

Domus

f 3,25/Bfr. 60

ELEKTRONICA A·B·C

82/4

PLL



STEREOVERSTERKER

881S maakt een zachte landing.

Op het moment dat de Stanton 881S een zachte landing op Uw dierbare grammofoonplaat maakt kunt U genieten van natuurgetrouwe muziekweergave.

Op de Stereohedron naaldtip werd octrooi aangevraagd en terecht verkregen. De speciale naaldafronding staat borg voor een perfecte sporing en hoogweergave; ook de stijgtijd mag er best zijn en vertoont veel overeenkomst met «moving coil» elementen. Toch brengt dit element niet de bekende problemen met zich mee zoals matige signaal/ ruisverhouding, bromgevoeligheid, extra voorversterker of transformator.

Niets van dat alles want de 881S werkt volgens het «moving magnet» systeem met hoge uitgangsspanning

(4,5 mV/5cm/sec) en lage zelfinductie (510 mH).

Het element heeft een goede startsnelheid en de neus van het gevleugelde type kan snel, zonder morren of gereedschap van de romp worden gehaald om te worden verwisseld.

Zo kan de 881S het perfecte begin van een aangename vlucht betekenen mits U de overige audio-componenten met evenveel zorg heeft gekozen!



STANTON

THE CHOICE OF THE PROFESSIONALS™

Audioscript BV.

Nw. Loosdrechtsedijk 107 P.B. 82 1230 AB Loosdrecht

Tel.: 02158-5104

Belgium Ets. De Greef - Chaussée d'Alsemberg 367 - 1180 Bruxelles - Tel. (02) 345 39 18
Denmark Hagen Olesen - Torpenvej 56 - 3050 Humlebaek - Tel. (03) 19 14 47
England Wilmex, Ltd. - Compton House - New Malden, Surrey KT3 4DE - Tel. (01) 949 2545
Finland Oy R. Vikström Ltd. - Ulvilantie 29/4 - 00350 Helsinki 35 - Tel. 451 647
France Delta Magnetics - 41, quai des Martyrs de la Résistance - 78700 Conflans - Tel. 972 69 81
Germany - Thorens Gerätewerk Lahr GmbH - Eichgarten 6, 7630 Lahr - Tel. (078 21) 70 25
Greece Kinotexnikh O.E. - Stournara 47 - Athens - Tel. 360 6998

Holland Audioscript BV - Nieuw Loosdrechtsedijk 107 - Loosdrecht - Tel. (02158) 5104
Italy Audium srl - Via S. Maria 96 - 20090 S. Maurizio al Lambro (Milano) - Tel. (02) 2541 523
Norway J. M. Feiring A/S - Nils Hansensvei 3-7 - Oslo 6 - Tel. (02) 19 62 00
Spain Mabel, SDAD, ANMA - Calle Ripolles, 84 - Barcelona 13 - Tel. 235 40 00
Sweden Elfa Radio & Television AB - S-17117 Solna - Tel. (08) 730 07 00
Switzerland Thorens-Franz AG - Hardstrasse 41 - 5430 Wettingen - Tel. (056) 26 28 61



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

Redactie

Aaldrik v. Utteren, hoofdredacteur
Loes van der Klei
Redactie Elektronica ABC
Postbus 10
1400 AA BUSSUM

Medewerkers

J. H. Boschma
C. J. Both
M. Th. W. ter Burg
C. A. J. Casander
J. v. Damme
Ir. S. J. Hellings
W. L. Kramers
J. L. Molema
D. Scheper
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

Tarieven en sluitingsdatum worden
op aanvraag verstrekt.
Tel. 02159-31851
D. Smaalders
Monique Alandt

Voor België

Maarten Kluwers int.
Uitgeversmij. NV
Somersstraat 13/15
2000 Antwerpen
Tel.: 031-312900 (2 lijnen)

Druk: drukkerij Onnes bv.
Amersfoort.

Abonnementsprijs f 31.00 per vol
kalenderjaar. (f 37,50 losse
nummers per jaar).
Abonnementen worden aan het eind
van ieder kalenderjaar automatisch
verlengd, tenzij uiterlijk 30
september bericht van opzegging is
ontvangen. Ten einde vertraging in
de afwikkeling van correspondentie
te voorkomen, verzoeken wij u
vriendelijk in brieven steeds uw
abonnementsnummer te vermelden.

ELEKTRONICA A.B.C.

4e jaargang no. 41 april 1982

In dit nummer

- 3 De PLL
- 8 Stereoversterker voor zelfbouw
- 20 Programmeren van videorecorders
- 22 Radiocommunicatie
- 31 Lezerspost
- 36 Van de redactietafel
- 33 Experimenteren met de analoge trainer 10
- 37 Experimenteren met de analoge trainer 11
- 41 Voedingen voor elektronische apparatuur
- 47 Boekbespreking

Bij de voorpagina

De omslag toont de stereoversterker voor zelfbouw, in de luxe uitvoering. Naar eigen behoefte kan men de keus maken tussen een eenvoudige versterker en een luxe HiFi versterker tot 40 Watt.

Lijst van adverteerders

- | | |
|----------------|------------------------|
| II Stenton | 32 Joop Smink |
| 2 Muiderkring | 36 ABC-tjes |
| 18 Amroh | 40 Klove |
| 19 Nierstratz | 40 Holland electronics |
| 19 Reinaert | 40 Micé |
| 21 Micé | 40 Rietsema |
| 21 Rodel | 48 Bekende adressen |
| 29 Aarec audio | III De Boer |
| 29 Nijhuis | IV EA electronics |
| 30 Centrum | |

NIEUW BIJ DE MUIDERKRING



PLEZIER MET ELEKTRONICA MK JUNIOR BOEK

Met dit boek kan iedereen leren hoe je een heleboel elektronische dingen zelf kunt maken. Duidelijk wordt verteld hoe elektronica werkt en wat je moet weten als je zelf gaat bouwen.

Als je elektronische dingen maakt, moet je erg voorzichtig en nauwkeurig zijn.

Een kleine vergissing kan er de oorzaak van zijn dat de hele schakeling niet werkt.

Daarom wordt in dit boekje alles wat je wél moet doen (en ook wat je niet mag doen) uitgelegd.

De volgende zelfbouw-apparaatjes worden behandeld:

- ★ raad-spel
- ★ potplant-voeler
- ★ inbraakalarm
- ★ bibberalarm
- ★ miniatuurradio
- ★ oortelefoonversterker
- ★ kleine luidsprekerversterker

bestelnummer: 015.605

PRIJS: f 9,50
porto: f 2,10

BOUWEN en meten

I. Sinclair

Voor de beginnende elektronicus worden een aantal schakelingen op het gebied van meten, zoals stroom- en spanningsmeters, of een waterniveau-indicator uitvoerig beschreven. Doordat alle schakelingen op Vero-board en met goed verkrijgbare onderdelen worden samengesteld, is een grote nabouwzekerheid gewaarborgd.

ISBN 9060822129

Bestelnr. 004404

Hfl. 18,50
porto 4,-

Bouwen en luisteren

I. Sinclair

Zelf een ontvanger bouwen is de wens van de aspirant elektronici. Door middel van op elkaar afgestemde schakelingen op Vero-board kan de lezer zelf een eenvoudige radio construeren. Daarnaast worden nog een aantal eenvoudige schakelingen beschreven, zoals een signaalgever, een millivoltmeter en een transistor-tester.

ISBN 9060822137

bestelnr. 004405

Hfl. 22,50
porto 4,-

Al deze uitgaven zijn verkrijgbaar bij radlozaken en boekhandel
(Indien niet verkrijgbaar, belt u even De Mulderkring).

Uitgeverij De Mulderkring B.V.

Postbus 10 - 1400 AA - Bussum (Holland), tel. 02159-31851, gironr. 83214.



De PLL

Principe van fase-vergrendelde schakelingen en hun werkwijze.

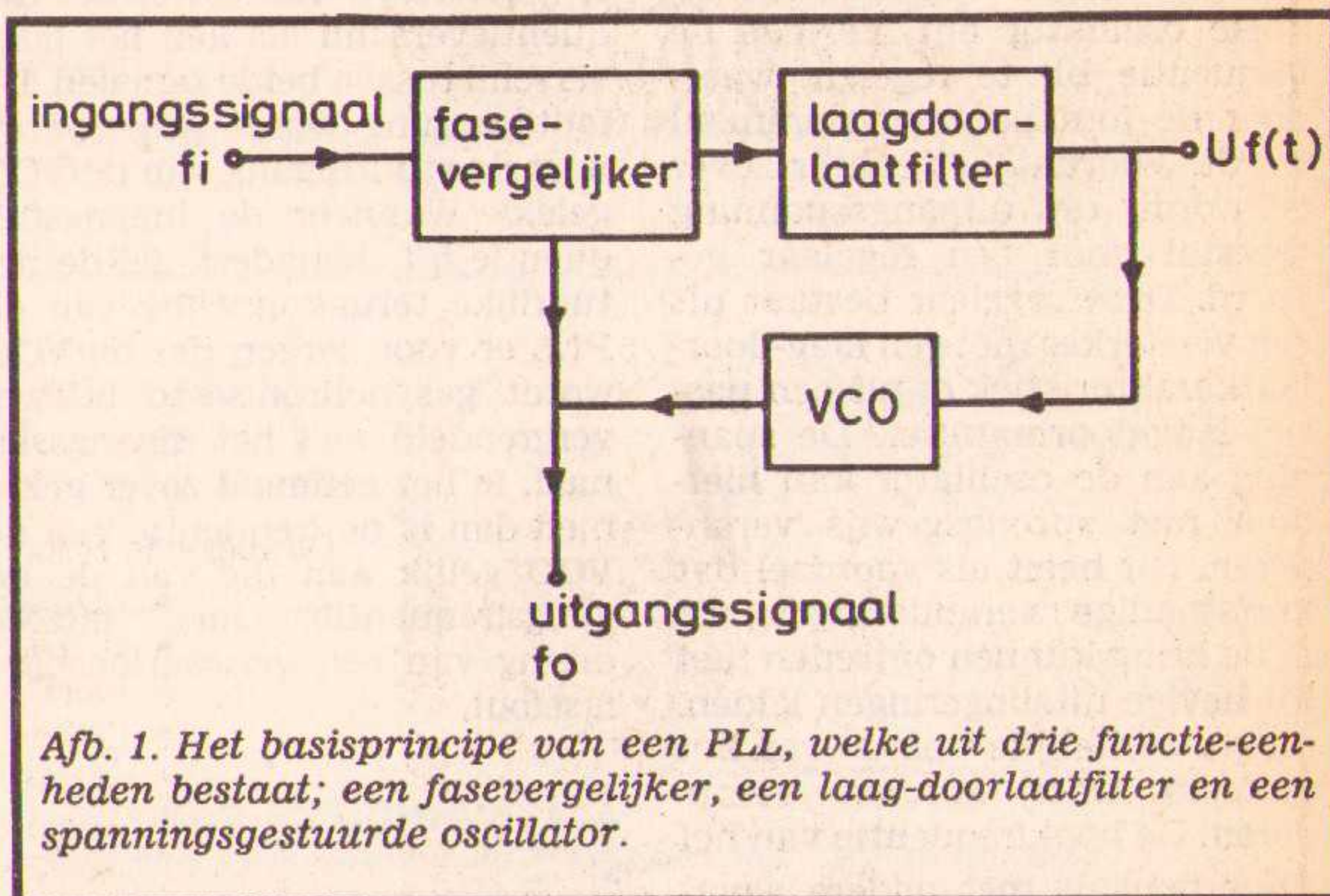
B. Belper

1. Oorsprong

De amateur gaat steeds meer gebruik maken van fase-vergrendelde schakelingen. Bijvoorbeeld wordt hij in selectieve afstemmingen gebruikt en in filters, waarin spoelen en dergelijke worden vermeden. In de literatuur wordt van een PLL oftewel een Phase-Locked-Loop gesproken. Deze afkorting willen wij hier ook handhaven. De PLL bestaat al jaren, ondanks dat hij eerst de laatste jaren veelvuldig wordt toegepast. In de dertiger jaren werd hij al in radarinstallaties gebruikt. Dat hield wel in dat er veel meer schakeltechnische voorzieningen moesten worden getroffen. Dit in vergelijking tot de toendertijd veel toegepaste vrijlopende-oscillatoren en de veelvuldig voorkomende frequentie-omschakelingen door middel van het verwisselen van kwarts-kristallen. Toen de halfgeleiderindustrie eindelijk zover was dat een reeks geïntegreerde schakelingen werd aangeboden waarmee men met behulp van slechts enkele componenten complete PLL's kon opbouwen, werd het ook voor de amateur interessant om zich daar in te verdiepen. Tegenwoordig wordt een complete PLL in één behuizing ondergebracht. Het kleinste zend-ontvangertje bezit al een PLL. Belangrijk is dat de elektrische stabiliteit van de frequentie waarop hij werkt bijna die van een kwartskristal benaderd.

2. De PLL als regelkring

De PLL is in wezen niets anders dan een eenvoudige regelkring. Om het begrip regelkring te verduidelijken wordt eerst op het begrip regelen ingegaan. Laten



wij uitgaan van een zender die zich op 100 MHz bevindt en die wij willen ontvangen. De ontvanger wordt op de zender ingesteld. Na verloop van tijd ontdekken we dat de kwaliteit achteruit loopt. Een oorzaak hiervoor kan zijn dat de ontvanger is opgewarmd en de frequentie, als gevolg hiervan, is verschoven. Om de kwaliteit weer te verbeteren lopen we naar de ontvanger toe en verdraaien de afstemknop zo lang totdat de kwaliteit weer is wat hij oorspronkelijk was. Om te voorkomen dat het zover komt kan de ontvanger van een frequentiemeter worden voorzien. Nu kan de oscillatorfrequentie steeds in de gaten worden gehouden. Begint deze te verlopen dan wordt onmiddellijk met behulp van de afstemknop ingegrepen. Deze methode geeft weer wat er met een regelkring wordt bedoeld. De ontvanger is in dit geval het regelgebied, de frequentieteller is een meetinrichting en de vergelijker dat is diegene die aan de afstemknop draait omdat

de frequentie niet met de gegeven waarde overeenkomt. Hiermee vormt hij ook de regelaar, immers hij stelt de frequentie opnieuw in. Het draaien aan de afstemknop heeft tot gevolg dat de frequentie verandert, de frequentieteller gaat wat anders weergeven en als het goed wordt gedaan wordt het verschil kleiner. De verdraaiing aan de afstemknop geschiedt langzamer om er niet voorbij te schieten. Het geheel vormt als het ware een gesloten cirkel, we noemen dit een regelkring.

In een PLL bevindt zich een zelfde soort regelkring, afb. 1. Een oscillator wekt een min of meer constante frequentie op, welke door middel van een spanning kan worden veranderd. Daarnaast wordt nog een stabiele kwartzoscillator toegepast welke dienst doet als referentie-oscillator. Beide frequenties worden in een vergelijkingsschakeling met elkaar vergeleken. Deze vergelijker wekt een spanning op die afhankelijk is van de fout tussen

beide frequenties. Dat wil zeggen dat de spanning groter wordt naarmate de beide signalen in frequentie en in fase verschillen. Deze uitgangsspanning geeft dus weer hoe het uitgangssignaal van de variabele oscillator overeenkomt met het ingangssignaal. De verkregen uitgangsspanning wordt terug gevoerd naar de variabele oscillator om hiermee de frequentie bij te regelen, waardoor de foutspanning minimaal wordt. Voordat het echter zover is wordt de uitgangsspanning meestal door een regelaar gevoerd. Deze regelaar bestaat uit een versterker met een laag-doorlaatkarakteristiek of uit een passief laag-doorlaatfilter. De spanning aan de oscillator kan hierdoor niet sprongsgewijs veranderen. Dit heeft als voordeel dat kortstondige veranderingen die in de kring kunnen optreden niet tot hevige uitslissingen leiden, die de werkelijke waarde van het systeem weer kunnen veranderen. De hoekfrequentie van het filter bepaalt met andere woorden hoe snel de uitgangsspanning werkelijk reageert op veranderingen in de vergelijkingsfrequentie of storingen in de regelkring (voedingsspanningsvariaties).

In het kort: wordt er geen signaal naar het systeem toegevoerd dan is de foutspanning nul. De VCO (Voltage Controlled Oscillator) oftewel de spannings afhankelijke oscillator werkt op een vaste frequentie, genoemd de referentiefrequentie f_0 . Soms wel aange-

geven als de vrijlopende frequentie van de oscillator. Bij het aanbieden van een ingangssignaal gaat de vergelijker de fase en de frequentie van dit ingangssignaal met die van de VCO-frequentie vergelijken. Bij een gevonden verschil wordt een foutspanning gegenereerd. Deze spanning $U_f(t)$ is gerelateerd aan zowel het frequentieverschil als aan het faseverschil tussen beide signalen. De foutspanning wordt gefilterd en naar de sturingang van de VCO geleid. Wanneer de ingangsfrequentie f_i f_0 benadert, zal de natuurlijke terugkoppeling van de PLL er voor zorgen dat de VCO wordt gesynchroniseerd oftewel vergrendeld met het ingangssignaal. Is het eenmaal zover gekomen dan is de frequentie van de VCO gelijk aan die van de ingangsfrequentie, met uitzondering van een verwaarloosbare fasefout.

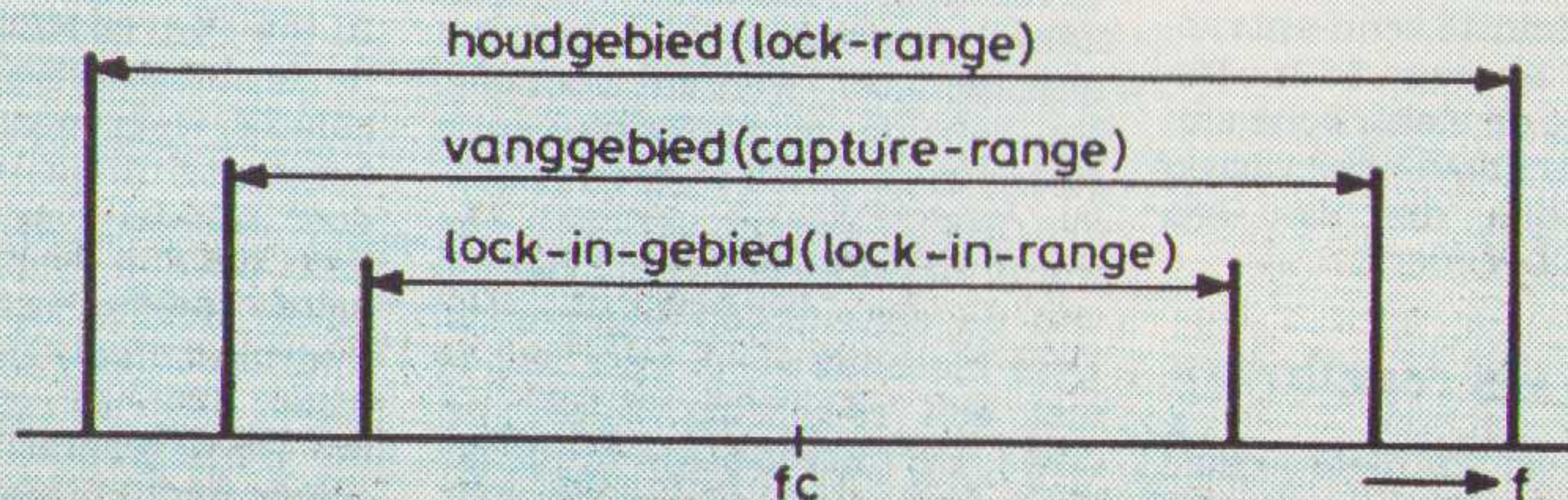
3. Parameters van de PLL

Het PLL-systeem kent drie belangrijke parameters, waarvan er meestal slechts twee worden genoemd. Voor de volledigheid worden zij hier alle drie wel gegeven. Deze zijn: het houd-, lock-in- en het vanggebied. Zij worden als volgt gedefinieerd; Het houdgebied is het gebied van ingangsfrequenties waarover de reeds gesynchroniseerde PLL de ingangsfrequenties kan volgen. Het lock-in-gebied is het gebied van ingangsfrequenties waarover de

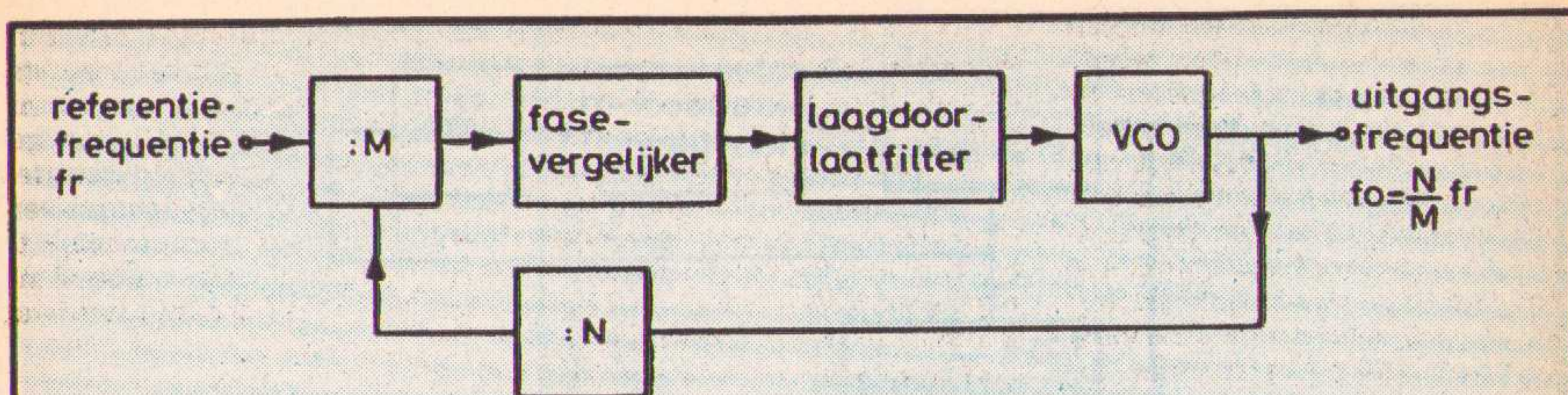
niet gesynchroniseerde PLL binnen één periode van het ingangssignaal kan worden gesynchroniseerd. Het vanggebied is het gebied van ingangsfrequenties waarbij de niet gesynchroniseerde PLL in staat is uiteindelijk te synchroniseren. In afbeelding twee wordt dit schematisch wat verduidelijkt.

4. De PLL als frequentievermenigvuldiger

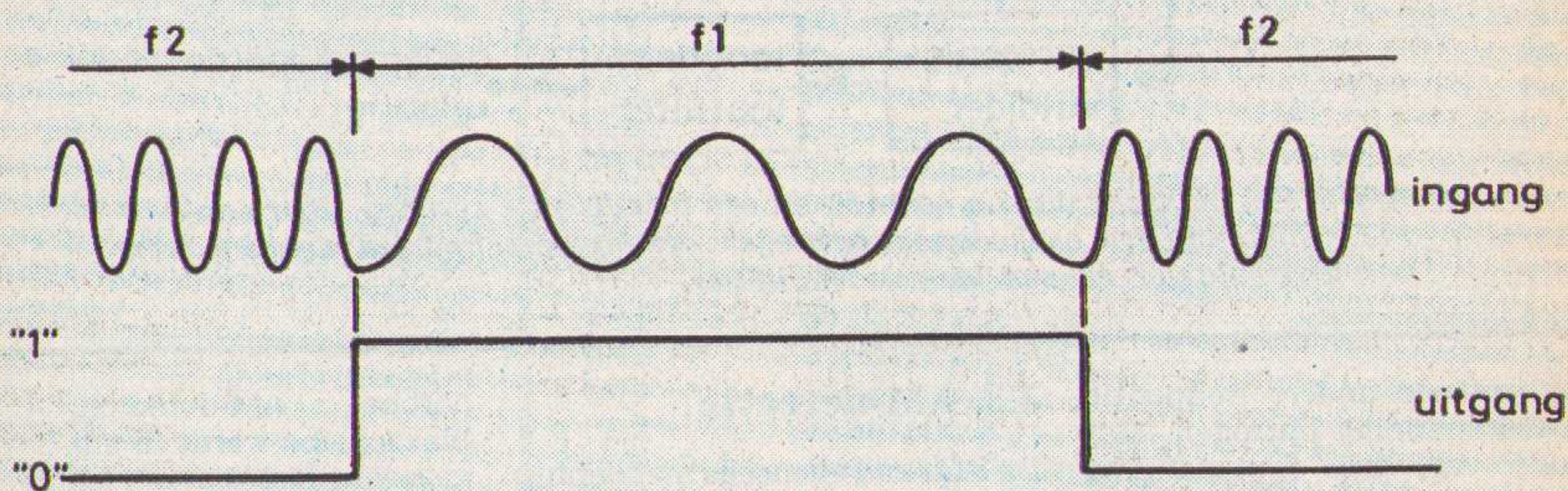
Het is duidelijk dat de PLL kan worden ingezet om twee frequenties fase nauwkeurig te synchroniseren. De ingangsfrequentie mag zelfs instabiel zijn of zelfs worden onderbroken, immers door de ingestelde tijdconstante reageert het uitgangssignaal van de VCO sneller of langzamer op het veranderen van de ingangsfrequentie. Het gemiddelde is met andere woorden stabiel. Het is natuurlijk onzin om de PLL te gebruiken om van een kwartzosillator van 1 MHz een frequentie op te wekken van 1 MHz. Hij wordt daarom ook meestal daar toegepast waar hogere frequenties moeten worden opgewekt. De grote truuk hierbij is dat de PLL eigenlijk wordt verschalkt, we zijn hem te slim af, waardoor hij een veelvoud van de ingangsfrequentie gaat opwekken. Dat betekent dat met een 1 MHz-kwartzosillator stabiele frequenties van 10, 11 ja zelfs van 15 MHz kunnen worden verkregen. Het principe is in afb. 3 weergegeven.



Afb. 2. De drie belangrijkste parameters van een PLL.



Afb. 3. Een frequentiedeler en/of -vermenigvuldiger met behulp van een PLL.



Afb. 4. In- en uitgangsgolfvormen van een FSK-demodulator. Boven: het ingangssignaal met $f_2 = 3f_1$. Onder: het gedemoduleerde uitgangssignaal.

Hierin wordt ook duidelijk hoe de PLL dat voor elkaar krijgt. Hij creëert stabiele nieuwe frequenties door een stabiele referentiebron te vermenigvuldigen of te delen. In afb. 3 zijn beide mogelijkheden in een schema ondergebracht. Hierin wordt door M gedeeld en met N vermenigvuldigd.

Uiteraard kan een van beide mogelijkheden worden weggelaten. De schakeling maakt hierbij gebruik van tellers naast de PLL. Door de tellers programmeerbaar uit te voeren zijn er legio mogelijkheden te realiseren. Wanneer het systeem is vergrendeld wordt de uitgang van de VCO als volgt aan de referentiefrequentie geresynchroniseerd:

$$f_o = \frac{N f_r}{M}$$

De teller tussen de VCO en de vergelijker bepaalt waarmee de frequentie wordt vermenigvuldigd. De teller tussen de referen-

tiefrequentie en de vergelijker bepaalt waarmee de ingangsfrequentie wordt gedeeld. Met behulp van een stabiele referentiefrequentie zijn er vele andere stabiele frequenties te verkrijgen.

4. Andere toepassingen

Het gebied waarin een PLL kan worden toegepast is erg groot, niet alleen is hij te gebruiken als stabiele frequentievermenigvuldiger doch ook als bijvoorbeeld FM-demodulator.

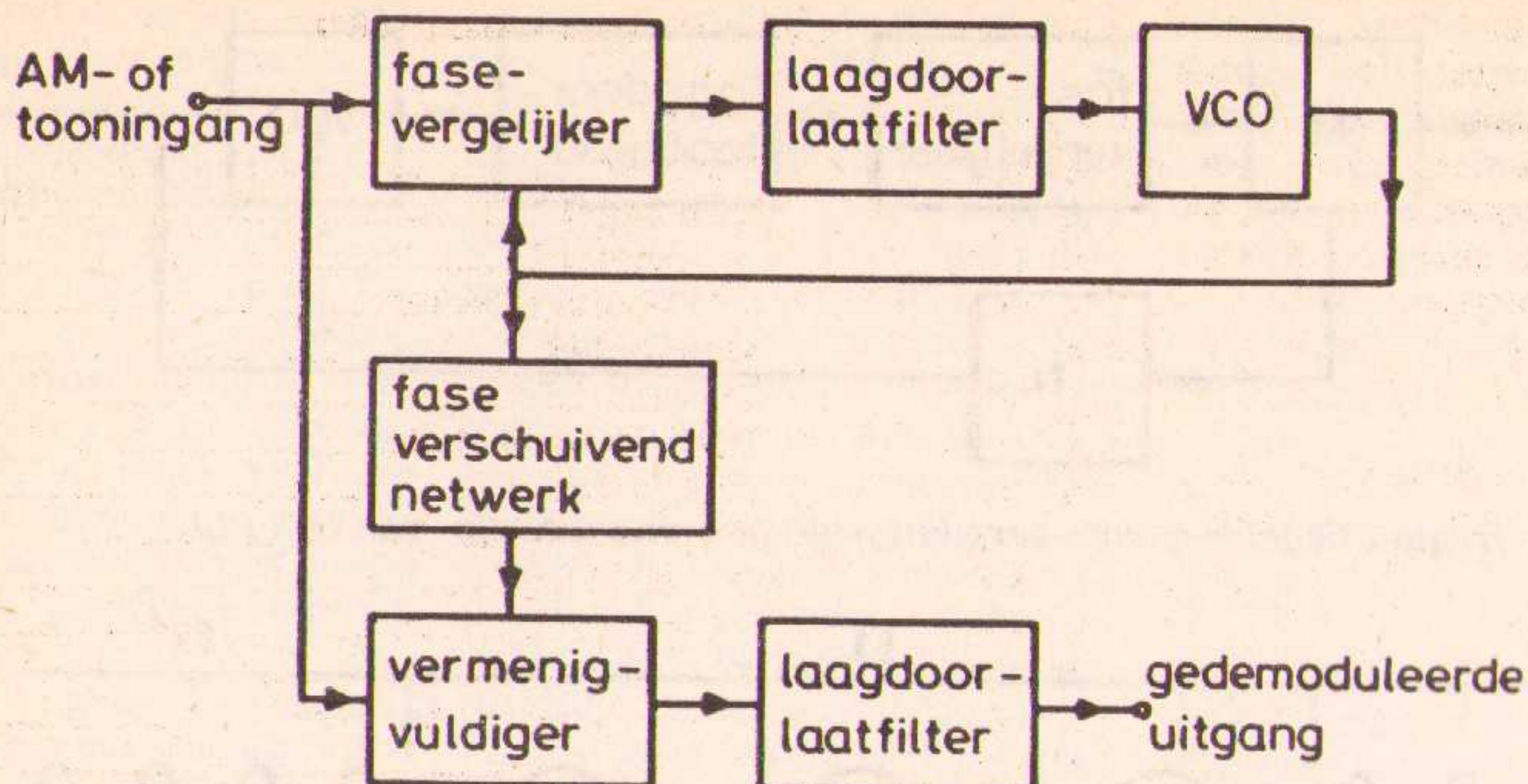
4.1. FM-demodulatie

Bij het gebruik als FM-demodulator wordt de PLL op het FM-ingangssignaal vergrendeld. Het foutspanningssignaal U_f , zoals in afb. 1 is weergegeven, die de VCO vergrendeld houdt met het betreffende ingangssignaal, vertegenwoordigt de gedemoduleerde uitgang. Het systeem reageert alleen op die ingangssignalen die

binnen zijn vanggebied liggen. Dat houdt een grote frequentie-selektiviteit in. In vele toepassingen is de kwaliteit van deze demodulator, betreffende zijn lineariteit en signaal-ruisverhouding veelal superieur aan de conventionele discriminator.

4.2. FSK-demodulatie

Een andere toepassing waarin de PLL voorkomt is bij de FSK-demodulatie. FSK oftewel Frequency-Shift-Keyed-signalen zijn signalen die meestal worden gebruikt om digitale informatie via telefoonlijnen over te zenden. Bij deze modulatiesoort wordt de draaggolf van de ene discrete frequentie naar de andere discrete frequentie verschoven, afb. 4. De eerste frequentie geeft bijvoorbeeld een binaire 0 weer en de tweede frequentie stelt een binaire 1 voor. Wordt de PLL op een van beide frequenties vergrendeld, dan zal er bij de verschui-



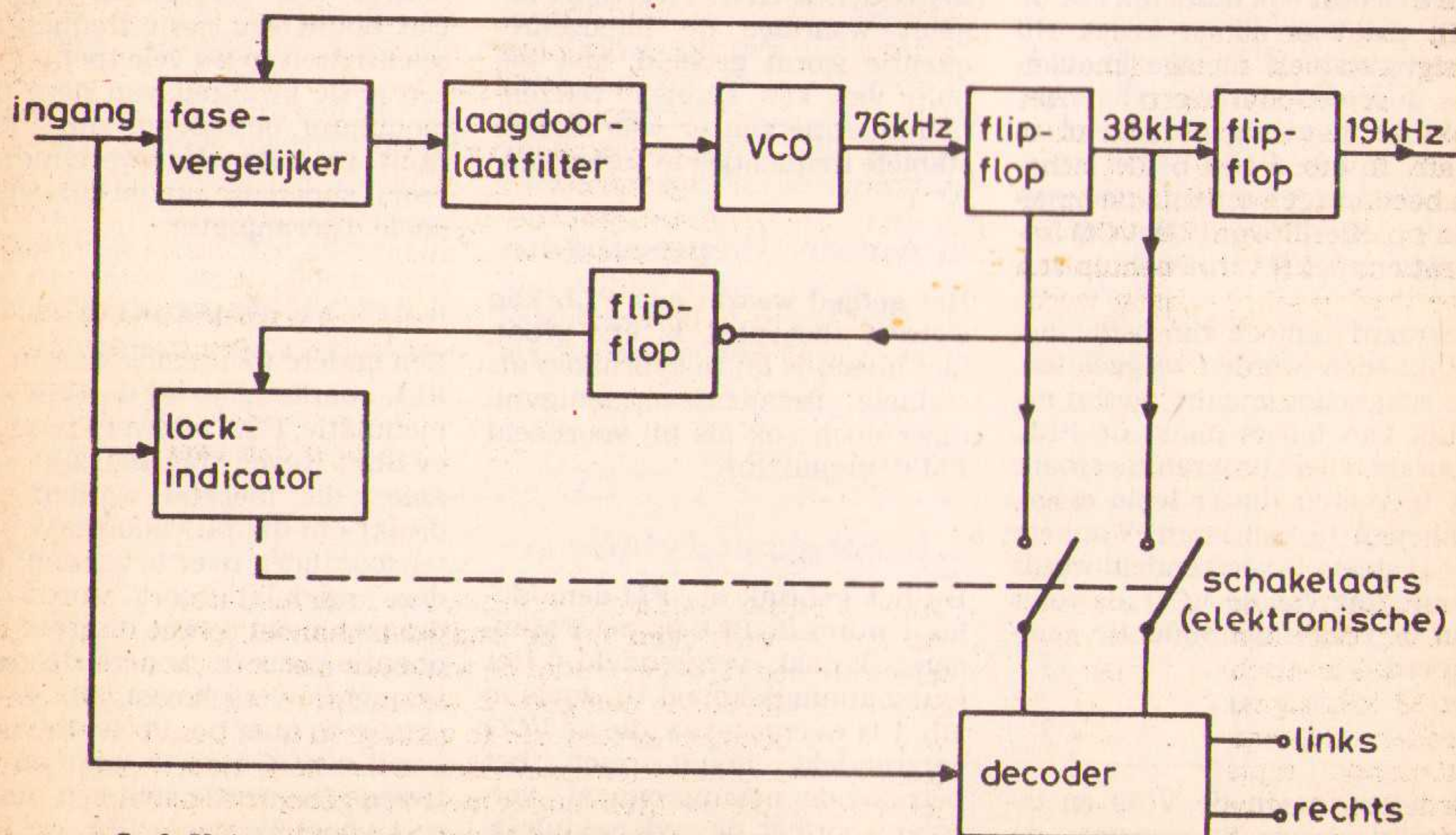
Afb. 5. Het blokschema van een AM- en een toondetectie systeem, door aan de PLL-schakeling drie eenheden toe te voegen: een faseverschuivend netwerk, een vermenigvuldiger en een laag-doorlaatfilter.

ving naar de andere frequentie een foutspanning optreden. Met behulp van deze foutspanning kunnen de frequenties weer omgezet worden in digitale informatie, er worden dan weer binaire logica pulsen verkregen.

4.3. AM-detectie

De PLL kan eveneens met behulp van een fase-verschuivend netwerk, een analoge vermenigvuldiger en een laag-doorlaatfilter worden omgezet naar een syn-

chrone AM-detector. Het blokschema wordt in afb. 5 weergegeven. Het fase-verschuivende netwerkje (90°) wordt wel het kwadratuursignaal genoemd. Dit signaal wordt samen met het ingangssignaal op de analoge ver-



Afb. 6. Het blokschema van een stereodecoder.

menigvuldiger aangesloten. De vermenigvuldiger doet hierbij dienst als een synchrone demodulator. Het laag-doorlaatfilter zorgt ervoor dat alleen het modulatiesignaal doorkomt, dat wil zeggen zonder mengprodukten (of hogere frequenties).

4.4. Toon-detectie

Wordt de PLL in deze toepassing gebruikt, dan kan hij eveneens volgens het blokschema van afb. 5 worden aangesloten. Wordt op de ingang een toonsignaal aangesloten die binnen het vanggebied van de PLL ligt, dan zal de uitgangsspanning (een gelijkspanning) een functie van de toonhoogte zijn. De grootte van de uitgangsspanning kan op een eenvoudige wijze in logische niveau's worden omgezet, bijvoorbeeld door een drempeldetector te gebruiken.

4.5. Stereodecoder

Een stereodecoder moet twee dingen doen:

- Hij moet vaststellen of de uitzending in stereo of in mono gebeurt.
- Hij moet de linker- en rechttersignalen van elkaar scheiden bij stereo-ontvangst. Het blokschema van de decoder staat in afb. 6 weergegeven. Dit schema bestaat uit een PLL die op 19 kHz synchroniseert. De VCO-frequentie is 76 kHz, met behulp van twee flipflop-schakelingen wordt hij gedeeld in 28 kHz en 19 kHz. Het 19 kHz-signaal is bovendien 90° in fase verschoven het zogenoemde kwadratuursignaal. Daarnaast bevindt zich een indicator die aangeeft wanneer er een piloottoon wordt ontvangen. Is de piloottoon aanwezig dan gaat er een LED branden. Bovendien sluit hij, door zijn aanwezigheid, een elektronische schakelaar. Het 38 kHz-signaal wordt op de decoder aangebracht waarna het inkomende signaal synchroon wordt gedemoduleerd. Na de decoder staan de beide signalen, het linker- en het rechttersignaal, tot onze beschikking.

ABC printen overzicht (t/m maart 1982)

Printnummer	Print	prijs
A 906	Dimmer	8.30
A 912	Lichtorgel	9.45
A 916a	Uniemeter	17.65
A 908a	MD Voorversterker	14.70
A 917	Melodiebel	21.80
A 919	Timer	14.20
A 922a	Digitale toerenteller	UITV.
A 925	Hazejacht	14.90
A 926	Transistortester	7.10
A 927	Digitale klok	13.60
A 928	RC-meter	8.90
A 932	Troevedobbel	12.40
A 1001a	Inbouwvoeding 8x10 cm	17.50
A 1002a	2½ Digit DVM	17.75
A 1003	Thermometer	UITV.
A 1004	Functiegenerator	16.75
A 1005	Digi power	16.00
A 1006	CV pompregelaar	UITV.
A 1008	50 Hz XTalgenerator	14.90
A 1009	Frekwentiemeter	11.10
A 1010	E1 Multimeter	UITV.
A 1012	Schakelklok	UITV.
A 1014	Boormachineregelaar	UITV.
A 1015	Thermostaat	UITV.
A 1016	27 MHz ontvanger	19.80
A 1017	Stereobasisbreedtereg.	UITV.
A 1018	Digi timer	33.30
A 1020	Hoog midden laag filter	22.90
A 1022	Drievoudige dimmer	19.95
A 1023	3 Digit DVM	17.90
A 1024	Dig. multimeter	21.50
A 1027	1½ Amp. voeding	13.00
A 1031	LED VU-meter	13.50
A 1037	Stereo power booster I	16.10
A 1032	Digi thermo	21.40
A 1041	Alarmcentrale	16.70
A 1042	Alarmvoorpost	13.90

Prints te bestellen door overmaking van het vermelde bedrag plus verzendkosten op girorekening 44 08 212 t.n.v. Printservice MK, Postbus 10584, Den Haag.

Gironummer is ook geldig voor de Belgische postchequedienst.

Verzendkosten: één of twee prints f 2.-; meer dan twee prints f 1.- per print.

ATTENTIE:

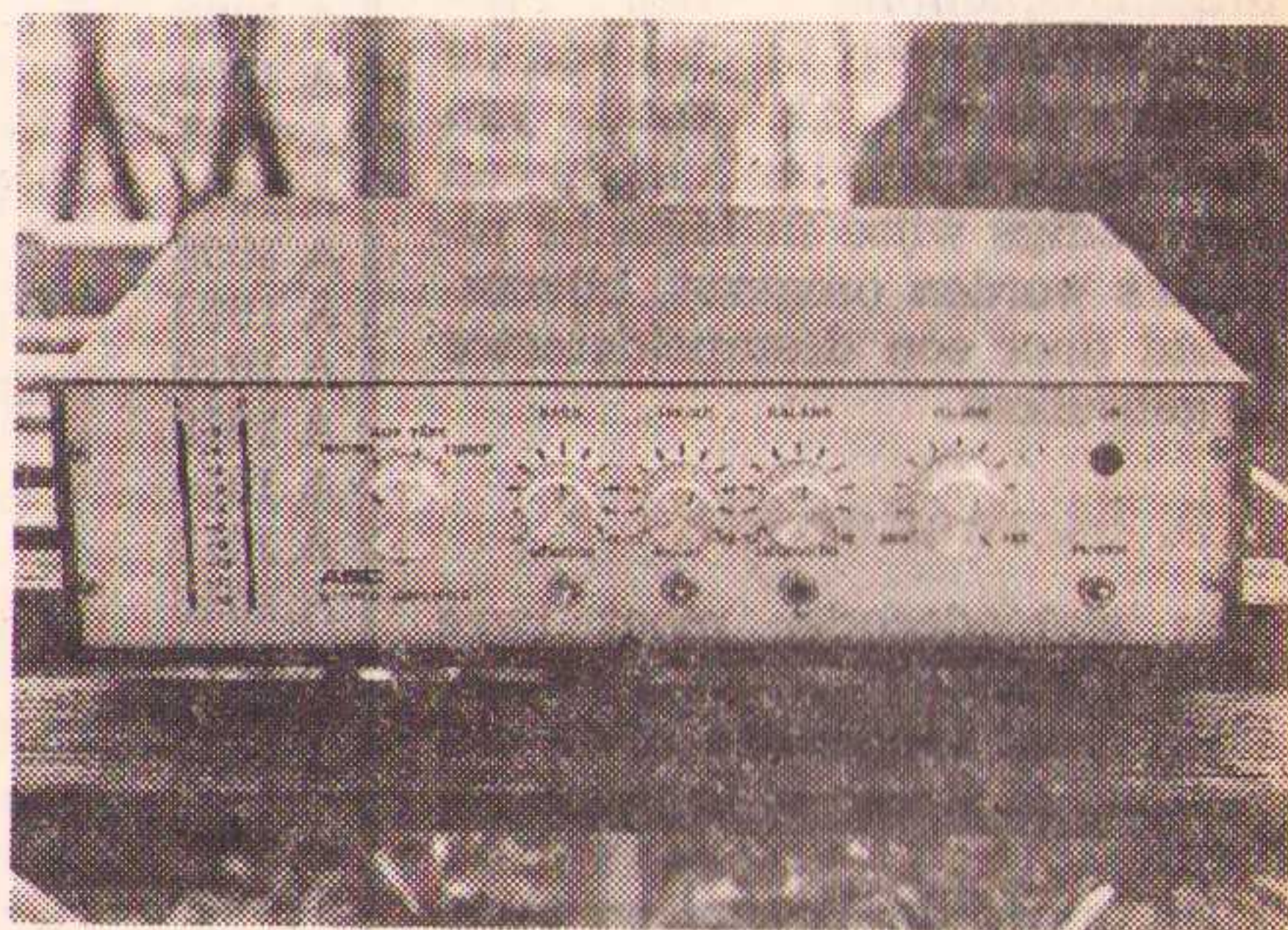
Dikwijls blijken sommige onderdelen voor de ABC-bouwontwerpen moeilijk te verkrijgen bij de onderdelenhandel, ofwel omdat er schaarste heerst, ofwel omdat de winkelier niet met die onderdelen bekend is. Het is dan ook goed te weten, dat er tegenwoordig complete ABC-bouwpakketten zijn te verkrijgen of te bestellen bij genoeg alle onderdelenhandelaren over heel Nederland. Deze bouwpakketten bevatten onder meer een geboorde epoxy-print, alle onderdelen en bovendien nog een handleiding. Zie ook de regelmatige advertenties in ABC.

Stereoversterker voor zelfbouw

Nieuwe generatie

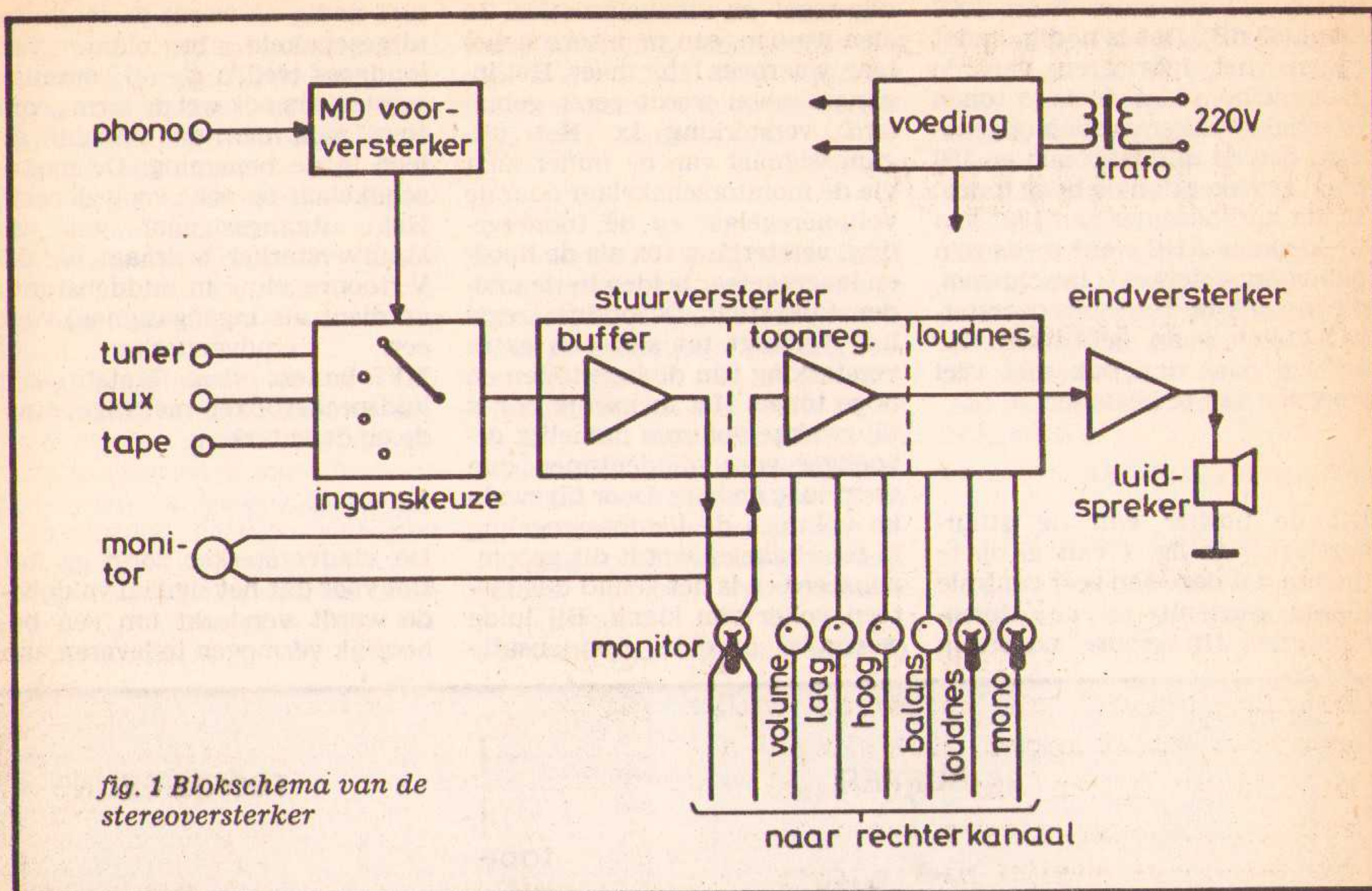
Elke elektronicaliefhebber wil zelf wel eens een versterker gebouwd hebben, met het uiterlijk van een fabrieksapparaat en minstens zulke goede eigenschappen. Hoe simpel het ook moge lijken om een versterker zelf te bouwen, mogen we zo'n zelfbouwproject beslist niet onderschatten. Een versterker is namelijk opgebouwd uit een aantal schakelingen en onderdelen die onderling met elkaar in verbinding staan. Het zijn nu juist de verschillende componenten, hun opstelling en de bedrading die volgens strakke richtlijnen moeten worden samengesteld om een succesvol resultaat te bereiken. Een uitdagend project dus zo'n zelfbouwversterker. Maar ook des te fascinerender, omdat er zo vele interessante en leerzame facetten uit de elektronica in terug te vinden zijn.

We geven hier een zeer uitgebreide stap-voor-stap beschrijving voor zelf-



bouw. Prettig daarbij is een minimum aan bedrading: dat bespaart een hoop werk, voorkomt eventuele storingen en geeft bovendien een nette indruk, als de versterker van binnen bekeken wordt. We zullen twee uitvoeringen beschrijven: een 2 x 18 Watt uitvoering en een 2 x 40 Watt Hi-Fi-uitvoering. Verder heeft men alle vrijheid om allerlei extra's aan te brengen, zoals een LED-VU-meter, monitorschakelaar enz.

bouwontwerp



Blokschema

We zeiden het al: elke versterker is uit een aantal schakelingen en onderdelen opgebouwd. In het blokschema van fig. 1 zijn deze samengevat. Uiterst links zien we de ingangen voor draaitafel (phono), radio (tuner), recorder (tape) en een extra hulpingang (aux, van auxiliary, Engels voor „hulp”); rechts zien we de luidspreker. De taak van alle tussenliggende componenten is het versterken van de kleine ingangssignalen tot een groot signaal voor de luidspreker, zodat het hoorbaar wordt. Verder is voorzien in allerlei smaakmakers zoals de toonregeling, de loudness-regeling, volumeregeling enz. In deze figuur is slechts één van de twee kanalen van de stereoversterker afgebeeld, nl. het linker kanaal; het rechter kanaal is precies zo opgebouwd. Alle rege-

laars zijn dan ook dubbel uitgevoerd, waardoor het mogelijk is beide kanalen tegelijk te bedienen: we maken gebruik van zgn. tandempotentiometers (twee potentiometers met één gemeenschappelijke as) om bij het opdraaien van het volume beide luidsprekers luider te laten klinken. Hetzelfde geldt voor de toonregeling en alle andere functies van de stereoversterker. We zullen de verschillende blokken uit fig. 1 nu beknopt toelichten om daarna van elk blok een gedetailleerde beschrijving te geven van het schema en de aansluitingen.

MD Voorversterker

Van alle geluidsbronnen die we op onze stereoversterker zullen aansluiten geeft de draaitafel (phono) wel het kleinste signaal, nl. ca. 2 mV (milliVolt). Dat is het gevolg van het MagnetoDyna-

misch element dat in de pick-up arm zit en dat voor de HiFi-weergave, dus zeer natuurgetrouwe weergave zorgt.

Daarnaast bestaan ook zgn. keramische elementen, die weliswaar een groot signaal afgeven, maar waarvan de weergavekwaliteit niet aan de HiFi-eisen volgens de Duitse industriestandaard DIN 45 500 voldoet. Vanwege het kleine signaal van het MD-element moet speciaal voor de draaitafel een extra voorversterker worden toegepast. Deze zgn. MD-voorversterker verzorgt naast een versterking van ca. 100x bovendien de RIAA-correctie voor het MD-element, vastgesteld door de Record Industries Association of America. Deze correctie houdt in dat de hoge tonen boven 2100 Hz slechts 10 maal versterkt hoeven te worden (20 dB), de middentonen tussen 500 en 2100 Hz 100 maal (40 dB) en de lage tonen be-

— bouwontwerp —

neden 500 Hz maar liefst 1000 maal (60 dB). Dat is nodig omdat tijdens het fabriceren van de grammofoonplaat de lage tonen 10 maal zwakker worden opgenomen dan de middentonen en 100 maal zwakker dan de hoge tonen. In het aprilnummer van 1981 van Elektronica ABC werd reeds zo'n MD-voorversterker beschreven, die we ook in deze stereoversterker zullen gaan gebruiken. We hoeven daar dan ook niet veel woorden aan te besteden.

Stuurversterker

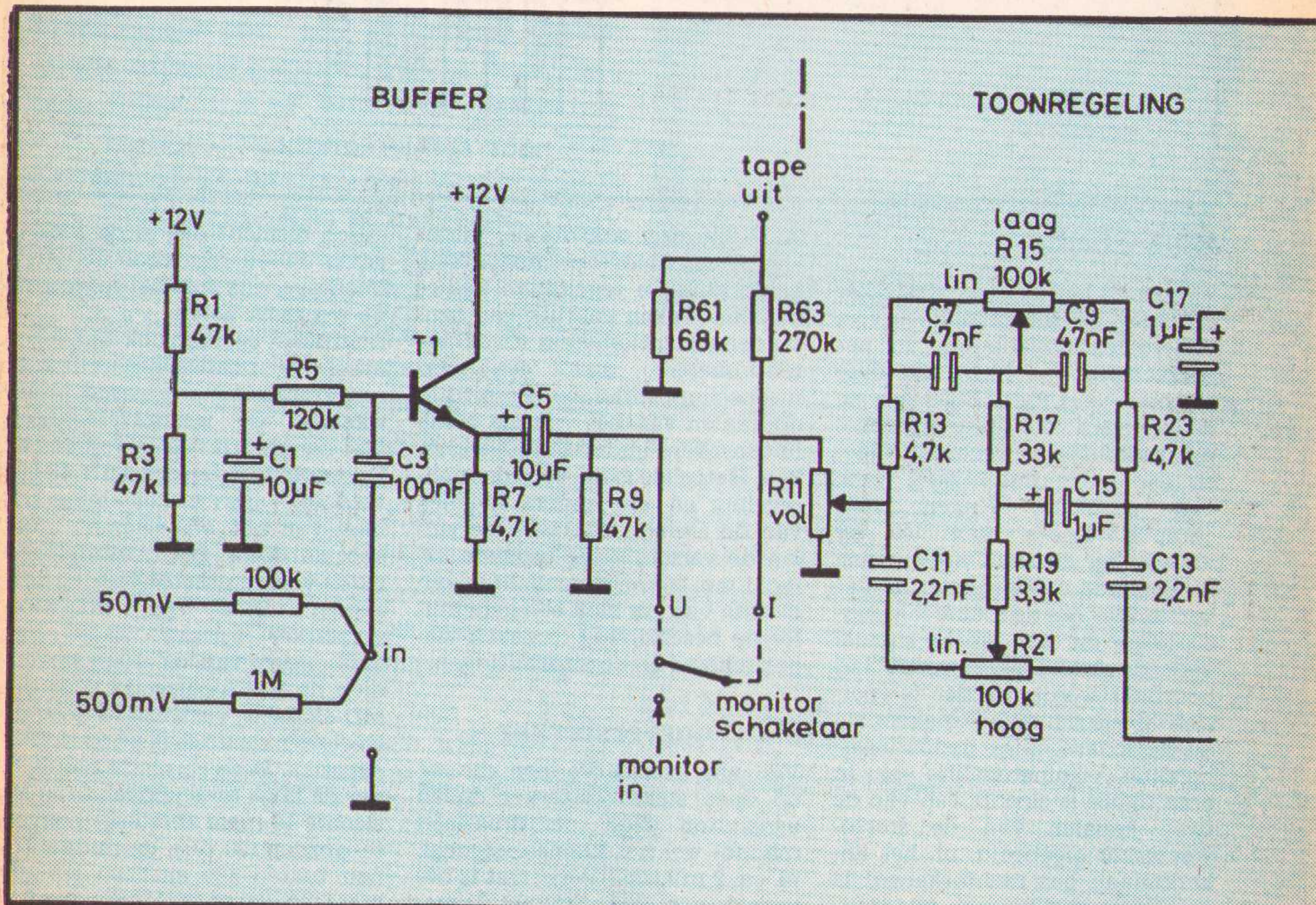
Uit de positie van de stuurversterker in fig. 1 valt al op te maken dat deze een zeer centrale plaats inneemt in de stereoversterker. Hij verzorgt nagenoeg

alle regel- en schakelfuncties. Zo zien we o.m. een monitorschakelaar, waarover later meer. Het ingangssignaal wordt eerst gebufferd; versterking 1x. Het uitgangssignaal van de buffer gaat via de monitorschakelaar naar de volumeregelaar en de toonregeling: versterking 10x als de hoog- en laagregelaar beiden in de middenstand staan. De loudnessregeling verzorgt tot slot een extra versterking van de lage tonen en hoge tonen. Het menselijk oor is bij zwakke volumes namelijk gevoeliger voor middentonen dan voor hoog en laag. Door bij zwakke volumes de loudnessregeling in te schakelen wordt dit gecompenseerd en is het geluid dus meteen voller van klank. Bij luide weergave is deze compensatie

niet nodig en wordt de loudness uitgeschakeld. In plaats van loudness treffen we op sommige versterkers ook wel de term „contour” aan, maar dat verschilt alleen in de benaming. De monitorschakelaar spreekt voor zichzelf. Het uitgangssignaal van de stuurversterker bedraagt ca. 0.5 V (toonregeling in middenstand) en dient als ingangssignaal voor een eindversterker of MFB-boxen; deze laatste zijn luidsprekerboxen met ingebouwde eindversterkers.

Eindversterker

De eindversterker zorgt er tot slot voor dat het signaal voldoende wordt versterkt om een behoorlijk vermogen te leveren aan



bouwontwerp

de luidsprekers. We zullen daarbij gebruik maken van een geheel nieuwe stereopowerbooster, welke een vermogen van 2x18 Watt produceert. Deze booster is universeel van opzet en kan daardoor ook gebruikt worden als extra versterker na een stereoradiocassetterecorder of na een stereo-autoradio om het uitgangsvermogen op te voeren tot 2x18 Watt.

Voorlopig beperken we ons tot de toepassing in onze stereooversterker. Als een groter uitgangsvermogen gewenst is dan dient een zwaardere eindversterker te worden gebruikt: daarvoor verwijzen we naar de kant en klare eindversterkermodule van het fabrikaat ILP. Overigens zijn alle schakelingen uit het stereo-

versterkerproject als complete bouw pakketten verkrijgbaar dus dat bespaart een hoop zoekwerk naar de juiste onderdelen en het zelf maken van de prints!

Voeding

Afhankelijk van de toegepaste eindversterker is een eenvoudige dan wel krachtige voeding nodig. Voor de eenvoudige voeding maken we gebruik van de inbouwvoeding, die 250 mA levert bij 12 V en die zeer compact van constructie is: alle onderdelen, dus ook de trafo, passen op de print. Deze voeding is bijvoorbeeld geschikt wanneer we een toestel zonder eindversterker gaan bouwen.

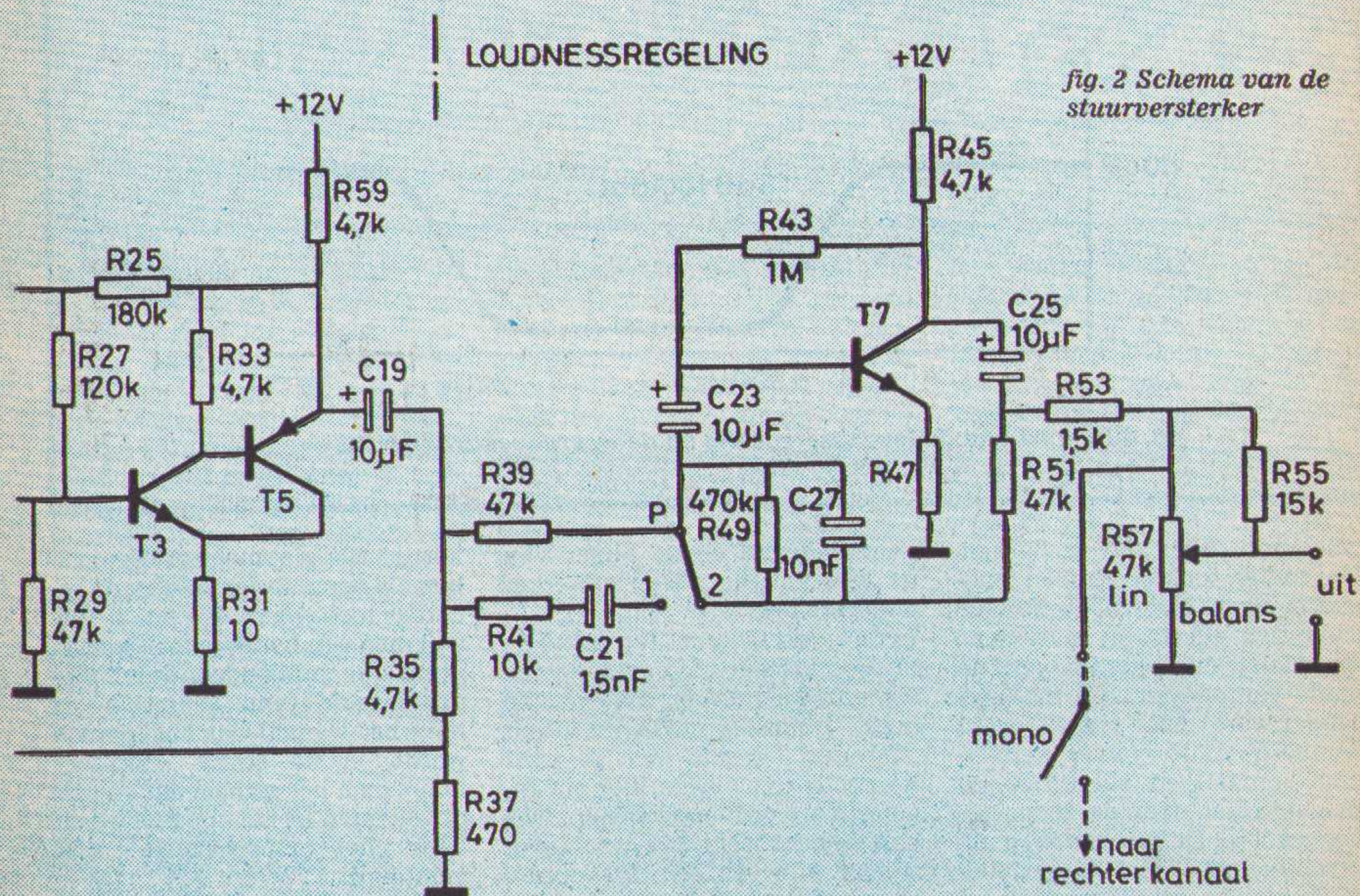
Normaal gesproken zullen we in

de kast wel een eindversterker inbouwen en dan is een krachtiger voeding nodig. Bij gebruik van de 2x18 W stereopowerbooster passen we de 1½ Amp. voeding toe, bestaande uit een kleine print met onderdelen, waar een trafo aan toegevoegd wordt.

Alle schakelingen tezamen worden in een attractieve kast ingebouwd. Voordat we daaraan toe zijn zullen we achtereenvolgens de belangrijkste schakelingen van de stereooversterker in detail behandelen.

Schakeling van de stuurversterker

In fig. 2 is het schema van het linkerkanaal van de stuurversterker getekend, waarin de drie eerder



bouwontwerp

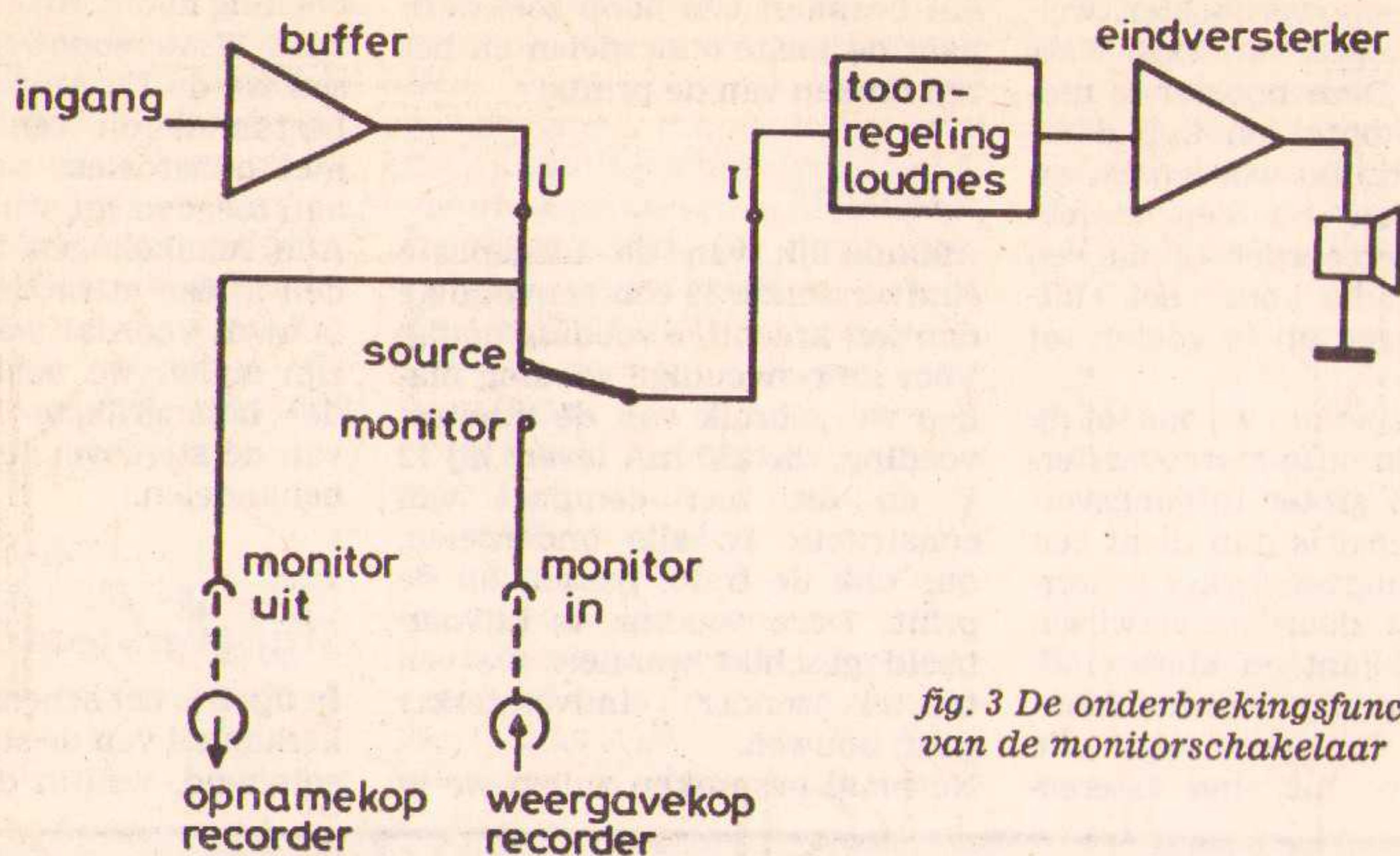


fig. 3 De onderbrekingsfunctie van de monitorschakelaar

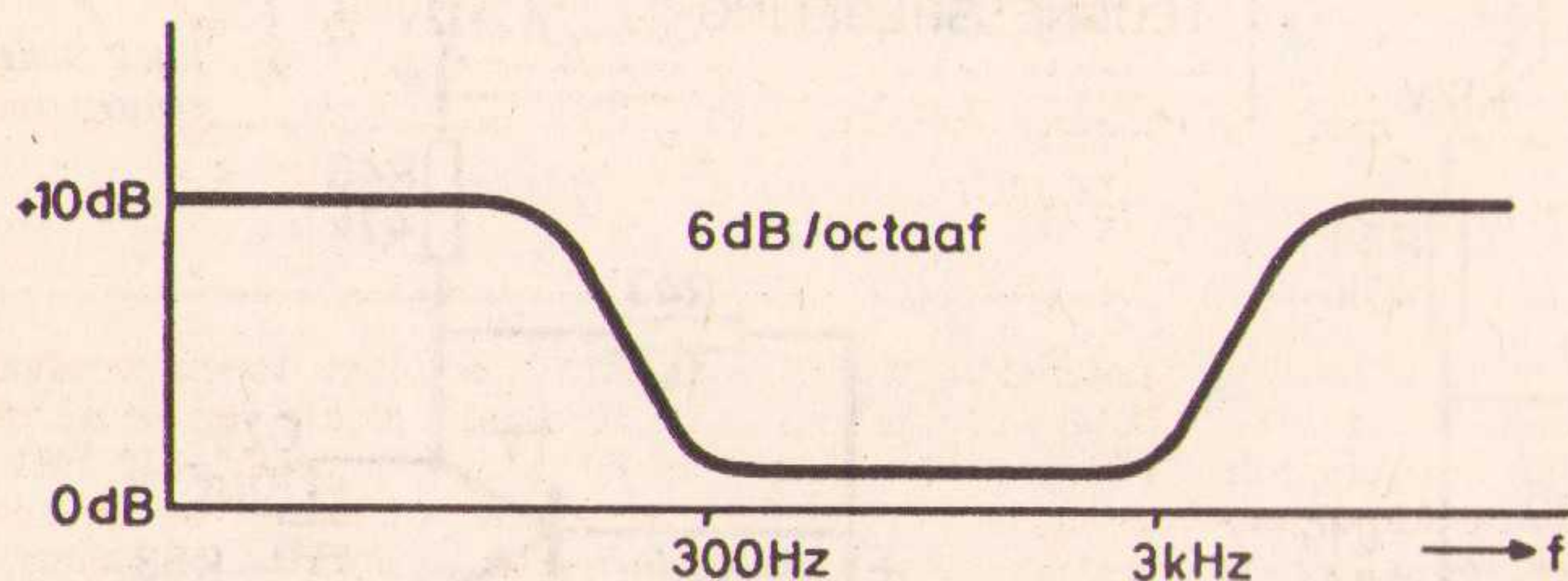


fig. 4 Invloed van de loudnessregeling op de weergavekarakteristiek

genoemde delen zijn te herkennen: buffer, toonregeling en loudnessregeling. Het rechterkanaal is identiek, alleen zijn daarvan de onderdelen even genummerd in plaats van oneven. Het ingangssignaal wordt door transistor T1 gebufferd (emittervolger, versterking 1 maal) en via de monitorschakelaar naar de toonregeling gevoerd. De getekende monitorschakelaar is niet persé noodzakelijk maar wel uitermate handig. Hij kan namelijk het in-

gangsgedeelte en de buffer van de rest van de stereoversterker onderbreken.

In de stand „source” (bron) zal de luidspreker het normale ingangssignaal weergeven, dat via de buffer binnenkomt. In de stand „monitor” wordt het signaal hoorbaar dat via de monitor-ingangsbuss wordt aangeboden. Dat kan bijvoorbeeld het weergavesignaal zijn van een driekoppen taperecorder. Het uitgangssignaal van de buffer wordt tegelij-

kertijd via de monitoruitgangsbuss als opnamesignaal aan de recorder toegevoerd. Zie fig. 3. Terwijl men een bandopname maakt is nu dus „nabandcontrole” mogelijk: in de stand „source” hoort men het signaal dat opgenomen wordt, in de stand „monitor” hoort men het signaal dat zojuist opgenomen is. De opname wordt door het omschakelen niet verstoord.

Ook kan men denken aan het aansluiten van een stereobasis-

— bouwontwerp —

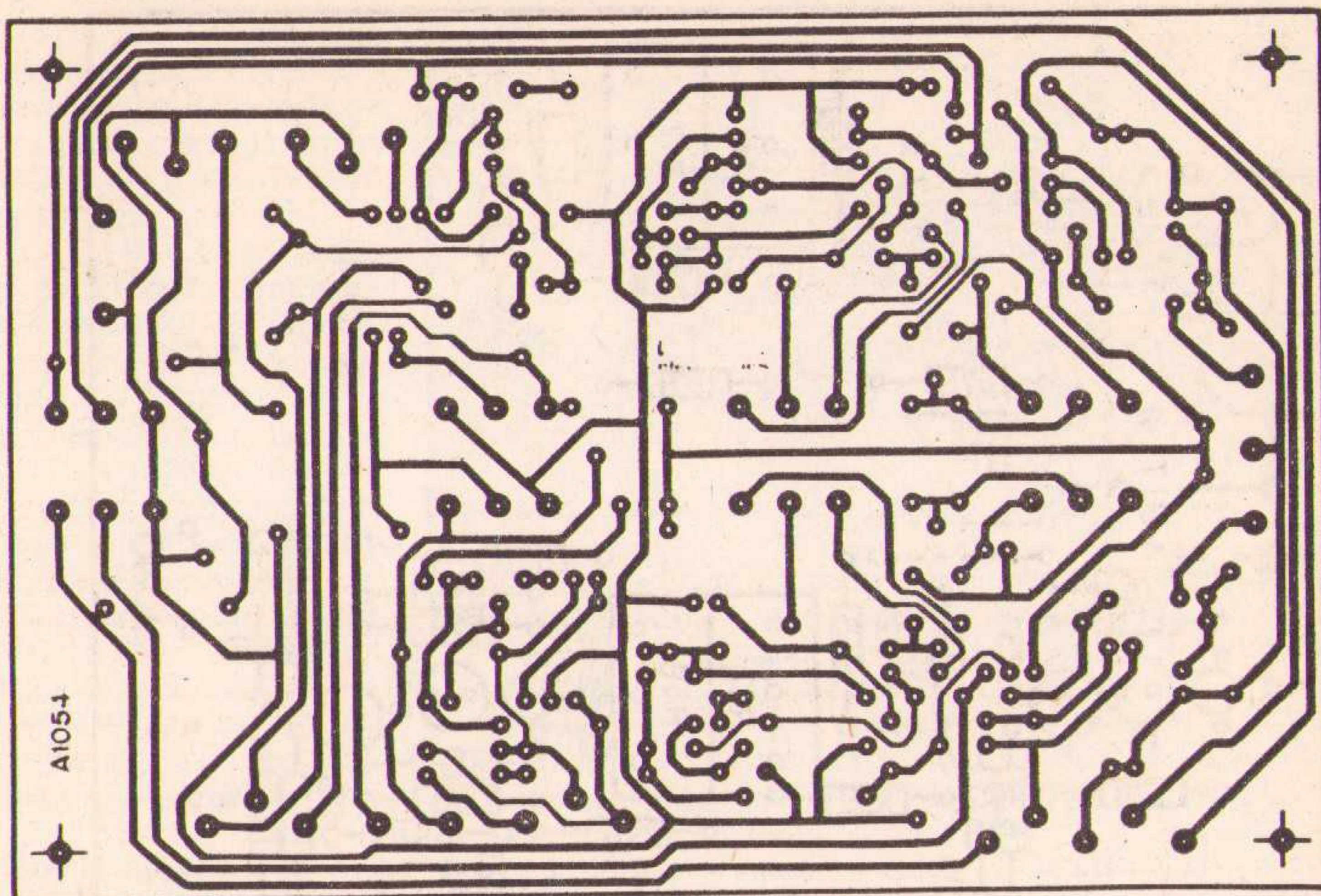


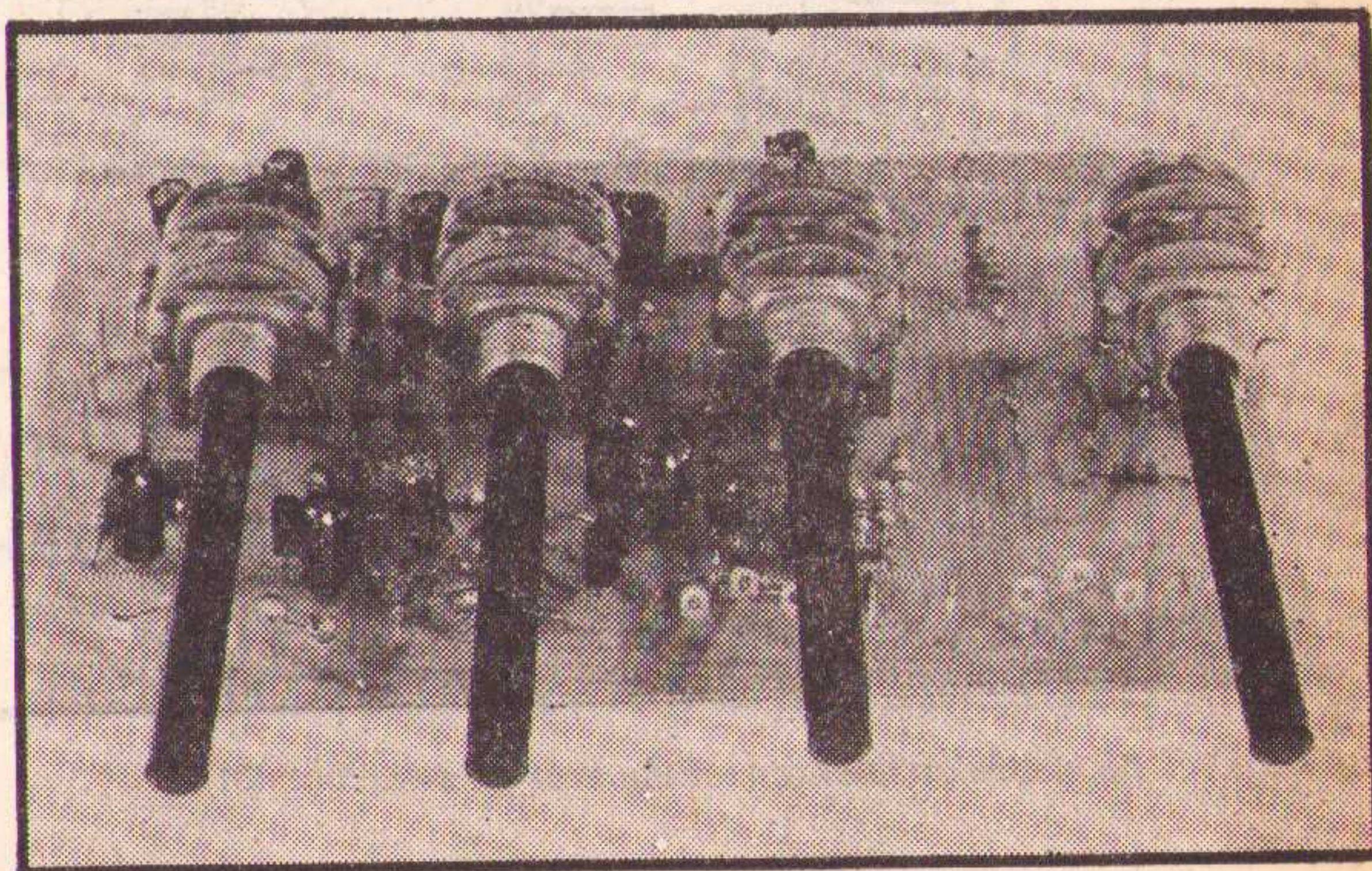
fig. 5 Print van de stuurversterker

breedteregelaar of equalizer op de monitorbus. In de stand „source” hoort men dan het oorspronkelijke signaal, in de stand „monitor” het door equalizer of SBB-regelaar verbeterde signaal. Bij het achterwege laten van een monitorschakelaar moet de uitgang U met de ingang I worden doorverbonden. Het signaal vervolgt nu zijn weg naar de volumeregelaar R11 en de toonregeling. Via R63 en R61 wordt een uitgangssignaal voor tape- en cassette recorder afgeleid, waarvan de grootte ca. 10 mV bedraagt, voldoende voor opnames.

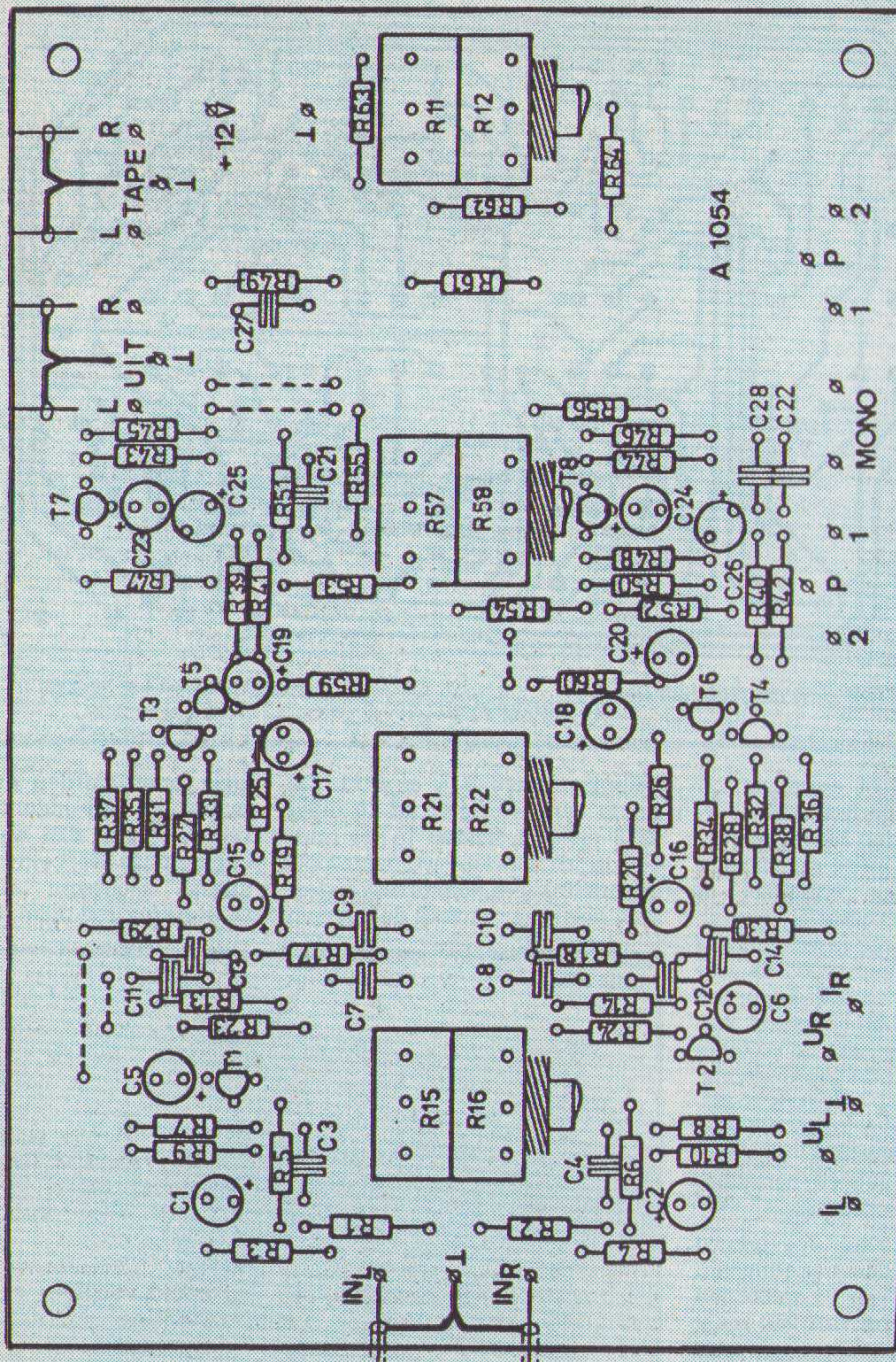
De toonregeling is opgebouwd rond de versterkerschakeling van de transistors T3 en T5, welke een totale versterking van 250 maal heeft. Via weerstandsdeler R35/R37 wordt deze versterking tegengekoppeld door het uitgebreide filternetwerk van de twee

potentiometers R15 en R21. De totale versterking is nu 10 maal (R15 en R21 beiden in de middenstand). Draaien we beide potentiometers linksom, dan is de versterking nog maar 1 maal: de hoge en

lage tonen worden dus ten opzichte van de middentonen sterk verzwakt (-20 dB) weergegeven. Draaien we de beide potentiometers uiterst rechtsom dan is de versterking 100 maal: ten opzich-



bouwontwerp



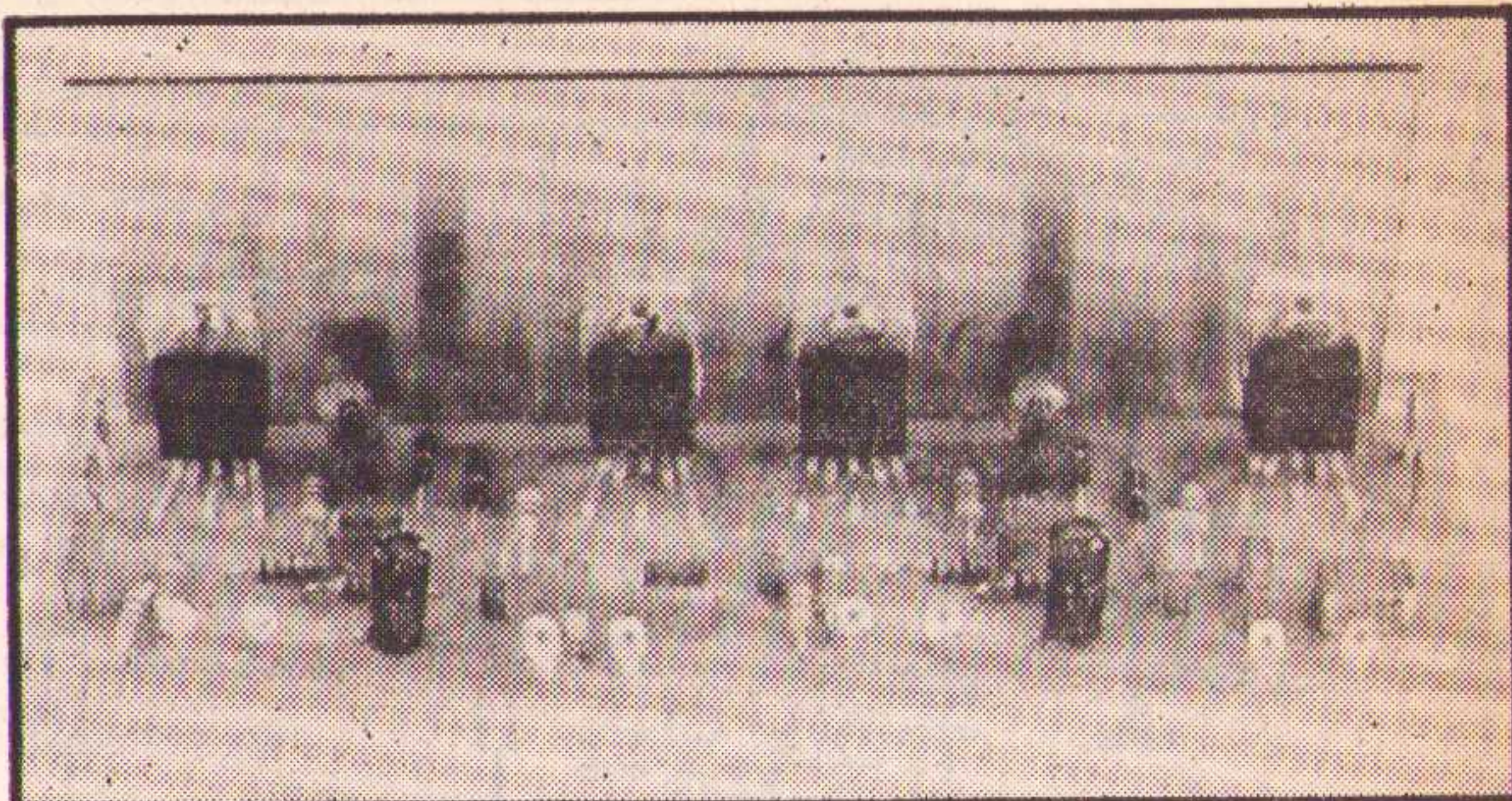
te van de middenstand worden de hoge en lage tonen nu extra versterkt (+ 20 dB). Het principe van deze toonregeling - verzwakking en versterking van de hoge en lage tonen afzonderlijk - staat bekend onder de naam Baxandall toonregeling.

De weerstanden R25, 27 en 29 dienen voor de gelijkstroominstelling van de versterkerschakeling, elko C17 voorkomt dat het uitgangssignaal de ingang van de versterker beïnvloedt. Via elko C19 wordt het signaal aan de loudnessregeling toegevoerd: in de getekende stand staat de loudness „uit”. Na omschakeling van de schakelaar worden de lage tonen en de hoge tonen 10 dB extra versterkt, zie fig. 4. Omdat niet iedereen overtuigd is van het nut van de loudnessschakelaar zullen we deze als een „extra” beschouwen.

De balansregelaar R57 is in feite een volumeregelaar die voor elk van beide kanalen tegengesteld werkt: in de middenstand klinken beide kanalen even luid, rechtsonder draaiend wordt het rechterkanaal luider en het linker zwakker en linksom draaiend precies andersom. De totale hoeveelheid geluid uit beide luidsprekers tezamen is dus altijd gelijk.

De montage van de stuurversterker

Omdat de meeste bestaande ontwerpen van toonregelingen e.d. over het algemeen een enorme wirwar van draden en aan de potmeters gesoldeerde onderdelen vertonen, is het een prettige verademing, dat hier gekozen is voor een „alles-op-de-print”-ontwerp. Zie fig. 5. Op die print worden als eerste alle weerstanden en de 5 draadbruggen gemonteerd; gebruik daarvoor de afgeknipte draadresten van de weerstanden. Plaats vervolgens alle condensatoren,



waarbij op de juiste richting van de elko's wordt gelet, aangegeven door één of meer plustekens of minstreepjes op de kokerbehuizing van iedere elko. Vooral de elko's C24 en C26 moeten eerst vlak op de print worden gedrukt alvorens ze vast te solderen, omdat daar dadelijk de as van de potmeter R57/R58 overheen komt. Plaats dan de transistoren. Tot slot de printpennen en de potentiometers; druk deze stevig in de gaatjes in de print vast en soldeer ze dan vast. Let er ook op dat de assen van de potentiometers volgens fig. 6 naar beneden wijzen. Verbind nu de printpennen IL en UL met elkaar m.b.v. een kort stukje draad; doe hetzelfde met de printpennen IR en UR. Ook komt er een draadverbinding tussen de printpennen „P” en „2”; al deze draadverbindingen zijn als 4 gestippelde booglijntjes getekend, samen met de rest van de bedrading komt dit ter sprake in het hoofdstuk toepassingen.

Schakeling van de stereopowerbooster

Afhankelijk van het gewenste uitgangsvermogen kiest men een geschikte eindversterker. We gaan uit van 2x18 Watt uitgangsvermogen, geleverd door de stereo-powerbooster. Ook een 2x40 W versie van onze stereo-

versterker komt ter sprake. Het is echter niet zo, dat 2x40 Watt meer dan tweemaal zoveel geluid produceert als een 2x18 Watt versterker.

Omdat er namelijk een logaritmisch verband bestaat tussen vermogen en geluid, uitgedrukt in deciBel (dB), is voor tweemaal zoveel geluid maar liefst tien maal zo veel vermogen nodig! En versterkers van 2x180 Watt zijn nu niet direct geschikt voor gebruik in de huiskamer; het gekozen vermogen van 2x18 Watt is dat zeker wel. De stereopowerbooster is een compacte print met koelplaat en heeft dankzij de balansschakeling voldoende aan 12V voedingsspanning om het gegeven vermogen van 2x18 W te produceren. De te behandelen schakeling is een vernieuwde uitvoering van een bestaand ontwerp, zie fig. 7. Het balansprincipe houdt in, dat er twee versterkers per kanaal gebruikt worden, zie het vereenvoudigde schema van fig. 8. De plusversterker (driehoeksymbool) zorgt voor een niet-geïnverteerde versterking van het signaal tot $U_+ = 12V$, de minversterker zorgt tegelijkertijd voor een geïnverteerde versterking tot $U_- = 12V$. Over de luidspreker komt daardoor een signaalspanning te staan van maximaal $U = 24V$ top-top, terwijl de voedingsspanning toch

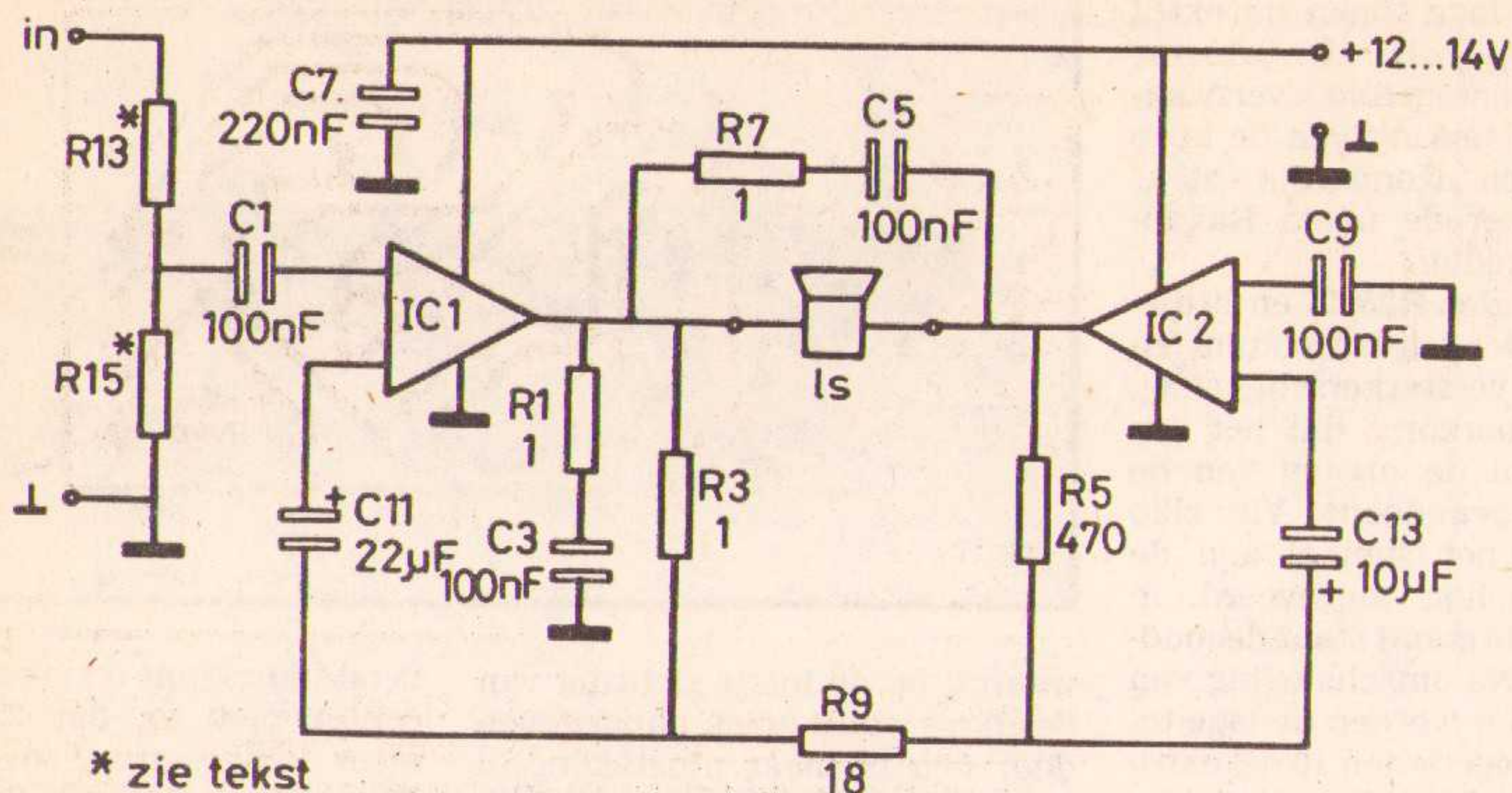


fig. 7 Schema van de stereopowerbooster

maar 12 V is. Per kanaal is nu het vermogen P te berekenen in een luidspreker met een impedantie van $R = 4$ Ohm volgens:

$$P = \frac{U^2}{8 \cdot R} = \frac{576}{8 \times 4} = 18 \text{ Watt}$$

In het schema zien we beide versterkers van het linkerkanaal getekend, welke als geïntegreerde schakelingen zijn uitgevoerd, IC TDA 2003; ze zien er uit als vermogenstransistoren maar bezitten 5 aansluitpootjes. De totale versterking bedraagt 60 maal, zodat hetingangssignaal dikwijls verzwakt moet worden tot $12/60 = 0.2$ V. Dat kan met de spanningsdeler R13/R15, waarvan de waarde afhankelijk is van de toepassing.

Montage van de stereopowerbooster

In fig. 10 is te zien hoe alle onderdelen op de boosterprint A 1051 komen. De waarden van R15 en R16 zijn voor de toepassing van de stereoversterker gelijk aan: R13 en R14 = 82 kilo-Ohm (grijs-

rood-oranje) en R15 en R16 = 33 kilo-Ohm (oranje-oranje-oranje). Vergeet het draadbrugje niet te monteren. Let bij het plaatsen

van de condensatoren op de polariteit van de elko's aangegeven door een of meer plustekens of minstreepjes op de kokerbehui-

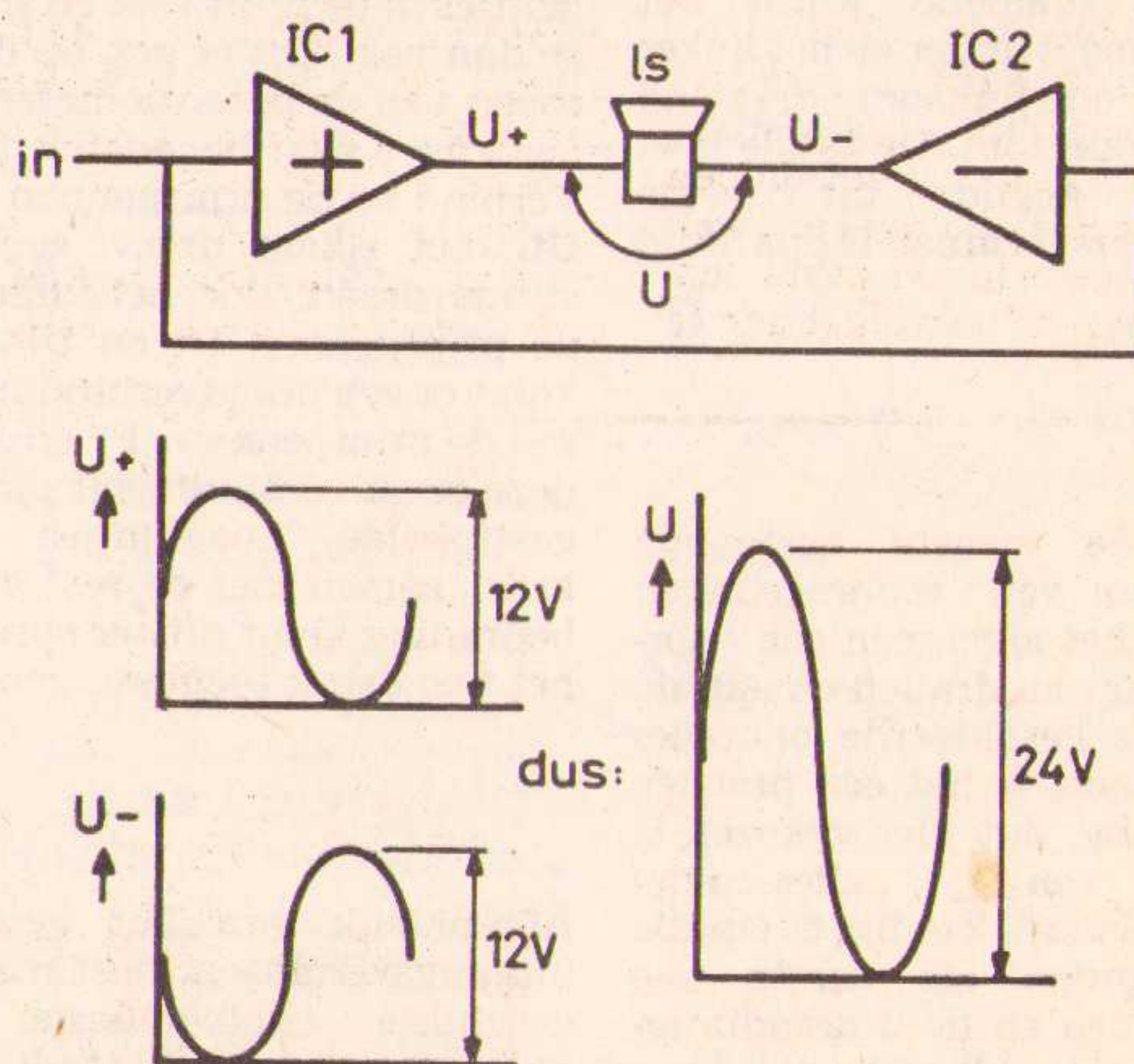


fig. 8 Principe van de balansversterker

bouwontwerp

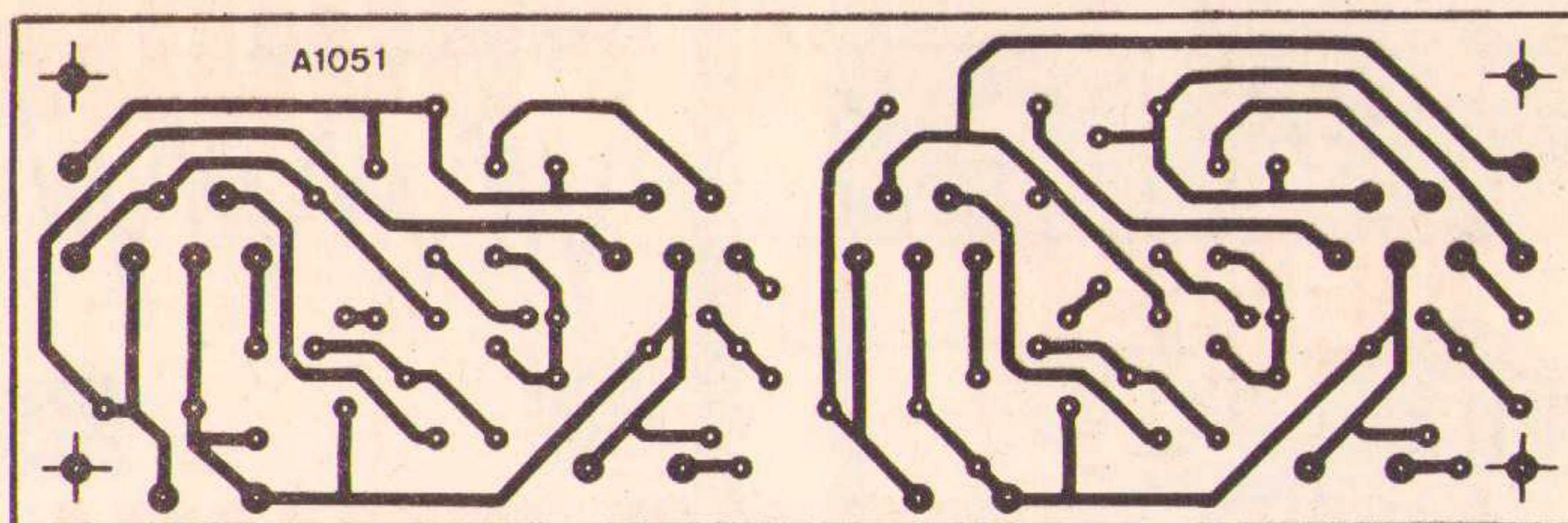


fig. 9 Print van de stereopowerbooster

zing van iedere elko.

De 4 IC's bezitten elk een metaal koelvlak, dat naar de rand van de print moet wijzen. In afb. 10 is dit koelvlak verdikt getekend. De 5 pootjes van de IC's moeten eerst iets uit elkaar worden gebogen alvorens zij in de print passen. Pas op dat de pootjes elkaar daarbij niet raken en buig ze eventueel na het vast-solderen nog iets uit elkaar.

In de koelplaat (ca. 110x50 mm) worden nu 4 gaatjes geboord; met boutjes en moertjes worden de IC's hieraan vastgezet. Indien voorhanden, is het zinvol een weinig warmtegeleidende pasta tussen de IC's en de koelplaat aan te

brengen. Let op dat de koelplaat niet in aanraking kan komen met de draadbrug en de printpennen: houd ongeveer 5 mm ruimte tussen de print en de onderzijde van de koelplaat vrij. Ook met het bedraden van de stereopower-booster wachten we nog even.

Voeding

De voeding die we gaan gebruiken is afhankelijk van de eind-versterker. Omdat we in de basis-uitvoering van de stereoversterker uitgaan van de stereopower-booster als eindversterker, is een geschikte voeding de 1½ Amp. voeding uit Elektronica ABC no. 81/6 in combinatie met een 12 V

transformator van ca. 1½ Amp., bijv. Amroh P 292. Hoewel deze voeding ook universeel en als regelbare voeding kan worden gebruikt wordt hij hier als vaste 12 V voeding ingesteld. Dat wil zeggen dat op de voedingsprint de weerstanden $R1 = 270 \text{ Ohm}$ en $R2 = 2.2 \text{ kilo-Ohm}$ worden gemonteerd en dat de instelpotentiometer achterwege blijft.

Een koellichaam voor het stabilisatie IC LM 317 is in deze toepassing niet noodzakelijk. Voorkom in ieder geval, dat het metaal vlak aan dit IC in aanraking kan komen met andere onderdelen en met het metaal van de kast, waar de stereoversterker in ondergebracht wordt.

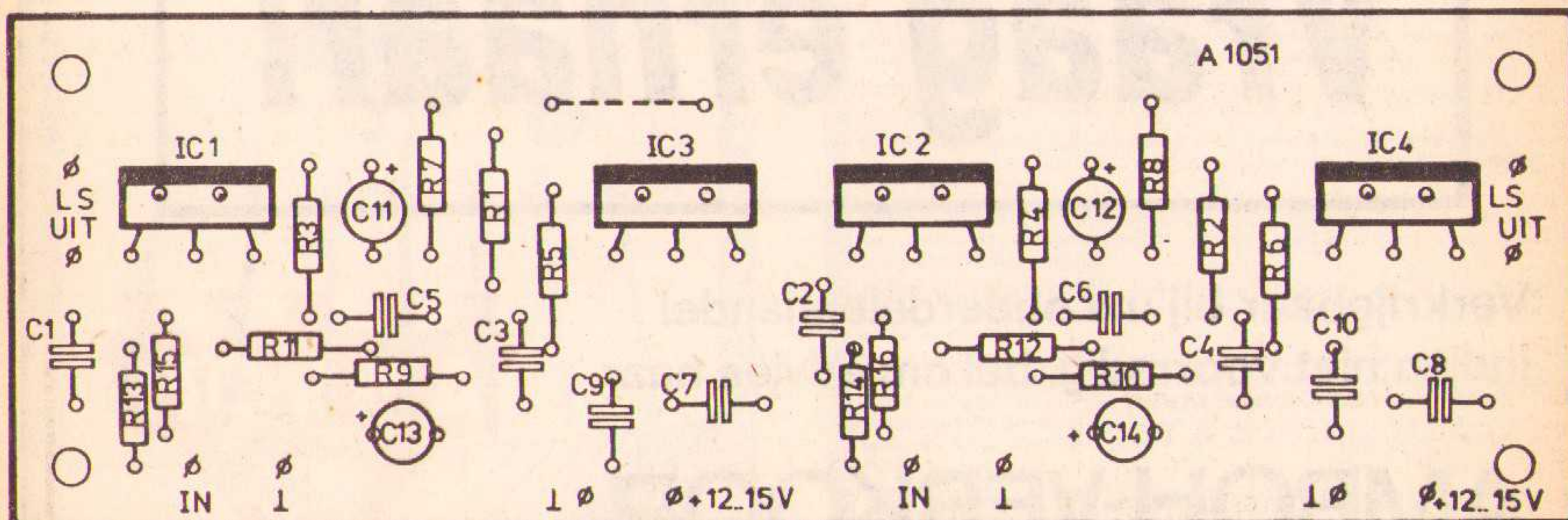


fig. 10 Onderdelenopstelling van de stereopowerbooster

bouwontwerp

**EEN GOED PRODUKT
TEGEN
EEN GOEDE PRIJS!**



TRANSFORMATOREN

Vraag ernaar!

Verkrijgbaar bij uw onderdelenhandel
Indien niet voorradig, bel om advies naar

AMROH-VERKOOP

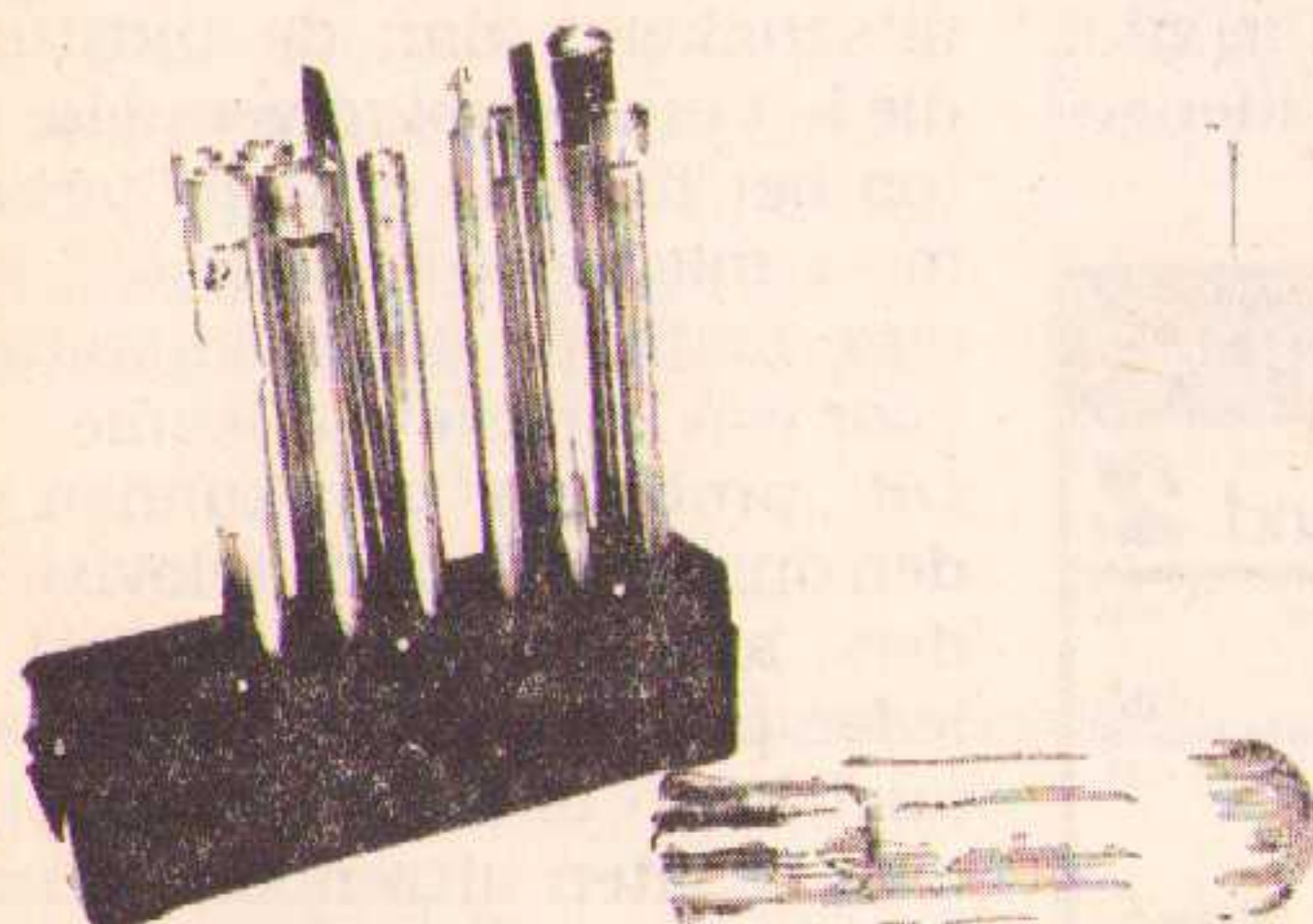


Tel. 02942-1951 - Herengracht 76 - 1398 AD Muiden

NIERSTRASZ naarden

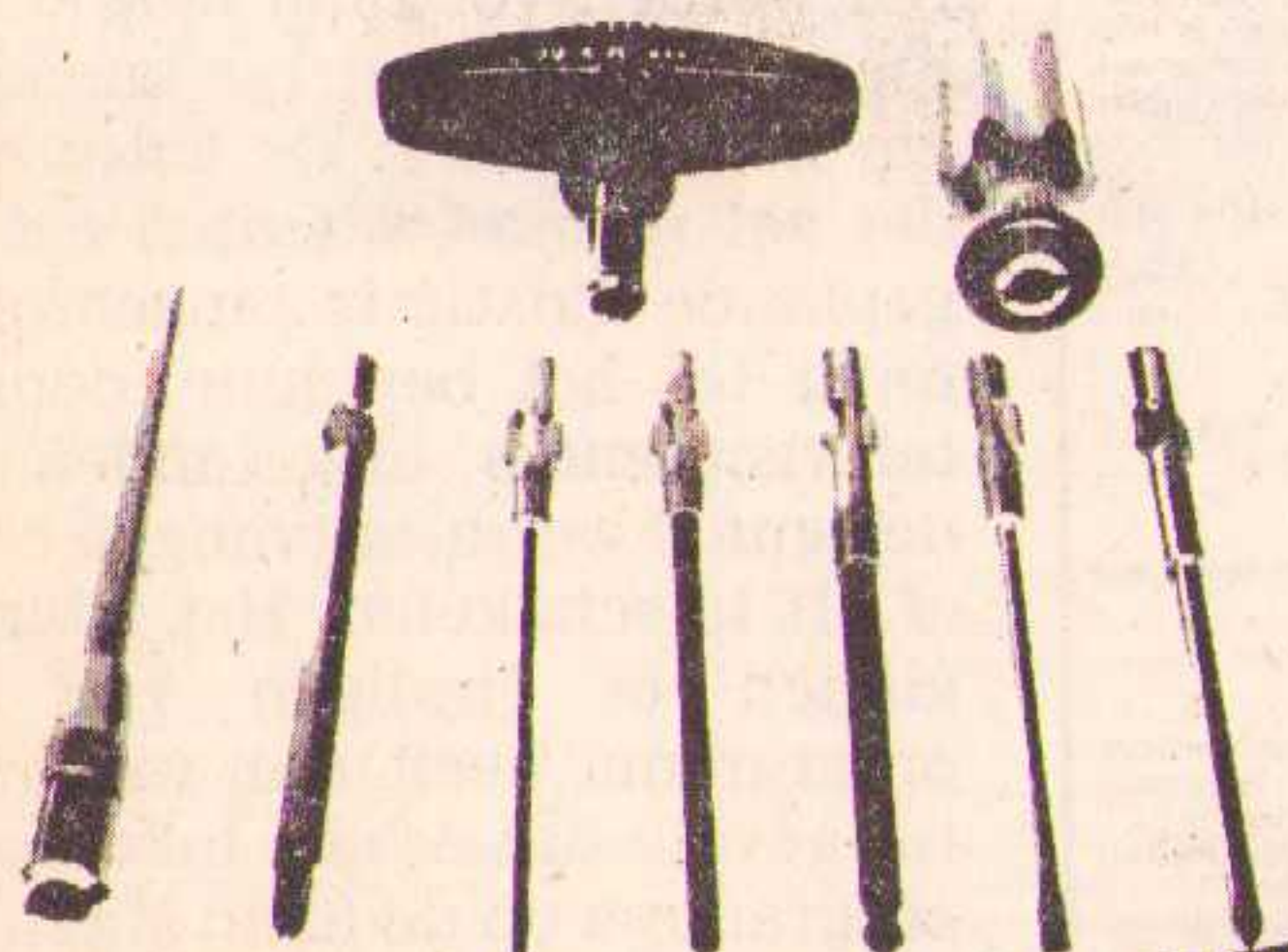


Xcelite



Xcelite 99-serie handgereedschap

- Xcelite kwaliteit van Cooper
- handvat gewoon en ratelmodel
- 62 verwisselbare stelen in dop, inbus, kogelkopinbus enz.
- in metrische en inch-maten
- los en in diverse sets



Produktiemiddelen voor Elektronica
Postbus 5099 1410 AB NAARDEN
Energiestraat 28 1411 AT NAARDEN
Telefoon 02159 - 47724 telex 73385

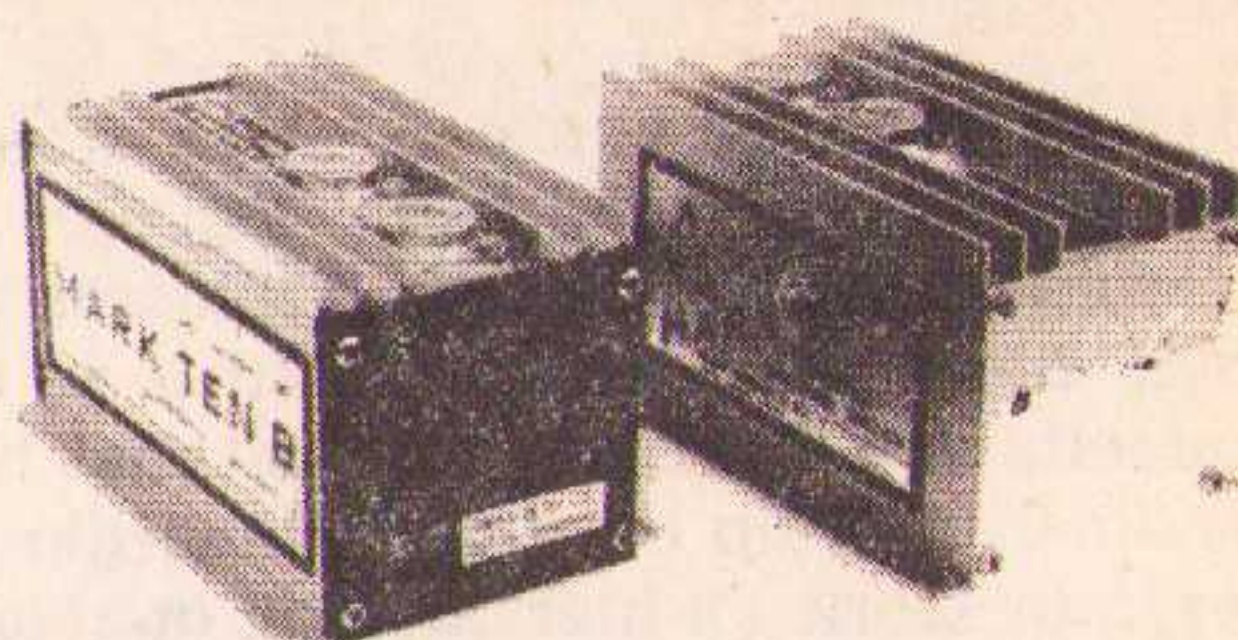


REINAERT ELECTRONICS

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;
donderdag 9-21 uur



ELEKTRONISCHE ONTSTEKINGEN diverse typen voor auto, boot, enz. vanaf f 87,50 tot f 455,—. Door besparing op brandstof en onderhoud verdient elk type zichzelf terug.

DIMMER voor TL verlichting 20...65W als bouwset f 78,50.

OMVORMER Nordmende type 8.592 om kleuren-TV-ontv. uit 12V of 24V accu te voeden; nieuw in doos met doc. en schema's. Ideaal voor gebruik als omvormer voor 40W TL (nood- of kampeer-) verlichting. Zolang de voorraad strekt f 79,50.

RADAR DETECTOR voor USA-frequenties; bruikbaar voor scheepvaart; voeding 12V; f 165,—. Idem voor het opsporen van Ned. politieradar leverbaar vanaf f 695,—.

RADARANTENNE voor politieradar-detector; Duits fabrikaat (origineel Stolle); gegoten aluminium uitv. f 59,50.

NETVOEDING gestabiliseerd 12V 20A als bouwset met meters enz. f 360,—. Trafo hiervoor ook los leverbaar à f 185,—.

RADIOGRAFISCHE BESTURING bestaand uit zender, ontvanger en servo; kristalgestuurd 40,68 MHz; modulen zijn afgeregeld; compl. f 195,—.

AUTOMICROFOON van Blaupunkt, speciaal ontworpen om tijdens het zenden veilig te kunnen rijden en sturen. Compl. met spiraalsnoer, houder, PTT-schakelaar; in matzwart/zilver f 38,80.

INTERCOM miniatuur met zeer laag stroomverbruik (5 mA bij standby); moderne vormgeving, ook als babyfoon bruikbaar f 38,90 per set.

ONTVANGER van Telefunken personen-oproep-inst.; kristalgestuurd met aparte submin.-luidspreker voor ontvangst; gebruikte uitv. met schema's, afregelvoorschrift, e.d. maar zonder garantie f 96,50; vanaf 5 stuks à f 60,—.

TIJDRELAIS elektronisch voor 220V — met schakelcontact enkel-poolig wissel; 90 sec. (te wijzigen van seconden tot uren); steekvoet; in behuizing 36x45x75 mm f 42,60.

ACCUTESTER elektronisch met uurwerk enz. om restcapaciteit van vele soorten NiCad accu's te bepalen f 395,—.

SNELHEIDSMETER handmodel doppler microgolf systeem; meet digitaal (3 digits) vanaf 30 tot 230 km/uur met geheugen; voeding 12V; prijs f 980,—.

KOPTELEFOON met microfoon, prof. uitvoering zoals in vliegtuigen gebruikt; dynamische elementen; met 2 m spiraalsnoer; zolang voorradig f 89,50.

ELEKTRONENFLITSERS met licht-automatiek; compl. modulen vanaf f 39,70. Ook vele onderdelen (flitsbuizen, elco's, trafo's, enz.) in voorraad.

ALARMSYSTEMEN; honderden artikelen en onderdelen voorradig. **SPECIALE AANBIEDING**: dubbel element passief infrarood apparaat van Eltron met 14 detectiezones in 3 lagen; bereik 12 m; voeding 12V 8mA; afmetingen slechts 50x80x100 mm met verstelbare kop; normale prijs f 597,50; nu zolang voorraad strekt f 390,—.

DRAADLOOS ALARM- EN OPROEPSYSTEEM bestaand uit zender en miniatuurontvanger met gecodeerd signaal; reikwijdte tot 10 km; compl. systeem f 780,—. Idem met reikwijdte tot 1 km f 465,50.

ZOekt u iets anders? Bel ons even, we hebben ca. 30.000 soorten artikelen voorradig. Postorders vanaf f 25,—. Ook ontwerpen en bouwen we naar uw specificatie allerlei elektronische schakelingen, eventueel met prijsopgave vooraf.

ALLE PRIJZEN ZIJN EXCLUSIEF 18% BTW.

Programmeren van videorecorders

Cor Both

Als bezitter of bezitster van een videorecorder zult u ongetwijfeld ook de teleurstelling hebben gevoeld, toen bleek dat net het laatste gedeelte van de film die u had opgenomen niet op de magneetband stond. Oorzaak hiervan

was waarschijnlijk het uitlopen van een ander programma of het inlassen van de één of andere actuele gebeurtenis. Hoe dan ook, u zit met het probleem dat dat belangrijke laatste stukje film niet is opgenomen. Ervaren videoge-

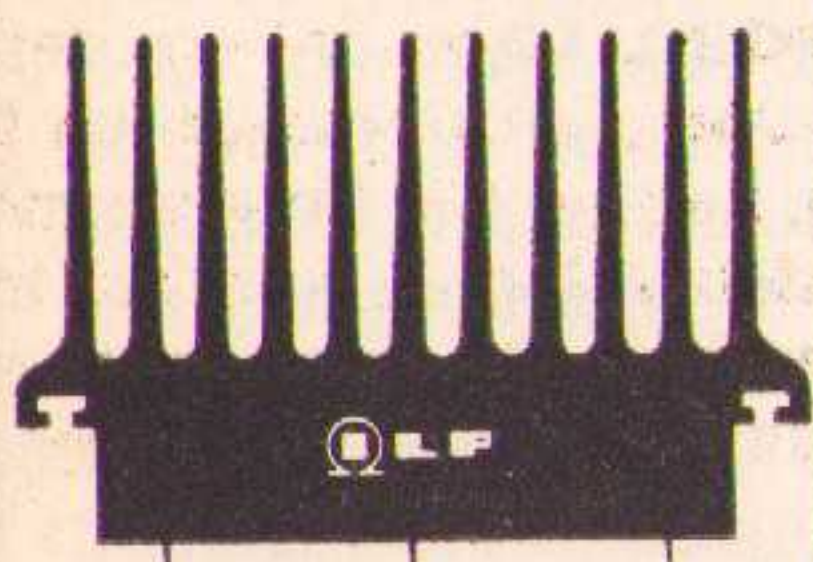
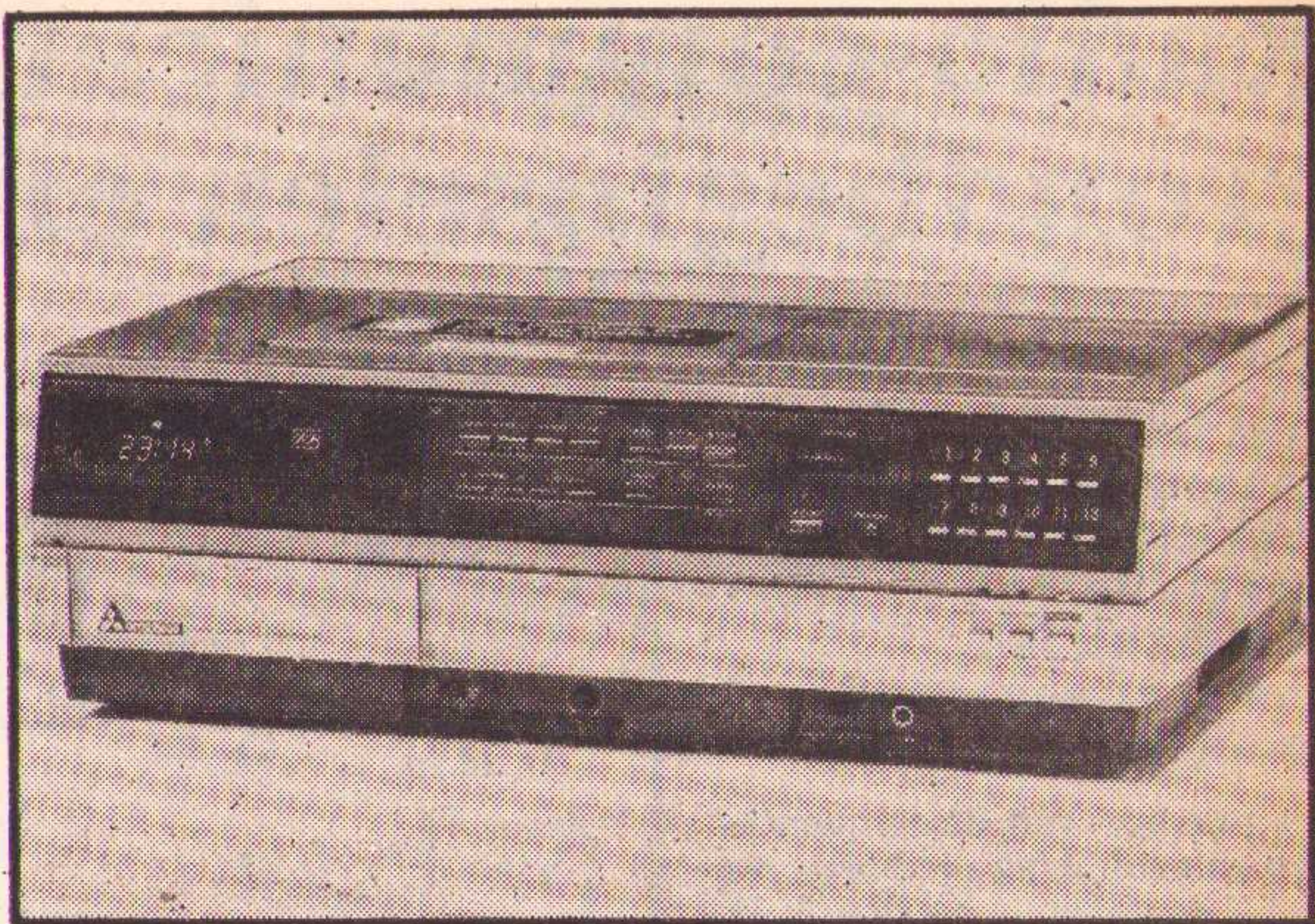
bruikers proberen het ongewenste verschuiven van begin- en eindtijden in te kalkuleren door de videorecorder eerder te laten inschakelen en later te laten uitschakelen dan de tijdstippen die het omroepblad vermeld. Buiten het feit dat dit aanmerkelijk meer magneetband vraagt, geeft deze methode nog geen garantie voor een complete opname.

Dit „probleem” zou kunnen worden opgelost door de televisiezeners, aan het begin en eind van ieder programma-onderdeel, een (niet hoor- of zichtbaar) kodesignaal te laten uitzenden waarmee de videorecorder wordt gestuurd. In de praktijk zou dit betekenen dat de verschillende programma-onderdelen van een bepaalde zender genummerd moeten worden en dat deze nummers, of eigenlijk coderingen, in de omroepbladen naast de uitzendtijden moeten worden afgedrukt. Indien de videorecorder is ingericht om deze kodesignalen te ontvangen en te vertalen, kan bij het programmeren worden volstaan met het intoetsen van de dag, het kanaal en het kodenummer. De videorecorder zal nu niet wachten tot het geplande tijdstip is aangebroken, maar tot het bepaalde, door de televisiezender uitgezonden, kodesignaal wordt ontvangen om in of uit te schakelen. Het later beginnen of eindigen van een programma heeft dan niet meer tot gevolg dat er een incompleet programma op de band staat, immers de kodesignalen van de zender zorgen ervoor dat het complete programma, exact van begin tot het eind, wordt opgenomen. Ondanks het feit dat de videorecorderfabrikanten een dergelijk systeem elektronisch kunnen verwezenlijken, ziet het er naar uit dat we de komende jaren

14 AUGUSTUS		TV ZATERDAG	
VIDEO KODE	nederland 1	VIDEO KODE	nederland 2
1-01	13.00-13.05 en 18.25-18.30 Nieuws voor doven en slechthorenden NOS	2-01	13.00-13.05 Nieuws voor doven en slechthorenden NOS
1-02	18.55 Beroep NOS	2-02	18.57 Journal NOS
1-03	18.50 Love boat VARA	2-03	18.58 Fietssnors AVRO
	„Baby spreekt een woordje men”, aflevering uit de Amerikaanse televisieserie Rolverdeling: kapitein Stubing - Gavin MacLeod, hostess Julie McCoy - Lauren Tewes, dokter Adam Bricker - Bernie Kopell, purser Gopher Smith - Fred Grandy, barkeeper Isaac Washington - Ted Lange, Vicki Stubing - Jill Whelan, tante Tania - Isabel Sanford, Isaacs oom - Mel Stewart, Cynthia Bowden - Susan Howard, mr. Clark - Troy Donahue, Mrs. Clark - Terry Moore, hun zoon - Lorenzo Lamas, mr. Cumming - Farley Granger, Mrs. Cumming - Joan Loring, hun dochter - Melissa Sue Anderson Sommige mensen maken een cruise met de Pacific Princess om over een teleurstelling heen te komen. Isaacs tante ook. Diep teleurgesteld, omdat het stuk, waarin ze speelde een volkomen mislukking werd. Isaac spoort de hele crew aan tante Tania wat op te monteren. Anderen varen mee, hopen de aan boord een geschikte huwelijks-partner te vinden. Ook de aantrekkelijke maar desondanks ongehuwde moeder Cynthia kwam op dat idee. Maar o wee als moeder met een „verkeerde” man haar hut binnenstapt, dan laat baby zich even horen en helpt er geen moederliefje meer aan		Op het Bicycle Moto Crosscircuit te Waake trossen de acht ploegen verder om de speciale AVRO Trophy 1981.
1-04	19.50 De Onedn Lijn	2-04	20.00 Journal (NOS)
	„Tol van de trots”, zesde aflevering uit de Engelse televisieserie „The Onedn Line” (vierde serie) Rolverdeling: James Onedn - Peter Gilmore, Elizabeth Jessica Benton, kapitein Baines - Howard Lang, Tom Arnold - Keith Jayne, Margarita Juarez - Roberta Iger, Dunwoody - John Rapley, Dawkins - John Wentworth James keert terug naar Liverpool met een lucratieve lading. Ondertussen is de kloof tussen James en Baines alleen maar wijder geworden. Beiden zijn ze trots om de harde woorden die er zijn gevallen terug te nemen. Thuis wacht James een onaangename verrassing. Margarita ligt ziek in bed met longontsteking. Dat kluisert hem aan huis, maar schepen kun je niet stil laten liggen en zo vaart Baines uit met het vooruitzicht op slecht weer	2-05	20.27 Dallas
1-05	20.40 Goldie en Liza samen		„John Ewing de derde (1)”, aflevering uit de Amerikaanse televisieserie onder regie van Leonard Katzman Rolverdeling: Ellis Ewing - Barbara Bel Geddes, Jock Ewing - Jim Davis, Bobby Ewing - Patrick Duffy, J. R. Ewing - Larry Huggan, Sue Ellen Ewing - Linda Gray, Lucy Ewing - Charlene Tilton, Pamela Ewing - Victoria Principal, Cliff Barnes - Ken Kercheval, Ray Krebbs - Steve Kanaly, dr. Kame - Ellen Geer, Wayne - Peter Horton Sue Ellens drankprobleem heeft het stadium bereikt dat Jock en Ellis vinden dat ze er met J. R. over moeten praten. Bovendien zijn er nog meer problemen: Bobby probeert Lucy's pillenslijkerij voor zijn ouders verborgen te houden. Ondanks de pogingen van haar arts en echtgenoot, blijft Sue Ellen haar gezondheid en die van haar ongeboren baby in de waagschaal stellen
1-06	21.20 Glas	2-06	21.15 Kom 'n langs op slot Zetst
	Een film van Bert Haanstra Het fijne handwerk van de glasblazer, die een gloeiende glasklomp in één beweging verandert in gebruiks- of kunstvoorwerp, vormt een sterk contrast met de mechanische, uniforme glasfabricage		Gastheer Karel Prior heeft een ontmoeting met Hank van Ulsen Gasten: Margriet Eshuys, Heddy Lester en Frank Afolter, Gerrie van der Klei, Dick Stapel, Felix Walrond, Lisele Gerriets en Pierre Huyskens Muzikale omlijsting door het Combo Cor Cools Productie: Karel Prior, productie-assistent: Mary Buys, regie-assistent: Elise Mascini, regie: Leen Timp (Zie TV-Vandaag)
1-07	21.37 Journal (NOS)	2-07	22.30 Tabakster magazine
1-08	21.53 Zomaar een meisje		Actualiteitsrubriek onder eindredactie van Jaap van IJcken en Wilf Simon
	„Gal young un”, Amerikaanse speelfilm uit 1979 onder regie van Victor Nunez Rolverdeling: Matt - Dana Frou, Trax - David Peck, Elly - J. Smith, winkelier - Gene Densmore, winkelvrouw - Jenny Stringfellow, Blaine - Tim McCormick Het is de tijd van de grote drooglegging van Amerika in het begin van de jaren dertig. Op het nog tamelijk bosrijke, grotendeels onontgonnen platteland van Florida leeft een weivarende weduwe, Mattie Silas, in alle rust alleen op de familieboerderij. Maar als de energieke jonge dandy Trax hoort van haar bestaan is het met haar rust gedaan. Trax ziet welke enorme economische mogelijkheden de afgelegen boerderij biedt en een weelderige toekomst schemert hem al voor de ogen. Voorzichtig palmt hij haar voor zich in en overtuigt hij de gezaggetrouwe Matt van de grote voordelen van een clandestiene whiskystokerij (Zie TV-Vandaag)	2-08	23.10 De toestand in de wereld
1-09	23.45 Journal NOS		besproken door mr. G. B. J. Hiltmann
1-10	23.50-23.55 Nieuws voor doven en slechthorenden NOS	2-09	23.15 Glas en enjottieren
			„Een haarspeld”, elfde aflevering uit de vijftiende Duitse televisieserie „Jauche und Levkojen”, gebaseerd op het gelijknamige boek van Christine Brückner Met: Arno Assman, Edda Seipel, Ulrike Bliefert, Herbert Steinmetz, Wilfried Kraus, Edeltrout Elsner e.a. Na de wittebroodsweken gaat Viktor naar Berlijn om zijn werk te hervatten op het Rijksbureau voor Sibbekunde. Maximiliane installeert zich op Poenichen als de nieuwe en veelbelovende vrouw van Poenichen. Ze raakt in verwachting volgens plan. De a.s. moeder bezoekt Viktor in Berlijn omdat hij volgens zijn zeggen niet op zijn post gemist kan worden. In zijn appartement vindt Maximiliane een duidelijk bewijs dat hij haar bedriegt. Zonder verdere verklaring verlaat ze Berlijn met de eerstvolgende trein. In de zomer van 1938 wordt hun eerste zoon geboren, de toekomstige erfgenaam van het landgoed
		2-10	23.45 Journal NOS
		2-11	23.50-23.55 Nieuws voor doven en slechthorenden NOS

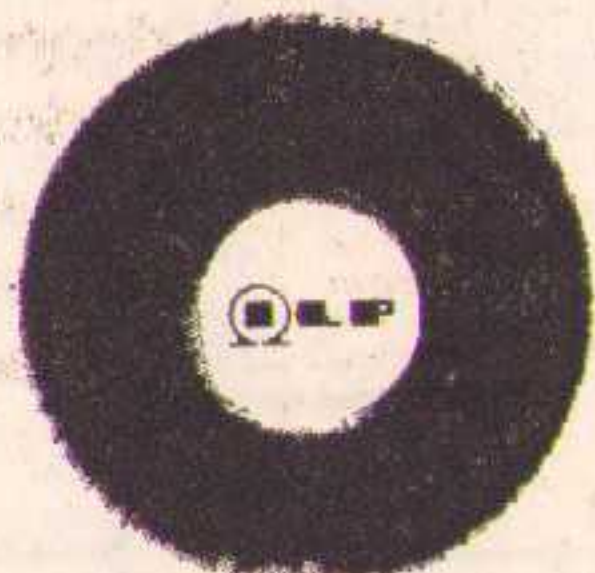
Een pagina uit de omroepgids zoals die zou kunnen zijn als de „video-kode” een feit is.

nog moeten volstaan met het iets eerder in en veel later uit laten schakelen van de recorder om hiermee de kans te vergroten een compleet programma op de band te krijgen. Aan de kant van de televisie-omroepen blijkt men namelijk zowel in Europa als in andere werelddelen niet zo enthousiast te zijn voor het opnemen van films en andere programma's. Dit heeft dan weer te maken met rechten die de omroepmaatschappijen wel betalen aan de film- en programmamakers en de individuele videogebruiker niet. Hopelijk wordt hiervoor binnen afzienbare tijd een oplossing gevonden, zodat we onze videorecorder echt kunnen programmeren.



VERSTERKER-MODULES

**KANT-EN-KLAAR
GARANTIE: 2 JAAR!**
Voorversterker HY6 en HY66.
Eindversterkers: 15W, 30W, 60W,
120W en 240W sinus.
**Hoge kwaliteiten, lage prijzen, bijv.
30W kost slechts / 69,-**
Alle zijn meervoudig beveiligd.
Uitstekende geluidskwaliteit.
Voedingen ook leverbaar,
de meeste met ringkerntrafo.
**Dit zijn de meest verkochte komple-
te versterker-modules in Ned.!**



RINGKERN-TRAFO'S

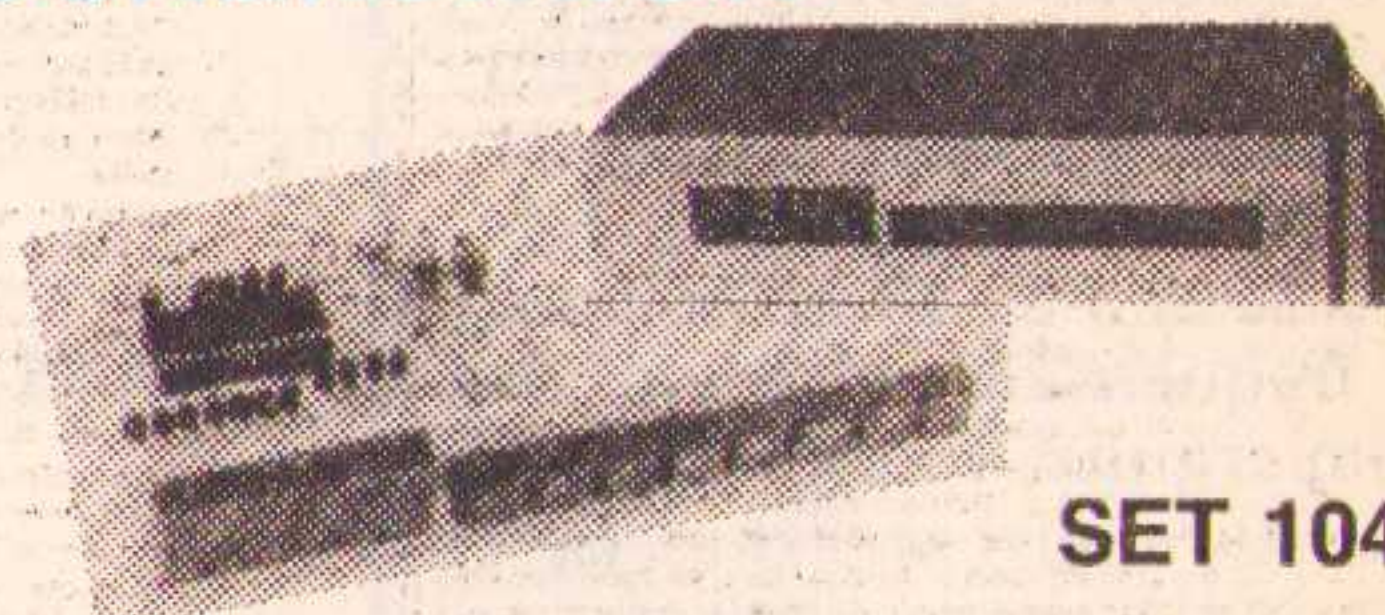
Deze nieuwe ringkerntrafo's bieden veel voordelen t.o.v. de oude rechthoekige blikpakkettrafo's:
GEWICHT + HOOGTE gehalveerd.
MAGN. STROOVELD veel kleiner, dus min. brominductie.
NULLASTSTROOM zeer laag.
SNEL te monteren: slechts 1 bout.
HOGE betrouwbaarheid, want I.L.P. gebruikt prima materialen.
UIT VOORRAAD: meer dan 80 types van 30 tot 625 VA.
LAGE prijzen, bijv. 30 + 30 V 5A kost slechts / 96,-

Verkrijgbaar bij meer dan 60 winkels in Nederland.
Meer gegevens worden op aanvraag gratis toegezonden.
Bel even, ook 's avonds en zaterdags:

RODEL
GELUIDSTECHNIEK

I.L.P. IMPORTEUR VOOR NEDERLAND
STEINWEGSTRAAT 37
7491 KJ DELDEN, TEL. 05407-2024

Schakelklok



SET 1044

Deze 24-uurs schakelklok beschikt over 4 onafhankelijke uitgangen en 4 zelf te programmeren schakeltijdstippen. Ook is voorzien in een weekprogramming, zodat de schakelcyclus 1 of meer dagen van de week kan worden overgeslagen. Gemakkelijke alles-op-print montage en prettige bediening d.m.v. 8 vederlichte printdruktoetsen.

- ★ 24 uurs-schakelklok met grote displays (12,5 mm rood)
- ★ 4 uitgangen voor relaissturing: AAN=8V (100 mA max.)
- ★ Extra toetsen voor o.a. TEST, HANDBEDIENING en TIJDRE-SET (00:00)
- ★ Twee bedrukte epoxyprints met onderdelen en duidelijke handleiding.
- ★ Voeding 9 V wisselspanning, 50 Hz
- ★ Adviesprijs..... **f 98,-**

PROG	DAY	00:00	-	TEST	1-0-0-0	SET HR	SET MIN	TIME MODE
TIME	-	NEXT TIME	NEXT OUT	HOLD ON	SET OUTPUT	SET HR	SET MIN	PROG MODE
-	TIME	-	SET DAY	-	-	NEXT DAY	-	DAY MODE

NU verkrijgbaar bij de goedgesorteerde detailhandel
de elset bouwpakketten zijn kwaliteitsprodukten van

micé
electronics

Postbus 4
2778 CE De Lier ZH
Hoofdstraat 11 - achter
tel. 01745-5867

Radio-communicatie: grondbeginnselen en werking

S. J. Hellings

Hoofdstuk 14: frequentie/vermenig- vuldiging en AM modulatie.

Hoofdstuk 14.1. Frequentie-vermenig- vuldiging.

Het principe van de frequentie-vermenigvuldiging hebben we reeds besproken in hoofdstuk 11; iedere 'plotselinge' verstoring van de rusttoestand geeft aanleiding tot de vorming van harmonischen; dit proces is in de figs. 11.1.1 en 11.3.2 nader aangegeven. Frequentie-vermenigvuldiging wordt in zenders dikwijls toegepast; de voordelen zijn:

a) Indien de uitgezonden frequentie zeer hoog is, kan de kristal-frequentie veel lager gekozen worden; deze kristallen zijn goedkoper en stabiel. De meest 'prettige' kristalfrequentie's liggen zo tussen 3 en 10 MHz, voor lagere frequentie's worden de kristallen erg dik, voor nog hogere frequentie's juist zeer dun. Een uitzondering vormen de zgn. 'overtone' kristallen, die op hogere harmonischen kunnen oscilleren.

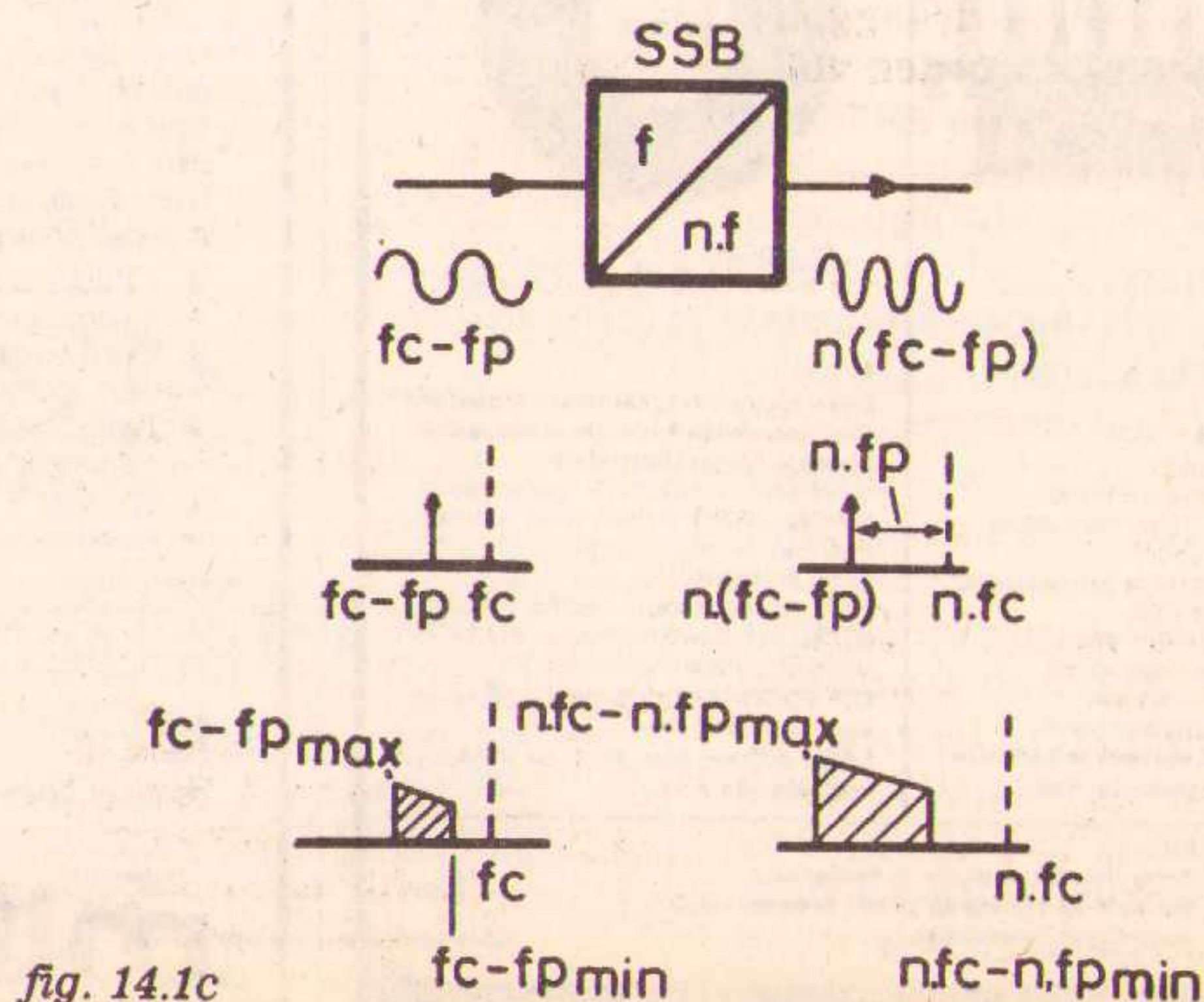
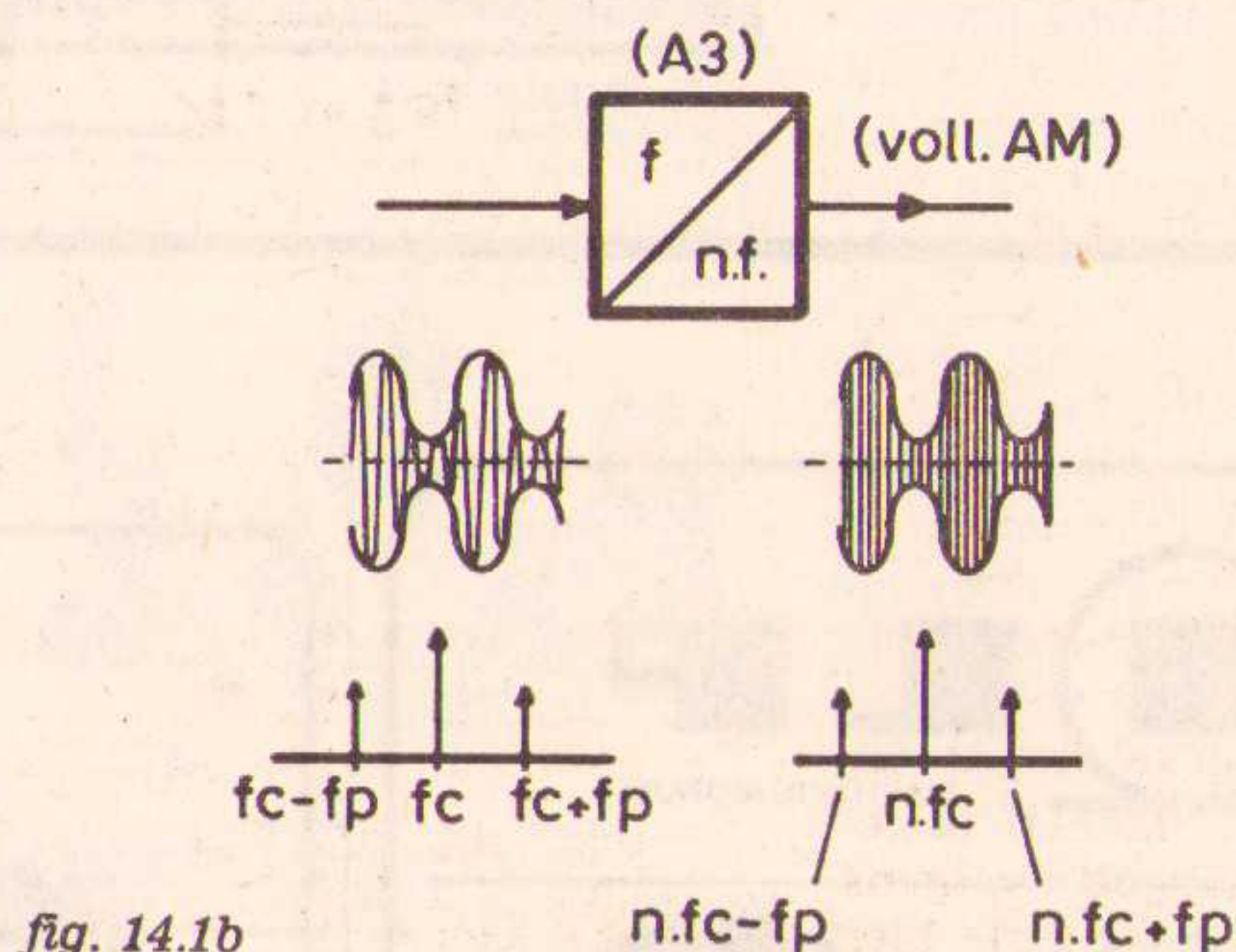
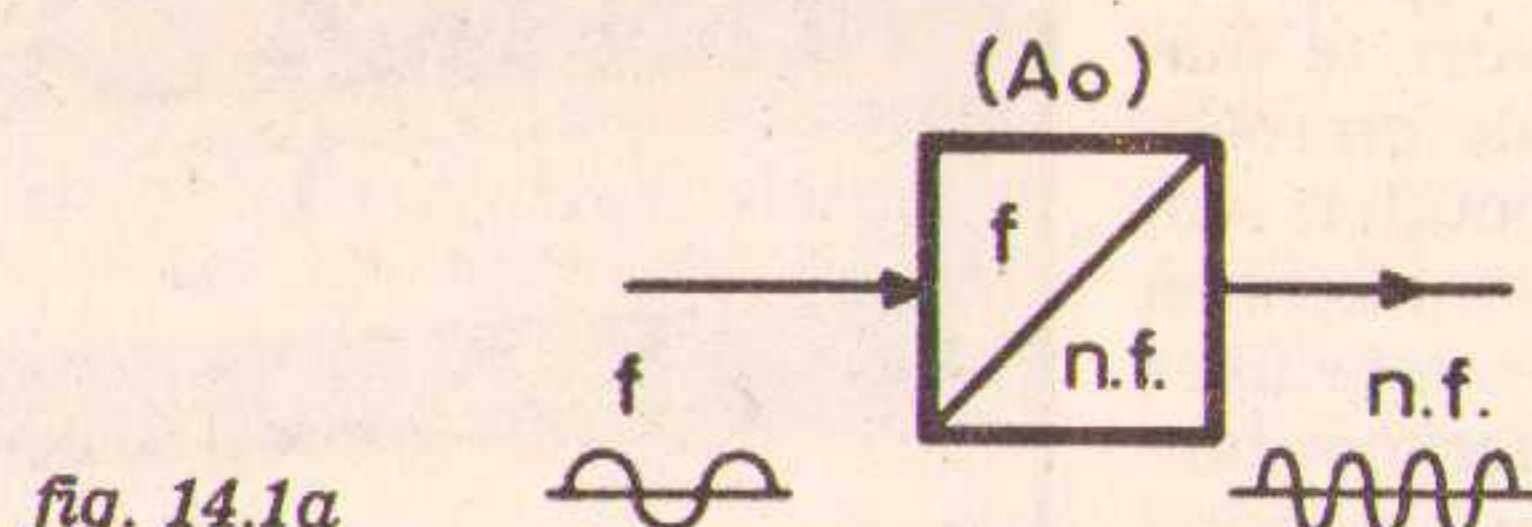
b) Bij frequentie-vermenigvuldiging wordt ook de frequentie-zwaai van f.m. signalen, resp. de fase-zwaai van p.m. signalen mee vermenigvuldigd.

c) Daar de in- en uitgangskring van de betreffende trap op verschillende frequentie's zijn afgestemd, is de kans op 'terugwerking' veel geringer dan bij 'rechtuit' versterking.

Uiteraard zijn aan dit proces ook nadelen verbonden:

a) Vermenigvuldiging is niet mogelijk bij enkel-zijband modulatie.

b) Het vermogen is lager dan bij



toepassing van 'rechtuit' versterking, evenals het rendement.

c) Bij frequentie-vermenigvuldiging met grotere getallen, (3, 4 e.d.) moet de trap 'ver' in klasse-C ingesteld worden; hierdoor is het vermogen gering, de piekstroom groot evenals het gehalte aan 'ongewenste' harmonischen. Daarom zullen wij als regel geen vermenigvuldiging in de eindtrap toepassen, daar het verwijderen van 'ongewenste' harmonischen zeer veel moeite zou kosten, terwijl het uitgangsvermogen betrekkelijk klein is.

d) Indien een 'lineaire' versterking gewenst is, kunnen we niet verder gaan dan een klasse-B instelling (zie ook fig. 13.2.4). Hierbij kunnen we hoogstens verdubbelen, daar de derde harmonische immers nul is! (zie ook fig. 4.5.).

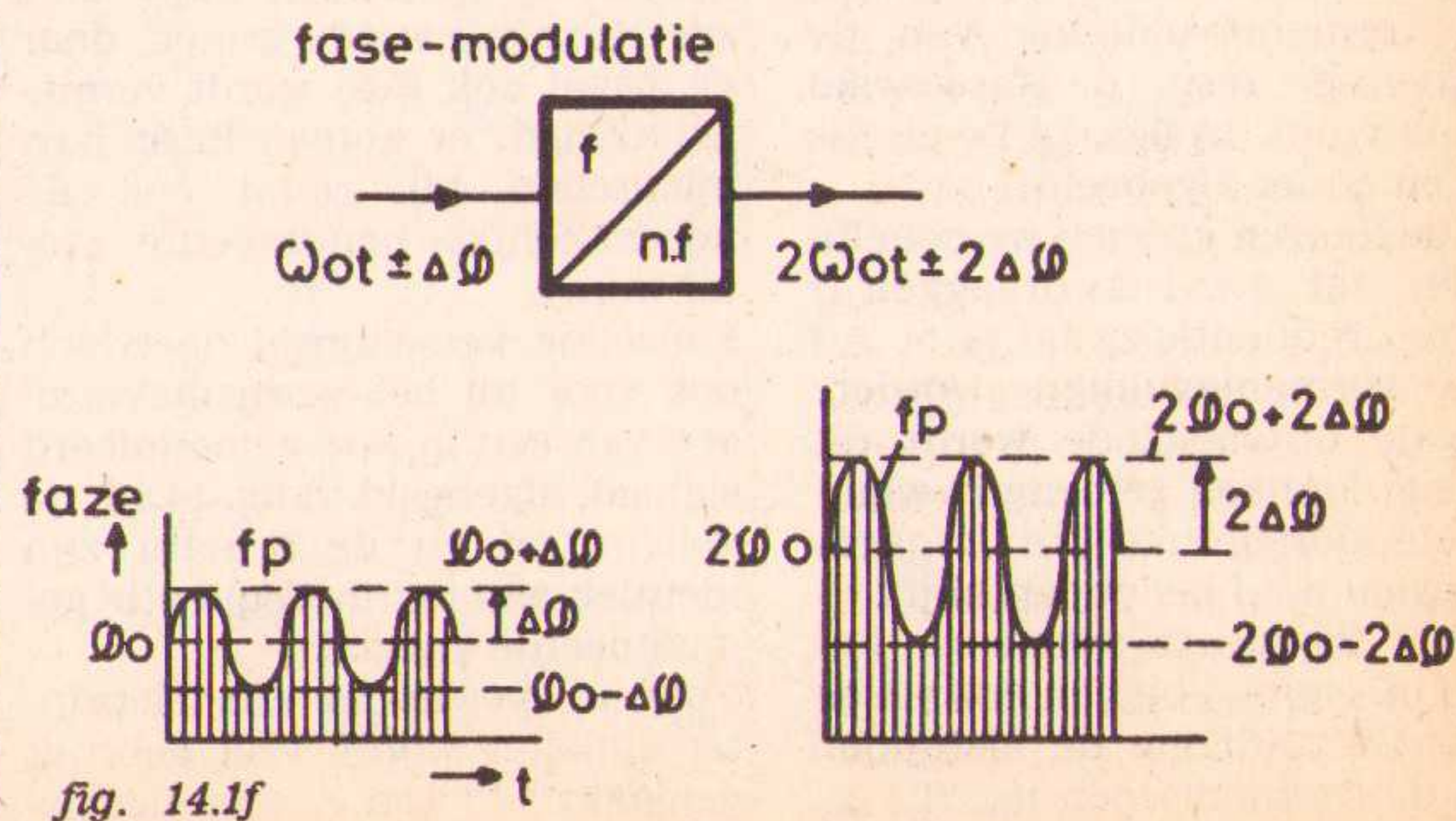
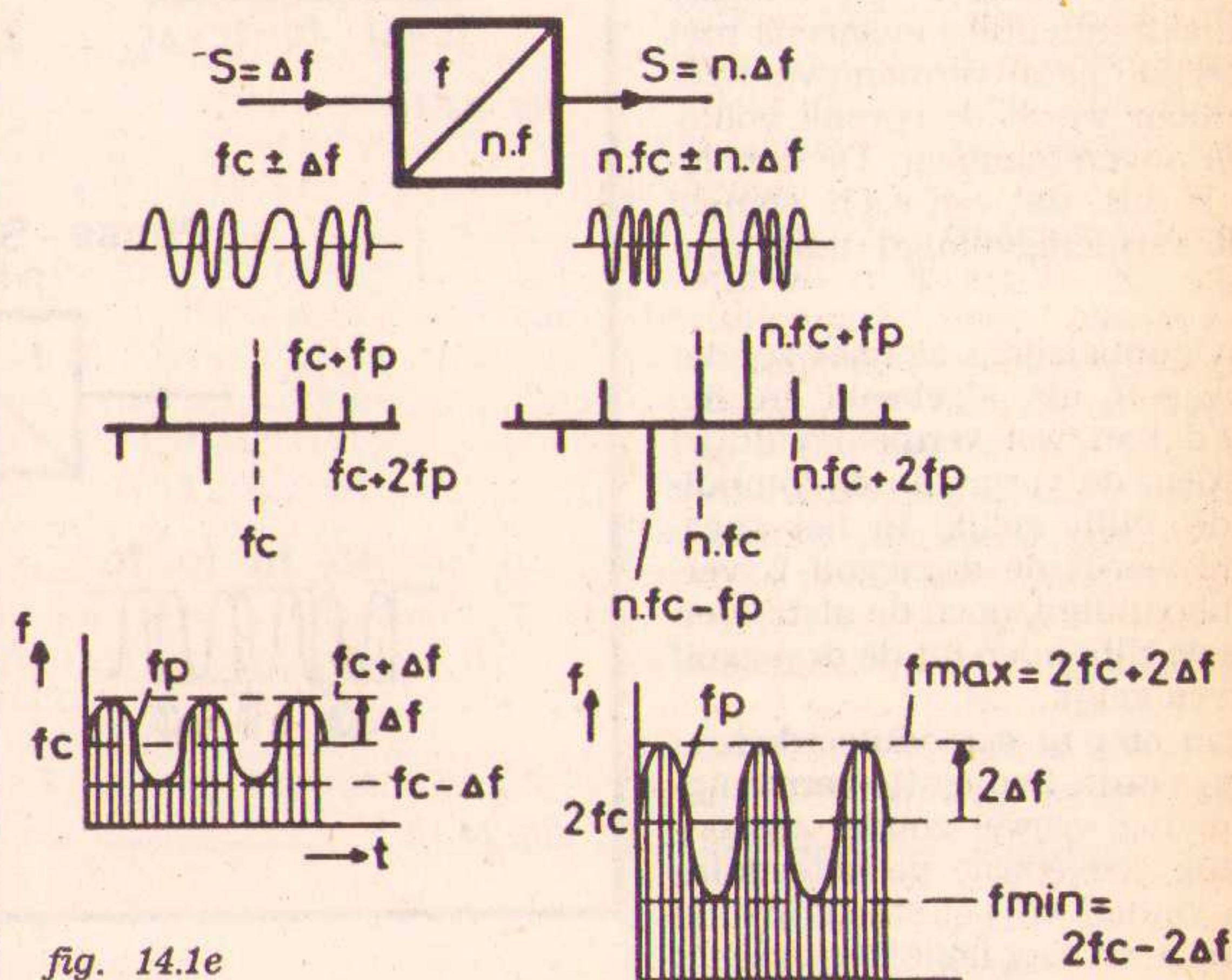
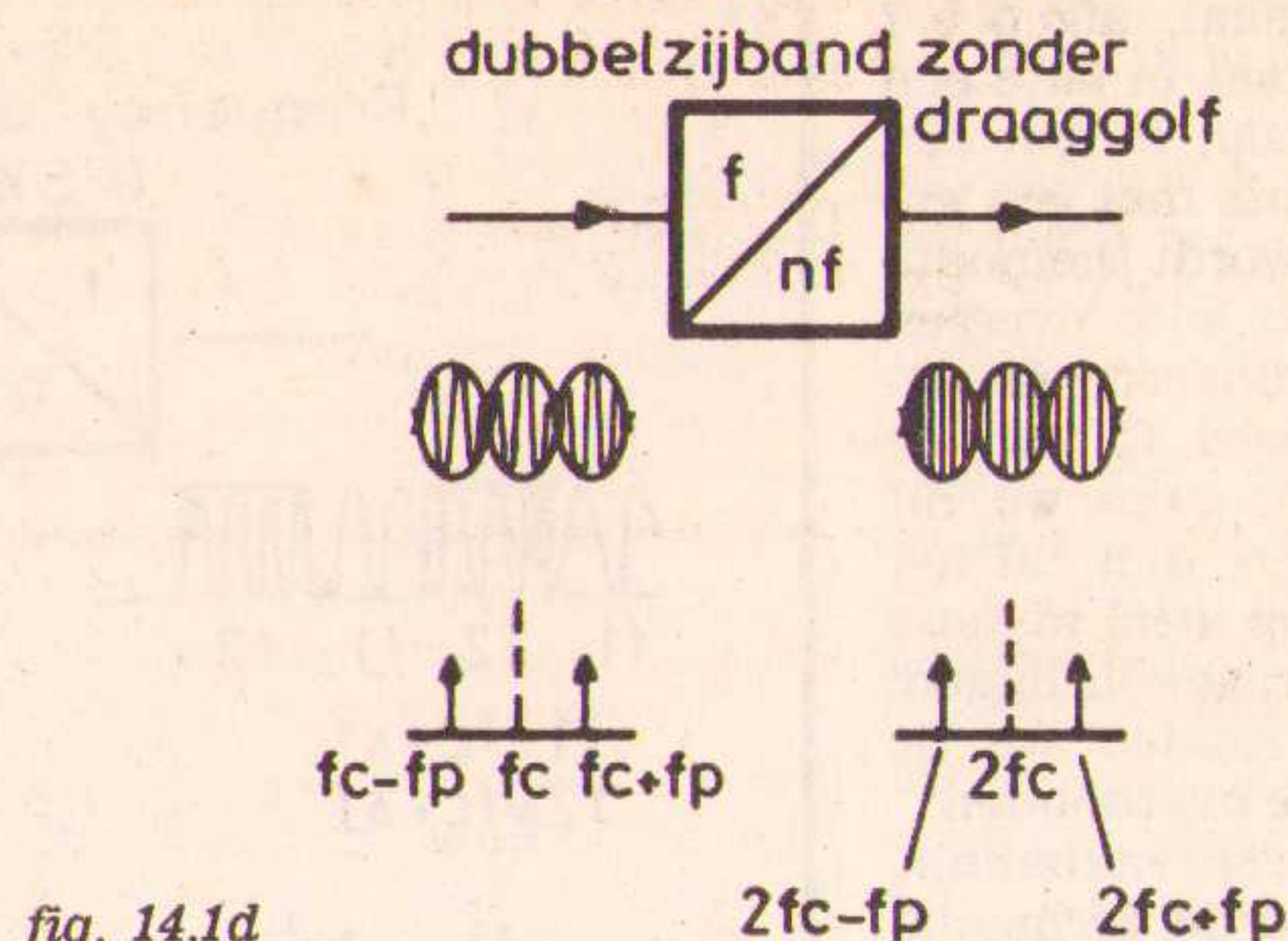
Al met al is het een zeer nuttig proces, dat echter wel bepaalde beperkingen heeft, waarmee we in de praktijk terdege rekening moeten houden.

In de figs. 14.1 (a t/m h) zijn de verschillende gevallen van frequentie-vermenigvuldiging afgebeeld:

Het meest eenvoudig is wel het vermenigvuldigen van een 'ongemoduleerde' draaggolf volgens fig. 14.1.a; de enige eis, die hier gesteld wordt is de afwezigheid van ongewenste harmonischen.

Een a.m. gemoduleerde draaggolf kan vermenigvuldigd worden volgens fig. 14.1; hierbij is de eis, dat het uitgangssignaal lineair (evenredig) is met het ingangssignaal. Bij het verdubbelen wordt uitsluitend de draaggolf verdubbeld; de modulatie blijft ongewijzigd. In het spectrum blijft de afstand tussen de zijbanden en de draaggolf na vermenigvuldiging gelijk.

Overigens is deze methode weinig aantrekkelijk, daar, in verband met de lineariteit, de versterker niet verder dan in klasse-B kan worden ingesteld; het spectrum hiervan gaat vrijwel niet verder dan de 2^e harmonische, die bovendien nog een vrij geringe amplitude bezit (fig. 13.4.5.).



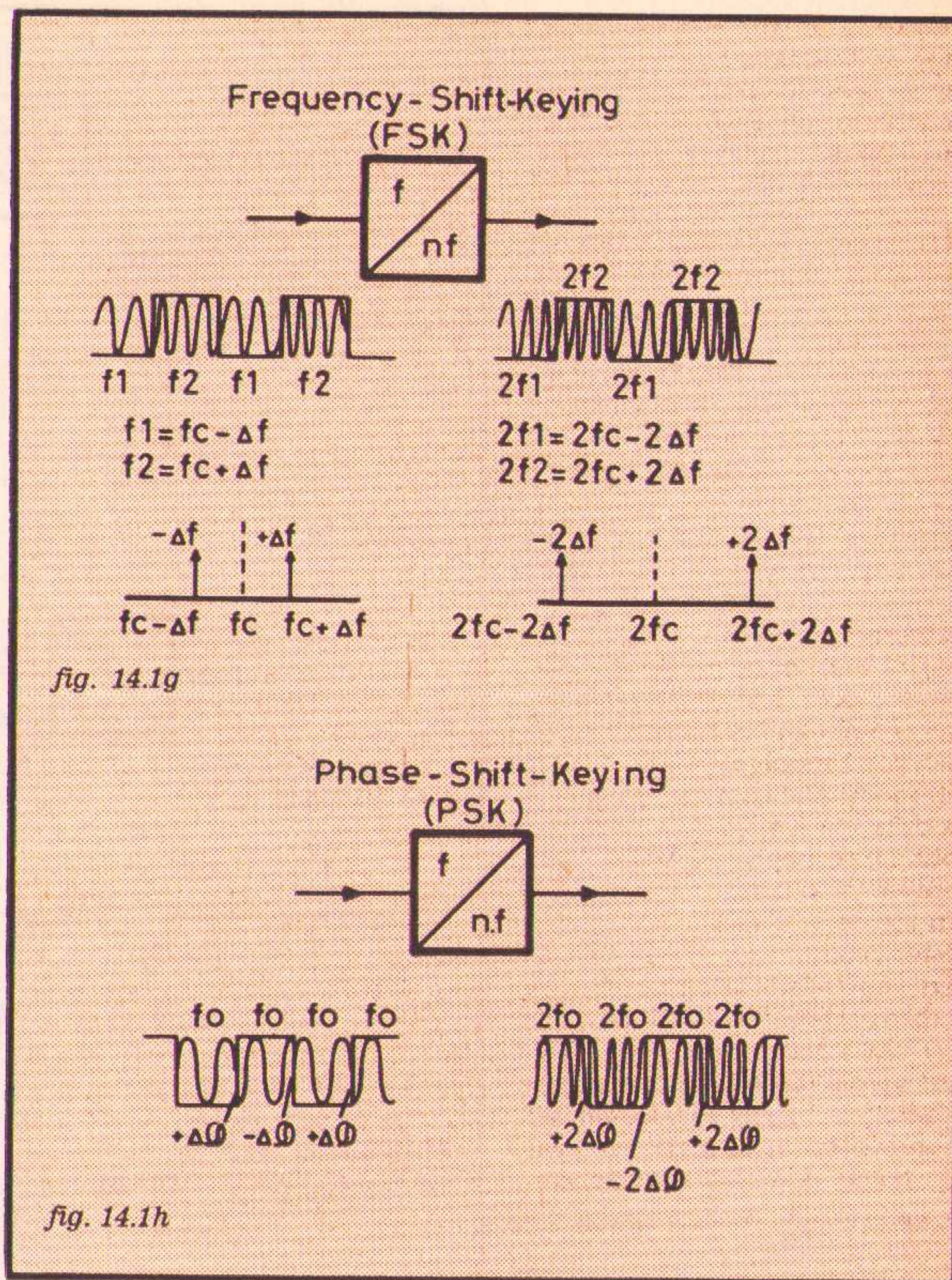
Bij het vermenigvuldigen van een enkel-zijband signaal, afgebeeld in fig. 14.1c, ontstaat in feite een onbruikbaar signaal; indien een s.s.b. signaal slechts met één enkele frequentie wordt gemoduleerd, komt dit in feite overeen met een ongemoduleerde draaggolf op een afstand f_p van de draaggolf gelegen; gaan we dit geheel verdubbelen, dan zal het nieuwe signaal op een afstand van $2f_p$ van de draaggolf liggen; na demodulatie zouden we de dubbele frequentie overhouden! Leggen we een 'spraakbandje' aan de ingang van de vermenigvuldiger, dan wordt het verschil tussen de laagste- en hoogste spraakfrequentie's eveneens met hetzelfde getal vermenigvuldigd; hierdoor wordt de spraak volkomen onverstaaanbaar. De conclusie is dus, dat een s.s.b. signaal niet vermenigvuldigd mag worden.

Een dubbelzijdig signaal zonder draaggolf als afgebeeld in fig. 14.1d kan wel vermenigvuldigd worden; de vorm van de 'omhullende' blijft gelijk. In het spectrum wordt de draaggolf f_c vermenigvuldigd, doch de afstanden van de zijbanden tot de draaggolf blijven gelijk.

In f.m. en p.m. gemoduleerde zenders wordt frequentie-vermenigvuldiging vrijwel zonder uitzondering toegepast; de uitzendingen vinden vrijwel steeds plaats op hoge en zeer hoge frequentie's (boven 27 MHz), wat vrij hoog is voor een kristal, terwijl tevens een vermenigvuldiging van de frequentie- resp. de fase-zwaai plaats vindt. In figs. 14.1.e en f is een en ander afgebeeld.

Uit de figuren kunnen we concluderen, dat zowel de draaggolf f_c als de frequentie-zwaai S of Δf mee vermenigvuldigd worden; aan de ontvangzijde wordt dit signaal 'omlaag gemengd', waarbij de oorspronkelijke frequentie-zwaai $n \cdot \Delta f$ behouden blijft.

In het frequentie-spectrum van het f.m. signaal blijven ook na de vermenigvuldiging de afstanden van de harmonischen (f_p , $2f_p$, $3f_p$...) bewaard, zodat ook de



oorspronkelijke modulatiefrequentie f_p behouden blijft. Het spectrum zelf wordt 'groter', daar de zwaai ook mee wordt vermenigvuldigd; er komen meer harmonischen bij, zodat ook de noodzakelijke bandbreedte groter wordt.

Eenzelfde verschijnsel doet zich ook voor bij het vermenigvuldigen van een in fase-gemoduleerd signaal, afgebeeld in fig. 14.1.f; de golfvormen en de spectra zijn identiek aan het in frequentie gemoduleerde signaal.

Voor de overdracht van teleprinter-signalen wordt veel gebruik gemaakt van frequentieverschuiving van de draaggolf;

onder invloed van het 'rust' en 'werk'signaal schuift deze over een afstand van $2\Delta f$ heen en weer. Na vermenigvuldiging worden alle frequentie's meevermenigvuldigd, zodat de frequentieverschuiving ook verdubbelt. Eenzelfde redenering geldt ook voor fase-verschuiving (P.S.K., phase shift keying), welke methode voor 'professionele' overdracht wordt toegepast.

We moeten ons goed realiseren, dat bij frequentie-vermenigvuldiging steeds een afgestemde kring vereist is, die als 'filter' voor de gewenste harmonische dienst moet doen; deze overdracht kan derhalve nooit 'breedbandig' zijn.

Verder kan bij vermenigvuldiging de 'gedaante' van de omhullende behouden blijven, wat bijvoorbeeld bij deling (nog) niet mogelijk is.

Hoofdstuk 14.2 De 'High-Power' amplitude-gemoduleerde zender.

Onder high-power modulatie verstaan we het moduleren in de eindtrap van de zender; dit in tegenstelling tot 'low-power' (laagvermogen) modulatie, die in een voortrap plaats vindt. Beide methodes hebben hun voor- en nadelen; high-power modulatie vereist een groot modulatievermogen, doch levert daarentegen ook een hoog vermogen af bij een zeer goed rendement; bij low-power modulatie is maar een gering modulatievermogen vereist, doch bij eenzelfde eindtrap is het bereikbare vermogen minder dan één-vierde van dat van de high-power zender. Een zender, die alleen voor normale a.m. geschikt is (bijvoorbeeld een omroepzender) zal vrijwel steeds 'high-power' gemoduleerd zijn; een 'universele' communicatie-zender daarentegen (a.m., s.s.b., etc.) zal als regel 'low-power' gemodu-

leerd zijn. Behalve, dat de l.p. gemoduleerde zender een veel lager vermogen afgeeft is er ook nog het probleem van de 'lineaire-versterker', die het gemoduleerde signaal moet versterken tot het gewenste vermogen; hiervan moet het uitgangssignaal nauwkeurig evenredig zijn met het ingangssignaal, zodat we niet verder kunnen gaan dan een 'klasse-B' instelling (zie fig. 13.3.3) met een matig rendement.

In fig. 14.2.1 is het blokschema van een a.m. gemoduleerde zender weergegeven, in fig. 14.2.2 een schematische voorstelling van de modulatie-trap.

Het hart van iedere zender is de oscillator, die de frequentie (of een deel daarvan) van de uitzending levert. Daar de stabiliteitseisen door het gebrek aan ruimte in de aether steeds hoger worden, zal de oscillator als regel kristalgestuurd zijn; een bezwaar hiervan is, dat deze frequentie (nagenoeg) vast ligt, zodat voor andere frequenties - die niet harmonisch gelegen zijn - weer andere kristallen vereist zijn. In geval van nood kunnen we het kristal nog enkele tientallen Hz verstemmen, doch erg fraai is deze methode niet.

Achter de kristaltrap volgt de 'buffer', die tot taak heeft, 'terugwerking' van de zendertrap op

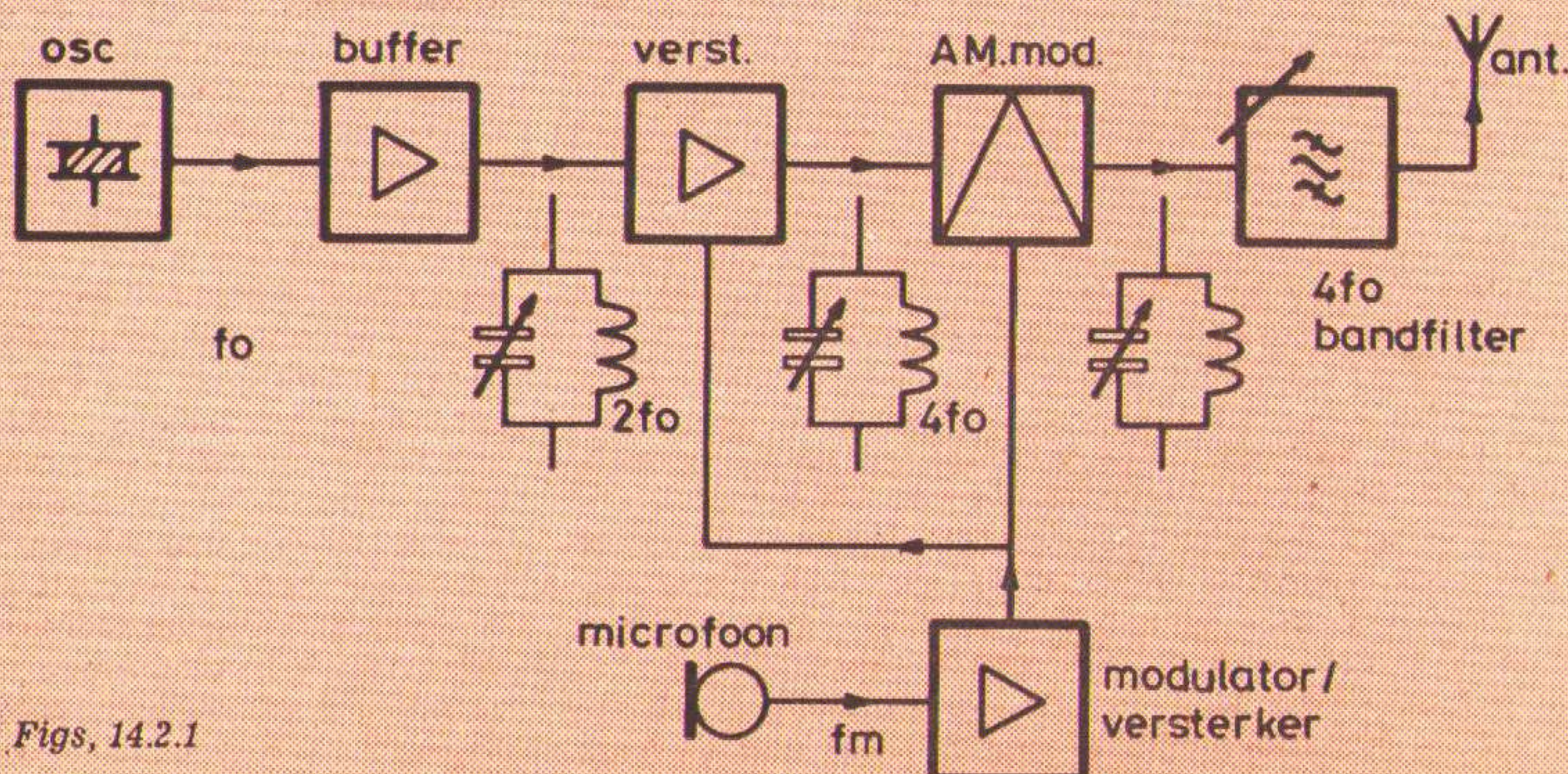
het kristal te voorkomen ('isolatie-trap'), terwijl tevens de draaggolf versterkt en zo nodig vermenigvuldigd kan worden. Hierachter volgt weer een signaalversterker - waarin zonodig weer vermenigvuldigd kan worden - waarna ten slotte de eindtrap volgt, waarin wordt gemoduleerd. Achter de eindtrap volgt een bandfilter, waarin de ongewenste harmonischen worden uitgezeefd en de antenne-impedantie naar de 'optimale' aanpassingsweerstand wordt getransformeerd.

Het a.f. modulatie-sigitaal wordt geleverd door de modulator/versterkertrap, waarop de microfoon staat aangesloten; het vermogen, dat deze modulatortrap levert, moet voldoende groot zijn om de eindtrap 100% te moduleren.

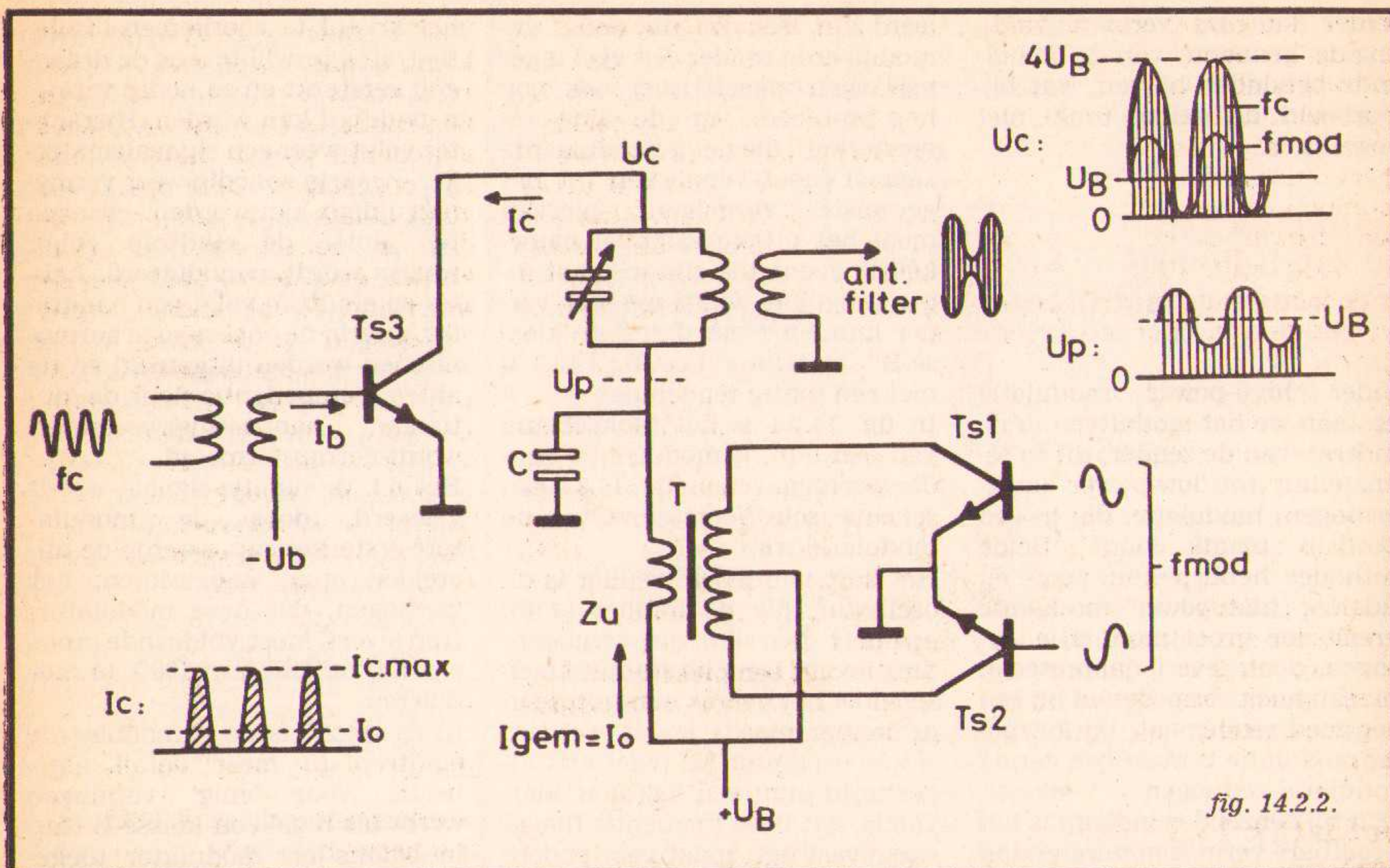
In fig. 14.2.2 is de gemoduleerde eindtrap in meer detail afgebeeld; voor 'enig' vermogen wordt als regel een klasse-B trap in balans als modulator toegepast. De transformator T zorgt voor de juiste 'aanpassing' van de modulator-trap aan de zender; de meest gunstige aanpassing-

weerstand $Z_u = \frac{U_B}{I_o}$, waarbij I_o

de gemiddelde waarde is van de door de eindtrap opgenomen



Figs. 14.2.1



stroom; daar deze trap in klasse-C staat ingesteld zal de 'werkelijke' stroom door TS3 sterk impulsvormig verlopen; de condensator C zorgt ervoor, dat deze pieken niet door de transformator T lopen, doch 'veilig' naar aarde afgeleid worden. Bij een voedingsspanning van 24V en een gemiddelde stroom I_0 van 1A bedraagt Z_u derhalve 24 ohm.

Aan de ingang van de zender moet de spanning U_p als gevolg van de modulatie bij $m = 1$ (100%) variëren tussen 0 en $2 \cdot U_B$ of te wel tot 48V.

De h.f. wisselspanning over de kring bereikt nogmaals het dubbele van deze waarde (zie ook fig. 13.4.2.) zodat maximaal over de transistor $4 \times 24 = 96V$ komt te staan, indien althans de 'uitgangsbelaasting' van de antenne de juiste waarde heeft. Zouden we eens zonder antenne 'afstemmen', dan is de kans groot, dat de collector-emissorspanning aanzienlijk boven deze 96V zou uitkomen, wat wel eens 'dodelijk' voor de transistor zou kunnen zijn. Afregelen geschiedt daarom

het beste bij gereduceerde voedingsspanning en/of aangesloten kunstantenne ('dummy-load').

Het vermogen, dat de modulator moet leveren, kunnen we heel eenvoudig bepalen door te bedenken, dat voor 100% modulatie de amplitude van beide zijbanden de helft is van die van de draaggolf (zie ook fig. 11.5.1.); daar het vermogen 'op en neer' gaat met het kwadraat van de spanning, bezit iedere zijband één-vierde van het vermogen in de draaggolf; samen derhalve de helft. Het 'nuttig' modulatie-vermogen moet derhalve gelijk zijn aan de helft van het 'nuttig' zendvermogen; in totaal wordt dat $1 \frac{1}{2}$ -maal het draaggolfvermogen uitgezonden, zodat we het modulatie-vermogen weer 'nuttig' in het zendvermogen terugvinden.

Daar het rendement van de zender-eindtrap ook geen 100% bedraagt, moeten we meer vermogen toevoeren dan uit bovenstaande redenering zou blijken. Het benodigd vermogen is heel eenvoudig te bepalen door te bedenken, dat de stroom door de

secundaire van T gevarieerd moet worden met 1A (van 0-2A), terwijl de spanningsamplitude over de secundaire gelijk moet zijn aan U_B of te wel 24V; zodoende komen we op:

$$P_{\text{mod}} = \frac{24}{2.1} = 12W.$$

De '2' in de noemer ontstaat weer door het feit, dat zowel de spanningsvariatie als de stroomverandering in maximale waarden zijn uitgedrukt, terwijl wij voor het bepalen van de vermogens de effectieve waarden moeten toepassen. ($U_{\text{max}} = U_{\text{eff}} \cdot \sqrt{2}$).

Daar de eindtrap zelf wordt $24 \times 1 = 24W$ opgenomen; bij 100% modulatie komt hier nog eens 12W bij; met een rendement van 80% zal in totaal aan de antenne-aansluiting $0,8 \times 36 = 28,8W$ worden afgegeven. Ook moeten we er rekening mee houden, dat door het proces van de modulatie de verwarming in de transistor toeneemt; zonder modulatie bedraagt de dissipatie $0,2 \times 24 = 4,8W$, met 100% modulatie $0,2 \times 36 = 7,2W$.

Behalve het gevaar van te hoge spanning bij 'open' uitgang is ook een kortgesloten uitgang bijzonder gevaarlijk; daar de impedantie van de afgestemde kring dan vrijwel nul is, zullen er zeer grote stroompieken door de transistor lopen, terwijl de collectorspanning hoog blijft (U_B). Hierdoor kan de verwarming zo snel toenemen, dat de transistor zonder beveiliging zeer snel overlijdt.

In fig. 14.2.2 wordt de transistor TS3 eenvoudigheidshalve met een constante draaggolfspanning gestuurd; deze sturing moet toereikend zijn, om de eindtransistor ook bij de grootste stroompieken geheel 'vol' te sturen; hierdoor is de sturing in het gebied van de lage collector-spanningen veel te groot; om hieraan tegemoet te komen, wordt ook de voortrap 'meegemoduleerd' (zie ook fig. 14.2.1).

Hoofdstuk 14.3. Hoe komt de amplitude-modulatie tot stand?

In fig. 14.2.2. is het principe van de amplitude-modulatie afgebeeld, de toegevoerde gelijkspanning U_p wordt gevarieerd in het ritme van de a.f. modulatie; hierbij is het noodzakelijk, dat de 'omhullende' van de uitgezonden draaggolf nauwkeurig overeen-

komt met het toegevoerde a.f. signaal. ('lineaire-modulatie'). Dit proces is in de figs. 14.3.1 en fig. 14.3.2 in meer detail afgebeeld:

Eenvoudigheidshalve gaan we uit van een 'zuivere' klasse-B instelling, een voedingsspanning van 24V en een gemiddelde stroom van 1A; het uit de bron opgenomen vermogen bedraagt derhalve:

$$P_1 = U_B \cdot I_0 = 24W.$$

Bij het bepalen van het uit de bron opgenomen vermogen moeten we steeds uitgaan van de gemiddelde waarde van de afgenomen stroom en niet van de effectieve waarde hiervan! (Zoals dat nogal eens abusievelijk geschiedt...)

Hieruit volgt een piekstroom $I_{\max}$ van $\pi \cdot 1 = 3,14A$ en een amplitude van de grondgolf

$$I_1 = \frac{I_{\max}}{2} = 1,57A$$

(zie ook fig. 13.4.5).

Wensen wij de gelijkspanning van 24V volledig uit te sturen (wat in de praktijk niet geheel mogelijk is), dan volgt hieruit een optimale belastingsweerstand R:

$$R_{\text{opt}} = \frac{U_B}{I_{1\max}} = \frac{24}{1,57} = 15,28 \text{ ohm}.$$

De 'werkelijke' weerstand, die de transistor ziet, is niet deze 'stoffe-

lijke' R, maar de helft ervan! Dit komt, omdat alleen energie geleverd wordt tijdens één helft van de periode; in deze ene helft moet alle energie voor de 'hele' periode zijn opgeslagen! Deze opslag nu vindt plaats in de kring zelf; zodra er collector-stroom gaat vloeien, gaat de ene helft naar de weerstand R, de andere wordt 'opgeslagen' in de kring in de vorm van magnetische ($\frac{1}{2}LI^2$) en electro-statische ($\frac{1}{2}CU^2$) energie; deze twee verzorgen nu de energie-toevoer aan R voor de 'stroomloze' periode.

Tijdens de stroomvoerende helft moet derhalve een vermogen toegevoerd worden van:

$$P_u = \frac{2 \cdot U_B^2}{R} = \frac{U_B^2}{\frac{R}{2}}$$

Hieruit volgt, dat de 'echte' weerstand R zich als de helft $\frac{R}{2}$ manifesteert.

In fig. 14.3.2 is het I_c - U_{ce} diagram van een 'denkbeeldige' transistor uitgezet, waarbij de basisstroom als 'derde' (parameter) fungeert. In de rusttoestand bevinden we ons in het punt A, waarbij U_p 24V bedraagt; daar de piekstroom dan 3,14A bedraagt, kunnen we de 'belastingslijn' AE trekken onder een hoek, die overeenkomt met een belasting

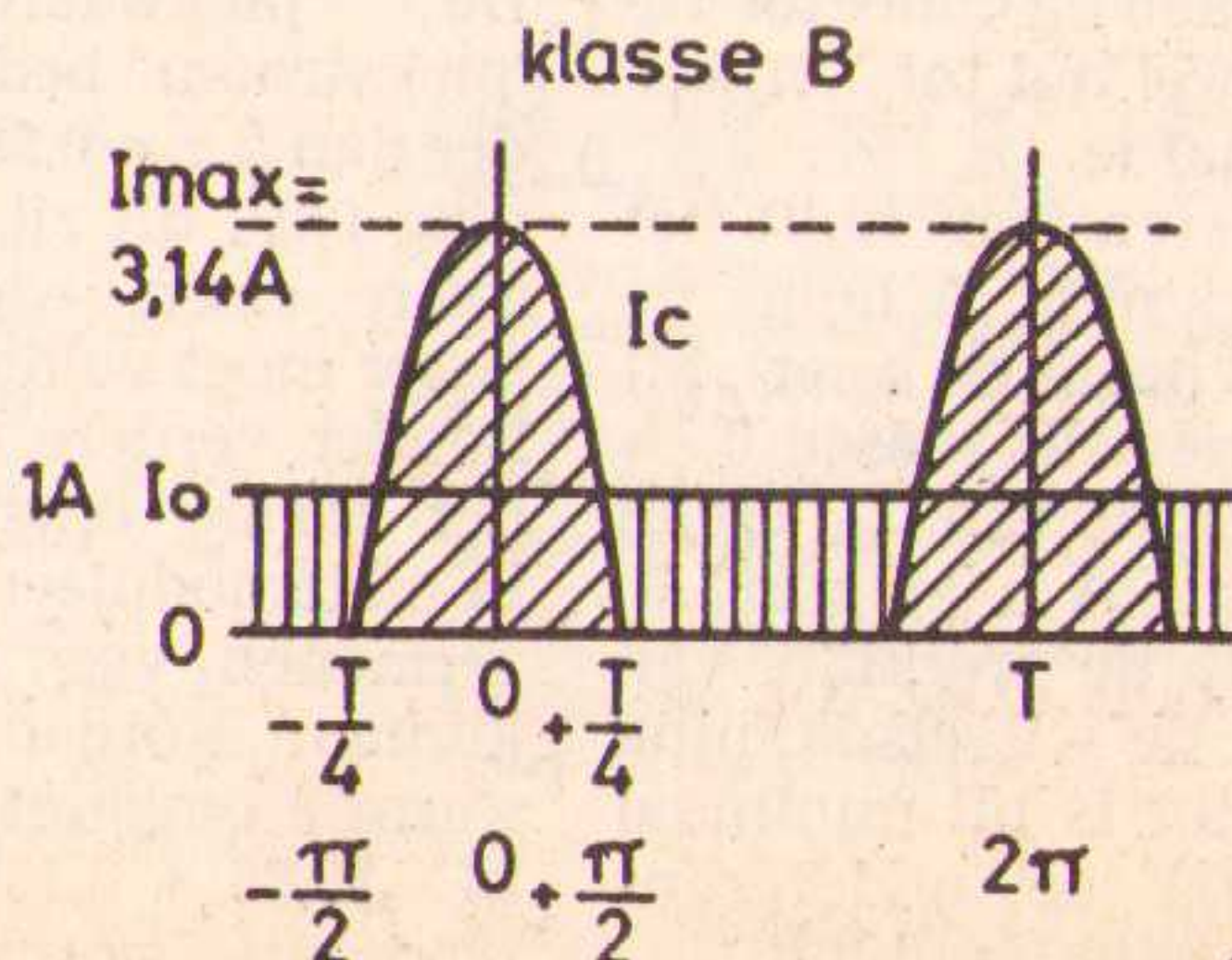
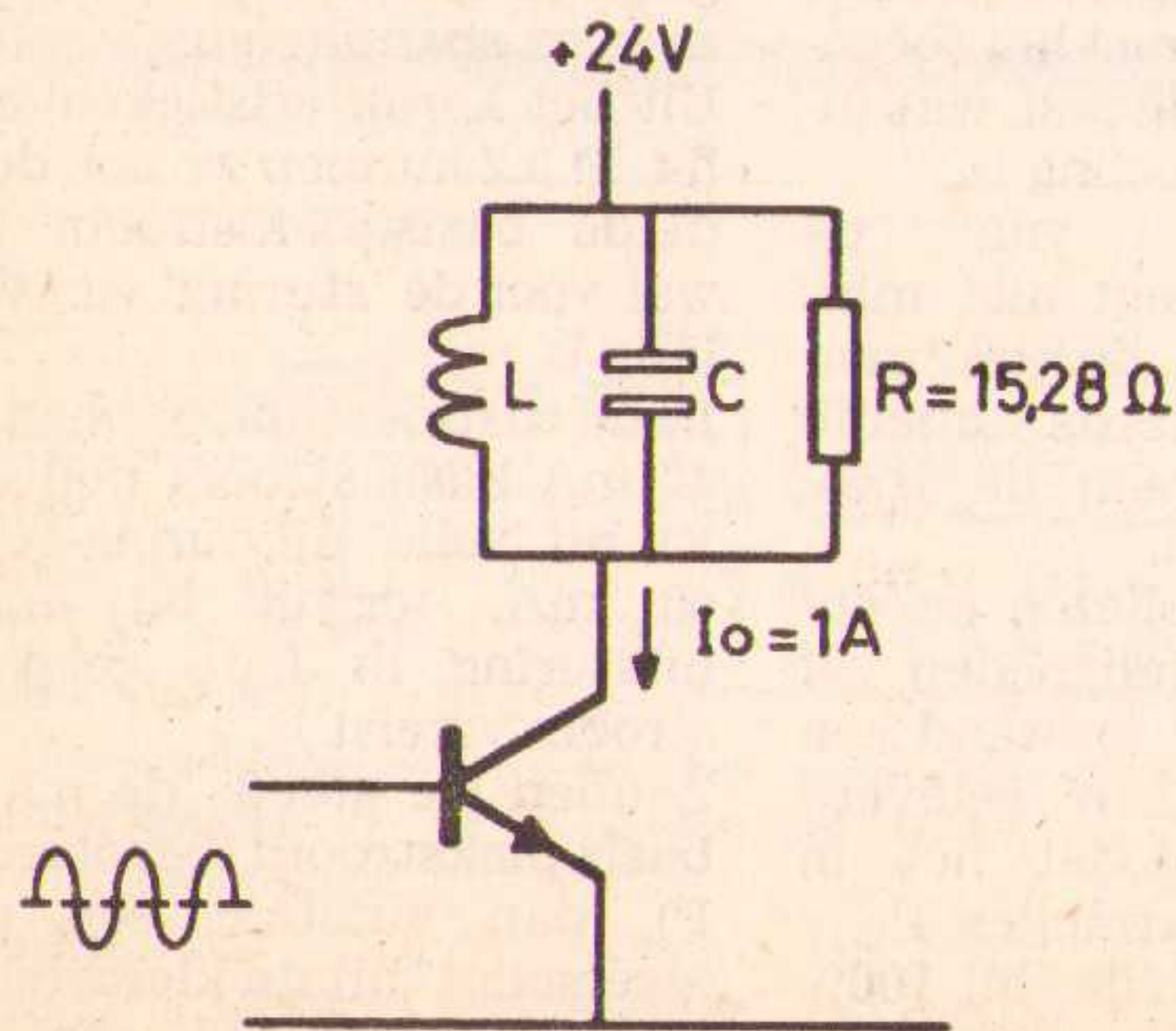


fig. 14.3.1

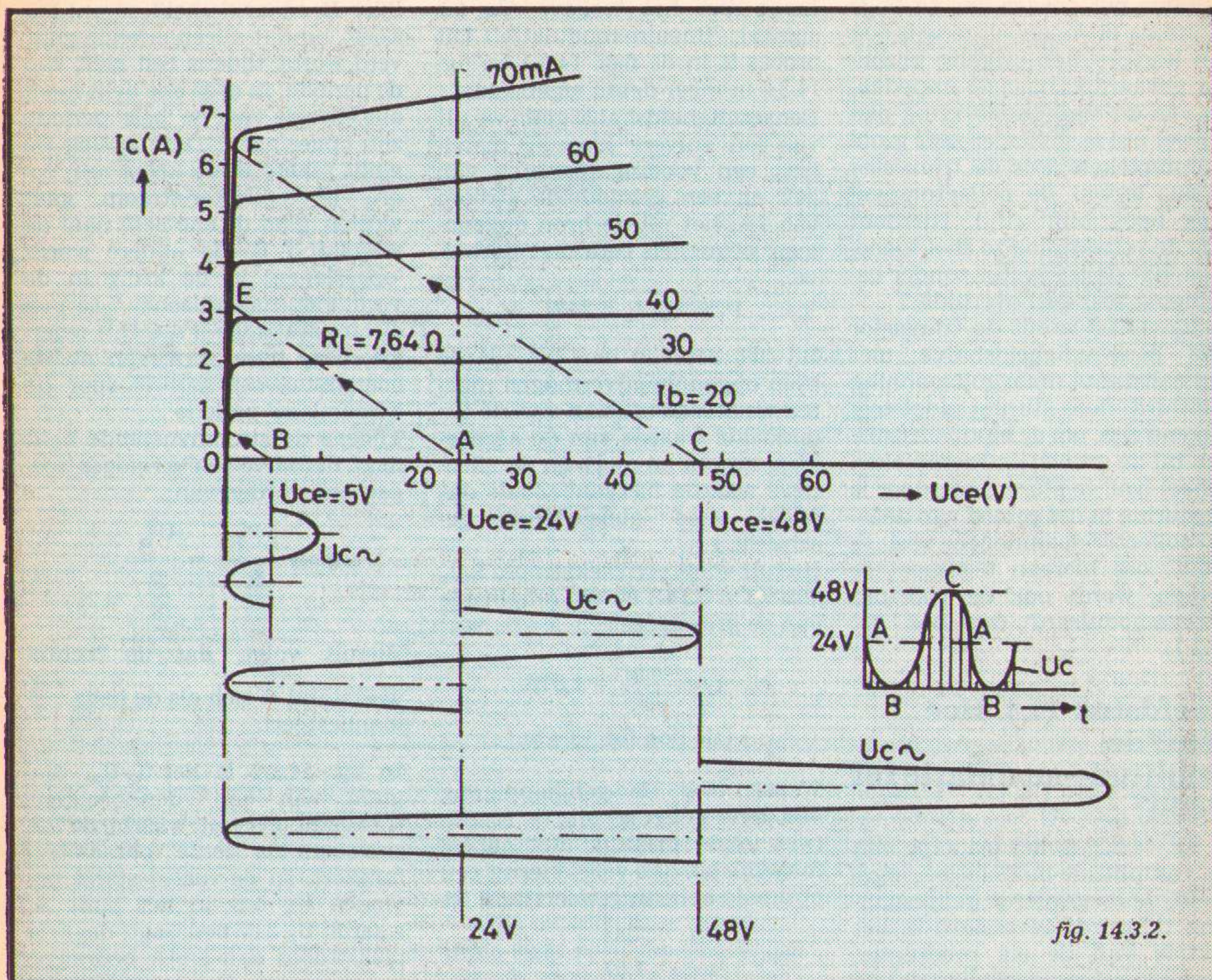


fig. 14.3.2.

van 7,64 ohm. In het karakteristiekenveld kan de collector-emissorspanning niet helemaal tot nul gestuurd worden; de minimale waarde vinden we uit de 'grens-karakteristiek' O-G. De piekspanning aan de collector varieert van vrijwel nul tot 'vrijwel' de dubbele waarde.

Bij het moduleren verschuift het 'instel' of 'werk'punt A langs de horizontale as heen- en weer-, bij 100% modulatie zelfs tussen 0 en de dubbele waarde van U_B ! Gaan we nu van punt A naar punt B, dan verschuift de werklijn van AE naar BD; de wisselspanning aan de collector is nu minimaal geworden, daar de ondergrens nog steeds op (bijna) nul ligt. Gaat de collector-gelijkspanning daarentegen omhoog (punt C),

dan wordt ook de h.f. amplitude vrijwel verdubbeld; hieruit zien we, dat de h.f. amplitude precies evenredig verloopt met het toegevoerde modulatie-sigitaal, wat uiteraard ook de bedoeling is.

De 'piekwaarde' van de 'piekstroom' bedraagt niet minder dan $2 \cdot \pi = 6,28 A$, de piekspanning 96V; dit zijn reeds tamelijk zware eisen, waaraan de transistor moet voldoen.

Zonder verdere verliezen en onder 'ideale' omstandigheden zal in ongemoduleerde toestand een vermogen van 18,85W geleverd kunnen worden, zodat het in warmte omgezet vermogen $P_d = 24 - 18,85 = 5,15W$ zijn; bij 100% modulatie wordt dit resp. $P_u = 28,275W$ en $P_d = 7,725W$. Hieruit blijkt wel, dat bij 'zend' transisto-

ren niet zo zeer de warmte-ontwikkeling in de transistor maatgevend is, doch wel de piekstromen en spanningen.

Uit het karakteristiekenveld van fig. 14.3.2 kunnen we ook de benodigde basis(piek)stroom aflezen wat voor de 'sturing' van veel belang is.

In de rusttoestand hebben we ca. 42 mA basis-stroom nodig (punt E); bij 'volle' uitsturing is dit ca. 68 mA, terwijl bij minimale uitsturing in feite geen basis-stroom vereist is.

Zouden we steeds de maximale basis-piekstroom toevoeren (punt F), dan ontstaat een groot 'overschot' bij de kleinere uitsturing; er wordt een 'ongewenste' h.f. energie in de transistor geleverd die ook gaat meespelen aan

de uitgang, waardoor de modulatie niet tot 'nul' kan worden teruggebracht, terwijl onnodige warmte-ontwikkeling in de basisemissor overgang ontstaat.

Ten einde dit te verbeteren, wordt de voortrap ook 'mee-gemoduleerd'; de toegevoerde basisstroom wordt nu 'aangepast' aan de gevraagde stroom, waar-

door een betere lineaire modulatie ontstaat en 100% modulatie-diepte mogelijk is.

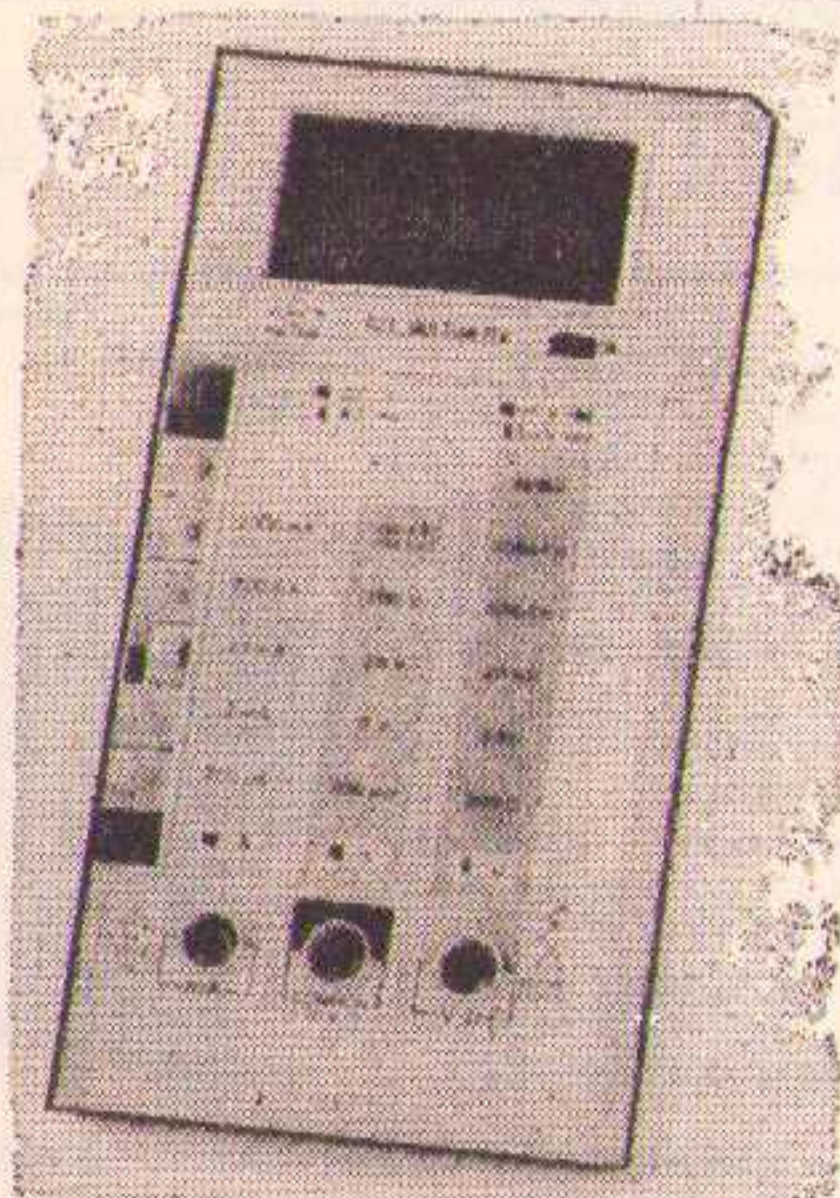
Maken we het toegevoerd modulatie-sigitaal te sterk, dan zou de collector-basisspanning negatief worden; hierbij wordt geen draaggolf meer uitgezonden, zodat het antenne-sigitaal 'opbreekt'; dit noemt men 'overmo-

dulatie', een toestand, die zoveel mogelijk moet worden vermeden. Niet alleen, dat hierdoor de modulatie vervormd wordt, ook ontstaan er ongewenste harmonischen ('spetters') die storing in andere uitzendingen kunnen veroorzaken. In bijna alle gevallen moet er een 'spraakbegrenzer' (limiter) toegepast worden om dit te voorkomen.

Electronicahuis

Radio Nijhuis

B.V.



L.C.D digitale multimeter, 3 1/2-cijferig scherm, met auto - polariteit en ingebouwde overload bescherming.

f 174,50

Meetbereiken:

- ★ Spanning DC..... 200 mV, 2-20-200-1000 V
- ★ Spanning AC..... 200 mV, 2-20-200-750 V
- ★ Gelijkstroom..... 200 µA, 2-20-200 mA, 2A
- ★ Wisselstroom..... 200 µA, 2-20-200 mA, 2A
- ★ Weerstand..... 200, 2K, 20K, 200K, 2M, 20 M ohm
- ★ Nauwkeurigheid..... 0,6% DCV

kristal 1,000 MHz
kristal 4,000 MHz
5 BD 239
10 BF 173
10 BF 254
10 BF 494
4 2N 3866
2N 4444 Thy. 800V 8A
25 Led 5 mm rood
25 Led 5 mm groen

f 16,00
f 5,00
f 6,50
f 10,00
f 3,00
f 4,00
f 10,00
f 6,00
f 7,50
f 7,50

ENSCHDE, De Heurne 30-32 - Tel. 053-315169

FILIALEN: Hengelo, Telgen 11.

Almelo, Marktstraat 12

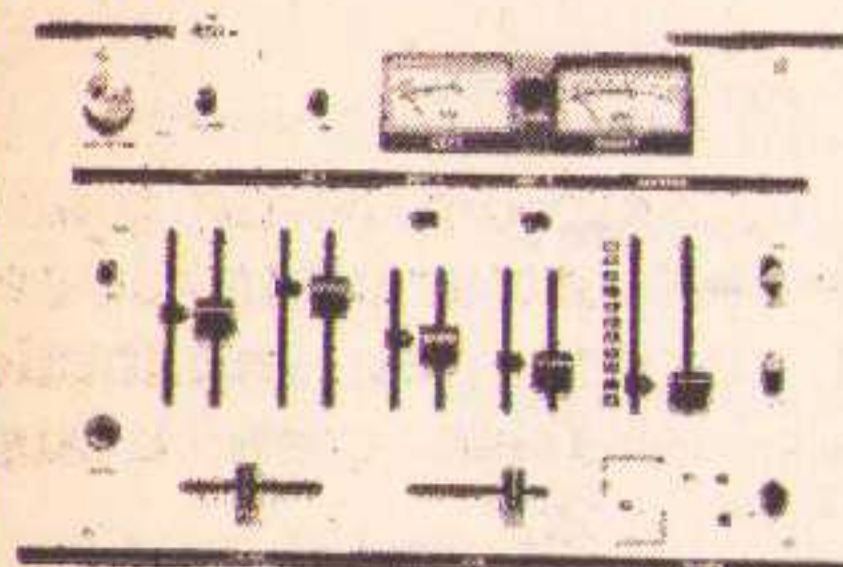
Zwolle, Oude vismarkt 29

Alle prijzen zijn incl. BTW echter zonder verzendkosten, rembours + f 8,-

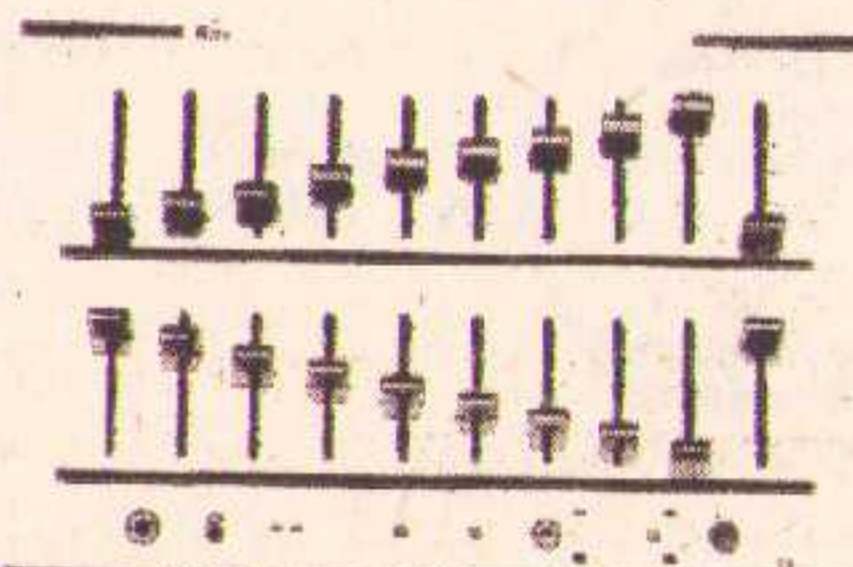
bij vooruitbetaling op giro 821971 + f 5,-

Advertentie prijzen zijn alleen voor deze maand geldig, zo lang de voorraad strekt.

Liese



audio-mixer DM 1300



equalizer EQ 2300

aarec® de Triomphe in electronica

Deze professionele set bestaande uit de LIESE audio-mixer en equalizer voorzien van een zwarten houten sokkel, een AAREC electret-condensator richtmicrofoon, een 30 cm zwanenhals (bevestigingspunt op de DM 1300 aanwezig) met microfoonknijper, en een lichtgewicht hoofdtelefoon nu EXTRA VOORDE- LIG bij uw vakhandelaar verkrijgbaar.

Voor dealer-informatie en folder; telefoon 03420-17104 of 15754.



aarec® audio benelux

Postbus 169 3770 AD Barneveld

telefoon: 03420-15754/17104 telex: 18118

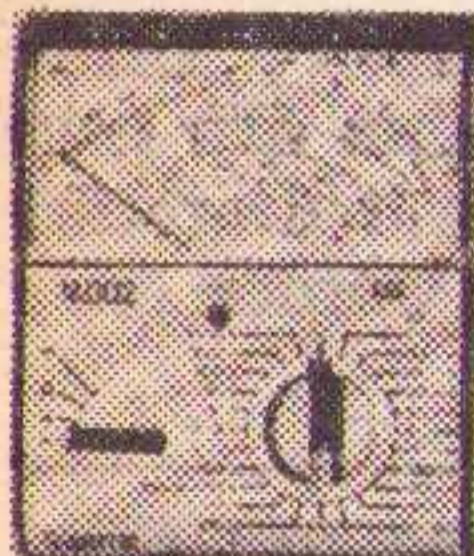
kantoor, magazijn en produktie: Harselaarseweg 59 te Barneveld

Onze produktie-afdeling kan nog enige orders accepteren voor de assemblage en fabricage van elektronische produkten en -halffabriken. Ook industrieel.



RADIO-ELECTRONICA

Vinkenburgstr. 6 UTRECHT
TELF. 030-319636 TELEX 40867



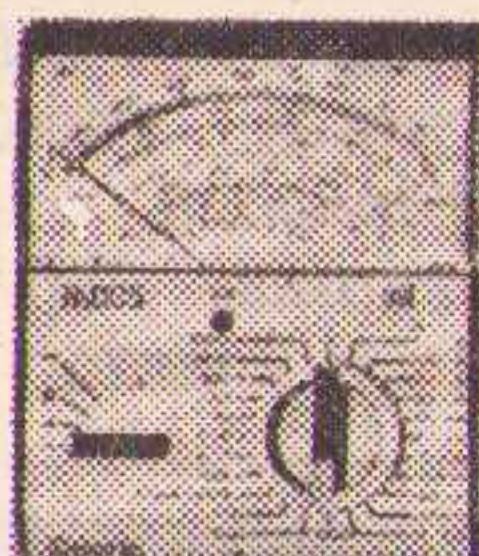
M002

54 bereiken 20 K Ω /V
AC en DC.

Nauwkeurigheid
1.5% DC en 2% AC
en OHM.

V DC:	0,1	1000V	V AC:	10	1000V
A DC:	50 μ A	10A	A AC:	3mA	10A
OHM:	0,5 Ω	50M Ω	C:	0,1 μ F	0,2 F
dB:	-10	+61	VBF:	10	1000V

M002 van 177.- voor **125.-**



M005

54 bereiken 50 K Ω /V
AC en DC.

Nauwkeurigheid 2%
DC en 1.5% AC en
OHM.

V DC:	0,15	1000V	V AC:	10	1000V
A DC:	20 μ A	3A	A AC:	3mA	3A
OHM:	0,5 Ω	100M Ω	C:	0,1 μ F	0,2F
dB:	-10	+61	VBF:	10	1000V

M005 van 222.- voor **135.-**

Electro
RST

53 bereiken 20 K Ω /V
AC en DC.

Nauwkeurigheid
1.5% DC en 2% AC
en OHM.

V DC:	0,1	1000V	V AC:	10	1000V
A DC:	50 μ A	3A	A AC:	3mA	30A
OHM:	0,5 Ω	100M Ω	C:	1 μ F	0,2 F
dB:	-10	+61	VBF:	10	1000V

Het bepalen van fasevolgorde bij draaistroom (RST)
Neon voor circuit en isolatietest.

RST van 220.- voor **140.-**

DIGITALE
MULTIMETER HC 601

Rectificatie **199.-**

Bijzondere kwaliteit voor een lage prijs. Dat is het belangrijkste kenmerk van deze meter. Gedimensioneerd in het handzame bekende model, 13 mm hoog, 3 1/2 digit display, automatische polariteitsaanduiding, automatische nulpuntcorrectie en beveiligd op alle meetbereiken.

Verkorte technische gegevens:

DCV: 0-200 mV - 2-20-200-1000 Volt
resolutie 0.1 mV in het 200 mV bereik
DCA: 0.200 μ A - 2-20-200-2000 mA
ACV: 0-200 mV - 2-20-200-750 Volt
resolutie 0.1 mV in het 200 mV bereik
ACA: 0-200 μ A - 2-20-200-2000 mA
R 0-200 - 2-20-200 k 2-20 M
Reactietijd gelijkspanning minder dan
1 seconde. Voor wisselspanning
geijkt voor effectieve sinus spanning.
Nu compleet met batterij, set
meetsnoeren en Nederlandse hand-
leiding.



2x81
16K RAM set
Printer

595.-
295.-
395.-

PIEZO-TWEETERS

kunnen zonder schel-
dingsfilter aan elke
luidspreker worden gekop-
peld. Belastingen tot 312
Watt sinus. Uiterst robuust
en praktisch onverwoest-
baar.

Freq.bereik: 4-30 kHz
Geluidsdruk: 106 dB
Afmetingen: 85x85 mm
Inbouw en opbouw lever-
baar **22.50**

PH5.9 belasting 150 W si-
nus, freq.bereik 4-30kHz.
Geluidsdruk 102 dB

MOTOROLA
PH 8

bij u drie kruisjes of rondjes
op een rijtje moet zien te
krijgen.

8K

WRAP TRAP

Probeer de slangekop van VIC20
te strikken in uw steeds
groter wordende slang.

5K

ROTATE

Sorteer de willekeurig in het
scherm staande letters door
telkens 4 stuks een kwart slag
rond te draaien.

8K

pakket A
35.00

B) STARTREK

Een avontuur in de ruimte. Aan
u de opdracht de aarde te ver-
dedigen tegen indringers door
ze te torpederen.

8K

LUNAR LANDER

Hoe zou het zijn om met een
maanlander op de maan te lan-
den? Met deze vluchtnabootser
komt u dat te weten!

5K

TARGET PONG

Probeer een bewegend doel te
raken door het balletje er heen
te kaatsen met muurtjes in het
speelveld.

8K

pakket B
35.00

C) OTHELLO

Tracht de schijfjes van uw te-
genspeler, de VIC20, te winnen
door ze tussen uw schijfjes in
te sluiten.

8K

PERSOONLIJKHEIDSTEST

Hoe is uw karakter? Of dat van
vrienden of kennissen? De VIC20
vertelt het u mits u maar eer-
lijk antwoordt.

13K

ALARM

De VIC20 als digitaal klok met
dag en datum en alarm met uw
eigen melding in beeld als het
alarm af gaat.

8K

pakket C
35.00

D) RHINO

Baan u een weg door de jungle
naar het dorp, maar pas op
voor
de verborgen rhino's die plot-
seling opdoemen.

8K

ESP TEST

Kunt u toekomst voorspellen?
Wie van uw vrienden of kennis-
sen is helderziende? VIC20
stelt het vast.

5K

GALGJE

Laat u niet ophangen door VIC20,
maar tracht het woord te raden
voor het te laat is!

5K

pakket D
35.00

VIC-20	1199.00
VIC-1530 cassette recorder	229.00
VIC-1515 printer	1299.00
VIC-1540 singeltloppydisk 170K	1995.00
VIC-1210 3K RAM	149.00
VIC-1110 8K RAM	219.00
VIC-1111 16K RAM	349.00
VIC-1212 programmers-aid	139.00
VIC-1311 Joystick	39.00
VIC-1312 Paddle	69.00
VIC-1213 Machinetaal Monitor	139.00
VIC-1211a Superexpander + 3K RAM	199.00
VIC-ROM-spelletjes	
VIC-1903 Road runner	89.00
VIC-1904 Super slot	89.00
VIC-1905 Packman	89.00
VIC-1907 Super lander	89.00
VIC-1909 Night drive	89.00
VIC cassetteprogramma's	
VIC-1600 Dealer demo	35.00
VIC-1610 Demonstratie	35.00
VIC-1620 Kleur/Geluid	35.00
VIC-1630 Spelletjes 1	35.00
VIC-1640 Adressen	35.00
VIC lege cassettes per par	9.00
VIC lijstpapier 500 vel	35.00
VIC gebruiksaanwijzing	25.00
VIC gebruikersclub, per jaar	50.00
VIC diskettes 10 stuks	159.00

VIC-CASSETTEPROGRAMMA'S

A) BOTER KAAS EN EIEREN
Het klassieke spelletje waar-

LEVERINGSVOORWAARDEN:

onder rembours + 8,50 bij vooruitbetaling per bank N.M.B. 68-71-15624 of per giro 370274 + 5,00 verzendkosten.

Lezerspost
Elektronica ABC
Postbus 10
1400 AA Bussum



Antennes

De heer Gonggrijp uit Hoorn wil een boekje over dit onderwerp. De Muiderkring brengt het boekje: *Antenne-installaties* uit, waarin wellicht de nodige informatie voor u aanwezig is.



Afluisterapparaat

De heer Gerits wil het schema van een draadloos afluisterapparaat

Wij weten niet wat de heer Gerits precies bedoelt. Er bestaan telefoon-meeluisterapparaatjes, die je naast de telefoon kunt zetten. Ook kennen we uit de film de richtmicrofoon waarmee men gesprekken op afstand kan afluisteren. Dat is echter in het gewone leven door de wet verboden. Wel worden deze apparaten door natuurliefhebbers gebruikt om vogelgeluiden op te nemen.



Doka-timer

De heer Voskuilen uit Vlaardingen heeft een timer-schema uit 1974 en vraagt of er geen modernere schema's zijn.

Het oude principe van een timer is het opladen van een condensator via een hoog-ohmige weerstand. Daarmee is het moeilijk lange tijden te verwezenlijken, terwijl de nauwkeurigheid niet groot is. Tegenwoordig gaan we van een oscillator uit, die makkelijk stabiel te bouwen is en maken daaruit de tijden door deling. In de nummers 81/6, 80/12 en 80/10 van Elektronica ABC staan daarvan de nodige voorbeelden.



Televisiegeluid

De heer Levie uit Den Haag klaagt er over dat het geluid van zijn televisie zo weinig overeenkomt met de werkelijkheid van een orkest.

Dat mag u ook niet van een televisietoestel verwachten, meneer Levie. In het televisie-toestel zit maar een heel klein luidsprekertje, terwijl de kast beslist niet geschikt is voor de weergave van alle tonen. Het is wel mogelijk om, zoals in de lezerspost van

Elektronica ABC 80/4 beschreven is, een aansluiting op het televisietoestel te maken die het geluidssignaal naar een goede versterker met boxen voert. Toch zal het beste geluid altijd van speciaal opgenomen platen komen, die op een goede eigen installatie worden afgespeeld. Daarbij spelen de boxen en de geluidsakoestiek van de kamer een grote rol. Wie nog meer perfectie wil moet naar de schouwburg toe gaan en een goede plaats reserveren.

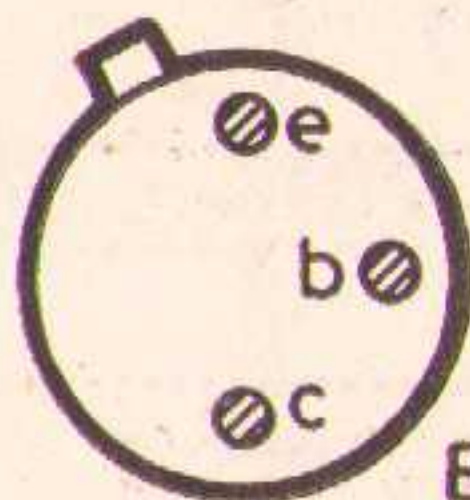


MG/LG radio uit ABC 79/11

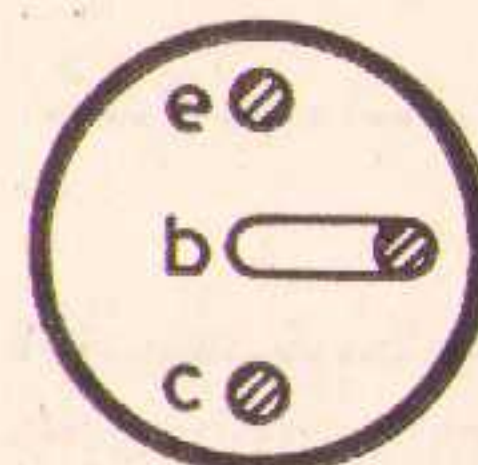
De heer Hemeltjen uit Wierden

wil de aansluitingen van de transistoren weten en de eventuele equivalenten.

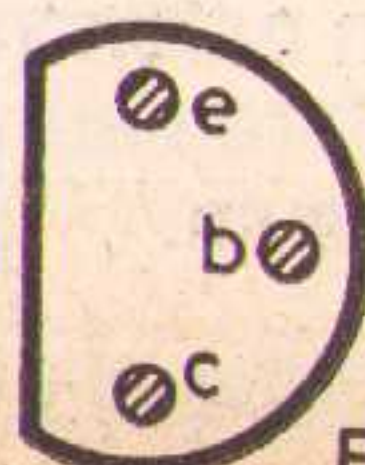
Voor alle transistoren kunnen de BC 107 of de BC 548 worden toegepast. De aansluitingen zijn als volgt:



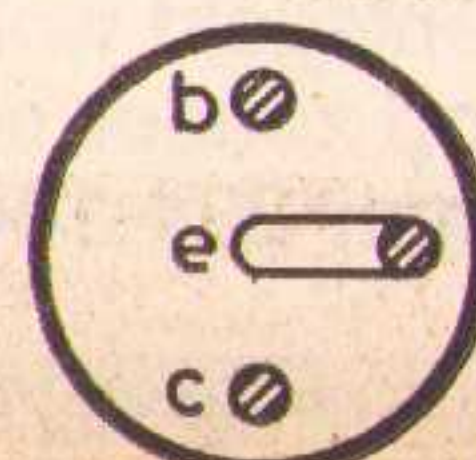
BC 107



BS 9011
BS 9014



BC 548



BS 9013



Tel. 03410-12991

Postgiro 80 60 41

joop smink

Smeepoortstraat 23 - HARDERWIJK

BC549B NPN	100 st.	17,50		
BC556B PNP	100 st.	22,50		
MKH 22NF 630 V	10 st.	3,50	100 stuks	30,--
MKM 330NF100 V	10 st.	3,--	100 stuks	25,--
1N4148	100 stuks	5,--		
	1000 stuks	40,--		
MM5318 klok I.C.	7,50			
	10 stuks	60,--		
6.3 mm stereo chassis-deel met schak.				
	10 stuks	5,--		
	100 stuks	45,--		
5-polig DIN-chassis				
180° P.V.C.				
	10 st.	3,--		
	100 st.	27,50		
LENCO 6v= motor				
2000 t/min.	2,--			
	10 st.	17,50		
FOLIETRIMMERS 10-40pf	10 st.	7,50		
(grijs)	100 st.	60,--		
Koelplaat 75x60mm zwart	1xT0-3	1,50		
	10 st.	12,50		
MICRO-TEMP Thermische diode.				
10 st. per waarde	20,--		100 mixed	150,--
100°C.				
128°C.				
141°C.				
152°C.				
171°C.				
184°C.				
216°C.				
240°C.				
PHILIPS "GELOSO"pluggen				
	Male	7,50		
	Female	7,50		
TIN				
ZUIGBAND	Spirig	3,--		
	10 st.	27,50		
AD162 (autoradioeindtransistor)				
	10 st.	14,--		
220Vac Motor 8000 t/min	10,--			

LENGO 6v= motor
2000 t/min. 2,--
10 st. 17,50

PHILIPS "GELOSO"pluggen

Male 7,50

Female 7,50

TIN
ZUIGBAND

Spirig 3,--

10 st. 27,50

AD162 (autoradioeindtransistor)

10 st. 14,--

220Vac Motor 8000 t/min 10,--

ideaal voor gebruik
als printboormachine

MAANDAGMORGEN EN WOENSDAGMIDDAG GESLOTEN
POSTORDERS: REMBOURS+7.85 OF NA VOORUITBETALING + 5.--

DOE UZELF NIET TE KORT!

Los nummer:

1 Elektr. ABC: f 3,25

Als abonnement:

1 Elektr. ABC: f 2,82

(incl. dubbelnummer 7/8)

Ik wacht niet langer. Noteer mij met ingang van de
maand..... 1982 als nieuwe abonnee op Elektr. ABC.

Prijs f 19,75
Ing. mei 1982.

Naam:

Adres:

Postcode:.....Woonplaats.....

Het abonnementsgeld wordt voldaan na ontvangst van de acceptgirokaart.
In open envelop zonder postzegel sturen aan: De Muiderkring BV
Antwoordnummer 224-1400 VB Bussum.



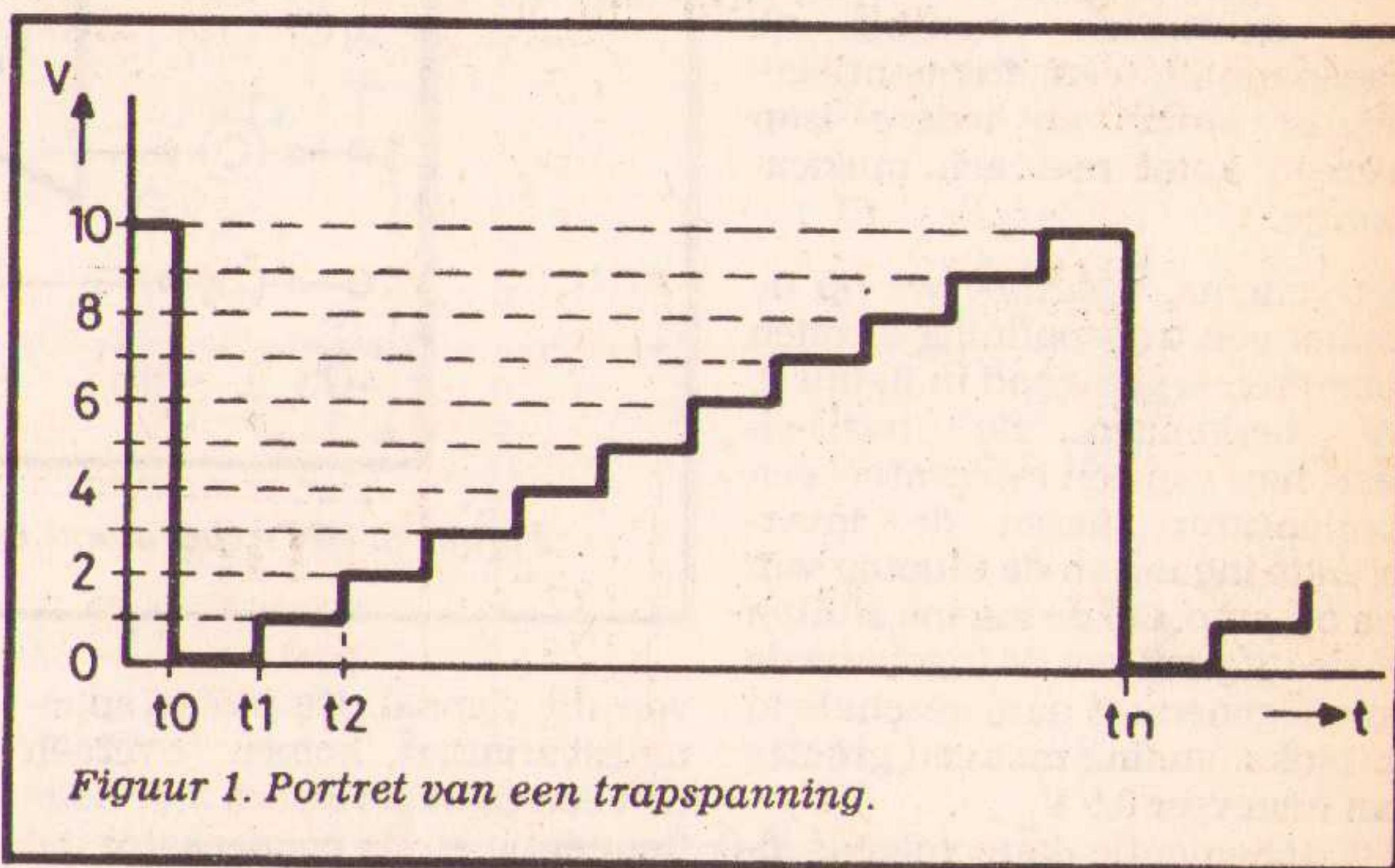
Experimenten met de analoge trainer - 10

Jos Verstraten

De trapspanningsgenerator

Hoewel we experiment 9 besloten met de belofte in dit proefje de werking van de functie-generator te bespreken, lassen we drie extra experimentjes in. Eentje, dit, beschrijft een niet zo bekende toepassing van de integrator. De volgende twee bereiden ons voor op de werking van de functie-generator.

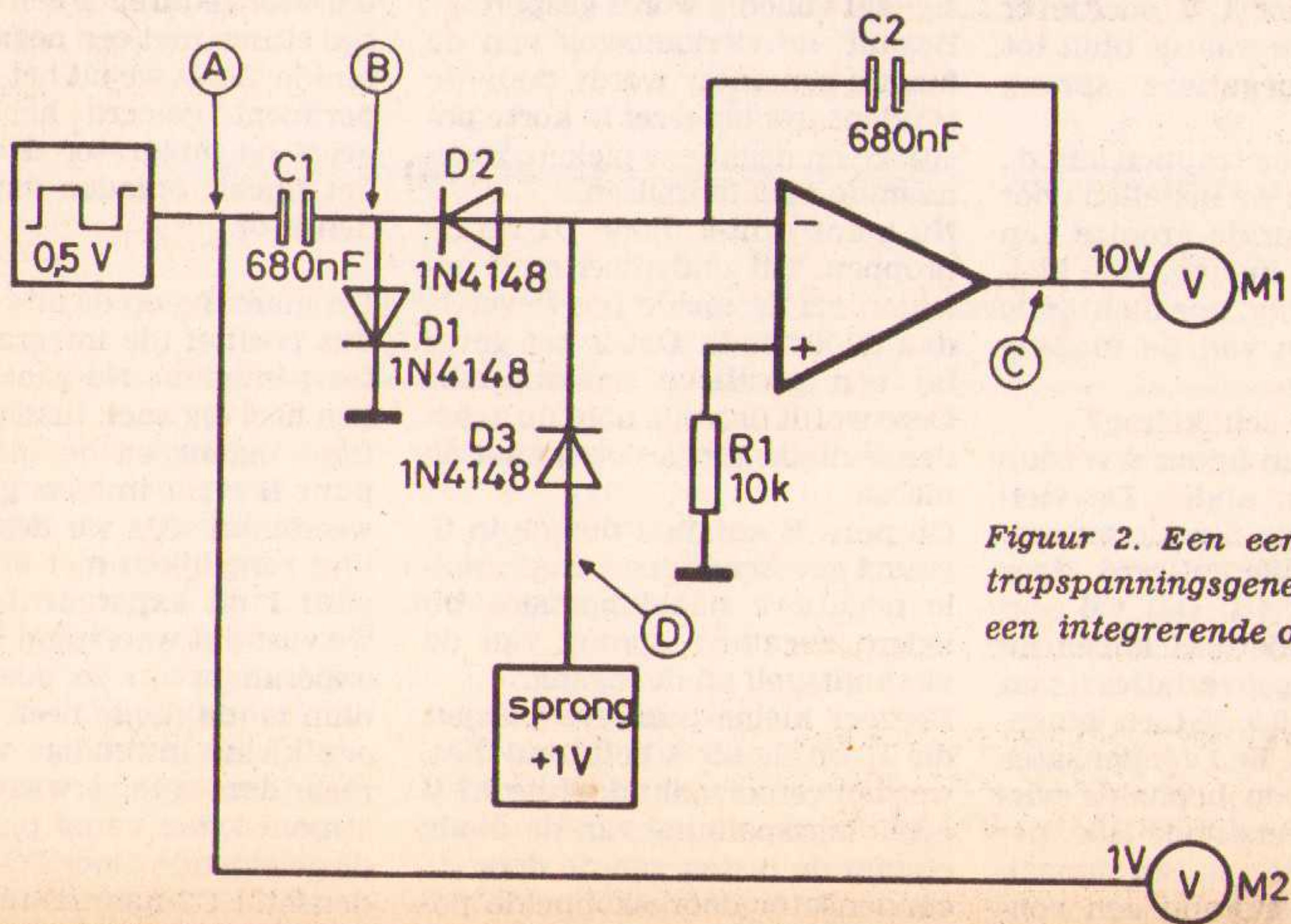
Een trapspanning ziet er uit zoals getekend in figuur 1. Zo'n spanning wordt gekarakteriseerd door het gegeven dat de grootte op geregelde tijden een bepaalde, vaste waarde stijgt of daalt. In het eerste geval spreken we van een positieve trapspanning, in het tweede van een negatieve. Op het tijdstip t_0 is de getekende spanning nul volt. Dat blijft zo



Figuur 1. Portret van een trapspanning.

tot t_1 . Op dat moment wordt de spanning plotsklaps 1 V groter en wordt dus 1 V. Dit blijft zo tot tijdstip t_2 , waarna de spanning verhoogd wordt tot 2 V. Natuur-

lijk kan dat niet eeuwig blijven doorgaan, vandaar dat na t_0 de spanning in elkaar stort en een nieuwe cyclus kan starten. Dergelijke trapvormige spanningen



Figuur 2. Een eenvoudige trapspanningsgenerator met een integrerende op-amp.

gen worden gebruikt in de professionele elektronica voor het sturen van een spot naar diverse plaatsen op een beeldscherm, het omzetten van spanningen in frequenties en het versturen van diverse kanalen over één kabel. De doe-het-zelver komt dit soort signalen tegen in bijvoorbeeld muzikale deurbellen, waarbij de trapspanning een frequentiegenerator stuurt en iedere trap overeen komt met één muziektoontje.

Het schema, waarmee we op de trainer een trapspanning kunnen genereren is getekend in figuur 2. We herkennen de basis-eigenschap van een integrator: een condensator tussen de inverterende ingang en de uitgang van een op-amp. Op de ingang sluiten we de uitgang van de ingebouwde functiegenerator aan, geschakeld op blokspanning met een grootte van ongeveer 0,5 V.

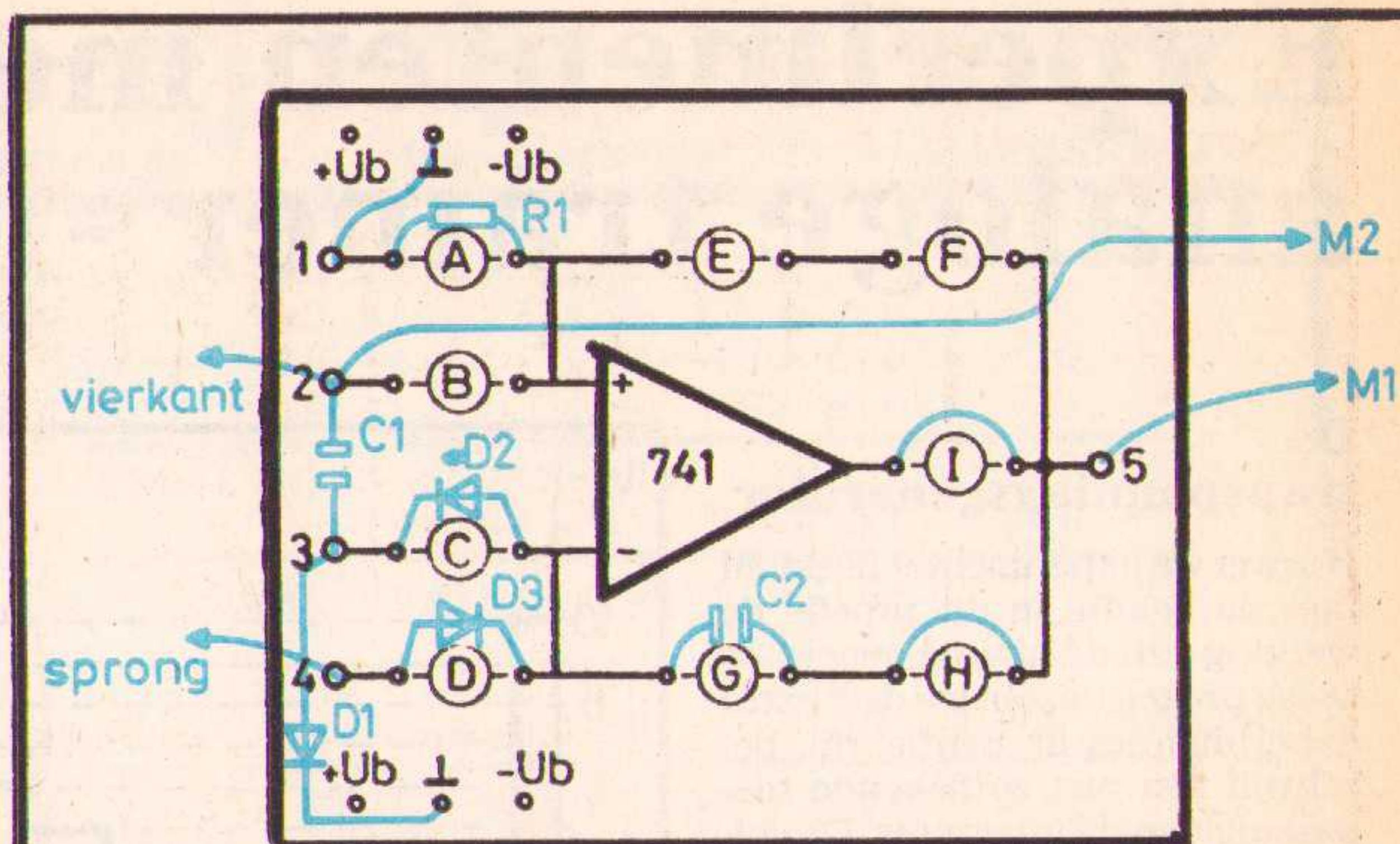
Het schemaatje kan volgens figuur 3 op de 741-experimenteerprint worden opgebouwd.

Na het inschakelen van de voedingsspanning zal de uitgang van de op-amp op nul volt staan. Bij iedere negatieve sprong van de ingangsspanning zien we dat de uitgang ongeveer 1 V positiever wordt en op deze waarde blijft tot de volgende negatieve sprong aan de ingang.

De grootte van de trappen aan de uitgang kunnen we instellen door het variëren van de grootte van de blok aan de ingang. Hoe kleiner deze spanning, hoe dichter de diverse trappen van de uitgang bij elkaar liggen.

Hoe werkt deze schakeling?

De grafieken van figuur 4 verduidelijken een en ander. De vierkantsgolf van de functie-generator wordt gedifferentieerd door de condensator C1. Dat wil zeggen dat dit onderdeel alleen de plotse spanningsvariaties van +0,5 V naar -0,5 V (en omgekeerd) doorlaat. Een condensator heeft immers een bepaalde wisselspanningsweerstand. Hoe hoger de frequentie van een signaal, hoe minder weerstand een condensator biedt tegen de doorgang



Figuur 3. Het experiment opgebouwd op de test-print.

van dit signaal. De plotse spanningsvariaties komen overeen met een signaal van een zeer hoge frequentie en de condensator zal deze delen uit het signaal ongehinderd doorlaten. Anders zit dat met de vlakke gedeelten van de vierkant-golf. Deze vertegenwoordigen een zeer lage frequentie en de weerstand van de condensator is dan zo hoog, dat dit signaal volledig wordt gesperd.

Besluit: de vierkantsgolf van de functie-generator wordt door de condensator omgezet in korte positieve en negatieve pieken, zogenaamde naaldimpulsen.

Nu komt echter diode D1 op de proppen. Dit onderdeel gaat geleiden als de anode positiever is dan de kathode. Dat is het geval bij een positieve naaldimpuls. Deze wordt dan ook door de geleidende diode kortgesloten naar de massa.

Op punt B ontstaat dus de in figuur 4 getekende spanning: smalle negatieve naaldimpulsjes bij iedere negatieve sprong van de vierkantsgolf op de ingang.

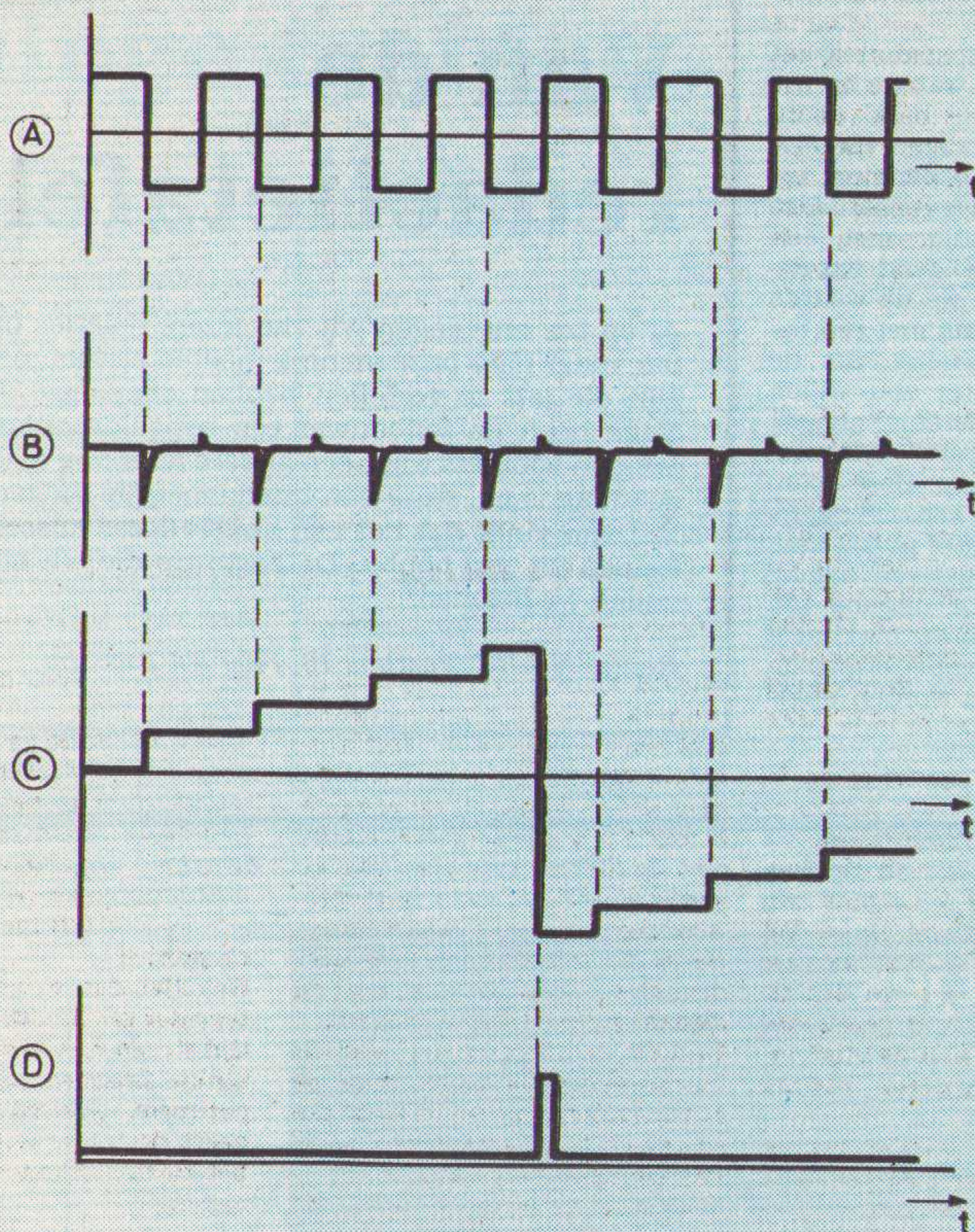
De zeer kleine positieve pulsjes, die U op figuur 4 getekend ziet, worden veroorzaakt door de 0,7 V geleidingsspanning van de diode en zijn de resten van de door de condensator doorgesluisde positieve overgangen van de blok.

Vervolgens laat diode D2 van zich horen.

Ook deze diode gaat geleiden als de anode positiever wordt dan de katode. Dat is het geval bij een negatieve naald op punt B. De negatieve ingang van de op-amp wordt dan door de geleidende diode verbonden met de spanning op punt B.

Het lijkt dan net alsof we de integrator gedurende een zeer korte tijd sturen met een negatief spaninkje. Zoals we uit het vorige experiment geleerd hebben, reageert de integrator daarop door het lineair opladen van de condensator.

De spanning op de uitgang wordt dus positief (de integrator invertteert immers). Nu gaat dat opladen heel erg snel: tussen de negatieve ingang en de spanning op punt B staat immers geen echte weerstand. Als we deze schakeling vergelijken met deze van figuur 1 uit experiment 9, stellen we vast dat weerstand R1 uit dat experiment nu zo goed als nul ohm is (de diode heeft uiteraard een kleine inwendige weerstand, maar deze is te verwaarlozen). De stroom I, die vanaf punt B door de geleidende diode D2 en de condensator C2 naar de uitgang van de op-amp vloeit is zeer groot en



Figuur 4. Grafische verklaring van de werking van de schakeling.

vandaar dat de spanning over de condensator ook zeer snel gaat stijgen. Nadat de spanning over C2 ongeveer 1 V is gestegen, valt de negatieve naaldpuls op punt B weg. De diode D2 gaat sperren, de laadstroom van C2 wordt nul. De spanning over dit onderdeel en dus ook de spanning op de uitgang van de integrator blijft constant. Bij de volgende negatieve naaldpuls zal er weer heel even een vrij grote stroom door D2 en C2 vloeien, waardoor de

spanning over dit laatste onderdeel weer plotsklaps met eenzelfde bedrag stijgt. De volgende trap van de trapspanning is tot stand gekomen.

Natuurlijk blijft dit proces zich niet eeuwig herhalen. Na een bepaald aantal stroompulsjes is de condensator opgeladen tot de positieve voedingsspanning en bij volgende negatieve impulsjes blijft de uitgang van de op-amp op +10 V staan. De schakeling

loopt vast tegen de positieve voedingsspanning.

Als we nu even via de drukknop en via diode D3 een positief pulsje op de negatieve ingang van de op-amp aanleggen, wordt de polariteit van de ingangsspanning van de integrator omgepoold, waardoor de laadstroom van C2 omkeert. De spanning daalt nu zeer snel van +10 V naar ongeveer -8 V, de uiterste negatieve limiet van de op-amp. Na het loslaten van de drukknop zal de

uitgangsspanning van de schakeling weerom trapvormig oplopen tot +10 V.

Bij een „echte” trapspanningsgenerator wordt dat wat we bij dit experiment met de hand doen, namelijk het beëindigen van een cyclus van de trapspanning, uiteraard elektronisch gedaan. Dat gaat vrij eenvoudig: met een comparator (zie volgend experiment) vergelijken we de waarde van de trapspanning met een bepaalde vaste spanning. Als de trapspanning groter zou willen worden dan dit referentie-niveau, wekt de comparator een uitgangsspanningen op. Deze spanning stuurt een schakelingetje die even een positief pulsje aanbiedt aan de negatieve ingang van de op-amp. De uitgang van de schakeling wordt maximaal negatief, de volgende trapspannings-periode kan worden opgebouwd.

Van de redactietafel

Af en toe ontvangen wij van lezers reacties op artikelen, maar naar onze mening moeten er veel meer lezers zijn die iets te vertellen hebben over onze artikelen. Vaak heeft de zelfbouwer een bepaalde oplossing gevonden voor iets waar een andere lezer nog mee zit. Onze vraag is nu, stuur een briefje met die dingen waar je zelf van vindt dat het een andere lezer misschien kan helpen bij zijn hobby. De beste tip die wij ontvangen zullen we belonen.

Redactie ABC, Postbus 10, 1400 AA Bussum.

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 handelaren.

Heeft u iets 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 Muiderkring BV, advertentieafdeling, Postbus 10, 1400 AA BUSSUM.

ABC-tjes gevraagd

Wie kan gehandicapte man helpen aan grote draagb. Trans. Radio, ouderw. kristalontv. met honingraatspoelen, of 27 MC ontvanger met groot aantal kanalen, klein defect mag. Tel. 01180-29209.

Schema's van FM-Zenders van $\pm$ 5 watt, kopie ook goed. G. de Vries, De Teye 8, Vaassen.

Wie heeft er voor mij een schema van een looplicht (Met Led's) en/of een schema voor een universeelmeter? Sturen naar: Marco van Creijl, Begoniastraat 6, 5462 AS Veghel.

Muiderkring Uitg. 1950-60 zoals: Elektronica in Praktijkboekjes, 25 Bouwschema's, oude Boeken, Radio, enz. R. Vits, Leuvensest. 400, 3370 Boutersem, België.

ABC-tjes aangeboden

Sinclair ZX81 computer 8K ROM. Incl. voeding + Handleiding + Cursus — nog ongebruikt f 395,-. Tel.: 015-135417.

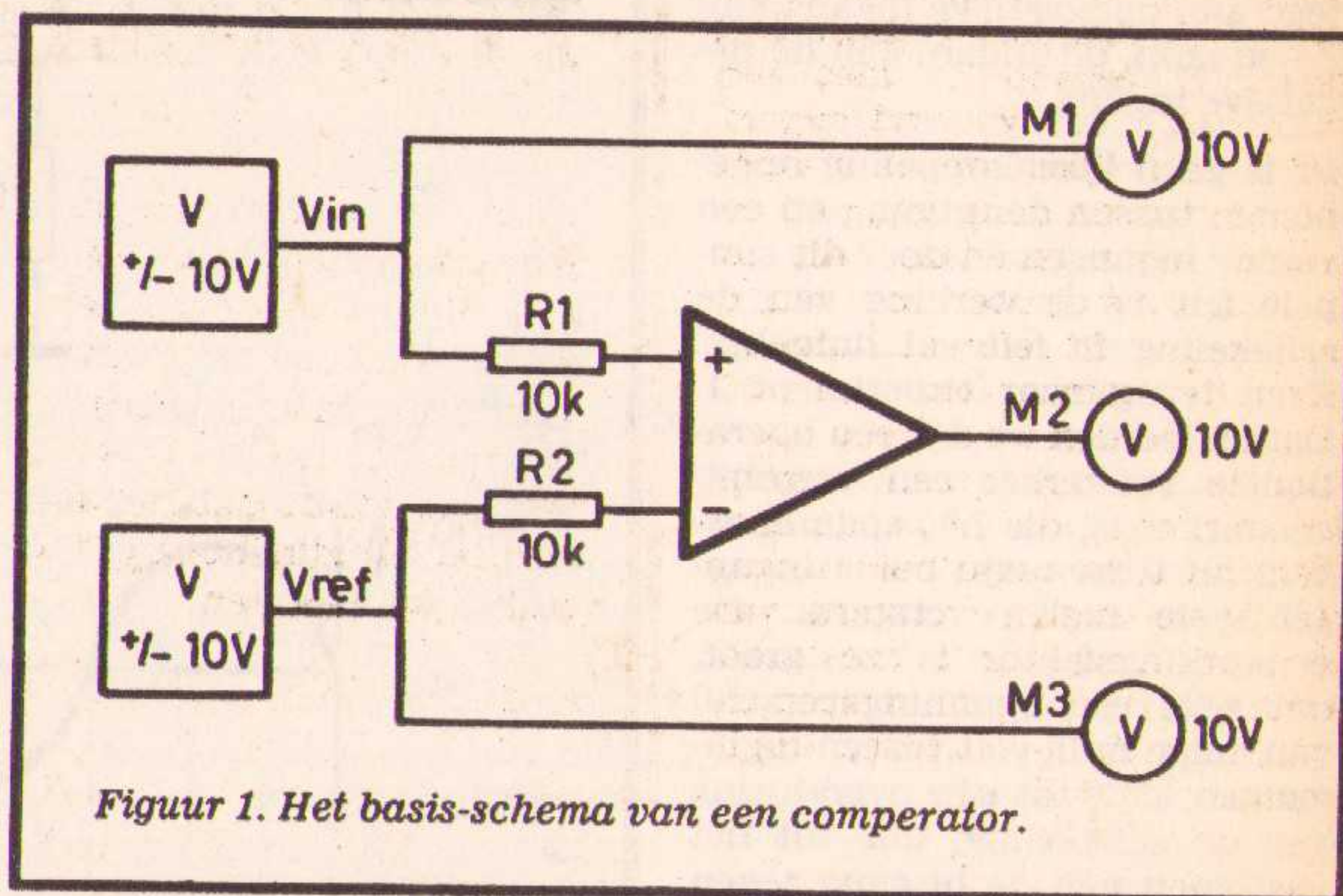
Komplete 3(2) mtr. lineair met BLY 90, 14V, 10W in 80W uit, f 175,-, 03410-15650 na 18 uur, ook losse BLY's en BLX'en.

Experimenten met de analoge trainer - 11

Jos Verstraten

De op-amp als comparator

Compareren betekent vergelijken. We kunnen vele dingen met elkaar vergelijken, maar waar we het hier over gaan hebben is het vergelijken van de grootte van twee spanningen. In het vorig experiment hebben we het al even over zo'n schakeling gehad. Vergelijken of comparators worden vrij vaak toegepast in de elektronica, niet alleen voor het beëindigen van een cyclus van een trapspanning, maar bijvoorbeeld ook voor het resetten van een zaagtandspanning, het omvormen van analoge signalen tot digitaal te verwerken spanningen en het opwekken van alarmsignalen als een bepaalde spanning, die is afgeleid van een temperatuur, een druk, een vloeistofni-

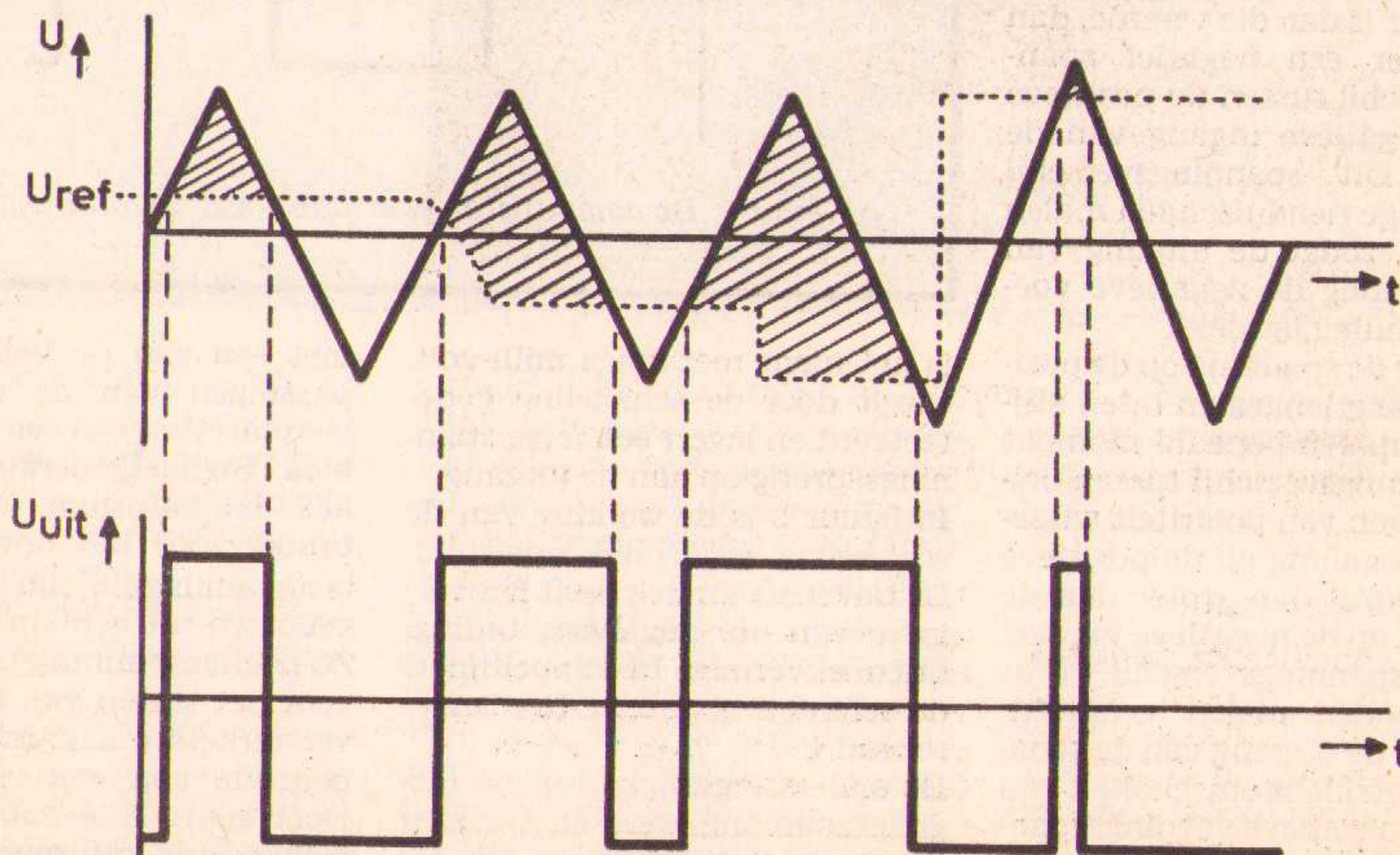


Figuur 1. Het basis-schema van een comparator.

veau, te hoog wordt.

Het basisschema van een comparator is getekend in figuur 1. Wil-

len we kunnen vergelijken, dan hebben we twee grootheden nodig: eentje die we vergelijken en



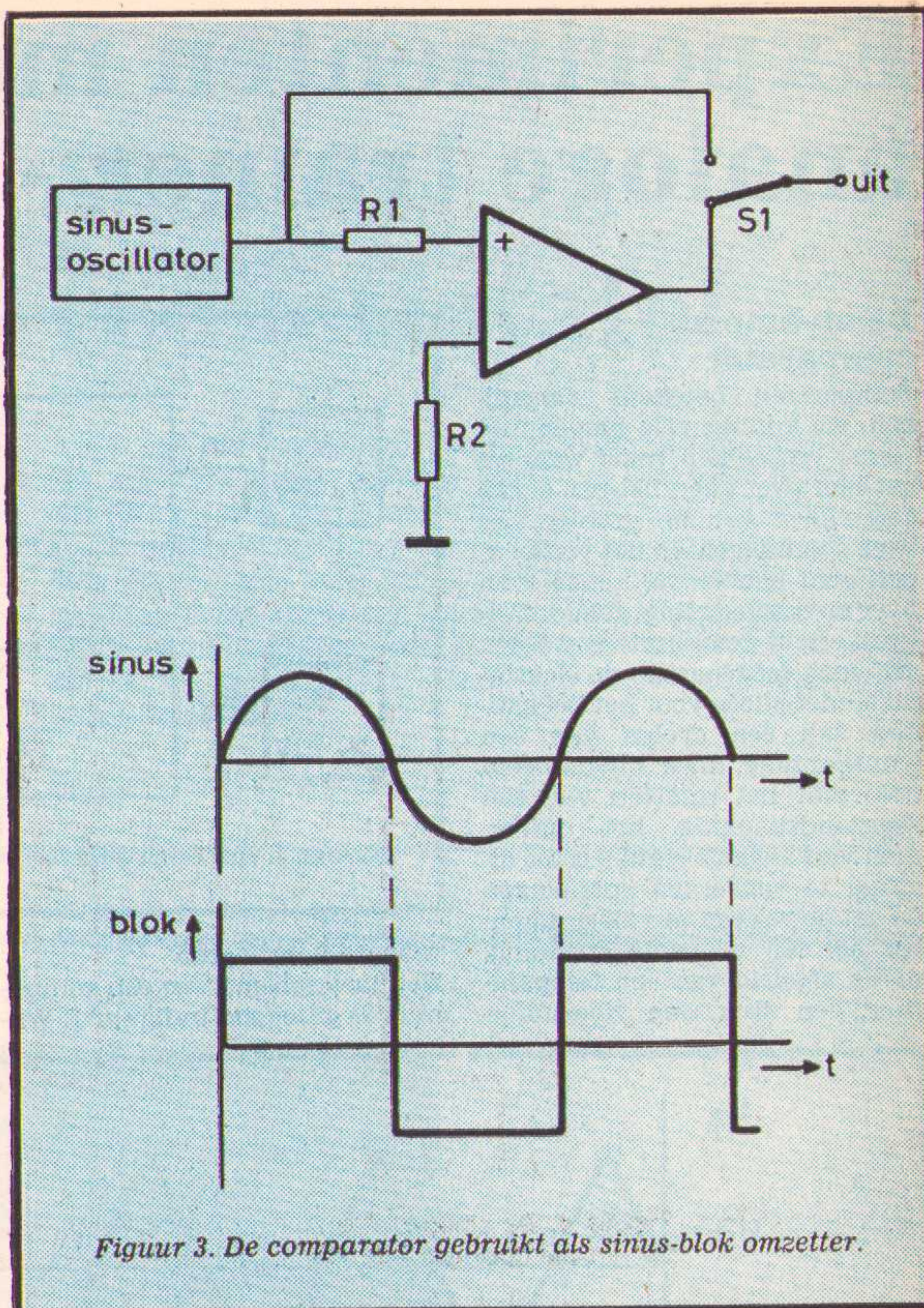
Figuur 2. Het verband tussen in- en uitgangsspanning voor verschillende waarden van de referentie.

eentje waarmee we vergelijken. Vandaar dat een comparator altijd tweeingangsspanningen heeft. De spanning V_{in} is de spanning die we willen vergelijken, de spanning V_{ref} is een (meestal) konstante spanning, waarmee we de V_{in} vergelijken. De ene spanning wordt aangelegd aan de positieve ingang van de op-amp, de andere aan de negatieve ingang.

Er is geen terugkoppeling opgenomen tussen de uitgang en een van de ingangen en door dit simpele feit is de werking van de schakeling in feite al duidelijk. Even terug naar experiment 1. Daarin leerden we dat een operationele versterker een verschilversterker is, die het spanningsverschil tussen zijn beide ingangen vele malen versterkt. De versterkingsfactor is zo groot, dat zelfs een spanningsverschil van enige milli-volt tussen de ingangen leidt tot een oversturing van de schakeling, dus tot het vastlopen van de uitgang tegen een van de voedingsspanningen. Van deze eigenschap maken we gebruik bij de comparator. Stel dat we V_{ref} instellen op +5 V. Als de spanning op de positieve ingang lager is dan die waarde, dan bestaat er een negatief spanningsverschil tussen de positieve en de negatieve ingang van de opamp. Dit spanningsverschil wordt enige tienduizenden malen versterkt, zodat de uitgang van de schakeling de negatieve voedingsspanning opzoekt.

Als we nu de spanning op de positieve ingang langzaam laten stijgen, zal op een bepaald moment het spanningsverschil tussen beide ingangen van polariteit wisselen. De spanning op de positieve ingang wordt dan groter dan de spanning op de negatieve ingang. Ook dit spanningsverschil wordt tienduizenden malen versterkt, waardoor de uitgang van de schakeling plotsklaps omschakelt van tegen de negatieve voedingsspanning naar tegen de positieve voedingsspanning.

Kortom: het overschrijden door V_{in} van de referentie-spanning, al



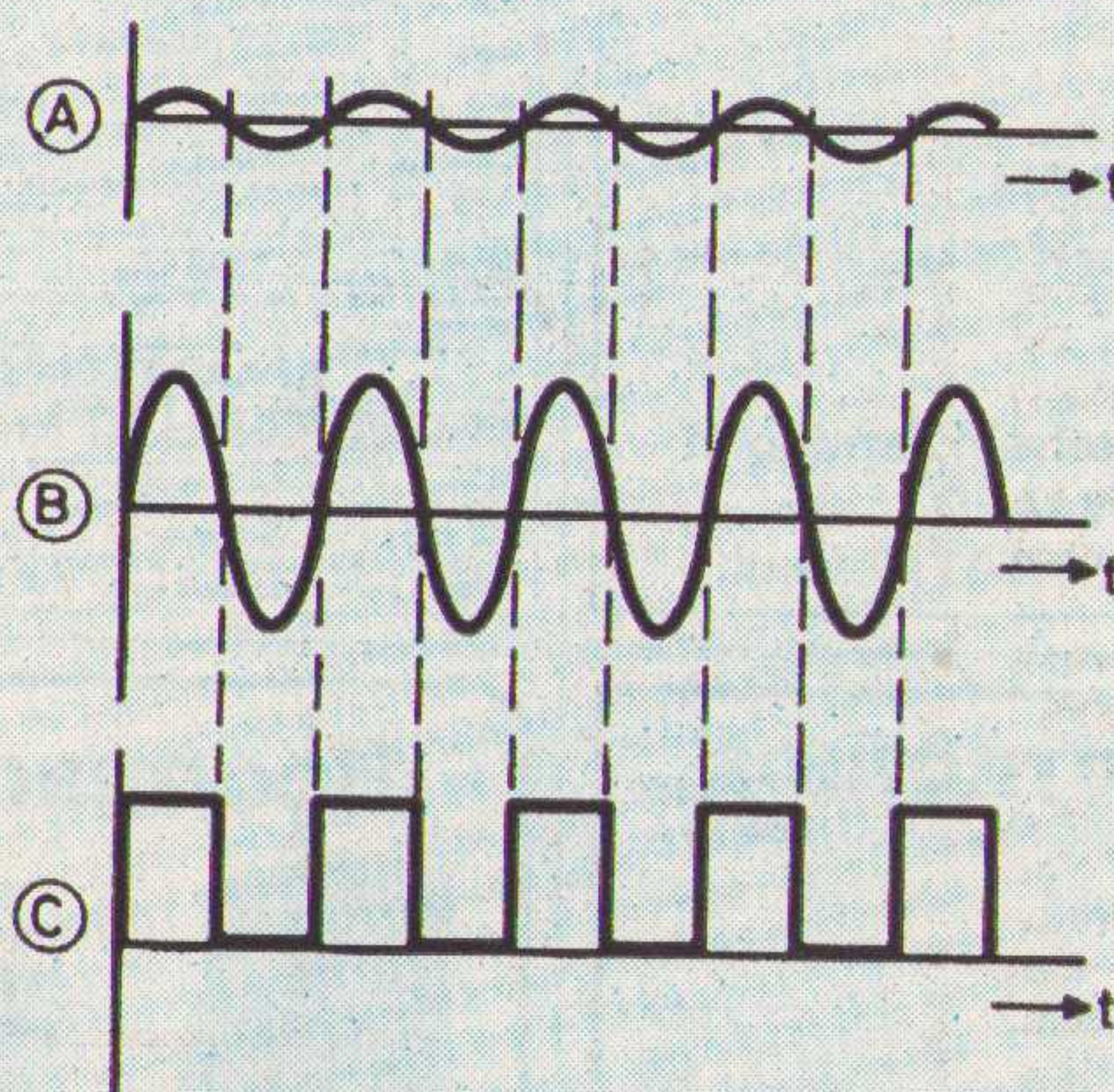
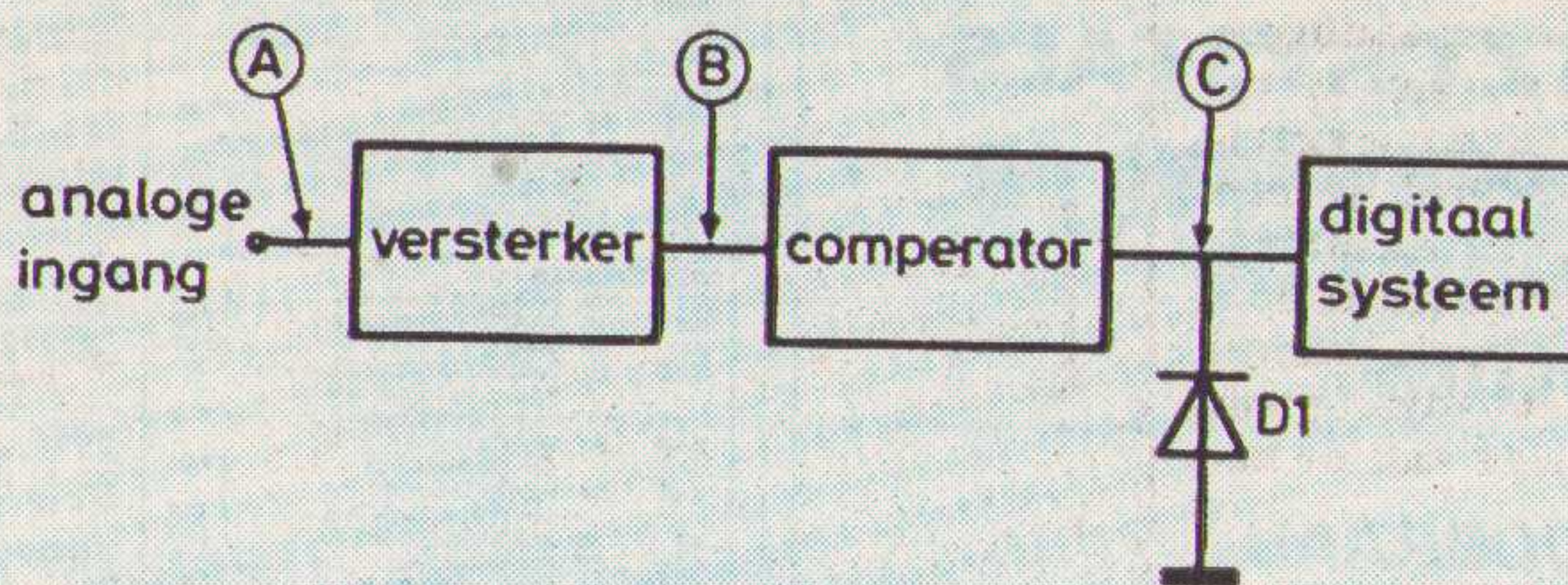
Figuur 3. De comparator gebruikt als sinus-blok omzetter.

is het maar met enige milli-volt, wordt door de schakeling gedetecteerd en levert een forse spanningsprong op aan de uitgang. In figuur 2 is de werking van de schakeling grafisch voorgesteld. De bovenste grafiek geeft het verloop van de ingangsspanning, driehoekvormig. In stippellijn is de referentiespanning U_{ref} ingetekend.

De onderste grafiek geeft de uitgangsspanning weer en we zien dat deze positief is als de ingangsspanning groter is dan de referentie.

Figuur 3 laat ons kennis maken

met een van de bekendste toepassingen van de comparator: het omzetten van een sinus in een blok. Signaalgeneratoren, die in het laboratorium worden gebruikt voor het opwekken van testspanningen, zijn meestal opgebouwd uit een sinusgenerator. Zo'n sinusspanning is erg handig voor het testen van bijvoorbeeld versterkers, maar soms heeft men behoefte aan een vierkantsgolf. Door gebruik te maken van een comparator kan men dit signaal afleiden uit de sinus. De referentiespanning van de comparator wordt dan ingesteld op nul volt,



Figuur 4. De comparator vormt analoge ingangssignalen om tot pulsen die door digitale IC's verwerkt kunnen worden.

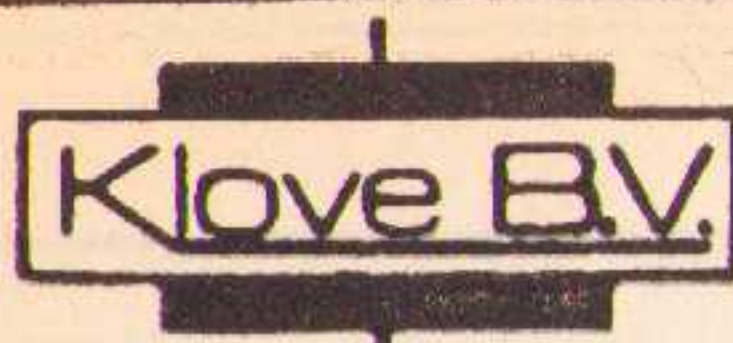
de uitgang schakelt dan telkens om bij de nuldoorgang van de sinus. De sinus wordt omgezet in een mooie symmetrische blokspanning met dezelfde frequentie als de sinus.

Door middel van de omschakelaar SL kan men kiezen tussen sinus of blok.

Figuur 4 geeft een andere toepassing van de comparator. Als we de frequentie van een signaal digitaal willen meten, dan zullen we eerst dat signaal zo moeten bewerken, dat het acceptabel is voor de digitale IC's uit het meet-

systeem. De analoge ingang wordt daarom eerst versterkt (signaal B) en nadien aangeboden aan een comparator. Deze maakt van het ingangssignaal een puls en deze puls kan door de digitale schakelingen worden verwerkt. Omdat digitale signalen werken met signaalniveaus van 0 tot +5 of +12 V, moet de negatieve uitgang van de comparator worden begrensd op 0 V. Vandaar de diode aan de uitgang, die gaat geleiden als de uitgang van de op-amp negatief wil worden. De meeste op-amps kunnen deze kortslui-

ting van hun uitgang bij negatieve uitgangsspanning zonder meer verdragen.



IMPORT-
EXPORT-
PRODUCTION OF

QUARTZ CRYSTALS Printassemblage en Communicatie apparatuur.

STOCKVOORRAAD

500.000 stuks

toepassing in scanners, mobilifoons,
microprocessors, industrie- en
amateurapparatuur

LEVERTIJD 5 DAGEN

spoedopdrachten binnen 24 uur
mogelijk

Stevinstr. 16 Industrieterrein Zandhorst
1704 RN HEERHUGOWAARD
Tel. 02207-17991 Telex 57503 klove nl.

MARTIN RIETSEMA

POSTORDER en WINKELVERKOOP
Oudestraat 28 - Assen
Telefoon 06920-10875

SPECIALE AANBIEDING
BIJ AFNAME VAN 11 PAKS: PRIJS / 75,-

NU WEER LEVERBAAR:

ZONNECELLEN
zon-2 1 stuks ZONNECEL
0,5 volt 200 mA. / 15,-
20 x 30 mm telt voor 2 paks



ZEKERINGEN: 5 x 20 mm
SE-1 100 ZEKERINGEN div. / 7,50
Ook 100 een waarde. Keuze uit
150 mA, 250 mA, 500 mA, 1 A, 2 A,
3 A, 5 A
SE-2 15 Zekeringhouders / 7,50
SE-3 6 idem: paneel van 5 x 20 mm / 7,50

KOMPONENTEN:
K-1 200 WEERSTANDEN, div. / 7,50
K-2 150 KONDENSATOREN, div. / 7,50
K-3 75 Weerst. 1% en 2% / 7,50
K-4A 50 WEERSTANDEN diverse van
1 Watt tot 7 Watt van
1 Ohm tot 82 Ohm / 7,50

K-4B 50 WEERSTANDEN
van 100 tot 1K5 Ohm / 7,50

K-4C 50 WEERSTANDEN
van 1K8 tot 100K Ohm / 7,50

K-5 75 KONDENSATOREN 250 V / 7,50

K-10 20 Potmeters, div. / 7,50

K-13 25 Elko's laagspanning / 7,50

K-14 pak Bouten enz. / 7,50

K-16 40 Draadsteunen / 7,50

K-17 30 Knoppen, div. / 7,50

K-20 1 PRINTPLAAT 165x50 mm voor
5 stuks 16-pins IC's / 7,50

K-20B 1 PRINTPLAAT 142x58 mm voor
alle DL IC's en meerpolaire IC's / 7,50

K-21 1 PRINTPLAAT 175x95 mm
2,5 mm banenraster / 7,50

K-21B 1 PRINTPLAAT 175x90 mm
4 mm raster / 7,50

K-22 50 instelpotmeters / 7,50

K-23 100 Afstandsbusjes / 7,50

K-25 300 Soldeerogen enz. / 7,50

K-26 200 SOLDEER-PENNEN / 7,50

K-26B 50 STEKKERS, PRINTKOPPELINGEN
enz. / 7,50

LET OP: K-PAKS zijn vaak zwaarder
Daarom ingeval van K-PAKS porto / 7,50 per
bestelling EXTRA. Het teveel aan porto wordt
gerestitueerd.

LICHTDIODEN
LED-1 20 LED's rood 5 mm / 7,50
LED-2 16 LED's groen 5 mm / 7,50
LED-3 16 LED's geel 5 mm / 7,50
LED-3A 16 LED's oranje 5 mm / 7,50
LED-4 20 LED's rood 3 mm / 7,50
LED-5 16 LED's groen 3 mm / 7,50
LED-6 16 LED's geel 3 mm / 7,50
LED-6A 16 LED's oranje 3 mm / 7,50



LED-CLIPS:
LED-CS 30 CLIP's 5 mm / 7,50
LED-C3 30 CLIP's 3 mm / 7,50

PLATTE/SCHAAL-LICHTDIODEN:
LED-7 15 LED's rood 5 x 2,5 mm / 7,50

LED-8 15 LED's groen 5 x 2,5 mm / 7,50

LED-9 15 LED's geel 5 x 2,5 mm / 7,50

7-SEGMENT DISPLAY:
LED-10 2 LED-Display MAN 71A/8 mm
als DL 707/CQY 71 met gegevens / 7,50

DIODEN
DI-1 75 1N4148 75 mA 75 Volt DUS / 7,50
DI-2 25 1N4246 1 Amp 400 Volt / 7,50
DI-3 15 BY127 1 Amp 1000 Volt / 7,50

ZENER-DIODEN
GE-9 20 Zeners 400 mW 3 tot 10 volt / 7,50
GE-10 20 Zeners 400 mW 11 tot 33 volt / 7,50
GE-11 12 Zeners 1 W 3.3 tot 12 volt / 7,50
GE-16 100 Zeners 400 mW tot 10 Watt met test-
scheme / 7,50

NIEUWE PAKS:

WEERSTANDEN:
in aantallen naar behoefte

1/4 Watt, 5% E-12 waarden

R-1 120 van 10 tot 270 Ohm / 7,50

R-2 120 van 330 tot 1K8 Ohm / 7,50

R-3 120 van 2K2 tot 5K6 Ohm / 7,50

R-4 120 van 6K8 tot 39K Ohm / 7,50

R-5 120 van 47K tot 1M Ohm / 7,50

1/4 Watt, 5% E-12 waarden

R-6 120 van 10 tot 270 Ohm / 7,50

R-7 120 van 330 tot 1K8 Ohm / 7,50

R-8 120 van 2K2 tot 5K6 Ohm / 7,50

R-9 120 van 6K8 tot 39K Ohm / 7,50

R-10 120 van 47K tot 1M Ohm / 7,50

R-Super: 1200 WEERSTANDEN
Ook leverbaar: 120 stuks één waarde / 7,50

SPAAR ENERGIE: KOOP PER POST

NIEUWE PRIJSLIJST Nr. 25 à / 1,- op GIRO 3223300

Levering: bij vooruitbetaling OF onder rembours: M. Rietsema, Oudestr. 28, Assen. Afd. R.B.
Tel. 06920-10875, 's avonds 06927-2987.

GiRO 3223300 met vermelding van PAK-nummers. Verzendkosten / 2,80 per bestelling (aan-
getekend / 5,50) ongeacht de grootte van de bestelling/GEEN minimum bestelling.

BELGIË: Levering naar België zonder BTW/ /BTW is in alle prijzen inbegrepen.

HOLLAND ELECTRONICS

De activiteiten van HOLLAND ELECTRONICS op het gebied van AUDIO zijn op
dit moment:

POWER MOS-FETS VAN HITACHI

2 SK 134 + 2 SJ 49 (complementair paar) / 65,00

of
2 SK 135 + 2 SJ 50 (complementair paar) / 80,00

set drivers voor deze POWER MOS-FETS

(2 X 2 SD 686, 1 X 2 SK 646) / 9,00

zeer ruisarme stuurtrap (2 X 2 SA 872) / 2,60

Print voor deze componenten (7,5 X 13 cm)

en schema + beschrijving / 29,00

Als u in staat bent om zelfstandig enige weerstanden en condensatoren aan te
schaffen (met een forse koelplaat natuurlijk) en daarbij een voeding kunt maken
die + en - 55 Volt levert bij 2 Amp., dan zal het niet veel moeite kosten om een
versterker te maken met de volgende specificaties:

Vermogen in 8 Ohm: 100 Watt, bij 1 V rms ingang

Bandbreedte bij dit vermogen (binnen - 3 dB): 5 Hz tot 200 KHz

Totale Harmonische Vervorming (DC - 50 KHz): 0,01 %

Intermodulatie produkten: beneden 70 dB

Totale Brom en Ruis: beneden 120 dB

Dempingsfaktor (bij 100 Hz): 60

HITACHI HA 12017 lage-ruis-voorversterker

(single-in-line IC), mono, direct te gebruiken als moving-magnet versterker met RI-
AA-correctie.

In deze toepassing: 82,6 dB sign./ruis verhouding

grote overload margin (235 mV-0,1 % THD)

0,002 % THD van 20 Hz-20 KHz (10 V RMS output)

HA 12017 / 12,- Print voor twee IC's, / 16,-

2 SC 2547 en 2 SA 1085 (HITACHI)

zeer lage ruis transistoren, bij uitstek geschikt voor pre-pre-amplifiers, ook kunt u
met deze transistoren uw bestaande apparatuur moderniseren. 120 Volt, 400 mW,
NF 0,2 dB bij 1 KHz, / 3,-.

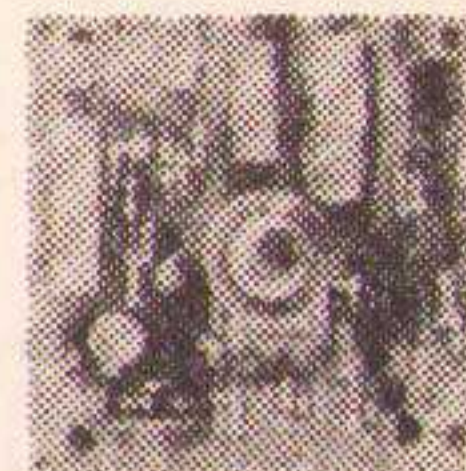
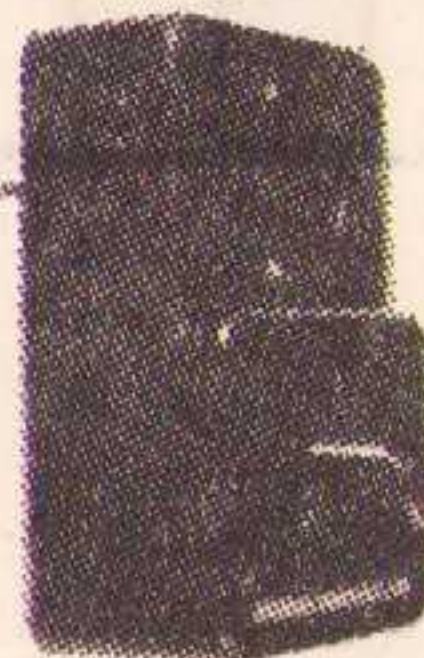
Prijzen zijn incl. BTW en exclusief verzendkosten.

HOLLAND ELECTRONICS

Sophiastraat 88, 2316 PT LEIDEN, tel.: 071-144988, giro:
3347199

Ons kantoor is geopend van maandag t/m vrijdag van 9 tot 12 en 14 tot 17 uur.
Bezoekers worden beleefd verzocht een telefonische afspraak te maken.

Boormachine- regelaar



SET 1048

- ★ behoud van koppel
- ★ extreem lage toerentallen
- ★ afslagbegrenzing
- ★ 660 Watt belastbaar
- ★ bedrukte/geboorde epoxyprint
- ★ meer dan 50 onderdelen
- ★ duidelijke handleiding
- ★ speciaal kastje los verkrijgbaar
- ★ adviesprijs..... / 45,-

NU verkrijgbaar bij de
goedgesorteerde detailhandel

de elset bouwpakketten zijn kwaliteitsprodukten van

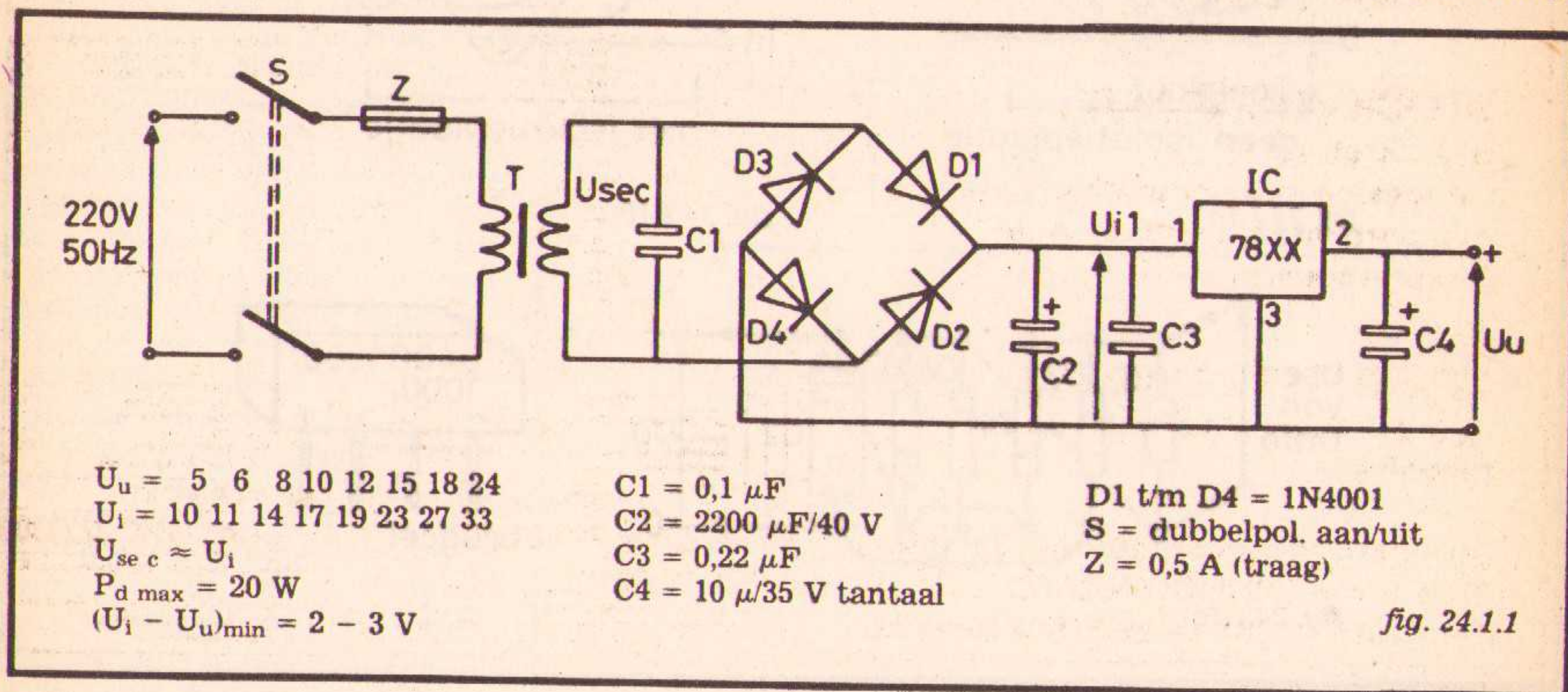
micé elset®
electronics

Postbus 4
2678 CE De Lier ZH

Hoofdstraat 11 - achter
tel. 01745-5867

Voedingen voor elektronische apparatuur

S. J. Hellings



Hoofdstuk 24: Praktijkschakelingen met de spanningsstabilisatoren op I.C.-basis.

Hoofdstuk 24.1: Praktijkvoorbeelden.

In het voorafgaande hoofdstuk hebben we ons in hoofdzaak bezig gehouden met de typenummering en de uitvoeringsvormen van de verschillende „driepootjes”; overigens bestaan er ook andere uitvoeringsvormen met meer aansluitingen; zodoende worden de toepassingsmogelijkheden van deze i.c.'s sterk uitgebreid. Hierdoor is o.m. „programmering” vanaf de te voeden schakeling mogelijk. Gezien echter het zeer speciale karakter van deze voedingen zullen wij hier niet verder op ingaan.

Bij de toepassing van deze I.C.'s moeten we, evenals trouwens bij alle halfgeleiders, goed letten op enkele fundamentele begrenzings-

gen (maximum ratings), waar we beslist niet overheen mogen komen. Zeer belangrijk zijn de maximaal toelaatbare ingangsspanningen; voor types tot en met 18 V mag deze spanning de waarde van 35 V niet overschrijden, voor types boven deze waarde geldt als maximum 40 V. Hierbij dient in het bijzonder gelet te worden op de „onbelaste” ingangsspanning van het voedingsapparaat afkomstig. Bij toepassing van het 24 V type zal de „belaste” ingangsspanning ca. 30 V moeten bedragen; zonder „bleeder”-weerstand in de voeding zou de onbelaste spanning tot $\sqrt{2}$ x deze waarde oplopen, of te wel tot 42 V, wat niet toelaatbaar is. Ook kan heel goed een Zener-diode als „aftopper” toegepast worden (conform fig. 10.1.1.), waardoor een betere stabilisatie met minder energieverlies mogelijk is.

De voedingsspanning aan de ingang dient met zorg gekozen te worden; enerzijds mag deze niet te hoog zijn - waardoor onnodig

energieverlies en verwarming optreedt in het I.C. - terwijl anderzijds het minimum van deze spanning 2 á 3 V hoger moet liggen dan de nominale uitgangsspanning (bij „vaste” stabilisatoren) of evenveel hoger dan de hoogste uitgangsspanning bij variabele stabilisatoren. Hierbij moeten we het minimum van de rimpelspanning in aanmerking nemen; bij een afname van 2A en een afvlakcondensator van $2200 \mu\text{F}$ bedraagt de „top-top”-waarde van de rimpelspanning niet minder dan 9 V! Zouden we instellen op een gemiddelde spanning van 10 V, dan varieert deze spanning tussen 5,5 en 14,5 V! Nemen we de rimpel in aanmerking, dan zal als regel een spanningsverschil van minstens 5 V tussen in- en uitgang vereist zijn.

Zoals bij alle halfgeleiders is ook de temperatuur van de halfgeleider-overgangen van essentieel belang; als regel geldt hier een maximum van 150°C . Bij een maximale omgevingstemperatuur van 50°C houden we zodoen-

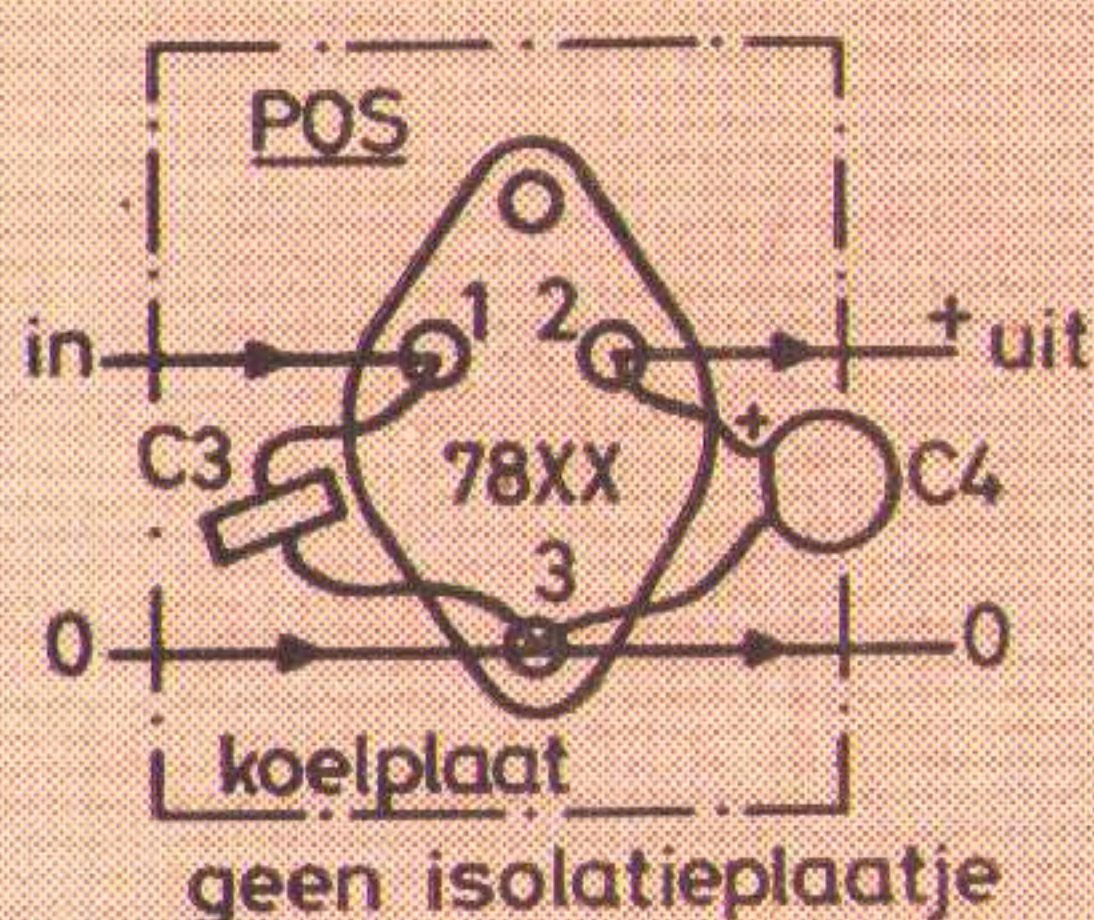


fig. 24.1.1a

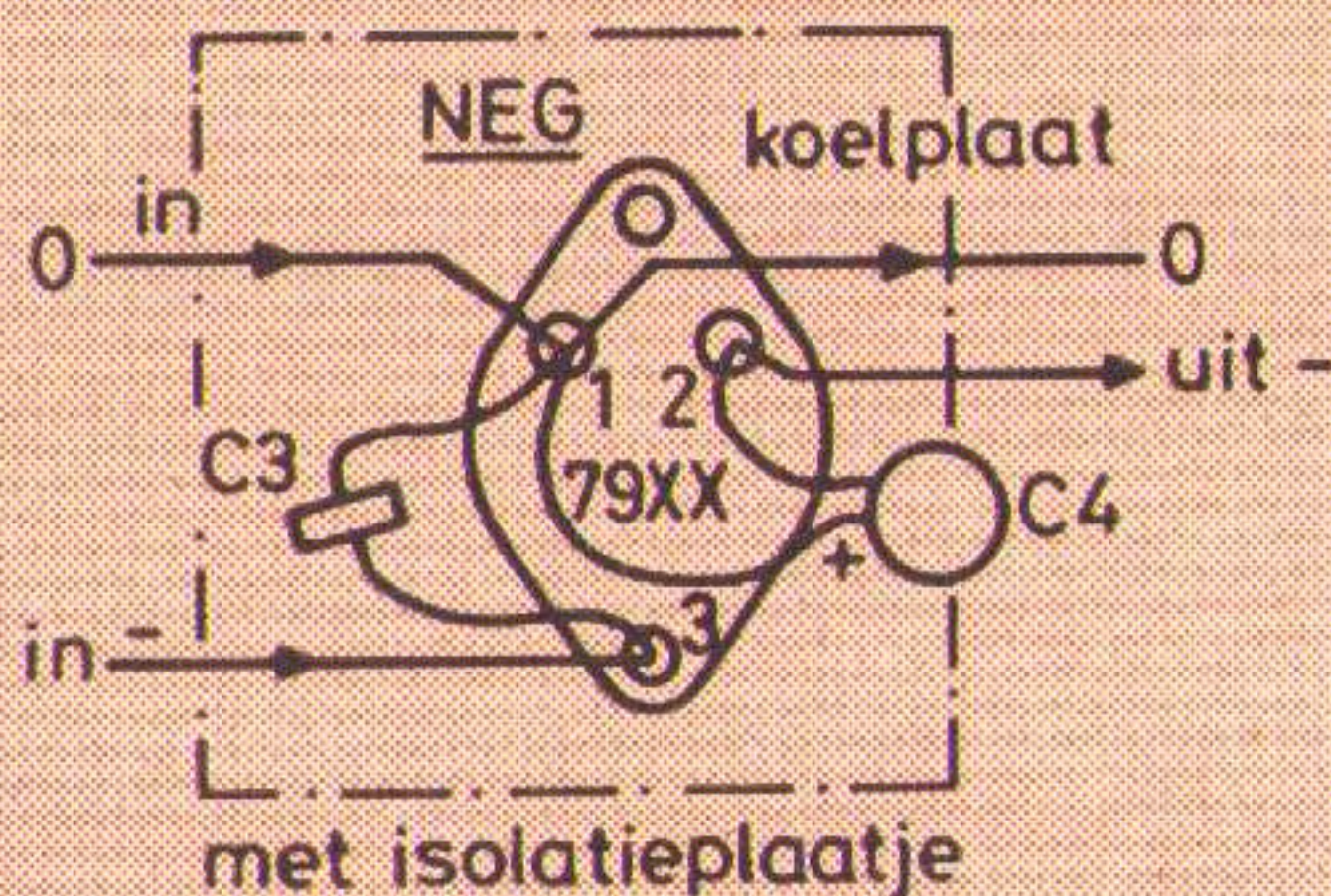


fig. 24.1.1b

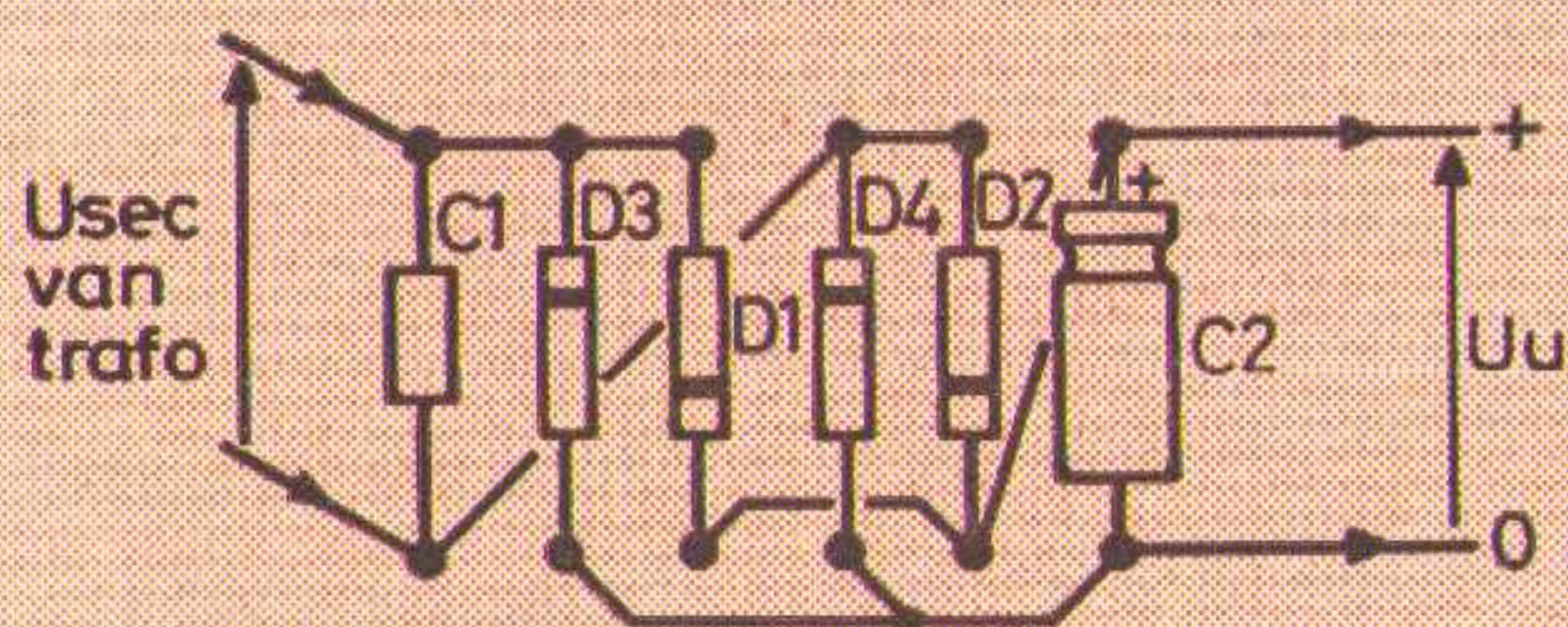
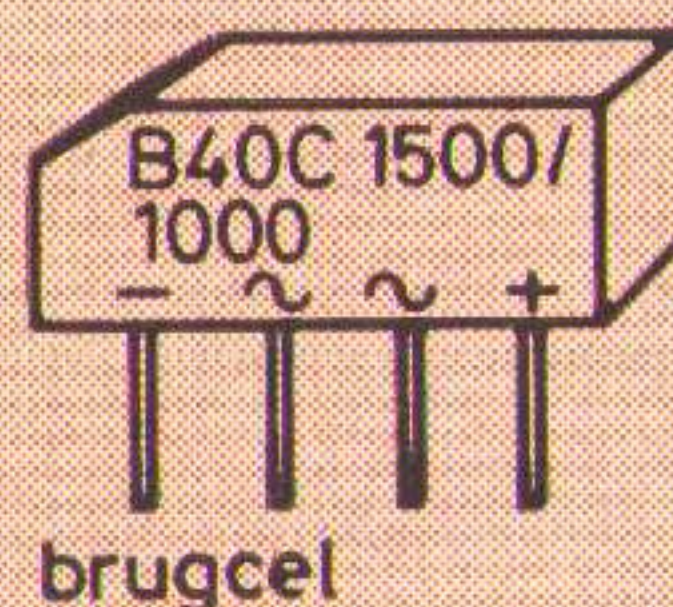


fig. 24.1.1c



brugcel

den een „traject” over van 100°C; in een To3-omhulling met 'n „on-eindig” grote koelplaat bedraagt de warmteweerstand R_{th} 4° C/W; zodoende mogen we onder „ideale” omstandigheden $100/4 = 25$ W dissipatie toelaten; de fabrikant geeft als maximum 20 W op. Hieruit volgt, dat het maximaal toelaatbare spanningsverschil tussen in- en uitgang gelijk is aan $20/1,5 = 16,6$ V.

Aan de hand van de gegevens uit fig. 23.2.2b en uit de grafiek van fig. 22.2.5 kunnen we nu zelf het meest geschikte type en de benodigde koelplaat bepalen. Gelukkig bezitten deze I.C.'s een heel prettige eigenschap, nl. dat bij een te hoge temperatuur de uitgangsspanning (en daarmee de dissipatie) zodanig verminderd wordt, dat er geen gevaar voor overbelasting aanwezig is. Bij een hoge ingangsspanning zal bij een bepaalde stroomafname de uitgangsspanning eerder „inzakken” dan bij een lage ingangsspanning; zie hiervoor ook hfd.st. 24.3.

In fig. 24.1.1. is het algemene schema van een gestabiliseerde voeding voor positieve spanningen weergegeven; het bijbehorende schema voor negatieve spanningen kunnen we aantreffen in de onderste helft van fig. 24.1.5.

Deze schakeling zal wel geen verdere toelichting van node hebben; de effectieve waarde van de secundaire transformatorspanning is vrijwel gelijk aan de ingangsgelijkspanning van de stabilisator. Volgens het bovenstaande moeten we voor de hoogste spanning (24 V) een begrenzingsschakeling toepassen aan de ingang om te hoge ingangsspanning tegen te gaan.

In figs. 24.1.1a en 1b hebben we enige bedradingsvoorbeelden voor positieve en negatieve spanningen met I.C.'s in TO-3 omhulling opgenomen; gezien de grote eenvoud van de schakelingen en de weinig kritische montage hebben we verder geen bedradings-schema's opgenomen.

Nu ligt bij deze I.C.'s de spanning

tussen de uitgang en de „ground” (common) vast; dit betekent echter geenszins, dat hiermede de uitgangsspanning ook noodzakelijkerwijze deze waarde moet bezitten. Noemen we de spanning tussen uitgang en aarde U_n (de nominale spanning), dan zal de uitgangsspanning U_u gelijk zijn aan de som van deze U_n en de spanning tussen ground en „aarde”; daar deze laatste spanning positief of negatief kan zijn, kunnen we zodoende de uitgangsspanning verhogen of verlagen met deze uitwendige spanning. Indien de uitgangsspanning met een vaste waarde verhoogd of verlaagd moet worden, is hiervoor een Zener-diode zeer goed te gebruiken; dit is in fig. 24.1.2. afgebeeld:

De stroom I door de Zener-diode is afkomstig van de uitgang van de stabilisator; deze is ingesteld op 10 mA. Hieruit volgt voor de

uitgangsweerstand $R = \frac{U_n}{0,01}$ (Ohm). Voor $U_n = 5$ V wordt deze waarde derhalve gelijk aan 500

Ohm. Door het „derde” pootje van het I.C. vloeit de „bi-as”-stroom; deze bedraagt slechts een fractie van de „hoofdstroom” aan de uitgang. Daar deze bias-stroom afhangt van de ingangsspanning, de uitgangsstroom en de temperatuur moeten we er steeds voor zorgdragen, dat de (constante) stroom I_u van de uitgang veel groter is dan deze variabele bias-stroom teneinde een goede stabilisatie te verkrijgen.

Wensen wij een variabele gestabiliseerde uitgangsspanning, dan moet ook de spanning tussen „ground” en „aarde” variabel worden; we vervangen de Zenerdiode door een variabele weerstand (fig. 24.1.3.).

Voor de bepaling van de uitgangsweerstand R_1 moeten we in gedachte houden, dat de stroom I_{R1} door R_1 minstens $10 \times I_b$ moet zijn voor een redelijke stabiliteit; daar I_b voor de 7812 ca. 7 mA bedraagt, stellen we de „dwarsstroom” in op 100 mA waaruit voor R_1 de waarde van $12/0,1 = 120 \text{ Ohm}$ volgt. Deze stroom vloeit door de bias-weerstand R_2 , waardoor ook de bias-stroom vloeit. Bij een waarde van R_2 van max. 100 Ohm volgt een spanningsverhoging van 10 V, zodat de uitgangsspanning instelbaar is tussen 12 en 22 V.

Een bezwaar van dit soort schakelingen is, dat de minimale uitgangsspanning gelijk is aan U_n ; een lagere spanning zou alleen mogelijk zijn door toepassing van een extra negatieve spanning. Willen we dit I.C. toepassen als een „echte” regelbare gestabiliseerde voeding, dan moeten we uitgaan van een I.C. met een zeer lage nominale uitgangsspanning en deze „verhogen” door toepassing van een uitwendige weerstand; dit is in fig. 24.1.4 nader aangegeven.

De nominale waarde van de uitgangsspanning van dit I.C. bedraagt 1,2 V; derhalve voldoende laag voor de meeste toepassingen. De uitgangsstroom I_{R1} vloeit weer door de parallel-schakeling van R_2/R_3 , waarbij R_3 min of

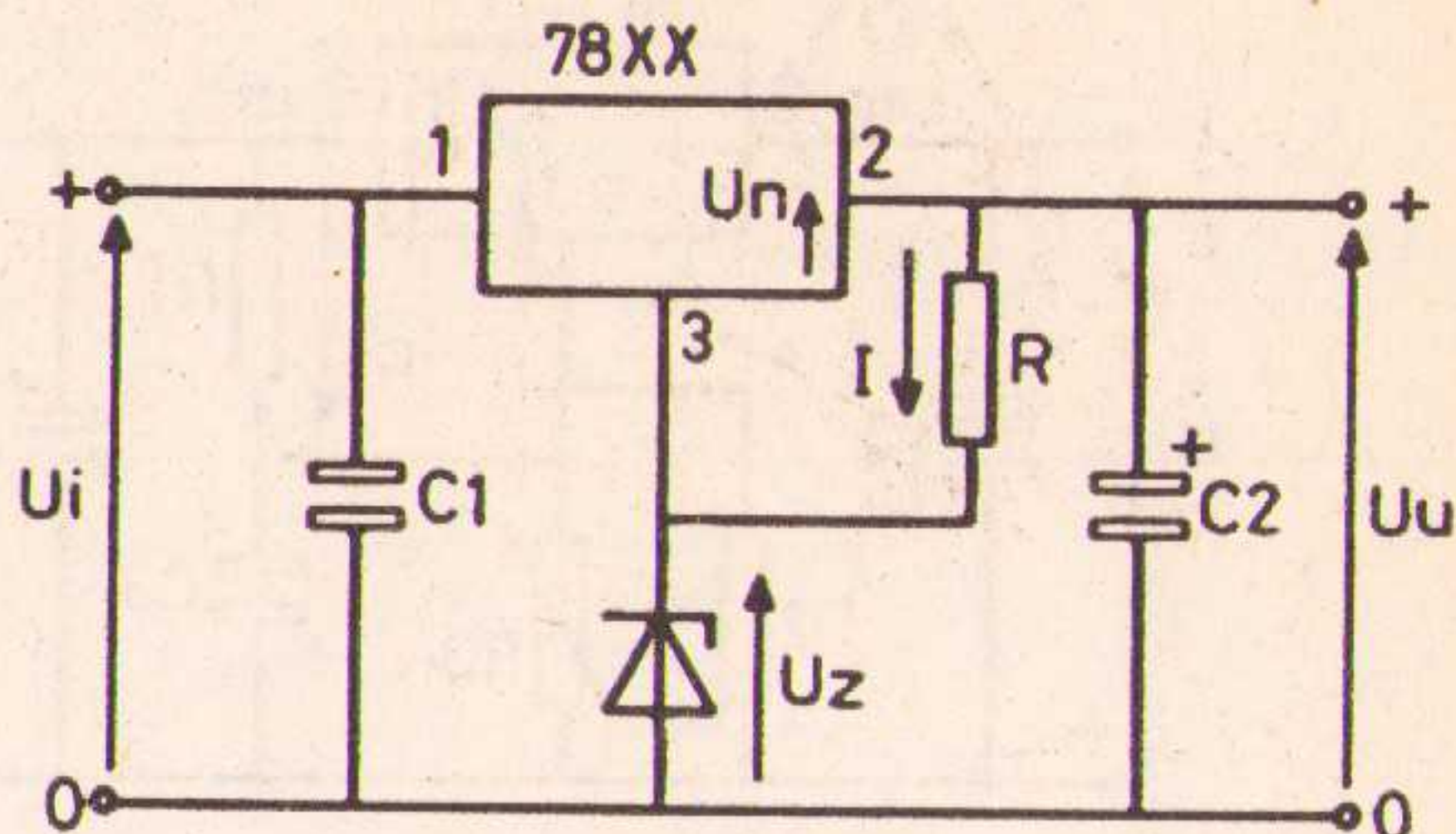


fig. 24.1.2.

$$C1 = 0,22 \mu F$$

$$C2 = 10 \mu F/35 \text{ V}$$

$$U_u = U_n + U_z$$

$$R = \frac{U_n}{0,01} (\Omega)$$

$$U_i \geq U_u + 3 \text{ (V)}$$

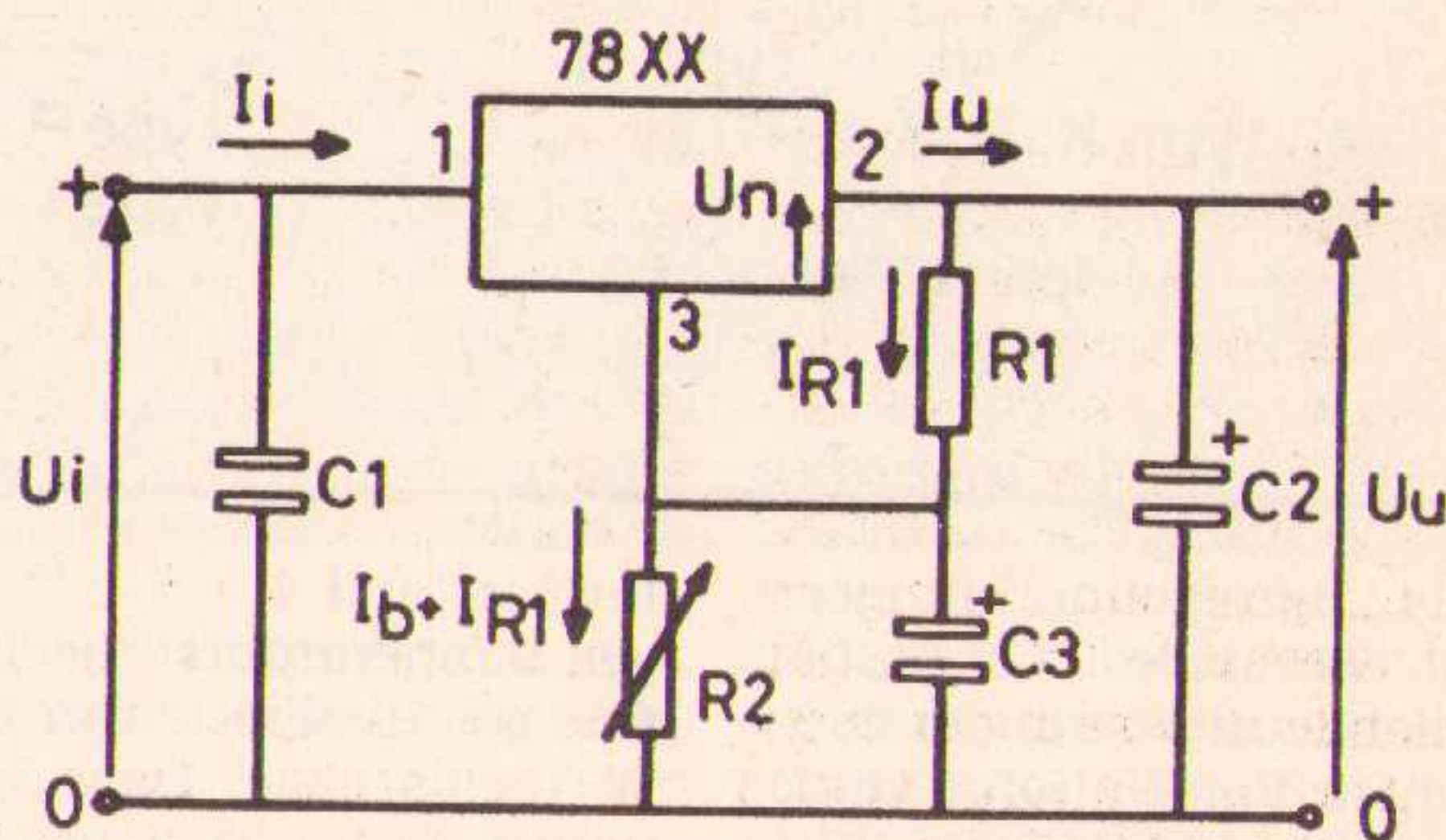


fig. 24.1.3.

$$C1 = 0,22 \mu F$$

$$C2 = 10 \mu F/35 \text{ V tantaal}$$

$$C3 = 10 \mu F/15 \text{ V}$$

$$R1 = 120 \Omega/5 \text{ W draadgew.}$$

$$R2 = 100 \Omega/2 \text{ W draadgew.}$$

$$IC = 7812$$

$$U_u = U_n + (I_{R1} + I_b) R_2$$

$$I_{R1} = \frac{U_n}{R_1}$$

$$U_u \approx U_n \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) \text{ (V)}$$

$$I_{R1} \approx 10 \times I_b$$

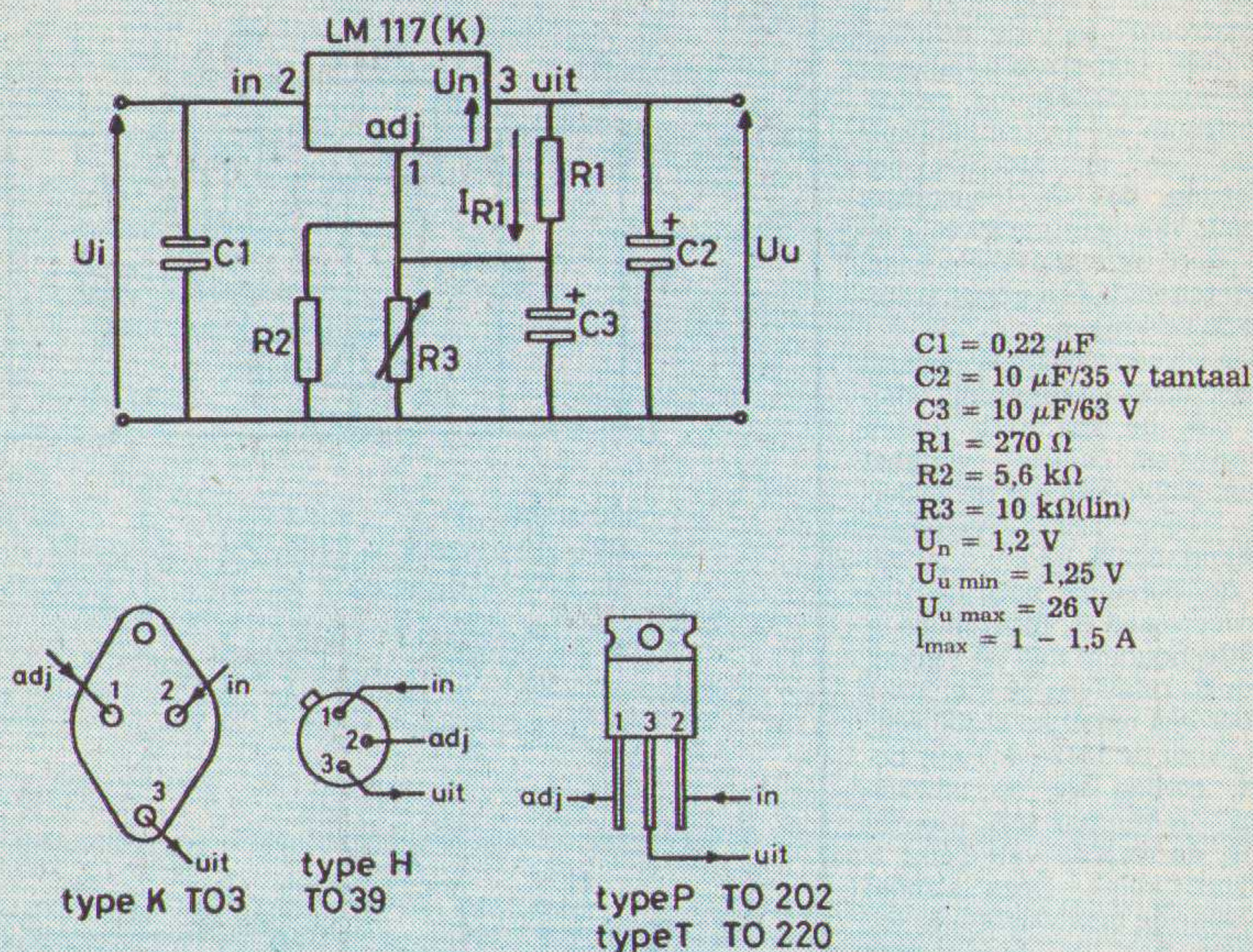


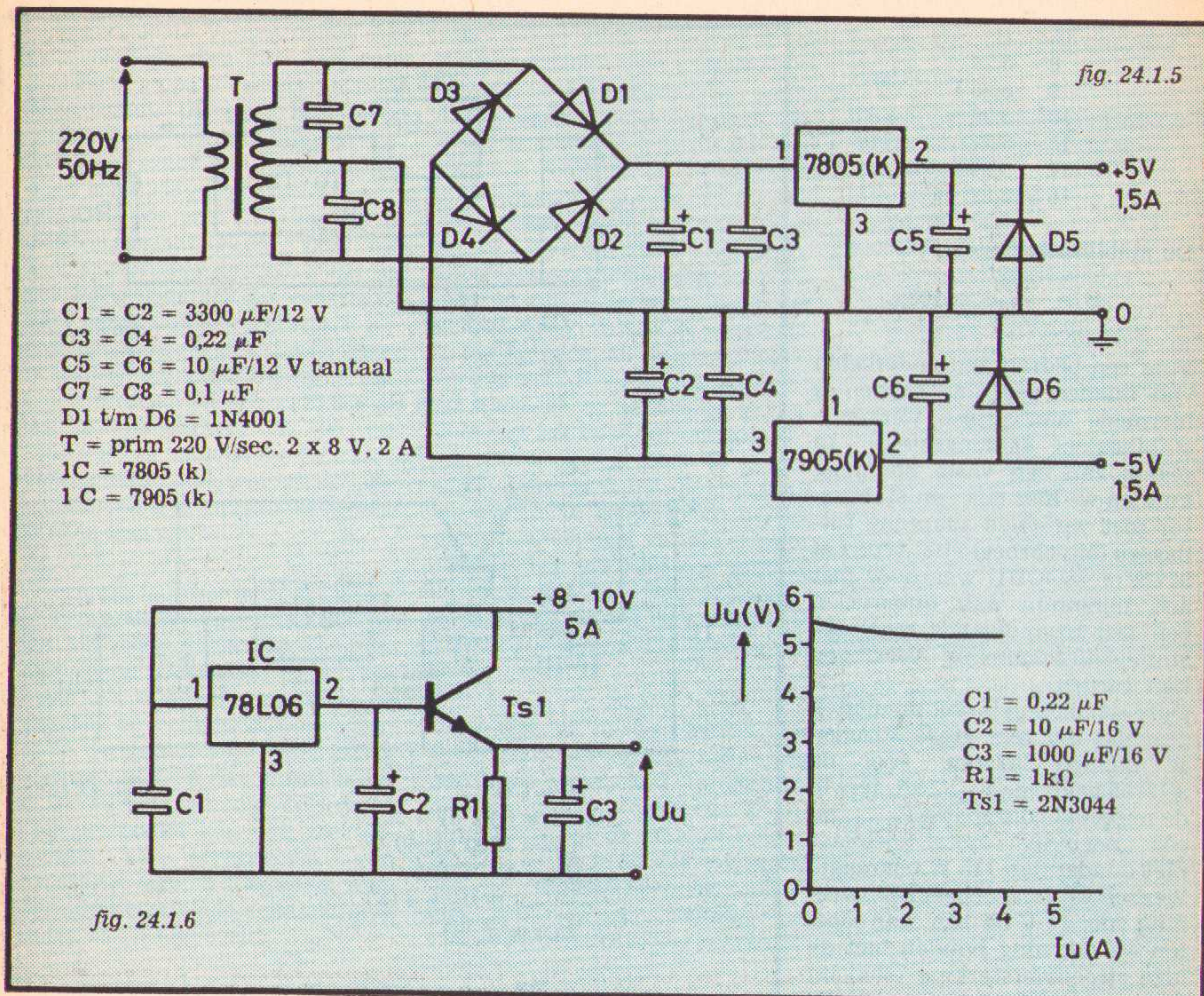
fig. 24.1.4.

meer als „fijnregeling” fungeert. Van dit variabele I.C. bestaan verschillende uitvoeringen en typenummers. Van National vinden we hier type LM 117/227/317 in verschillende behuizingen onder de typenummers K., H en P.; de bijbehorende dissipaties kunnen we in fig. 23.2.2b terugvinden. Bij de voeding voor deze variabele spannings-I.C.'s moeten we bijzondere maatregelen treffen om overbelasting te voorkomen. Zouden we nl. de voeding bemeten voor de hoogst voorkomende spanning ($U_{u \text{ max}} = 26 V$, $U_i = 30 V$), dan kunnen we bij de laagste uitgangsspanningen nog maar een hele kleine stroom afnemen. Bij $U_u = 2 V$ bedraagt het spanningsverlies $30 - 2 = 28 V$; bij een „grote” koelplaat met een $R_{th} = 3^\circ C/W$ bedraagt de totale warm-

teweerstand $4 + 3 \pm 7^\circ C/W$; bij een temperatuurstraject van $100^\circ C$ is een dissipatie van $100/7 = 14 W$ toelaatbaar. Daar het spanningsverschil $28 V$ bedraagt, zal de maximale stroom slechts gelijk aan $14/28 = 1/2 A$ bedragen! Teneinde verbetering in deze situatie aan te brengen, moeten we voor de lagere uitgangsspanningen ook de ingangsspanning verlagen; hiertoe kunnen we het meetbereik in twee (of meer) delen onderverdelen en de transformator meeschakelen (zie ook fig. 21.2.7 en Elektronica-ABC no. 6 jaargang 81 pag. 47).

De LM-serie bevat alleen positieve spanningen in „driepootjes”; in de 78- en 79-serie kunnen we kiezen uit positieve en negatieve spanningen. Het type 78GCU1 bezit vier aansluitingen (controle,

uit, in, common) in de TO 202-behuizing, het type 78GCU1 idem in een soort TO-3 behuizing; hetzelfde geldt ook voor de types met een negatieve uitgangsspanning (79GCU1 resp. 79GCU1). Voor het type met een positieve spanning ligt de uitgangsspanning tussen $5-$ en $30 V$, voor het type met negatieve spanning tussen $-2,2$ en $-30 V$ (zie ook hfd.st. 23 overzichtsblad en hfd.st. 24.4.). In vele gevallen is een positieve en een negatieve uitgangsspanning vereist; dit kan met één gelijkrichterbrug volgens fig. 24.1.5 met twee types stabilisatoren of met twee diodebruggen en één type stabilisator (volgens fig. 5 pag. 32 Elektronica ABC sept. 1981). De schakeling is ontworpen voor $+ \text{ en } -5 V$, $1,5 A$; een soortgelijke voeding van $+ \text{ en } -15 V$ is zeer



goed toepasbaar voor de voeding van OpAmps, waarbij uiteraard de secundaire spanning van de transformator aangepast moet worden ($2 \times 18 \text{ V}$; $C_1 = C_2 = 3300 \mu\text{F}$, 40 V) en I.C.'s 7815, resp. 7915 gekozen moeten worden.

De diodes D5 en D6 zijn aangebracht om te voorkomen dat bij een overbelasting aan de uitgang tussen de + en -5V één van de beide uitgangen omgepoold zou worden, waardoor schade aan de afvlakcondensator en I.C. mogelijk is.

Voor stromen, groter dan ca. 1.5 A kunnen de I.C.'s zeer goed als „sturend” element gebruikt worden, waarbij een afzonderlijke regeltransistor toegepast wordt als

„variabele weerstand”; in fig. 24.1.6 is een dergelijke schakeling afgebeeld.

De werking is uitermate simpel; het I.C. levert alleen de basisstroom voor de doorlaattransistor TS1. Voor de transistor 2N3055 geldt een stroomversterkingsfactor tussen 20 en 90x; rekenen we met een gemiddelde van 40x en een maximale stroom van het I.C. van 100 Ma, dan kan de transistor een stroom leveren van $40 \times 0,1 = 4 \text{ A}$. Deze schakeling is uitermate eenvoudig en betrouwbaar; de stabilisatie tegen variaties van de voedingspanning is zeer goed, tegen belastingvariaties zeer redelijk. De ruis- en bromspanning ligt onder $1 \text{ mV}_{\text{eff}}$; de uitgangsspanning als

functie van de belasting leverde het volgende resultaat; als enige variatie houden we die in de basis-emissor (U_{be}) over.

Ingangsspanning: 10 V. (stab.)

I (A)	U (V)	$R_i = 0,05 \text{ Ohm.}$
0	5,46	
0,2	5,34	
0,4	5,31	
0,6	5,29	
0,8	5,27	
1	5,26	
1,5	5,22	
2	5,21	
2,5	5,18	
3	5,16	

Invloed van variatie van de ingangsspanning: Uitgangsstroom ingesteld op 1A:

U_i	U_u
8	5,24
9	5,26
10	5,26
12	5,27
14	5,29
16	5,32

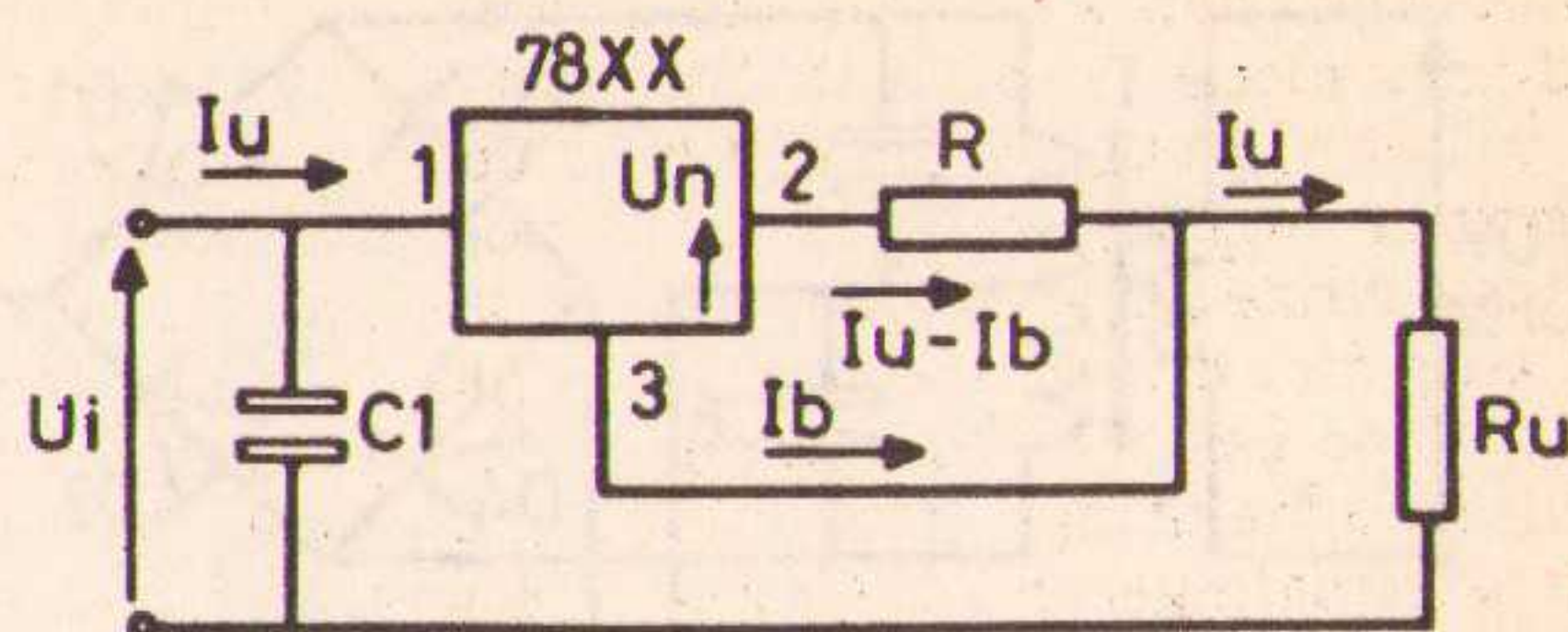
De stabilisatie-factor

$$S = \frac{\Delta U_i}{\Delta U_u} = 100x.$$

Voor een bedrag aan onderdelen van minder dan tien gulden is hiermede aan prima werkende stabilisator samengesteld! In plaats van een vaste spanning kunnen we hier ook een stabilisator met variabele spanning toepassen (bijvoorbeeld het type LM 317H of 78GCU1) waardoor met een minimum aan onderdelen een zeer bevredigende regelbare stabilisatieschakeling verkregen kan worden.

Deze schakeling is ook bij uitstek geschikt om zeer grote stromen te kunnen leveren; voor de 2N3055 geldt als I_{max} 15A, terwijl de maximale dissipatie $P_{d max}$ bij een „oneindig” grote koelplaat niet minder dan 115 W bedraagt. Wensen wij bijvoorbeeld een voeding voor 12 V bij 10A, dan moeten we rekening houden met de lage stroomversterking (20x) bij deze grote stroom; de basisstroom moet $10/20 = 0,5$ A kunnen bedragen. Hiervoor kan het type 78M12 in TO 39 of TO 220 gekozen worden. Bij een „belaste” ingangsspanning van 16 V bedraagt de dissipatie in het I.C. $(16 - 12) \cdot 0,5 = 2$ W, in de regeltransistor $(16 - 12) \cdot 10 = 40$ W. Bij een maximale grenslaagtemperatuur van 200° C en een maximale omgevingstemperatuur van 50° C houden we als „traject” 150° C over; de totale warmte weerstand mag daarom ten hoogste $150/40 = 3,75^\circ$ C/W bedragen. Daar de warmte weerstand tussen de grenslaag en het huis reeds $1,5^\circ$ C/W bedraagt, blijft er voor de eigenlijke koelplaat $3,75 - 1,5 = 2,25^\circ$ C/W over, zodat een flinke grootte vereist is.

Gezien de spanning U_{be} zal de uitgangsspanning ca. 0,7 V minder

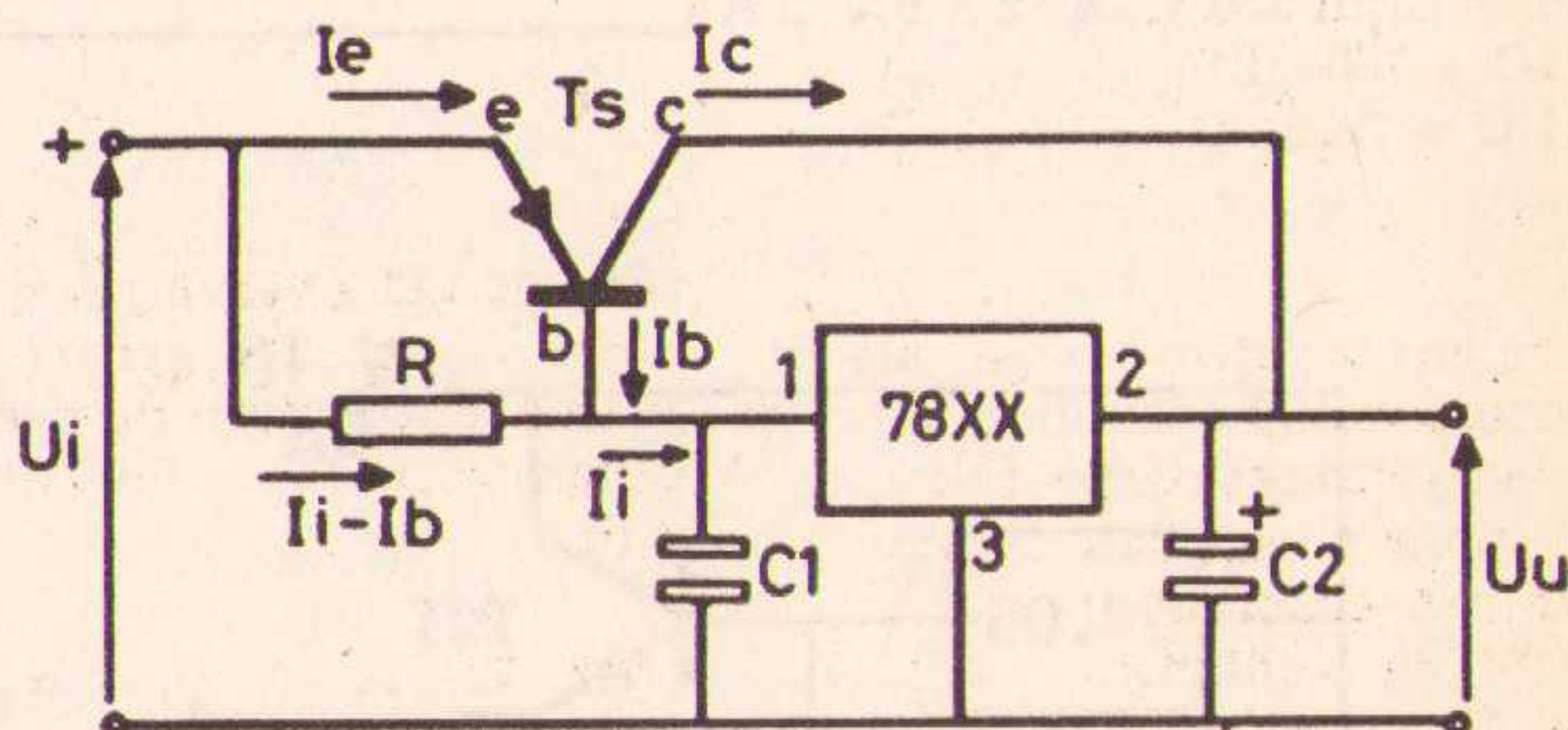


$$C1 = 0,22 \mu F$$

$$I_u \approx \frac{U_n}{R}$$

$$U_{i min} = U_u \times R_u + 3 (V)$$

fig. 24.1.7



$$R \approx 1 \Omega$$

$$C1 = 0,22 \mu F$$

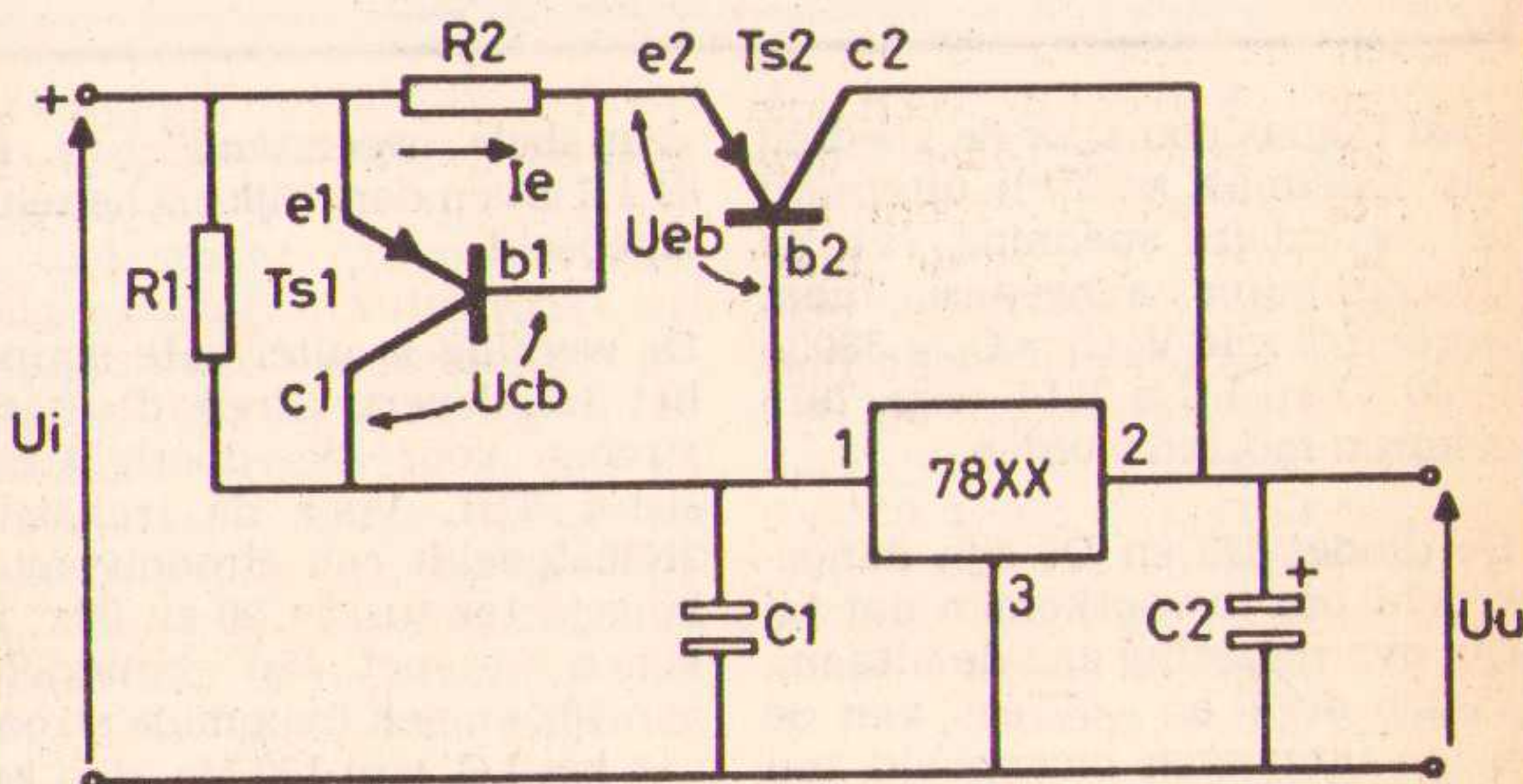
$$C2 = 1000 \mu F / 40 V$$

$$T_s = MJE2955$$

$$U_{i min} = U_u + 3 (V)$$

$$I_{u max} = 5 A$$

fig. 24.1.8



$$R1 \approx 1 \Omega$$

$$R2 \approx 0,2 \Omega$$

$$C1 = 0,22 \mu F$$

$$C2 = 1000 \mu F / 40 V$$

$$T_{s1} = MJE2955 \text{ (op koelplaat)}$$

$$T_{s2} = TIP32 A$$

$$U_{i min} = U_u + 3 (V)$$

fig. 24.1.9

zijn dan de 12 V; mocht dit een bezwaar zijn, dan kan heel eenvoudig een diode in doorlaatrichting tussen „ground” en aarde opgenomen worden volgens fig. 24.1.2 ten einde de uitgangsspanning weer met dit bedrag te verhogen. Voor een TTL-bak is de stabilisatieschakeling van fig. 24.1.6 uitermate geschikt. Als regel worden dergelijke voedingen vast aangesloten, zodat geen bijzondere maatregelen tegen overbelasting, c.q. kortsluiting behoeven te worden genomen. Een (trage) smeltveiligheid in de netsluiting volgens fig. 24.1.1. en een „snelle” smeltveiligheid tussen de voeding en de stabilisatie is alles wat vereist is.

Overigens worden er door (slecht gekozen) veiligheden meer storingen veroorzaakt dan voorkomen! Men diene alleen daar te zekeren waar het absoluut vereist is en waarbij de veiligheid ook inderdaad doorsmelt bij overbelasting of sluiting! Ook dat wordt maar al te vaak uit het oog verloren! Ons driepootje kan ook zeer geschikt als leverancier van constante stroom toegepast worden; de betreffende schakeling is in fig. 24.1.7 afgebeeld:

Tussen de uitgang (2) en de „ground” (3) wordt de weerstand R aangebracht; door deze weerstand vloeit de stroom: $I_r = I_u - I_b$, waarbij I_b weer de „bias” stroom voorstelt. Deze biasstroom wordt veroorzaakt door de referentie-schakeling en door de versterker in het I.C. Als regel is de I_u veel groter dan de I_b (deze bedraagt voor de grootste types ca. 7 mA) zodat de uitgangsstroom I_u vrijwel gelijk is aan:

$$I_u = \frac{U_n}{R}$$

Wensen wij een constante stroom van bijvoorbeeld 100 mA en bedraagt U_n 5 V, dan wordt R gelijk aan 50 Ohm. Meestal wordt een dergelijke schakeling afgesloten met een weerstand R_u , waardoor een spanningsverlies $I_u \cdot R_u$ ontstaat. De ingangsspanning U_i

moet nu in staat zijn deze spanning te kunnen leveren met daarbij nog ca. 3 V voor het I.C. zelf. Voor het leveren van grotere vermogens dan met het I.C. zelf mogelijk is kunnen we, behalve de emitter-volger van fig. 24.1.7 ook het „Piggy-back”-systeem van fig. 24.1.8 en fig. 24.1.9 toepassen: De weerstand R bepaalt de spanning tussen emitter en basis van de transistor; zolang de stroomafname klein is, zal het spanningsverlies over R zo gering zijn, dat TS dicht zit en de stroom geheel door het I.C. bepaald worden. Zodra de spanning over R groter wordt dan ca. 0,6 V (Si-transist.) begint TS te geleiden en neemt daardoor een deel van de stroom van het I.C. over; bij nog grotere stromen zal TS geheel „open” gaan zodat vrijwel de gehele uitgangsstroom door TS wordt geleverd.

Voor TS is in fig. 24.1.8 een PNP-transistor vereist, zodat ons goedkope werkpaard, de 2N3055 niet kan worden toegepast. In tegenstelling tot de emitter-volger van fig. 24.1.6 is de juiste waarde van de uitgangsspanning moeilijk voorspelbaar evenals de exacte stroomverdeling tussen de transistor en het I.C.

De schakeling van fig. 24.1.8 is niet bestand tegen overbelasting, c.q. kortsluiting; ten einde dit wel te bereiken, is in fig. 24.1.9 een extra transistor TS1 toegevoegd.

De weerstand R_1 vervult in fig. 24.1.9 dezelfde functie als R in fig. 24.1.8; bij een spanningsval van ca. 0,6 V over R_1 begint TS2 „open” te gaan; daar de weerstand R_2 veel kleiner is dan R_1 , blijft TS1 voorlopig nog dicht. Wordt de uitgangsstroom echter te groot, dan neemt de spanningsval over R_2 zodanig toe, dat nu TS1 eveneens in geleiding komt; de lage spanning U_{cb} (0,2 – 0,5 V) komt nu parallel te staan aan de veel hogere spanning U_{eb} (0,97–0,85 V) van TS2; hierdoor gaat TS2 minder geleiden, waardoor de stroom tot een veilige waarde begrensd wordt.

Deze maand in Radio Bulletin

HSS-2. Deel 2, luidsprekerkasten
Alarm 82. Compromisloos alarmsysteem
Industrieel nieuws
Voor u gelezen
Activiteiten revue
Homer 5. Professionele tele-ontvanger
TV-techniek. Op zoek naar nieuwe wegen
Penschrijvers. Registreren van grootheden. Deel 2
Service-ervaringen
Afstemming. Handig hulpmiddel bij het afstemmen
NOS in Europees satellietexperiment
48K dynamische RAM-kaart universeel voor 1802. Deel 2

In de reeks 'MK-junior boeken' is een nieuwe uitgave verschenen: 'Computers, een begrijpelijke gids in het computergebeuren'. Hoewel iedereen dagelijks direct of indirect met computers te maken heeft, is het voor velen nog een magische verschijning. In dit 32 pagina's bevattende boekje worden aan de hand van vele illustraties in kleur 'stap voor stap' de werking en toepassingen van de moderne computer beschreven. Ook aan de geschiedenis en ontwikkeling van de computer wordt ruime aandacht geschonken. De inhoud van het boek bestaat o.a. uit een hoofdstuk over het principe van een computer; het computergeheugen; hoe komt een computerprogramma tot stand; kunnen computers denken; soorten computers; computers in kantoren, fabrieken en in huis; computer en kunst etc. etc. Zoals alle MK-junior boeken wordt ook dit boek afgerond met een aantal leuke 'computer'-experimenten en -spelletjes, die de jonge lezer met eenvoudige middelen kan doen.

Auteur Brian Reffin Smith
Uitgeverij De Muiderkring BV
Bestelnummer 015.603
Prijs f 9.50
ISBN 90 6082 221 8

BEKENDE ADRESSEN ★ BEKENDE ADRESSEN ★ BEKENDE ADRESSEN ★ BEKENDE ADRESSEN



**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

Elektronicahuis



De Heurne 30-32
Enschede
Telefoon 053-315169



ELEKTRONIKA
Nieuwstraat 3
Wageningen
Telefoon 08370-12444



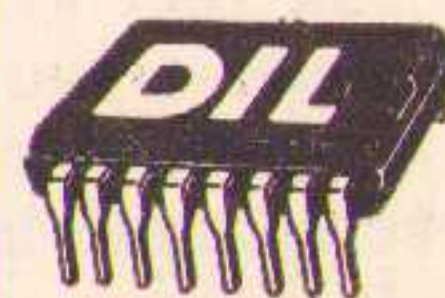
**ZOUTMAN
ELECTRONICS**

Hooftstraat 122
Alphen aan de Rijn
Telefoon 01720-75858

Elektronicahuis



Telgen 11
Hengelo
Telefoon 074-917567

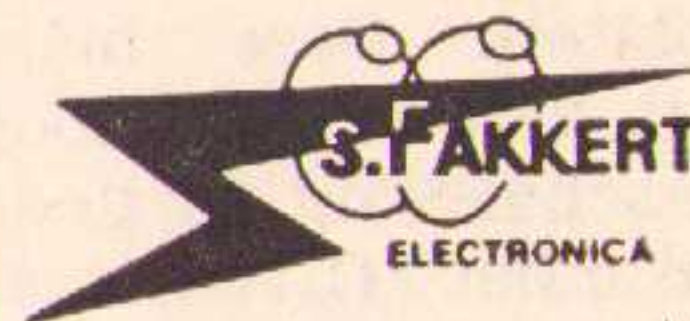


D.I.L. ELEKTRONIKA
Mijnsherenlaan 108
3081 CH Rotterdam
Telefoon 010-854213

Elektronicahuis



Marktstraat 12
Almelo
Telefoon 05490-19191



Thomas á Kempisstraat 126
Zwolle
Telefoon 05200-32357

Elektronicahuis



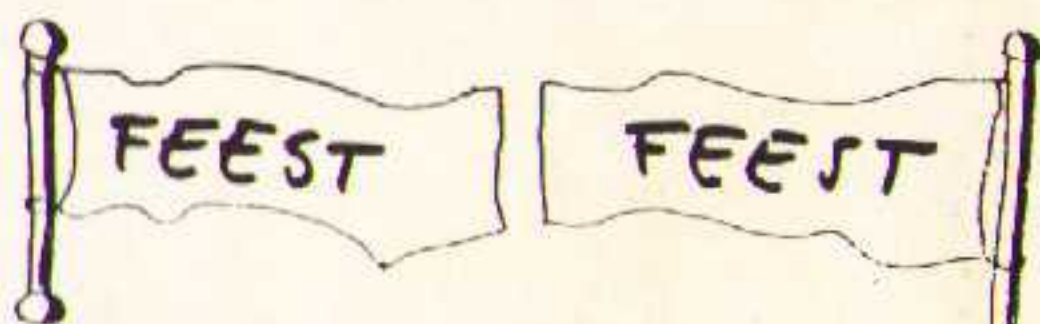
Oude Vismarkt 29
Zwolle
Telefoon 05200-13804

RITON ELEKTRONIKA
Binnenweg 197
Heemstede
Telefoon 023-282573

Radio Beurs

Karnemelkstraat 10
Breda
Telefoon 076-133772

DE BOER



9 jaar de boer

feest voor ons **
een maand lang
veel voordeel voor u**



WAT HEBBEN WIJ DIT JAAR VOOR U IN PETTO?

Wij zochten uit ons uitgebreide assortiment 50 hardlopende artikelen, waarvan U er enkele hiernaast ziet afgebeeld. We hebben voor deze 50 artikelen een prijs vastgesteld die op zichzelf al zeer goed te noemen is. Bovendien kunt U bij elk artikel kiezen uit een gratis premie. Deze artikelen en de premies staan in een uitgebreide folder, die wij U gaarne toezenden. Hiervoor dient U de bon aan de rechterbovenzijde van deze pagina aan ons toe te zenden. Natuurlijk is een telefoontje of een briefkaart ook goed. Richt telefoontjes voor het bestellen van de folder wel aan de postorderafdeling in Eindhoven!

De speciale aanbiedingen gelden echt alleen maar in de maand april 1982, dus zorg dat U er wel snel bij bent, want van sommige artikelen is de voorraad beperkt. En uitverkocht is uitverkocht. We leveren niet meer na voor deze super prijzen. Nogmaals, snel reageren is voordeel voor U!!!

laatste nieuws allerlaatste nieuws!

**DE BOER ELEKTRONIKA
NU OOK IN
'S HERTOGENBOSCH!**

TEL. 073-137580
CITADELLAAN 39 5212 VA 'SHERTOGENBOSCH

bon

JA, STUUR MIJ ZO SNEL UW
MOGELIJK DE FOLDER MET UW
FEESTAANBIEDINGEN.

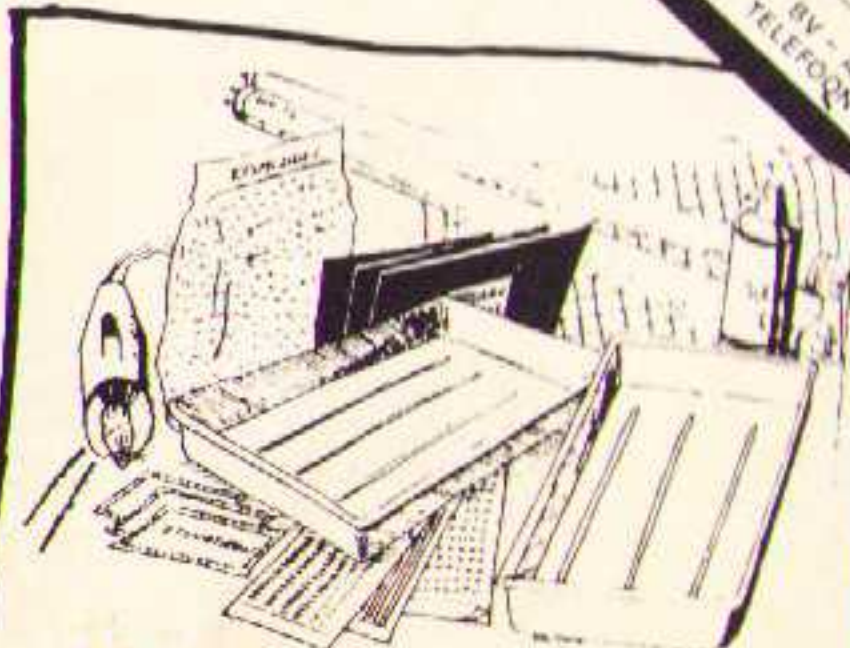
NAAM: _____

ADRES: _____

POSTKODE: _____

PLAATS: _____

UITKNIPPEN EN OPSCHIJNEN NAAR DE BOER ELEKTRONIKA BV - ANTWOORDNUMMER 660 - 5600 WB EINDHOVEN
EEN POSTZEGEL IS NIET NOODIG. EEN BRIEFKAART OF TELEFOONTJE MAG NATUURLIJK.



PRINTSET

Voor het zelf maken van printen.
Bestaat uit:

1. Een "rechtstreeks uit tijdschrift" film, waarmee U een reeds ontworpen print lay-out uit tijdschrift of boek over kunt nemen,
2. Een zak ontwikkelaar en fixeër hiervoor,
3. 3 fotogevoelige printplaten op euro-kaart formaat (10x16cm), enkelzijdig koper,
4. 3 zakjes met ontwikkelaar voor de foto print,
5. 2 UV-TL buizen voor het belichten van fotoprint. (excl. armatuur),
6. Een zak etsmiddel,
7. Een vel polyester ontwerpfolie,
8. Drie vellen met afwijfsymbolen om zelf ontwerpen te maken,
9. 2 kunststof schalen om de chemische baden in te doen,
10. Een spuitbus soldeer- en bescherm- lak voor printplaten,
11. Een printboormachine (+ 12 volt =)
12. 2 boortjes (0,8 en 1mm)
13. Uitgebreide handleiding in boekvorm.

U ziet, completer kan niet.
PREMIE AANBIEDING - E - Prijs **129,-**

**ENKELE
VOORBEELDEN
VAN DAT
AANBIEDINGEN
LIJSTJE!**

-50°C
+150°C

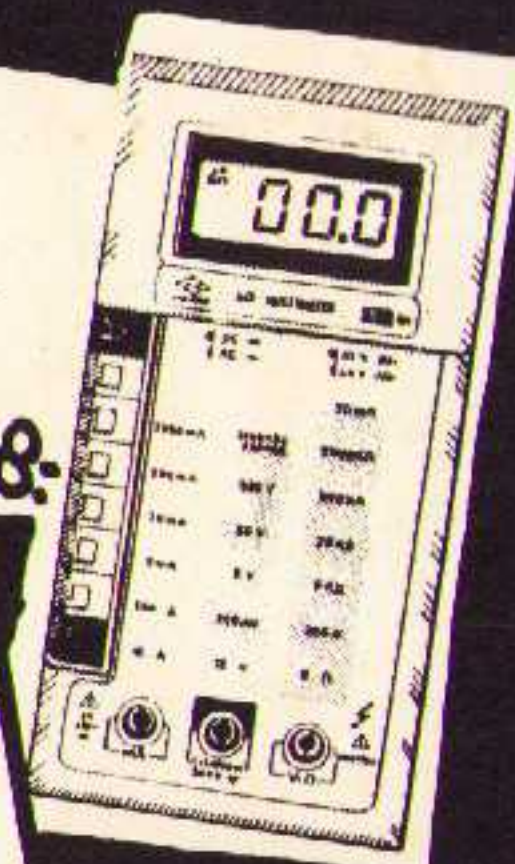


LCD TEMPERAATUURMETER

Bouwpakket van een zeer nauwkeurige LCD temperatuurmeter. Het bereik is van min 50 graden celcius tot plus 150 graden Celcius! Wordt geleverd met lux kastje. Werkt op een normale 9 volt batterij.
PREMIE AANBIEDING - D - Prijs **99,-**

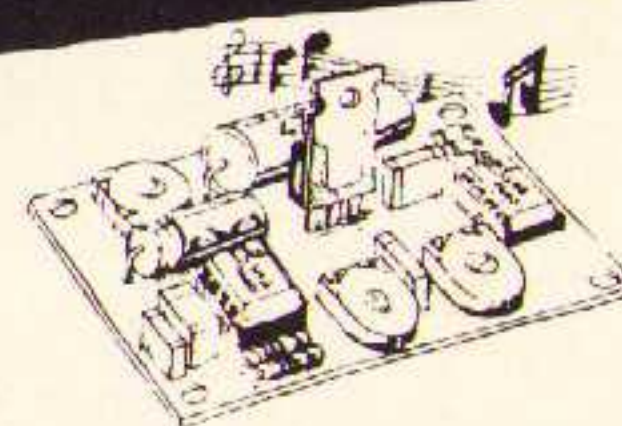
UNIVERSEELMETER LCD MK 601

Digitale multimeter met LCD display. Werkt met een normale 9 volts batterij. Met Nederlandse gebruiksaanwijzing en volledige garantie! Goede beveiliging, veel meetgebieden, hoge nauwkeurigheid.
PREMIE AANBIEDING - F - Prijs **198,-**



ARPERGIO GONG

Bouwpakket voor het maken van een gong. Klinkt meertonig en geeft een verbluffend aardig effect als huisbel. Ook te gebruiken als oproepgong in geluidsinstallaties.
PREMIE AANBIEDING - A - Prijs **36,50**



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 'SHERTOGENBOSCH 073-137580

Bearcat[®]

COMPUTERSCANNERS

...nog steeds niet te evenaren!



Een reeks digitale scanners met micro-processor. Stuk voor stuk met een heldere, duidelijke display om frekwenties, kanaalnummers en alle ingeschakelde functies direkt af te lezen.

BEARCAT 250 FB

50 kanalen en zoekgeheugen tot 64 frekwenties.

- Europees frekwentiebereik en gevoeligheid: 66 - 88 MHz./0,4 uV/12 dB
- 146 - 174 MHz./0,4 uV/12 dB
- 420 - 512 MHz./0,6 uV/12 dB
- scansnelheid 5 of 15 kan./sec. • prioriteit voor een belangrijke frekwentie • automatische 'search' met opslag tot 64 frekwenties in het zoekgeheugen • ingebouwde klok • basis/mobiel (220V/12V) • bijgeleverde telescoopantenne.

BEARCAT 20/20 FB

40 kanalen (20+20)

- Europees frekwentiebereik en gevoeligheid: 66 - 88 MHz./beter dan 0,3 uV/12dB
- 118 - 136 MHz./beter dan 0,8 uV/10dB
- 144 - 174 MHz./beter dan 0,3 uV/12dB
- 420 - 512 MHz./beter dan 0,6 uV/12dB
- scansnelheid 5 of 15 kan./sec. • prioriteit voor een belangrijke frekwentie • search voor onbekende frekwenties • delay • basis/mobiel (220V/12V) • AM/FM omschakelbaar op alle frekwenties (als optie verkrijgbaar) • bijgeleverde telescoopantenne.

BEARCAT 100 FB

16 kanalen programmeerbare pocketscanner, altijd binnen handbereik.

- Europees frekwentiebereik en gevoeligheid: 66 - 88 MHz./0,6 uV
- 138 - 174 MHz./0,6 uV
- 406 - 512 MHz./1,0 uV
- scansnelheid 16 kan./sec. • 'search' voor onbekende frekwenties • batterij-indicator • aansluiting oortelefoon • flexibele antenne • 17,5 x 7,5 x 3 cm.

BEARCAT 350 FB

50 kanalen en alfanumerieke display.

- Europees frekwentiebereik en gevoeligheid: 66 - 88 MHz./0,4 uV/12dB
- 118 - 136 MHz./0,5 uV/10dB
- 144 - 174 MHz./0,4 uV/12dB
- 420 - 512 MHz./0,8 uV/12dB
- scansnelheid 10 of 20 kan./sec. • automatische en manuele search • prioriteit voor een belangrijke frekwentie • statisch geheugen • delay • programmering stations in code tot 8 letters • basis/mobiel (220V/12V) • teller kanaal-aktie • automatische en manuele 'squelch' • bijgeleverde telescoopantenne.

BEARCAT 150 FB

10 kanalen, vingertip toetsenbord, en de voordeligste.

- Europees frekwentiebereik en gevoeligheid: 66 - 88 MHz./0,8 uV/12dB
- 144 - 174 MHz./0,8 uV/12dB
- 440 - 512 MHz./1,2 uV/12dB
- scansnelheid 20 kan./sec. • delay ca. 2 sec. • 220V/50Hz • bijgeleverde telescoopantenne.

BEARCAT 300 F

50 kanalen en méér dan 2100 voorgeprogrammeerde frekwenties.

- Frekwentiebereik en gevoeligheid: 32 - 50 MHz./0,4 uV/12dB
- 118 - 136 MHz./0,5 uV/10dB
- 144 - 174 MHz./0,4 uV/12dB
- 420 - 512 MHz./0,8 uV/12dB
- Op aanvraag ook leverbaar in Europese frekwentie.
- scansnelheid 5 of 15 kan./sec. • prioriteit voor een belangrijke frekwentie • delay • tijdsaanwijding • dimmer voor displayweergave • voorgeprogrammeerde frekwentiegebieden • basis/mobiel (220V/12V) • bijgeleverde telescoopantenne.

EA Electronics b.v. is alleenimporteur van alle BEARCAT-produkten. Bovendien leverancier van het complete EA-programma voedingen, omvormers, meetapparatuur, antennes en accessoires, portofoons, mobilofoons en micro-

foons, voor industrie en de veeleisende hobbyist.

Voor EA Exclusiefdealers, bel 072-153858 of zie onze voedingenadvertentie in Radio Bulletin/Electronica ABC van vorige maanden.

EA[®] ELECTRONICS BV

Ged. Nieuwe Sloot 113 - 1811 KR Alkmaar - tel. 072-153858 - telex 57572