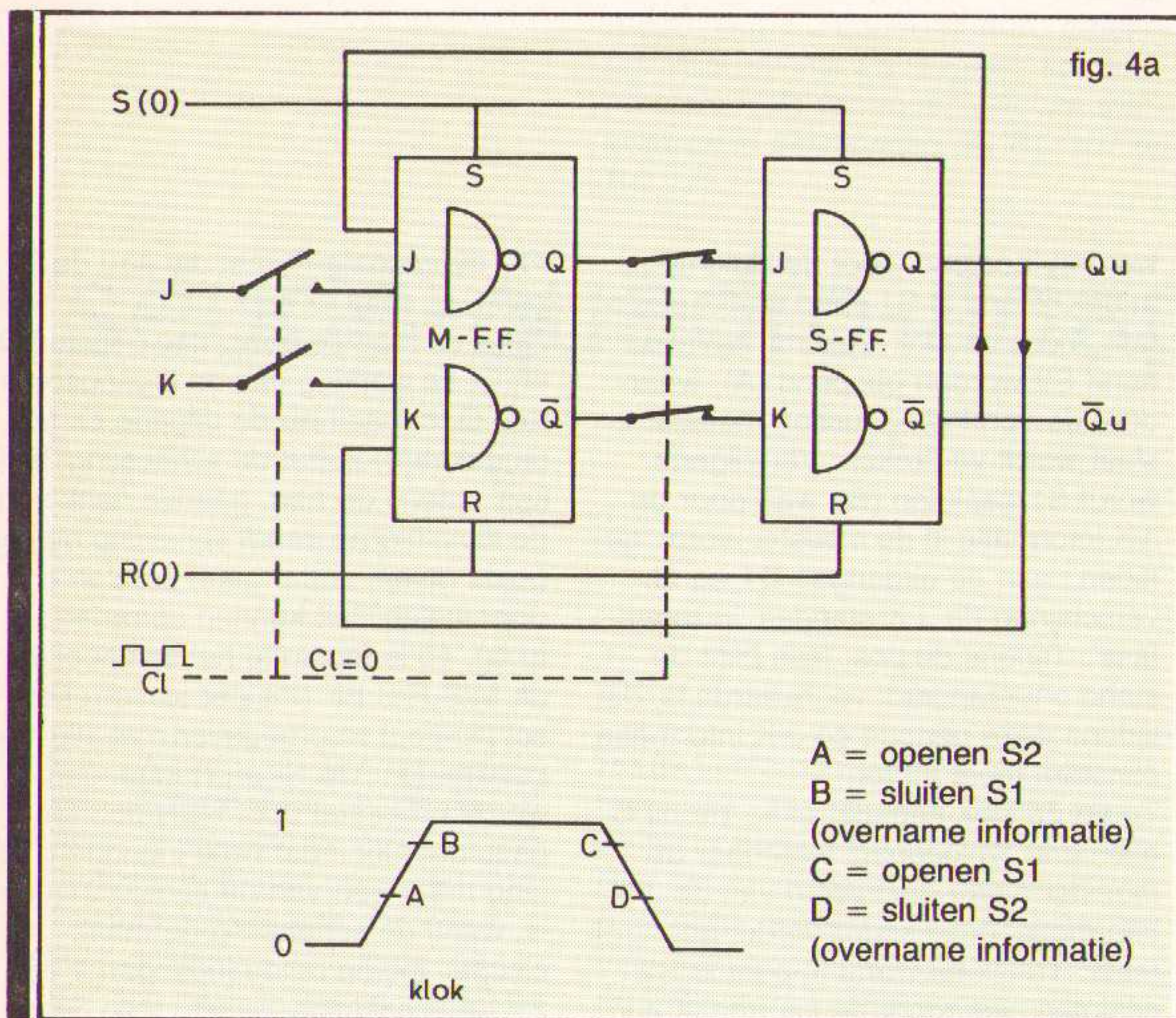
In fig. 3d is het principe van een dergelijke schakeling weergegeven, waarbij opgemerkt dient te worden, dat deze schakeling in de getekende vorm niet bruikbaar is!

fig. 3d.

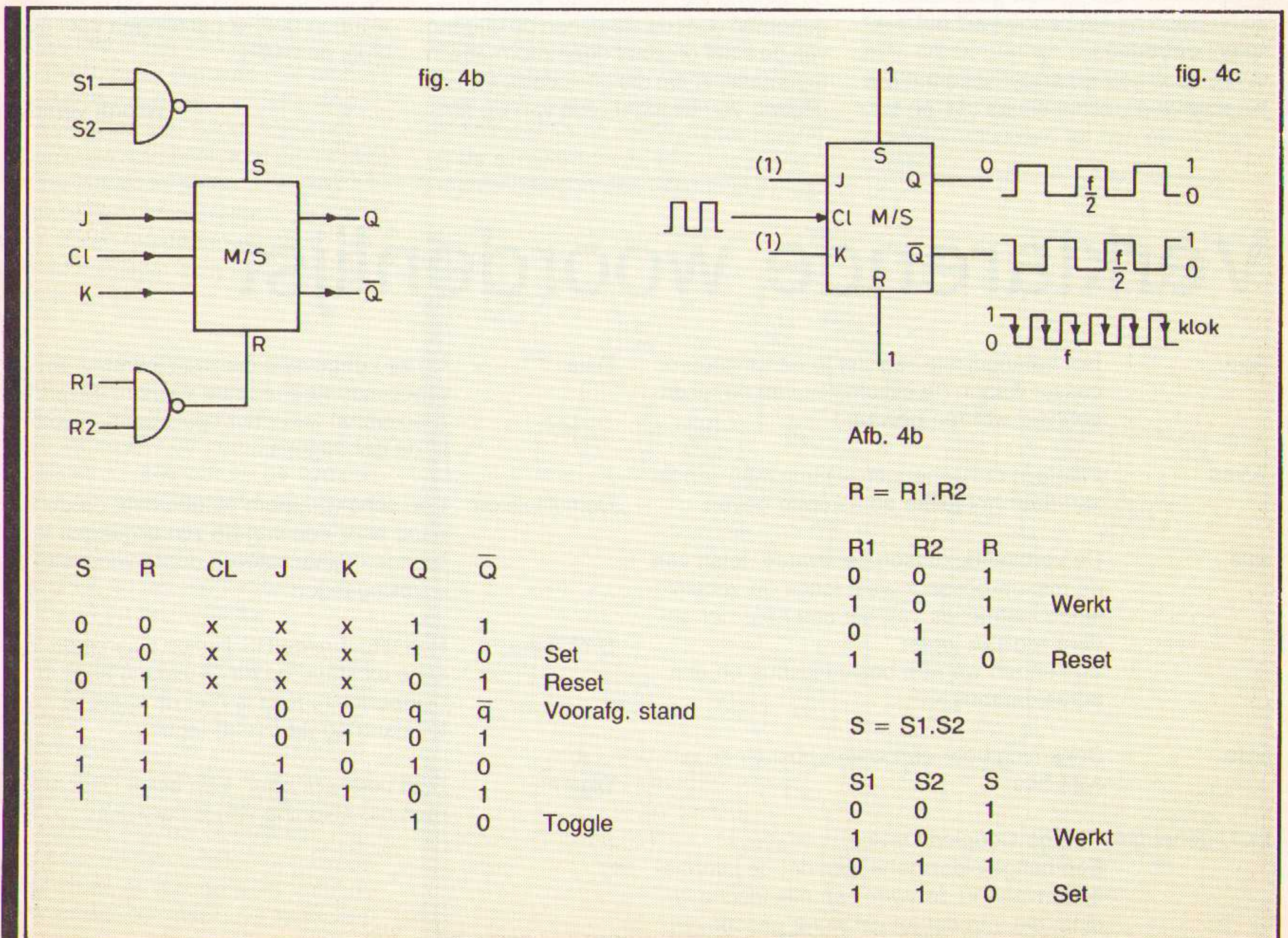


S	R	J	K	CL	Q	$\bar{Q}$	
1	1	1	1	0	0	1	Ruststand
1	1	1	1	1	1	0	Toggle
1	1	1	1	0	1	0	Rust
1	1	1	1	1	0	1	Toggle
1	1	1	1	0	0	1	Rust

De poorten I en II zijn nu uitgerust met 4 ingangen, waarbij de beide uitgangen Q en $\bar{Q}$ in 'tegenfase' naar de ingangspoorten worden teruggebracht. Zolang K en J niet beide gelijk 1 zijn, is de werking identiek; in de ruststand is $Q = 0$, waardoor II geblokkeerd is en steeds een 1 levert aan IV; tesamen met een 0 van Q en een 1 van R zal $\bar{Q}$ steeds 1 zijn; de poort I staat normaal open. Wordt $J = 1$ dan zijn bij de volgende klokimpuls alle ingangen van I gelijk aan 1; de uitgang wordt 0 zodat de uitgang kipt en $Q = 1$ en $\bar{Q} = 0$. Indien J en K beide 1 worden zal bij de volgende klokimpuls alleen I opengaan - deze levert een 0 aan III, waardoor de flip-flop kipt. Nu wordt $Q = 1$ en $\bar{Q} = 0$, zodat bij de volgende klokimpuls II opengaat en I dicht blijft; de FF kipt weer, etc.



Nu klinkt dit erg leuk, maar er zit een ernstig addertje onder het gras - zolang $Cl = 1$ is, blijft de schakeling 'open' staan, waardoor het geheel gaat oscilleren; een mogelijkheid, waarop we steeds bij digitale schakelingen beducht moeten zijn. In iedere poort treedt een aanzienlijke versterking tussen in- en uitgang op; indien we 'rondgaande' in de schakeling in dezelfde fase terecht komen, hebben we voldaan aan de amplitude- en fase-voorwaarde - de schakeling zal dan stellig oscilleren. Deze mogelijkheid wordt ook wel opzettelijk toegepast om bijvoorbeeld een kristal-oscillator te bouwen met 2 NEN-poorten en een kristal! De klokimpuls moet derhalve zo kort zijn, dat de schakeling net één maal



kipt; hierna moet de zaak weer dichtzitten ($CI = 0$). Daar dit in de praktijk een onaanvaardbare situatie is, gaan we nu de FF splitsen in twee delen, het 'master' deel en het 'slave' deel; in fig. 4a is een en ander afgebeeld.

Hoofdstuk 4: De master-slave flip-flop

Ten einde deze moeilijkheid bij het 'tokkelen' van de edge-triggered FF te omzeilen, gaan we het proces van het triggeren in twee delen verdelen; eerst wordt de informatie in de 'master' geladen bij het positief-gaande deel van de klokimpuls, terwijl tijdens het negatief-gaande deel van deze impuls de informatie naar het slaaf-deel wordt getransporteerd zodoende zijn meester en slaaf steeds gescheiden, zodat geen problemen tijdens het 'tokkelen' optreden.

In fig. 4a is een en ander schematisch afgebeeld; de 'schakelaars' S1 en S2

worden 'bediend' door de klokimpuls. In de 0-stand is S1 open en S2 gesloten; zodra de klok 'opkomt' zal allereerst S2 worden geopend (A), waardoor de verbinding tussen meester en slaaf wordt verbroken. Vervolgens wordt S1 gesloten (B), waardoor de J/K informatie in de meester wordt 'geladen'; aan de uitgangen Q1 en $\bar{Q}_1$ verschijnen de J-K standen 'in tegenfase'. Tijdens de pos. fase blijft de stand onveranderd; voorwaarde is, dat tijdens deze periode de J-K informatie constant moet blijven.

Zodra de klok negatief gaat, zal bij C allereerst S1 openen, waardoor de meester wordt geïsoleerd van de J-K informatie; deze speelt verder geen rol meer. Tenslotte wordt in punt D S2 gesloten, waardoor de informatie aan de uitgang van de meester wordt overgenomen door de slaaf; aan de uitgang van de slaaf ontstaat deze informatie in tegenfase, zodat die uiteindelijk aan de uitgang van de slaaf (dus van de M/S

FF) overeenstemt met die aan de ingang, nl. resp. J en K.

Zijn J en K beide hoog, dan bepalen Q_n en $\bar{Q}_n$ de werking van de ingangspoorten; $\bar{Q}_n$ bepaalt nu de uitgang Q_n (en omgekeerd) zodat de schakeling 'tokkelt' tijdens de neg. gaande flank van de klok; hierna treedt scheiding op van beide delen, zodat geen problemen door instabiliteit kunnen optreden. In fig. 4b is tenslotte het symbool van de M/S R/S FF (master-slave-reset-set flip-flop) weergegeven met alle mogelijkheden. De S- en R-ingangen worden meestal door NEN-poorten gestuurd met ieder twee ingangen; zolang maar één van de aansluitingen 0 is, werkt de schakeling normaal; slechts, indien beide ingangen 1 zijn, zal de schakeling 'geset', resp. 'reset' worden. Van deze eigenschap wordt in deel-schakelingen veel gebruik gemaakt.

(Wordt vervolgd).

Verklarende woordenlijst

Accu	Het belangrijkste register in een microprocessor waarin de uitkomsten van de reken-eenheid worden bewaard.	Data	Dit zijn gegevens die men inbrengt om de processor mee te laten werken, deze data (gegevens) kan men opslaan en bewaren in de geheugen.
Adres	Plaats in het geheugen waaruit men kan lezen door het juiste adres op te geven.	Demultiplexer	Een schakeling om binaire data op de ingang naar één van de zijn uitgangen te brengen; geselecteerd door middel van adresingangen.
Bus	De verbinding tussen de diverse delen van de microprocessor waar langs de verschillende instructies van het ene naar het andere register lopen. Zo kennen we een besturingsbus en een adres/databus.	D-flipflop	Een uitgebreide RS-flipflop waarbij de logische toestand op de Q-uitgang altijd in overeenstemming is met de logische toestand op de D(ata)-ingang.
Byte	Benaming voor een woord bestaande uit acht bits	Digit	Digit betekent cijfer. Een binair cijfer noemt men bit, afkorting van Binary digit.
CCD-geheugen	Charge Coupled Device Een halfgeleider-geheugen dat de informatie bewaart in de vorm van elektrische lading, die van cel tot cel wordt geschoven.		

W. Jak

Afbeelding 1. Pseudo-quadro-adap-
ter. Voor de vier transistoren komen
normale klein vermogen silicium tran-
sistoren in aanmerking als BC 107 en
BC 177.

Alle weerstanden 1/4 W.
Alle elco's 12 V.

Pseudo-quadro-adapter

Het is al weer tien jaar geleden dat - na de explosieve ontwikkeling, die de high fidelity en de stereofonie in het voorliggende decennium had genomen - de audiowereld gonsde van een nieuw muzikaal gebeuren, waarin de toehoorder nog meer bij de werkelijkheid zou worden betrokken dan voordien ooit haalbaar geweest was. Nou, de quadrofonie is het niet geworden, dat is duidelijk, maar dat was niet omdat de quadrofonie geen aantrekkelijke muzikale aspecten bood. Vanwege de dubieuze resultaten met de discrete grammofoonplaat en de te weinig spectaculaire verbeteringen, die de gewone stereo-quadrofonie bracht, zijn er maar weinigen echt warm van geworden.

Een heel leuke toepassingsmogelijkheid evenwel is gelegen in de pseudo-quadro-adapter, waarin uit gewone stereo-informatie de componenten die met elkaar in-fase zijn en de componenten die met elkaar uit-fase zijn, van elkaar gescheiden worden. Zo splitst het linkerkanaal zich in linksvoor en linksachter en het rechterkanaal in rechtsvoor en rechtsachter.

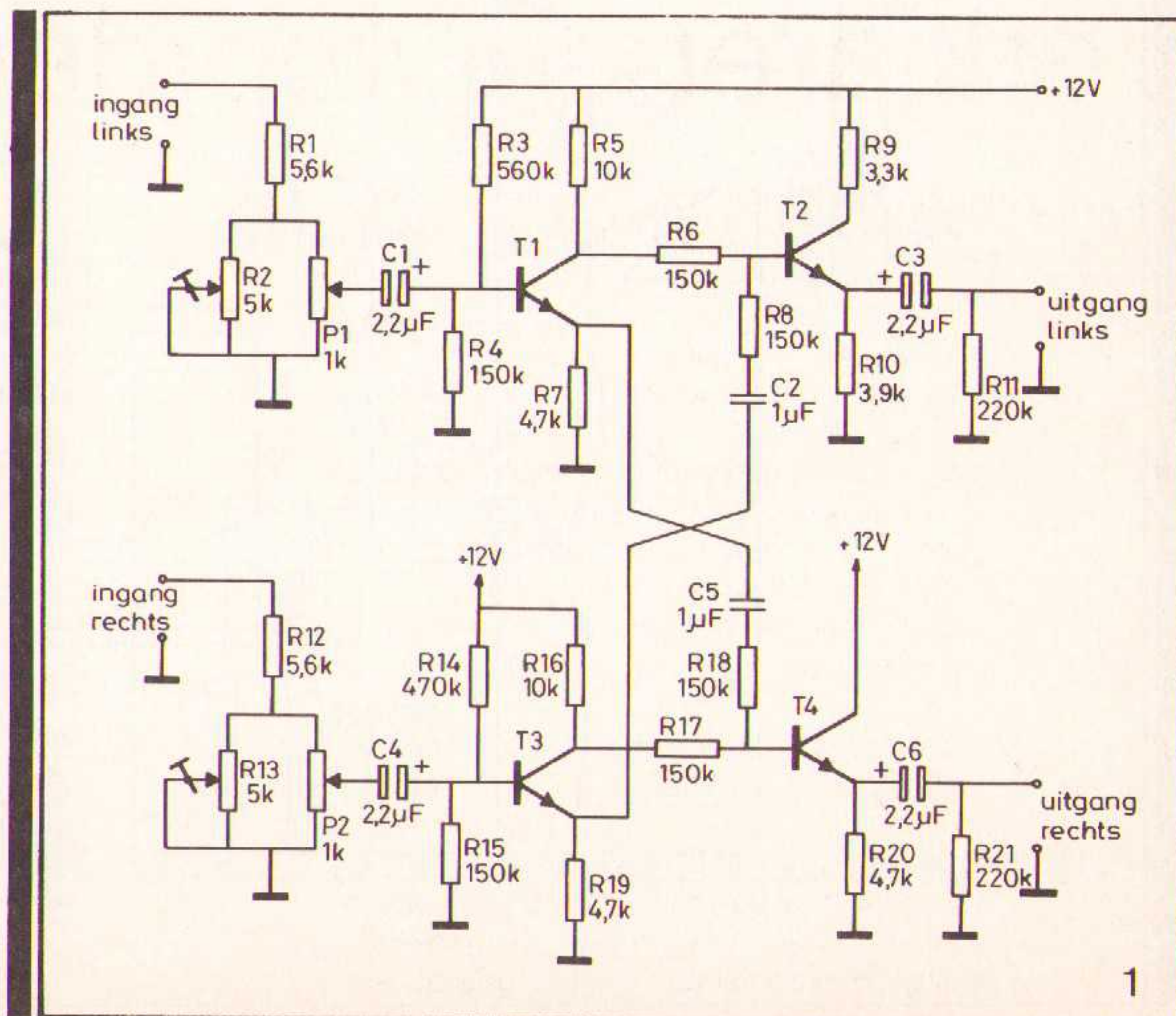
Ofschoon technisch gezien de meest optimale open stereoweergave wordt verkregen met twee puntvormige geluidsbronnen, die het geluid rondom stralen, maken praktische omstandigheden, waarin dat niet realiseerbaar is, het mogelijk om met behulp van nog eens twee stereo-kanalen een uiterst verrassende en steeds weer verbluffende ruimtelijke weergave te realiseren.

Perfekte stereo-weergave komt immers ook alleen maar tot stand met perfecte stereo-luidsprekers: In huiselijke omstandigheden echter breidt de ruimtelijke akoestiek zich met behulp van faseverschuivende componenten en twee extra kanalen aanzienlijk uit.

Wie heeft er nog niet ergens een oude stereo-versterker en twee extra luidsprekertjes liggen waarmee we al jaren niets doen? Deze aan te sluiten als linksachter en rechtsachter kanaal op de schakeling van afb. 1, zal ons gegarandeerd in een experiment mee-

voeren, waarvan we vele maanden niet genoeg krijgen.

In afb. 1 zijn T1 en T3 uitgevoerd als fasensplitser, van wiens emitter en collector het ingangssignaal in tegenfase kan worden afgenomen. Door de in- en uit-fase componenten van de beide kanalen opnieuw samen te voegen, creëerden we twee nieuwe kanalen, die bij weergave van goede stereo-opnames de ruimtelijke geluiden, zaalinformatie e.d. tot hun recht doen komen.



Afb. 1: gestabiliseerde voeding of spanningsregelaar.

T1 = BC 107 of BD 135.

T2 = 2N3055.

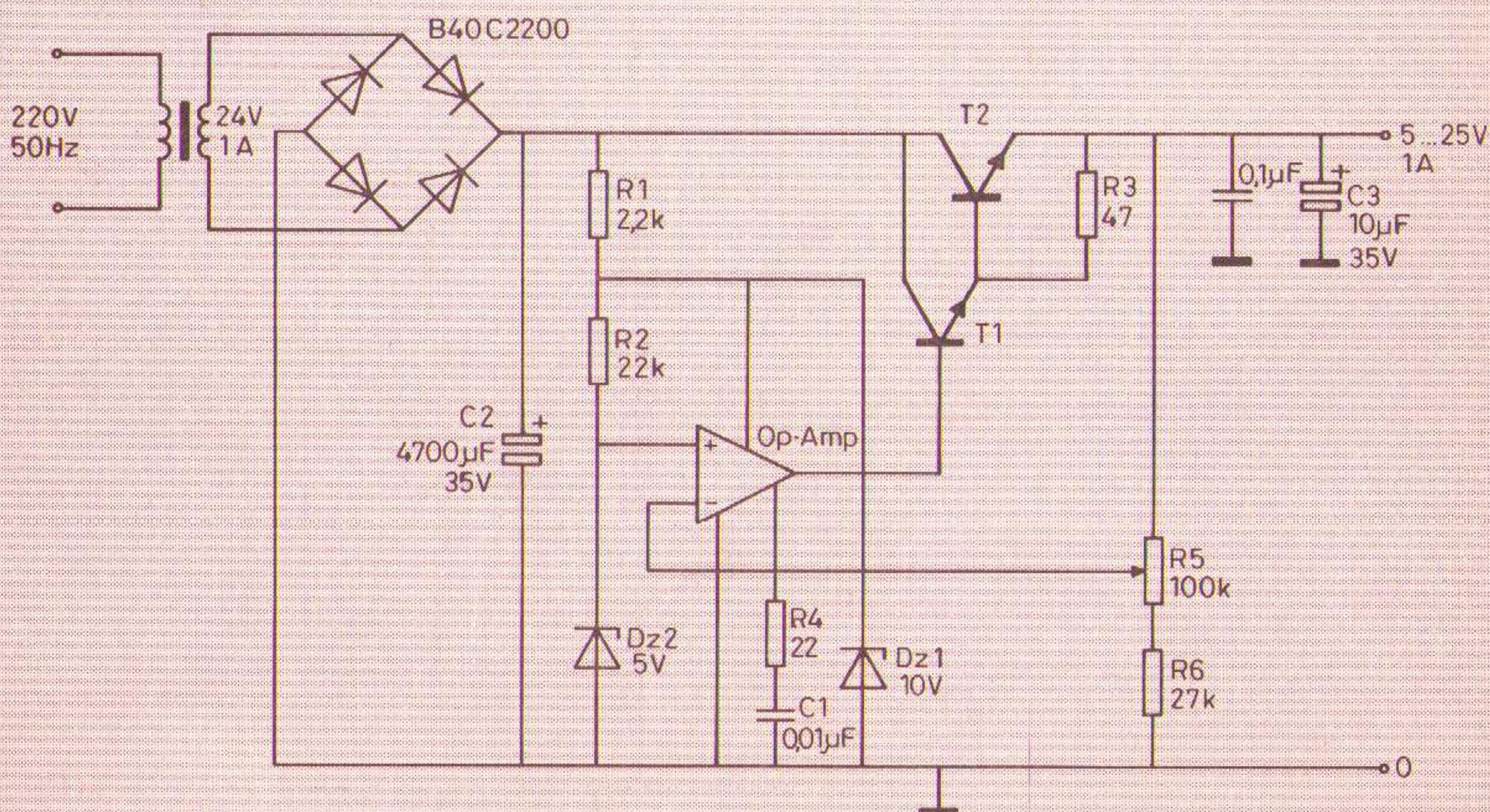
Voor de OpAmp komt elk gebruikelijk type in aanmerking.

Gestabiliseerde voeding met OpAmp.

In beginsel denkt men natuurlijk dat men een OpAmp alleen maar in wisselspanningsversterkers kan toepassen, maar dat is geenszins het geval. Als wisselspanningsversterker mag hij dan in staat zijn om zowel de positieve als de negatieve spanningsperioden te verwerken, het gaat hem ook zeer goed af als hij slechts in één richting wordt gestuurd. Dat is het geval wanneer hij wordt gebruikt voor de sturing van een regeltrap als in afb. 1. Het principe van een gestabiliseerde voeding of spanningsregelaar is geba-

seerd op een verschilversterker, waarin de uitgangsspanning wordt vergeleken met een referentie-spanning. Bij de spanningsregelaar is de regelspanning afkomstig van R5; in geval van een gestabiliseerde voeding is R5 een vaste spanningsdelers, al naar gelang men de uitgangsspanning hoger wil doen zijn dan de referentiespanning. De referentie-spanning wordt van de Zener-diode Dz2 betrokken. De eigenlijke regelversterker wordt gevormd door T1 en T2. C1 en R4 introduceren een dusdanige faseverschui-

ving en frequentiearakteristiek, dat binnen deze tegenkoppellus geen regeloscillaties optreden.



W. Jak

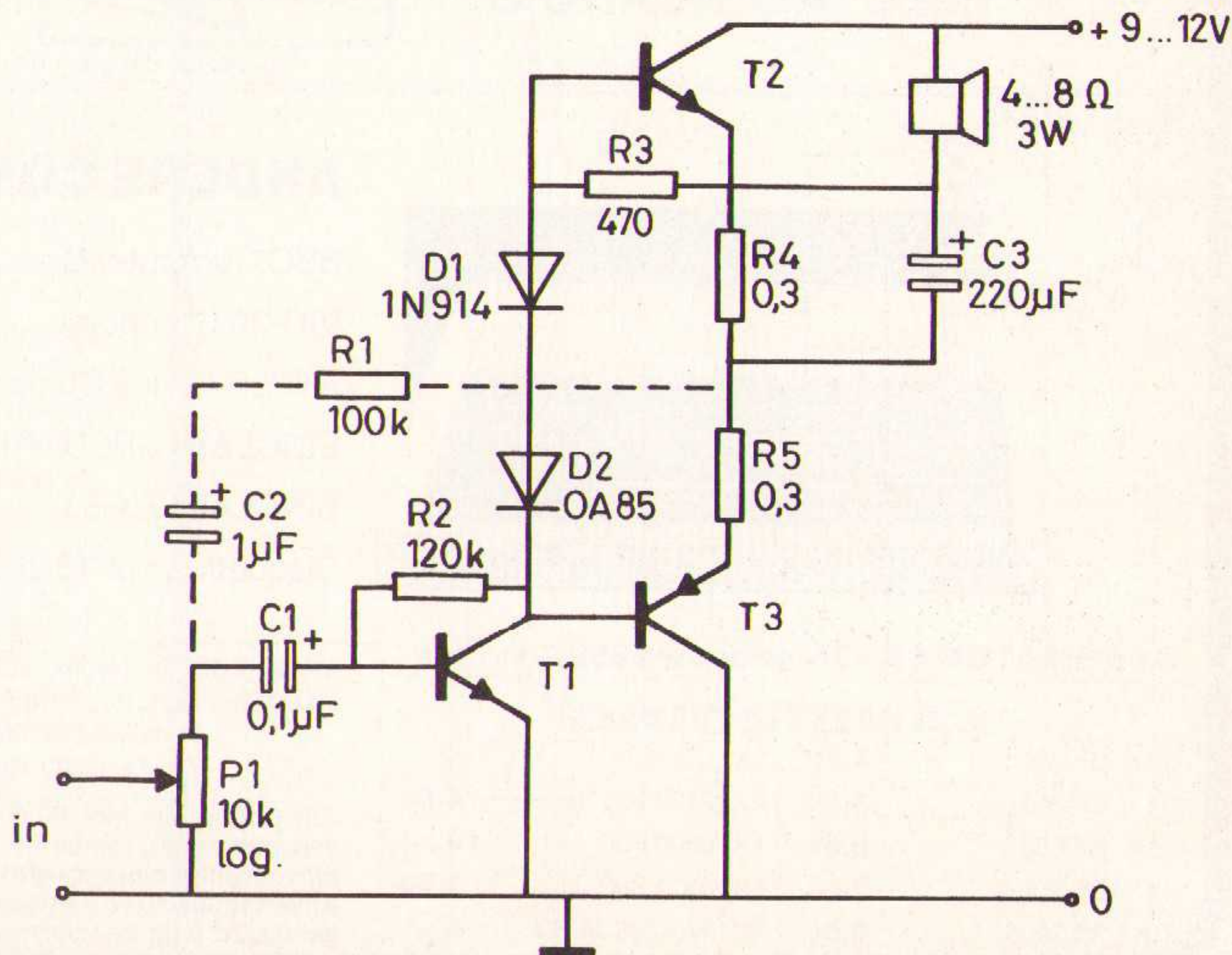
Afbeelding 1: 1½ à 3 W
 audioversterker T1 = BC 107/BC 182,
 T2 = BD 135/BD 433, T3 = BD
 136/BD 434, R2 en R3 = ¼ W, R4 en
 R5 = 1 W, C1 = 3 V, C2 en C3 =
 10 V.

Een kleine audioversterker

Indien we voor een vermogen van maximum 3 W en een beschikbare voedingsspanning van 9 à 12 V een versterker nodig hebben, ligt het tegenwoordig voor de hand om een IC te nemen. Maar hoe je het IC ook wentelt of keert, de constructie kan kleiner als je de versterker met afzonderlijke componenten maakt, louter vanwege de eenvoud die realiseerbaar is. In de schakeling van afbeelding 1 vindt

er behalve de gelijkstroomtegenkoppeling via R2 geen echte audiotegenkoppeling plaats, maar met een concessie aan de eenvoud en versterking kan deze tot stand komen door een serieschakeling van een elco van 1 µF (C2) en een weerstand van 100 kΩ (R1) tussen P1 en de uitgang, zoals gestippeld weergegeven. Om de stabiliteit van de versterker te behouden wordt ook C1 toegevoegd.

Strikt genomen zou men nog van de weerstanden R4 en R5 af kunnen zien en voor de germanium diode een weerstand van 22 Ω kunnen nemen, maar omdat er dan haast geen stroombegrenzing voor T2 en T3 optreedt, kan het op een gegeven ogenblik gebeuren, zonder dat je weet wanneer en hoe, dat je eindtrap kapot is. De eindtransistoren zijn ten behoeve van de koeling aan weerszijde van de



luidspreker op het frame gemonteerd, de ene rechtstreeks, de ander met mica isolatie.

Breng na de eerste beproeving de waarde van de rustspanning op het knooppunt van R4 en R5 op de helft van de voedingsspanning door R2 groter of kleiner te maken. Neem dan in de collectorleiding van T2 een stroommeter op om de ruststroom te controleren, deze moet rond de 5 mA zijn en kan gewijzigd worden door voor de dioden D1 en D2 andere exemplaren te nemen.

De meest technisch-intelligente afregeling van de ruststroom geef je gestalte door de indicatie van de stroommeter als bijzaak te beschouwen, maar dan door vooral te letten op

de klank van een zwak 1000 Hz toontje, dat je aan de ingang toevoert. Als bij dit zoeken naar de juiste exemplaren voor D1 en D2 de kring tussen beide bases van T2 en T3 onderbroken wordt en de voedingsspanning niet is uitgeschakeld, kan een maximale stroom door deze transistoren lopen, die onvoldoende door R4 en R5 en de Ri van de stroommeter wordt begrensd.

De hier beschreven afregeling is dus een spel met de dood voor de eindtransistoren, maar we omzeilen dan ook een instelpotmeter, welke op deze kleine schaal als kolossaal beschouwd moet worden.

De versterker kan een luidspreker systeem van 4 à 8 Ω over het volledige

voedingsspanningsgebied met onbeduidende vervorming uitsturen. Bij een voedingsspanning van 9 V bedraagt het uitgangsvermogen 0,75 tot 1,5 W en bij een voedingsspanning van 12 V zal dat 1,5 tot 3 W zijn.

Dat is een heel kabaal. Vanaf deze plaats zij er dus op gewezen dat het luidsprekertje wel klein, maar geen midden- of hogetonentype moet zijn. De goed geoutilleerde winkelier heeft vast wel een kleine luidspreker met soepele conusophanging, want dat is het criterium.

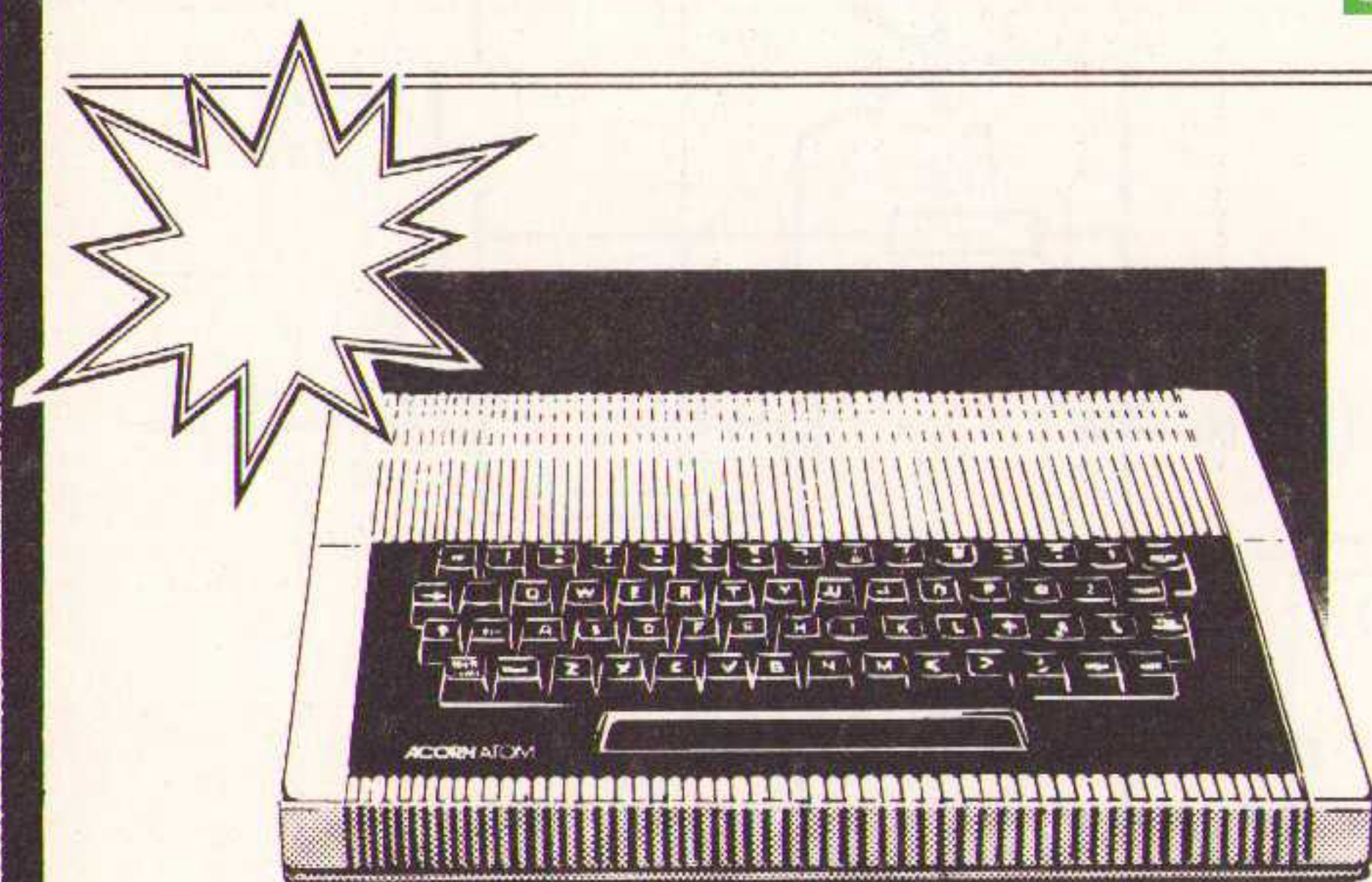
Zo'n kleine versterker kan dienen als een telefoonadapter of netleiding detector indien op de ingang een zo groot mogelijke spoel wordt aangesloten.

ELECTRONICAHUIS

Radio Nijhuis

B.V.

Het bewijs dat goed niet duur hoeft te zijn.



ACORN ATOM 8K+2K gebouwd 699,— incl. btw

AANBIEDING

10x BF 254	3,50	1x CD 4538	4,—
10x BF 255	3,50	1x 2102-350 NS	4,50
1x BFT 66	8,50	1x 6800 PμP	16,—
1x BU 209	7,—	1x 6810 PμP	7,50
10x 2N 3906	3,50	1x TA 7205 JAPIC	6,—

ANDERE COMPUTERS:

BBC Computer B	2295,—
VIC-20 Computer	848,—
APPLE II Plus Computer	3100,—
SINCLAIR SPECTRUM	699,—
SINCLAIR ZX-81	249,—
Disquettes per 10 stuks	75,—

ENSCHDE, 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.

Afb. 29. Volgens een heel ander principe werkt de flash-converter. Deze vergelijkt de ingangsspanning met diverse instelspanningen door middel van comparatoren.

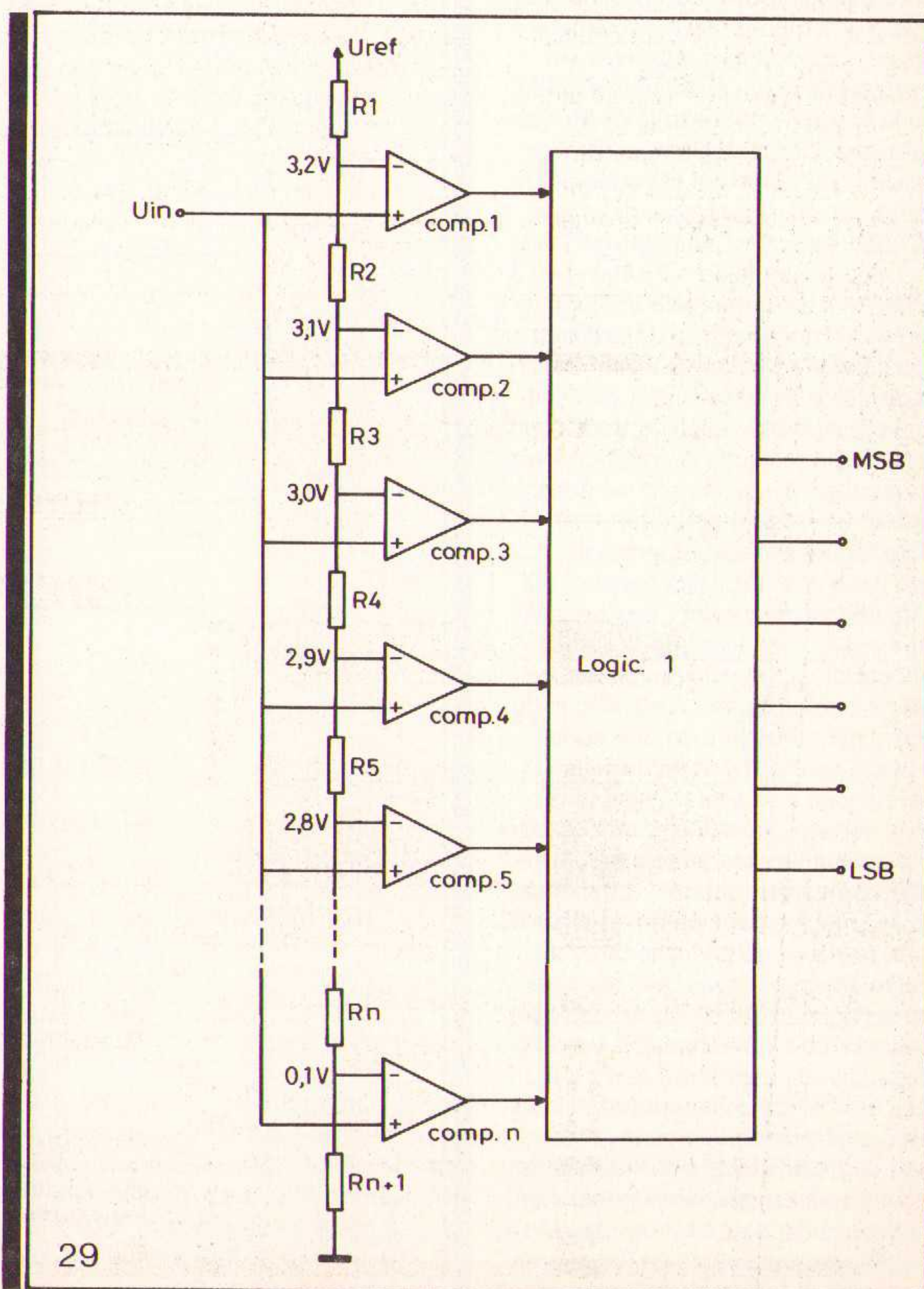
Analoog-digitaal

ADC's zonder DAC in de terugkoppeling

Alle ADC's met DAC-terugkoppeling werken parallel. De digitale code wordt gelijktijdig op een aantal uitgangen aangeboden. De meeste ADC's zonder DAC-terugkoppeling werken serieel: de digitale informatie verschijnt op één lijn, onder de vorm van een opeenvolging van „H” en „L”, een tijdsduur of een frequentie-waarde. Er is één uitzondering, een heel speciale ADC, en die gaan we eerst bespreken.

De flash-converter

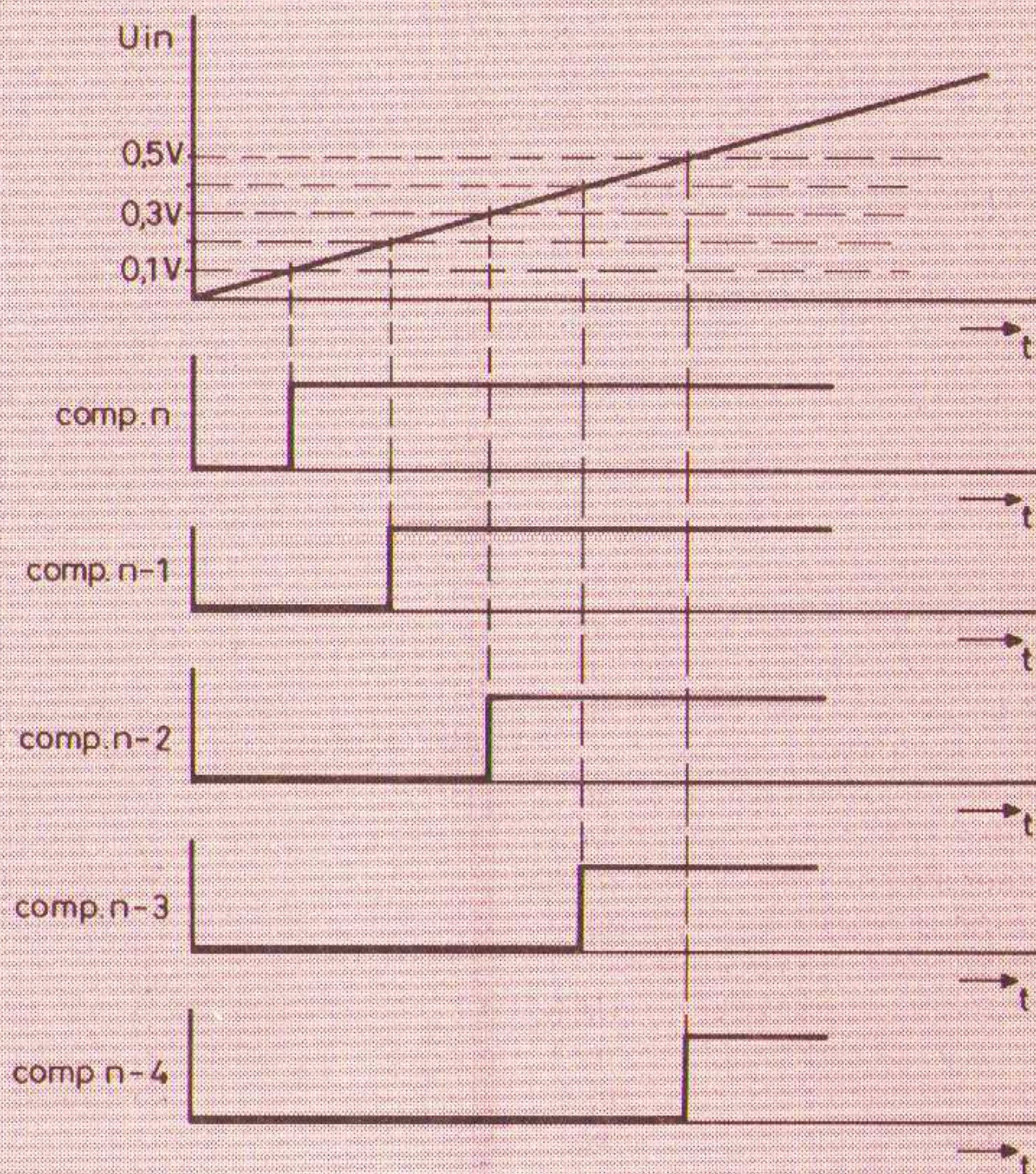
Het principe van de flash-converter is getekend in afb. 29. De schakeling maakt gebruik van een heleboel comparatoren. De negatieve ingangen van deze schakelingen worden verbonden met de knooppunten van een weerstandsdeler. De weerstandsdeler staat tussen de massa en een referentiespanning. De om te zetten ingangsspanning stuurt alle positieve ingangen. De werking, zoals getekend in afb. 30, zal duidelijk zijn. Als de ingangsspanning nul is, dan staan alle negatieve ingangen op een hogere spanning dan de positieve, bijgevolg leveren alle comparatoren een laag uitgangssignaal. Stijgt de ingangsspanning tot de drempelwaarde van de onderste comparator, dan slaat deze om, zijn uitgang wordt „H”. Bij verder stijgende ingangsspanning zullen steeds meer comparatoren gaan omslaan. Conclusie: de combinatie van logische signalen op de uitgangen van de comparatoren is een maat voor de



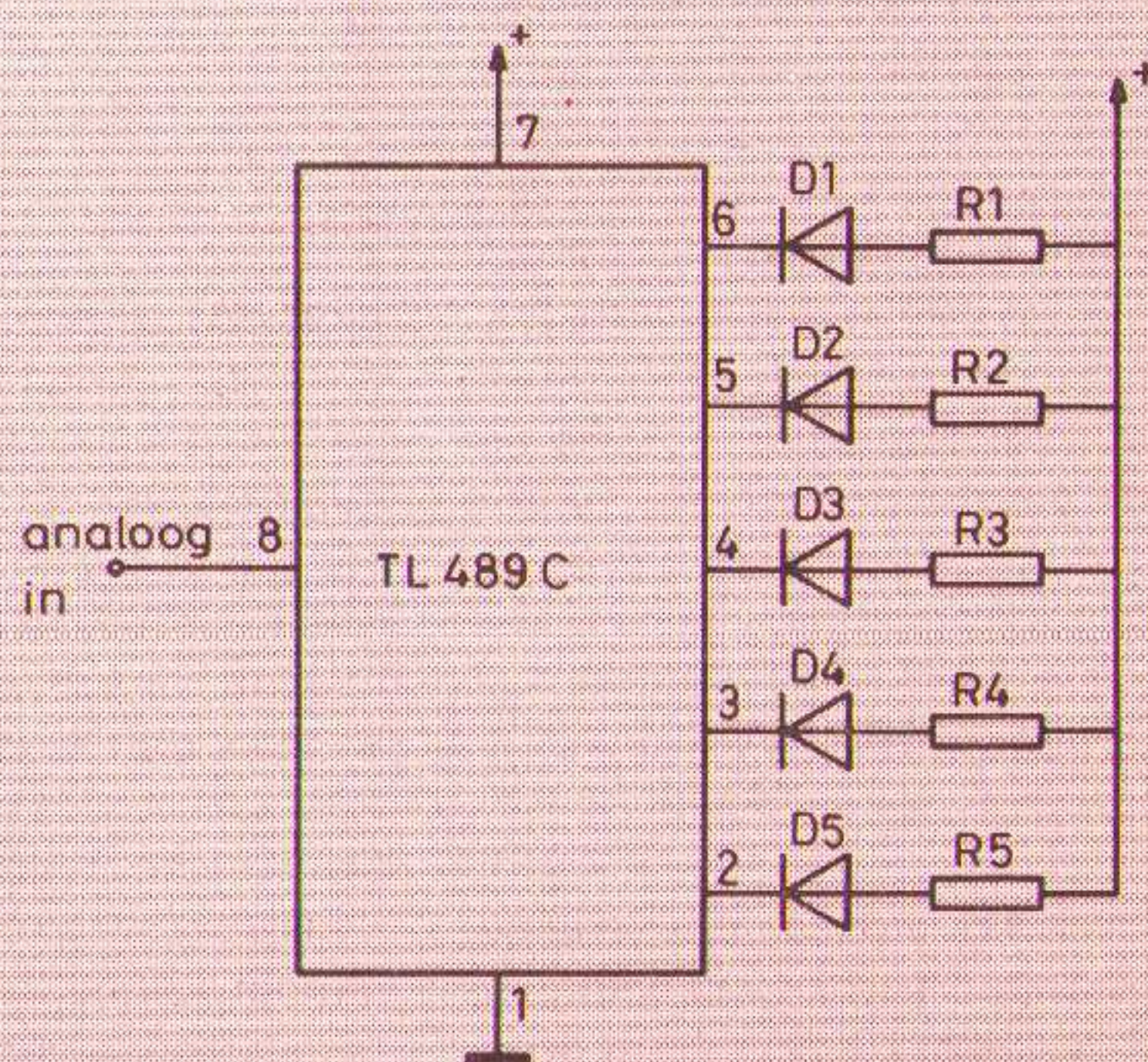
Afb. 30. De uitgangsspanningen van de schakeling van afb. 29.

Afb. 31. Een heel eenvoudig flash-omvormertje wordt gebruikt voor het aansturen van LED's in een thermometerschaal-uitlezing.

grootte van de ingangsspanning. Een logica-blok zet deze ongebruikelijk digitale code om in de algemeen aanvaarde binaire. Deze schakelingen hebben opmerkelijke voordelen. Ze zijn snel: de digitale code verschijnt in feite dadelijk op de uitgang. Alleen de schakeltijden van de comparatoren en de doorlooptijden in de poorten van het logica-blok bepalen de vertraging tussen een ingangsspanningsvariatie en het instellen op de nieuwe code aan de uitgang. Zo kunnen flash-converteren worden gebouwd met een snelheid van 10 miljoen converties per seconde! Niet te vergelijken met zelfs de snelste ADC's met DAC-terugkoppeling. Een tweede voordeel is dat we andere dan lineaire transfer-karakteristieken kunnen opbouwen. Wat stelt dat voor? Alle tot nu toe behandelde schakelingen werken met een constante analoge resolutie. Als de ingangsspanning een bepaald bedrag stijgt, dan gaat de uitgangscode een stap verder. Dat doet zich voor over het volledige bereik van de ADC. De resolutie is constant over het hele bereik. Als we alle weerstanden van de delerketen in een flash-converter dezelfde waarde geven, heeft deze ook deze eigenschap. Als de ingangsspanning met een bepaald bedrag stijgt, dan klappt de volgende comparator uit het rijtje om en het logica-blok zorgt voor een omzetting in de eerstvolgende hogere binaire code. Niemand verplicht ons echter alle weerstanden aan elkaar gelijk te maken. Door een geschikte spanningsdeler te berekenen kunnen we er bijvoorbeeld voor zorgen dat het verband tussen de ingangsspanning en de digitale uitgangscode logaritmisch of exponentieel verloopt. Voor zeer speciale toepassingen is dat nodig en analoge logaritmische of exponentiële omvormers zijn vaak niet nauwkeurig genoeg, of te temperatuursafhankelijk. Bij een logaritmische flash-converter wordt de nauwkeurigheid alleen maar bepaald door de nauwkeurigheid van de weerstandsdeler, en weerstanden met een tolerantie van 0,01% behoren technologisch tot de mogelijkheden.



30



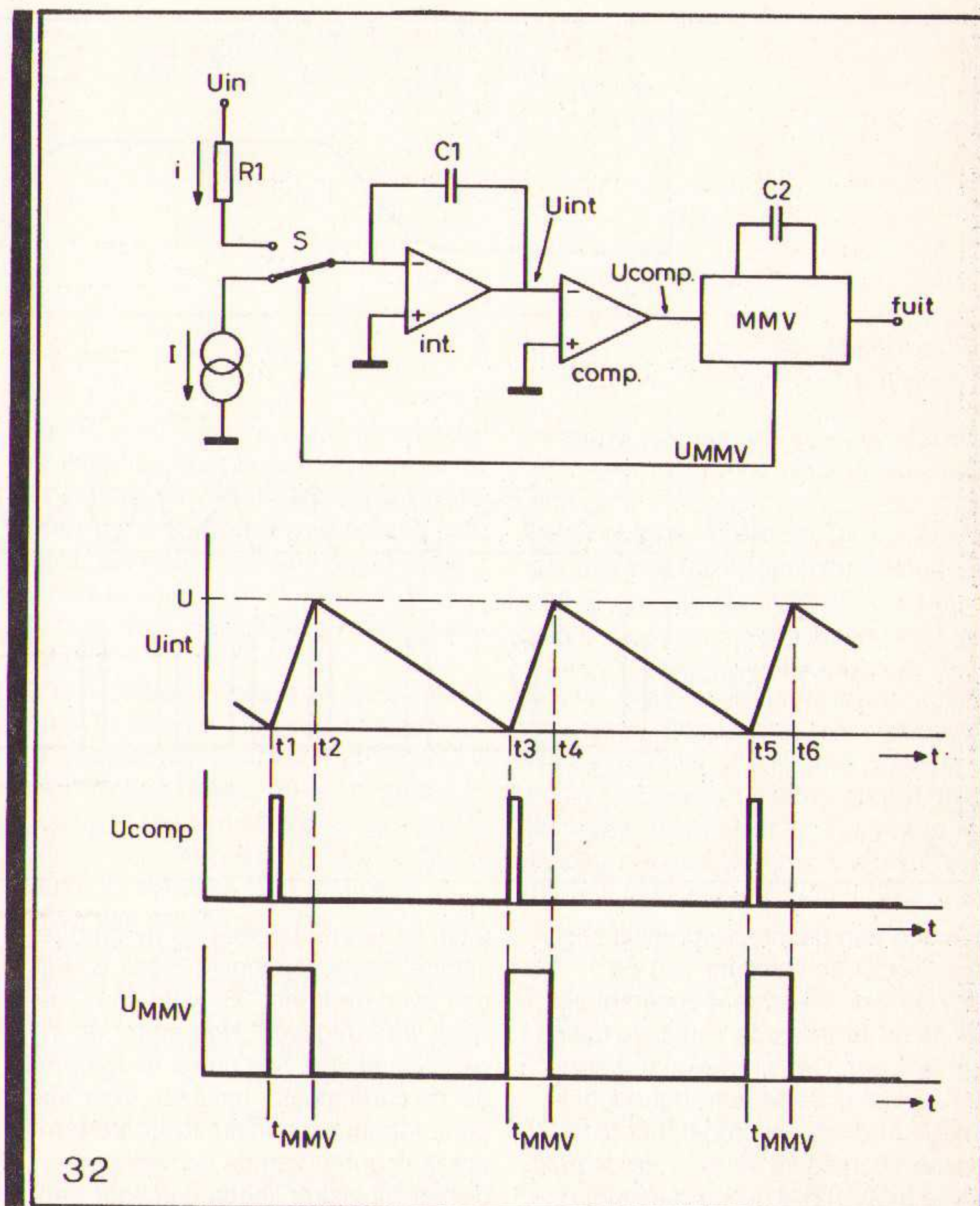
31

Afb. 32. Het principe van een VFC, waarbij deingangsspanning wordt omgezet in een frequentie.

Het nadeel van de flash-methode is duidelijk: voor een resolutie met enige omvang heeft men een immens groot aantal comparatoren nodig. Een resolutie van 8 bits vereist niet minder dan 256 comparatoren en uiteraard een zeer ingewikkelde logische schakeling. Het zal dan ook duidelijk zijn dat je je geld net zo goed in flash-converteren kunt beleggen dan in diamanten, al blinken de eerste niet zo mooi! Dergelijke schakelingen worden dan ook alleen maar daar gebruikt waar geld geen rol speelt, dus in de militaire technologie bij radar-apparatuur en elektronische doel-herkenning, waar video-beelden van mogelijke doelen voor kern-bommen worden gedigitaliseerd en nadien vergeleken met bitpatronen in computer-geheugens. Waarom we aandacht besteden aan deze schakeling? Omdat flash-converteren in zeer simpele uitvoering wél op het lijstje van de doe-het-zelver voorkomen. De meeste IC's voor het aansturen van een LED-uitlesing (UAA 170 en UAA 180) werken ook volgens dit principe. Natuurlijk zijn er dan maar een klein aantal comparatoren nodig en is het geheel voor de fabrikant overzichtelijk en goedkoop in massa te produceren. Afbeelding 31 geeft een voorbeeldje van een LED-driver met een niet zo bekend IC van Texas. De TL 489 C bevat vijf comparatoren, die de ingangsspanning vergelijken met diverse, door een weerstandsketen opgewekte instelspanningen. De vijf uitgangen sturen rechtstreeks de LED's aan van de indicator. Dit IC is er zowel met lineaire als met logaritmische uitlesing, dat laatste dan uiteraard voor gebruik in VU-meters met lineaire dB-schaal.

De spannings-naar-frequentie converter

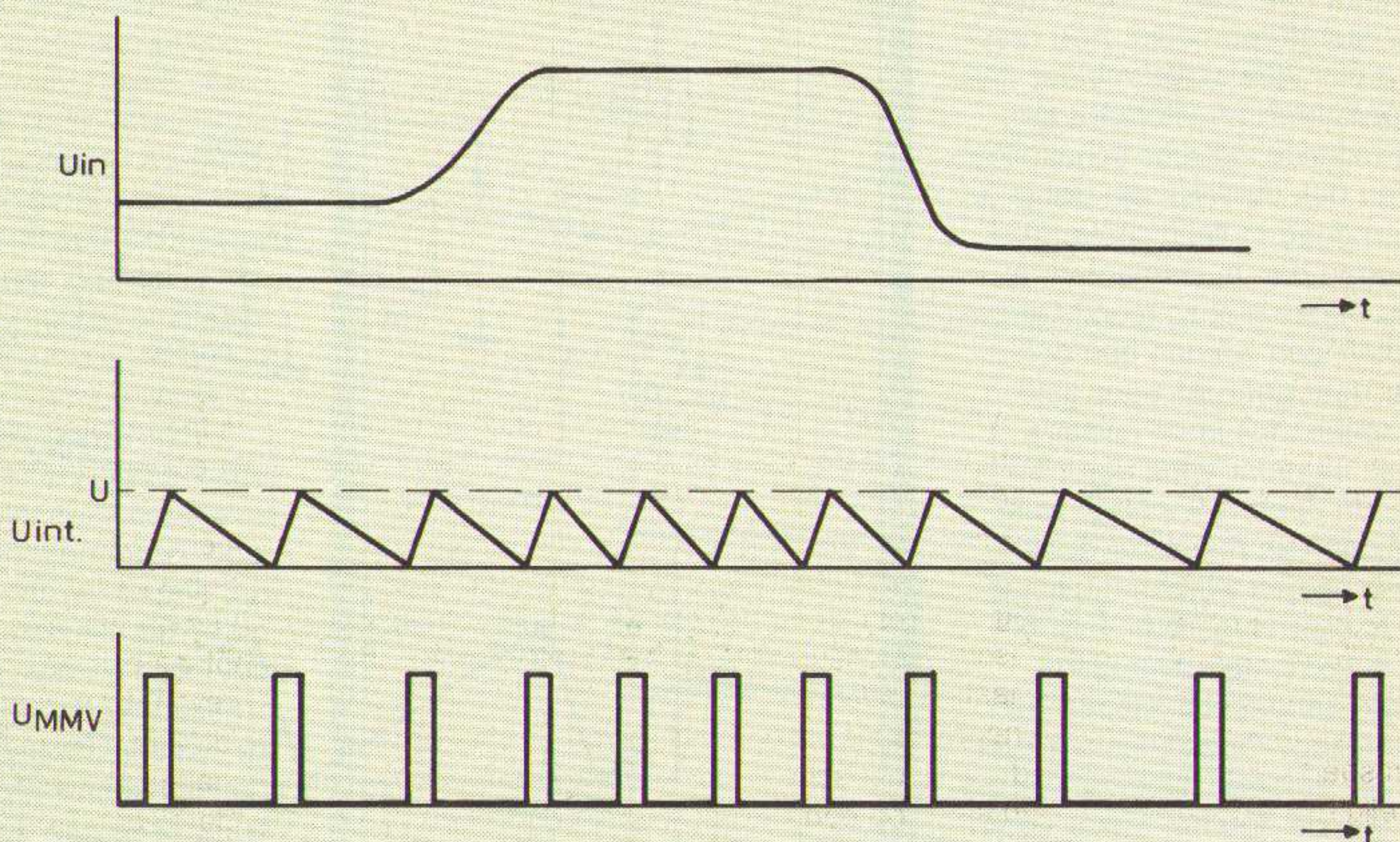
Deze schakeling is de eerste serieële ADC die we bespreken. De uitgangsinformatie verschijnt bij de VFC in de vorm van een digitaal signaal, waarvan de frequentie recht evenredig is met de grootte van de ingangsspanning. Het



blokschema van een VFC is getekend in afb. 32. De schakeling is opgebouwd uit een integrator, een comparator, een monostabiele multivibrator, een constante stroombron en een elektronische omschakelaar S . De pulsbreedte van de AMV is zeer constant, evenals de grootte van de stroom die door de stroombron wordt geleverd. De werking in het kort: de stroombron haalt gedurende de AMV-tijd een stroom I uit de integrator, waardoor de uitgangsspanning van dit onderdeel lineair gaat stijgen. Nadien wordt de integrator gestuurd door de stroom i , veroorzaakt door de ingangsspanning

en deze stroom ontladent de integrator-condensator tot nul volt. De werking in detail. We starten op moment $t1$. De ingangsstroom i zorgt voor een dalende uitgangsspanning van de integrator en op tijdstip $t1$ gaat deze spanning door nul. Deze doorgang wordt gedetecteerd door de comparator, deze levert een stuurpuls aan de mono-stabiele multivibrator. Deze schakeling wekt een puls op met een constante breedte t_{MMV} . Deze puls schakelt de elektronische schakelaar S om. De stroom I van de constante stroombron gaat nu de integrator-condensator $C1$ opladen. De uitgangs-

Afb. 33. Het verloop van de uitgangsspanning van een VFC als functie van een variërende ingangsspanning.



33

spanning van de integrator stijgt bijgevolg. Omdat de tijdsduur van de MMV-puls en de stroom constant zijn, zal ook de eindwaarde van deze lading constant zijn. De condensator wordt immers vanaf de waarde nul opgeladen, gedurende een constante tijd door een constante stroom. Na de puls van de MMV (t_2) is de condensator opgeladen tot de constante waarde U . Door het wegvallen van de multivibrator-puls, schakelt S weer om en wordt de ingangsstroom i met de integrator verbonden. Deze stroom vloeit tegengesteld, dus de spanning gaat weer dalen. Op t_3 passeert de integratorspanning de nul, de comparator klapt om, de mono-stabiele multi wordt geactiveerd. De schakelaar slaat om, de constante stroom i gaat de condensator weer opladen tot de topwaarde U . De ingangsspanning is omgezet in een pulstrein, die we aan de uitgang van de AMV kunnen aftakken. Misschien ziet u niet zo dadelijk hoe het komt dat het verband tussen de fre-

quentie aan de uitgang en de grootte van de ingangsspanning lineair is. Kijk dan even naar afb. 33, waar dit duidelijk is weergegeven. Hoe groter de ingangsspanning, hoe groter de stroom i die de condensator ontlad. Voor een grote ingangsspanning zullen de omschakelpunten van de comparator dichter bij elkaar liggen dan voor een lage ingangsspanning. Hoe kleiner de spanning, hoe kleiner de stroom en hoe langer het duurt alvorens de condensator is ontladen van de constante topwaarde U tot nul. Met deze eenvoudige schakeling zijn toch nauwkeurige omzetter te maken. Zo heeft het AD 650 IC van Analog Devices een lineariteit van 0,02% tussen 0 en 10 kHz. Offset-fouten van de comparator kunnen op de gebruikelijke manier worden gecompenseerd, waardoor we er zeker van kunnen zijn dat bij 0,00 V aan de ingang er ook geen pulsen aan de uitgang verschijnen. De waarde van de integratie-weerstand bepaalt de omzettingfactor van de schakeling.

Meest gebruikelijke factoren: 1 kHz per volt of, voor nauwkeurige schakelingen: 10 kHz per volt. Met dit schemaatje kunnen we dus een digitale frequentie-meter omtoveren in een digitale voltmeter.

Het Al in de elektronica

De schakeling waar we het thans over hebben, is zó eenvoudig, dat je zou kunnen menen deze pagina's beter te besteden. Dat ligt er maar aan hoe je het bekijkt, want voor wie de allereerste elektronische schakeling maakt, is die van afb. 1 een gigantisch gebeuren. Dat weten we toch allemaal. Vandaar dit verhaal speciaal voor hen, wier levenspad het elektronicaveld heeft bereikt en die nu draadjes aan elkaar gaan knopen anders dan voor het lichtnet, fietslicht of boordnet van een vehikel.

De éénkringer of kristalontvanger, zo heet dus de schakeling van afb. 1, heeft alle elementen van de elektronica in zich en daar nu door middel van spel in gelokt te worden, dat is heel knap. De éénkringer is de basis van de elektronica, zoiets als de ééncellige in het leven, alleen het gelijke van de mens heeft nog niet bestaan. Maar misschien maak jij die wel. Het komt er dus op neer schakelingen als deze in menigvoud aan elkaar weten te knopen en dan ontstaan al die wondere zaken.

Tussen het moment dat je elektronica-monteur of -technicus bent en nu zul je heel wat inzicht eigen gemaakt hebben. En nogmaals: het zit allemaal al in de onderhavige schakeling. Je kunt er als het ware op mediteren. Maar dan eerst wél experimenteren graag. Ik heb er dertien gemaakt in een half jaar tijds, als ik me goed herinner. En ik deed een geweldige ontdekking, waar ik nergens iets over kon lezen of horen. Nu, dertig jaar nadien, ga ik er kond van doen, hier in elektronica ABC: een wereldprimeur.

Wat ik je nu toewens is dat je over oude literatuur kunt beschikken, waarin de éénkringer wordt beschreven, want daarin vind je vrijwel zeker tevens aanwijzingen hoe je de éénkringer moet construeren.

Constructies maken is van essentieel belang.

Er is beschreven hoe je de spoel, die in het schema met L_1 wordt aangeduid, op een kartonnen koker van een closetrol kon wikkelen: 50 windingen 0,3 Cul ofzo, met een aftakking op vijf windingen van onderen af. Maar anderen lieten constructies zien met de 402-spoel van Amroh, die eerst in een kartonnen doosje, later in diverse aluminium busjes is gemonteerd. Thans nog te koop. En er zijn ontwerpen met spoeltjes van Ritro, Philips, Ferrietantenne en . . . in de oudste boeken een honingraatspoel, zie afb. 2 en 3.

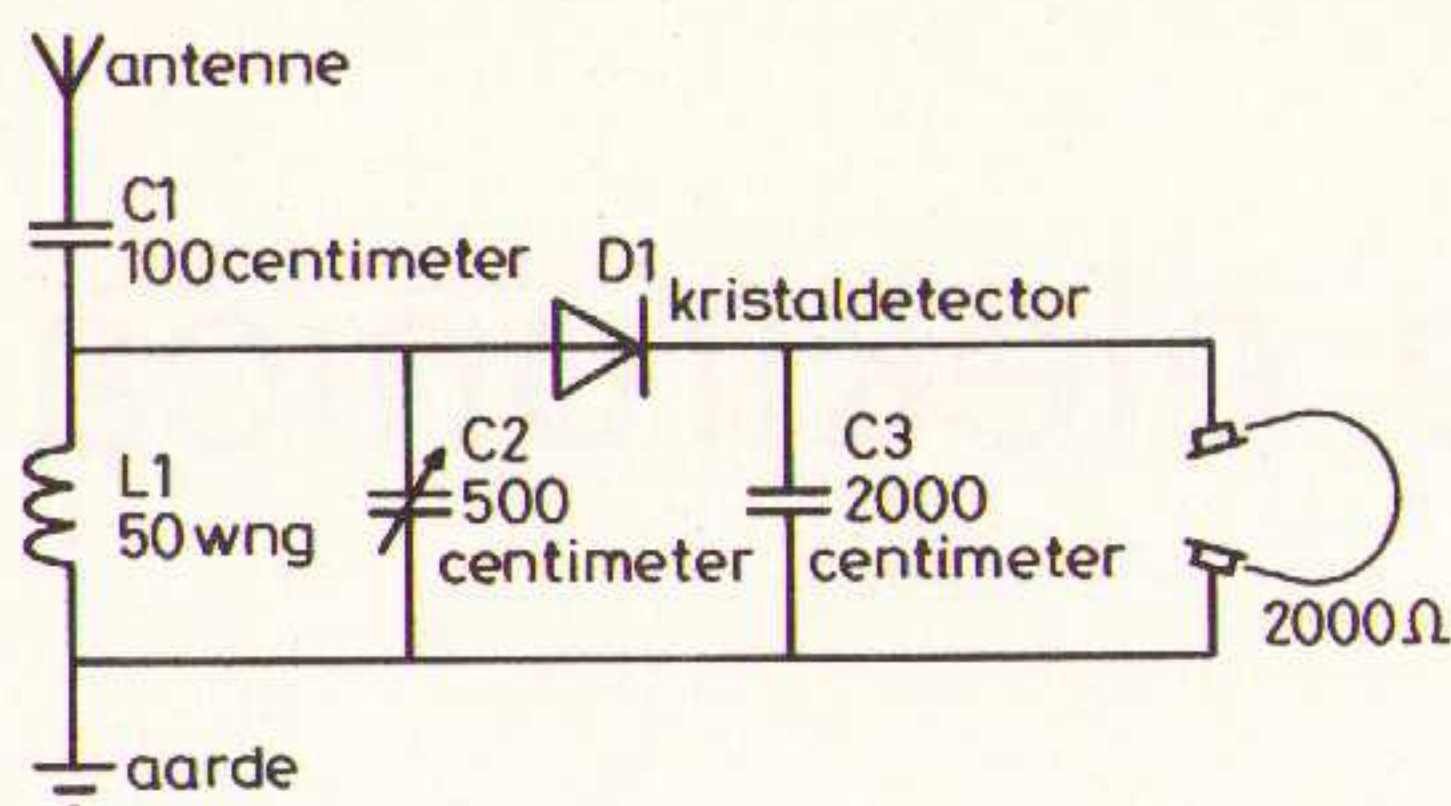
In die eerste, vooroorlogse vermeldingen, past men voor D_1 een stukje wonderbaarlijk materiaal toe, waarop men met een naaldvormig aftasterje een plekje moest opsporen, dat het hardste geluid opleverde . . . Natuurlijk wist men wel wat men deed: er vond in dat medium, het was een stukje zinkoxide-kristal, pyrit of silicium, gelijkrichting plaats. Er is met gebruik van een gevoelige hoofdtelefoon en een niet al te kleine en hoog opgestelde antenne heel leuke ontvangst gepleegd, dat verzeker ik je.

In de boeken zul je de eerste gegevens omtrent de werking van de ontvanger opdoen. Het is van belang eerdere onvolledige inzichten gemakkelijk prijs te geven en de nieuwe gedachten

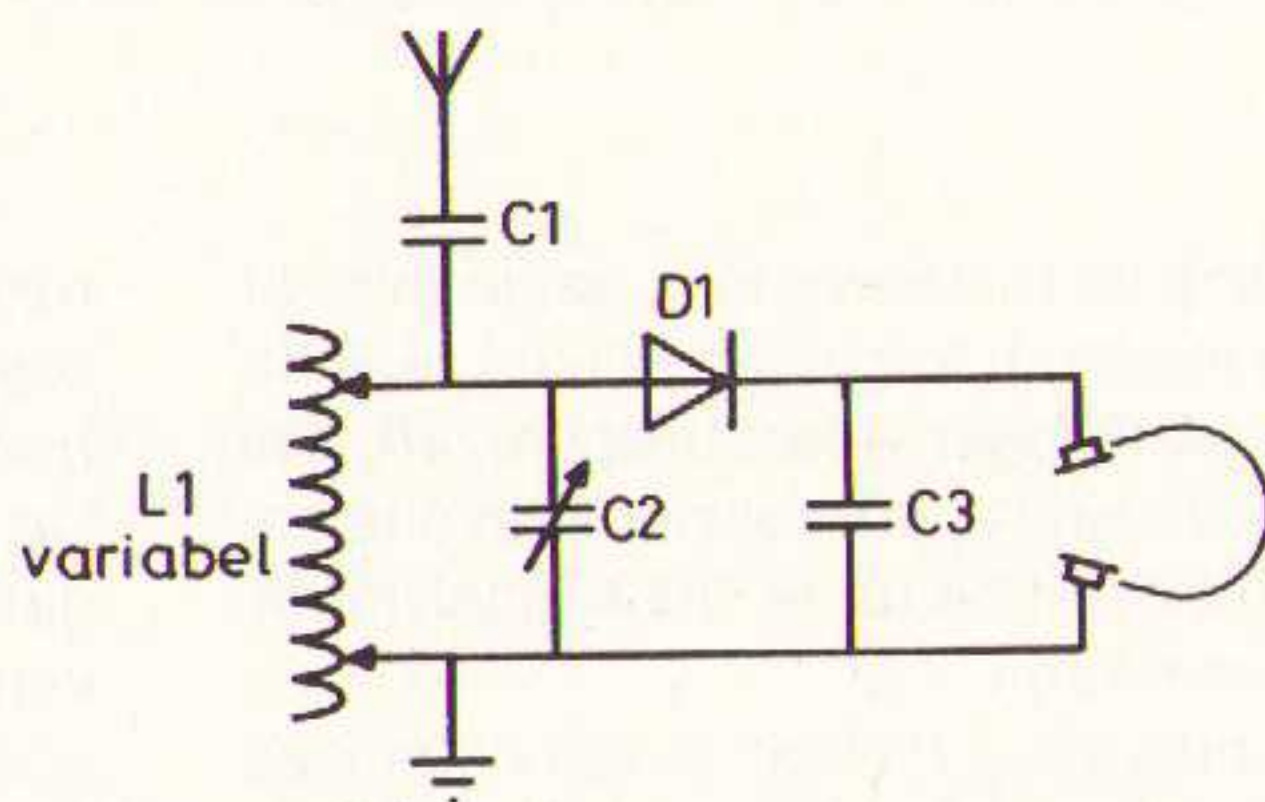
ruim toe te laten, die bewegelijkheid blijkt een ervaren elektronicus te hebben.

De éénkringer dankt zijn naam aan het gebruik van één afgestemde kring, die van L_1 en C_2 . Denk niet dat je het snapt als er over resonantie wordt geschreven, want wat dát allemaal inhoudt, kun je je niet anders dan over een lange tijdsperiode eigen maken. Na de Tweede Wereldoorlog kwam voor D_1 de eerste halfgeleiderdiode op de markt. De Westector. Zo heette die: je ging naar de winkel en vroeg: 'geef me een Westector' en dan kreeg je de enige diode die er op dat moment bestond. Dat was natuurlijk een stukje vooruitgang, vond iedereen, en ik zelf niet het minst. Maar voor de essentie van de éénkringer was het de finale doodklap, dat kan ik je nu zeggen. De vader van de Westector was de Amerikaanse fabrikant Westinghouse.

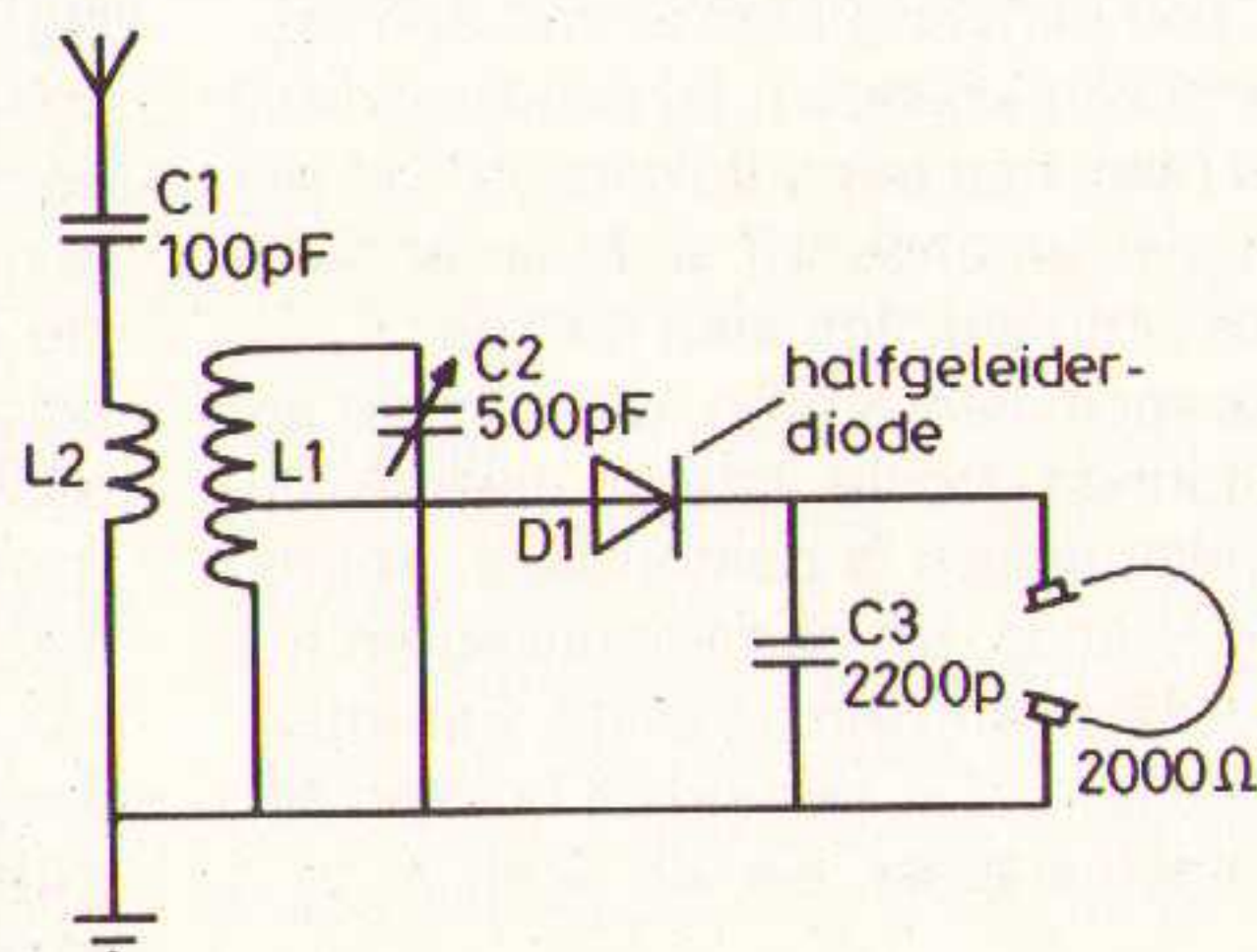
Ik zei al dat de éénkringer alle elektronica bevat. Met zo weinig onderdelen dus hooggeconcentreerd 'al'. Die diode D_1 , daarmee is elektronica ABC wel te vullen. Dat brokje steen in de eerste kristalontvanger bevatte per vierkante millimeter meer parameters dan later nog uitgevonden zou worden, maar zie, zonder daar verder nog een goed woord voor over te hebben, laat men het kristal in het museum verdwijnen en schaaft men zich alom rationeel rond een verarmd produkt met slechts één toegespitste eigenschap. Ik geef toe dat een onderdeel in een éénduidige elektronische kring alles kan doen wat ervan verlangd wordt, maar in de menig-variabele kristal-ontvanger heeft het nooit thuisgehoord.



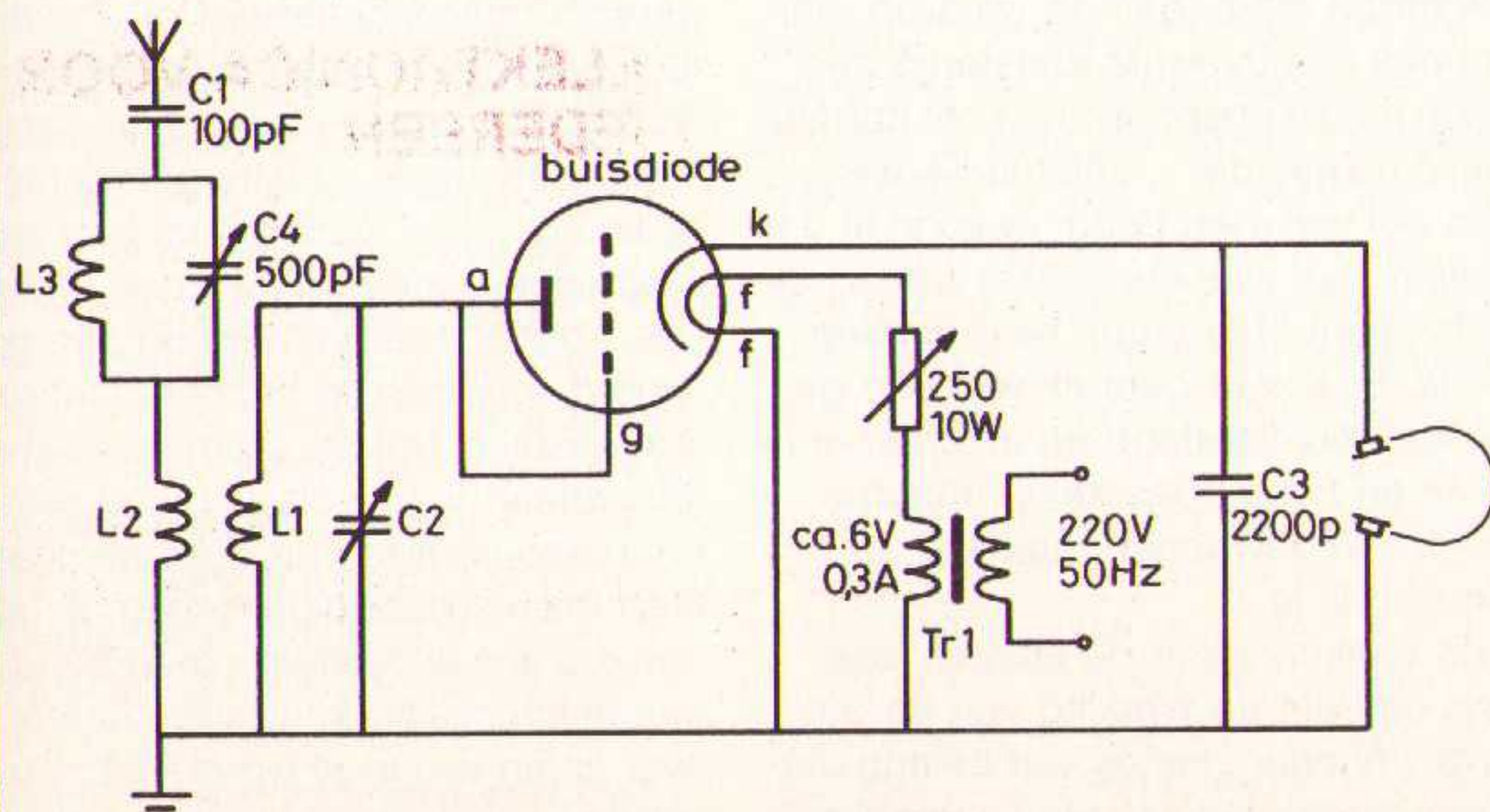
1



2



3



4

Afbeelding 1. Oudste en eenvoudigste vorm van éénkringer, waarin voor D1 een diode met lange gebogen werkkarakteristiek gewenst is, zoals wordt aangetroffen in de kristaldetector.

Zag ik wel dat in de oudste der oudste verhandelingen voor L1 een spoel met een glijcontact werd gebruikt (zie afb. 2), waardoor het aantal effectief benutte windingen veranderbaar was, en in het latere tijdperk van de honingraatspoel sprak men er wel over spoelen met verschillend windingaantal te gebruiken, maar op het moment dat ik in de elektronica terecht kwam - 1953 - was dat reeds ouderwets en achterhaald. Zo een betrekkelijk kleine 402 spoel van Amroh zou veel minder verliezen hebben, enz. enz. En nu kwam het: op al die spoelen, die er voor L1 in aanmerking kwamen, zaten één of meer aftakkingen. De detectie-diode D1 moest op een aftakking worden aangesloten: uitproberen wat het beste was luidde het . . . (zie afb. 3). Wat je in Nederland met een kristalontvanger kunt verwachten is ontvangst van de drie nationale zenders, misschien elk afzonderlijk, maar waarschijnlijk alle drie tegelijk. Dat laatste is niet de bedoeling en behoeft ook niet. Over wat er in de éénkringer gebeurt kun je alleen na langdurige experimenten iets gewaar worden. Waar het nu op hangt is dat de kring L1 - C2 daadwerkelijk op één van de drie uitgezonden middengolf-frequenties in resonantie raakt en deze energie via de detectie-diode aan de hoofdtelefoon afgeeft. Prima ontvangst alleen dáár waar alle factoren samenwerken. Zenders door elkaar: dan zit er iets fout. Het komt neer op optimale energie-overdracht en daarover, jonge telg, zul je bij je studie pas in latere lessen het fijne leren. Helaas komt die kennis dus reeds te pas bij de kristal-ontvan-

Afbeelding 2. In oude literatuur vinden we vermeld dat optimalisering van de trillingskring niet alleen werd bereikt door de afstemcondensator C1, maar ook de spoel L1 variabel te maken.

Afbeelding 3. Na-oorlogse experimentators bouwen voort op de bevindingen, die men voordien nog met de honingraatspoel had opgedaan en men krijgt de beschikking over de 'Westector'. In alle gevallen neemt de detectiediode de energie af via een aftakking op L1. Een speciale koppelwikkeling voor de antenne komt in zwang.

Afbeelding 4. Eénkringer met Zendetector (Zen is de kunst van het inspelen op het onvermoede). Voor de elektronenbuis komt alles in aanmerking. De kring L3 - C4 is van dezelfde soort als L1 - C2. Tr. 1 is een beltransformator.

ger, maar dan kan je er niets van weten. Laten we een deel van de éénkringer dus in de sfeer der geheimzinnigheid en beleven we thans de grote ontdekking van mijn elektronicajeugd. Onbestemde achterdocht tegen de Westector als de experimenten niet gunstig uitvallen. Maar wat las ik? Elke elektronenbuis, ongeacht welk type, van anodespanningsgelijkrichter tot hexode of nog meer, zou als diode te gebruiken zijn: de gelijkrichtwerking treedt op tussen de katode en enige van de daaromheen gedrapeerde elektroden. Al deze laatsten kon je gevoelig met elkaar doorverbinden. Alleen, het was niet gebruikelijk en een beetje zot, een paar Watt energie in de gloeidraad pompen zonder dat daar verder iets uitkwam. Als je een buis bezit en wat voedingsenergie, dan maak je er een actieve ontvanger van met versterking, is het niet?

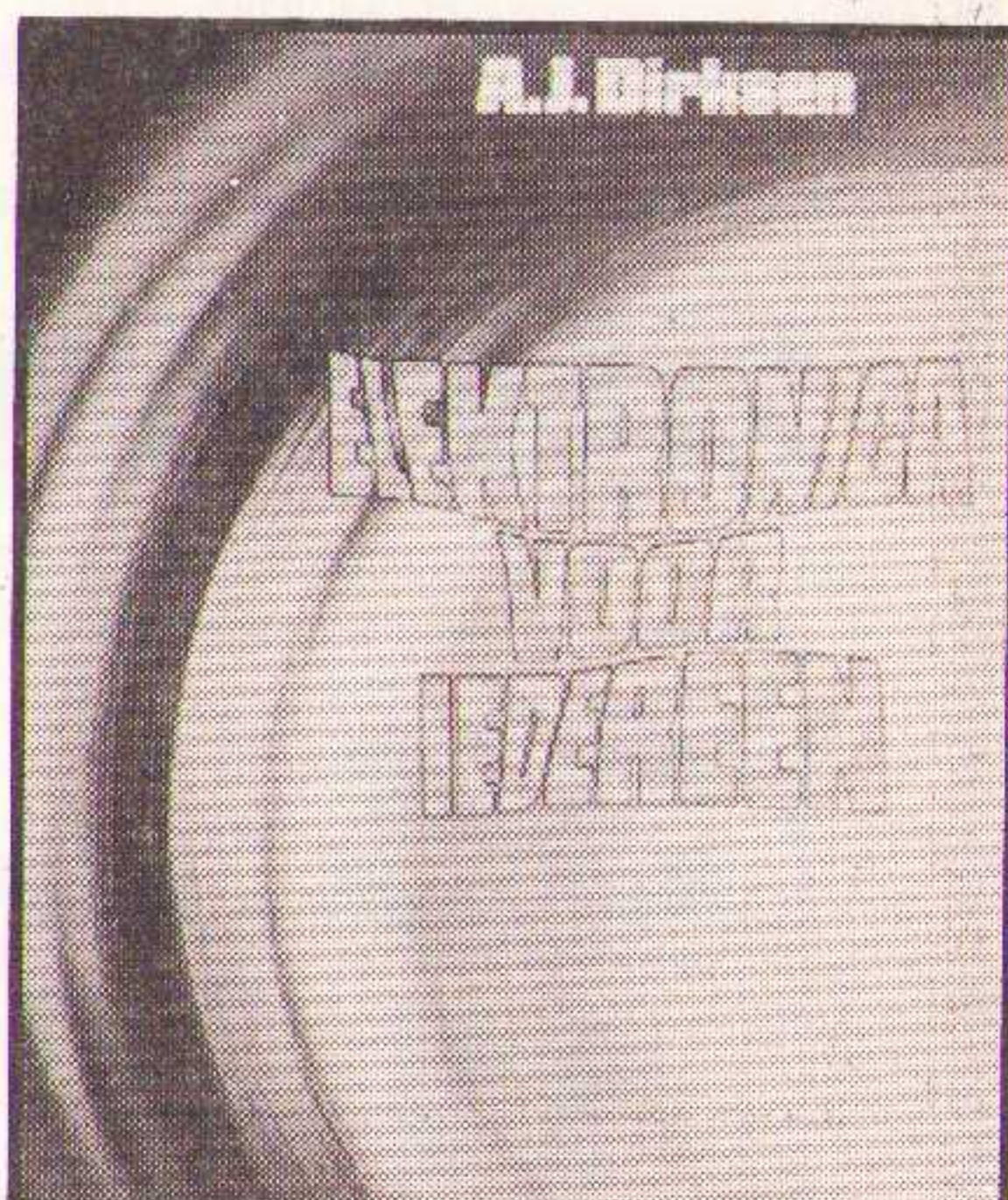
Eersteling, luister naar mijn bescheiden betoog! Toen ik een buisdiode voor D1 ging toepassen in de gedaante van afb. 4 werd ik iets heel wonderlijks gewaar: de geluidssterkte en het selecterende vermogen van de ontvanger waren tijdens het opwarmen en uitsterven van de katode - kortstondig dus - heel gunstig en bij vol verhitte katode niet. Dus monteerde ik een regelbare weerstand in de gloeistroomleiding van de buisdiode en stelde de gloeistroom in op suddertemperatuur, daarmee alles verkrijgende wat ik me wenste. Dat was mijn laatste diode-ontvanger. Moet ik er wél bij vermelden dat ik in de antenneleiding een tweede afgestemde kring opnam als in afb. 4, om daarmee de altijd nog zwak door-

komende andere zender buiten te sluiten; L3 - C4 is dus een sperfilter. Deze wordt al in de oude literatuur beschreven.

Maar ik had mijn eerste vinding gedaan en dat was eigenlijk ook meteen de enige. De moraal ervan is dat we het wel mogen wagen de onvermoede weg van ongerijmde influistering te gaan. Daarnevens hebben we met het voortschrijden van de techniek een toevloed van kant en klaar toepasbare componenten gekregen, die op zichzelf steeds zuiverder doen waar ze voor gemaakt zijn, maar die daarmee ongewild een verschraving van de totaliteit teweeggebracht hebben. De klad in de kristal-ontvanger kwam er al in toen men de variabele spoel van eigen omslachtige makelij ging vervangen door de mooie kleine magische boksjes van de toeleverancier. Kleine afstemcondensatoren met ander diëlectricum dan lucht verbeterden de kringkwaliteit ook niet en tenslotte: zo een laboratorische diode met éénduidige werkkarakteristiek bezorgde de experimentator van toen helemaal geen betere resultaten dan men dertig jaar tevoren al had weten te boeken!

De buisdiode met instelbare temperatuur biedt een werkkarakteristiek die optimaal aan de impedantie van de resonantiekering kan worden aangepast, precies zoals het ouderwetse kristal dit kon. Daardoor de grootst mogelijke opslingering in de kring met de hoogst toelaatbare stroomafgifte aan de hoofdtelefoon. Veel beter dan een superdiode met een scherpe knik in de werkkarakteristiek, die op een aftak-

king van de spoel moet worden aangesloten. Het gaat erom de zaak te optimaliseren, zeker in de éénkringer waar we in beginsel toe moeten komen met de zwakke antenne-energie. Veel plezier met de experimenten.



ELEKTRONICA VOOR IEDEREEN

A. J. Dirksen

Dit populair geschreven boek is bedoeld als een inleiding tot de elektronica, zowel voor LTS-leerlingen als voor zelfstudie. Naast 'spanning en stroom' worden ook de belangrijkste elektronica-onderdelen duidelijk beschreven.

ISBN 90 6082 107 6
bestelnummer 001 101

f 25.75/Bfr. 492
porto f 4.25

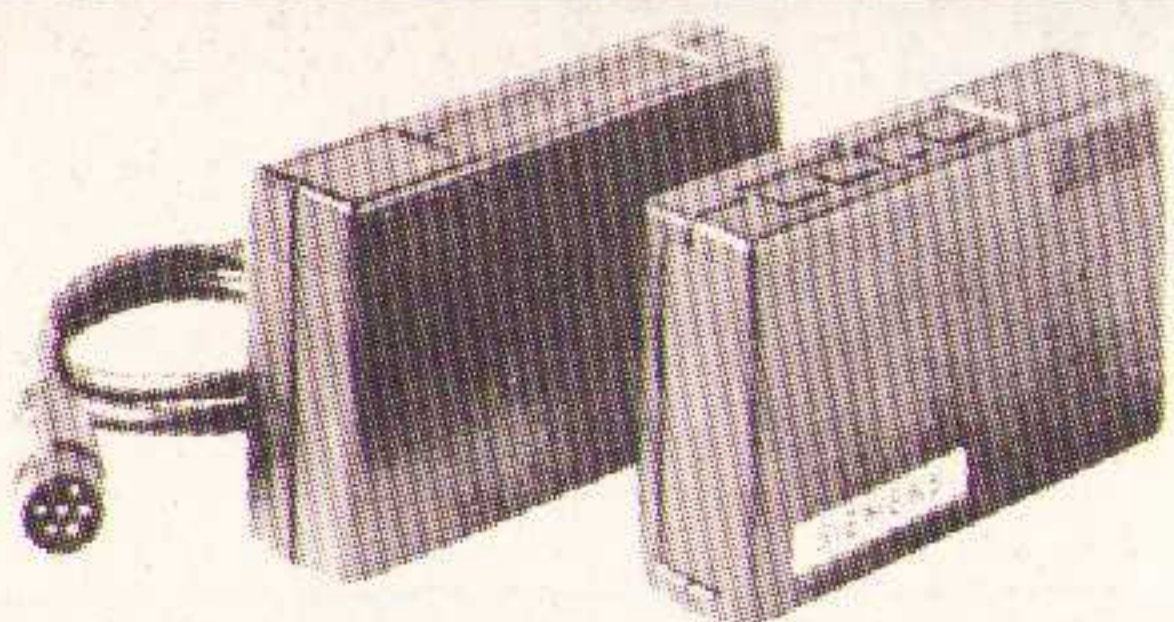
Indien niet verkrijgbaar bij de boekhandel te bestellen bij De Muiderkring B.V., postbus 10, 1400 AA Bussum.

REINAERT ELECTRONICS

uw adres voor
elektronica en deskundig advies

Blasiusstraat 14-16 Tel. 020-947218
1091 CR Amsterdam 020-658051

Openingstijden:
maandag t/m vrijdag 9-18 uur.



AFSTANDSBEDIENING

Siemens Infrafern infrarood afstandsbediening; zender 25 x 60 x 100 mm, voeding 9V, reikwijdte 15m; ontvanger 25 x 60 x 100 mm, voeding 20... 30V, uitgang 6-polige DIN-plug; universeel systeem voor alle mogelijke toepassingen (garagedeur, diaprojector, licht, TV, enz.). Prijs per set (zender + ontvanger) 2-kanaals f 139,50; idem 4-kanaals f 164,50.

Idem 2-kanaals systeem met dezelfde zender, maar ontvanger en voorversterker voor inbouw (modulen), met schema's (eenvoudig tot 4-kanaals om te bouwen) f 110,-.

Idem 4-kanaals systeem met ontvanger 70 x 155 x 250 mm; ingebouwde 220V voeding; 4 uitgangen elk 220V 1200W; f 650,-.

Bouwdoois voor infrarood geluidsoverdracht, bestaande uit Saba koptelefoon met ingebouwde infrarood-ontvanger en kleine infrarood zender met regelbare audio-ingang. Ideaal om ongestoord zonder lastige kabels naar radio, TV, enz. te kunnen luisteren. Introductieprijs f 148,40.

Deze prijzen zijn exclusief 18% BTW.

Handykit bouwsets

Betrouwbaar, degelijk en voordelig. Voorzien van behuizing, Nederlandse gebruiksaanwijzing en garantie.

Laagfrequent functiegenerator HKG-250
Sinus- en blokgolf tot 200 KHz. Met zeer lage vervorming.

198,-

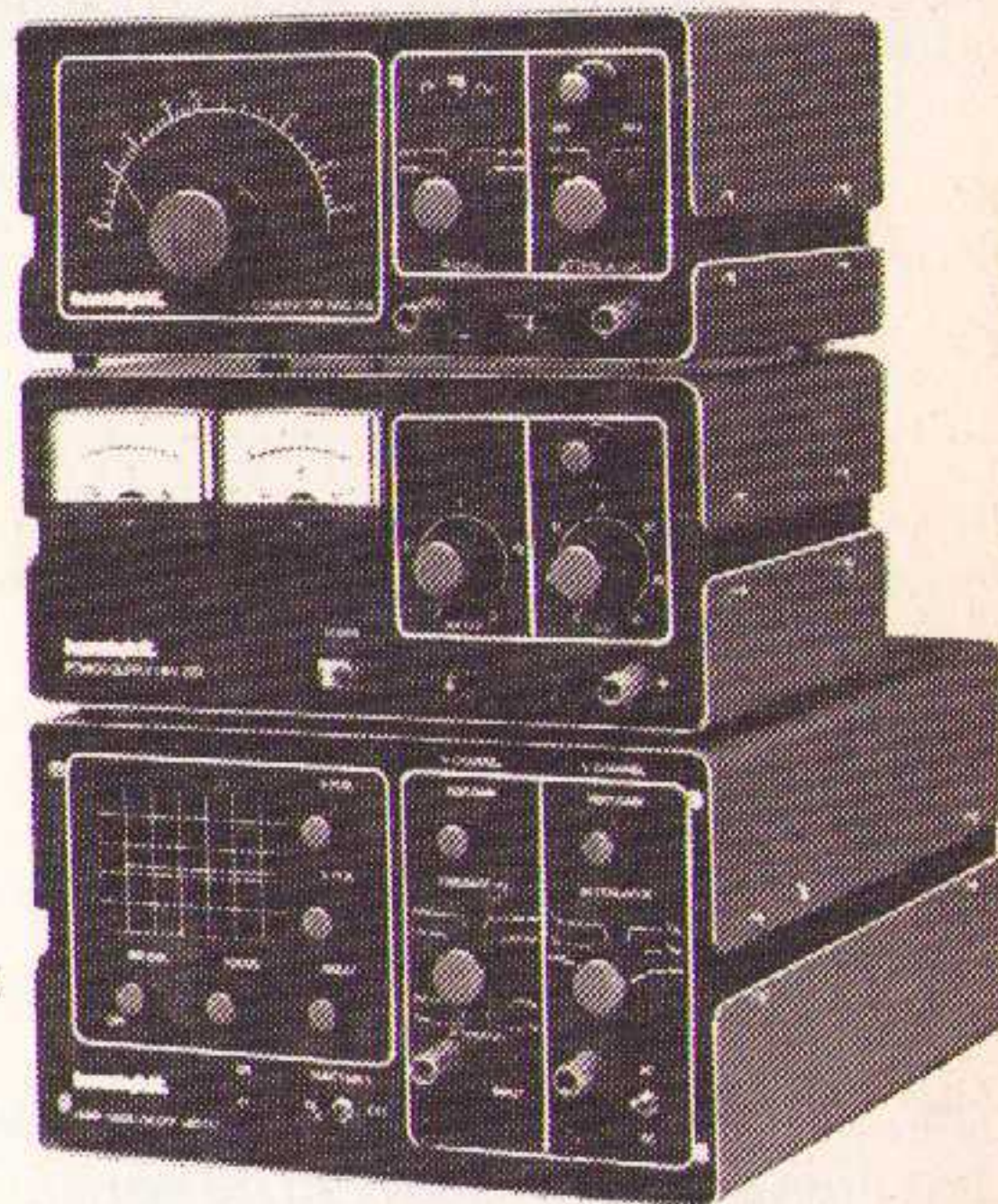
Absoluut kortsluitvaste laagspanningsvoeding HKV-230.
Spanning (0-30V) en stroom (0-2A), traploos instelbaar.

259,-

Ook leverbaar HKV-530
0-30V en 5A f 398,-

Hobby-oscilloscoop HKS-130 2 MHz.
Voorzien van identieke X en Y versterker, 7 cm beeldscherm.

398,-



Vraag de uitgebreide folder.

handykit®

Vogel's Import B.V., Hondsruglaan 93c,
5628 DB Eindhoven, telefoon 040-415547

ELEKTRONICA ABC

$$\frac{35}{11} = 3,18$$

Een lezer-abonnee is kwaliteits- en prijsbewust.

Waarom? . . . Hij betaalt:

per nummer.

(Incl. het extra dikke juli/aug. nr. van 4,90)

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

Noteer mij m.i.v. als nieuwe abonnee t/m december 1983.
(Abonnementsprijs ingaande juni fl. 19,10.)

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



Jos Verstraten

Afbeelding 8. Een mogelijke uitvoering van een spanningsgestuurde oscillator is opgebouwd uit een integrator, een comparator, een omkeerverster-

ker en een elektronische omschakelaar.

PLL, een moeilijk principe grafisch toegelicht

De principiële werking van de VCO

Een mogelijke uitvoering van een spanningsgestuurde oscillator is getekend in afb. 8. Aan de hand van de grafieken van afb. 9 zullen we de werking gaan beschrijven.

De schakeling is opgebouwd rond drie operationele versterkers. De eerste (IC1) is als inverterende versterker geschakeld, de tweede (IC2) als integrator en de derde (IC3) als comparator. Een elektronisch gestuurde omschakelaar S1, gestuurd uit de uitgangsspanning van de comparator, verbindt ofwel de ingangsspanning, ofwel de geïnverteerde ingangsspanning via weerstand R3 met de integrator. Stel dat de stuurspanning nul is. Door R3 vloeit dan geen stroom, want de negatieve ingang van IC2 ligt ook aan de

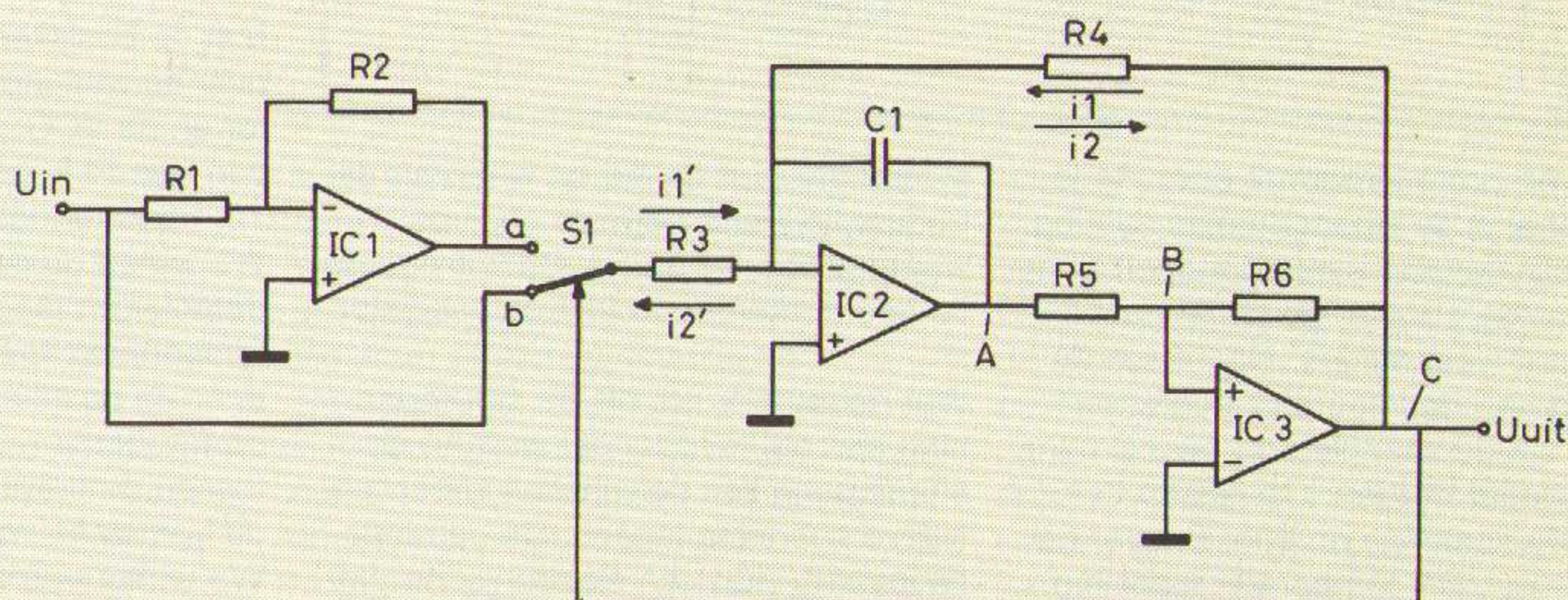
massa. We kunnen dus in dat geval de hele schakeling rond IC1 verwaarlozen.

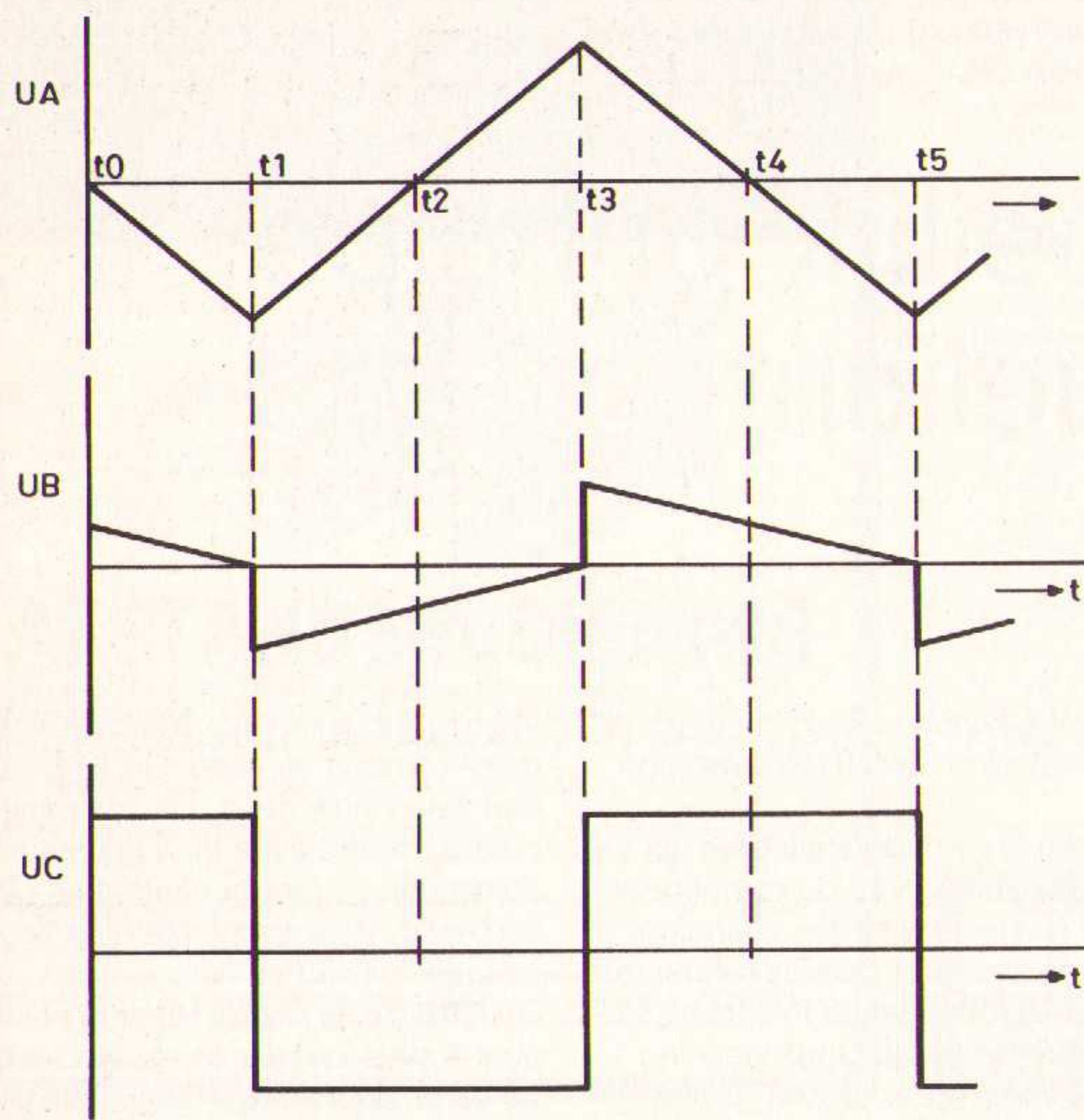
Op tijdstip t_0 veronderstellen we dat de uitgangsspanning van de comparator positief is. Deze positieve spanning stuurt een stroom i_1 door de weerstand R4. Deze stroom zal de integrator sturen, waardoor de uitgangsspanning van IC2 lineair gaat dalen. De stroom i_1 kan immers alleen via C1 vloeien, want de op-amp heeft een erg hoge ingangsimpedantie. De stroom blijft bovendien constant, want over R4 staat een constante spanning: linker aansluiting op massa-potentiaal, rechter aansluiting op de uitgangsspanning van de comparator.

Het gevolg van het vloeien van een constante stroom door een condensator is uiteraard een lineaire toename van de spanningsval. Conclusie: de

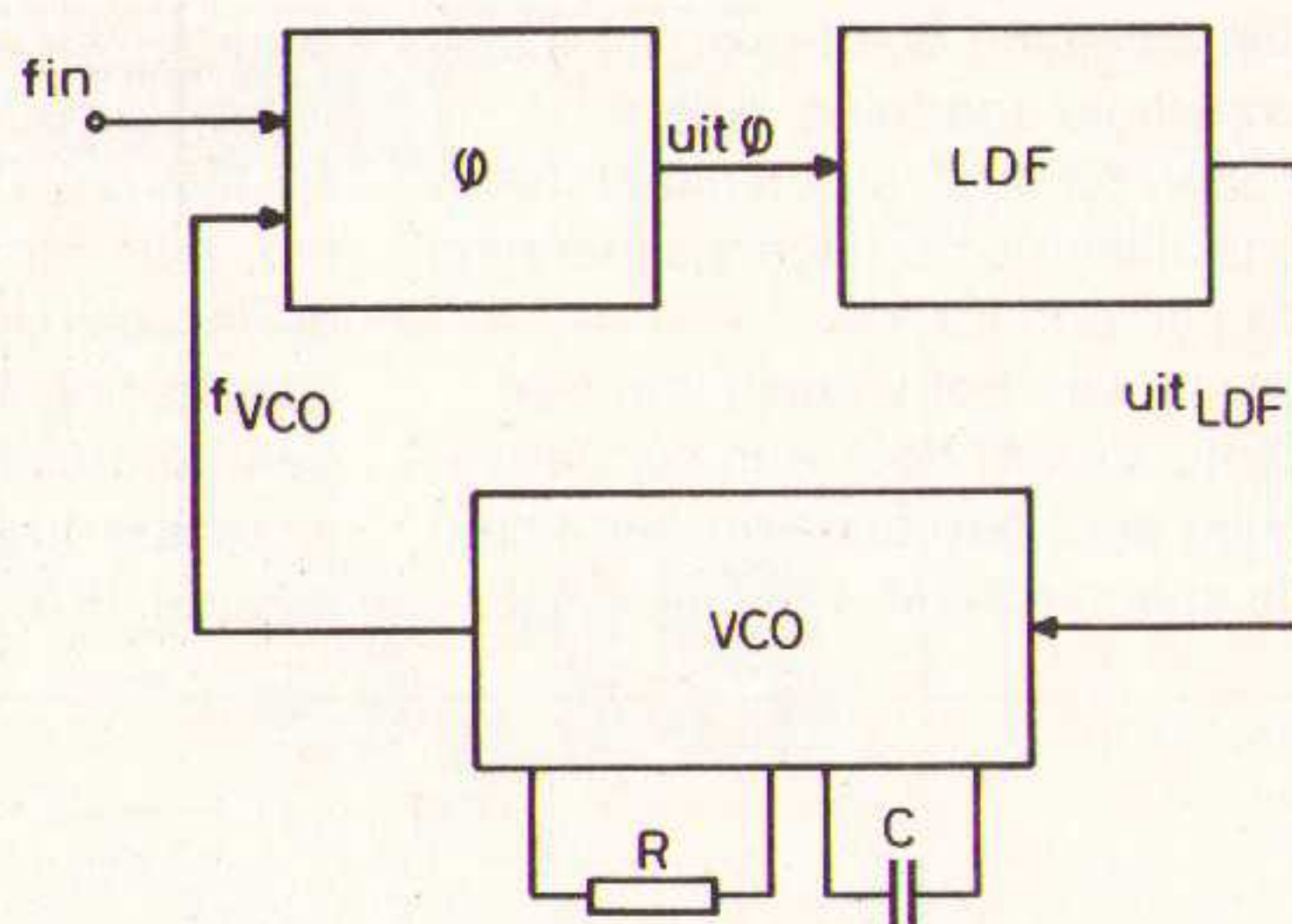
uitgangsspanning van IC2 gaat lineair dalen. Tussen de punten A en C staat een weerstandsdeler. De spanning op punt B, de positieve ingang van de comparator, wordt bepaald door de respectievelijke spanningen op de uitgangen van IC2 en IC3.

Op tijdstip t_0 is deze spanning positief, punt A staat immers op nul volt, punt C op de positieve uitgangsspanning van de comparator. Naarmate de uitgangsspanning van de integrator echter daalt, zal de spanning op punt B steeds minder positief worden. Op tijdstip t_1 is de spanning op punt B gelijk aan nul. De comparator slaat dan om, want zijn negatieve ingang ligt aan de massa. De uitgang van IC3 wordt opeens negatief. Dat heeft twee gevolgen. In de eerste plaats springt de spanning op B ook naar een negatieve waarde. In de tweede plaats gaat er nu





9



10

een even grote stroom i_2 door R_4 lopen, maar in de tegengestelde richting. De integrator wordt nu doorlopen door een inverse stroom, de uitgangsspanning gaat weer stijgen. Naarmate de uitgang van de integrator positiever wordt, zal de spanning op punt B minder negatief worden. Op tijdstip t_3 wordt de spanning op punt B weer gelijk aan nul. De comparator klapt om, het proces herhaalt zich. Besluit: bij een stuurspanning gelijk aan nul, wordt voor de VCO een signaal opgewekt,

symmetrisch in de tijd en waarvan de frequentie wordt bepaald door de waarden van C_1 en R_4 . Deze frequentie noemt men de f_0 van de oscillator.

Wat gebeurt er nu, als de stuurspanning niet nul is? Stel dat we aan de sturingang van de schakeling een positieve spanning leggen. De combinatie inverter (IC1) en elektronische omschakelaar (S1) zal er dan voor zorgen dat de stroom, die in de integrator wordt gestuurd, toeneemt. Als er via

Afbeelding 9. De spanningen op de diverse punten van afb. 8.

Afbeelding 10. Terug nu naar het basis-schema van de PLL, waarbij we door middel van R en C de eigen frequentie f_0 van de VCO kunnen instellen.

Afbeelding 11. De werking van de PLL toegelicht, indien men plotseling een ingangssignaal in de buurt van de eigen frequentie f_0 aan de ingang aanlegt.

Afbeelding 12. De werking van de PLL toegelicht, als we de ingangsfrequentie plotseling variëren.

R_4 een stroom i_1 naar de integrator vloeit, dan zal er via R_3 een stroom i_1' door de condensator lopen. Als de uitgang van de comparator omklapt, zal ook de schakelaar worden omgeschakeld. De stroom i_2 wordt nu vergroot door de stroom i_2' .

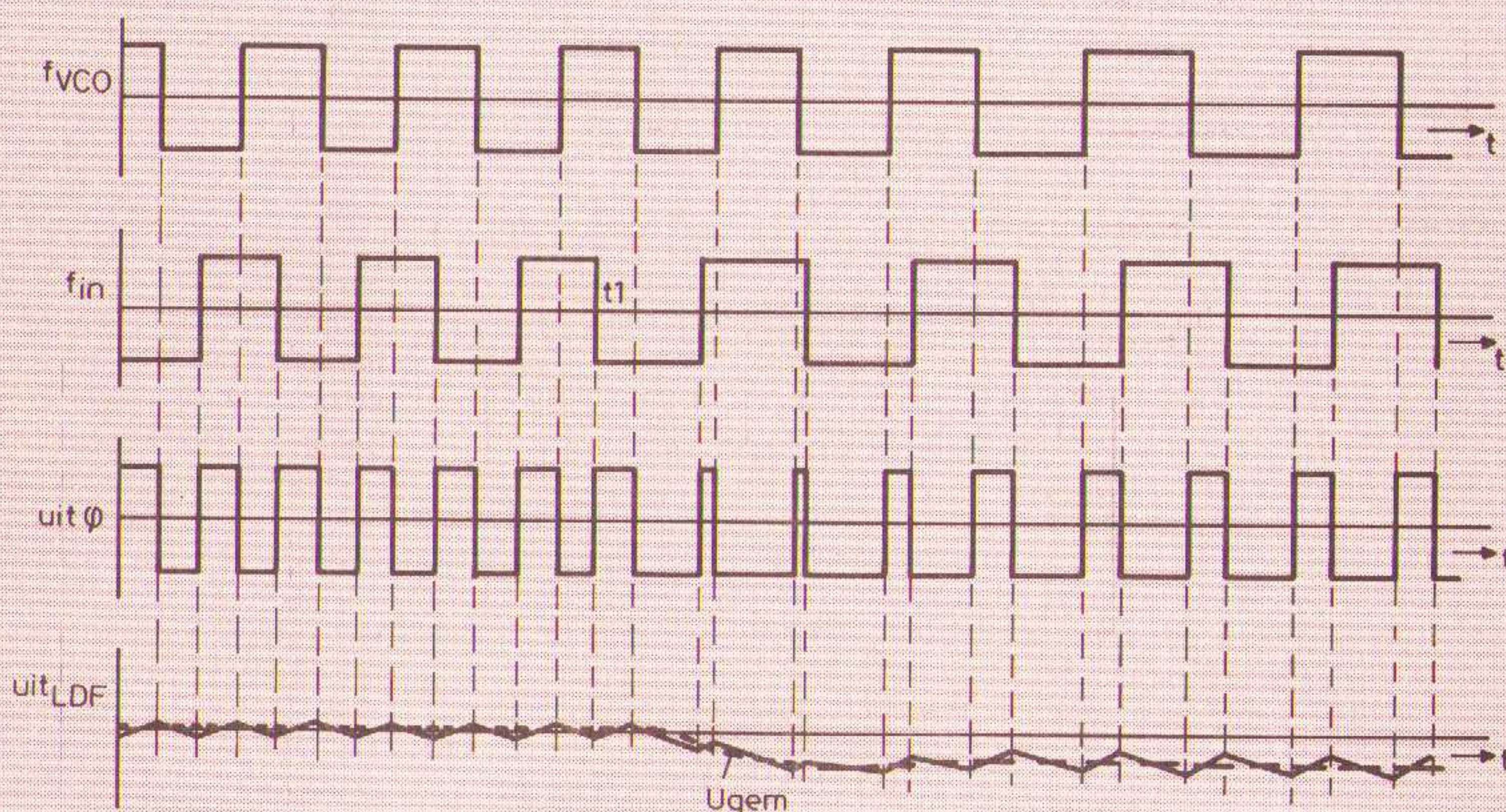
Gevolg: een positieve stuurspanning heeft een stijging van de laad- en ontladstromen van de integrator tot gevolg. De door de VCO opgewekte signaalfrequentie gaat stijgen. Bovendien bestaat er een lineair verband tussen de grootte van de stuurspanning en de frequentiestijging. De waarde van de extra accent-stromen wordt immers bepaald door de grootte van R_3 en de waarde van de stuurspanning. Het zal nu wel duidelijk zijn, dat een negatieve stuurspanning een verlaging van de frequentie van de VCO tot gevolg heeft.

Terug naar de PLL!

Met de basiskennis die we nu hebben over de werking van de fase-comparator en de VCO, kunnen we de werking van een PLL, zoals getekend in afb. 10, nauwkeuriger gaan bestuderen. We weten nu dat de combinatie fase-detector en laagdoorlaat-filter een gelijkspanning opwekt, waarvan de grootte en de polariteit worden bepaald door de frequentie- en fase-verhoudingen tussen de frequentie van de VCO en de frequentie van de ingangsspanning. We weten verder dat de VCO een bepaalde eigen frequentie f_0 opwekt, die wordt bepaald door de waarde van een weerstand en een condensator en dat



11



12

die eigen frequentie varieert als we aan de sturingang een positieve of een negatieve gelijkspanning aanleggen. In het voorbeeld van afb. 10 wordt die eigen frequentie bepaald door de waarde van de weerstand R en de condensator C . We gaan nu eerst grafisch verklaren, wat er gebeurt als we opeens op de ingang een signaal zetten, met dezelfde frequentie als de eigen frequentie van de VCO. Een en ander is grafisch in afb. 11 weergegeven.

Vóór tijdstip t_1 is er geen ingangssignaal aanwezig. De fase-vergelijker vergelijkt dat continue „L”-signaal met het uitgangssignaal van de VCO. Het resultaat is een symmetrische blokspanning. Deze blok gaat naar het filter, de resulterende gelijkspanning is nul. De VCO wordt dus niet gestuurd en wekt zijn eigen frequentie f_0 op. Op tijdstip t_1 leggen we aan de ingang een signaal aan met frequentie f_0 . Uiteraard bestaat er een willekeurige fase-relatie tussen dit signaal en de

uitgang van de VCO. De fase-comparator gaat aan het werk, de duty-cycle van zijn uitgang past zich aan, aan het fase-verschil tussen beide signalen. In dit specifieke geval is de fase tussen beide signalen zodanig dat op de uitgang van de EXOR een signaal ontstaat, waarvan die positieve delen smaller zijn dan de negatieve. Het filter zal bijgevolg een gemiddelde negatieve spanning opwekken. Deze negatieve spanning komt op de ingang van de VCO. De frequentie van deze schake-

ling gaat dalen.

Met andere woorden: de periode-duur neemt toe. Het zal duidelijk zijn, dat hierdoor de fase-relatie tussen beide signalen verandert. Uit de tekening blijkt, dat het systeem streeft naar een evenwichtssituatie, waarbij het stuursignaal weer nul wordt en er dus een fase-verschil van 90° ontstaat tussen beide signalen. Uit deze bespreking kunnen we twee belangrijke conclusies trekken. Als aan een PLL gééningangssignaal wordt aangelegd, dan zal de VCO van het systeem oscilleren op zijn eigen frequentie, waarvan de waarde wordt bepaald door de keuze van een weerstand en een condensator. Als we aan een PLL een signaal aanleggen, waarvan de frequentie gelijk is aan de f_0 van het systeem, dan zal de PLL zijn interne oscillator zo bijsturen, dat er een fase-verschil van 90° ontstaat tussen hetingangssignaal en het signaal van de interne VCO.

Tweede mogelijkheid:

De ingangsfrequentie van een PLL wordt opeens gevarieerd. De grafische uitwerking van deze situatie is getekend in afb. 12. Vóór t_1 is de ingangsfrequentie gelijk aan f_0 . De PLL regelt zijn eigen oscillator tot er een fase-verschil van 90° tussen beide signalen bestaat. Op tijdstip t_1 neemt de frequentie van hetingangssignaal af. De uitgang van de fase-comparator levert nu een niet symmetrische spanning aan het laagdoorlaatfilter. Het filter wekt een gelijkspanning op, waarvan de waarde en de polariteit afhangt van het fase-verschil tussen beide signalen. In dit specifieke voorbeeld worden de positieve delen van de comparator-uitgang smaller dan de negatieve, de filter-uitgang wordt negatief. De frequentie van de VCO gaat bijgevolg dalen. Uit de grafiek volgt dat het systeem nu een nieuwe evenwichtstoestand opzoekt. De schakeling past zijn eigen frequentie aan, aan de grootte van de frequentie van hetingangssignaal. Dat is alleen mogelijk, als er een van 90° afwijkende fase-re-

Afbeelding 13. De begrippen „capture range” en „lock range” kunnen aan de hand van deze grafiek worden gedefinieerd.

latie tussen ingang en VCO wordt opgebouwd. Immers, de frequentie van de VCO moet dalen. Dat kan alleen als er uit het laagdoorlaatfilter een negatieve stuurspanning komt.

Conclusie:

Als de ingangsfrequentie van een PLL een van f_0 afwijkende waarde krijgt, dan zal de loop zichzelf zo regelen, dat de frequentie van de VCO gelijk wordt aan de nieuwe frequentie van hetingangssignaal. Dat is alleen mogelijk, als er een van 90° afwijkend fase-verschil ontstaat tussen beide signalen. Alleen dan zal de combinatie van fase-detector en laagdoorlaatfilter een stuursignaal kunnen opwekken, waarmee de VCO zo wordt geregeld dat aan de frequentie-gelijkheid wordt voldaan. Het zal zonder meer duidelijk zijn, dat de grootte en de polariteit van de uitgangsspanning van het filter een maat is voor de grootte en de richting van de frequentie-afwijking van hetingangssignaal. Uit dit gegeven zullen we later een aantal toepassingen van de PLL rechtstreeks kunnen afleiden.

Eigenschappen van de Phase Locked Loop

De PLL is een regelsysteem op zichzelf en voldoet aan bepaalde wetmatigheden en definities. In deze paragraaf zullen we deze definities even toelichten.

— Het begrip „lock”.

Men zegt dat een PLL „gelocked” is, als de frequentie van de VCO gelijk is aan de frequentie van hetingangssignaal, dus als de PLL zijn regeleigenschappen gebruikt heeft om de frequentie-gelijkheid in te stellen. Anderzijds zegt men dat een PLL „uit lock” is, als dit niet het geval is. Een PLL gaat uit lock, als de frequentie van hetingangssignaal zo ver afwijkt van f_0 , dat de PLL niet meer in staat is zichzelf op de fin in te regelen. Het gevolg van een uit lock is, dat het regelsignaal voor de VCO weer naar nul gaat en de VCO op zijn eigen frequentie f_0 gaat oscilleren. Een aantal PLL-schakelin-

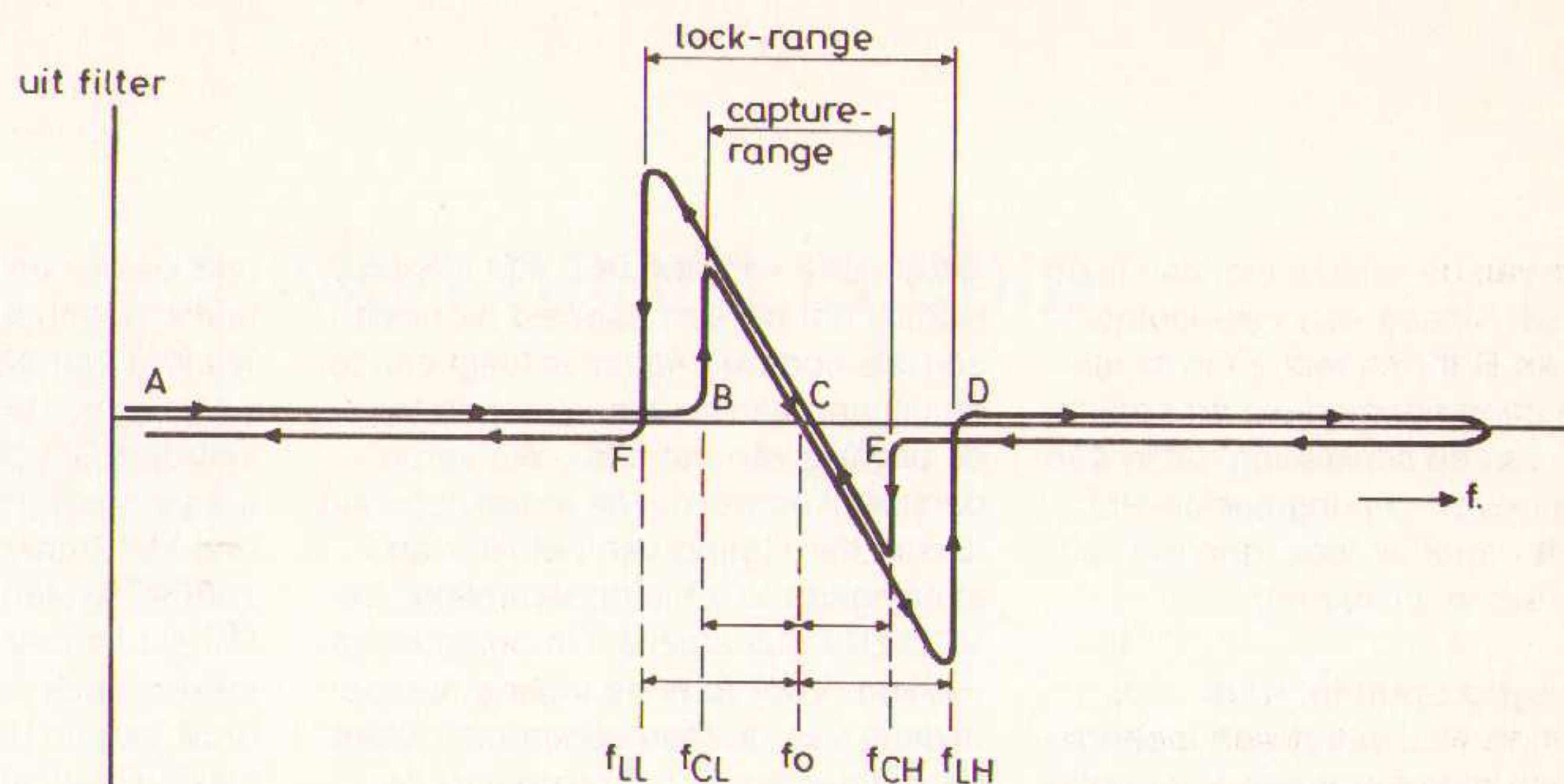
Afbeelding 14. Waarom de tijd-constante van het laagdoorlaatfilter de capture-range vastlegt, proberen we aan de hand van deze figuur grafisch toe te lichten.

gen hebben de mogelijkheid door middel van een signaal aan te geven of ze in lock zijn of niet. Met dit signaal kan dan bijvoorbeeld een LED aangestuurd worden.

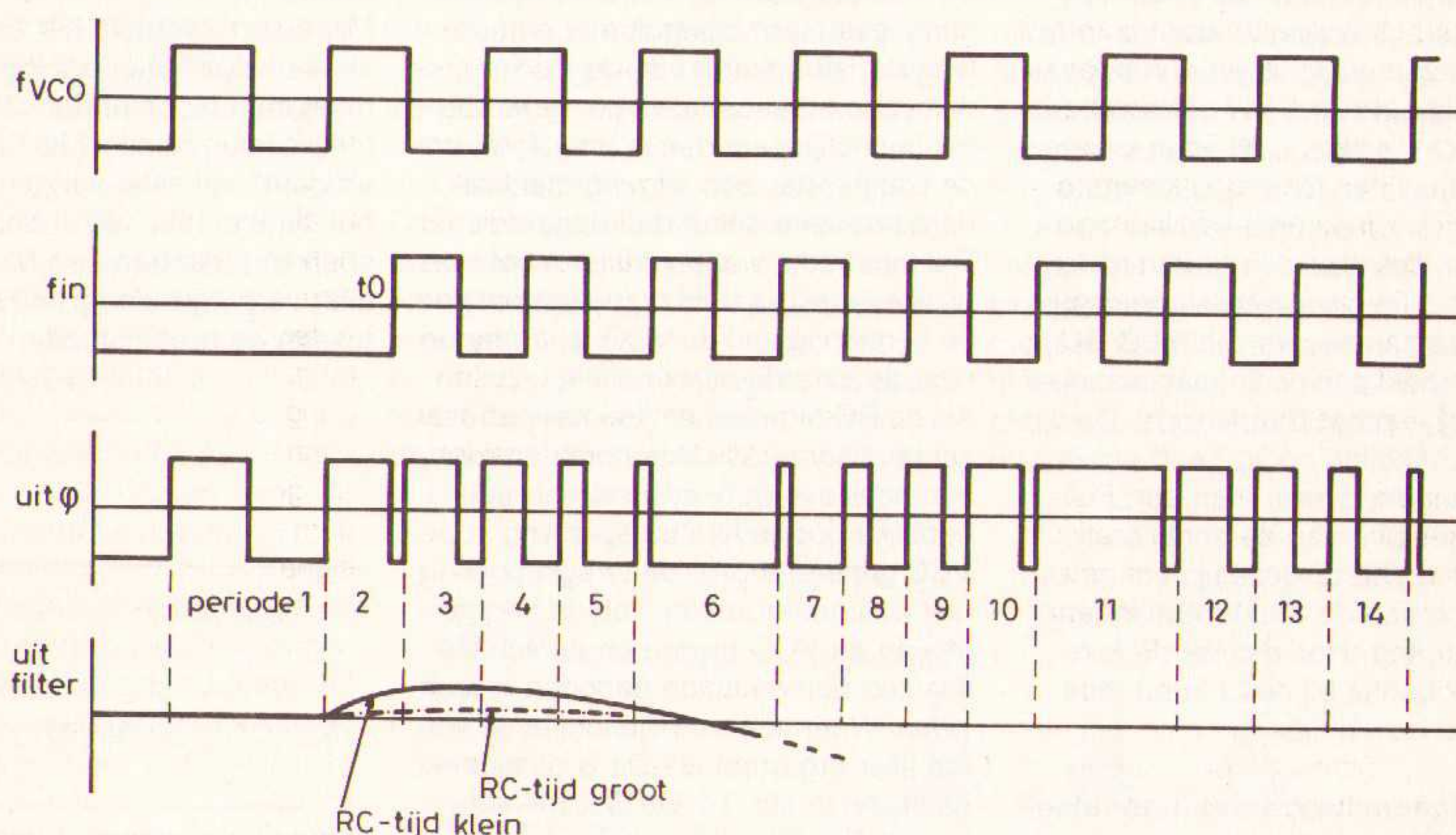
— De begrippen „lock-range” en „capture range”.

Bij de bespreking van de werking van de fase-comparator hebben we grafisch aangetoond (afb. 6 en 7) dat er slechts een beperkt bereik is, waarin de uitgangsspanning van het filter evenredig is met de frequentie-afwijking van hetingangssignaal.

Omdat de regel-eigenschappen van de PLL worden bepaald door de karakteristieken van de fase-comparator en het filter, ligt het voor de hand dat de PLL ook een beperkt regelgebied heeft. Dit regel- of vang-gebied kunnen we experimenteel bepalen, door aan een PLL eeningangssignaal aan te leggen, waarvan we de frequentie langzaam laten stijgen. Als we de uitgangsspanning van het filter meten, kunnen we een grafiekje opstellen zoals getekend in afb. 13. We starten bij punt A. De frequentie van hetingangssignaal is zeer laag ten opzichte van de eigen frequentie f_0 van de PLL. De uitgangsspanning van het filter is nul. De schakeling is duidelijk uit lock. We verhogen de frequentie van hetingangssignaal. Geen verandering, tot we op punt B van de frequentie-as komen. De uitgangsspanning van het filter gaat plotsklaps stijgen, het regelsysteem treedt in werking en de PLL regelt de frequentie van zijn VCO, tot deze gelijk is aan de ingangsfrequentie f_{c1} . De schakeling locked in. We verhogen de frequentie van hetingangssignaal. De uitgangsspanning van het filter daalt. Als de frequentie aan de ingang gelijk wordt aan de frequentie f_0 , de eigen frequentie van de schakeling, ontstaat er uiteraard een regelsignaal gelijk aan nul. Bij verdere verhoging van de ingangsfrequentie stellen we vast dat het regelsysteem volgt, tot we op punt D aanbellen. De frequentie-afwijking tussen fin en f_0 wordt te groot, het regelsysteem kan niet meer



13



14

volgen, opeens valt de uitgangsspanning van het filter terug naar nul. De schakeling is uit lock.

We kunnen nu reeds een belangrijk gegeven vaststellen: de frequentieafstand tussen f_{cl} en f_0 (Δf) is kleiner dan de frequentieafstand tussen f_0 en f_{lh} ($\Delta f'$). Blijkbaar is de schakeling in staat langer in te regelen, als de frequentie van het ingangssignaal vanaf de waarde f_0 varieert, dan wanneer de ingangsfrequentie naar f_0 toe verandert! We laten de frequentie verder stijgen, de schakeling blijft uiteraard uit lock. Nu draaien we de procedure om,

we gaan de frequentie van de ingang weer verlagen. Op een bepaald moment (punt E) stellen we vast dat de schakeling weer gaat inlocken. Bij verder verlaging van de ingangsfrequentie, volgt de uitgangsspanning dezelfde curve als voorheen gemeten. Bij f_{ll} stellen we vast dat de schakeling weer uit lock gaat.

Ook nu stellen we vast dat het vangbereik groter is, als de ingangsfrequentie vanaf f_0 varieert. Bovendien stellen we een symmetrie vast. Het gebied B-C (opgemeten bij stijgende frequentie) is even groot als het gebied E-C (geme-

ten bij dalende frequentie). Analooq stellen we vast dat de gebieden D-C en C-F even breed zijn.

Conclusies:

Als de schakeling in lock is en de frequentie van het ingangssignaal varieert vanuit deze situatie naar onder of naar boven, dan volgt de PLL deze variatie in een groot gebied, namelijk van punt F tot en met punt D. Dit frequentie-gebied noemen we de „lock-range” van de PLL. Anderzijds, als de schakeling uit lock is en de frequentie van de ingang gaat stijgen of dalen

naar de f_0 van de schakeling, dan is de PLL in staat binnen een veel kleiner gebied (van B tot en met E) in te locken. Dit gebied noemen we de „capture range” van de schakeling. Of in één zin samengevat: een ingelockte PLL gaat minder snel uit lock, dan een uitgelockte PLL in lock komt.

— Het begrip „pull-in”-tijd.

Stel, aan een PLL wordt een ingangssignaal aangelegd met een frequentie die zoveel afwijkt van f_0 , dat het systeem uit lock is. Opeens variëren we de frequentie naar een waarde, waarbij de schakeling in staat is in te locken. Het inlocken duurt een bepaalde tijd. Die tijd wordt in hoofdzaak bepaald door de eigenschappen van het laagdoorlaatfilter. Zit daar een grote condensator en een grote weerstand in (heeft het filter dus een grote RC-tijd), dan zal het langer duren alvorens de PLL de frequentie van zijn VCO gelijk heeft gemaakt aan de fin, dan wanneer de RC-tijd van het filter klein is. De tijd die de schakeling nodig heeft om in lock te komen, noemt men de „pull-in”-tijd. Behalve van de onderdelen van het filter, hangt deze tijd ook af van de waarde van de frequentie-sprong aan de ingang. Hoe dichter de ingangsfrequentie bij de f_0 komt, hoe kleiner de pull-in tijd.

— De eigenschappen van het laagdoorlaatfilter.

Bij alle PLL's gebruikt men een simpel RC-filtertje als LDF. Dat betekent, dat we door middel van de keuze van de weerstands- en condensator-waarden de doorlaatband van het filter kunnen kiezen. Geeft men het filter een grote tijdconstante, dus een grote weerstand en een grote condensator, dan zal daarmee de pull-in tijd van de schakeling vergroten. Een grote RC-tijd heeft een tweede nadeel: hoe groter de RC-tijd, hoe kleiner de capture-range van het systeem wordt. Dat kunnen we, willen we niet verdrinken in ontzettend ingewikkelde wiskunde, alleen maar grafisch aantonen. Kijk naar afb. 14. Daar hebben we onder elkaar uit-

gezet de f_0 van een PLL, het ingangssignaal dat op een bepaald moment een iets hogere frequentie krijgt dan f_0 , de uitgang van de fase-comparator en de uitgang van het filter. We veronderstellen echter dat de terugkoppeling tussen de uitgang van het filter en sturingang VCO is onderbroken. De VCO blijft dus steeds zijn eigen f_0 opwekken. Vóór to is de ingang nul, de uitgang van de fase-comparator volgt de symmetrische spanning van de VCO. Op tijdstip to leggen we de ingangsspanning aan. De uitgang van de fase-comparator reageert, zijn uitgang levert een blokgolf met een duty-cycle, afhankelijk van de faseverschillen tussen f_0 en fin. In het begin (namelijk perioden 2, 3 en 4) levert de comparator een uitgang met bredere positieve delen dan negatieve. Dat moet ook, want het filter moet een positieve gelijkspanning opwekken om de frequentie van de VCO te verhogen naar de waarde van fin.

Als de RC-tijd van het filter klein is, dan zal het filter uit die drie perioden met een positieve duty-cycle al een behoorlijke positieve stuurspanning voor VCO genereren. Als de terugkoppeling niet was onderbroken, zou de frequentie van de VCO stijgen en de schakeling zou binnen enige perioden in lock zitten. Wat nu, als de tijdconstante van het filter erg groot is? Dit is gestippeld getekend in afb. 14. De tijdconstante is zo groot, dat het filter uit die drie perioden met een positieve duty-cycle geen voldoende grote positieve stuurspanning kan opbouwen. Was het systeem teruggekoppeld, dan zou deze kleine positieve stuurspanning weliswaar de frequentie van de VCO enigszins verhogen. Deze verhoging zou echter te klein zijn om het systeem in te laten locken. Wat is namelijk het probleem? Zoals duidelijk blijkt uit de tekening, levert de fase-comparator vanaf periode 5 alweer een signaal met een negatieve duty-cycle. Heeft het systeem vóór die tijd geen kans gezien de frequentie van de VCO al voldoende in de richting van de fin te regelen, dan is de kans op lock verkeken. Het zal duidelijk zijn dat

hoe kleiner de RC-tijd van het filter is, hoe sneller het filter reageert op de duty-cycle van de uitgang van de fase-vergelijker. Dan wordt de frequentie van de VCO ook sneller naar de fin toegeregeld. De capture-range neemt dan toe. In het getekende voorbeeld zou het systeem met een kleine RC-tijd zonder meer in staat zijn in te locken op de ingangsfrequentie. Bij gebruik van de grote RC-tijd zou er geen lock plaatsvinden.

— Het begrip „phase detector gain”.

Met „gain” wordt in het algemeen een versterkings-factor aangegeven. Nu moet men hier niet denken aan de letterlijke interpretatie. Met „phase detector gain”, meestal aangegeven door het symbool K_d , wordt bedoeld de spanning, die aan de uitgang van het filter verschijnt per graad fase-verschil tussen de twee signalen.

(wordt vervolgd)

Telefonisch vragenruimte

U kunt uw problemen vaak het beste en zeker het snelst kwijt per telefoon. U krijgt dan in de meeste gevallen direct antwoord en u kunt uw vraag nader toelichten. Bij schriftelijk vragen worden vaak belangrijke feiten vergeten waardoor het vaak erg moeilijk is om het juiste antwoord te geven.

's Maandags tussen 16.00 en 17.00 uur zit er iemand klaar die alle spullen bij zich heeft om technische vragen te beantwoorden betreffende alle bouwontwerpen uit Elektronica ABC. Telefoonnummer 01745-5867.

Voor alle andere zaken, zoals abonnementen e.d. schrijft u een briefje naar de Muiderkring.

ABC-tjes

Onder deze rubriek vallen annonces van lezers die iets hebben aan te bieden of iets zoeken. Deze rubriek zal voorlopig gratis zijn. Deze rubriek is niet voor handelen. Heeft u iets speciaals aan te bieden of zoekt u iets speciaals, schrijf dit dan duidelijk op een briefkaart, maximum 100 tekens (incl. spaties) onder vermelding van aangeboden of gevraagd. In de linkerbovenhoek duidelijk vermelden ABC-tje; stuur de briefkaart naar De Mulderkring BV, advertentieafdeling, Postbus 10, 1400 AA BUSSUM.

Mijn naam is chip

ABC'tjes aangeboden

T.k. FM 22 kanaal MARC zender ontvanger HY-COM CB-5000 BS, en een 40 kanaals antenne, alles nieuw in doos voor f 250.-. J. Schopman, Nijmegen. Tel. 080-561137.

ZX-81 programma's (veel arcadegames zoals Pac-Man, space-invaders, Frogger enz.). Alles in machinetaal. E. Lanting, A. Agneslaan 129, 3136 CB Vlaardingen. Tel. 010-743600.

T.k.: Philips videospel + 6 cass. zeer mooi, prijs f 525.-. Tel. 02297-1426. Zwaagdijk-W, omgeving Hoorn.

T.k.: Originele Volvo stereo-autoradio met 5 voorkeursoetsen, vraagprijs f 100.-. J. van Deuren, Oostwijk 32, 3461 GP Linschoten. Tel. 03480-12118.

ABC'tjes gevraagd

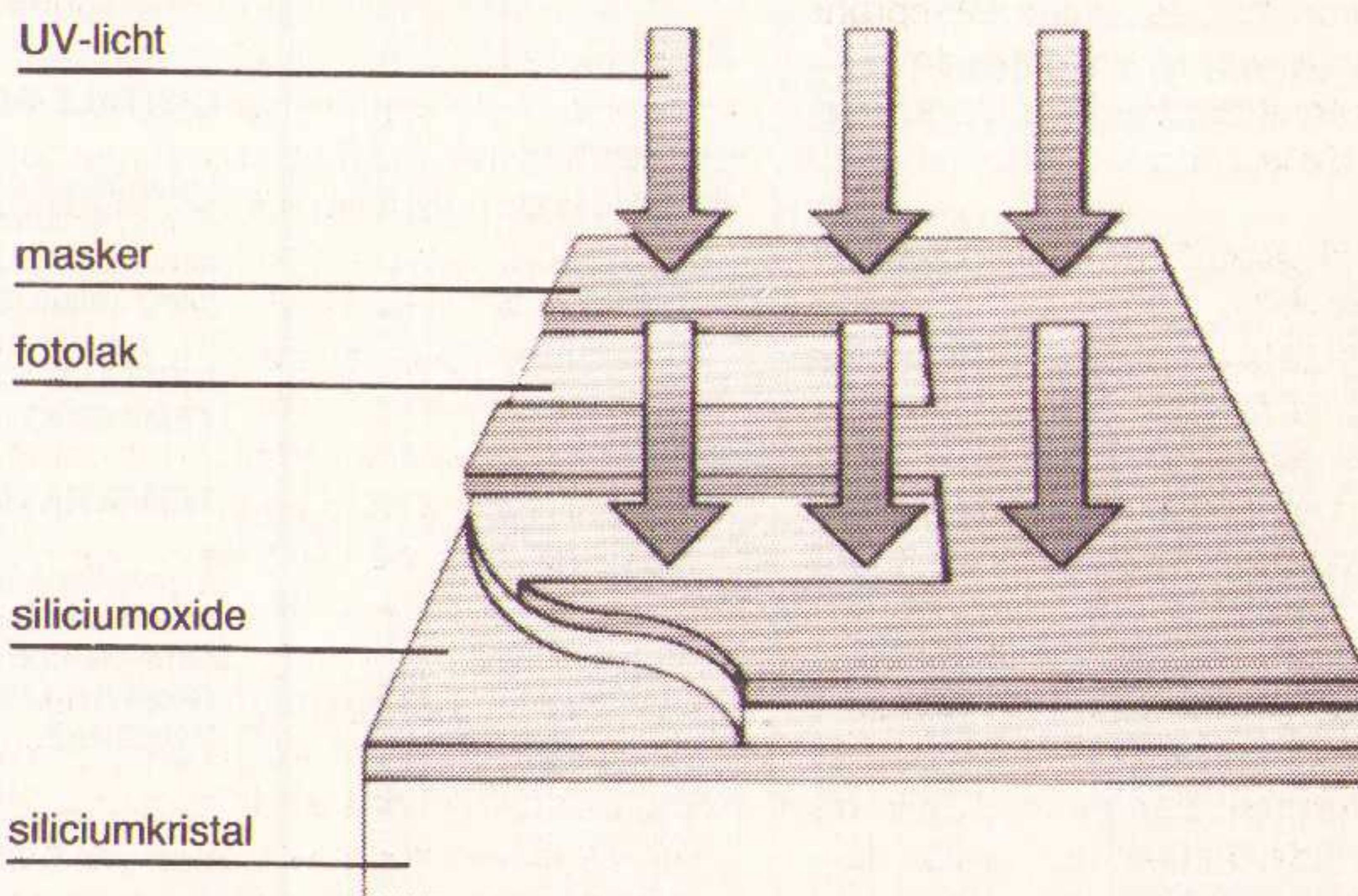
Schema/copie van: ITT stereocomb. stereo 3600. Grundig buizenradio 2050 Johan Kokx, Akkermansstraat 31, 5104 EN Dongen. Tel. 01623-16006.

Basic pocket computer H.P. of Casio ± 100 lijnen geheugen. L.C.D. display (± f 250.-). Tel. 05753-2392 tussen 18.00-19.00 uur.

Philips mengpaneel eenheid NL 7307 -(2x) NL 3713, NL 3717, NL 3711 — (eventueel ruilen voor NL 7311) kopie's bouwbeschrijving & lay-outs ook welkom. Tel. 078-122864.

Zeer zuiver silicium in monokristallijne vorm, d.w.z. op één miljard siliciumatomen mag niet meer dan één atoom van een ander element voorkomen, vormt het uitgangsmateriaal voor de vervaardiging van componenten. Het monokristal wordt in schijfjes van een tiende millimeter dikte gezaagd. Deze schijfjes ondergaan een herhaald fotolithografisch procédé na het aanbrengen van een oxidelaag. Maskers bepalen de plaatsen van de positieve en negatieve geleidende lagen, die door een diffusieproces tot stand komen. Volgens deze oppervlakte-bewerking of planaire techniek kan men 15.000

afzonderlijke transistorsystemen tegelijk vervaardigen. Het van elkaar scheiden van de systemen gebeurt door middel van een inkrassende diamant of door een laserstraal. Na het scheiden contacteert men de systemen, waarna deze een behuizing krijgen. Met hetzelfde planaire proces kan men ook weerstanden, diodes en condensatoren produceren. Zo kunnen hele circuits met elektronische micro-elementen worden gemaakt naar één moeder-ontwerp. De aldus ontstane geïntegreerde schakelingen noemt men chips.



Het belichten van de lak door een masker, dat de structuur van de tran-

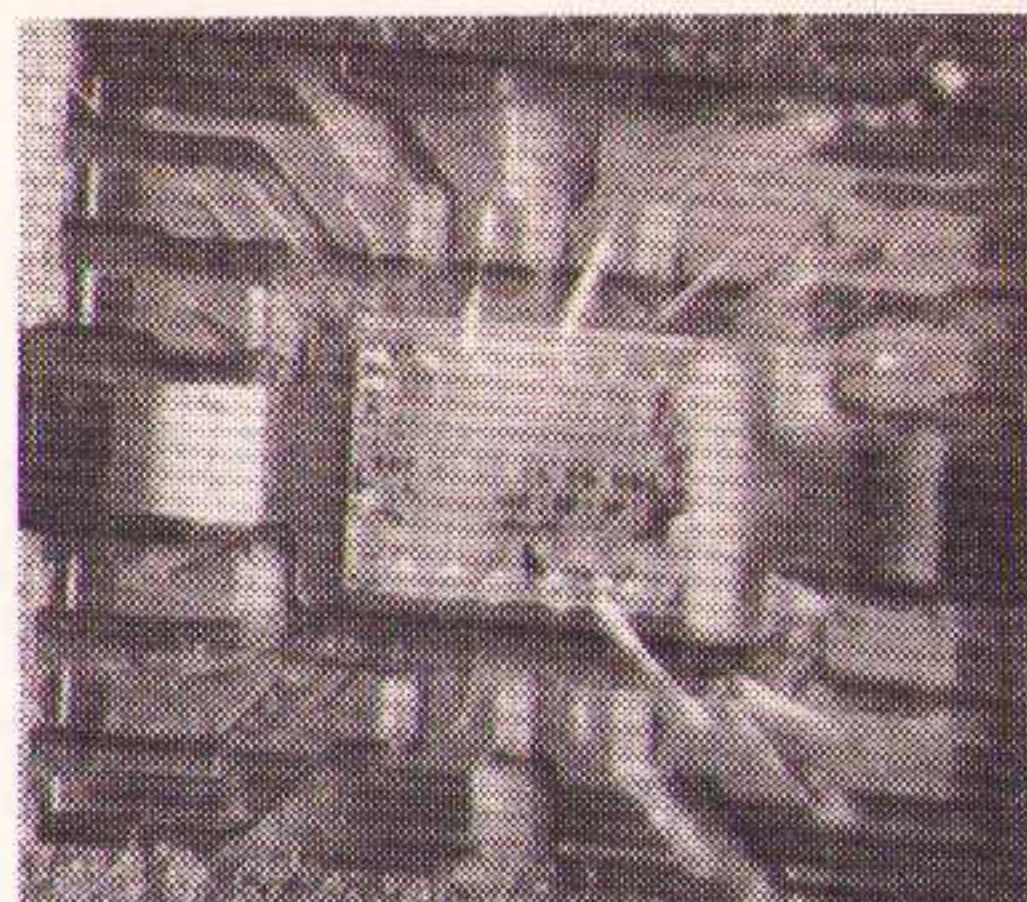
sistor of de geïntegreerde schakeling bepaalt.

Bonden op topsnelheid

Het produceren van geïntegreerde schakelingen gaat vaak in grote hoeveelheden, vooral als het standaardproducten betreft. Als een chip klaar is moeten, als één van de laatste fasen van het productieproces, de contacten van de chip — of kristal — worden verbonden met de pennen. Dit om contact met buiten mogelijk te maken. Het leggen van deze contacten met gouddraadjes van zo'n 25 μm , noemt men 'bonden'. Na het bonden wordt het kristal ingegoten in een — doorgaans kunststof — omhulling. Aangezien het verbinden van het kristal met de 'pootjes' per chip apart moet gebeuren, is de snelheid waarmee dit geschiedt van groot belang. Zo heeft Philips onlangs een supersnelle en nauwkeurig gestuurde bonding-machine op de markt gebracht die niet langer een verbindingsdraad legt in 280 msec, maar in 160 tot 250 msec. In totaal kan de machine 22.500 draden per uur leggen, hetgeen neerkomt op zo'n 1200 16-pens chips.

1. Dit is het resultaat van het werk van de nieuwe bonding-machine. Per uur kunnen 1200 van deze IC's worden 'bedraad'.

2. De haardunne draadjes die de elektronische verbinding vormen tussen de IC (het kristal) en de aansluitpennen, worden door Philips nieuwe bondingmachine automatisch geplaatst. Via een microscoop kan dit proces worden gevolgd.



1



2

MARTIN RIETSEMA

VOOR EEN BESTELLING VAN f 82,50 i. BTW betaalt u f 75,-

ZEKERINGEN

5 x 20 mm – snel

140 stuks f 11,25 incl.

BESTELNUMMER:
SE-1 140 ZEKERINGEN 5 x 20 mm,
snel f 11,25
7 waarden ieder 20 stuks

100 stuks f 7,50 incl.

SE-S 100 st. EEN WAARDE f 7,50
Keuze uit: 150 mA, 250 mA, 500 mA, 1 Amp, 2 Amp,
3 Amp, 5 Amp.
1100 stuks: f 75,- incl. BTW

SE-2 8 st. ZEKERINGHOUDERS, print f 3,75
SE-3 2 st. ZEKERINGHOUDERS,
paneel f 3,75

DIODEN			
DI-1	100	1N4148 75 mA	75 Volt DUS f 7,50
DI-2	35	1N4246 1 Amp.	400 Volt f 7,50
DI-3	15	8Y127 1 Amp.	1000 Volt f 7,50
DI-4	15	1N5400 3 Amp.	50 Volt f 7,50
DI-5	6	1N5404 3 Amp.	400 Volt f 3,75
DI-6	5	1N5407 3 Amp.	800 Volt f 3,75
DI-7	2	2 Sil. Dioden 10 Amp.	50 Volt f 3,75
DI-8	2	2 Sil. Dioden 10 Amp.	400 Volt f 3,75
DI-9	1	1 Sil. Diode 10 Amp.	800 Volt f 3,75
DI-10	1	1 Sil. Diode 10 Amp.	50 Volt f 7,50

WEERSTANDEN:			
in aantallen naar behoefte			
1/2 Watt, 5% E-12 waarden			
R-1	120 van	10 tot 270 Ohm	f 7,50
R-2	120 van	330 tot 1K8 Ohm	f 7,50
R-3	120 van	2K2 tot 5K6 Ohm	f 7,50
R-4	120 van	6K8 tot 39K Ohm	f 7,50
R-5	120 van	47K tot 1M Ohm	f 7,50
1/2 Watt, 5%, E-12 waarden			
R-6	120 van	10 tot 270 Ohm	f 7,50
R-7	120 van	330 tot 1K8 Ohm	f 7,50
R-8	120 van	2K2 tot 5K6 Ohm	f 7,50
R-9	120 van	6K8 tot 39K Ohm	f 7,50
R-10	120 van	47K tot 1M Ohm	f 7,50
R-Super:	1200	WEERSTANDEN	f 60,-
Ook leverbaar: 120 stuks één waarde f 7,50			

LICHTDIODEN			
LED-1	10	LED's rood 5 mm	f 3,75
LED-2	10	LED's groen 5 mm	f 3,75
LED-3	10	LED's geel 5 mm	f 3,75
LED-3A	10	LED's oranje 5 mm	f 3,75
LED-4	10	LED's rood 3 mm	f 3,75
LED-5	10	LED's groen 3 mm	f 3,75
LED-6	10	LED's geel 3 mm	f 3,75
LED-6A	10	LED's oranje 3 mm	f 3,75
LED-CLIPS:			
LED-C5	15	CLIP's 5 mm	f 3,75
LED-C3	15	CLIP's 3 mm	f 3,75
PLATTE/SCHAAL-LICHTDIODEN:			
LED-7	8	LED's rood 5 x 2,5 mm	f 3,75
LED-8	8	LED's groen 5 x 2,5 mm	f 3,75
LED-9	8	LED's geel 5 x 2,5 mm	f 3,75

PRINT-PLAAT enz.:			
PP-1	3 st.	Koper Print Plaat 21 1/2 x 31	f 7,50
PP-2	2 st.	Markeerstiften, anti-ets stift	f 7,50
PP-3	PAK	ETSMIDDEL ijzer-chloride	f 7,50
PP-6	8 meter	Soldeertin harskern	f 7,50

ELKO's:			
K-13	25	ELKO's laagspanning, diverse	f 3,75
E-1	25	ELKO's, 0,33 uF tot 10 uF	f 3,75
E-2	25	ELKO's, 10 uF tot 100 uF	f 3,75
E-3	20	ELKO's, 20 uF tot 680 uF	f 3,75

IC-VOETJES:			
PIN-1	1/2 meter	IC-kontakten $\pm$ 100 stuks	f 3,75
PIN-8	12 st.	IC-voetjes: 8-pins DIL	f 3,75
PIN-14	7 st.	IC-voetjes: 14-pins DIL	f 3,75
PIN-16	7 st.	IC-voetjes: 16-pins DIL	f 3,75

TRANSISTOREN:			
T-6	10	FOTO-TRANSIST. als OC71	f 7,50
T-7	5	UNIUNCTION TRANS. UT46	f 7,50
T-8	16	2N3906 SIL. PNP	TUP f 3,75
T-9	15	BC107 SIL. NPN	TUN f 3,75
T-10	4	2N2904 SIL. PNP	f 3,75
T-11	4	2N1613 SIL. NPN	f 3,75
T-12	3	BD140 SIL. PNP, 1/2 A, 6W, 80V.	f 3,75
T-13	3	BD139 SIL. NPN, 1/2 A, 6W, 80V.	f 3,75
T-13B	5	TIP50 SIL. NPN, 1A, 40W, 400V.	f 3,75
T-15	1	TIP3055 SIL. NPN, Texas	f 3,75
T-16	1	TIP2955 SIL. PNP, Texas	f 3,75
T-17	1	2N3055 SIL. NPN, RCA, TO3	f 3,75
T-17B	3	2N3055, Solitron, TO3	f 7,50
T-MIX	15	TRANSISTOREN, diverse	f 7,50

SPAAR ENERGIE: KOOP PER POST

NIEUWE PRIJSLIJST Nr. 26 à f 1,10 op GIRO 3223300

Levering: bij vooruitbetaling OF onder rembours: M. Rietsema, Oudestr. 28, 9401 EK ASSEN.
Afd. R.B. Tel. 05920-10875, 's avonds 05927-2997. BTW is in alle prijzen inbegrepen.
Giro 3223300 met vermelding van PAK-nummers. Verzendkosten f 2,80 per bestelling (aan-
getekend f 6,50) ongeacht de grootte van de bestelling/GEEN minimum bestelling.
BELGIË: Levering naar België zonder BTW/BTW is in alle prijzen inbegrepen.

ELMATRONICS

Postbus 6160, 5960 AD Horst. Telefoon: 04709-2706.

Zelfbouwers opgelet!

Industrie-ontwerpen als bouwpakket verkrijgbaar!

DIGITALE SCHAKELKLOK169.-
best.nr. DTP 02

Ingangsspanning 220 V, 50 Hz, schakeltijden instelbaar m.b.v. 4 duimwiel-schakelaars van 0000 t/m 9999, vermenigvuldigingsfactor 0,1 sec., 1 sec., 1 min. of 1 uur, uitgang relais 6A, 220 V schakelvermogen. Toepassingen bv. dokatimer, akkulaadtijd etc. etc.

DIGITALE 12 KANAALS
TEMPERATUURMETER159.-
best.nr. DTM 12

TEMPERATUUROPNEMER4.-
best.nr. OK 81

Ingangsspanning 220 V, 50 Hz, bereik -9,9 t/m 99,9 °C, maximale kabellengte opnemer 100 m. (2 x 0,75 mm²), nauwkeurigheid beter dan 0,5 °C.

GESTABILISEERDE REGELBARE
VOEDING59.-
best.nr. GSV 25

Ingangsspanning 18 V, 50 Hz, uitgangsspanning regelbaar van 0-20 V, uitgangsstroom max. 2,5A, kortsluitvast.

Alle prijzen zijn inclusief BTW, echter zonder verzendkosten. Rembours + 9,-. Bij vooruitbetaling op giro 5495471 + 6.50. Per brief met ingesloten Eurocheque, betaalcheque of girobetaalkaart, + 6.50.

W. Jak

Afb. 1: Zaagtandgenerator met UJT. T1 is een normale kleine PNP silicium transistor en T2 een UJT als de SJ1034. Alle weerstanden 1/4 W. Voor C1 nemen we een polystyreen type.

Zaagtandgenerator

Voor het opwekken van periodieke spanningsveranderingen met stabiele frequentie bestaan er velerlei oscillatorschakelingen. De eenvoudigste oscillator, waarvan een regelmatige impulsfrequentie kan worden betrokken voor de vorming van een toon of impulstrein voor welk doel dan ook, kan niet beter worden geconstrueerd dan met de schakeling, waarin de UJT, Uni Junction Transistor wordt toegepast. Een halfgeleider met slechts één overgang. Toch is het geen diode, want door twee van deze PN-overgangen in een bijzondere configuratie bij elkaar onder te brengen werd een opmerkelijk effect gecreëerd. De aldus gevormde transistor heeft één emitter en twee basisaansluitingen, aangeduid met B1 en B2.

Tussen deze twee basisaansluitingen vertoont de UJT een negatieve weerstandskarakteristiek op commando van een spanning, die aan de emitter wordt toegevoerd. Het begrip negatieve weerstand kennen we toe aan onderdelen die bij afnemende spanning toenemende stroom vertonen. Dat doet ook de UJT, want wanneer we de spanning op diens emitter ongeveer half zo groot maken als de spanning tussen B1 en B2, komt de transistor volledig in geleiding en kunnen we de drie aansluitingen kortgesloten denken.

Deze toestand neemt weer even abrupt een einde zodra de emitterspanning daalt beneden de spanning, die door de spanningsdeling door R4 en R5 op de basis staat. Met dit effect nu kan een heel eenvoudige zaagtandoscillator worden samengesteld.

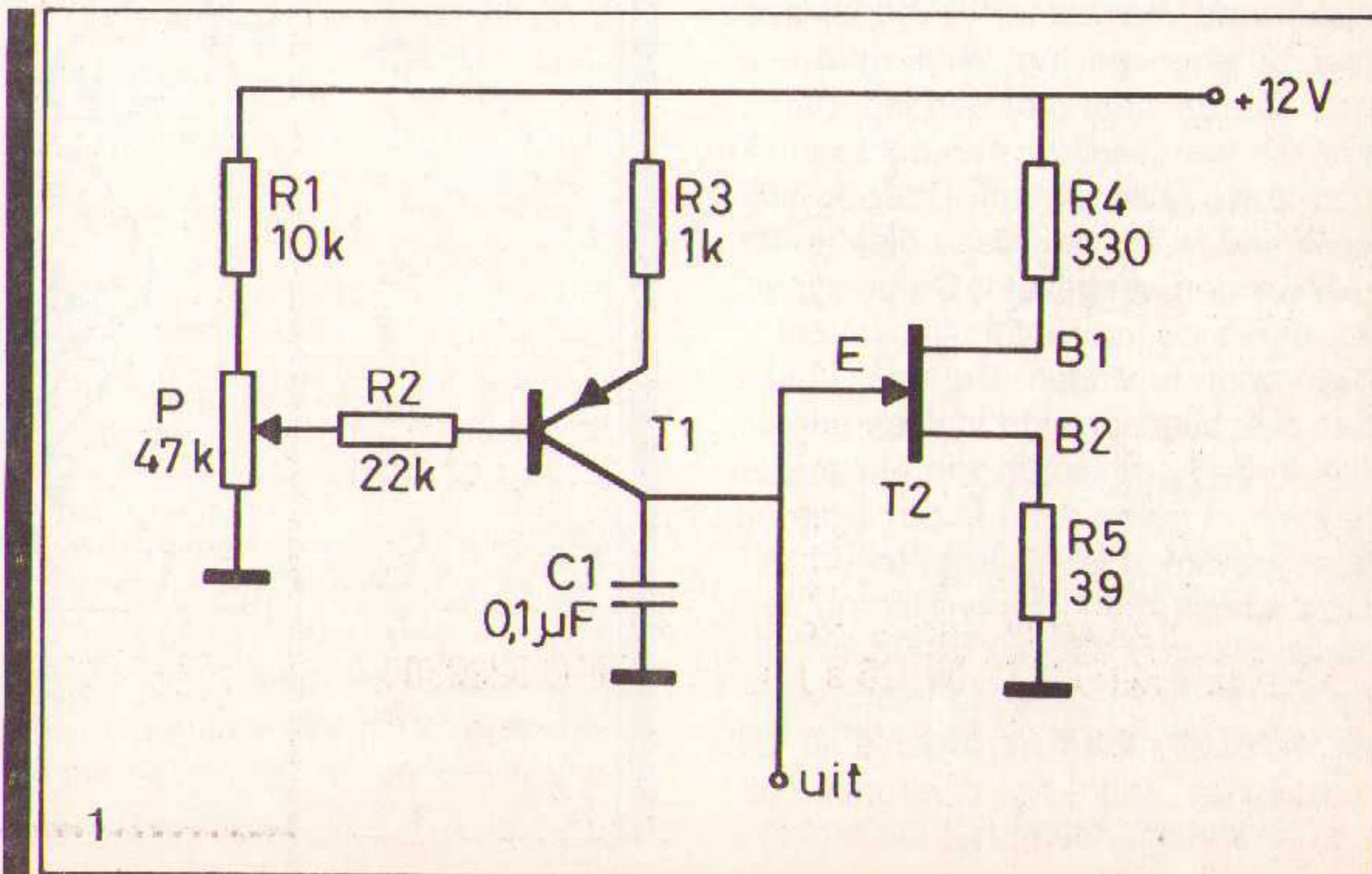
De zaagtandspanning kenmerkt zich door een periodiek gestaag toe- of afnemende spanning, gevolgd door een steile tegengestelde spanningsprong. In de schakeling van afb. 1 komt deze spanningsvorm op de gebruikelijke wijze tot stand over een condensator door deze met een zo mogelijke lineaire, maar in ieder geval relatief zwakke stroom op te laden en periodiek plotseling te ontladen.

Dit laatste geschiedt in de onderhavige schakeling door de UJT, waarvan de emitter over de condensator is aangesloten. R4 en R5 beperken de stroom tijdens het sluiten, hun waarde is zodanig gekozen dat C1 zich zeer snel tot ongeveer 1/10 van de voedingsspanning ontladt. Omdat de ontsteekspanning van de UJT ongeveer een half maal de voedingsspanning bedraagt, kan een zaagtandspan-

ning met een piekwaarde van enkele volts worden verkregen.

Indien men aan de vorm van de zaagtand geen hoge eisen stelt, zoals voor toonopwekking het geval is, kan men de condensator via een weerstand uit de voedingsspanning opladen.

Een dergelijke laadstroom, en daarmee het spanningsverloop over de condensator, is echter allerm minst lineair. Voor het verkrijgen van een lineaire zaagtand is nodig de condensator met een constante stroom te laden en in de onderhavige schakeling wordt hiervoor zorggedragen door de stroombron met T1. Door zijn basis op een spanningsdeler aan te sluiten kan de stroomsterkte worden gevarieerd en daarmee de snelheid waarmee de condensator wordt opgeladen. Met P is dus frequentie van de zaagtand te regelen.



Afbeelding 3 De opbouw van een waterstofmolecuul.

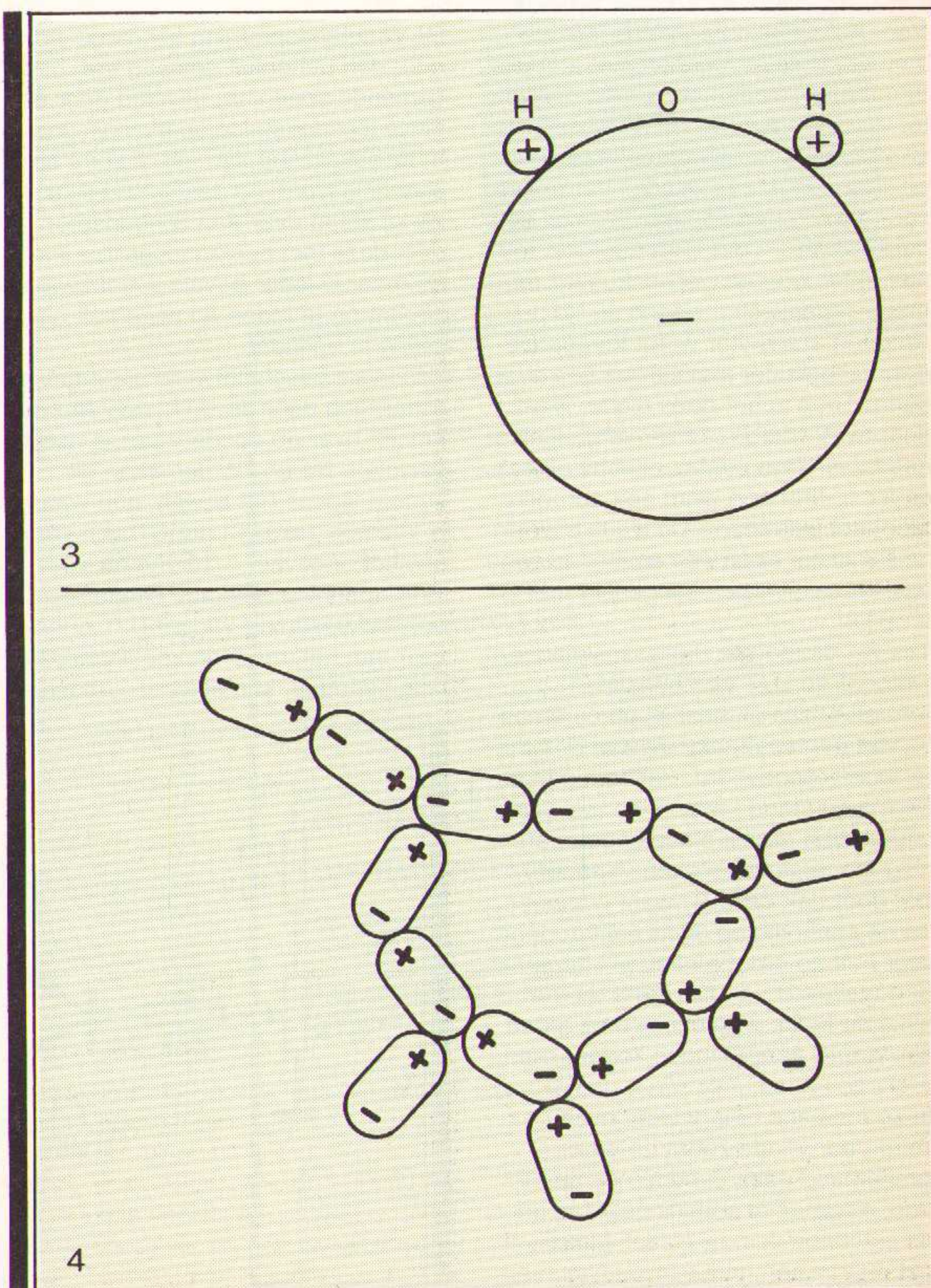
H = een positieve waterstof atoom
O = een negatieve zuurstof atoom

Afbeelding 4 Keten van waterstof dipolen.

Wel en wee der elektronica 2

Vorige keer hebben we gezien dat er te veel, of te weinig elektronen kunnen zijn. Om dit te kunnen aangeven heeft men het begrip lading ingevoerd, deze lading drukken we uit in Colomb. Nu is een Colomb wel erg groot, wat deze vertegenwoordigt een hoeveelheid elektronen dat men schrijft met 18 nullen. Gaan we even door, dan zien we dat één gram koper een aantal atomen bezit dat geschreven wordt met 22 nullen. Halen we nu bij 1 op de 10.000 atomen een elektron weg, dan heeft dat stukje koper precies 1 Coulomb aan positieve lading. Maar een dergelijke lading veroorzaakt al een spanning welke geschreven wordt met 12 nullen! Zo zie je maar dat een dergelijke lading eigenlijk nooit voorkomt, dus verwacht ook niet dat er veel elektronen uit zo'n stukje koper weg zijn.

De volgende vraag is natuurlijk, hoe krijgen we dat teveel of te weinig aan elektronen voor elkaar? Vroeger deed men dit door wrijving. Wrijft men een geïsoleerde staaf met een lap, dan trekken we daardoor een aantal elektronen weg uit de staaf. Daar de staaf isolerend is, kunnen deze elektronen niet worden aangevuld. De positieve atomen proberen natuurlijk wel om elektronen te vinden. De staaf trekt dan ook allerlei kleine stukjes papier aan in de hoop hieruit wat elektronen te kunnen halen. Als het papiertje ook goed isolerend is, blijft het tegen de staaf aanplakken. Nemen we nu een stukje zilverpapier, dat geleidend is, neemt dit direct dezelfde lading aan als de staaf en het zilverpapiertje valt weer terug. Zodra het zilverpapiertje op de tafel ligt neemt het die lading



Afbeelding 5 De opbouw van een keukenzoutkristal

+ = natrium
- = chloor

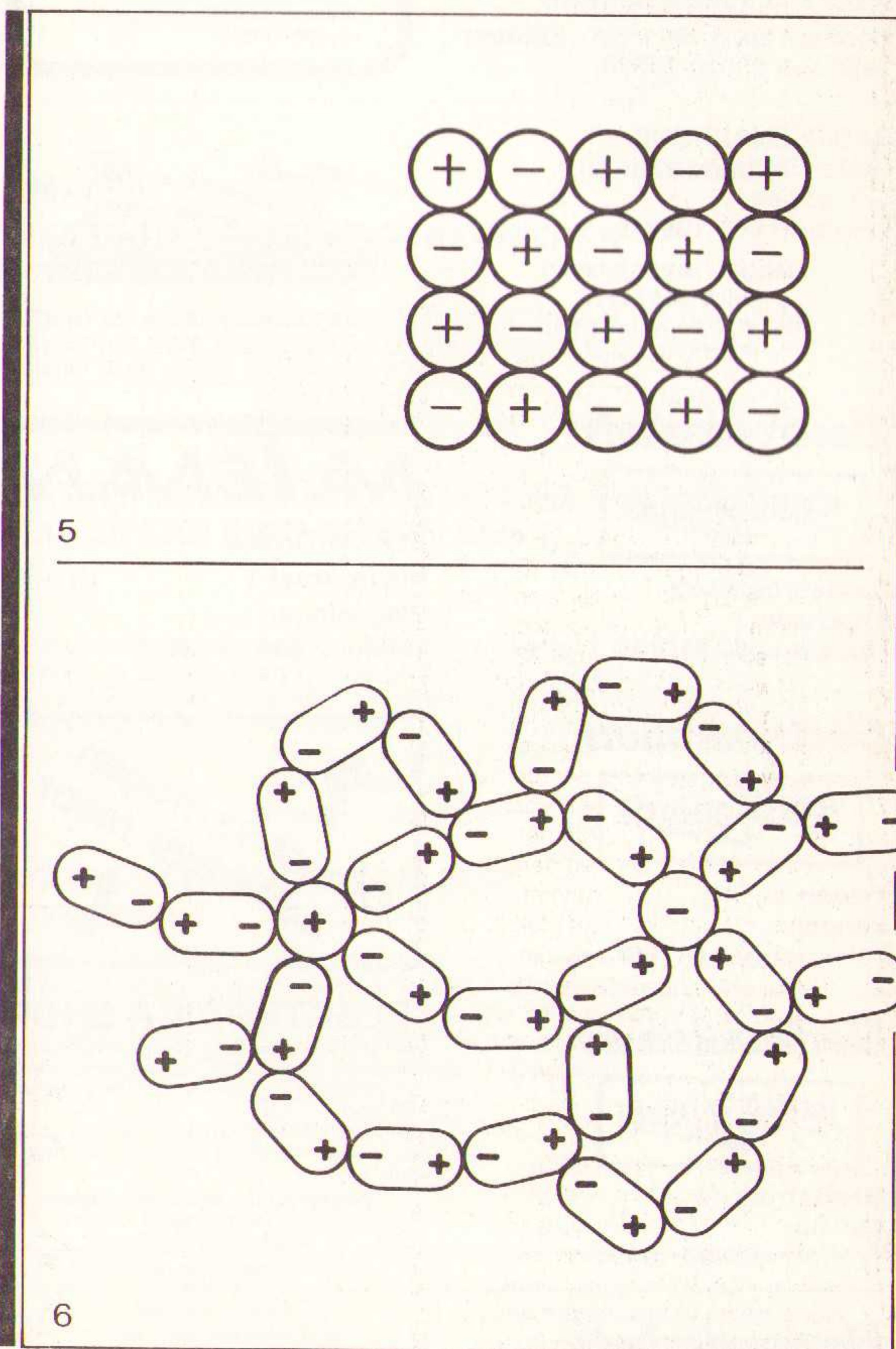
Afbeelding 6 De oplossing van keukenzout in water.

+ = een natrium ion
- = een chloor ion
+- = een wateratoom

weer aan en wordt het weer aangetrokken door de staaf. Dit gaat een tijdje door, tot alle lading van de staat door het zilverpapiertje is overgebracht naar de tafel.

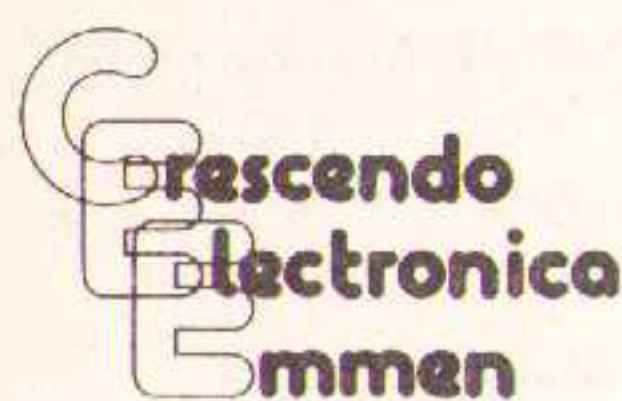
Een andere manier om de elektronen in beweging te zetten gaat via een chemische reactie. Om dit te kunnen begrijpen gaan we nog even terug naar de atomen en de moleculen.

Zodra er twee atomen van verschillende stoffen bij elkaar komen, kunnen deze zich verbinden tot een nieuwe stof. In sommige gevallen gebeurt dat op de volgende manier. Er springt van het ene atoom een elektron over naar het andere atoom en gaat daar om de kern draaien. Dit komt omdat sommige elektronen zich prettiger voelen bij een ander element. Het atoom dat nu zo'n elektron heeft verloren wordt positief, terwijl het andere atoom met die elektron te veel negatief is geworden. Deze twee geladen atomen trekken elkaar aan en vormen nu een verbinding. Nu is er een manier om sommige verbindingen ook te verbreken. Kijken we bijvoorbeeld naar een watermolecuul, afbeelding 3, dan zien we twee positieve waterstofatomen (H) en een negatief zuurstof atoom (O). Men noemt dit een dipol, daar er een positieve en negatieve kant aan het molecuul zitten. Deze waterstof moleculen trekken elkaar aan en er ontstaat een gesloten keten, zie afbeelding 4. Aan de buitenkant merken we niets van al deze bewegingen. Zodra de keten een andere stof tegenkomt die ook is opgebouwd uit positieve en negatieve atomen, laten de atomen snel los, bijvoorbeeld keukenzout. Keukenzout bestaat uit positieve natrium atomen en negatieve chloor atomen, zie afbeelding 5. De watermoleculen gaan met hun negatieve kanten tegen de positieve natrium atomen liggen, terwijl de positieve kanten van het watermolecuul tegen de negatieve chloor atomen gaan liggen. Op deze manier raken de natrium en chloor atomen geheel ingekapseld en trekken elkaar niet meer aan, het zout gaat zich vrij door het water bewegen. We zeggen



nu dat het zout oplost, zie afbeelding 6. Een geladen atoom dat zich vrij door een vloeistof beweegt, noemen we een ion. Steken we in deze oplossing nu een plaatje zink en een staafje koper, dan botsen de vrij rondzwervende negatieve chloor atomen tegen het zinken plaatje. De atomen verbin-

den zich dan met het zink waardoor dit negatief wordt. Evenzo zal het koper positief worden waardoor in weze een batterij ontstaat, doch de volgende keer hebben we het daar verder over.



**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

MATEMAN

ELEKTRONIKA
Nieuwstraat 3
Wageningen
Telefoon 08370-12444



**ZOUTMAN
ELECTRONICS**

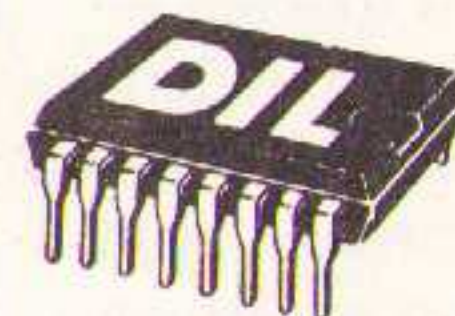
Hooftstraat 122
Alphen aan de Rijn
Telefoon 01720-75858

Electronicahuis



b.v.

Telgen 11
Hengelo
Telefoon 074-917567



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.

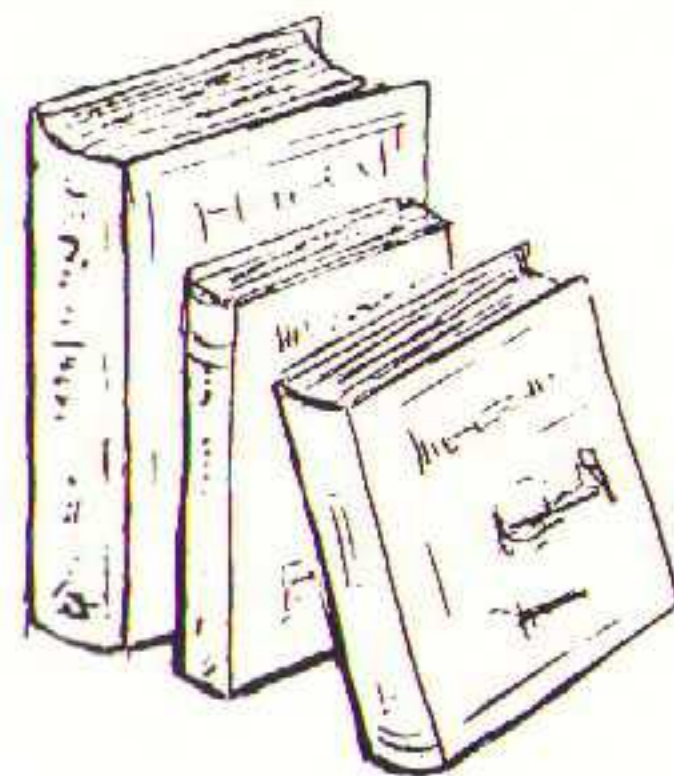
Oude Vismarkt 29
Zwolle
Telefoon 038-213804

RITON ELEKTRONIKA
Binnenweg 197
Heemstede
Telefoon 023-282573

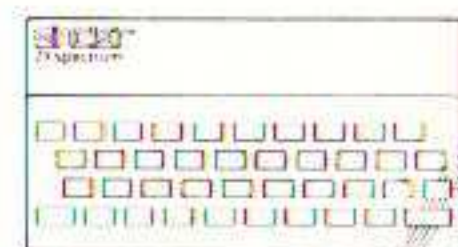
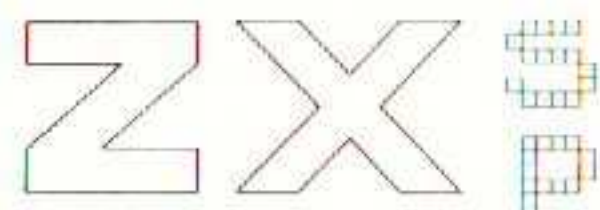
Radio Beurs

Karnemelkstraat 10
Breda
Telefoon 076-133772

ALTIJD NIEUW EN AKTUEEL! MUIDERKRING BOEKEN

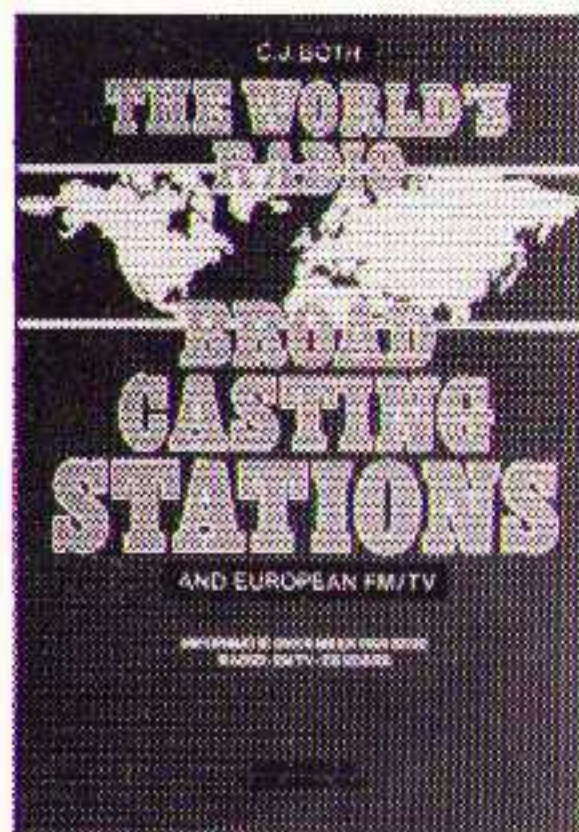


NIEUW!



M. JAMES

DE MUIDERKRING



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.

ISBN 90 6082
Bestelnummer 014.507

f 18.90/Bfr. 353
porto f 2,30

THE WORLD'S RADIO BROADCASTING STATIONS AND EUROPEAN FM/TV EDITIE 1983

C. J. Both

Kortegolfstations uit de hele wereld en lange- en middengolf, FM en TV stations uit Europa zijn in dit boek overzichtelijk gerangschikt. Van alle stations zijn opgenomen de frequenties, golflengten, zendvermogen en de plaats en coördinaten van de zender. Achter in het boek zijn de adressen en belangrijke gegevens opgenomen van alle stations en van een aantal DX-clubs.

ISBN 90 6082 244 7
Bestelnummer 006.606

f 27,50/Bfr. 525
porto f 4,25

DE DIGITALE FREQUENTIETELLER K. H. Biebersdorf

Een digitale frequentieteller is waarschijnlijk een droom van elke hobby-elektronicus, 27 MC'er en zendamateur. Dit boekje laat zien hoe deze apparaten werken en hoe men ze zelf, goedkoop, kan bouwen. Vanzelfsprekend komen daarmee verbandhoudende zaken ook aan de orde, zoals voorversterkers en impulsgeneratoren, alsook theorie en toepassingsvoorbeelden.

ISBN 90 6215 063 2
Bestelnummer 100.022

f 19,95/Bfr. 295
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

Al deze uitgaven zijn verkrijgbaar
bij radiozaken en boekhandel.
(Indien niet verkrijgbaar,
belt u dan even De Muiderkring
of Maarten Kluwer)

uitgeverij de muiderkring bv

postbus 10 - 1400 AA - 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