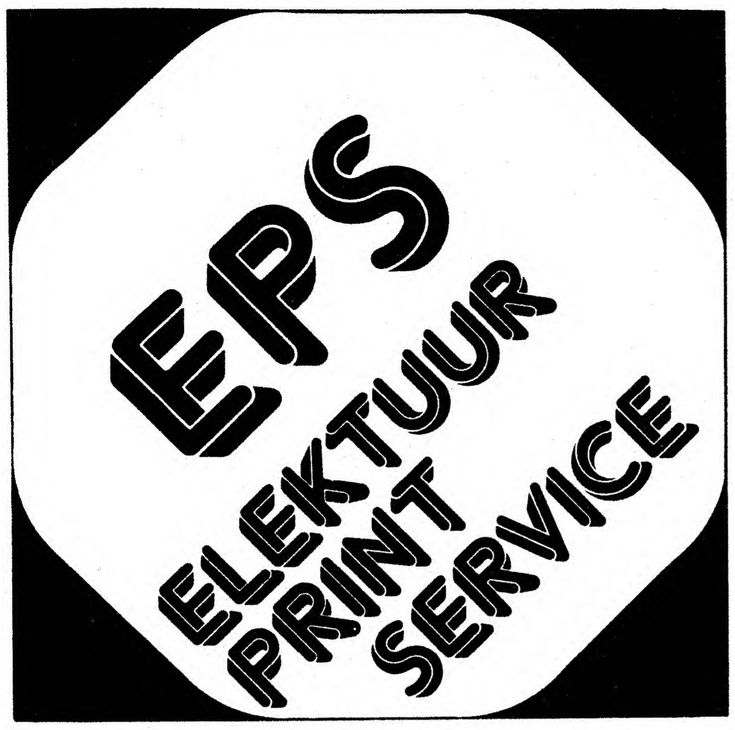
elektuur 158

maandblad voor
elektronika
december 1976
prijs 280 ct

digitaal meten
parkeeralarm
hazejacht
een elektronisch spel
hifi-dynamiekkompressor



Elektuurprinten kunnen worden besteld via de handel en uitsluitend tegen vooruitbetaling bij Elektuur b.v., Beek (L.) op giro 124.11.00, voor België PCR 000-017.70.26-01. Per zending dient f 1,60 (Bfrs. 27) voor porto c.q. administratiekosten te worden toegevoegd. Vanaf mei 1975 zijn alle printen aan de koperzijde voorzien van een soldeermasker, aan de keerzijde zijn de komponenten in wit gedrukt en zijn de verbindingen zichtbaar gemaakt met zwarte druk.

bestel-nr.	guldens	Bfrs.	print
mei 1971			
97-536	6,50	111	nieuwe edwinversterker
mei 1972			
82-126	6,50	111	edwinversterker
december 1972			
1499	8,—	136	ekwa-versterker
september 1973			
1607a	7,90	134	mosklok 5314 basis-print
1607b	5,80	99	mosklok 5314 indikatie-print
oktober 1973			
1620	4,—	68	mosklok 5314 tijdbasis
halfgeleidergids 1974			
4414	6,60	112	digitale TTL-klok
4523	6,60	112	universele auto-ontsteking
4531	8,60	146	voeding 0-35 V (2 A)
november 1974			
6022	10,—	170	feedback PLL-FM-ontvanger
6022D2	12,50	213	frontplaat voor bovenstaande ontvanger
6022C	19,60	333	versterker voor feedback PLL-FM-ontvanger
6022C2	12,50	213	frontplaat voor bovenstaande versterker
december 1974			
4040a	5,50	94	MD-dec. '74
4046	5,—	85	TTL-voeding
februari 1975			
6025	9,—	153	TV-geluid
maart 1975			
6027	7,90	134	LSP 1
6029	6,10	104	OTA-PLL
7043	4,—	68	geïnt. spanningsregelaar
april 1975			
9004	13,20	224	DIS '75 (0 ... −15 V/ 0 ...+15 V, 1,2 A)
9005	6,—	102	dual regulator (50 mV ... 30 V, 2 A)
mei 1975			
9033	7,10	121	frekwentiemeter
9076	9,75	166	TUP-TUN tester
9076-2A	11,—	187	frontplaat TUP-TUN tester
9312	6,25	106	minitron display
9313	6,25	106	LED-display
9314	5,10	87	teller-unit voor display
juni 1975			
9029-2	5,—	85	TV-tennis VHF-oscillator
9052	6,20	105	migo
halfgeleidergids 1975			
9110	4,50	77	geïntegr. drumstel M 252
9119	4,20	71	7400-sirene
9325	9,—	153	digibel
september 1975			
6031	11,75	200	SSB-ontvanger
9031-1	6,30	107	meetversterker
9031-2	4,10	70	−5 V voeding voor meetversterker
9081	5,25	89	24-uurs wekker
9175	3,60	61	funimeter
oktober 1975			
9017	13,60	231	peanullomaat (automatic call generator)
9191	6,—	102	730/740 (IC-regelversterker
november 1975			
9099-3	11,80	201	elektorskoop: voedingsprint
9099-4	9,—	153	elektorskoop: H.S.-voedingsprint (1000 V)
9099-6	13,70	233	elektorskoop: basisprint
9115-NL	6,10	104	AFP
9169	3,80	65	dobbelsteen
9368	4,80	82	naderingsschakelaar
9369	3,75	64	mini-MG
december 1975			
9329	5,—	85	intelligent logisch display
9344-1	1,60	27	IC-drummer: instrumentenprint voor 9344-2
9344-2	8,75	149	IC-drummer: basis-instrumentenprint
9344-3	6,20	105	IC-drummer: ritmeprint M253AA
9099-1	13,45	229	elektorskoop: X-print
9099-5	12,75	217	elektorskoop: eindversterker
januari 1976			
9099-2	15,20	258	elektorskoop: Y-print
9099-7	12,80	218	elektorskoop: HS-voedingsprint (2000 V)
9343	2,—	34	naalddrukmeter
9401	11,10	189	ekwinversterker
9392-1	6,45	110	d.a.m. basisprint (rond)
9392-2	8,70	148	d.a.m. frontplaat (rond)
9392-3	4,90	83	universele print (d.a.m.)
9392-4	4,—	68	print voor 16 LED's (d.a.m.)
februari 1976			
9029-1	20,95	356	TV-tennis (gewijzigd)
9144	6,70	114	20 watt IC-versterker
9190	4,50	77	eenvoudige hoofdtelefoonversterker
9357	6,80	116	tefem (konverter voor TV-geluid)
9361-1	9,50	162	elektorskoop: frontplaat voor 7 cm beeldbuis
9361-2	6,30	107	elektorskoop: frontplaat voor X-moduul
9361-3	6,30	107	elektorskoop: frontplaat voor Y1-moduul
9361-4	6,30	107	elektorskoop: frontplaat voor Y2-moduul
9398	10,50	179	preco (ingangsversterker)
9399	6,—	102	preco (regelversterker)
9410-1	19,90	338	elektorskoop: frontplaat voor 13 cm beeldbuis
9410-2	4,10	70	elektorskoop: frontplaat voor bedieningsorganen
9410-3	10,20	173	elektorskoop: masker voor 13 cm beeldbuis
maart 1976			
9218b	4,40	75	5 V IC-voeding (gewijzigd)
9363	24,30	413	uitbreidingsprint TV-tennis
9397-1	3,90	66	horloge met dag-aanduiding
9397-2	3,90	66	horloge zonder dag-aanduiding
9423	4,—	68	kamerantenne
april 1976			
9203	4,50	77	wandellicht
9356	23,—	391	FM 76 (3 printen)
9379	6,20	105	polatimer
9403	12,—	204	LED-lichtorgel
9413	3,80	65	meetversterker
9427	3,40	58	fet-probe
9428	5,50	94	albar (ultrasoon alarm)
9437	4,95	84	voeding voor albar
9438	4,65	79	toeter voor albar
mei 1976			
9404	6,—	102	universele timer
9439	5,—	85	audicee, vermogens-IC-versterker, één miniprint voor audio-IC's van 15 tot 40 watt
9465	7,20	122	PLUS-76, een regelbare IC-voeding van 1,2 ... 25 V, 1,5 A
juni 1976			
9405	23,—	391	puntenteller voor TV-tennis
9449	7,30	124	auto-service-meetapparaat
9460	6,20	105	toerenteller, in kombinatie met de d.a.m. vormt hij een elektronische toerentalmeter
9473	6,40	109	benzineverbruiksmeter
9474-1	3,—	51	eenvoudige intervalschakeling voor de ruitenwisser
9474-2	3,—	51	universele intervalschakeling, opgebouwd rond de 555
9476	6,—	105	stroboskoop en kampeerverlichting
halfgeleidergids 1976			
1497	15,—	255	matrix
9506	5,80	99	7 watt IC-versterker
9512	4,30	73	armeluis FMini tuner
9516-1+2	8,50	145	triac-capacicoupler
9522	4,50	77	visserijkonverter
9525	5,25	89	LED-clip-indikator
9540	6,60	112	stereo-versterker voor hoogohmige koptelefoons
9547	7,—	119	luchtvaartkommunikatie-ontvanger
9578	5,60	95	stemvork
9636	3,—	51	regelbare IC-voeding (5 ... 30 V of −2,5 ... −30 V, 1 A)
9637	2,50	43	simmetrische voeding (5 ... 15 V/ −5 ... −15 V, 1 A)
9641	3,—	51	goedkope SSB-adapter
9647	8,90	151	simmetrische eindversterker (40 W in 8 Ω)
9689	3,30	56	TBA 120 T (MF-strip)
9707	3,50	60	triac-capacicouplersturing
september 1976			
9407	11,90	202	phasing-vibrato
9412	15,—	255	megafoon
9447-1	16,60	282	variometer FM-tuner
6029	6,10	104	OTA-PLL
9470	2,40	41	AM-ontvanger
9487	7,—	119	ruisgenerator
oktober 1976			
9156	4,60	78	interkom
9444	28,60	486	stereo-mengpaneel
9447-2	7,10	120	MF-konverter
9447-3	5,—	85	stereo-filter en -dekoder
9468	1,90	32	krekel
9469	2,40	40	intelligente eierwekker
9494	32,—	544	SQ-dekoder (SQL-200)
9750	7,80	133	gevoelige metaaldetektor
9751	6,10	104	politiesirene
november 1976			
9192	14,90	257	sensorsturing
9499-1	3,—	51	LF-versterker (tienerradio)
9499-2	3,—	51	voeding voor tienerradio
9500	10,30	175	keuken-wekker-slaapkamer-radio-klok
9755-1			temperatuur/spanning-omzetter (thermometer)
9755-2	15,25	259	spanning/frekwentie-omzetter (thermometer)
9773	5,—	85	duitendief
december 1976			
9395	15,30	260	hifi dynamiekkompressor
9484	4,10	70	toerenregelaar voor boormachines
9491	3,90	66	parkeeralarm
9759	32,—	544	morsedekoder
9764	18,—	306	hazejacht

© UITGEVERSMAATSCHAPPIJ ELEKTUUR B.V., 1976
Overneming van de inhoud van een aflevering van Elektuur of van een deel daarvan zonder schriftelijke toestemming van de uitgeefster is verboden.

AUTEURSRECHT
De auteursrechtelijke bescherming van de inhoud van Elektuur strekt zich mede uit tot de illustraties met inbegrip van de printed circuits evenals tot de ontwerpen daarvoor.
In verband met artikel 30 Rijksoktrooiwet mogen de in Elektuur opgenomen schakelingen slechts voor partikuliere of wetenschappelijke doeleinden vervaardigd worden en niet in of voor een bedrijf.
Het toepassen van schakelingen geschiedt buiten verantwoordelijkheid van de uitgeefster.
De uitgeefster is niet verplicht ongevraagd ingezonden bijdragen, die zij niet voor publikatie aanvaardt, terug te zenden.
Indien de uitgeefster een ingezonden bijdrage voor publikatie aanvaardt, is zij gerechtigd deze op haar kosten te (doen) bewerken; de uitgeefster is tevens gerechtigd een bijdrage te (doen) vertalen en voor haar andere uitgaven en aktiviteiten te gebruiken tegen de daarvoor bij uitgeefster gebruikelijke vergoeding.

Het maandblad Elektuur verschijnt de eerste van elke maand behalve in juli en augustus, waarin een dubbelnummer verschijnt als speciale uitgave voor halfgeleiderschakelingen; de zogenaamde halfgeleidergids.

UITGAVE:
Elektuur B.V., Postbus 75, Beek (L.)
Telefoon: 04402-4200.
Telex: 56617. Giro: 124 11 00.
t.n.v. elektuur b.v. Bank: ABN-Geleen
Rekening nr. 57 83 41 883
voor België: PCR 000-017.70.26-01.
Kantoortijden: 8.30 - 12.45 en 13.30 - 16.45 uur.

HOOFDREDAKTIE
Bob W. van der Horst

REDAKTIE NEDERLAND
P.E.L. Kersemakers
J.F. van Rooy

TECHNISCHE REDAKTIE
J. Barendrecht
G.H.K. Dam
P.V. Holmes
E. Krempelsauer
G.H. Nachbar
Fr. Scheel
K.S.M. Walraven

Technisch vragenuurtje: tel. 04402-1850 uitsluitend 's maandags van 13.30 - 16.45 uur.
Schriftelijke vragen (in linker bovenhoek code TV) worden uitsluitend beantwoord indien enveloppe met adres en postzegel is bijgevoegd.

GRAFISCHE VORMGEVING
C. Sinke

ABONNEMENTEN
Mevr. A. van Meyel.

Abonnementen 1977	
Nederland	België
f 29,90	Bfrs. 498

Overige landen f 40,—.
Voor België: prijs losse nummers Bfrs. 50.
Reeds verschenen nummers op aanvraag leverbaar.

Adreswijzigingen dienen 3 weken vooraf schriftelijk te worden doorgegeven met vermelding van het oude en nieuwe adres en abonneenummer aan Postbus 75, Beek (L), Tel. 04402-4200.

ADVERTENTIE-EXPLOITATIE
Tarieven Nederland en tarieven Internationale Advertentie Service (gekombineerd adverteren in Nederlandse-, Duitse- en Engelse uitgave), op aanvraag.

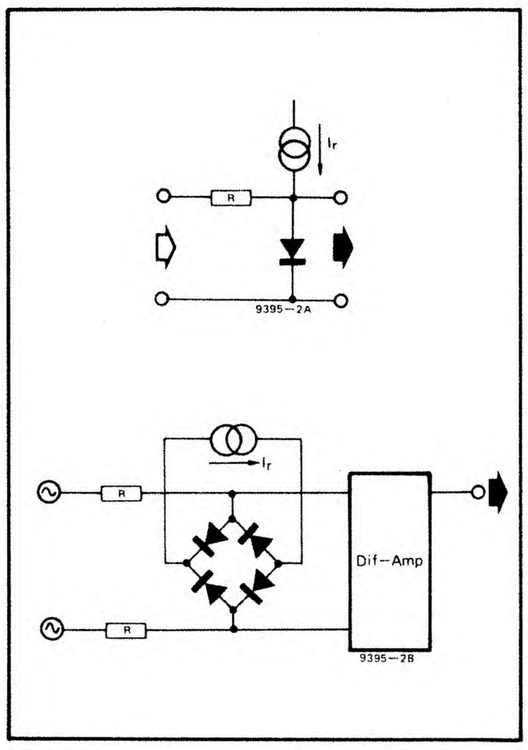
KORRESPONDENTIE
in linker bovenhoek vermelden:

TV technische vragen
HR hoofdredaktie
AW adreswijzigingen
EPS printservice
ADV advertenties
ABO abonnementen
RS redaktiesekretariaat

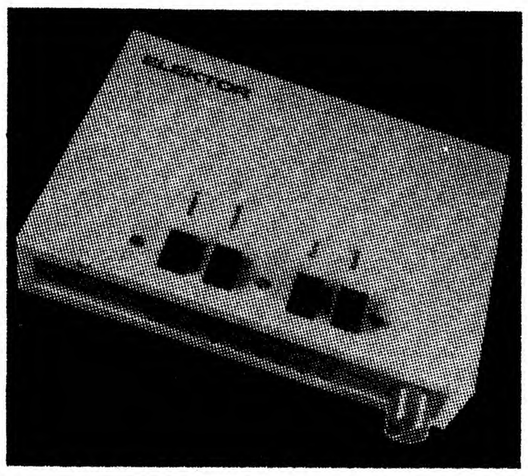
elektuur

maandblad voor elektronika

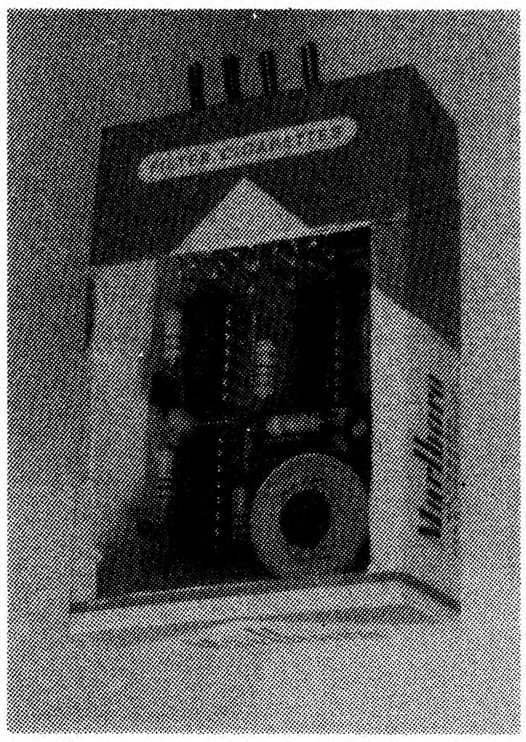
ISSN 0376-4753
16e jaargang nr. 12
december 1976



Behalve in opnamestudio's, zijn **dynamiekkompressors** als 'automatische volumeregelaars' terug te vinden in bijv. interkoms, diskoteekinstallaties en bandrecorders. De hier beschreven hifi stereouitvoering is vooral bedoeld voor die gevallen waarin kompressie van muziek of spraak op zeer vervormingsarme wijze moet geschieden.
blz. 1224



'Hazejacht' is een zelfs voor dierenvrienden vermakelijk spel, waarbij een LED-jager jacht maakt op een LED-haas.
blz. 1242



Het bezit van een **parkeeralarm** kan voor veel autobezitters aardig boetebesparend werken. Hier wordt een als vestzakschakeling uitgevoerde versie beschreven, die de bezitter er hoorbaar èn zichtbaar op attendeert dat de parkeertijd is verstreken. blz. 1246

'Zo maar wat elektronica' bleek door de vorm en de kleur toch best eens een aardige omslagplaat op te kunnen leveren.

INHOUD

1222 **selektuur**

1224 **hifi dynamiekkompressor**

1232 **eikwijt**
meer tegenkoppeling mogelijk door meekoppeling

1233 **toerentalregelaar voor boormachines**
Met deze regelaar kan het toerental van de boor aangepast worden aan de boordiameter en aan het materiaal. Het ingestelde toerental is binnen bepaalde grenzen onafhankelijk van de belasting.

1235 **het lek van elektuur**
elektorskoop

1236 **digitaal meten**
In dit artikel wordt een kort overzicht gegeven van een aantal IC's welke een nagenoeg komplete digitale voltmeter bevatten.

1242 **hazejacht**

1246 **parkeeralarm**

1248 **de BF 494 op verschillende poten**
Opheldering over verschillende aansluitgegevens van de BF 494.

1249 **een goede start voor 1977**
Een korte beschrijving van enkele interessante ontwerpen, welke voor 1977 gepland zijn.

1250 **automatische bereikomschakelaar**
Deze elektronische bereikomschakelaar stelt automatisch het juiste meetbereik van een digitale teller in.

1254 **reële belastingsweerstand**
Hoe verkrijgt men een induktie-arme weerstand voor meetdoeleinden?

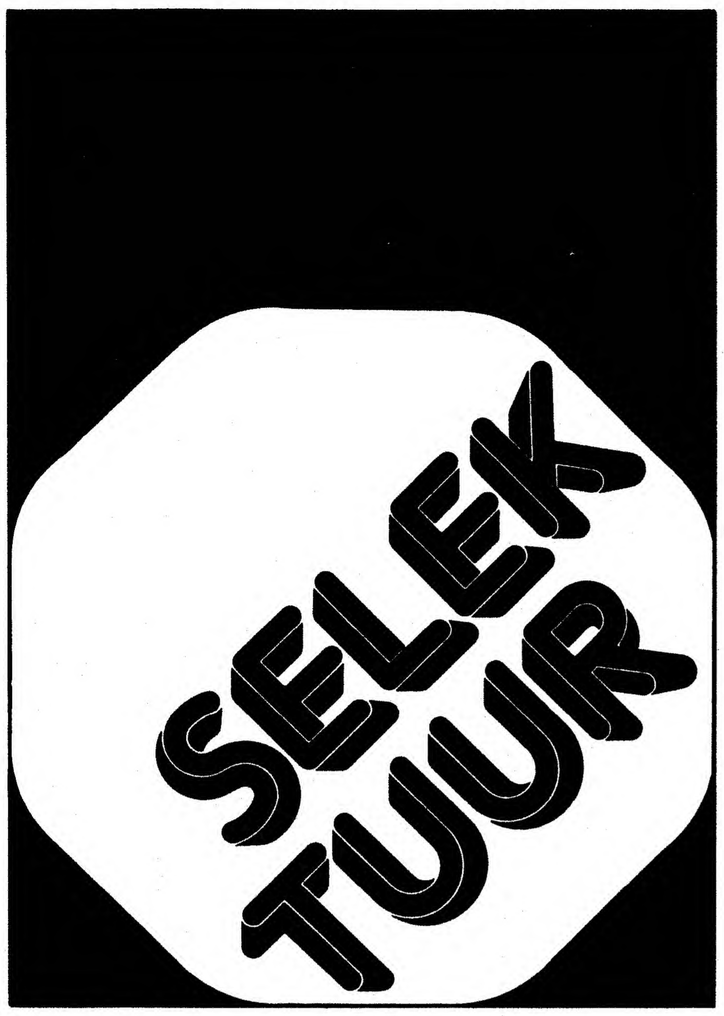
1254 **elektuur-dekoder**

1255 **zwaartekracht-oplichter**
Op elektronische wijze is het mogelijk een voorwerp vrij te laten zweven.

1260 **morsedekoder (deel 3)**

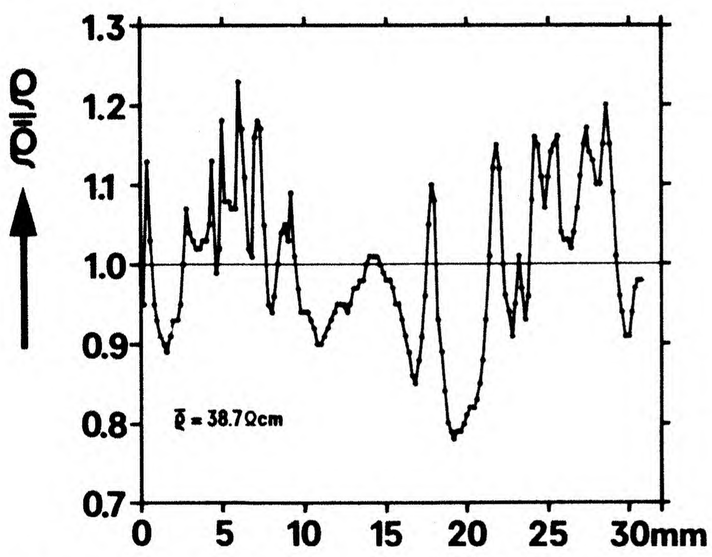
1266 **inhoud 1976**

1267 **markt**

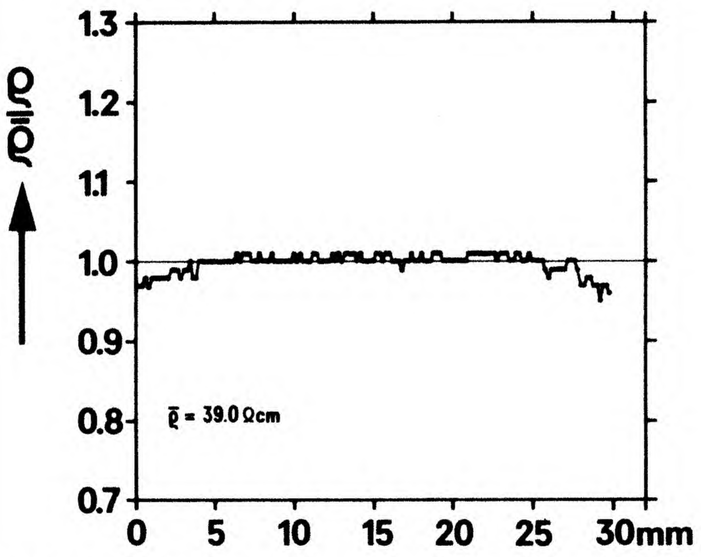


Neutronenbestraling van silicium - waartoe dient dit eigenlijk?

Silicium is tegenwoordig de grondstof voor de belangrijkste halfgeleider-bouwelementen. Door dotering kunnen de elektrische eigenschappen van silicium worden aangepast aan de gestelde eisen. Voor het doteren worden stoffen gebruikt met drie of vijf valentie-elektronen in de buitenste atoomschil, bijvoorbeeld arsenicum, borium, gallium of fosfor. De homogeniteit van het



doteren is van beslissend belang voor de elektrische eigenschappen van het eind-produkt. In het bijzonder op het gebied van de vermogenselektronika, waarbij grensvermogens op betrouwbare en ekonomische wijze moeten kunnen worden beheerst, speelt de gelijkmatig-heid van de dotering een zeer grote rol. Bij het konventionele doteringsproces wordt het doteermiddel, bijvoorbeeld fosfor, in gasvormige toestand toege-voerd aan het silicium. Tengevolge van variaties in het groeitempo wordt het fosfor niet homogeen in het kristal-rooster van de siliciumstaaf opgenomen. Hierbij bedraagt de gemiddelde toleran-tie 30%.
Siemens is er nu in geslaagd een werk-wijze te ontwikkelen waarmede een tot nu toe ongekende homogeniteit van de dotering kan worden gerealiseerd: het bestralen van de siliciumstaaf met neutronen. Het doteringsmiddel fosfor wordt bij dit proces als het ware 'inge-bouwd' in het reeds gereed zijnde siliciumkristal. Dit Neutronen-



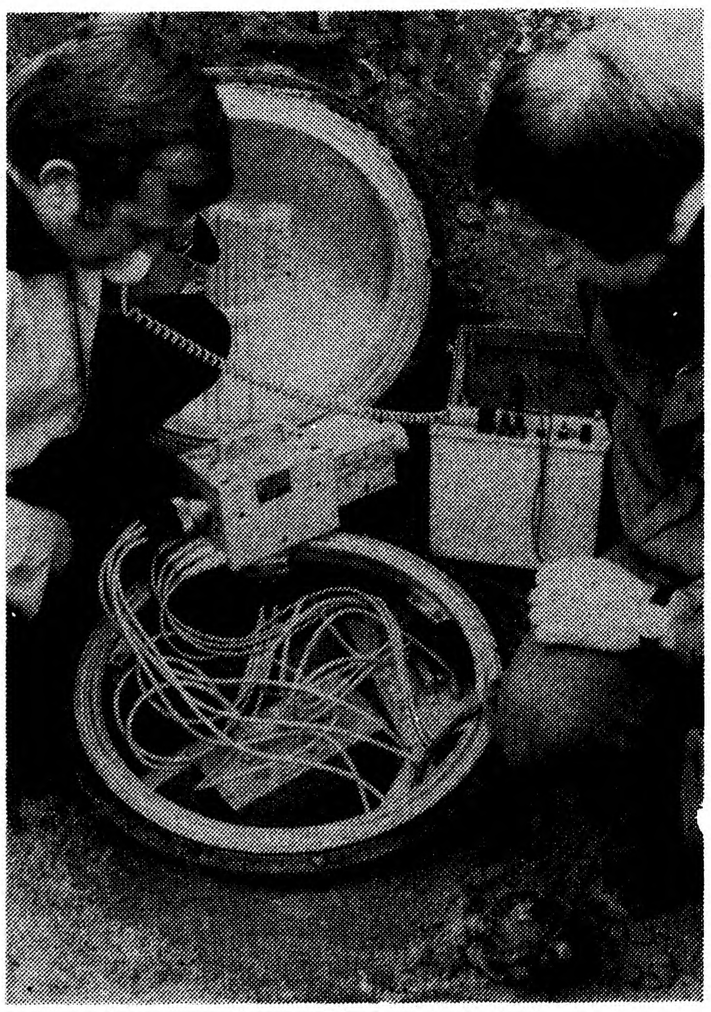
Mikroskopisch verloop van de relatieve weer-stand $\frac{\rho}{\bar{\rho}}$ over een siliciumschijfje. Links: langs konventionele weg gedoteerd silicium. Rechts: NBH-silicium. De metingen variëren om de in de grafiek aangegeven gemiddelde waarde $\bar{\rho}$.

bestraalde, Homogeen-gedoteerde silicium (NBH-silicium) maakte de ontwikkeling van een nieuwe generatie vermogensthyristors mogelijk. Een voorbeeld hiervan is de nieuwe thyristor BSt R 68, die bij een perio-dieke piek-sperspanning van 3200 V (positief c.q. negatief) een gemiddelde doorlaatstroom van 800 A verdraagt. Stroomstoten met een tijdsduur van 10 ms van meer dan 13.000 A zijn toelaatbaar.
Bij dit nieuw ontwikkelde doterings-proces wordt een simpel kernfysisch verschijnsel toegepast. Silicium bestaat uit de isotopen ^{28}Si, ^{29}Si en ^{30}Si. Bij het bestralen met thermische neutronen gaan deze isotopen over in ^{29}Si, ^{30}Si en ^{31}Si. De beide eerstgenoemde isotopen zijn stabiel, terwijl de isotoop ^{31}Si radio-aktief is doch onder het uitstralen van β-deeltjes (elektronen) overgaat in de stabiele fosfor-isotoop ^{31}P. In het Siemens ontwikkelingslaboratorium werd deze reaktie benut voor een nieuwe doteerwijze. Siliciumstaven met een lengte tot 80 centimeter worden in kernreaktoren gedurende ongeveer twee uur met neutronen bestraald. De van de silicium-isotopen ^{31}Si afkomstige radio-aktiviteit is, dank zij de korte halverings-tijd, na circa drie dagen verdwenen. Hierna kan het bestraalde silicium op dezelfde wijze worden verwerkt als een niet bestraalde grondstof.

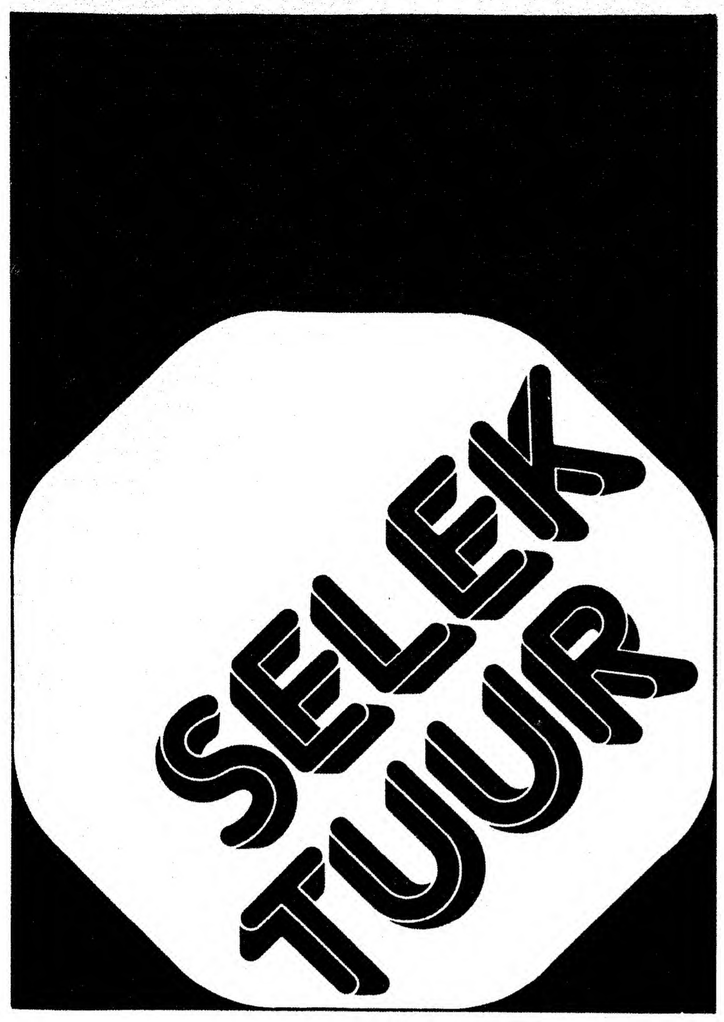
Siemens Nederland N.V.,
Postbus 1068, Den Haag

Eerste draaggolfsysteem V 10800 in Duitsland in gebruik

10.800 telefoongesprekken – dat is precies viermaal zoveel als tot nu toe - kunnen gelijktijdig over één enkele koaxiale kabel worden overgebracht met het door Siemens ontwikkelde draaggolfsysteem V 10800. Zijn offi-ciële première in Duitsland beleefde dit systeem eind mei 1976, toen de Duitse posterijen op een 300 km lang trajekt tussen de knooppunten Frankfurt en Düsseldorf de eerste drie verbindingen volgens deze nieuwe techniek in gebruik nam. Deze verbindingen vormen de eerste delen van een lange-afstand-telefoonnet, waarvan de uitbreiding in volle gang is.
Het nieuwe draaggolfsysteem, ontwik-keld volgens de eisen van de Deutsche Bundespost en internationale aanbeve-lingen, is een typisch lange-afstand-systeem met een bandbreedte van 60 MHz en geschikt voor het overbrug-gen van afstanden in de orde van grootte van 'in één keer dwars door Europa'. Het is de konsekwente voortzetting van de bestaande ontwikkelingslijn bij Siemens, die via systemen met 12, 120, 300 en 960 spraakkanalen, welke ook steeds een overeenkomstige vergroting



van de bandbreedte met zich mee-brachten, tenslotte leidde tot het systeem V 2700. Het systeem V 10800 werd sinds 1971 bijna twee jaar lang door de Duitse posterijen getest op een 20 km lange kabel. Een ongeveer 100 km lange koaxiale kabelverbinding volgens deze techniek is sinds eind 1972 in gebruik bij de Zweedse telefoondienst. Doorslaggevend voor de bij het systeem V 10800 bereikte bandbreedte van 60 MHz (t.o.v. 12 MHz bij 2700 kanalen) zijn de door Siemens ontwikkelde lijn-versterkers, die met onderlinge afstan-den van 1,5 km de opgetreden dempingsverliezen kompenseren. Op het nu in gebruik genomen trajekt van 300 km met drie verbindingen worden dus in totaal 3 x 200 van deze tussen-versterkers toegepast. Zij zijn in bakken ter grootte van een wasketel in de grond ingegraven. Omdat ook de kabel onder-gronds loopt, is de installatie niet te zien en bovendien goed beschermd. De veilige, ondergrondse ligging is een essentieel kenmerk van het nieuwe systeem, want de lange-afstandverbin-dingen moeten kontinu in gebruik zijn gedurende een periode van minstens 15 tot 20 jaar. De eisen die daardoor aan levensduur en betrouwbaarheid worden gesteld, kunnen alleen worden vervuld door zorgvuldig gekozen komponenten in kombinatie met een gerijpt produktieproces en een strenge kwaliteitskontrole. Met onderlinge afstanden van ongeveer 100 km komt



de kabel uit in bovengrondse versterkerstations. Van daaruit worden de ondergrondse tussenversterkers via de binnengeleider van de koaxiale kabel elektrisch gevoed. Voor het overbrengen van één telefoongesprek over de 300 km lange verbinding is slechts ongeveer 0,2 W nodig.
Via een systeem met een bandbreedte van 60 MHz kunnen natuurlijk niet alleen telefoongesprekken, maar ook radio- en televisieprogramma's worden overgebracht. In plaats van de genoemde 10.800 spraakkanalen kunnen bijvoorbeeld in beide richtingen zes kanalen voor kleurentelevisie worden gebruikt. Bij gemengd gebruik zijn tegelijk enkele kleurentelevisieprogramma's, verscheidene tientallen stereo-radioprogramma's met hifi-kwaliteit en bovendien nog enkele duizenden telefoongesprekken mogelijk.

Siemens Nederland N.V.,
Postbus 1068, Den Haag

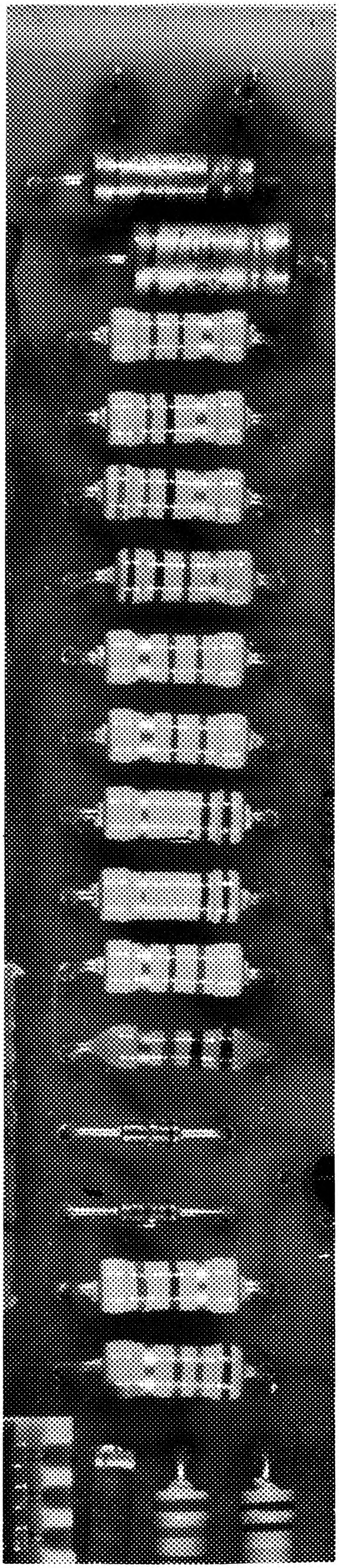
Automatische waarschuwing voor filevorming

Kettingbotsingen horen tot de meest frekwente en zwaarste verkeersongevallen op autosnelwegen. Alleen al in 1974 vielen er in Duitsland op deze wijze 528 doden; dat is meer dan 60% van alle dodelijk verongelukte verkeersslachtoffers in dat land. Te weinig afstand en vooral het niet tijdig onderkennen van filevorming zijn de hoofdoorzaken van deze verschrikkelijke ongelukken. Bijzonder gevaarlijk in dit opzicht zijn de drukke, bochtige en hellende stukken snelweg. Op een dergelijk gedeelte van de autobaan Stuttgart-München werd kortgeleden een door een computer bestuurde, geheel automatisch werkende waarschuwingsinstallatie in bedrijf genomen, de eerste ter wereld. Deze door Siemens geleverde installatie werd in opdracht gegeven door het Duitse ministerie van verkeer.
Nu probeert de politie nog met behulp van ijlings geplaatste waarschuwingsborden en alarm-knipperlichten of door middel van radioboodschappen automobilisten voor filevorming te waarschuwen. Meestal ontstaan files echter geheel onverwachts, of is na korte tijd het einde van de file al tot een heel eind vóór het eerste waarschuwingsbord 'uitgegroeid', zodat de verkeerssituatie opnieuw zeer kritiek wordt.
Met deze nieuwe waarschuwingsinstallatie zal dit alles tot het verleden behoren. Over een afstand van acht kilometer overspannen in totaal 15 portalen de rijbaan op het bijzonder gevaarlijke trajekt Kirchheim/Teck-Aichelberg. Op de portalen, die op onderlinge afstanden van 500 meter zijn geplaatst, zijn z.g. matrix-borden gemonteerd, die voor elke rijbaan drie snelheidslimieten geven en ook de waarschuwing 'STAU'

(file) kunnen produceren. Het nieuwe van deze installatie is echter niet de betrekkelijk dichte waarschuwingsketen, maar de geheel automatische besturing van de borden in reaktie op zich vormende en veranderende files.
Hiertoe is uiteraard informatie nodig over de heersende verkeerstoestand. Deze gegevens worden geleverd door z.g. induktielussen, die op een afstand van 300 meter achter elk portaal in het wegdek zijn aangebracht. Hun meetwaarden — dat zijn de gegevens over rijsnelheid en aantal voertuigen op elke rijbaan afzonderlijk — worden via een toonfrekwent-multiplexsysteem overgebracht naar de autobaancentrale in Kirchheim/Teck. Daar is een Siemens verkeerscomputer VSR 16030 opgesteld, die dag en nacht operationeel is.
Zodra de computer vaststelt, dat er op een bepaalde plaats een hoge verkeersdichtheid heerst en gelijktijdig de rijsnelheid tot onder een bepaalde drempelwaarde afneemt (m.a.w. dat er filevorming begint te ontstaan), schakelt hij automatisch het waarschuwingsbord vóór deze plaats in. Dit geeft de voor de verkeerstoestand gunstige snelheidslimiet aan, bijvoorbeeld 60, het daarvóór gelegen portaal 80 en tenslotte nog 500 meter eerder 100 km. Bovendien verschijnt op elk bord het woord 'STAU'. Groeit de file aan, dan melden ook andere induktielussen lagere rijsnelheden en de computer beslist over het al dan niet inschakelen van andere borden. Lost de file zich op, d.w.z. stijgt de rijsnelheid, dan schakelt de centrale verkeerscomputer volgens hetzelfde principe de waarschuwingen weer uit.
Als plaats voor deze eerste automatische waarschuwingsinstallatie moest een autobaangedeelte worden uitgekozen, waar veel filevorming optreedt en veel ongelukken voorkomen. Het trajekt bij Aichelberg voldoet aan deze voorwaarden, want het is bochtig en onoverzichtelijk, heeft een helling van 7% en er is geen vluchtstrook. Bovendien heerst hier een zeer grote verkeersdichtheid: in de zomermaanden passeren vaak meer dan 60.000 voertuigen per dag en per rijrichting.
Eerst zal de installatie bij Aichelberg worden ingeregeld en getest. De technici krijgen daarbij ondersteuning van de centrale verkeerscomputer, die hun grote hoeveelheden gegevens zal verschaffen. Voldoet de installatie, d.w.z. loopt het aantal ongelukken terug, dan zouden er wellicht andere waarschuwingsinstallaties op andere 'gevoelige' trajekten kunnen volgen.

Siemens Nederland N.V.,
Postbus 1068, Den Haag

hifi dynamiek-kompressor



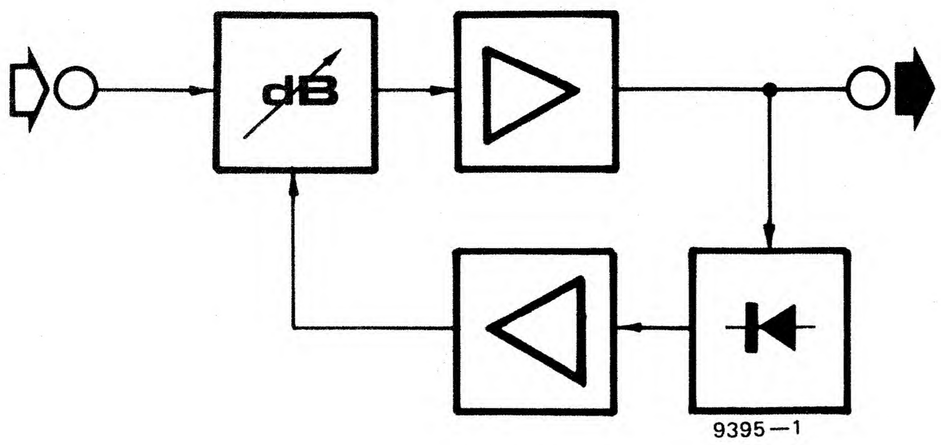
Als een dynamiekkompressor geschikt is voor ingangssignalen van 0,6 mV tot ruim 2 V, een vervormingscijfer heeft dat bij een gemiddeld ingangssignaal ongeveer 0,3% bedraagt en bovendien een instelbare regeltijd bezit, dan kan met recht worden gesproken van een wel zeer universele hifi kompressor. Het hier beschreven apparaat kan door zijn superieure eigenschappen dan ook praktisch overal worden ingezet waar de noodzakelijke kompressie van de dynamiek van muziek- of spraaksignalen op zeer vervormingsarme wijze dient te geschieden. Om de mogelijkheden van het ontwerp nog verder te vergroten, is bovendien bij de praktische uitvoering van een en ander voor een stereo-versie gekozen.

Dynamiekkompressors zijn vandaag de dag, zonder dat velen daar erg in hebben, in een groot aantal toepassingen zonder meer onmisbaar geworden. In de opnamestudio's van omroep- en grammofoonplaatmaatschappijen bijvoorbeeld, zijn zij niet meer weg te denken, omdat de bij opnamen in een koncertzaal optredende dynamiek veel te hoog is voor een gewone huiskamer. Nog afgezien van het feit dat de zeer hoge dynamiek van 'live'-muziek (ca. 80 dB) technisch moeilijk op de plaat is vast te leggen, is het voor een (natuurgetrouw klinkende) weergave in de huiskamer noodzakelijk om de dynamiek terug te brengen tot zo'n 40 à 45 dB.
Behalve de zeer hoogwaardige uitvoeringen die worden gebruikt in opnamestudio's, zijn kompressors van eenvoudiger opzet ook terug te vinden in een groot aantal andere apparaten. Alhoewel de werking dan principieel gelijk is, verschilt de opzet van de kompressor daarbij in zoverre van de bovenbeschreven toepassing, dat hij dan meer wordt gebruikt als een soort 'automatische volumeregelaar', welke te luide pieken in het muziek- of spraaksignaal de kop indrukt en zeer zachte passages harder doet klinken.

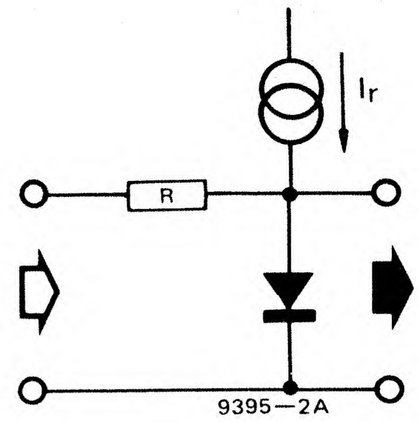
Kompressor voor amateurs

In feite is een dynamiekkompressor dus een schakelaar, welke aan de ingang een vrij willekeurig signaal kan worden aangeboden en toch een uitgangssignaal geeft dat – binnen bekende grenzen – konstant is. Een dergelijk apparaat, toegepast als een snel-reagerende automatische volumeregelaar, kan uiteraard ontzettend handig zijn in bijvoorbeeld interkoms, diskotheekinstallaties en als opneemautomaat in bandrecorders.
In laatstgenoemde toepassing zullen

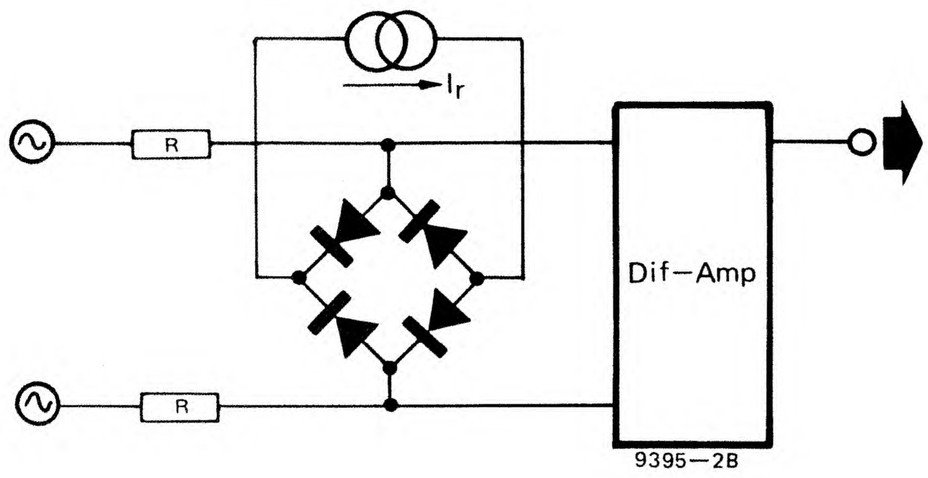
1



2a



2b



de voordelen van een kompressor voor velen evident zijn; zonder dat het opneemnivo steeds hoeft te worden nagesteld, krijgt de geluidsjager zeer zwakke geluiden goed op de band, terwijl het risiko van overmodulatie bij plotselinge harde geluiden daarbij wordt vermeden. In diskotheken kan een goede kompressor ervoor zorgen dat met hetzelfde versterkervermogen het geluid toch harder klinkt, terwijl bovendien wordt vermeden dat in de pieken van het muzieksignaal de uitstuurgrens van de eindversterker wordt overschreden; de vaak zwaar belaste diskotheekversterker zal hierdoor een aanzienlijk langer leven beschoren zijn! Een toepassingsgebied dat zeker ook in deze korte opsomming genoemd moet worden, is het gebruik als modulatieversterker in amateurzenders. Met de dynamiekkompressor wordt dan, ongeacht de afstand tussen mond en mikrofoon, een LF-signaal verkregen met zeer konstante amplitude, dat kan worden gebruikt om een zender 'vol te moduleren' en zo steeds een maksimaal zendbereik en -vermogen te waarborgen. Bovendien zorgt de kompressorwerking, zeker vergeleken met de in amateurzenders gebruikelijke clippers, voor een goede verstaanbaarheid van de modulatie. Overigens vormt de betere verstaanbaarheid van spraaksignalen die met een kompressor wordt bereikt een argument dat ook pleit voor het gebruik van kompressors in oproepinstallaties en interkoms.

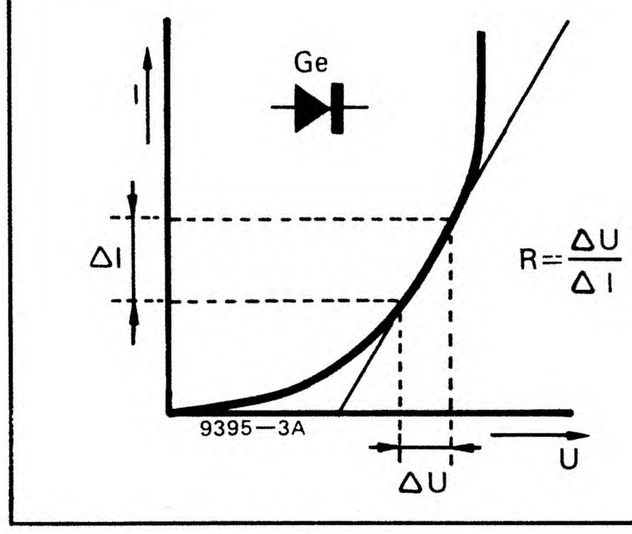
Principe

Voor de konstruktie van een dynamiekkompressor zijn er een aantal verschillende methoden denkbaar. Een korte beschouwing hieromtrent is opgenomen in het artikel 'DNK' uit Elektuur, juni 1974; geïnteresseerden wordt aangeraden om dit artikel er eens op na te slaan.

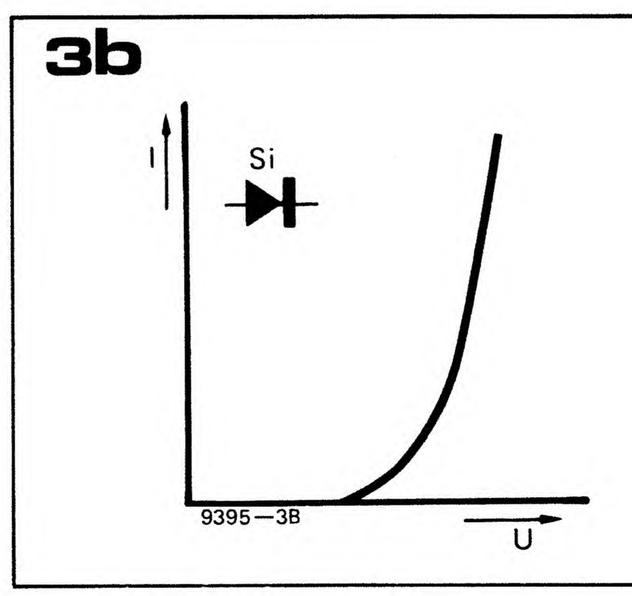
Voor de meeste uitvoeringen zal het in figuur 1 geschetste blokschema in principe gelden. Hierin is te zien dat het ingangssignaal wordt toegevoegd aan een regelbare verzwakker. Afhankelijk van de mate van verzwakking, wordt een bepaald gedeelte van dit signaal naar een versterkertrap geleid. Het aldus versterkte signaal vormt het uitgangssignaal van de kompressor, dat echter tevens wordt aangeboden aan de ingang van een detektor. De gelijkspanning aan de uitgang van de detektor wordt, via een stuurtrap, gebruikt als regelsignaal voor de regelbare verzwakker. Een feit dat ondertussen al duidelijk zal zijn geworden is dat de verzwakking dus niet een konstante faktor is, maar afhangt van de hoogte van het ingangssignaal. Zeer kleine ingangssignalen zullen onder de detektiedrempel blijven, zodat het geheel dan als een normale 'rechtuit-versterker' fungeert. Zodra de signaalspanning de detektiedrempel overschrijdt, zal de verzwakker in werking treden, maar signalen met relatief kleine amplitude zullen veel minder worden verzwakt dan ingangssignalen met grote amplitude.

De totale amplitudevariatie van het uitgangssignaal van de kompressor zal dus aanmerkelijk geringer zijn dan de amplitudevariatie van het ingangssignaal en dit fenomeen wordt betiteld met 'dynamiekkompressie'.

3a



3b



Figuur 1. Het principe waarop de werking van de meeste tipen dynamiekkompressors berust.

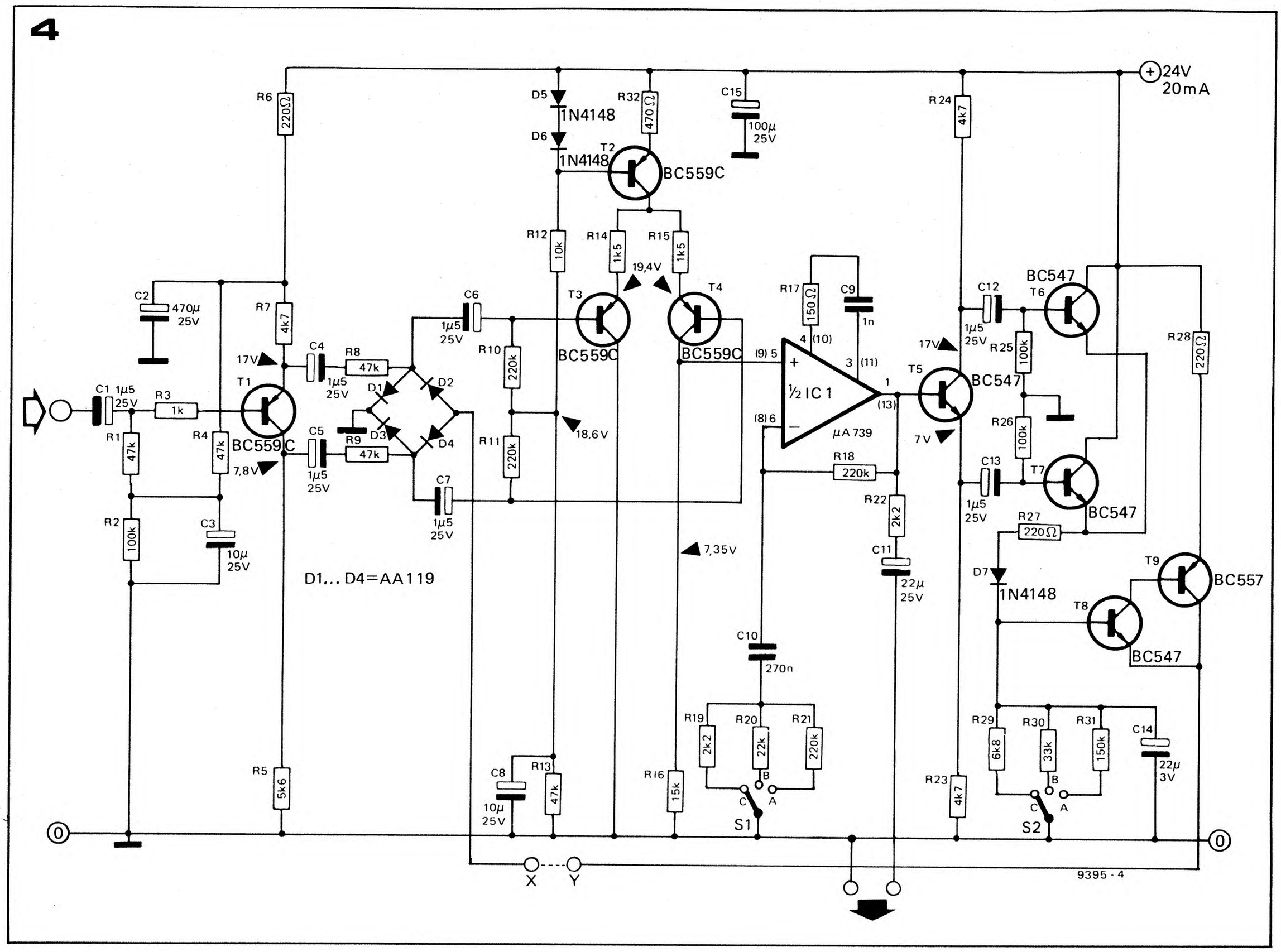
Figuur 2. Twee regelbare verzwakkers; a toont de diodeverzwakker in zijn simpelste uitvoering, terwijl b een symmetrische uitvoering hiervan toont.

Figuur 3ab. De karakteristieken van een germaniumdiode (a) en een siliciumdiode (b).

De regelbare verzwakker

De bespreking van het blokschema maakte al duidelijk dat de regelbare verzwakker het blokje is waar alles om draait. In het reeds eerder aangehaalde artikel 'DNK' is te lezen dat zo'n verzwakker op tal van manieren te realiseren is, maar dat het aantal mogelijkheden veel minder groot is als er serieuze eisen gesteld worden aan de vervorming en 'reaktiesnelheid' van de verzwakkingsregeling.

Voor hifi-toepassingen blijkt dan een van de meest geschikte varianten de diodeverzwakker te zijn, waarvan in figuur 2 twee versies zijn gegeven. In beide gevallen is de impedantie die de diode(n) vormt voor het ingangssignaal afhankelijk van de instelling van de



Figuur 4. Schema van de hier beschreven dynamiekkompressor. Met S1 kan de versterking en met S2 de regelsnelheid worden ingesteld.

Figuur 5abc. De regelkarakteristieken tonen de uitgangsspanning als funktie van de ingangsspanning, met de stand van S2 als parameter.

diode; deze instelling wordt bepaald door de regelstroom. Figuur 2a toont een eenvoudige versie, terwijl figuur 2b een uitvoering toont die er door de symmetrische opzet voor zorgt dat het (ongewenste) regelsignaal niet in het uitgangssignaal verschijnt.
Dergelijke verzwakkers reageren zeer snel, als gevolg van de niet-lineaire karakteristiek van een diode; de wisselstroom-weerstand van een diode (R in figuur 3a) neemt namelijk af als de gelijkstroom door de diode stijgt.
Figuur 3 illustreert dit, doordat hierin voorbeelden zijn gegeven van de karakteristieken van zowel een germaniumdiode (a) als een siliciumdiode (b).
In de praktijk blijkt de wel zeer steile karakteristiek van de siliciumdiode (figuur 3b) een beetje te veel van het goede. Bij toepassing van germaniumdioden is de reaktiesnelheid van de verzwakker nog altijd ruimschoots voldoende, maar de wat flauwere karakteristiek van dit soort dioden maakt dat de regelkarakteristiek van de kompressor een veel geleidelijker (en daardoor prettiger) verloop heeft.
De eerlijkheid gebiedt te zeggen dat, aangezien de 'Wet van Behoud van Ellende' uiteraard ook op verzwakkersistemen van toepassing is, een diodeverzwakker niet zonder meer 'het einde' is. Bij dit type verzwakkers doet zich namelijk o.a. het probleem voor dat de signaalspanning de instelling van de diode beïnvloedt, hetgeen vervorming kan veroorzaken. Dit kan worden ondervangen door de regelstroom groot te maken t.o.v. de signaalstroom, maar overdrijving hiervan resulteert op zijn beurt in een slechte signaal/ruisverhouding.
Een zorgvuldige dimensionering van de kompressor maakt echter een zeer aanvaardbaar kompromis mogelijk, zodat zowel voor de vervormingsfaktor als voor de signaal/ruisverhouding gunstige waarden worden verkregen.

Het schema

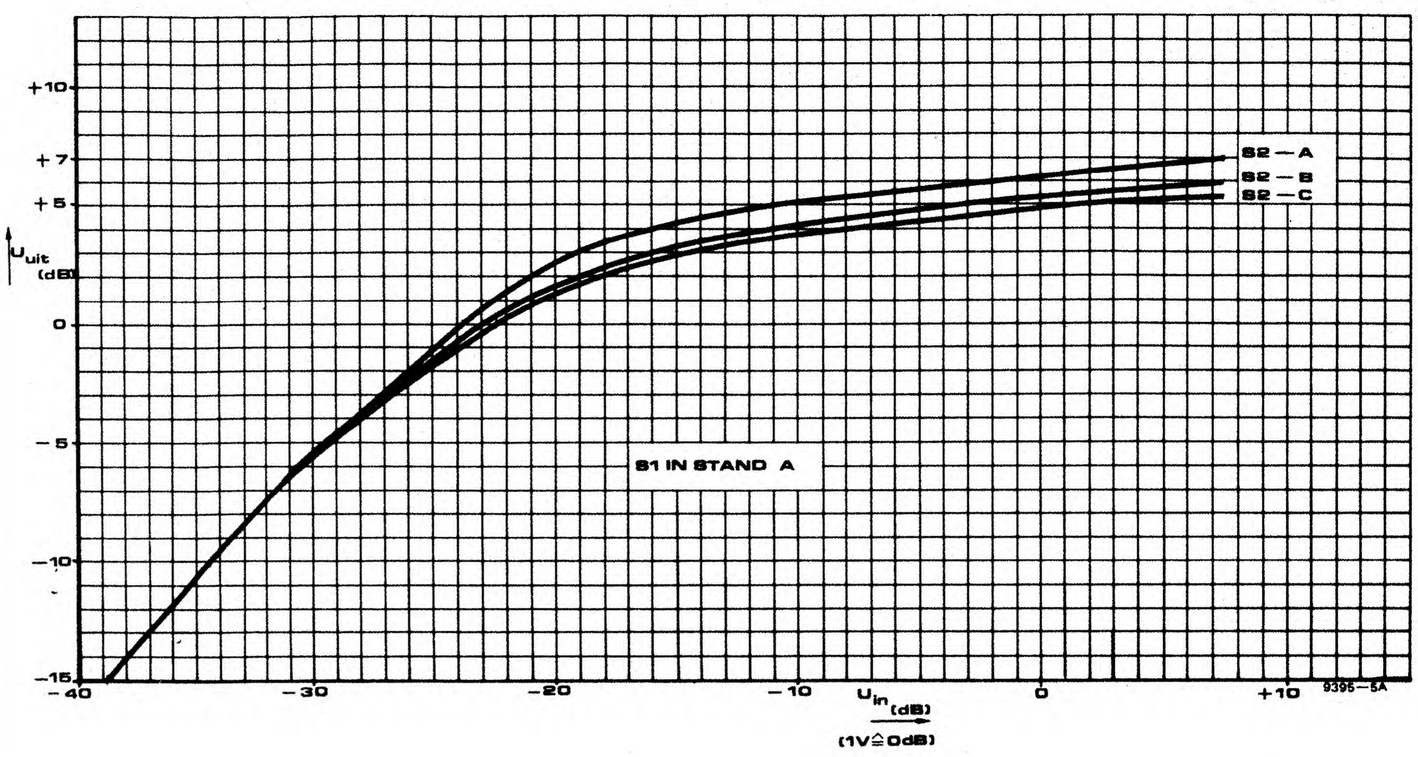
In het definitieve schema van de dynamiekkompressor, zoals dit in figuur 4 is weergegeven, is gemakkelijk de in het blokschema geschetste opzet te herkennen. (De gestippelde verbinding tussen de punten X en Y, op print naast C14, moet worden gezien als een doorverbinding; waarom deze gestippeld is komt nog aan de orde.)
Via C1 en R3 wordt het ingangssignaal — dat zowel van een mikrofoon als bijv. van een bandrecorder afkomstig kan zijn — toegevoerd aan de basis van T1. Deze transistor doet dienst als fazedraaier. Dit is nodig omdat als diodeverzwakker de in figuur 2b geschetste symmetrische uitvoering is toegepast (D1 . . . D4).
De verzwakker wordt gevolgd door een verschilversterker (T2 . . . T4), welke uitmunt door een zeer goede common mode rejection, zodat het uitgangssignaal van deze trap slechts nog een te verwaarlozen komponent bevat van het aan de diodebrug toegevoerde regelsignaal. Het signaal kan nu verder asymmetrisch worden versterkt. Dit gebeurt met behulp van een opamp (½IC1), die een met S1 instelbare terugkoppeling (en dus instelbare versterking) bezit. Deze instelmogelijkheid is voornamelijk gekreëerd om in geval van zeer grote ingangssignalen onnodig hoge kompressie te vermijden (daar dit ook de vervorming onnodig hoog zou doen worden).
Het door de opamp versterkte signaal belandt op de basis van de fazedraaier T5, welke de dubbelfazige gelijkrichter T6/T7 stuurt. Door het van de gemeenschappelijke emitters van T6 en T7 afgenomen (gelijkgerichte) signaal wordt kondensator C14 opgeladen. De spanning over C14 bepaalt de sturing van de superemittervolger T8/T9, welke op zijn beurt de diodebrug D1 . . . D4 stuurt en zo dus de mate van verzwakking bepaalt.

De snelheid waarmee de schakeling reageert op plotselinge amplitudeverhogingen van het ingangssignaal (de regel-, 'attack'- of aanspreektijd) ligt vast, namelijk door de waarde van R27 en C14; de afval- of 'decay'-tijd is afhankelijk van de ontlaadtijd van C14, welke met S2 instelbaar is gemaakt.

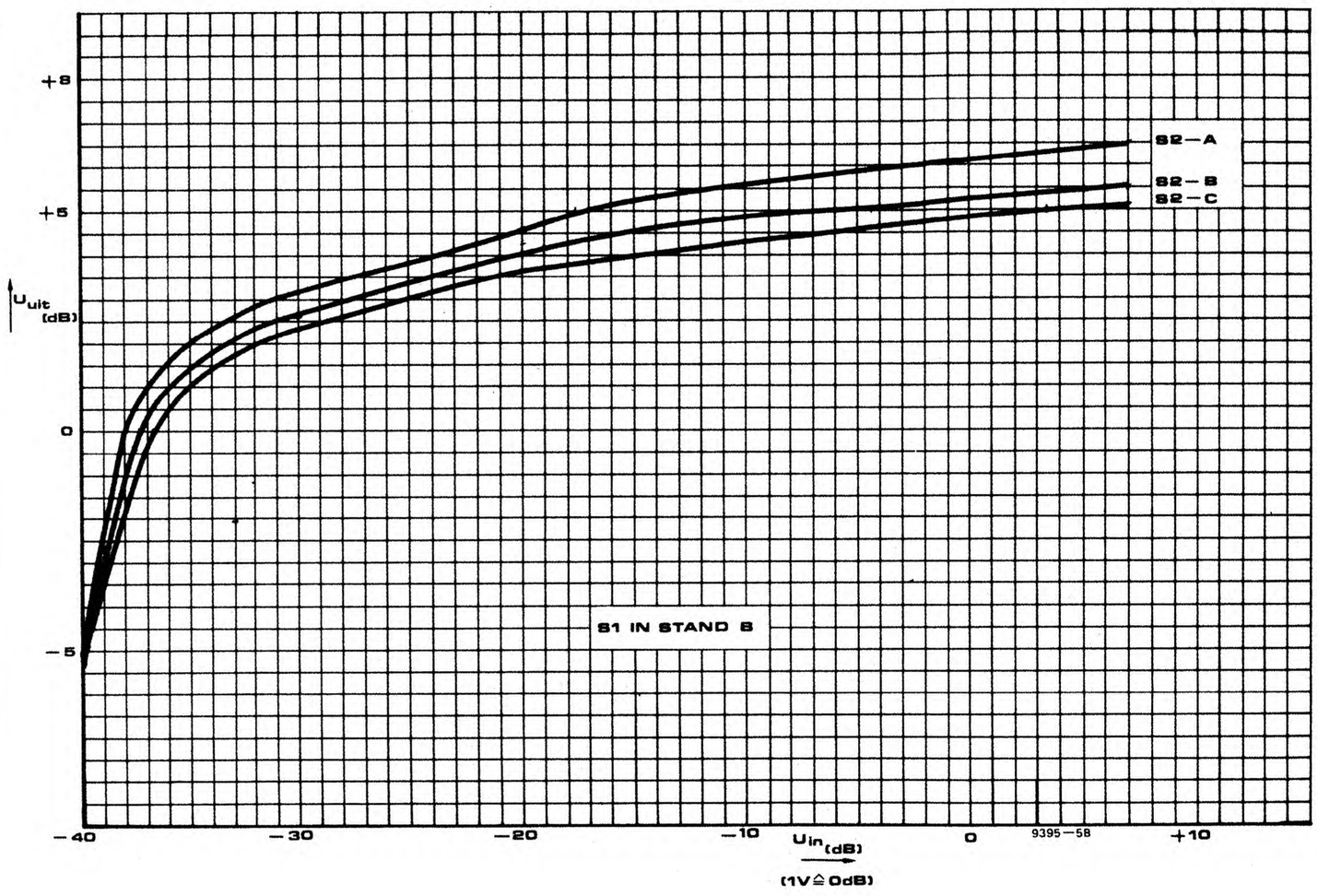
Versterkings- en regelsnelheidsinstelling

De mate van kompressie is dus afhankelijk van twee dingen: de grootte van het ingangssignaal en de versterking van de opamp.
Teneinde vervormingsvrij signalen te kunnen verwerken van ca. 0,5 mV tot (maks.) 2,2 V, is met behulp van S1 de versterking van de opamp omschakelbaar gemaakt. Stand C is bedoeld voor de allerkleinste signalen (mikrofoon!) tot zo'n 50 mV; stand B voor signalen van gemiddelde grootte (50 mV tot ca. 500 mV), terwijl stand A de kompressor geschikt maakt voor ingangssignalen van 200 mV tot ruim 2 V.
Indien gewenst kunnen de weerstanden R19 . . . R21, alsmede S1 worden vervangen door een potmeter van 220 k, om een traploos regelbare versterking te verkrijgen.
Ook in de snelheidsregeling is er met S2 de keuze tussen drie standen. De 'snelste' stand (de stand waarin de regeling van de verzwakking vrijwel meteen stopt na de luide passage in het ingangssignaal) wordt geboden door stand C van schakelaar S2. Om te voorkomen dat bij het weergeven van spraak lettergrepen zouden wegvallen, kan het beste deze snelle stand worden gebruikt. Stand B komt overeen met een gemiddelde snelheid van de kompressor en is bedoeld voor signalen die bestaan uit afwisselend muziek en spraak. Met schakelaar S2 in stand A staat de kompressor in de 'langzaamste' positie, waarin de verzwakking dus vrij lang blijft aanhouden na het uitsterven van de luide passage die deze verzwakking veroorzaakte. Omdat in dit geval de dynamiek van het uitgangssignaal dus nog vrij behoorlijk is, leent zich de langzame stand het beste voor muziek.
Indien men een kontinu instelbare snelheidsregeling wil, kunnen R29, R30, R31 en S1 worden vervangen door een potmeter van 150 k, met een vaste weerstand van 6k8 tussen C14 en de 'bovenkant' van de potmeter.
Ter illustratie van het effekt van de dynamiekkompressor zijn in figuur 5 de regelkarakteristieken weergegeven. Het gaat hier steeds om de uitgangsspanning (U_{uit}) als funktie van de ingangsspanning (U_{in}), met de stand van de snelheidsregelaar S2 als parameter. De metingen werden alle uitgevoerd bij een ingangsfrekwentie van 1 kHz en als 0 dB-nivo werd een ingangssignaal van 1 V genomen. Bij de karakteristiek van figuur 5a stond S1 in stand A (kleinste versterking), bij die van figuur 5b stond S1 in stand B, terwijl de karakteristieken van figuur 5c werden opgenomen bij de hoogste versterking (S1 in stand C).
Een nog aanschouwelijkere illustratie

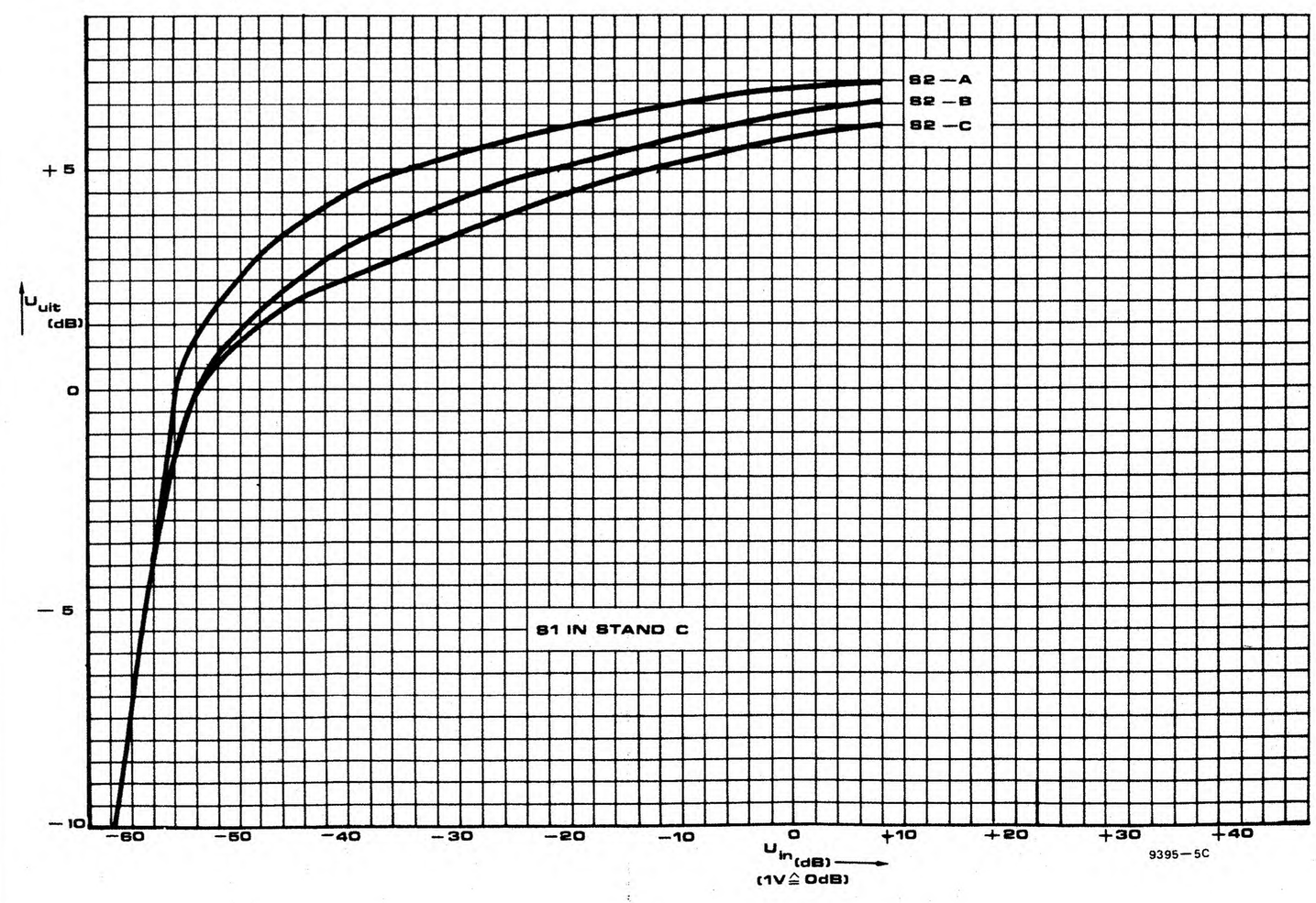
5a



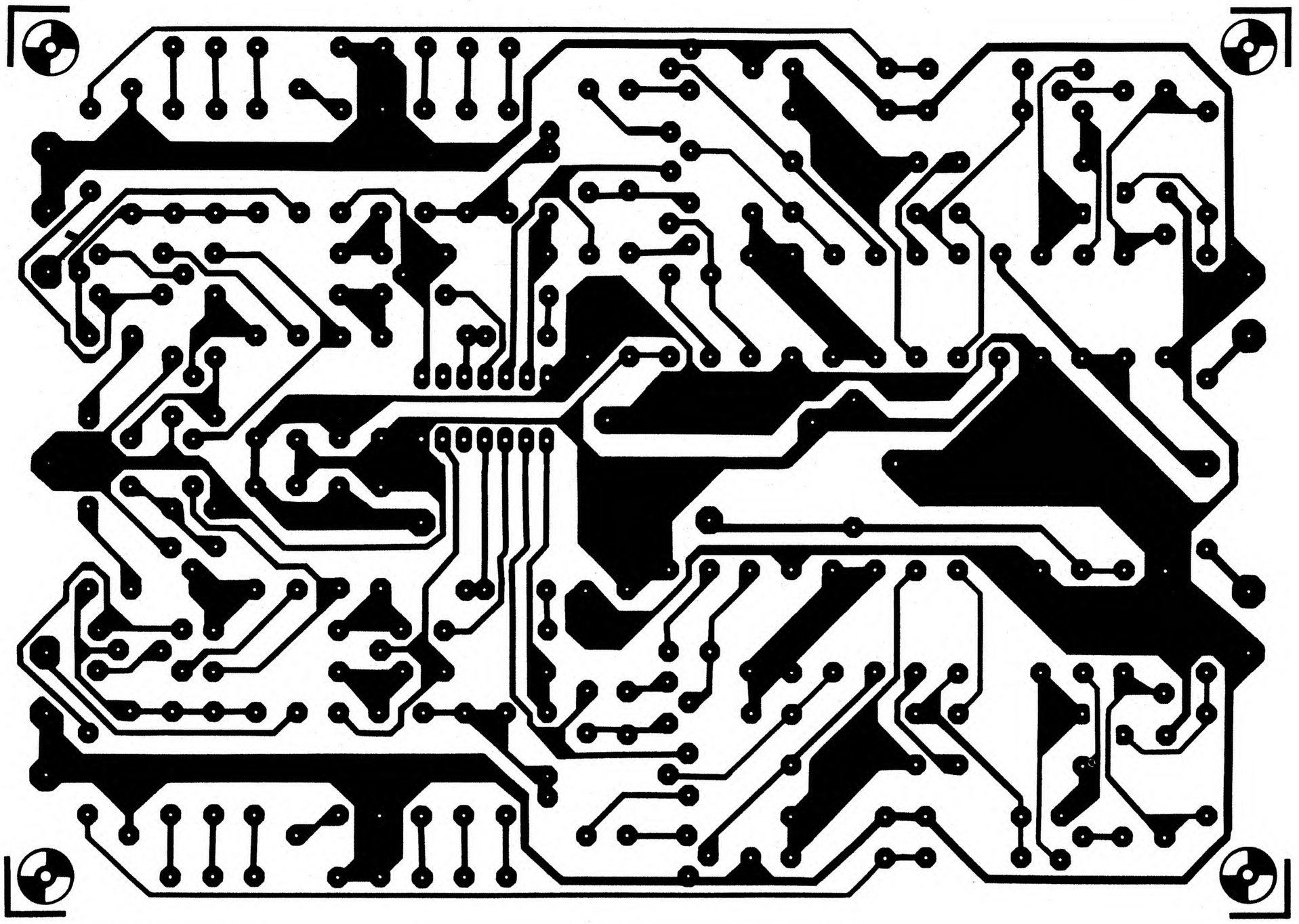
5b



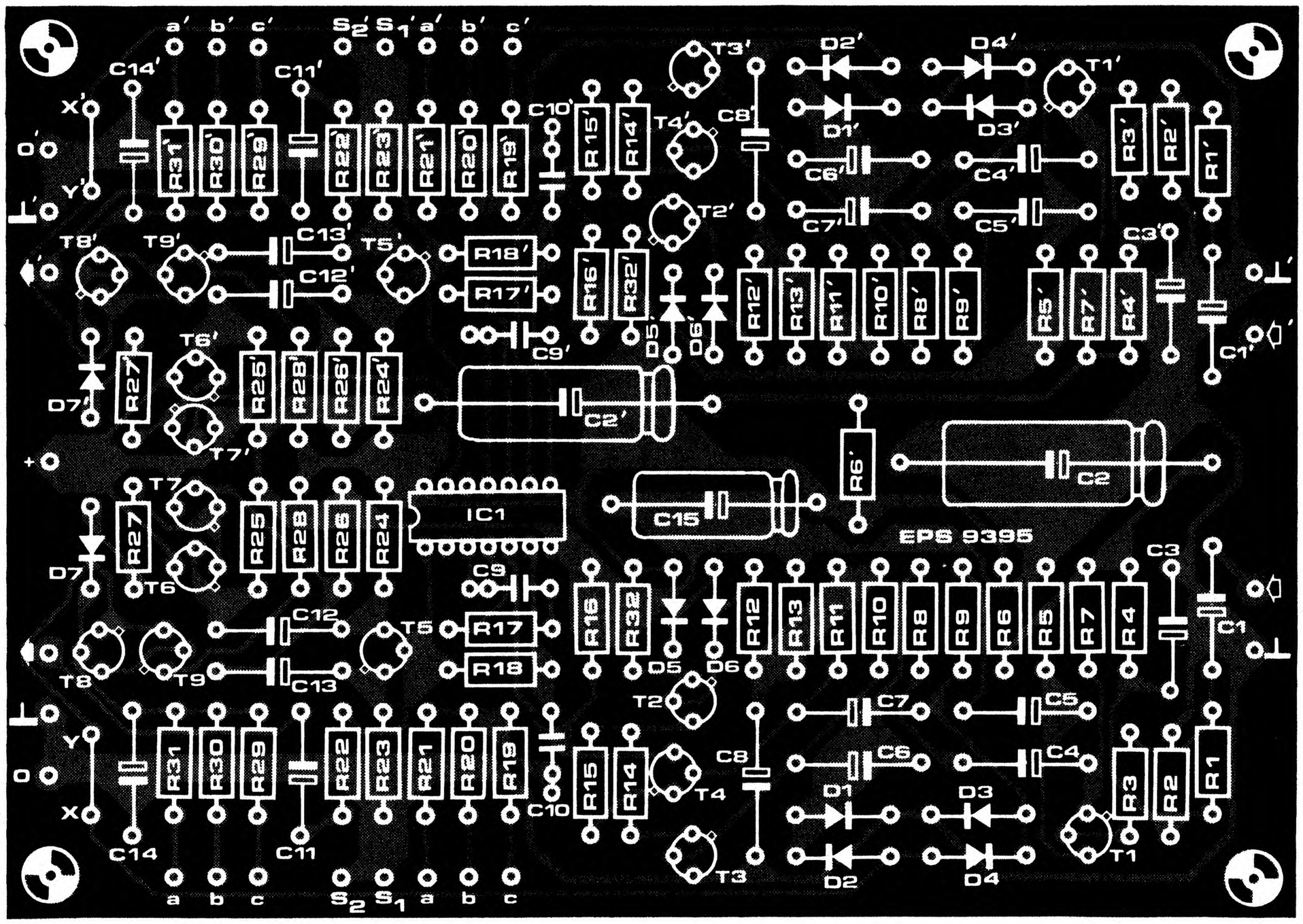
5c



6



7



van de werking van de kompressor bieden de foto's 1abc. Dit zijn oscilloskoopfoto's waarin onder steeds het ingangssignaal en boven het uitgangssignaal van de kompressor te zien is.
De vertikale instelling van de skoop was voor het bovenste signaal 2 V/cm en voor het onderste signaal 0,5 V/cm; horizontaal was de skoop ingesteld op 20 ms/cm.

Als ingangssignaal werd een 14 kHz signaal gebruikt met daarin 1 kHz bursts van aanmerkelijk hogere amplitude. Door interferentieverschijnselen worden deze bursts op de skoop enigszins merkwaardig weergegeven, maar van belang is alleen de omhullende van dit signaal.
In foto 1a is te zien dat in de langzaamste stand van de kompressor (S2 in stand A) het uitgangssignaal na zo'n

Figuur 6. Koper-layout van de print van de stereo-dynamiekkompressor.

Figuur 7. Komponentenopstelling van de print.

Foto 1abc. Oscilloskoopfoto's, waarin onder het ingangssignaal en boven steeds het uitgangssignaal van de kompressor te zien is, bij de drie verschillende standen van S2.

Onderdelenlijst bij figuur 4 (voor één kanaal)

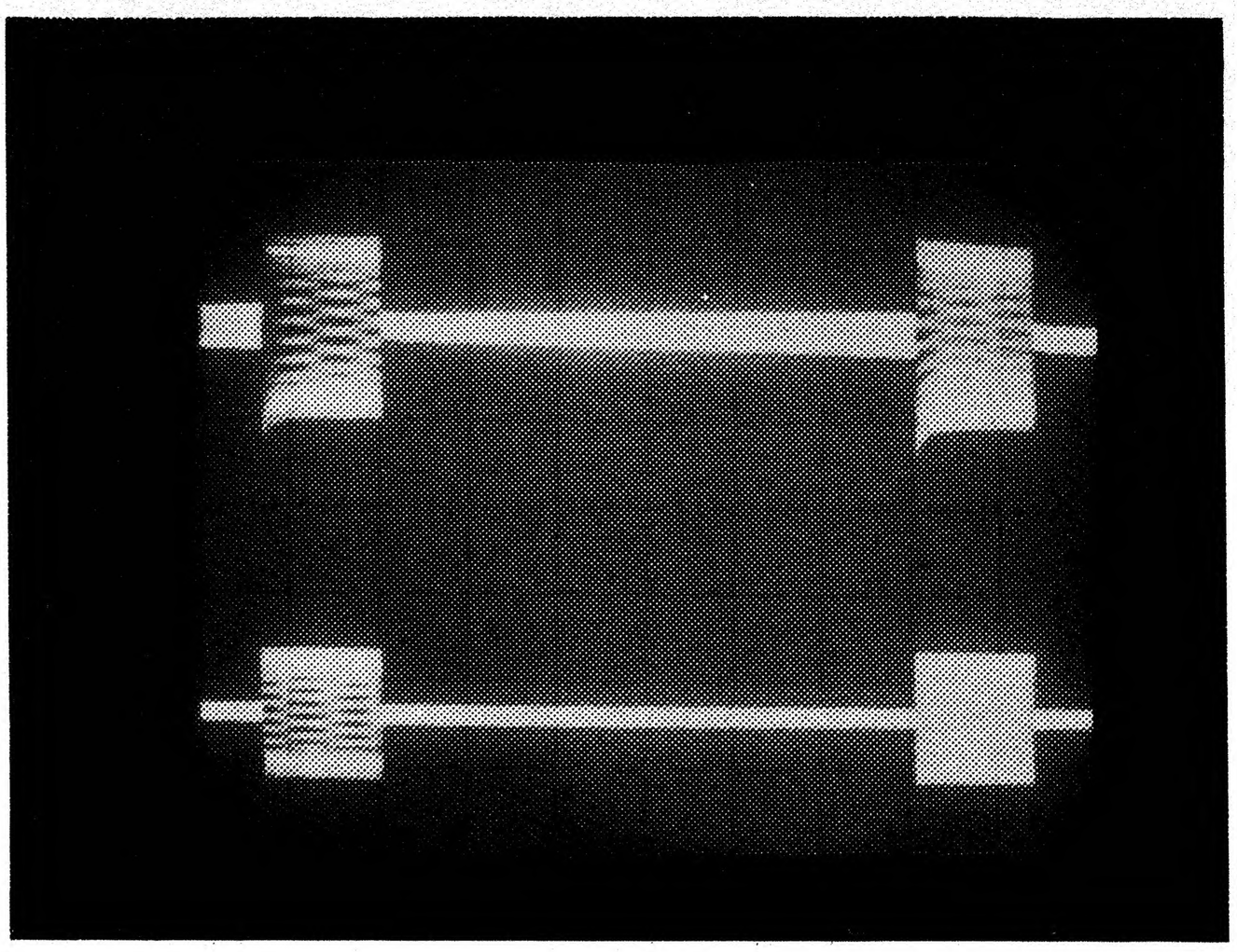
Weerstanden:
R1,R4,R8,R9,R13 = 47 k
R2,R25,R26 = 100 k
R3 = 1 k
R5 = 5k6
R6,R27,R28 = 220 Ω
R7,R23,R24 = 4k7
R10,R11,R18,R21 = 220 k
R12 = 10 k
R14,R15 = 1k5
R16 = 15 k
R17 = 150 Ω
R19,R22 = 2k2
R20 = 22 k
R29 = 6k8
R30 = 33 k
R31 = 150 k
R32 = 470 Ω

Kondensatoren:
C1,C4,C5,C6,C7,C12,C13 = 1μ5/25 V
C2 = 470 μ/25 V
C3,C8 = 10 μ/25 V
C9 = 1 n
C10 = 270 n
C11 = 22 μ/25 V
C14 = 22 μ/3 V
C15 = 100 μ/25 V

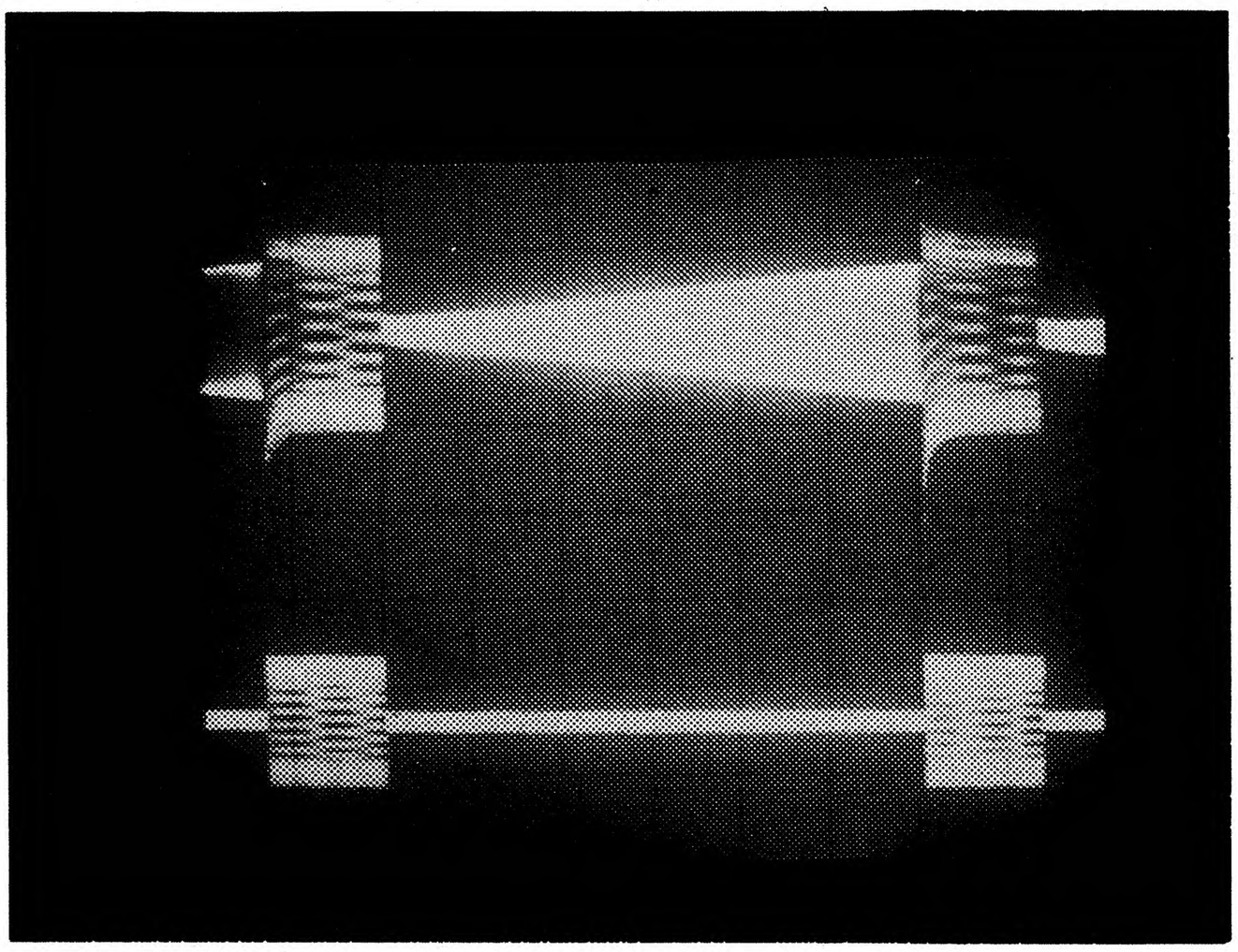
Halfgeleiders:
T1 . . . T4 = BC559C
T5 . . . T8 = BC547B
T9 = BC557B
D1/D3,D2/D4 = matched pair AA119
D5,D6,D7 = 1N4148 (1N914)
IC1 = μA739 (zie tekst)

Diversen:
S1,S2 = mono: enkelpolige driestanden-schakelaar
stereo: dubbelpolige driestanden-schakelaar

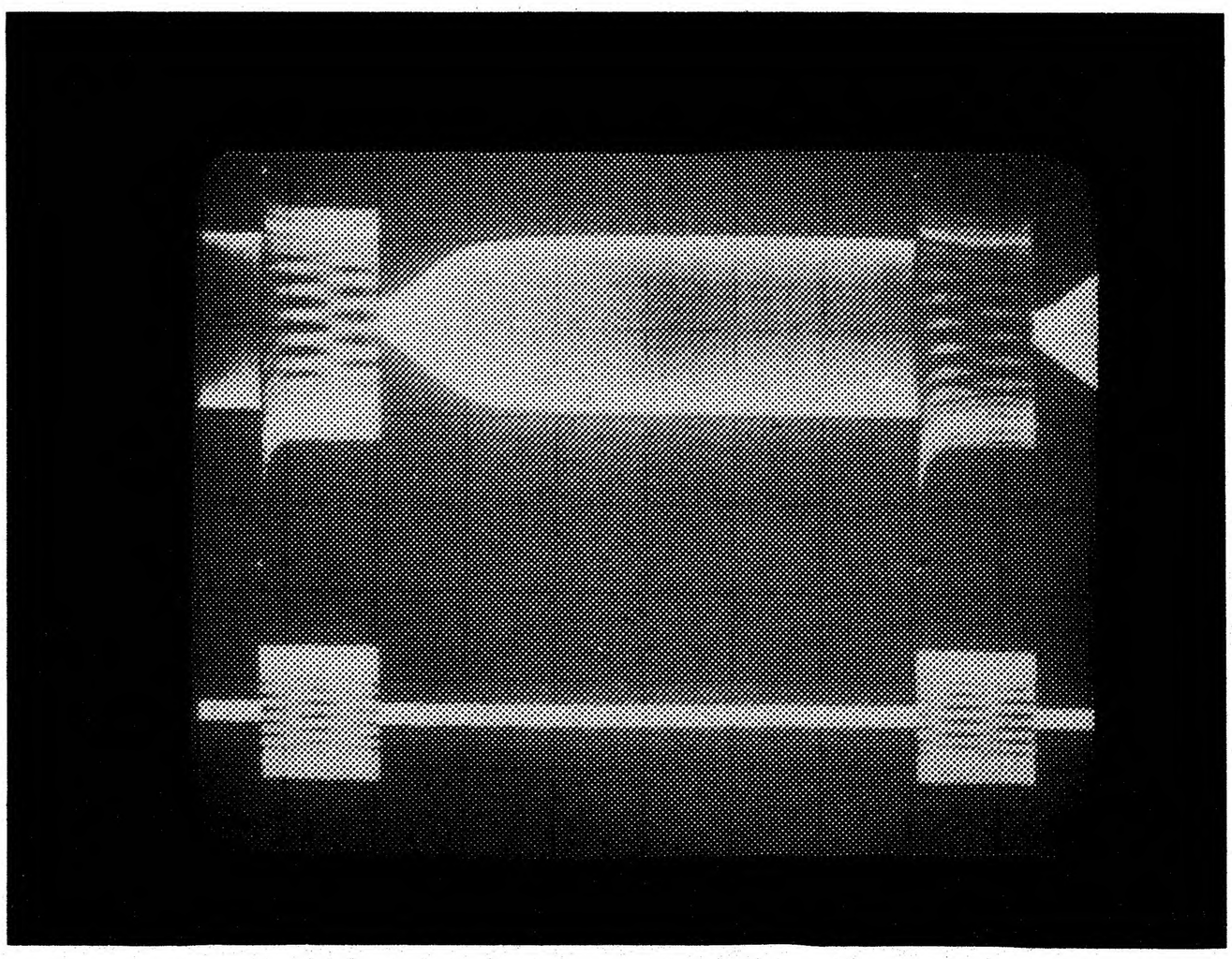
1a



1b



1c



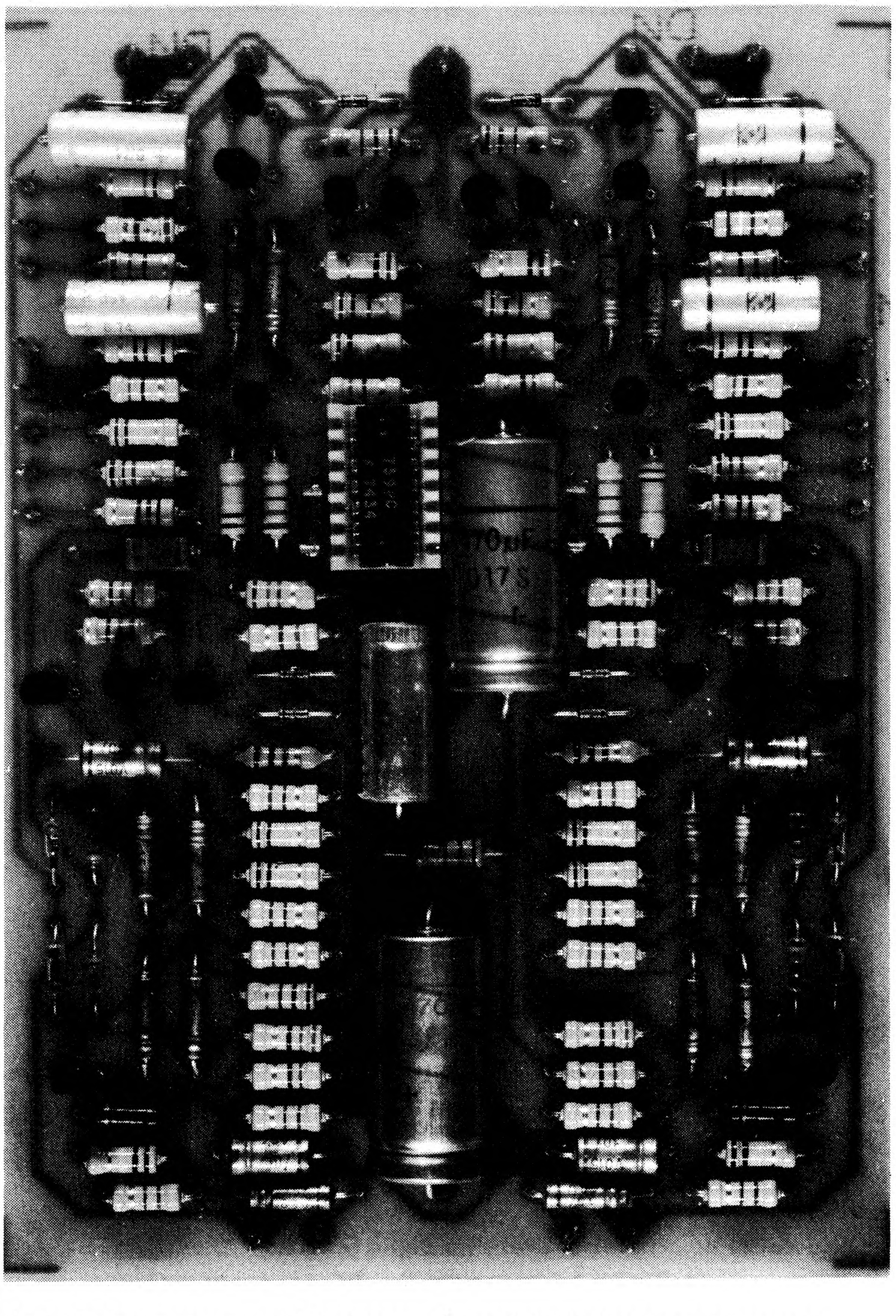
burst slechts langzaam toeneemt; in stand B (foto 1b) is het uitgangssignaal na ca. 120 ms weer op zijn normale waarde. In stand C (foto 1c) duurt de verzwakking het kortst; ca. 20 ms na afloop van de burst is het signaal weer op zijn oorspronkelijke waarde.
De foto's werden alle gemaakt met schakelaar S1 in stand B.

De bouw

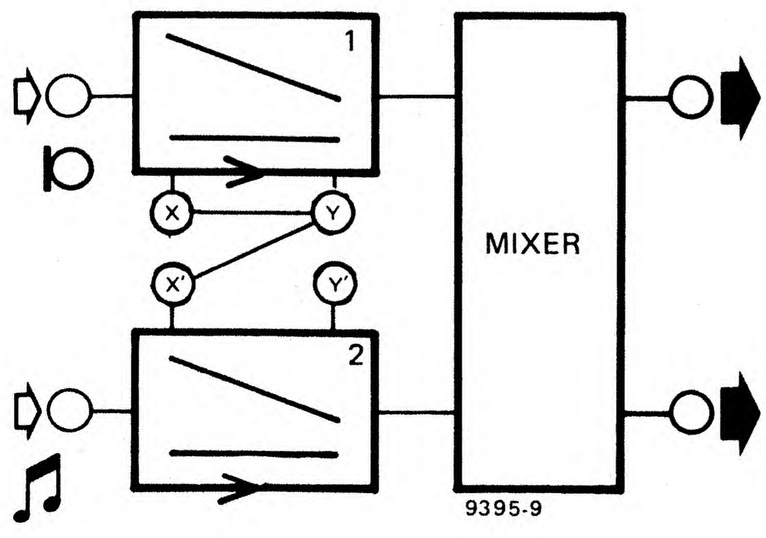
Degenen die zich misschien nog afvroegen waarom voor ICI de helft van een dubbele opamp werd gebruikt, zal alles duidelijk worden bij het bezien van de print, waarvan figuur 6 de koper-layout en figuur 7 de komponentenopstelling toont. Met het oog op de toepassing in diskotheekinstallaties en bandrecorders is de print namelijk volledig in stereo uitgevoerd.
Op de print vinden we dus twee in- en uitgangen, alsmede aansluitingen voor twee *dubbel*polige driestanden-schakelaars (S1 en S2). De nummering van de komponenten van het linker kanaal korrespondeert met die van figuur 4; de onderdelen voor het rechter kanaal hebben hetzelfde nummer, maar dan met een aksent(')-teken.
De in het schema gestippelde verbinding tussen het regelsignaal en de verzwakkerbrug (punten X en Y) moet op de print met behulp van een draadbrug worden gemaakt. Voor bepaalde toepassingen dient deze verbinding namelijk te worden onderbroken en worden de punten X en Y anders verbonden (zie 'toepassingen').
Voor D1 . . . D4 dient men zich in principe te houden aan het voorgeschreven tipe (AA 119). Het is bovendien beslist noodzakelijk hiervoor twee matched-pairs te gebruiken (D1/D3 en D2/D4). Als men andere germaniumdioden wil toepassen, dienen deze een stroom te kunnen verdragen van tenminste 70 mA en liefst 100 mA. Voor de overige dioden (D5, D6, D7) mogen geen DUSsen worden gebruikt, maar komen alleen de tipen 1N4148 of 1N914 in aanmerking. Ook van de opgegeven transistortipen mag niet worden afgeweken.
De dubbele opamp μA 739 wordt onder afwijkende tipenummers ook door andere fabrikanten aangeboden; het tipe 76131 en TBA 231 zijn pin-to-pin compatible ekwivalenten.
De voeding van de kompressor kan simpel worden gehouden. Voor een stereo-uitvoering zal een goedkope spanningsstabilisator die ca. 100 mA kan leveren, zonder meer voldoen. Eventueel kan zelfs worden volstaan met een 'dikke' zenerdiode en een voorschakelweerstand.

Resultaten

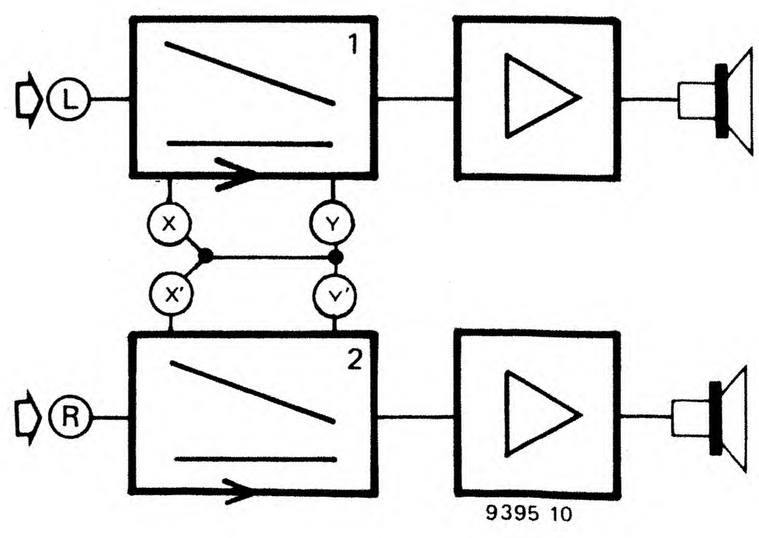
Vergeleken met gangbare kommerciële dynamiekkompressors, waarbij vervormingscijfers van 5 à 10% geen uitzondering zijn, biedt deze kompressor zeer behoorlijke resultaten.
Bij gemiddelde versterking (S1 in stand B) en een ingangssignaal van 50 mV_{eff} bleek de vervorming 0,3% te bedragen, ongeacht de met S2 ingestelde snelheid. In het ongunstigste geval (versterking maksimaal, ingangssignaal 500 mV_{eff}) bleef de vervorming nog onder 1%
Het kan uiteraard nòg beter. Men dient daarbij echter te beseffen dat een kwaliteitsverbetering met een faktor 5 het maksimaal bereikbare zal zijn,



9



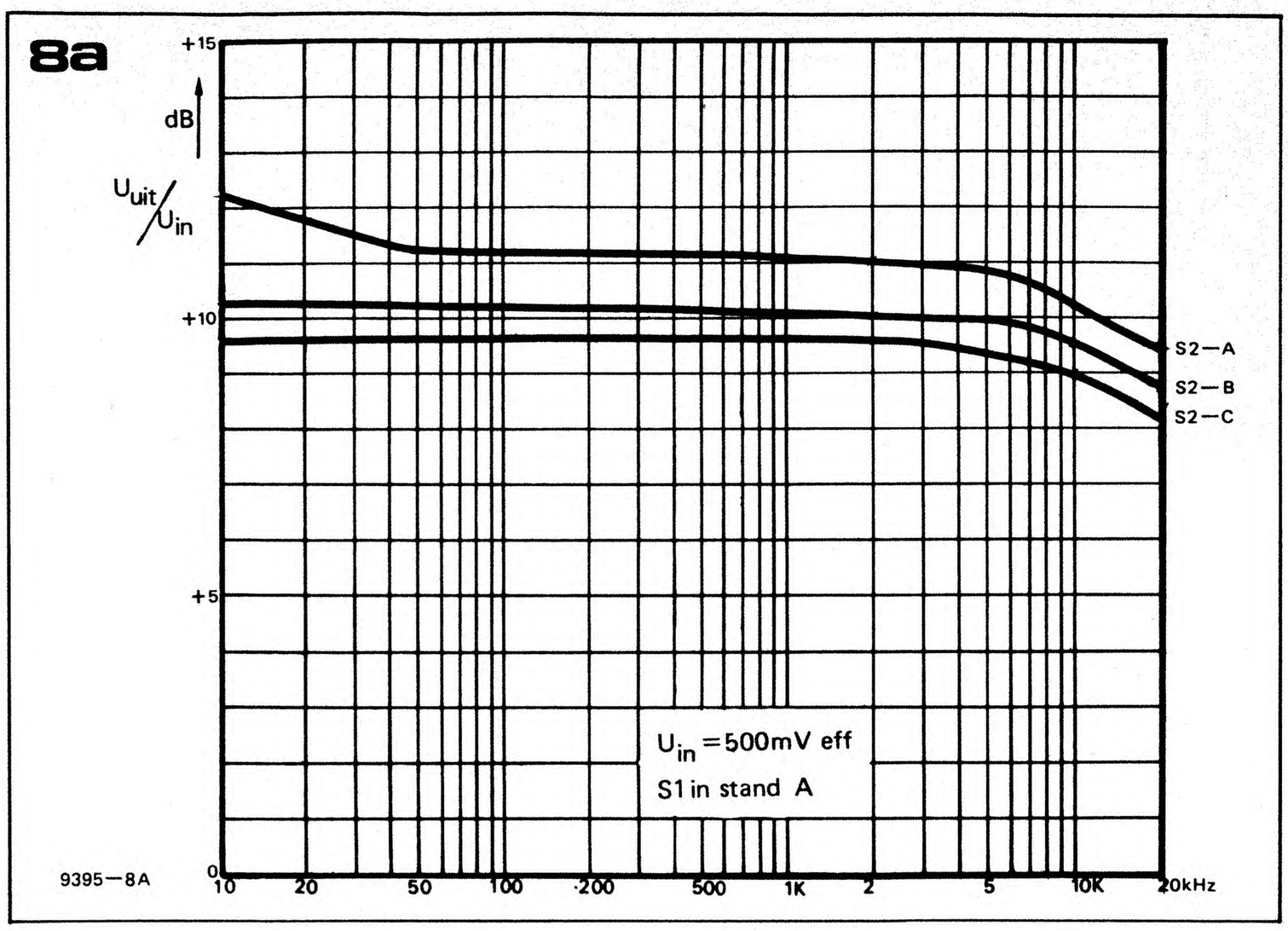
10

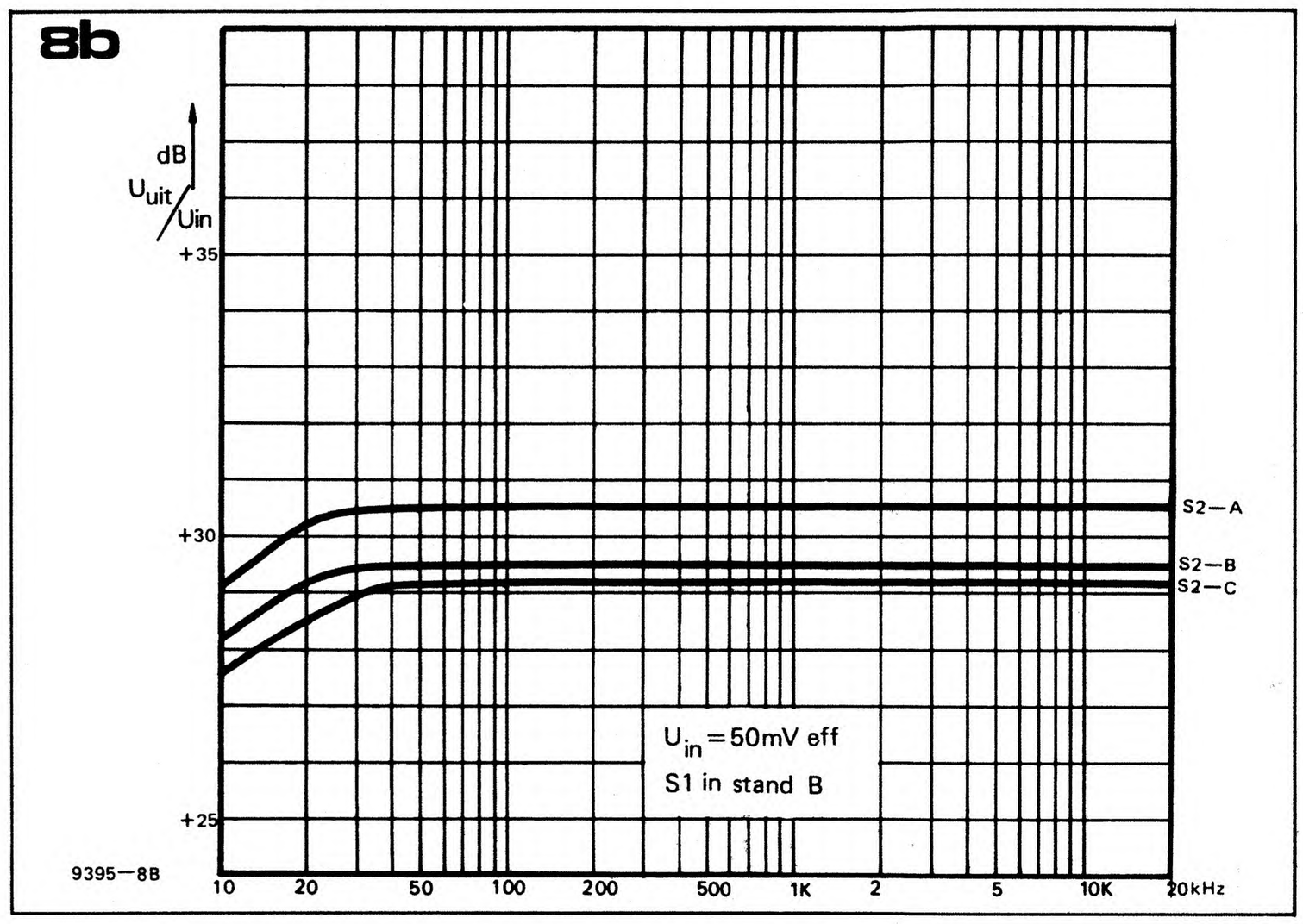


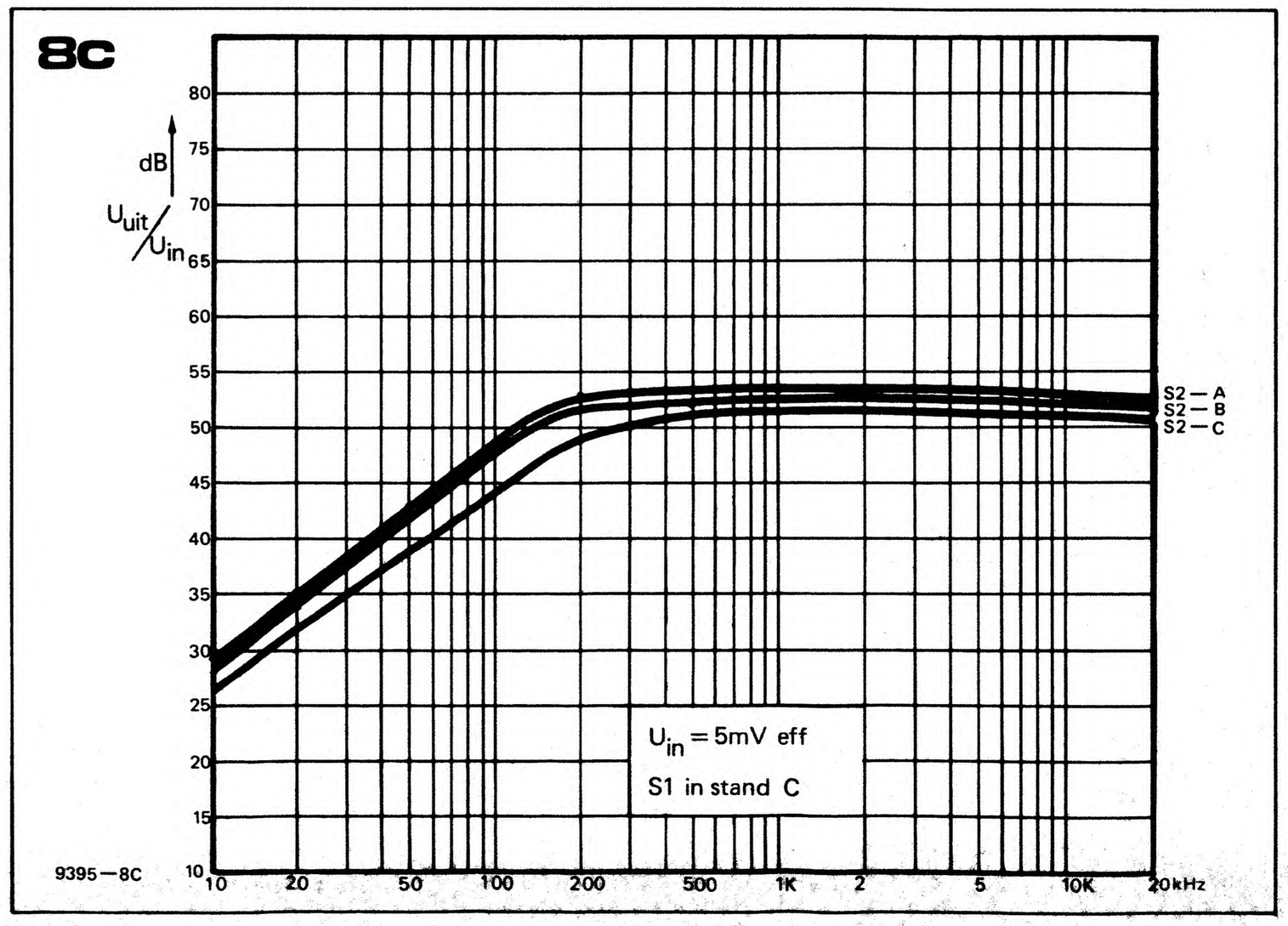
terwijl de kosten van de kompressor dan met heel wat meer dan die faktor 5 zullen zijn toegenomen!
In de grafieken van figuur 8 zijn de frekwentiekarakteristieken gegeven van de dynamiekkompressor bij verschillende standen van de schakelaars. Het gaat hier om V_{uit}/V_{in} als funktie van de frekwentie, met de stand van S2 als parameter. Te zien is dat met S1 in stand B, bij een gemiddeld ingangssignaal van 50 mV_{eff} de karakteristiek een recht verloop heeft (figuur 8b), dat er bij een relatief groot signaal van 500 mV_{eff} een lichte afval is in het hoog (8a) en dat bij S1 in (mikrofoon) stand C (figuur 8c) het tegenkoppelnetwerk C10/R19 een verzwakking geeft in het laag die bij spraakweergave zeer welkom is.

Toepassingen

Met twee dynamiekkompressors (of één stereo-versie) kan een effektieve (mono) 'DJ-inprater' worden gemaakt. Hiermee is een automaat bedoeld, die ervoor zorgt dat het nivo van de weergegeven muziek fors omlaag gaat zodra er in de mikrofoon wordt gesproken door de conferencier, omroeper, DJ of iemand anders die zo nodig iets meent te moeten zeggen.
In figuur 9 is aangegeven hoe een en ander dan dient te worden geschakeld: het regelsignaal van de kompressor voor het mikrofoonsignaal (Y) wordt toegevoerd aan de verzwakker-ingang van de 'muziek-kompressor' (X'). Als men een DJ-inprater wenst met een gekomprimeerd muzieksignaal, dan kunnen bovendien de punten X' en Y' van de muziek-kompressor aan elkaar worden geknoopt. Er zal dan echter wel behoorlijk hard in de mikrofoon moeten worden gesproken, wil er genoeg regelsignaal ontstaan om de muziek in voldoende mate te onderdrukken.
Als men een stereo diskotheekinstallatie harder wil doen klinken en/of de eindversterkers tegen overbelasting wil beschermen, moet de stereokompressor worden geschakeld volgens figuur 10. De regelsignalen van de kompressors voor het linker en rechter kanaal zijn hier met elkaar verbonden. Doet men dit niet en laat men de beide kompressors zelfstandig opereren, dan kan dit aanleiding geven tot de meest







Figuur 8abc. Frequentiekarakteristieken welke V_{uit}/V_{in} tonen als funktie van de frekwentie, met de stand van S2 als parameter.

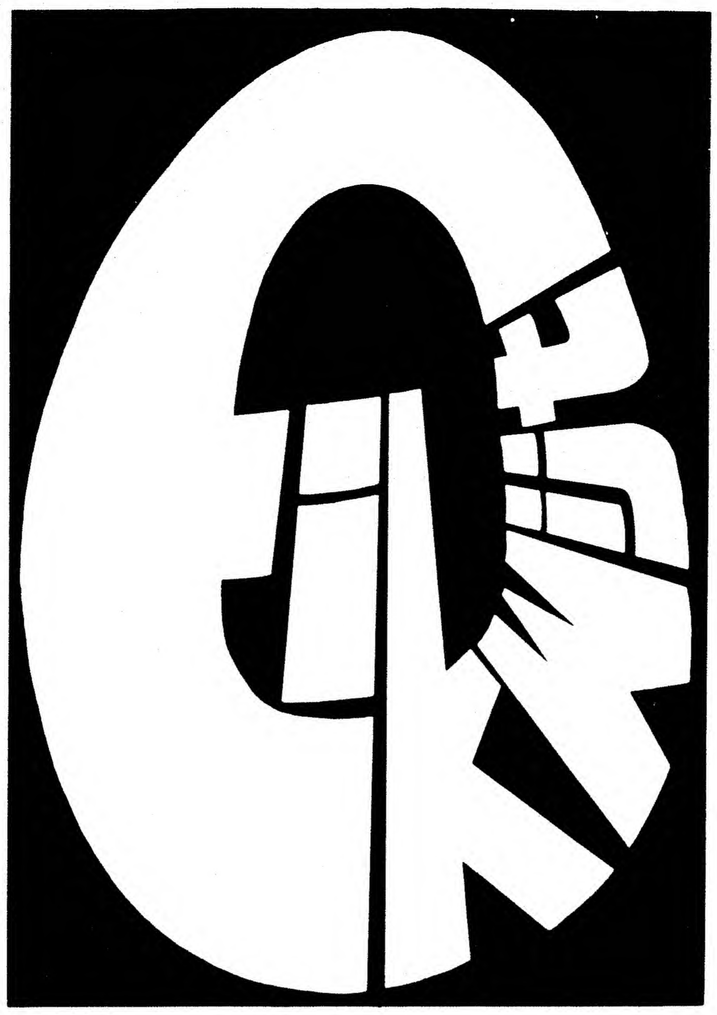
Figuur 9. Mogelijke konstruktie van een 'DJ-inprater'.

Figuur 10. Gebruik van een stereo-kompressor in een diskotheekinstallatie.

merkwaardige effekten. Een voorbeeld kan dit misschien duidelijk maken:
Er wordt bijvoorbeeld een stereo-signaal weergegeven dat met behulp van twee mikrofoons werd opgenomen. Voor de linker mikrofoon stond een trompettist, voor de rechter een saxofonist en tussen de mikrofoons in stond een piano waarop de begeleiding werd gespeeld. De pianomuziek is dus in beide kanalen in dezelfde (relatief geringe) mate aanwezig.
Als bij weergave van dit signaal de regelsignalen van de kompressors niet zijn gekoppeld, zal bij een plotselinge harde trompetstoot de dan optredende kompressie de piano-begeleiding in het linker kanaal geheel doen verdwijnen voor korte tijd; een luide saxofoonsolo zal even later hetzelfde effekt veroorzaken in het rechter kanaal.
Het hoorbare resultaat hiervan is dan dat de pianomuziek voortdurend van het linker naar het rechter kanaal schijnt over te springen: een bijzonder vreemd en onmuzikaal effekt, dat associaties oproept van gemotoriseerde piano's en/of transpirerende rolschaatsende pianisten.
Als de regelsignalen van beide kompressors gekoppeld zijn, zal de pianobegeleiding steeds in beide kanalen in gelijke mate worden onderdrukt, hetgeen volkomen natuurlijk klinkt.
Uiteraard zijn de in figuur 9 en 10 geschetste opstellingen slechts enkele voorbeelden, die als basis kunnen dienen voor verder eksperimenten in deze richting.

Zendamateurs

Zendamateurs zullen vooralsnog weinig behoefte hebben aan een stereo-kompressor (hoewel pogingen in deze richting best eens een aansporing zouden mogen hebben!).
In een mono-uitvoering kan voor IC1 een goedkope 741 worden gebruikt, mits R14 en R15 in waarde worden verlaagd tot ca. 470 ohm. Als er uitsluitend gebruik wordt gemaakt van de mikrofoon, kan voorts ook S1 vervallen; de weerstanden R19, R20 en R21 kunnen dan worden vervangen door één vaste weerstand van ca. 10 k.
De snelheidskeuze met S2 is juist voor zendamateurs erg nuttig. Bij het altijd wat lawaaierige mobiele gebruik van een zender, zorgt de snelste stand (C) voor maksimale verstaanbaarheid, terwijl bij stationair gebruik met langzamere standen geëksperimenteerd kan worden om de maksimale modulatiekwaliteit te bereiken. ◀

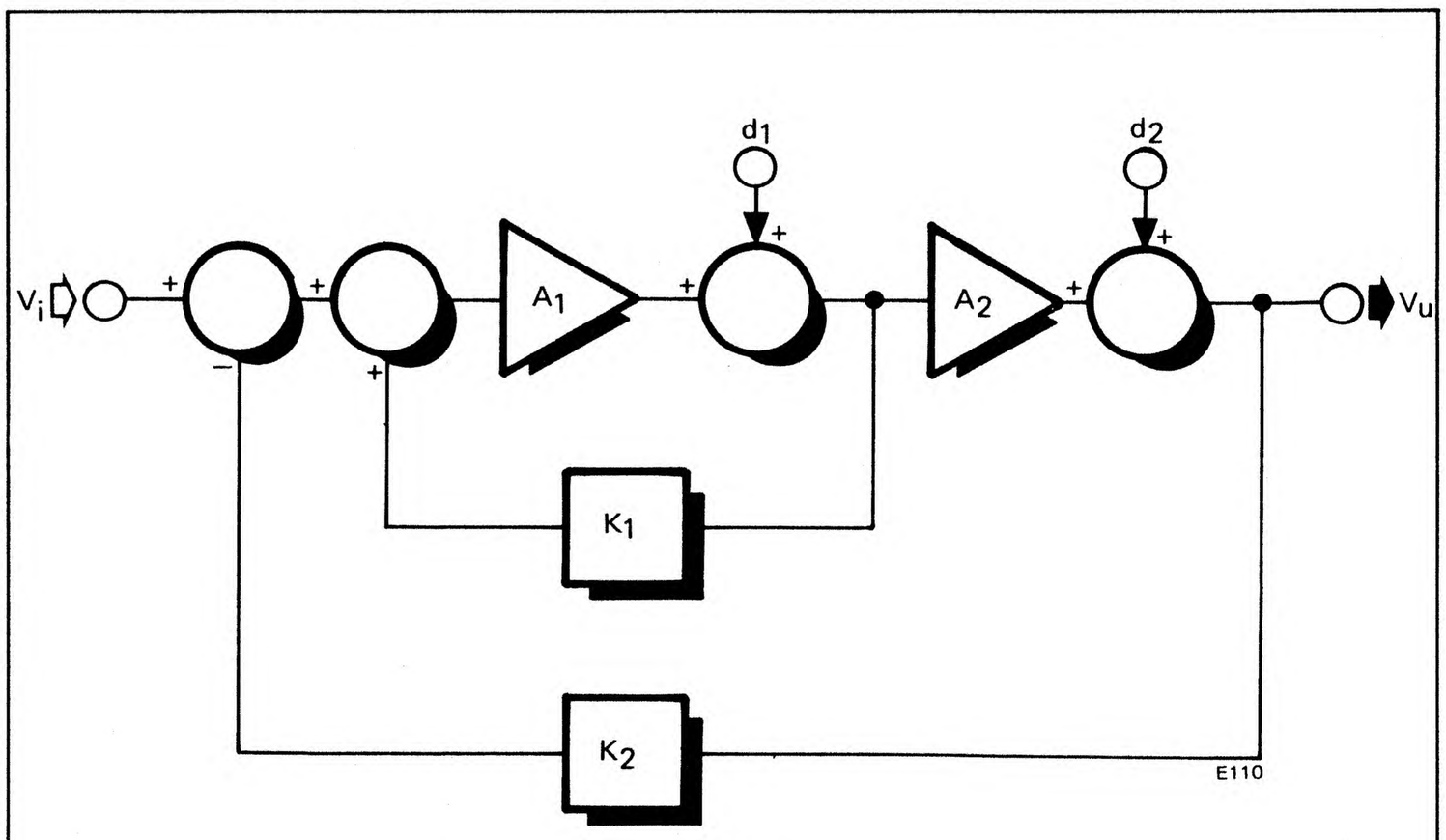


Denkbeelden en schakelingen die de redaktie kwijt wil, ofschoon ze door gebrek aan tijd of middelen niet werden afgerond, als uitdaging aan onze lezers om deze ideeën-in-de-dop uit te broeden.

Meer tegenkoppeling mogelijk door meekoppeling

Het patent US 2,245,598 van Llewellyn uit het stof gehaald.

Een audio-eindversterker is op te splitzen in een voortrap A_1 met een relatief kleine vervormingsbijdrage d_1 en een eindtrap A_2 met een relatief grote vervormingsbijdrage d_2. In ons geval (zie figuur) wordt er via K_1 meekoppeling over trap A_1 geïntroduceerd. Verder treedt via K_2 overall-tegenkoppeling op. De formule voor V_u staat onder de figuur; de berekeningen zullen U bespaard blijven.
De term $d_1 d_2$ slaat op 'vervorming in de vervorming'; de vervormingsbijdrage d_1 wordt door A_2 vervormd.
We zien, dat er iets bijzonders aan de hand is als $K_1 A_1$ gelijk aan 1 wordt gekozen. Dan verschijnt d_1 in sterk gereduceerde vorm en d_2 helemáál niet meer in het uitgangssignaal. De instelling $K_1 A_1 = 1$ is die, waarbij de trap A_1 zonder de overall-tegenkoppeling zou gaan oscilleren. De overall-tegenkoppeling valt weg indien $K_2 A_2$ nul wordt en dat is het geval indien binnen A_2 clippen optreedt.
Voor eindversterkers is het interessant om de versterking A_2 gelijk aan één te kiezen. In verband met het gevaar voor oscilleren bij clippen binnen A_2 is het gewenst om A_1 zodanig te dimensioneren, dat het clippen binnen A_1 plaats vindt. Immers, dan wordt $K_1 A_1$ nul en kan er nooit oscilleren optreden. Uiteraard dienen de normale voorzorgsmaatregelen t.a.v. stabiliteit in acht te worden genomen.
Het patent waarin dit principe beschreven staat, dateert uit het midden van de vijftiger jaren (het buizentijdperk dus) en is in vergetelheid geraakt, omdat we het te druk hadden met de transistor. ◀



$$V_u = V_i \frac{A_1 A_2}{N} + d_1 \frac{A_2}{N} + d_2 \frac{1 - K_1 A_1}{N} +$$

$$+ d_1 d_2 \frac{1 - K_1 A_1}{N}$$

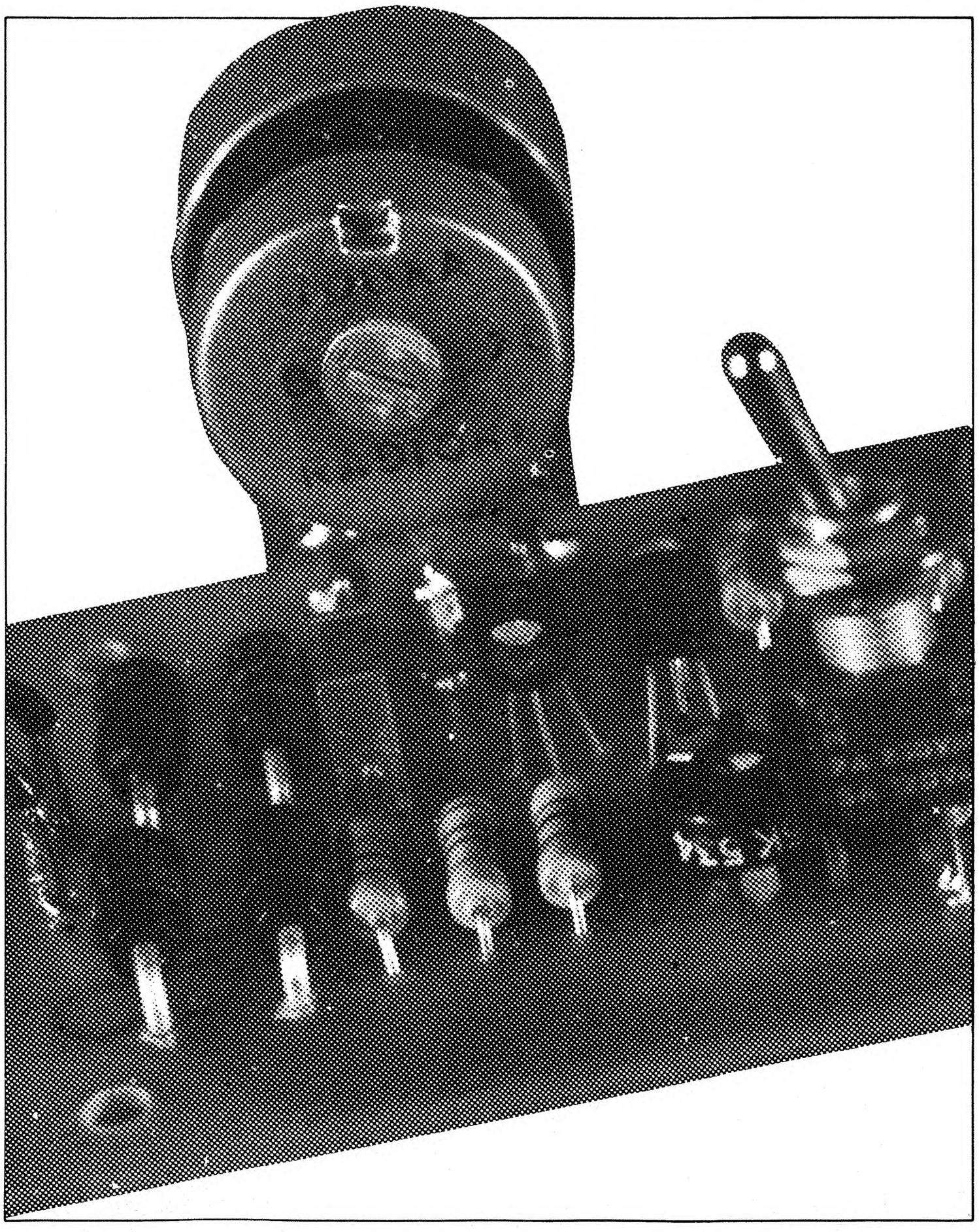
$$N = 1 + K_2 A_1 A_2 - K_1 A_1$$

$K_1 A_1 = 1$:

$$V_u = V_i \frac{1}{K_2} + d_1 \frac{1}{K_2 A_1}$$

TOERENTALREGELAAR VOOR BOORMACHINES

Veel toerentalregelaars voor handboormachines hebben het nadeel dat ze speciaal op het vermogen aangepast moeten zijn om optimaal te kunnen funktioneren. De hier beschreven toerenregelaar is voor vrijwel iedere boormachine geschikt, ongeacht het vermogen.



Het doel van een dergelijke regelaar is om het toerental aan te kunnen passen aan het te bewerken materiaal en aan de boordiameter. Een eis hierbij is wel dat het toerental binnen bepaalde grenzen onafhankelijk is van de belasting. Om dit te bereiken, moet van een speciale regelaar gebruik gemaakt worden, die de boormachine ook nog bij lage toerentallen soepel laat lopen.

De universele motor

Vaak worden de begrippen sturing en regeling met elkaar verward. Met een sturing kan men het toerental van een motor instellen. Verandert de belasting, dan verandert ook het toerental. Figuur 1 toont een koppel-toeren-kromme van een universele motor. In deze grafiek is het toerental n als funktie van het koppel M_T uitgezet bij konstante motorstroom I. Uit deze kurve blijkt dat wanneer de belasting (en dus ook het te leveren koppel) toeneemt, het toerental van n_1 tot n_2 afneemt. Het werkpunt A van de boormachine verplaatst zich over de kurve van A_1 naar A_2.

Met een regelaar kan het toerental ondanks een variërende belasting toch konstant gehouden worden. In figuur 2 is te zien hoe het werkpunt van de motor bij toepassing van een dergelijke regelaar bij verandering in belasting verschuift. Ook in deze grafiek is het toerental n als funktie van het koppel M_T uitgezet. In totaal zijn drie koppel-toerenkrommen weergegeven, elk voor een andere motorstroom I. Indien het koppel van M_{T1} tot M_{T2} toeneemt, verschuift het werkpunt naar een andere kurve. In werkpunt A_2 loopt er een grotere motorstroom, waardoor het toerental niet afneemt.

Bij de hier beschreven regelaar wordt de grootte van de stroom bepaald door de fase-aansnijding van de gelijkgerichte wisselspanning. Figuur 3 geeft het verloop van de stroom door de thyristor weer. De verschillende fase-aansnijdingen resulteren in de verschillende stromen $I_1 \ldots I_3$.

Sturing

Figuur 4 toont het schema van de

regelaar. De motor staat in serie met de wisselspanningstak van een dubbelfasige gelijkrichter D1 . . . D4. Hierdoor is met behulp van een thyristor toch een volle fase-aansnijding mogelijk. De gelijkgerichte wisselspanning bereikt via R1 een brugschakeling. Deze brugschakeling wordt gevormd door de takken R5/P2/R7 en R2/P1/C1. In deze brug zijn de darlingtons T1 en T2 opgenomen. Indien tijdens het laden van C1 de emitterspanning van T1 ca. 1,2 V hoger wordt dan de basisspanning, dan begint deze transistor te geleiden. Ook T2 wordt dan in geleiding gestuurd en triggert de thyristor Th1. Deze brugschakeling werd toegepast, omdat hiermee een fase-aansnijding over ca. 180° mogelijk is.
Op het moment dat T1 en T2 in geleiding komen, wordt C1 snel vrijwel volledig ontladen. Mede hierdoor is de hysteresis vrij klein.
Dit gedeelte van het schema vormt dus een vrij goede sturing van de motor. Om echter het toerental vrijwel konstant te houden bij wisselende belasting moet het sisteem nog uitgebreid worden: het moet een regelaar worden. Hiervoor is terugkoppeling vereist.

Regeling

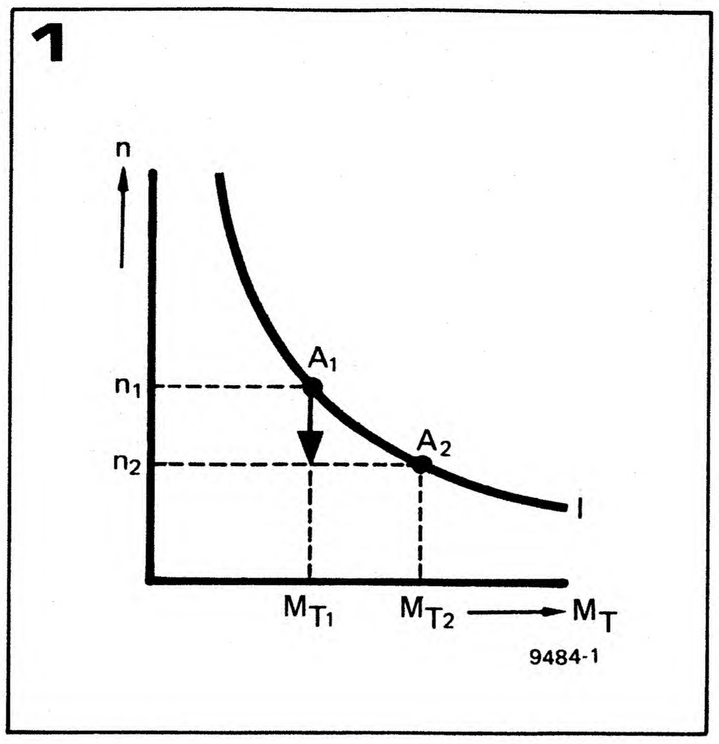
In serie met de thyristor is een vermogensweerstand R8 opgenomen. De spanningsval hierover is recht evenredig met de motorstroom. Deze spanning wordt gebruikt voor het regelen van de boormachine. Via diode D5 wordt kondensator C2 opgeladen. De afgevlakte spanning stuurt via P3, R9 en D6 de transistor T3. Deze transistor dient als spanningsgestuurde weerstand. Indien de belasting toeneemt, zal het toegevoerde vermogen aan de boormachine vergroot moeten worden om het toerental konstant te houden. Bij het toenemen van de belasting zal in eerste instantie het toerental willen afnemen. De tegen-EMK van de motor zal hierdoor ook afnemen, waardoor de stroom toeneemt en daarmee de spanning over R8. De kollektor-emitter-overgang van T3 zal hierdoor laagohmiger worden. Het resultaat is dat de thyristor eerder getriggerd wordt, waardoor het toegevoerde vermogen aan de motor toeneemt. De aanvankelijke neiging tot afname van het toerental wordt hierdoor tegengewerkt.

Met behulp van S1 kan het regelgedeelte uitgeschakeld worden. De schakeling doet dan alleen nog dienst als sturing; d.w.z. dat het toerental bij variërende belasting niet konstant blijft.

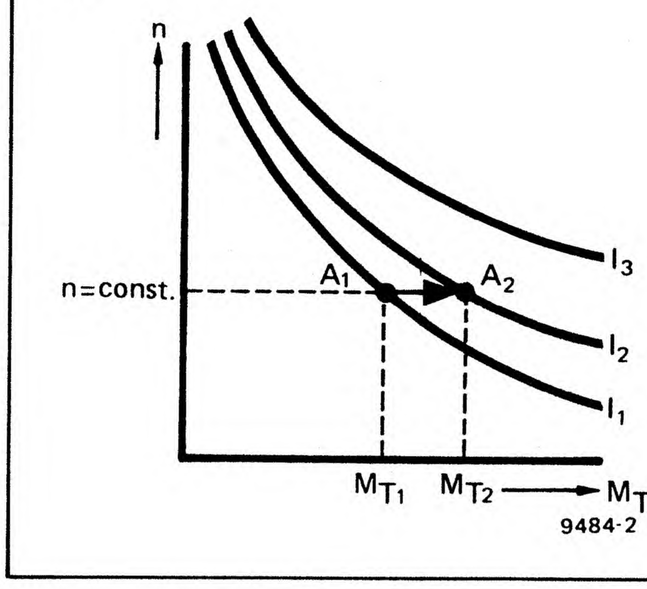
Het afregelen

Attentie: Het afregelen moet met een deugdelijk geïsoleerde schroevendraaier uitgevoerd worden, aangezien de schakeling direkt met het lichtnet verbonden is!

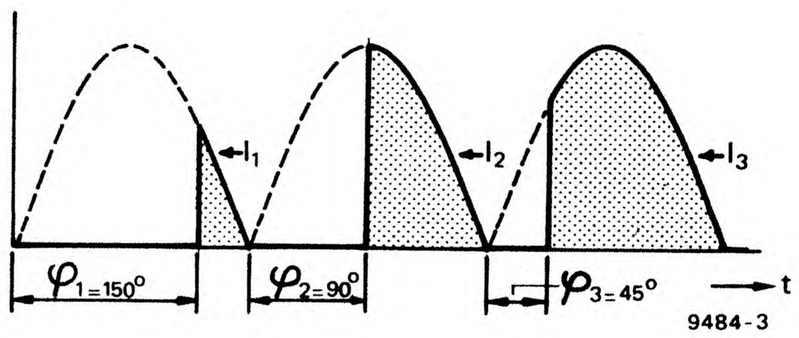
Eerst wordt de schakelaar S1 geopend. Met behulp van potmeter P2 wordt het minimale toerental van de boormachine ingesteld (P1 op maksimale weerstand).



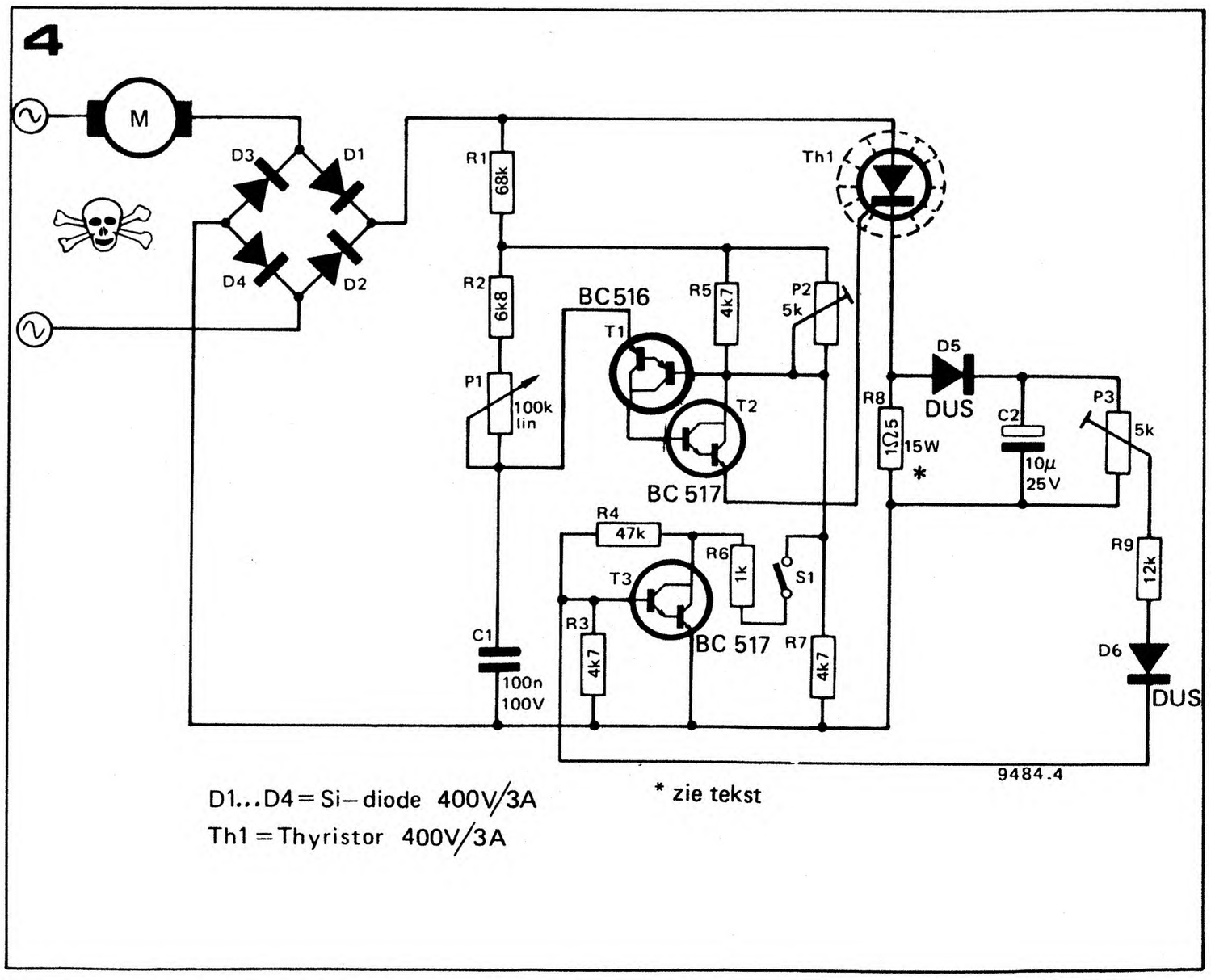
Figuur 1. De koppel-toeren-kromme van een universele motor.



Figuur 2. Verschuiving van het werkpunt bij belastingsverandering van een elektronisch geregelde motor.

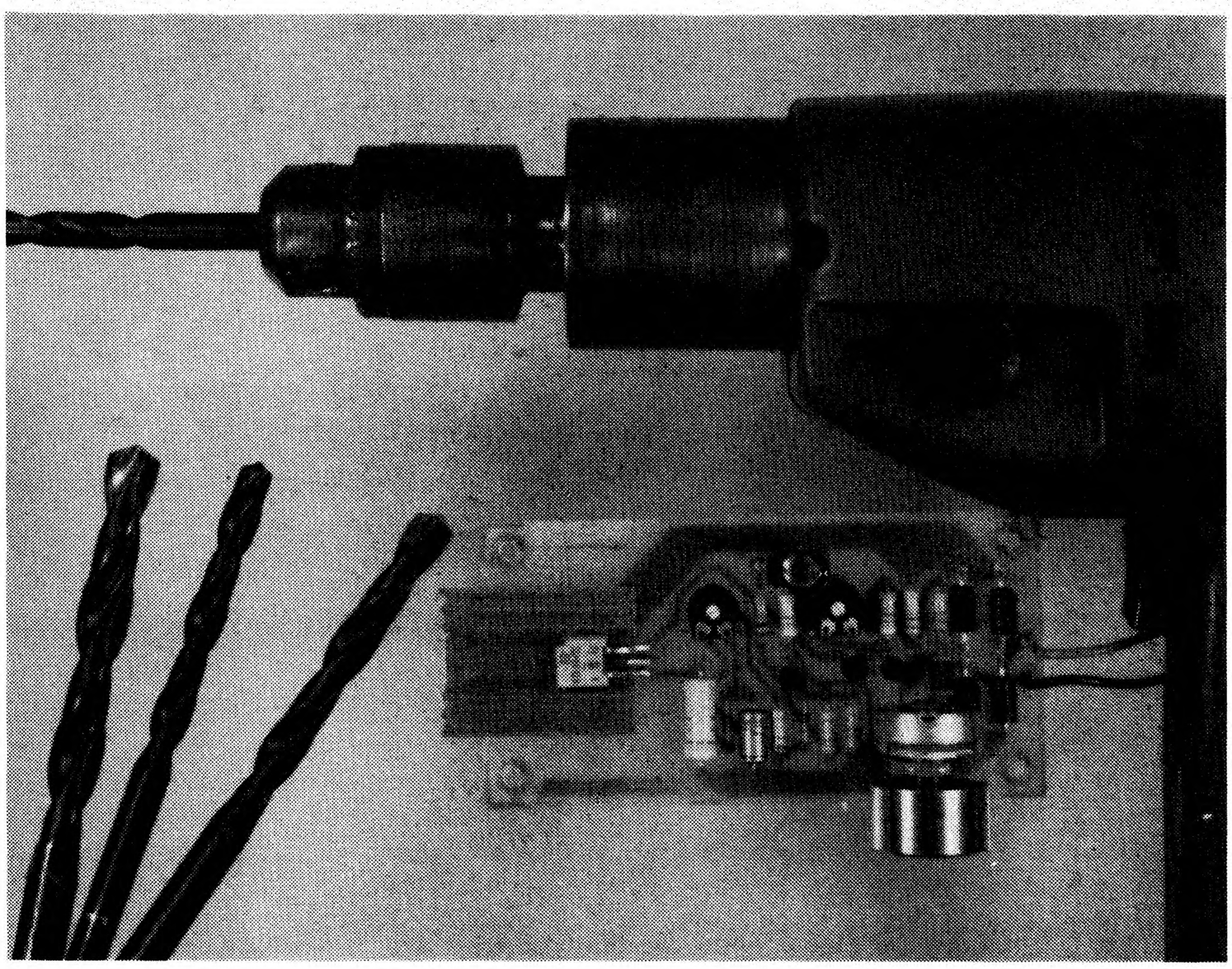


Figuur 3. Het verloop van de stroom door de thyristor bij toename van de belasting.



Figuur 4. Het schema van de regelaar.

Figuur 5. Layout en komponentenopstelling van de print.

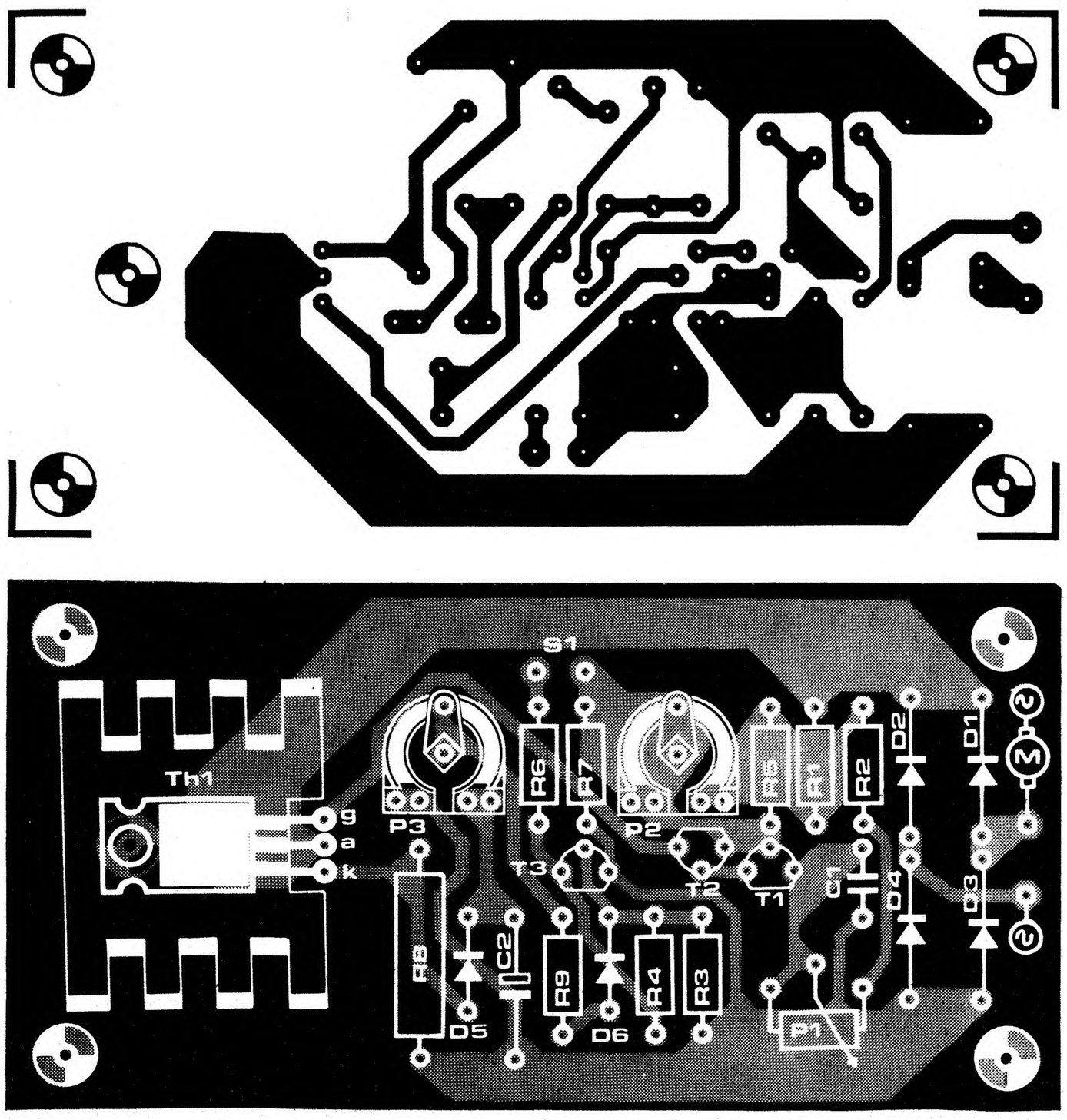


5

weerstanden:
R1 = 68 k
R2 = 6k8
R3,R5,R7 = 4k7
R4 = 47 k
R6 = 1 k
R8 = zie tekst
R9 = 12 k
P1 = 100 k lin.
P2,P3 = 5 k instel

halfgeleiders:
T1 = BC 516
T2,T3 = BC 517
D1,D2,D3,D4 = 400 V/3 A
D5,D6 = DUS
Th1 = 3 A/400 V

diversen:
S1 = enkelpolige schakelaar



De motor moet echter nog wel bij het opnieuw inschakelen van de voedingsspanning vanzelf aanlopen. De loper van P3 wordt nu naar het koude einde gedraaid (richting min-aansluiting C2) en S1 wordt gesloten. Potmeter P3 wordt vervolgens zo ingesteld dat het toerental iets toeneemt. De afregelprocedure is hiermee beëindigd. Met behulp van P1 kan het toerental tussen minimaal en maksimaal geregeld worden. Bij sterkere motoren kan de weerstand R8 vanwege de grotere stroom tot 0,1 Ω verkleind worden. Met een thyristor van 3 A kan weliswaar een boormachine met een opgenomen vermogen van ca. 660 W geregeld worden, toch wordt vanwege de aanloopstroom een maksimale grens van 400 W aangeraden. Voor sterkere motoren moeten de thyristor en de dioden D1 . . . D4 aangepast worden.

De bouw

Zoals reeds eerder opgemerkt, is de schakeling direkt met het lichtnet verbonden. Vanwege dit feit dient grote zorg besteed te worden aan een deugdelijk isolerend (kunststof) kastje, waarin de schakeling ondergebracht kan worden. Op dit kastje kan dan een stopkontakt (indien nodig met randaarde) gemonteerd worden. Het aansluitsnoer en stekker (eventueel ook met randaarde) moeten van onberispelijke kwaliteit zijn. Het beste kan een zwaarder tipe rubber- of vinylsnoer (dus geen 'schemerlampensnoer') gebruikt worden. Dit snoer moet in het kastje van een effektieve trekontlasting en een doorvoertule voorzien zijn.

korrekties op
aanvullingen voor
ervaringen met
elektuur-publikaties

elektorskoop

In de ingangsverzwakker van de vertikale versterker (januari '76, blz. 142) moet R10 270 k zijn en niet 150 k, aangezien dit een verkeerde deelfaktor oplevert.

DIGITAAL METEN

Digitale meetapparatuur is de laatste jaren erg 'in' geworden, waarbij de sterk gedaalde prijzen van IC's en display's ongetwijfeld een grote rol hebben gespeeld. De ver doorgevoerde integratie van elektronische schakelingen heeft inmiddels geleid tot komplete digitale voltmeters in één IC. Vele zichzelf respekterende IC-fabrikanten hebben reeds dit soort IC's op de markt gebracht en het ziet er naar uit dat deze tendens zich zal voortzetten. In dit artikel wordt een kort overzicht gegeven van een aantal IC's met hun eigenschappen.

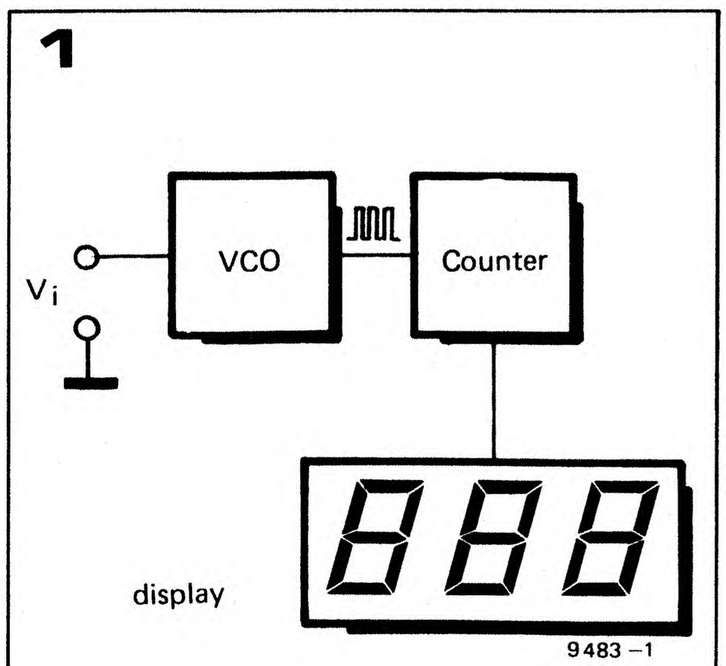
De digitale meter zal de nog steeds populaire draaispoelmeter toch gaan verdringen. Hoe goed de elektronika van de analoge meters ook is, de afleesnauwkeurigheid en het oplossend vermogen worden toch door de mechanische faktoren van de draaispoelmeter bepaald. De gevoeligheid van een draaispoelinstrument wordt beïnvloed door lagerwrijving en de kompliantie van de veerophanging. Ook zijn deze instrumenten onderhevig aan slijtage, waardoor de nul-punt-instelling zal verlopen (mechanische drift).
Digitale meters hebben geen last van de bovengenoemde problemen. Het principe van digitaal meten is voor alle meters in feite hetzelfde. De te meten 'grootheid' wordt omgezet in een digitale informatie, welke d.m.v. display's zichtbaar gemaakt wordt.

Het zal duidelijk zijn dat de werking van de digitale meter valt of staat met de nauwkeurigheid van de 'analoog' naar 'digitaal' (A/D)-omzetter. Voor deze omzetting zijn inmiddels verschillende sistemen ontwikkeld, waarbij de nauwkeurigheidsgraad de laatste jaren sterk is toegenomen.

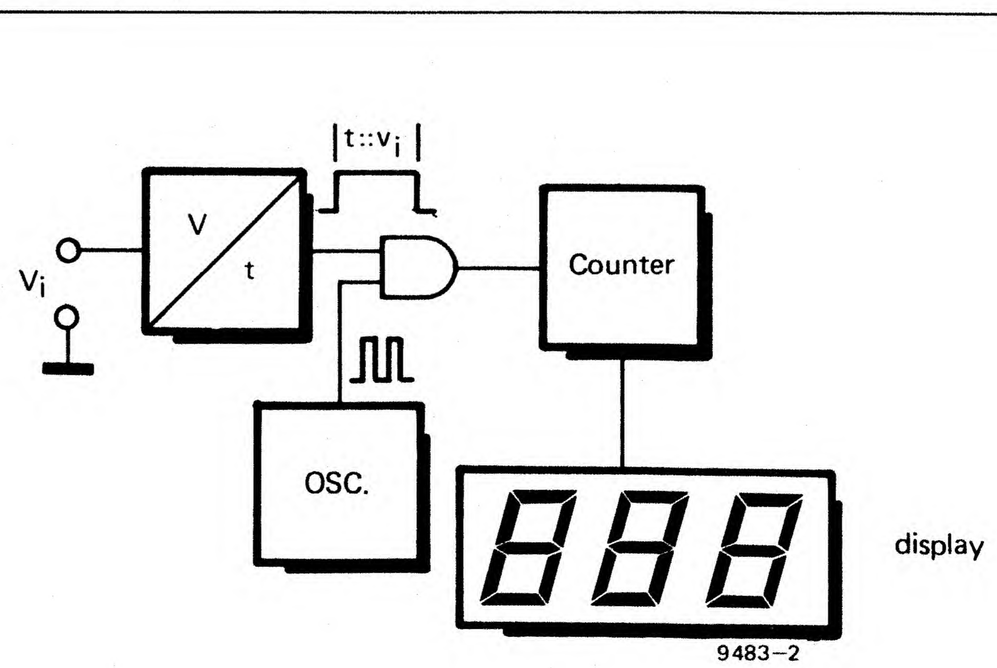
Omzetmetoden

Een reeds lang voor digitale meetapparatuur gebruikelijke omzetter is de spanningsgestuurde oscillator; de VCO (voltage controlled oscillator).
De te meten grootheid wordt eerst omgezet in een evenredig grote gelijkspanning. Met deze spanning wordt een VCO gestuurd en de impulsen die de VCO afgeeft, worden geteld en vervolgens uitgelezen (zie figuur 1). Het is natuurlijk wel zaak dat in dit geval de frekwentie bijzonder lineair verloopt met de ingangsspanning, hetgeen vooral bij zeer kleine spanningen moeilijkheden oplevert. Om dit te voorkomen zijn nogal komplekse schakelingen vereist.
Een tweede metode is het omzetten van de te meten grootheid in een tijd, gedurende welke een oscillator met een zeer konstante frekwentie impulsen aan een teller doorgeeft (zie figuur 2).
Bij deze omzetting van spanning naar tijd doen zich een aantal mogelijkheden voor, waarvan de dual-slope metode wel de bekendste is.
In figuur 3 is het principe van de dual-slope-omzetter weergegeven. De ingangs-(gelijk)spanning wordt aangesloten op een integratorschakeling. Aangezien de plus-ingang van de integrator aan aarde ligt en een tegenkoppeling aanwezig is, gedraagt de min-ingang zich als een virtueel aardpunt. Hierdoor wordt de ingangsspanning (via R) 'vertaald' in een konstante laadstroom van de kondensator (C) en dat gedurende een vastgelegd tijdvak t_0-t_1. De waarde van deze stroom is recht evenredig met de aangelegde ingangsspanning. De kondensatorspanning op het moment t_1 is dus afhankelijk van de ingangsspanning. Op het moment t_1 wordt de ingang van de integrator verbonden met een referentiespanning, waarvan de polariteit omgekeerd is t.o.v. de kondensatorspanning. De kondensator zal nu weer met een konstante stroom ontladen worden. De ontlaadtijd is afhankelijk van de bereikte spanning en dus recht evenredig met de ingangsspanning. Gedurende de ontlaadtijd worden er dan pulsen geteld door een teller. In de praktijk wordt voor het bepalen van het tijdsinterval t_0-t_1 dezelfde oscillator gebruikt als voor de omzetting van het tijdsverschil t_1-t_2 in een aantal pulsen.

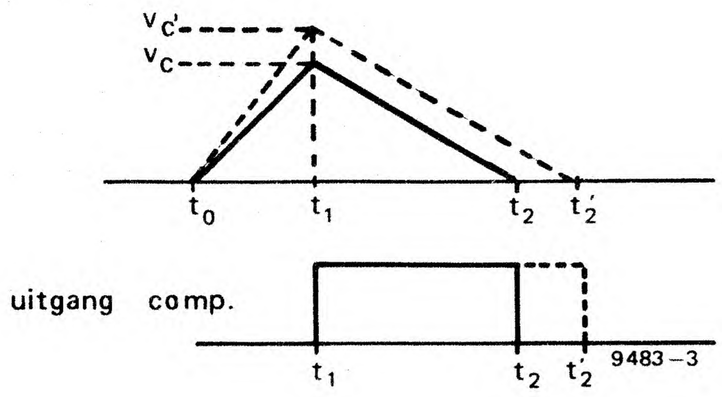
1

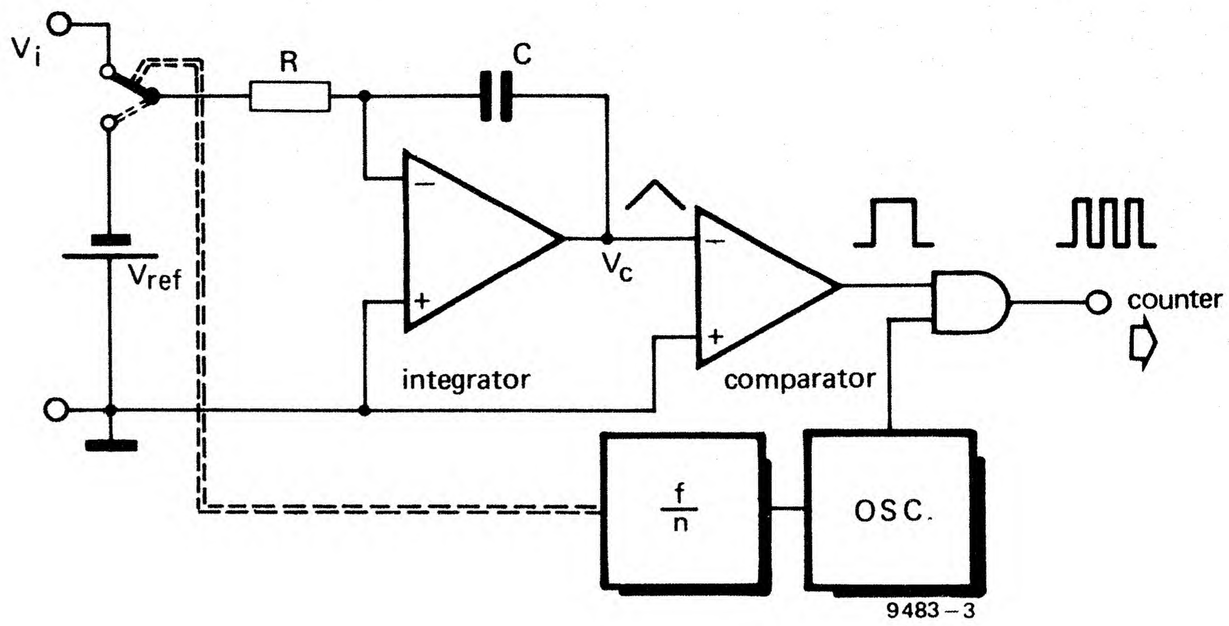


2



3





Hierdoor dient de frekwentie slechts tussen t_0 en t_2 konstant te zijn. Geleidelijk verloop (bijv. door temperatuursinvloed of verouderingsverschijnselen) in de frekwentiebepalende onderdelen heeft dus geen invloed op de betrouwbaarheid van de meter.
Een derde metode voor A/D-omzetting is 'delta-modulatie'. Het principe van deze metode is in figuur 4 weergegeven. De kondensator C wordt opgeladen met een stroom die afhankelijk is van de grootte van de ingangsspanning V_i en de referentiespanning + V_r. De uitgang van de integrator is verbonden met de D-ingang van een flipflop, welke op elk moment T 'geclockt' wordt. Op het moment dat de integratorspanning het werkpunt van de flipflop bereikt, slaat deze om en draait daarmee de polariteit van de referentiespanning om. De uitgangsspanning van de integrator gaat nu weer met konstante snelheid (afhankelijk van V_i) dalen tot de kondensator 'leeg' is. Nu kan de cyclus weer opnieuw beginnen. Omdat de op- en ontlaadstroom van de kondensator nooit gelijk kunnen zijn (behalve bij $V_i = 0$) zal ook de tijd van logisch '1' op de Q-uitgang van de flipflop verschillen met die van logisch '0'. Deze 'informatie' wordt vervolgens gebruikt om een op- en afteller te besturen. Deze teller telt de clockpulsen op als de spanning V_D toeneemt en telt vervolgens weer af als deze spanning afneemt. Na deze cyclus blijft de teller in een bepaalde verschilstand (delta) staan, welke dan uitgelezen kan worden.
Ook bij deze laatste vorm van A/D-omzetting heeft een geleidelijk verloop van de clock-frekwentie en de referentiespanning geen invloed op de betrouwbaarheid van de meter omdat de konstantheid van deze grootheden alleen gedurende één meting van belang is.
De laatste twee mogelijkheden lijken ideaal voor de praktische opbouw van een digitale voltmeter. Er blijken echter toch nog wel wat haken en ogen aan deze metoden te zitten. Het op- en ontladen van de kondensatoren kan beïnvloed worden door ongewenste drempelspanningen van de toegepaste opamps, hetgeen ten koste zal gaan van de betrouwbaarheid van de meting. Ook een te lange vertragingstijd van de verschillende schakelfunkties kan de goede werking beïnvloeden.

DVM IC's

Er zijn IC's op de markt gekomen waarin zich een groot gedeelte van een digitale voltmeter bevindt. Van de verschillende verkrijgbare IC's wordt in tabel 1 een overzicht gegeven.
Het zou te ver voeren om van elk IC een uitvoerige beschrijving te geven, daarom is het overzicht beperkt tot een samenvattende tabel. Een korte beschrijving is misschien wel nuttig om een idee te krijgen wat men met de verschillende IC's kan bereiken. Daarom is van elk IC een toepassing gegeven in een DVM-schakeling. Bij het bekijken van deze schema's moet men wel goed in de gaten houden dat het hier DVM's betreft met slechts één spanningsbereik. Om een dergelijke schakeling te gebruiken voor het meten van kleine gelijkspanningen zal er nog een voorversterkerschakeling aan toegevoegd moeten worden. Deze voorversterker moet aan hoge eisen voldoen, wil men de gepretendeerde nauwkeurigheidsgraad van DVM-IC's handhaven. Hetzelfde geldt bij het gebruik van deze IC's in digitale multimeters (DMM's). De eisen die in dit laatste geval aan de stroom/spanning-omzetter, weerstand/spanning-omzetter en gelijkrichtschakeling worden gesteld zijn dan wel hoog.

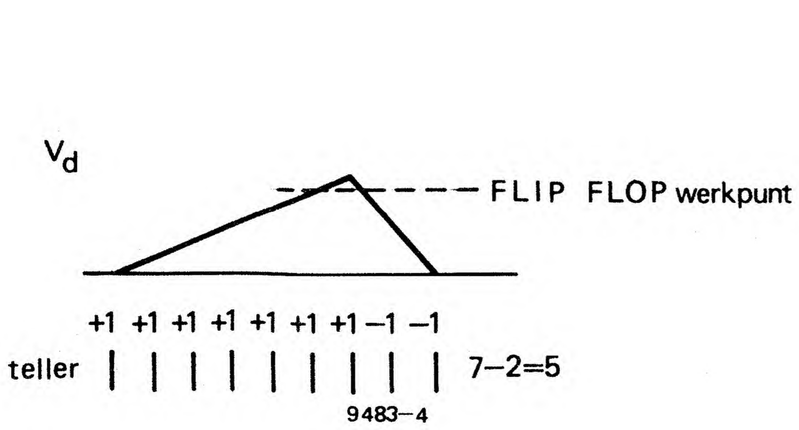
Figuur 1. Blokschema van een digitale voltmeter volgens het VCO (Voltage Controlled Oscillator)-principe.

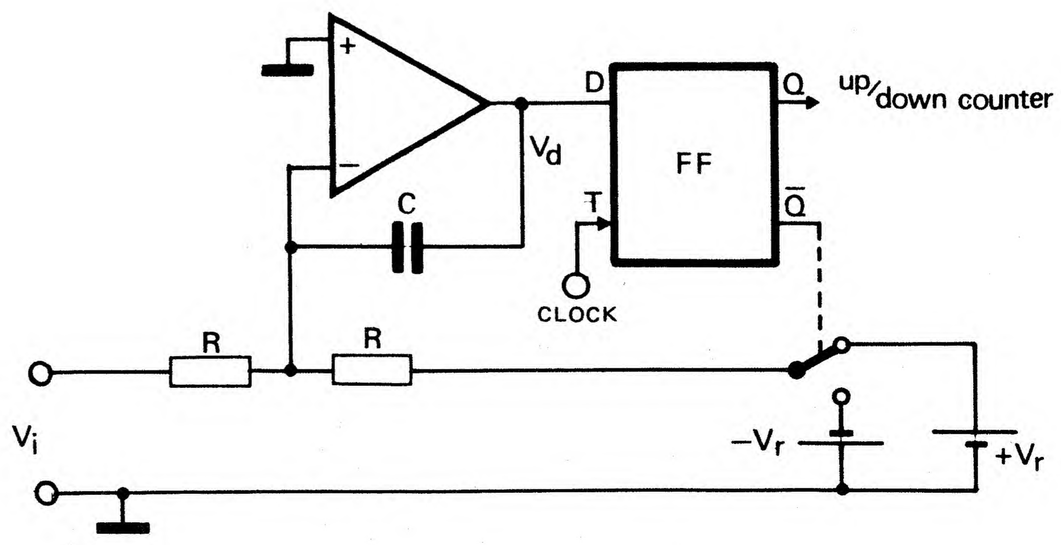
Figuur 2. Het principe van een digitale meter volgens een spanning/tijd-omzetmetode.

Figuur 3. Het principe van de dual-slope-metode. Tijdens het tijdvak (slope) t_1 -t_2 worden impulsen geteld.

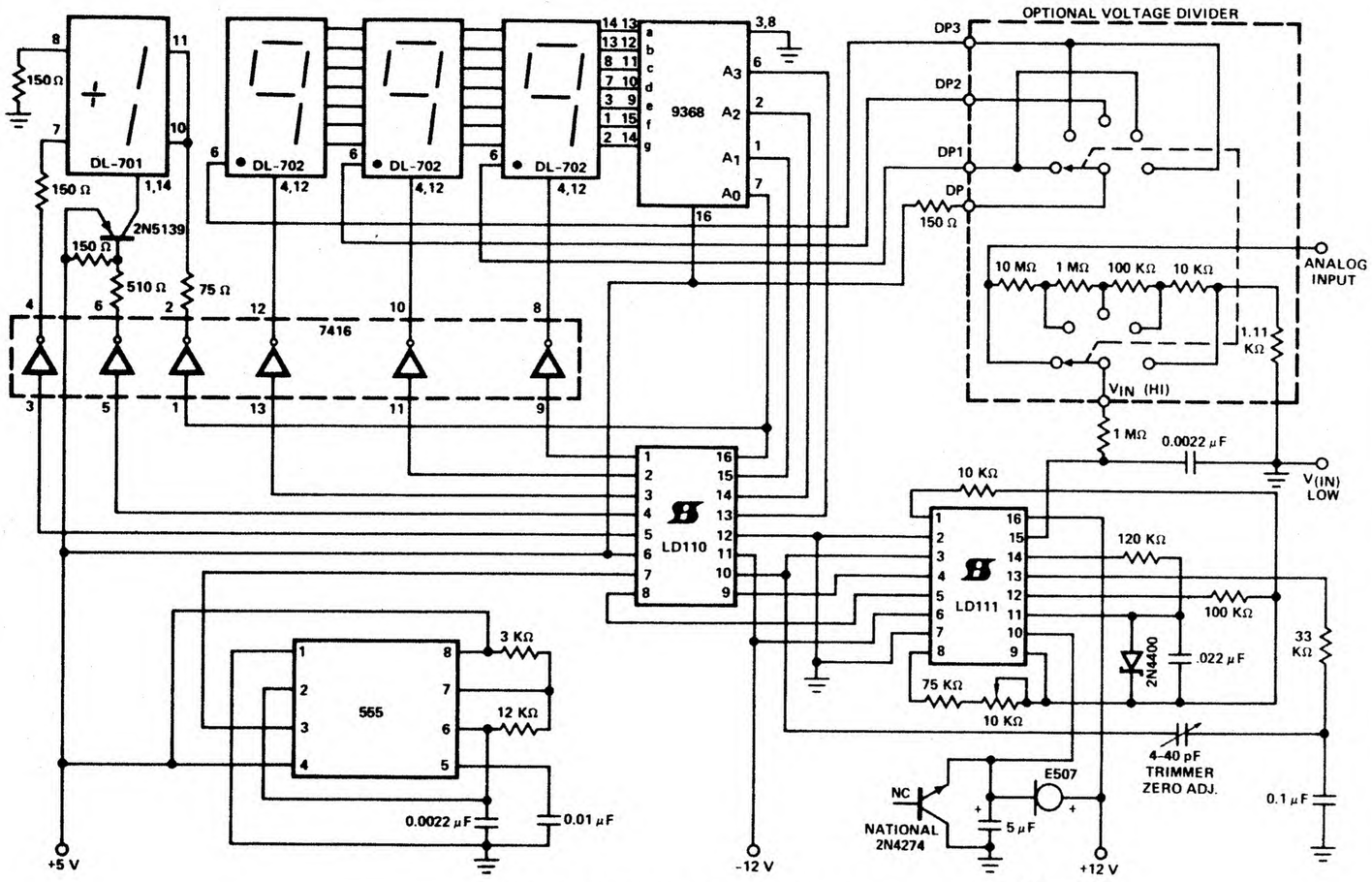
Figuur 4. Een blokschema voor het delta-modulatie-principe. Na resp. op- en aftellen wordt het verschil (delta) van de getelde impulsen uitgelezen.

4





5



SILICONIX DVM DEMONSTRATOR.

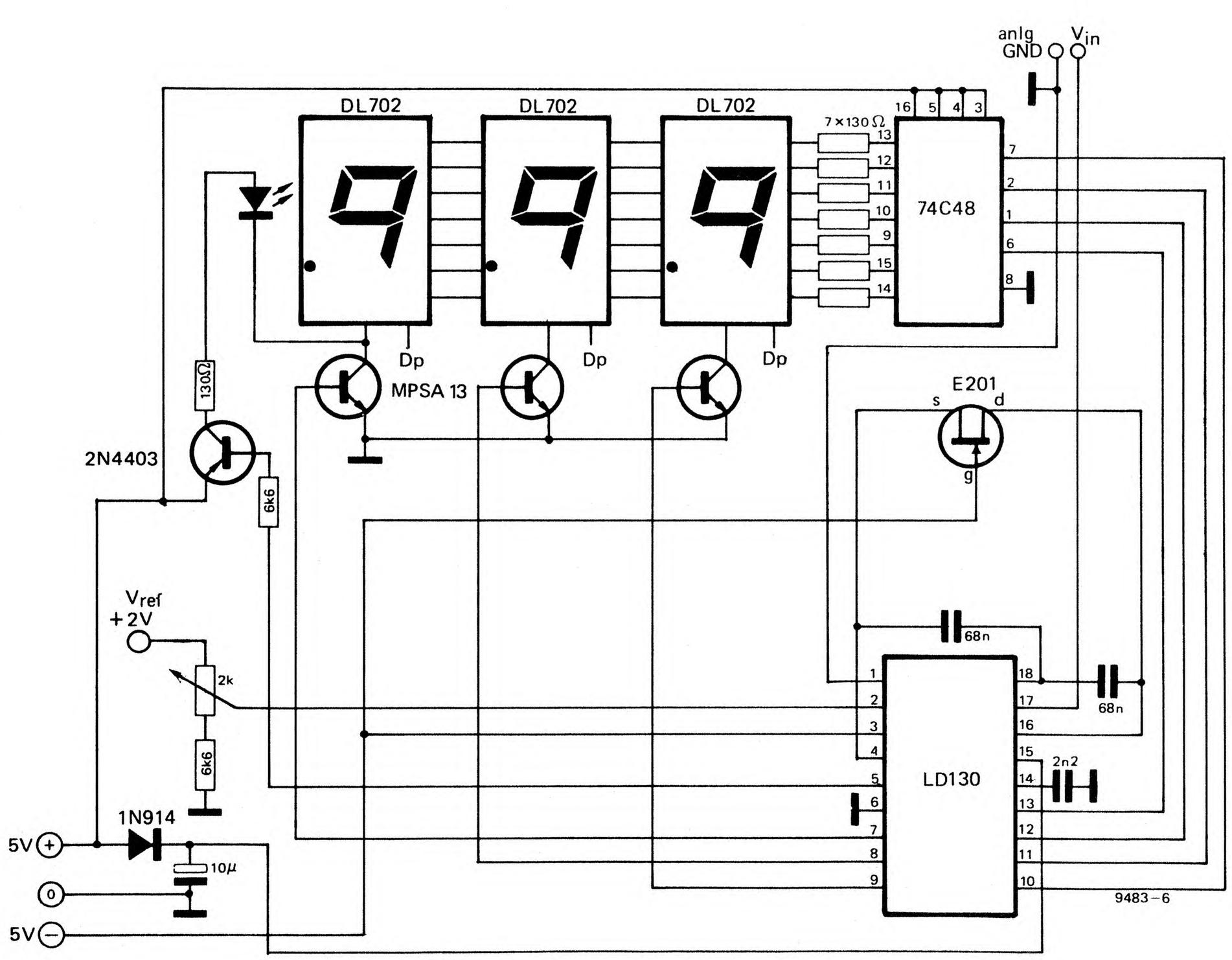
9483-5

Figuur 5. Een DVM (Digital Voltage Meter) met de LD 110 en LD 111. De weerstanden in de spanningsdeler dienen wel minstens dezelfde nauwkeurigheid te hebben als de DVM (0,05%)!

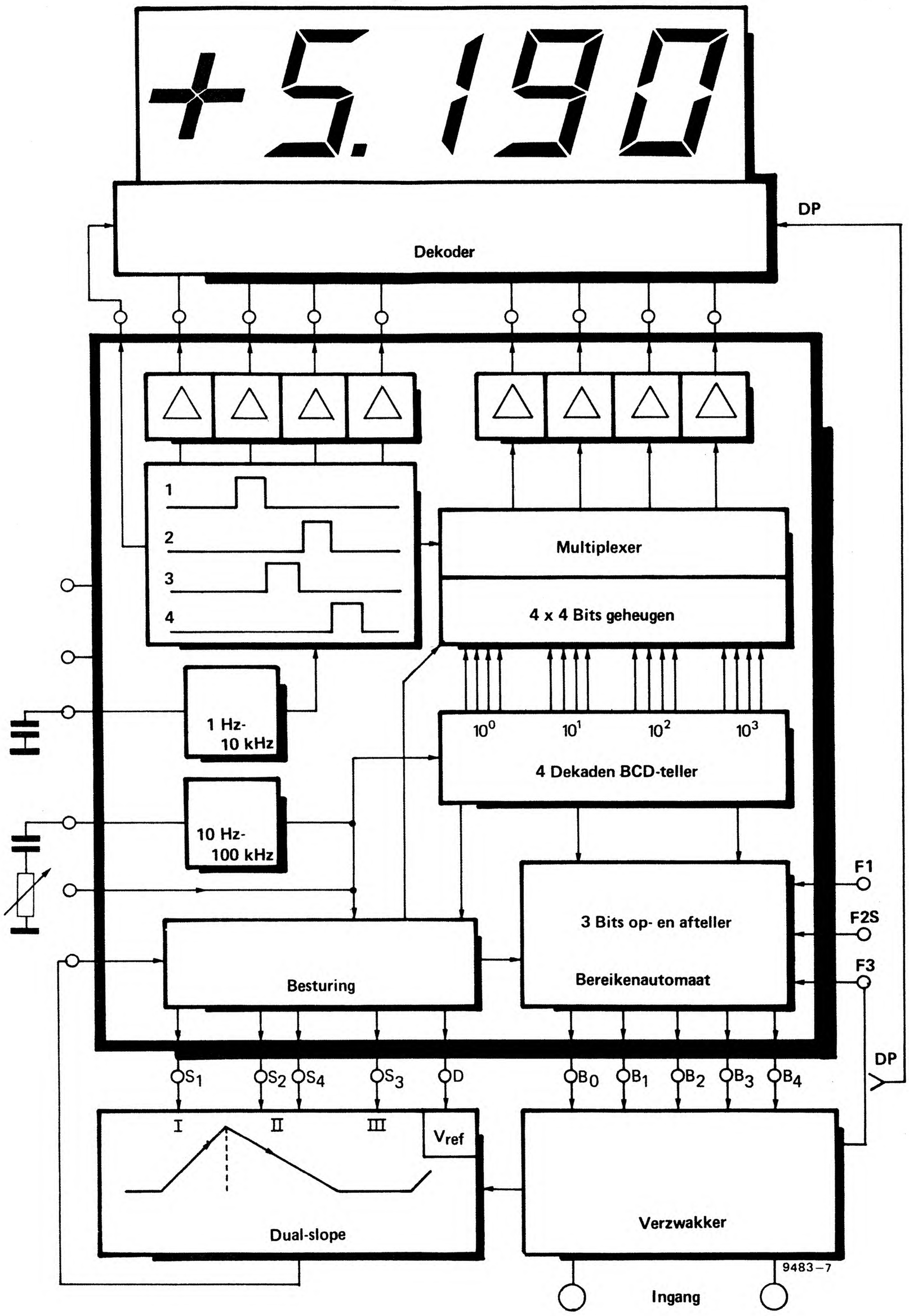
Figuur 6. De LD 130 in een praktische schakeling. Opvallend is het kleine aantal benodigde onderdelen.

Figuur 7. Het blokschema van de S 190 van Siemens. De maksimale 'aanwijzing' is 5999.

6



7

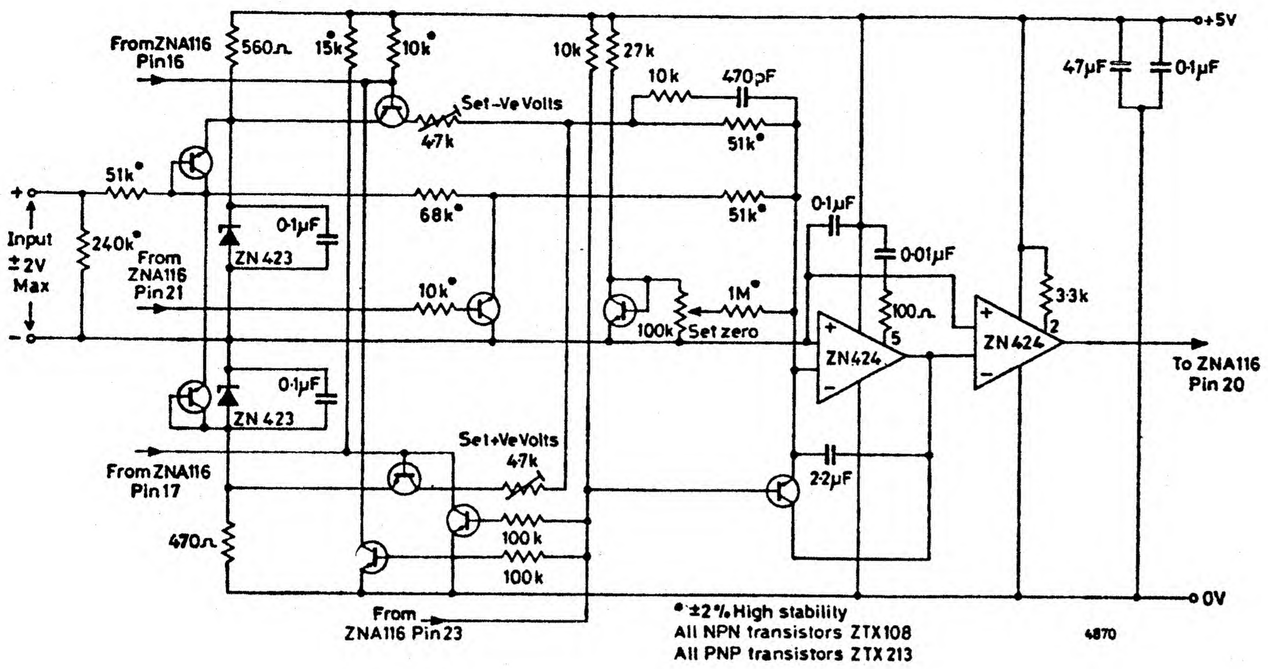


Tabel 1

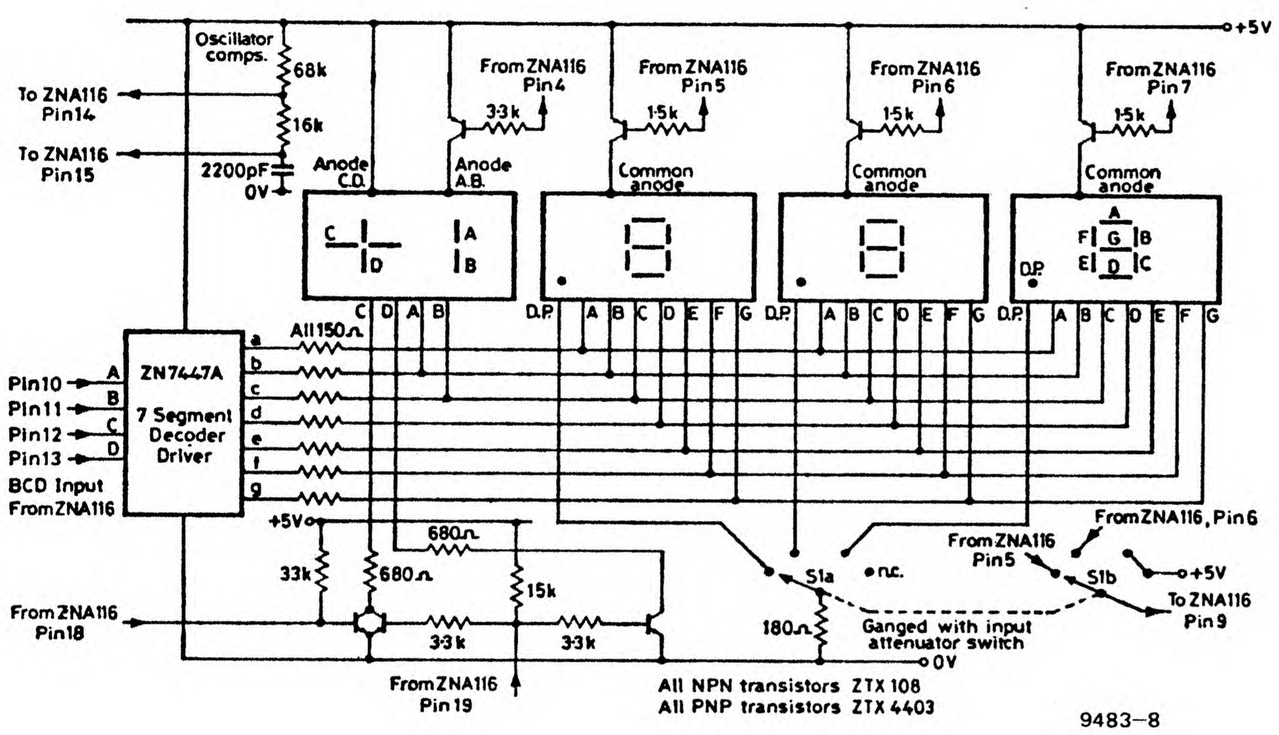
Tipe	Fabrikant	Sisteem	uitlezing	nauwkeurigheid
LF 11300/ MM 5330	National	Dual-slope	4½ display (± 19999)	0,02%
GZF 1200	Philips	Delta modulatie	3½ display (± 1999)	0,05%
2NA 116E	Ferranti	Dual-slope	3½ display (± 1999)	0,1%
S 190	Siemens	Dual-slope	3¾ display (± 5999)	——
LD 130	Siliconix	Dual-slope	3 display (± 999)	0,1%
LD 110/ LD 111	Siliconix	Dual-slope	3½ display (± 1999)	0,05%

8

CIRCUIT DIAGRAM OF ANALOGUE BOARD



CIRCUIT DIAGRAM OF DIGITAL BOARD



9

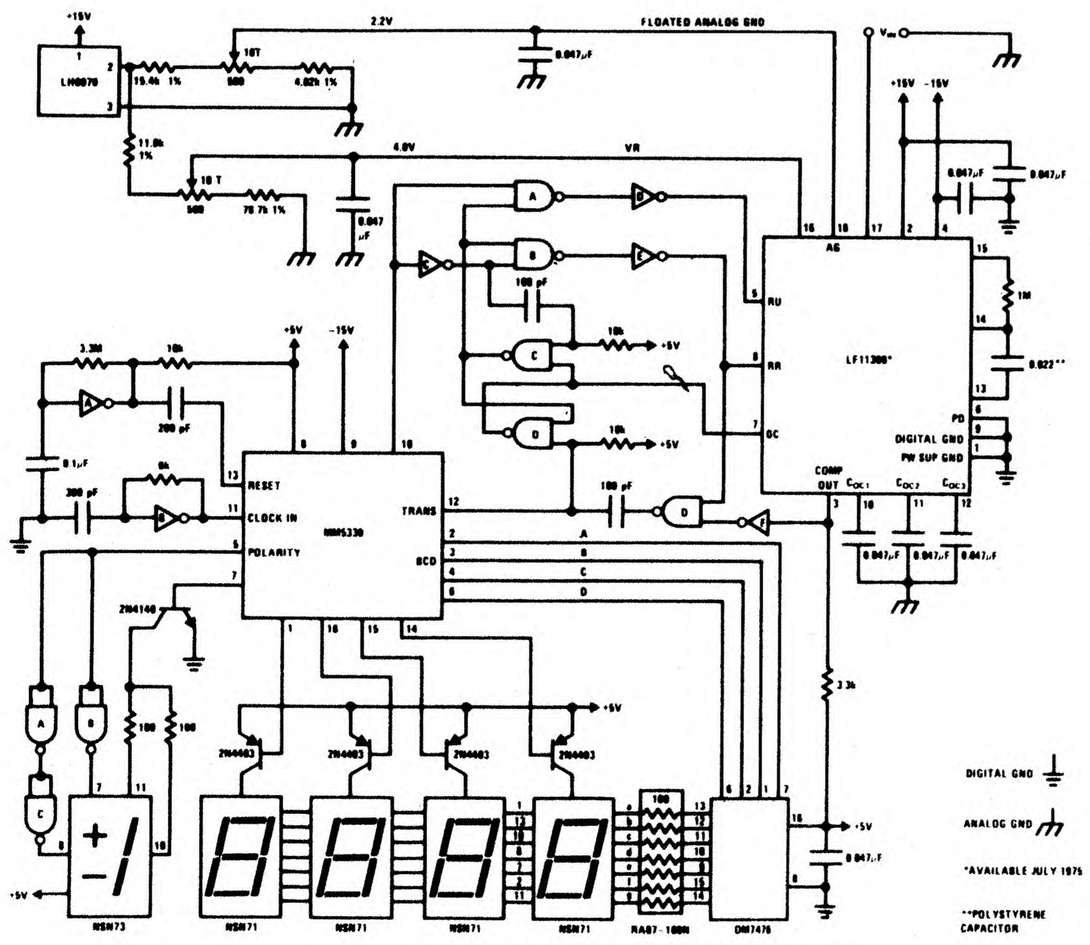


FIGURE 3. DPM Using MM5330 and LF11300 9483-9

LD110/LD111

Een DVM met de Siliconix IC's LD 110 en LD 111 is gegeven in figuur 5. Deze (al wat oudere) IC's bevatten resp. het digitale deel van de A/D-omzetter met stuur-logika (LD 110) en het analoge deel van de A/D-omzetter (LD 111). De DVM-schakeling heeft slechts twee afregelpunten, wat het afregelen van de meter wel eenvoudig maakt. Er worden weinig kritische komponenten gebruikt en de nauwkeurigheid die behaald kan worden is 0,05%.

LD 130

Eveneens op het principe van 'dual-slope' berust de werking van het nieuwe Siliconix DVM-IC; de LD 130. Dit IC maakt het mogelijk met bijzonder weinig eksterne komponenten een goede DVM te bouwen. Hiervan is in figuur 6 het schema getekend. De schakeling heeft slechts één afregelpunt en de bereikte nauwkeurigheid is 0,01%.

S 190

Van het Siemens IC S 190 ontbreekt ons helaas een bruikbaar DVM-schema zodat we ons hier tot het blokschema van het IC moeten beperken (figuur 7). Dit IC werkt volgens het dual-slope-principe en heeft als interessante bijkomstigheid een automatische bereikomschakeling. Een andere enigszins afwijkende eigenschap van dit IC is dat de maksimale aanwijzing 5999 is. Dit impliceert een anders dan gebruikelijke verdeling van de meetbereiken.

ZNA 116E

De ZNA 166E van Ferranti maakt ook een DVM-schakeling mogelijk waarvan de afmetingen minimaal zijn. In figuur 8 zijn de schema's gegeven van het analoge en digitale gedeelte van de DVM, waarin naar de IC-aansluitingen verwezen wordt. Een groot voordeel van deze DVM is dat er slechts één voedingsspanning (5 volt) vereist is.
Ook dit IC maakt gebruik van de dual-slope-omzettechniek. (Nauwkeurigheid 0,1%).

LF 11300/MM 5330

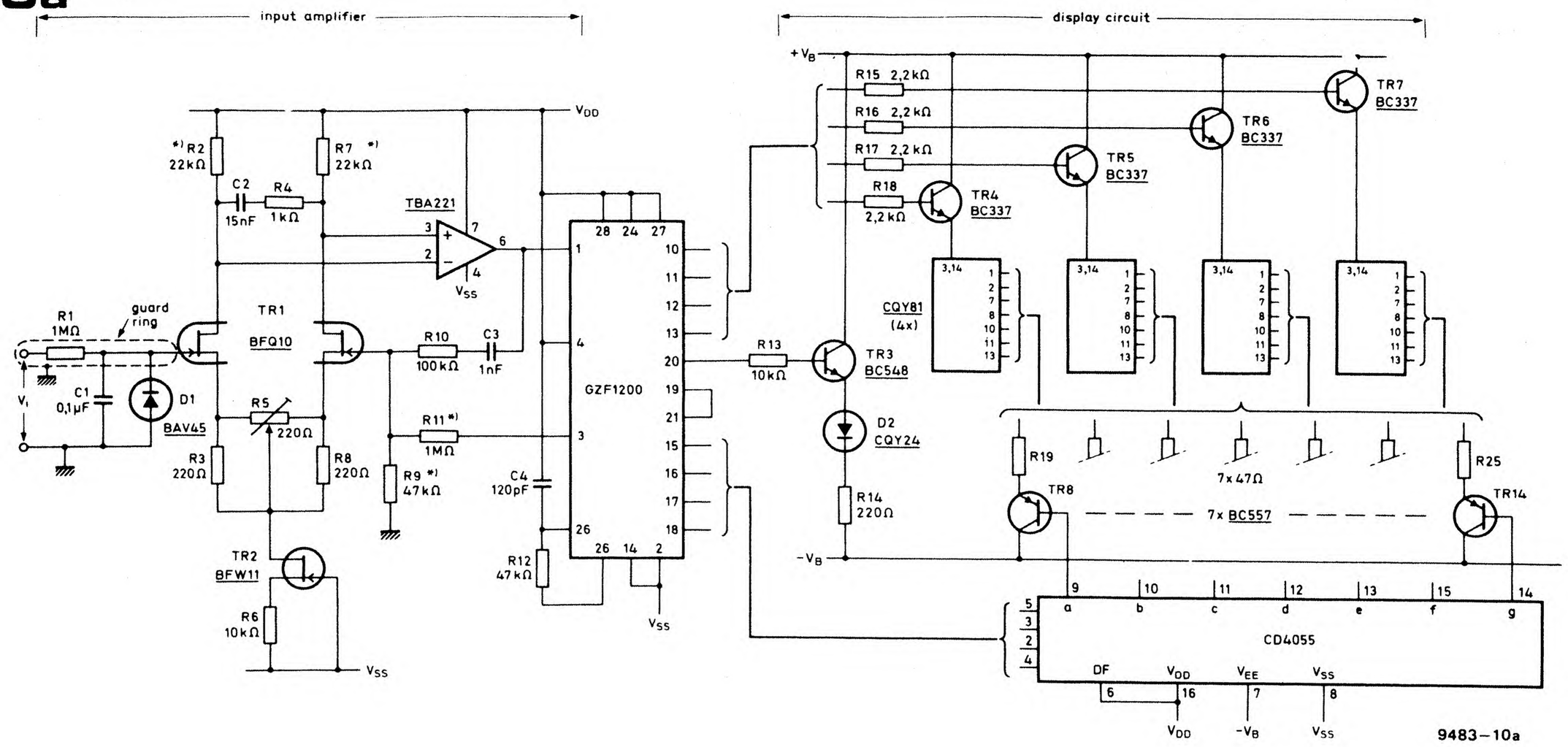
De figuur 9 toont een DVM-schakeling met de LF 11300 en de MM 5330 van National Semiconductor. Deze IC's vereisen nogal wat eksterne komponenten, maar dit wordt gerechtvaardigd door de resultaten van de schakeling: Een 5-cijferige uitlezing met een nauwkeurigheid van 0,02%.
Voor de A/D-omzetting wordt gebruik gemaakt van het dual-slope principe.

Figuur 8. Schema voor een DVM met de ZNA 116 van Ferranti.

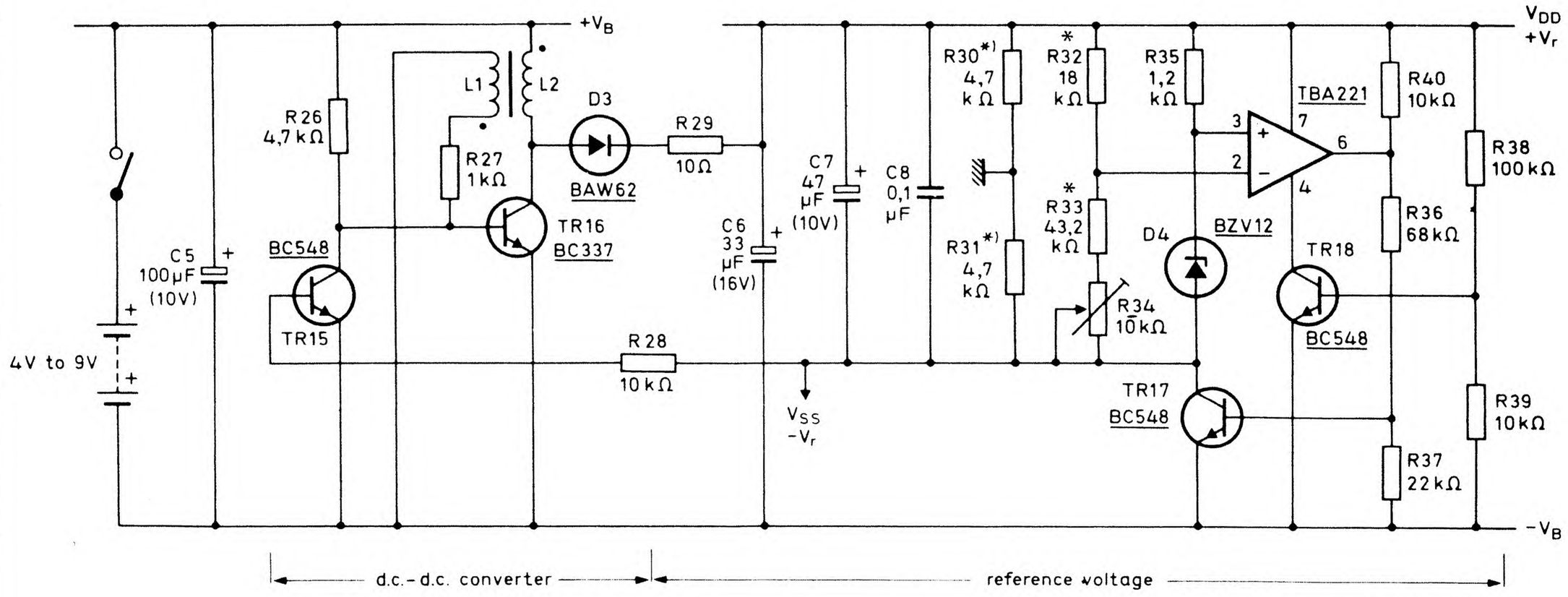
Figuur 9. DVM-schakeling van National met de LF 11300 en de MM 5330. De nauwkeurigheid van de meter is maksimaal 0,02%.

Figuur 10. DVM-schakeling met de GZF 1200 van Philips. De schakeling kan uit een batterij of akku gevoed worden.

10a



10b



GZF 1200

Een toepassingsmogelijkheid van dit IC is gegeven in figuur 10a. Met een bescheiden aantal komponenten kan een DVM volgens het delta-modulatie-principe gerealiseerd worden met uitstekende eigenschappen. Door het afregelen van slechts één potmetertje is een nauwkeurigheid haalbaar van 0,05%. De DVM kan indien gewenst gevoed worden uit batterijen of akku. Een schema hiervoor is in figuur 10b getekend.

Slotopmerkingen

Met diverse DVM IC's is een nauwkeurigheidsgraad van 0,05% haalbaar en er zijn natuurlijk verschillende gevallen denkbaar waar een dergelijke nauwkeurigheid gewenst is. Bij toepassing van deze IC's in DVM's en DMM's (Digitale multimeters) worden er bijzonder hoge eisen gesteld aan de bijkomende elektronika. De nauwkeurigheid van spanningsdelers, voorversterkers, stroom/spannings-omzetters en weerstand/spannings-omzetters dient tenminste 0,05% te zijn, wil men de mogelijkheden van het toegepaste IC maksimaal benutten. Deze faktoren maken toepassing van dergelijke IC's in zelfbouw DMM's (nog) niet zo eenvoudig.

Literatuurlijst:

- *Philips Application Information Digital Voltmeter using GZF 1200 (LOCMOS)*
- *Ferranti Low Power 3½ digit DVM Integrated circuit ZNA 116 E*
- *Siliconix design aid DA74-1 en DA76-2*
- *Siemens Presse-information S 190*
- *National Semiconductor Applications.*

HAZEJACHT

A. Malchau

Figuur 1. Het volledige schema van de hazejacht. De schotenteller en display zijn niet in detail getekend.

Het hier beschreven spel is hazejacht genoemd vanwege de treffende gelijkenis met die tak van 'sport'.
De dood van de haas, wat bij de jacht meestal het resultaat is, wordt echter bij dit spel gesimboliseerd door een brandende LED, zodat ook dierenvrienden zonder schroom op 'hazejacht' kunnen gaan.

Het spel

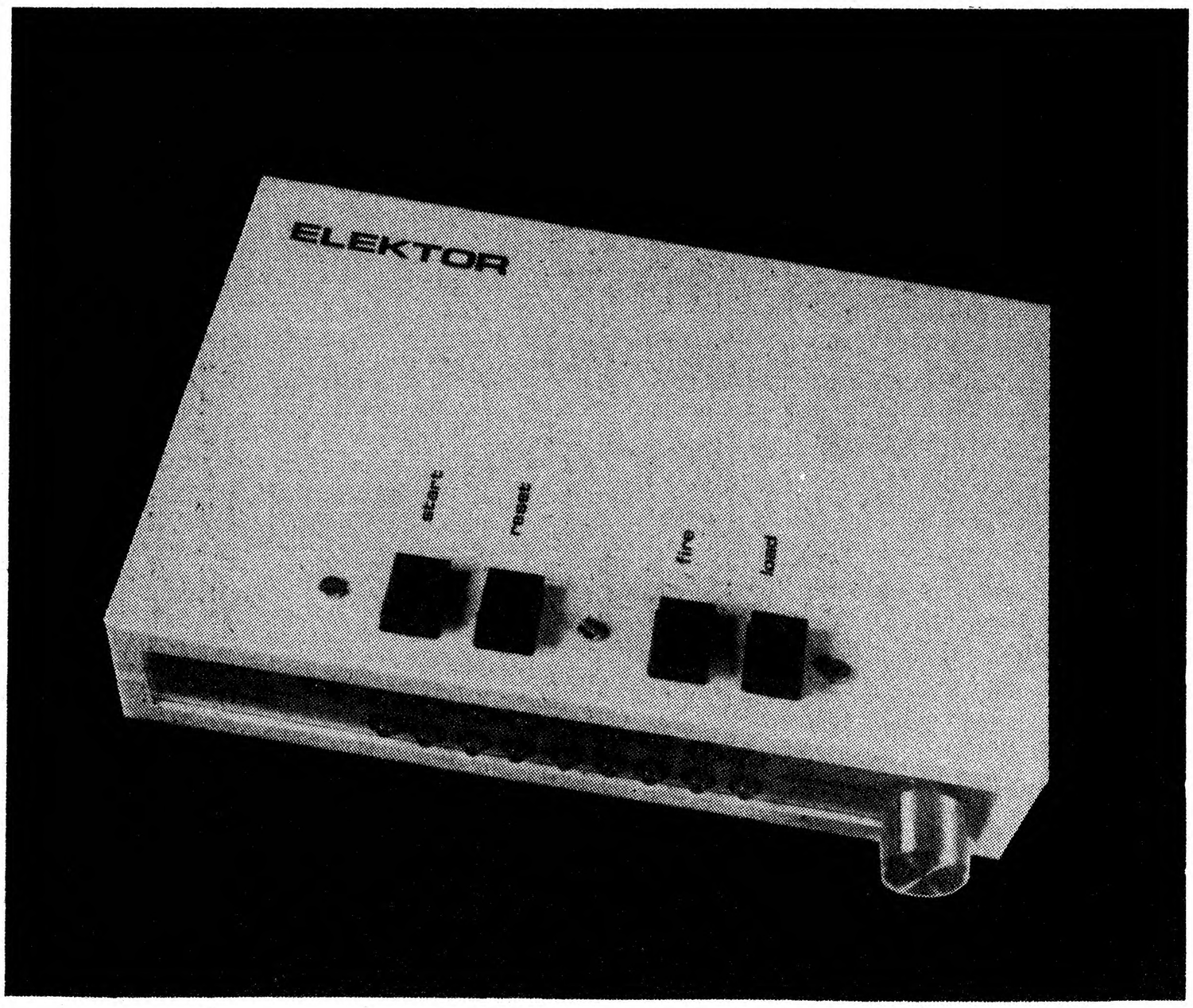
Het principe van het spel berust op het, vanuit een van te voren ingestelde positie, neerschieten van een hardlopende haas.
De rol van de haas wordt gespeeld door een lichtpunt, welk zich over een rij van tien (gele) LED's verplaatst. Onder deze rij gele LED's is een rij van negen groene LED's aangebracht. De speler, die de rol van jager vervult, kan m.b.v. een schakelaar één van deze LED's uitkiezen als schietpositie. De gekozen LED zal dan knipperen.
De rechts in zijn leger wachtende haas zal na het startsignaal naar links hollen. Zodra hij het einde van de rij heeft bereikt zal hij opnieuw het hazepad kiezen en dezelfde weg weer afleggen. De bedoeling is om op het moment dat de haas (gele lichtpunt) de loop van het jachtgeweer (de knipperende groene LED) passeert een schot af te vuren, waardoor de snelle viervoeter neergelegd wordt. Hiertoe heeft de jager twee druknoppen ter beschikking; één om het geweer te laden en één om een schot te lossen. Als men raak schiet zal het lichtpunt stil blijven staan en de knipperende

onderdelenlijst bij figuur 1

weerstanden:
R1, R3 t/m R14 = 470 Ω
R2 = 1 k
P1, P2 = 4k7

kondensatoren:
C1, C2 = 4μ7/6 V
C3, C4 = 100 n
C5 = 470 n
C6 . . . C10 = 10 n

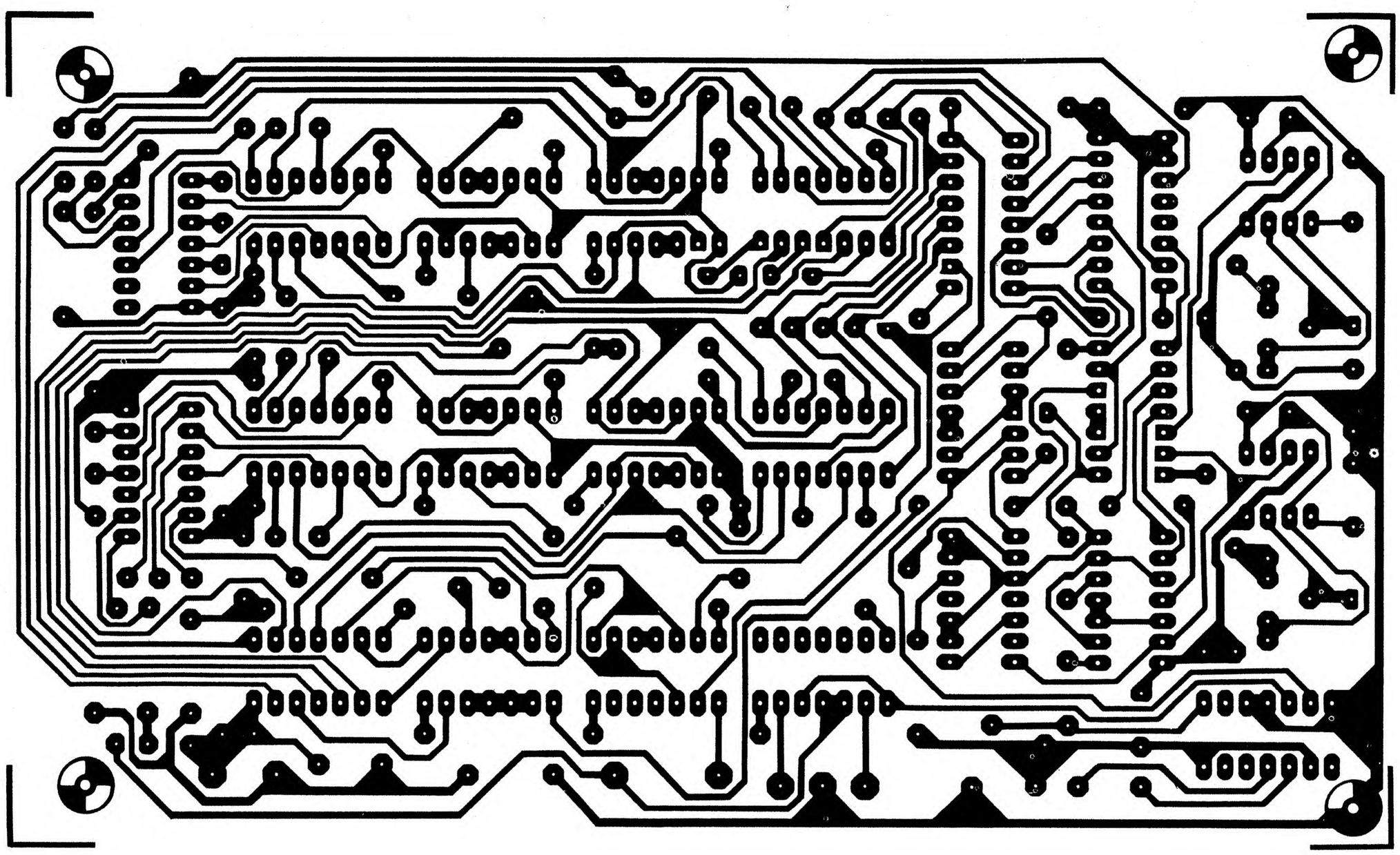
halfgeleiders:
IC1, IC2, IC8, IC10, IC20, IC21 = 7400
IC3, IC4 = 555
IC5 = 74190
IC6 = 7490
IC7 = 74121
IC9 = 7445
IC11 . . . IC15, IC17, IC18 = 7402
IC16 = 7410
IC19 = 7427
IC22, IC23 = 7406
D1 . . . D10 = LED ϕ 3 mm (geel)
D11 . . . D19 = LED ϕ 3 mm (groen)
D20 = LED ϕ 3 mm (rood)

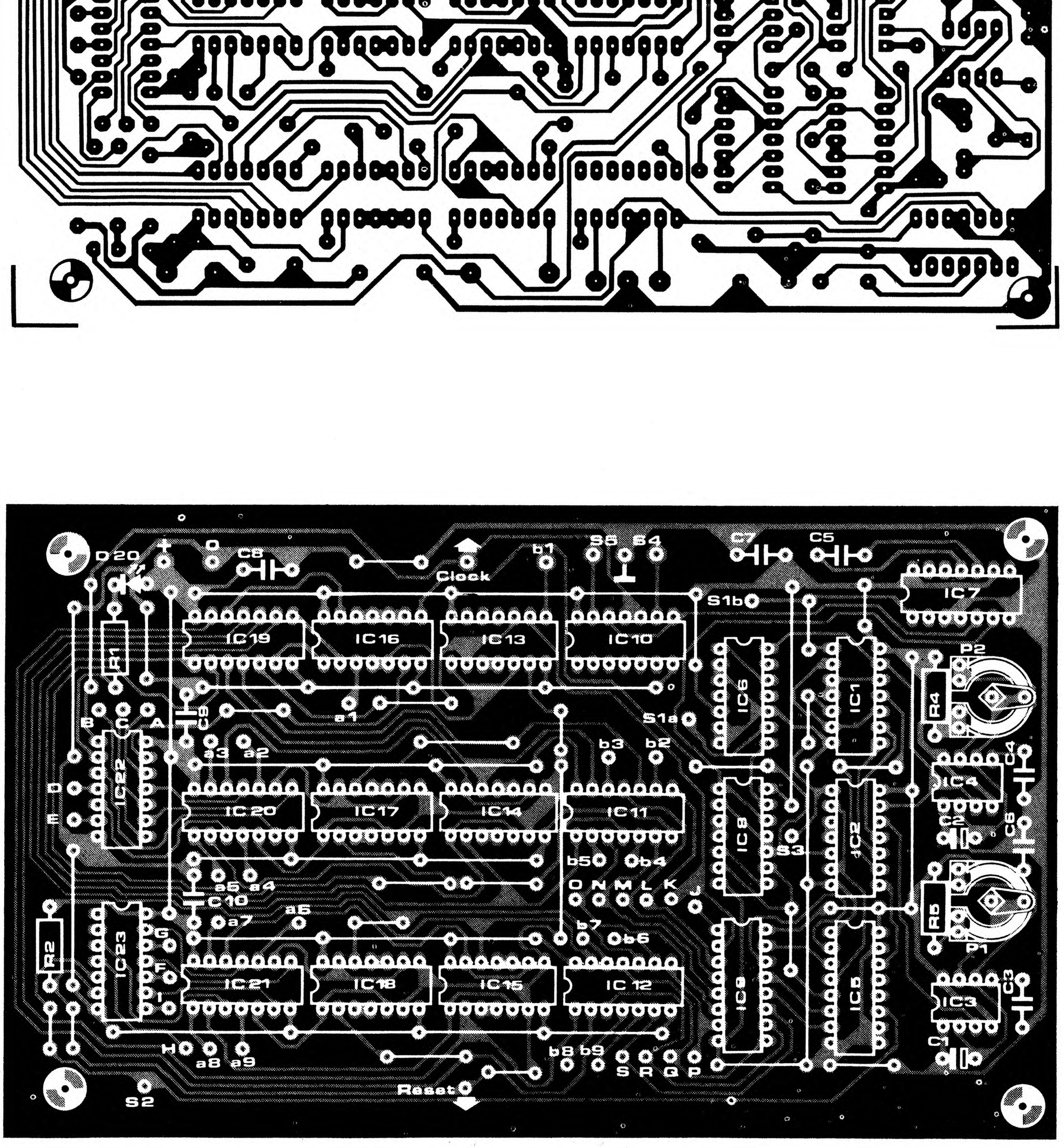


1

SCORE DISPLAY
Clock
Reset
5V
D20
laadkontrole
R1 470Ω
N51
laden
vuur
S5
S4
N16
N17
Start
S3
N3
N4
N7
N2
N1
N8
IC4 555
IC3 555
R4 470Ω
R5 470Ω
4k7
P2
P1
C4 100n
C2 4µ7 6V
C3 100n
C1 4µ7 6V
2,4V
5x C6...C10 =10n
C5 470n
IC7 74121
GND A1 A2
N9
N10
N11
N12
IC6 7490
BD Input
A Input
R01 R02 GND R91 R92
R2 1k
N56
Reset
S2
N5
N6
N15
N13
IC5 74190
Clock
Dn/Up
Load
Enable
GND
IC9 7445
R3 470Ω
D1
J
IC1 = N1 ... N4 = 1x 7400
IC2 = N5 ... N8 = 1x 7400
IC8 = N9 ... N12 = 1x 7400
IC10 = N16 ... N17 = 1/2x 7400
IC19 = N43 ... N45 = 1x 7427
IC20 = N57 ... N60 = 1x 7400
IC21 = N61 ... N64 = 1x 7400
IC22 = N46 ... N51 = 1x 7406
IC23 = N52 ... N56 = 5/6x 7406
N43
N44
N45
N28
D2
K
D11 R6 470Ω A N50 N14 N26 N27
D12 R7 470Ω B N46 N59 N38 N37 N20 D3 L
D13 R8 470Ω C N49 N60 N32 N31 N21 D4 M
D14 R9 470Ω D N48 N57 N29 N30 N18 D5 N
D15 R10 470Ω E N47 N58 N35 N36 N19 D6 O
D16 R11 470Ω F N52 N63 N42 N41 N24 D7 P
D17 R12 470Ω G N55 N64 N34 N33 N25 D8 Q
D18 R13 470Ω H N54 N61 N65 N66 N22 D9 R
D19 R14 470Ω I N53 N62 N39 N40 N23 D10 §
a9 a8 a7 a6 a5 a4 a3 a2 a1
S1a
b9 b8 b7 b6 b5 b4 b3 b2 b1
S1b
IC11 = N18 ... N21 = 1x 7402
IC12 = N22 ... N25 = 1x 7402
IC13 = N26 ... N28 = 3/4x 7402
IC14 = N31,N32,N35,N36 = 1x 7402
IC15 = N33,N34,N65,N66 = 1x 7402
IC16 = N13 ... N15 = 1x 7410
IC17 = N29,N30,N37,N38 = 1x 7402
IC18 = N39 ... N42 = 1x 7402
9764

2



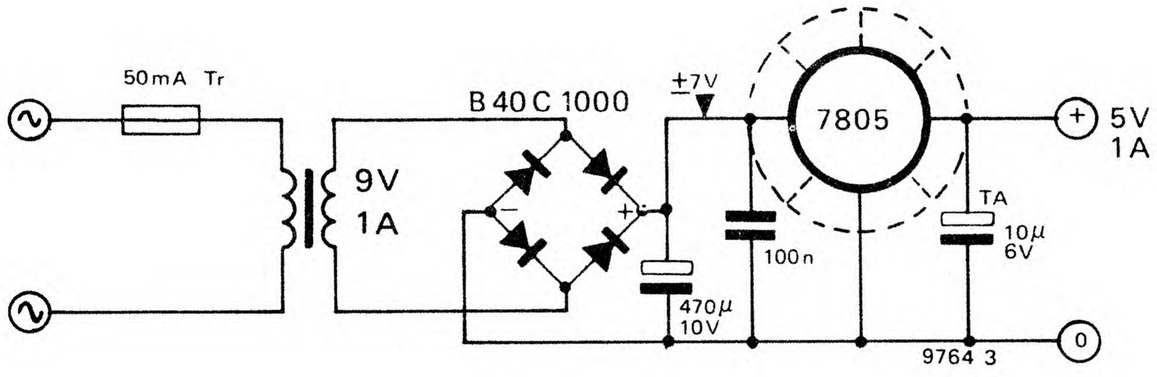

D20
C8
Clock
b1
S5
S4
C7
C5
IC7
S1b
IC19
IC16
IC13
IC10
P2
R1
IC6
IC1
R4
B
C
A
C9
a1
S1a
a3
a2
b3
b2
IC4
C4
IC22
D
E
IC20
IC17
IC14
IC11
C2
C6
IC8
S3
b5
b4
a5
a4
C10
O
N
M
L
K
J
a7
a6
b7
b6
R2
IC23
G
F
IC21
IC18
IC15
IC12
IC9
IC5
IC3
C1
C3
H
b1
a8
a9
b8
b9
S
R
Q
P
Reset
S2
R5
P1

groene LED konstant gaan branden. De jager kan zich nu in een andere hinderlaag leggen, het geweer laden en wederom proberen een haas te raken. Wanneer alle negen groene LED's konstant branden is het spel uit en kan, na het indrukken van de resetknop, een andere speler z'n geluk proberen.
Het is echter minder gemakkelijk dan het lijkt, want als er een keer misgeschoten wordt, zal de haas zo schrikken dat hij zijn tempo opvoert. Het kan zelfs gebeuren dat de schrik hem om het hart slaat en hij van richting verandert.
Aan de hand van het aantal benodigde schoten of de benodigde tijd kan bij meerdere spelers een winnaar worden aangewezen.

De schakeling

In figuur 1 is het schema van de hazejacht getekend. Als impulsgever worden twee timer-IC's van het tipe 555 gebruikt. Deze worden ingesteld als astabiele multivibratoren. De eerste timer dient een iets lagere frekwentie af te geven dan de tweede; de haas loopt dan niet met konstante snelheid. De uitgangssignalen worden toegevoerd aan N7. De uitgang hiervan zal dus een signaal afgeven waarvan de frekwentie instelbaar is met P1 en P2. Ook de duty-cycle wordt met P1 en P2 beïnvloed.
De poorten N1, N2 en N8 dienen samen met de uit N3 en N4 opgebouwde flipflop voor de omschakeling van de loopsnelheid.
Na de start-impuls komt het uitgangssignaal van N7 terecht op de clock-ingang van de teller IC5.
Het eerste schot zal via IC7 flipflop N3-N4 doen omklappen, zodat de hogere frekwentie van uitsluitend de eerste timer de teller IC5 gaat sturen. De BCD-dekoder IC9 zorgt ervoor dat de gele LED's D1 t/m D10 één voor één even oplichten. De impulsen van de dekoder worden tevens toegevoerd aan de NOR-poorten N23 . . . N28.
Iedere tweede ingang van deze NOR-poorten kan via schakeleaar S1b verbonden worden met de $\overline{Q}$-uitgang van IC7, welke monoflop een impuls afgeeft op het moment dat geschoten wordt.
Via schakelaar S1a wordt tegelijkertijd een lage frekwentie aan een NAND-poort en een inverterende driver toegevoerd, zodat één van de dioden D11 t/m D19 knippert en daarmee de gekozen schietpositie aangeeft.

3



Figuur 2. De print-layout en de komponentenopstelling. Aan de komponentenzijde van de print dienen een aantal draadbruggen te worden aangebracht.

Figuur 3. Het schema van een geschikte voeding van 5 volt, 1 ampère.

Wanneer men op het juiste moment op de schietknop drukt zal één van de NOR-poorten een positieve uitgangsimpuls afgeven. De bij die NOR-poort behorende flipflop zal daardoor omklappen zodat de groene LED konstant gaat branden. In dat geval zal tevens de uitgang van één van de NOR-poorten N43 t/m N45 tijdelijk laag worden. De enable-ingang van IC5 wordt dan hoog via N13, N15 en flipflop N5-N6, zodat de teller stopt. De laatst uitgestuurde LED blijft dan branden. Op het moment van schieten geeft IC7 ook een impuls aan de poorten N9 t/m N12, afhankelijk van uitgang 8 van IC6 zal daardoor de looprichting omdraaien of dezelfde blijven.
IC6 wordt gestuurd door de eerste timer, waardoor bij de aangegeven dimensionering op punt 9 een signaal met een frekwentie van ± 4 Hz beschikbaar is. Dit is de knipperfrekwentie van de groene LED.
Als telwerk kan men een twee-dekaden teller toepassen. Een clock-impuls alsmede een reset-impuls zijn hiervoor beschikbaar.

De bouw

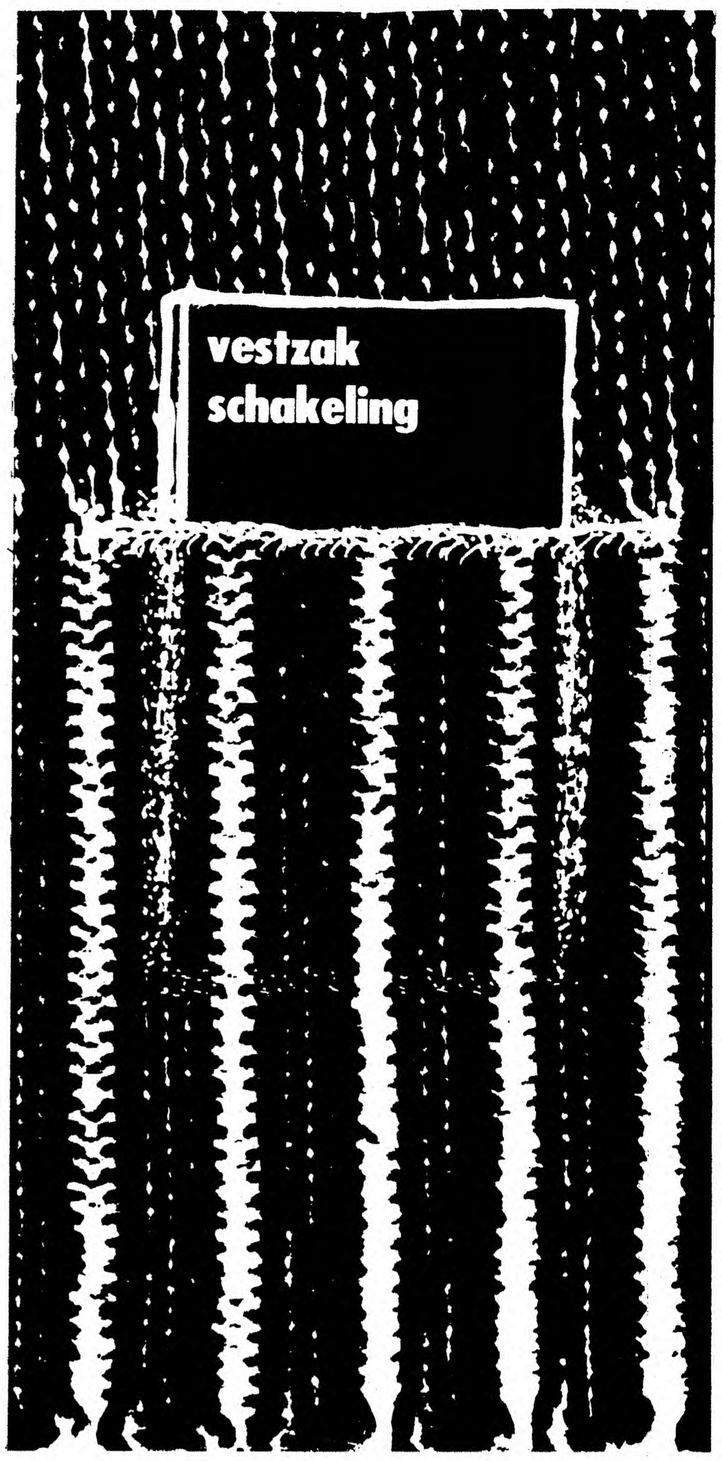
Om de prijs van de gehele schakeling binnen de perken te houden is de print enkelzijdig uitgevoerd. Het gevolg hiervan is wel dat een groot aantal draadbruggen aan de komponentenzijde dient te worden aangebracht. De plus- en minleidingen bijvoorbeeld zijn grotendeels aan de komponentenzijde gedacht. Hiertoe kunnen printpennen op de print worden gemonteerd waarlangs dan een blanke draad wordt gelegd.
Voor de stroombegrenzingsweerstanden R3 en R6 t/m R14 is geen plaats op de print, deze kunnen echter gemakkelijk in de bedrading van de LED's worden opgenomen. S1 moet een schakelaar zijn met twee moederkontakten en negen standen. De bedrading van deze schakelaar kan, zo is bij een proefmodel gebleken, niet met z.g. flatcable worden uitgevoerd omdat de signalen elkaar dan beïnvloeden. Het verdient aanbeveling gewoon montagedraad met gekleurde isolatie te gebruiken. Het gebruik van gekleurde draad vergemakkelijkt de oriëntatie bij het monteren en later bij het eventuele foutzoeken.
S2 t/m S5 zijn enkelpolige drukknoppen.
De stroomopname van de schakeling is afhankelijk van het al dan niet toepassen van een schotenteller. Zonder schotenteller bedraagt de stroomopname maksimaal 600 mA. Wordt er wel een indikatie van het aantal schoten toegepast dan zal de stroomopname zeker in de buurt van 1A liggen.
De snelheid van de haas kan men eventueel verhogen of verlagen door voor C1 en C2 een kleinere respektievelijk grotere kondensator te kiezen.
Door verandering van de waarde van C5 kan men de 'duur' van het schot beïnvloeden, zodat de trefkans groter of kleiner gemaakt kan worden.

Voeding

Iedere gestabiliseerde voeding van 5 volt welke 1A kan leveren is geschikt om de schakeling te voeden. In figuur 3 is het schema van een geschikte voeding getekend. Deze voeding is echter niet op de print aangebracht. Eventueel kan men de print gebruiken van de TV-tennis voeding (maart '76), EPS nr. 9218.
Mocht na het inbedrijfstellen de schakeling niet funktioneren zoals is aangegeven, dan bestaat de mogelijkheid dat een draadbrug over het hoofd is gezien.
Is dit niet het geval dan kan men, rekeninghoudend met het feit dat de schakeling in TTL is uitgevoerd en dus de nivo's nul of vijf volt zijn, met een universeelmeter, van minimaal 20 kΩ/V, de fout snel lokaliseren.

PARKEER-ALARM

J.Schmitz

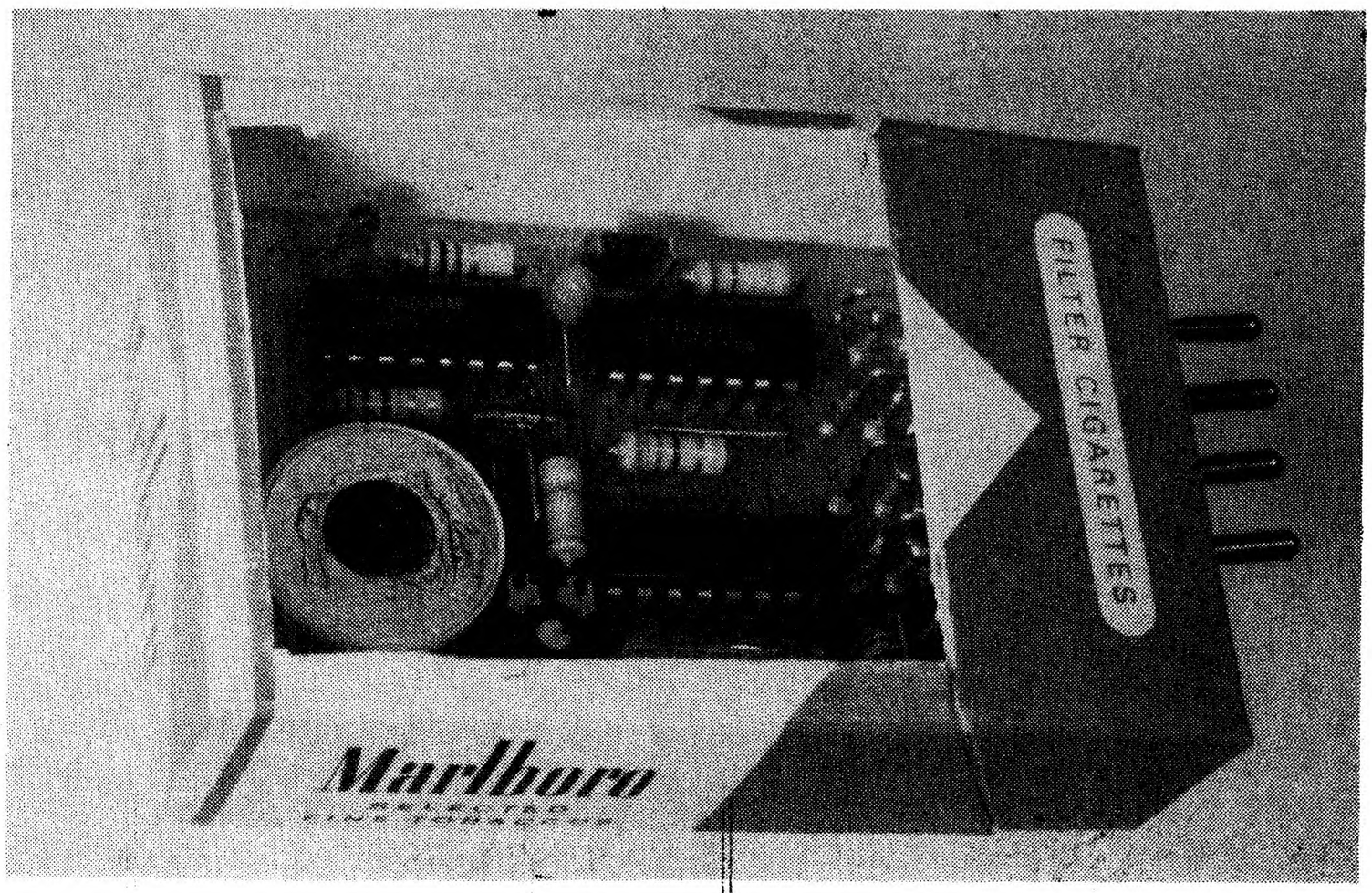


Deze schakeling werkt boete-besparend voor autobezitters die noodgedwongen regelmatig van parkeermeters gebruik maken. In het kader van de reeks vestzakschakelingen is namelijk een alarmschakeling ontwikkeld die de autobezitter er hoorbaar en zichtbaar op attendeert dat een van te voren ingestelde (parkeer)tijd verstreken is.

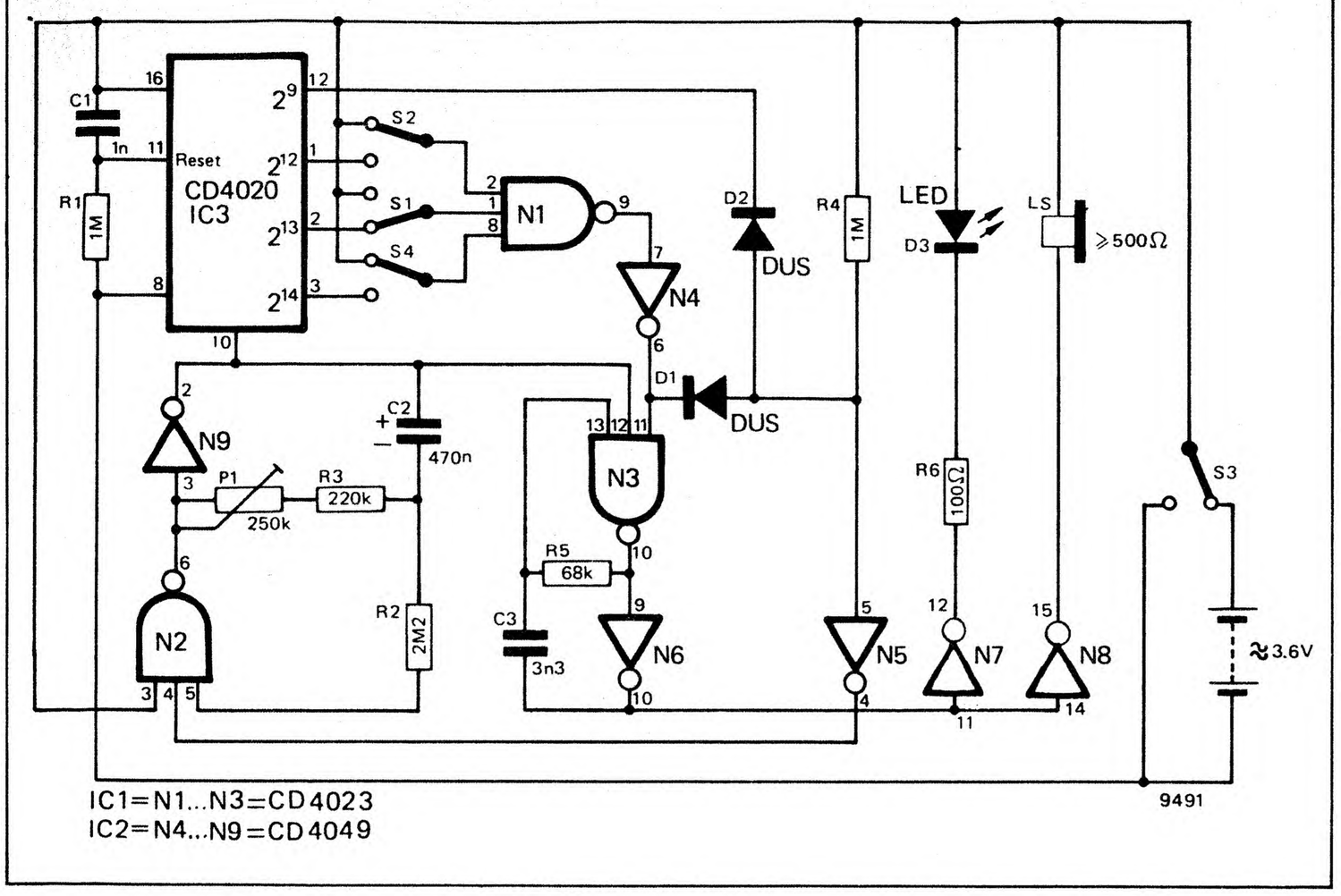
Teneinde niet overal in de stad een wijdse blik op blik te hebben, is het parkeren vaak beperkt tot een aantal plaatsen. Volgens ekonomische wetten moet de daardoor ontstane schaarste betaald worden, al is het alléén al om met dit geld de boete-verstrekkende ambtenaren en instanties te kunnen bekostigen!
Het is wenselijk dat de autobezitter een geheugensteuntje bezit dat hem herinnert aan zijn parkeer-verplichtingen. Dit is op elektronische wijze mogelijk met de schakeling, waarvan het principeschema in figuur 1 te vinden is.
Met behulp van de drie schakelaars zijn bonloze parkeertijden variërend tussen 15 en 105 minuten instelbaar. Na deze tijd klinkt er een pieptoon en gaat er een LED knipperen. Het alarm duurt ca. 2 minuten, daarna wordt het apparaat uitgeschakeld.
Ter wille van een laag stroomverbruik is de toevlucht genomen tot MOS-IC's.
Met behulp van de poort N2 en de inverter N9 van figuur 1 is een klokpuls-generator gemaakt, welke moet worden afgeregeld op een uitgangsfrekwentie van 2,5 Hz. Met dit signaal wordt de 14-bits-teller IC3 geklokt (punt 10). De pulsfrekwentie van de signalen Q12 . . . Q14 is resp. 2^{12}, 2^{13} en 2^{14} maal lager dan die van het klok-signaal. Via de tijdschakelaars S1, S2 en S4 kunnen de uitgangen Q12 . . . Q14 naar de NAND-poort N1 worden door-geschakeld.
Wanneer het parkeer-alarm wordt ingeschakeld, krijgt IC3 een korte reset-puls toegevoerd, waardoor alle uit-gangen naar nul worden gereset. Als de schakelaars in de stand staan zoals getekend in het schema van figuur 1, zijn de pennen 2 en 8 van poort N1 logisch 1, terwijl de derde ingang van N1 met de binaire 2^{13}-uitgang is verbonden. Zodra deze uitgang (Q13 dus) logisch 1 wordt, zal het alarm afgaan; de tijd (T) die hiervoor nodig is, is afhankelijk van de klokfrekwentie (f):

$$T = \frac{2^{13}}{2f} = \frac{8192}{2f}$$

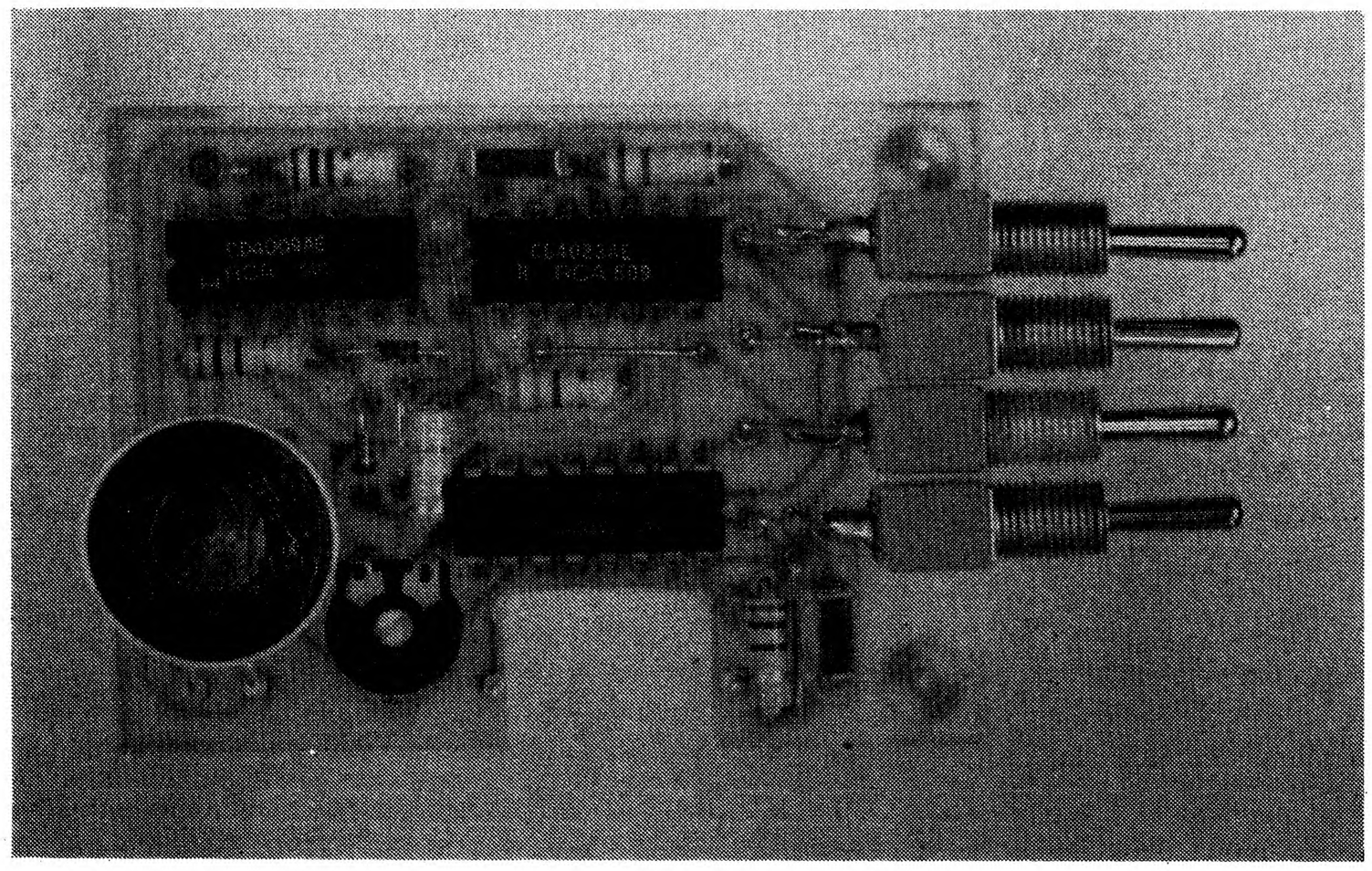
Daar f = 2,5 Hz, is de tijd in dit geval dus ongeveer 1640 sekonden, oftewel 27 minuten en 20 sekonden.
Voor de verschillende standen van S1, S2 en S4 zijn de daaruit resulterende tijden gegeven in tabel 1. Met een '+'-teken wordt in deze tabel bedoeld dat de desbetreffende schakelaar aan de voedingsspanning ligt; met een '—'-teken wordt de stand bedoeld waarin hij met een van de uitgangen van IC3 is verbonden.
De pulsgenerator stuurt naast IC3 ook nog de toongenerator gevormd door poort N3 en inverter N6. Nadat de ingestelde tijd verstreken is en alle ingangen van N1 logisch 1 zijn, wordt deze toongenerator in het ritme van de klokfrekwentie in- en uitgeschakeld. De inverter N8 dient als buffertrap om zo het koptelefoonkapsel voldoende te kunnen sturen. Inverter N7 stuurt via weerstand R6 de LED D3.
Een AND-poort met D1, D2 en R4 schakelt via de Q9-uitgang van IC3 na korte tijd het apparaat uit. Dan is de uitgang van N5 logisch 0 en zowel de



1



IC1=N1...N3=CD4023
IC2=N4...N9=CD4049



puls- als de toongenerator staken hun werkzaamheden. Pas na het uit- en weer inschakelen van het apparaat met S3 wordt de teller via R1 en C1 op nul gezet en de pulsgenerator geaktiveerd. Voor het testen en afregelen van de schakeling moeten de drie tijd-schakelaars (S1, S2 en S4) eerst in de '+'-stand worden gezet (= verbonden met de positieve voedingsspanning).

Bij een korrekt opgebouwde schakeling is dan de alarmtoon hoorbaar en knippert de LED. Met P1 kan de ijking van de pulsgenerator plaatsvinden. Deze wordt afgeregeld op een frekwentie van 2,5 Hz. Het is belangrijk dat dit nauwkeurig wordt gedaan, omdat een kleine afregelfout al een groot verschil in parkeertijd kan geven. Als men niet beschikt over een frekwentiemeter, kan men het beste de drie tijdschakelaars in de '+'-stand zetten en de duur van de alarmtoon die dan onmiddellijk gaat klinken m.b.v. P1 afregelen op precies 1 minuut en 42 sekonden.

De voeding van het apparaatje bestaat uit drie in serie geschakelde knoopcellen welke een kapaciteit van 20 mAh hebben.

Onderdelenlijst

Weerstanden:
R1, R4 = 1 M
R2 = 2M2
R3 = 220 k
R5 = 68 k
R6 = 100 Ω

Kondensatoren:
C1 = 1 n
C2 = 470 n
C3 = 3n3

Halfgeleiders:
D1, D2 = DUS
D3 = LED
IC1 = N1 . . . N3 = CD4023
IC2 = N4 . . . N9 = CD4049
IC3 = CD4020

Diversen:
P1 = potmeter 250 k
S1 . . . S4 = miniatuurschakelaar 1 x om
Oortelefoon met impedantie ⩾ 500 Ω.

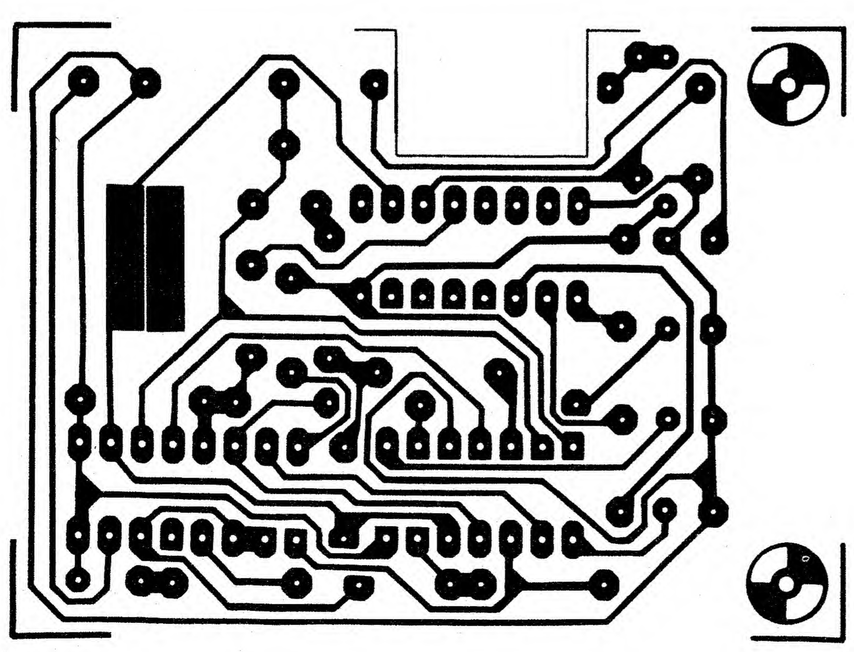
Figuur 1. Het principeschema van het parkeer-alarm. Na een instelbare tijd wordt een zicht- en hoorbaar alarm gegeven.

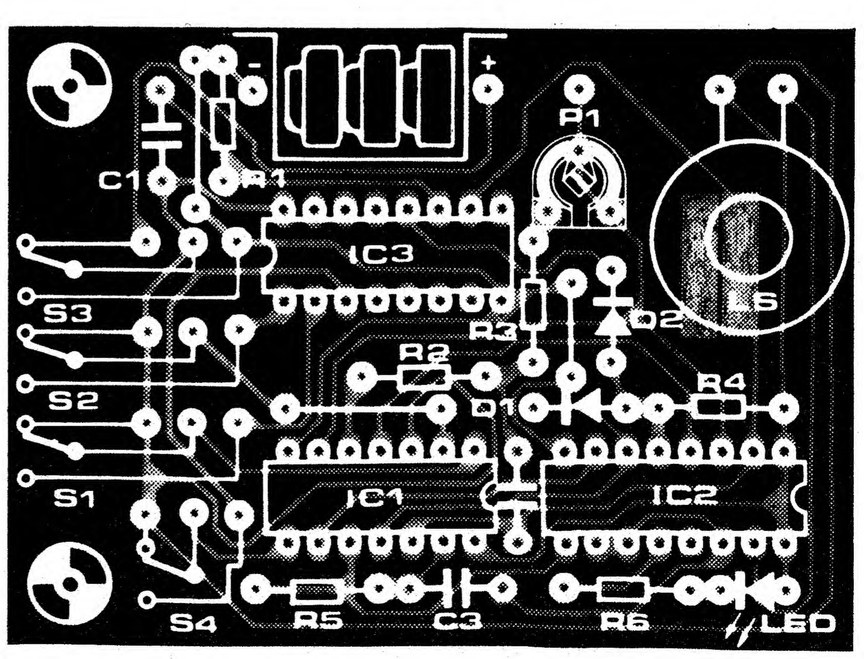
Figuur 2. De print (komponentenzijde en koperzijde) van de schakeling van figuur 1. Helaas is in de printopdruk 'C2' weggevallen. Als hiervoor een tantaalelko wordt gebruikt, moet de '—' van deze kondensator liggen aan het knooppunt R2/R3.

Tabel 1

stand van schakelaars:			alarm na:	parkeer-meter-tijd	tijd over om naar meter te gaan:
S2	S1	S4	min. sek.	minuten	min. sek.
—	+	+	13 : 40	15	1 : 20
+	—	+	27 : 20	30	2 : 40
—	—	+	41 : 00	45	4 : 00
+	+	—	54 : 40	60	5 : 20
—	+	—	68 : 20	75	6 : 40
+	—	—	82 : 00	90	8 : 00
—	—	—	95 : 40	105	9 : 20

2





De BF 494 op verschillende poten

De BF 494 is een uitstekende en door elektuur vaak toegepaste HF-transistor. Ook al is de aanleiding hiervoor in feite minder leuk, nu krijgt deze transistor dan eens een deel van de aandacht waar hij, evenals een aantal andere 'gewone' transistoren, zeker recht op heeft, maar in werkelijkheid nooit krijgt omdat zijn eigenschappen daar nu eenmaal niet spektakulair genoeg voor zijn.

Als we de specifikaties van deze transistor eens globaal bekijken, zien we o.a. een versterkingsfaktor (h_{FE}) van 115, een grensfrekwentie (f_T) van 260 MHz en een ruisbijdrage (F) die op 100 MHz niet groter is dan 4 dB. Hoewel diverse HF-soortgenoten met nog betere cijfers uit de bus komen, valt uit de genoemde (en de overige) eigenschappen op te maken dat men met deze BF 494 een uitstekend 'HF-werkpaard' in handen heeft, dat zich gewillig op tal van plaatsen laat inzetten waar bijvoorbeeld een nòg hogere grensfrekwentie of een nòg lagere ruisbijdrage nauwelijks of niet van belang is.
In het elektuurlab is de gunstige prijs/kwaliteitsrelatie van deze transistor al lang geleden onderkend en is (en wordt) de BF 494 dan ook veelvuldig toegepast in allerlei HF-schakelingen als bijv. oscillator en mikser in AM- en FM-tuners, HF-voorversterkers in AM-ontvangers en als MF-versterker.
Tot zover even de eigenschappen van deze transistor.

Nu de aanleiding tot dit alles.
Volgende maand wordt namelijk, evenals dat in het septembernummer gebeurd is, een lijst gepubliceerd van veel gebruikte transistoren en IC's met hun aansluitingen. Oplettende lezers zullen ongetwijfeld bemerken dat er wat betreft de aansluitingen van de BF 494 een verschil is tussen beide lijsten. Inderdaad waren de aansluitingen zoals gegeven in het septembernummer niet juist.
Deze lijst is door ons namelijk zeer zorgvuldig in overeenstemming gebracht met de gegevens uit het 'standaardwerk' van Pro-Electron, maar een latere vergelijking tussen de beschrijving van de BF 494 in dit boek en die uit het Philips data-handbook (resp. figuur 1 en figuur 2) leerde dat deze partijen het op het punt van de aansluitingen kennelijk niet eens waren. Na grondige informatie van onze kant bij beide betrokkenen bleek Philips het bij het rechte eind te hebben en bleek Pro-Electron zich dus een kleine misser te hebben gepermitteerd. Figuur 2 geeft derhalve, evenals het nieuwe overzicht in het volgende nummer, de enige juiste aansluitingen van de BF 494.
Het moet overigens worden gezegd dat wij bij het uitpluizen van deze kwestie zodanig onder de indruk kwamen van de ijver die de 'Association Internationale Pro-Electron' aan de dag legde om deze fout zo snel mogelijk te herstellen, dat ons vertrouwen in het door hen uitgegeven standaardwerk niet noemenswaardig geschokt is.

1

Low power HF transistors

Transistors HF - HF-Transistoren

BF

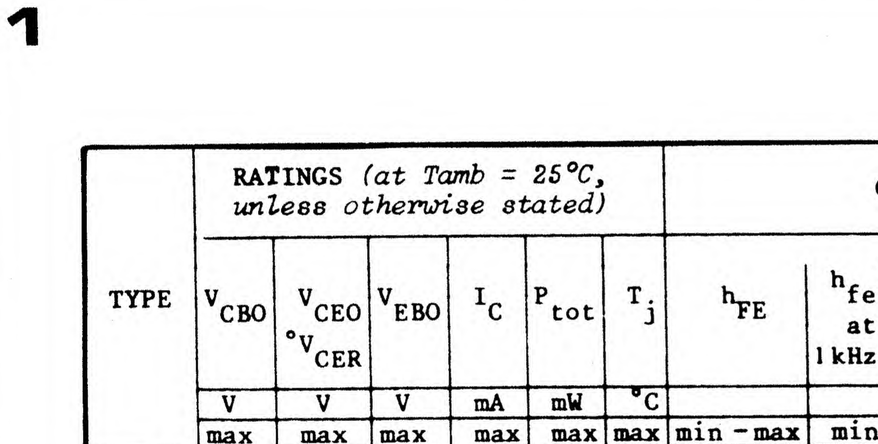
TYPE	RATINGS (at Tamb = 25°C, unless otherwise stated)						CHARACTERISTICS (at Tamb = 25°C, unless otherwise stated)														POLARITY	OUTLINES
	V_{CBO}	V_{CEO} °V_{CER}	V_{EBO}	I_C	P_{tot}	T_j	h_{FE}	h_{fe} at 1 kHz	at V_{CE} °V_{CB}	at I_C °I_E	f_T °fαb	C_{ob} °C_{re}	at V_{CB} °V_{CE}	V_{CEsat} °V_{BE}	at I_C	at I_B °V_{CE}	F	at V_{CE} °V_{CB}	at I_C °I_E	at f		
	V	V	V	mA	mW	°C			V	mA	MHz	pF	V	V	mA	mA	dB	V	mA	MHz		
	max	max	max	max	max	max	min - max	min			min	max		max			max					
BF494	30	20	5	30	300e	150					260'	°0,85'	°10	°0,74	1	°10	4'	10	1	100	N	116a

9784 1

116

(TO-92)

	1	2	3
116a	e	c	b
116b	c	b	e
116c	s	g	d
116d	g	s	d
116e	b	e	c
116f	k	a	ag



Figuur 1. De BF 494 volgens Pro-Electron. Het gaat hier om een overdruk van gedeelten van de desbetreffende pagina's uit hun standaardwerk.

Figuur 2. Aansluitgegevens van de BF 494 volgens het Philips data-handbook.

2

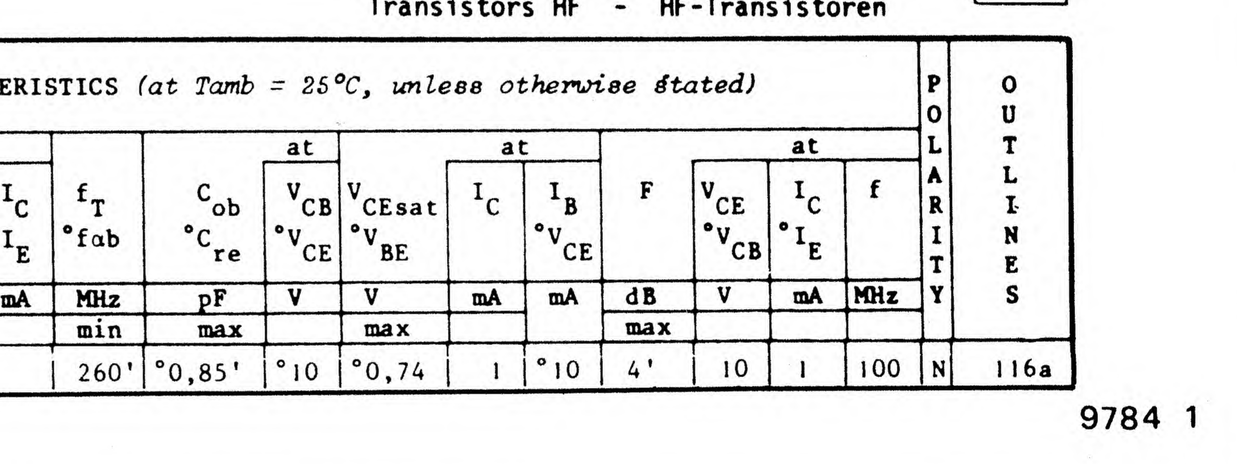
SILICON PLANAR EPITAXIAL TRANSISTOR

BF494

Dimensions in mm

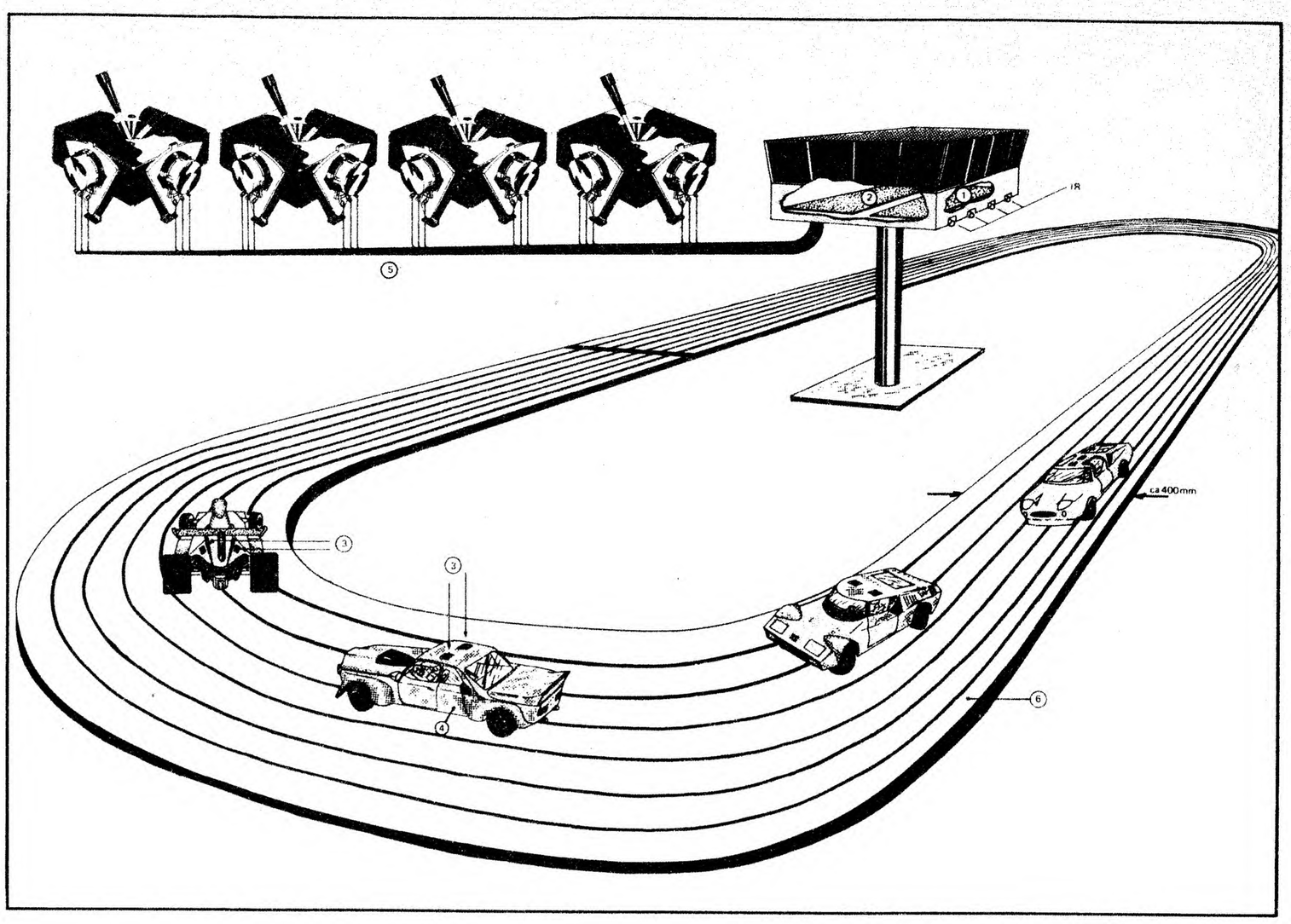
MECHANICAL DATA

TO-92 variant



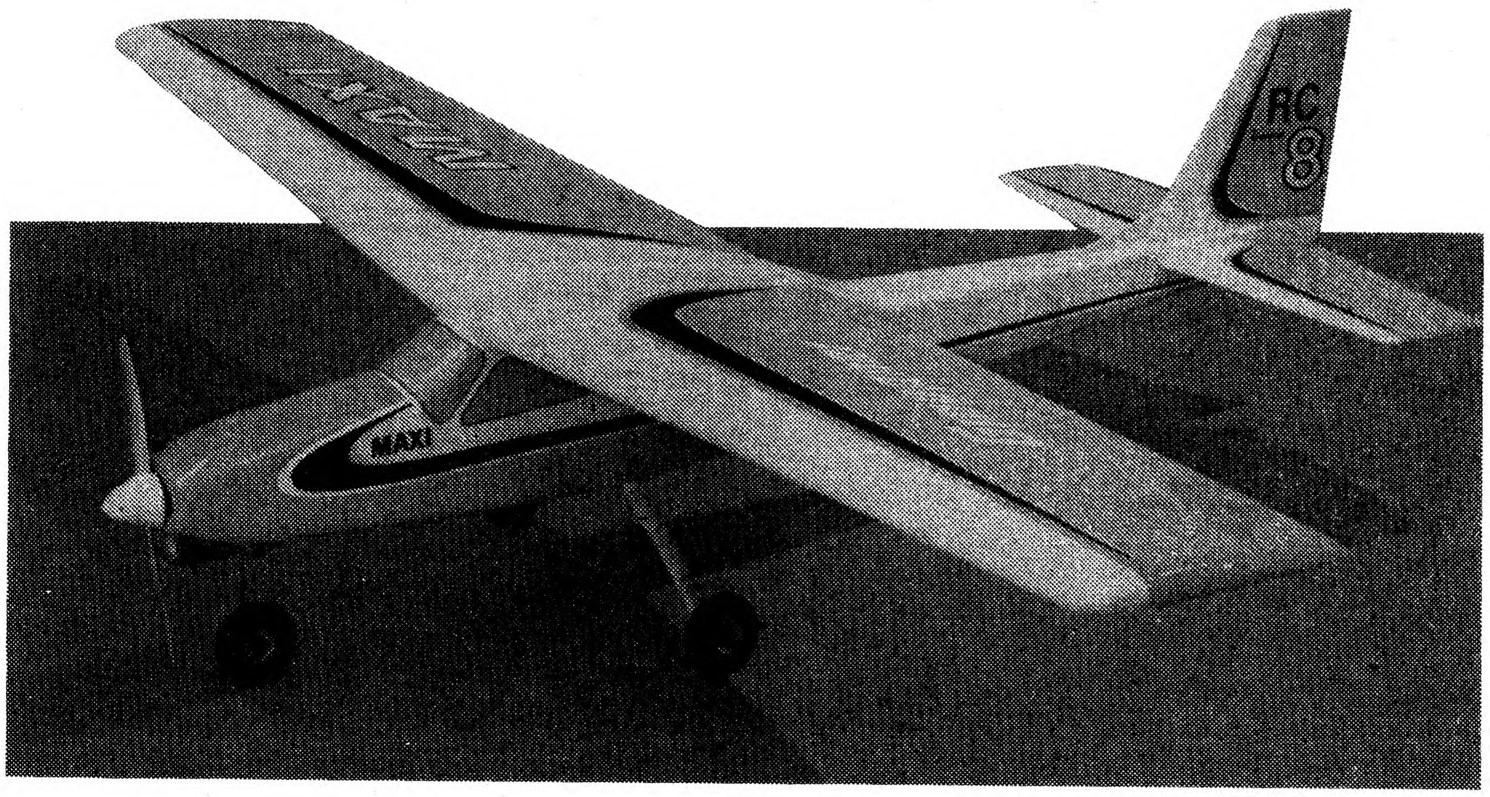
9784 2

een goede start voor 1977



Autoracebaan

In het komende januari-nummer wordt gestart met een artikelenserie over een elektronische autoracebaan. Elektronisch omdat de auto's voorzien zijn van een proportionele servo-besturing en een snelheidsregeling. Het overbrengen van de regelinformatie geschiedt — geheel volgens de laatste stand der techniek — draadloos via een infraroodzender. Van de gebruikelijke geleiderrail is in dit ontwerp afgezien (vandaar dat de race-auto's bestuurbaar zijn). De voedingsspanning wordt van een speciaal gemetalliseerd wegdek (dat overigens makkelijk door iedere knutselaar gemaakt kan worden) via sleepkontakten naar de auto's overgebracht. Op deze wijze zijn de race-auto's niet meer aan een bepaald spoor gebonden, maar kunnen de gehele breedte van de baan benutten.

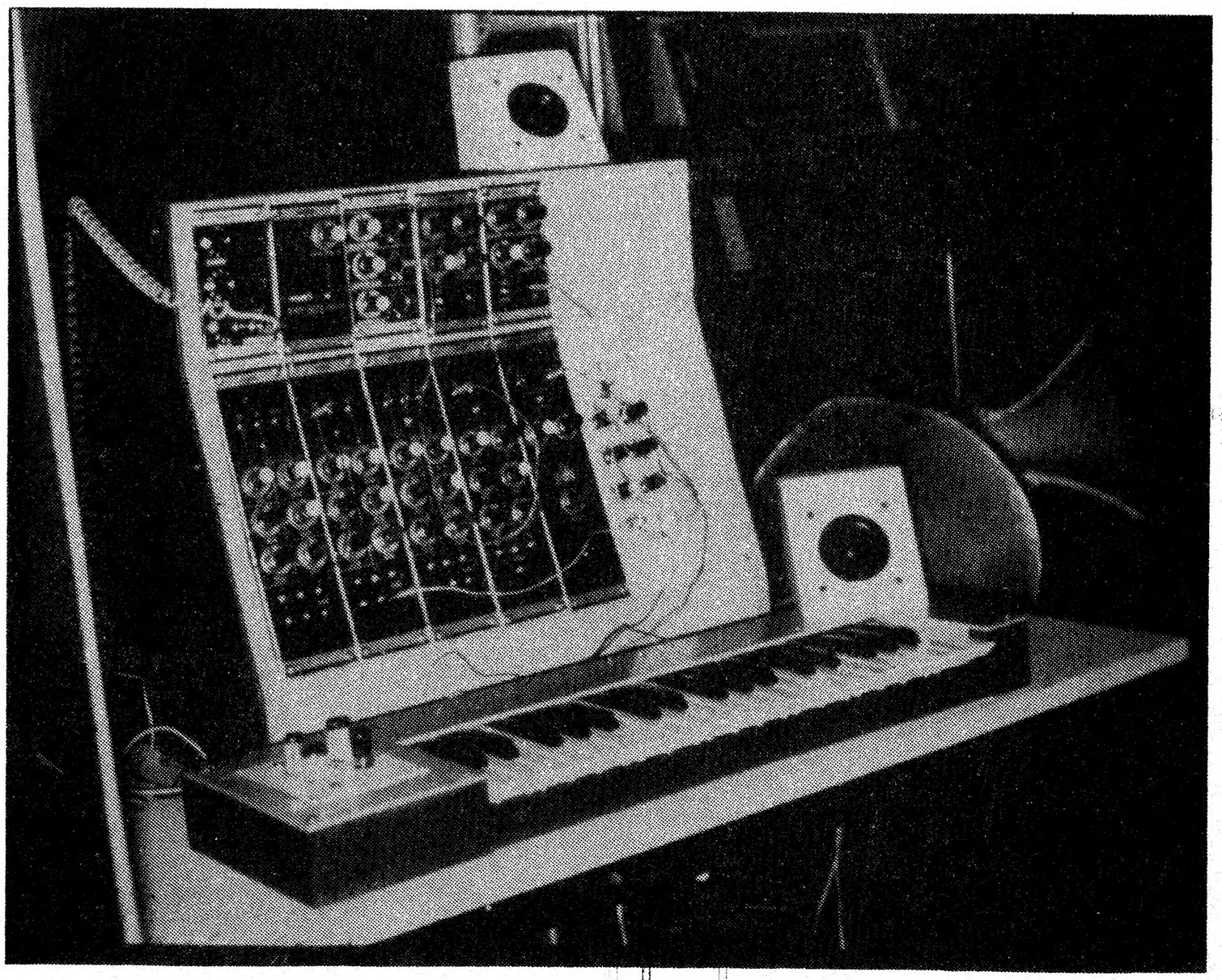


Modelbesturing

De bij autoracebaan beschreven proportionele servo-besturing kan tevens voor modelvliegtuigen of -boten gebruikt worden. Ook hiervoor is een artikelenserie in 1977 gepland.

Synthesizer

Onder de naam Formant verschijnt volgend jaar een serie artikelen gewijd aan een muzieksynthesizer. Aan dit apparaat zijn zeer veel, onderling wezenlijk verschillende klanken te ontlokken. Het gehele scala aan mogelijkheden van een middelgrote kommerciële muzieksynthesizer biedt de Formant tegen aanzienlijk lagere kosten.



automatische bereikomschakelaar

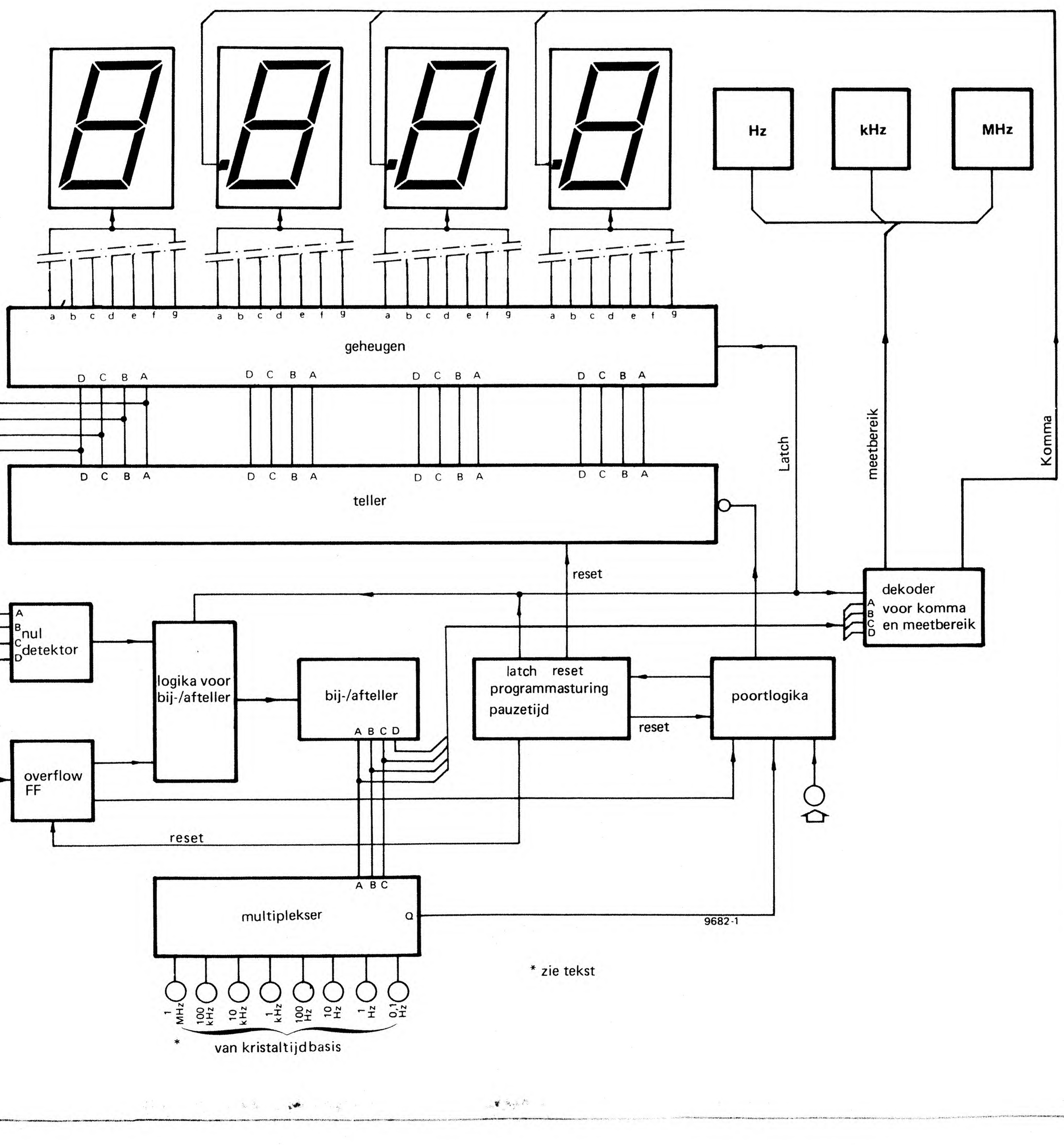
naar een idee van **R. Decker**

Bij de gebruikelijke digitale tellers moet de poorttijd met de hand worden ingesteld. De bereiken (MHz, kHz, Hz) worden, evenals de komma, ingesteld met een schakelaar. Teneinde deze mechanische komponent onnodig te maken en het bedieningsgemak te verbeteren is een automatische bereikomschakelaar ontworpen. Met de hiet beschreven schakeling is voor het kiezen van de poorttijd een minimum aan tijd nodig.

In figuur 1 is het blokschema van de automatiek gegeven. De frekwentie van een 1 MHz-kristaloscillator wordt een aantal malen door tien gedeeld en de aldus verkregen signalen worden toegevoerd aan de 8 ingangen van een multiplekser. Een 4-bits up/down-counter (bij-/afteller) bepaalt welke multiplekser-ingang naar de Q-uitgang wordt doorgeschakeld (adreskeuze). Deze teller stuurt via de ABCD-uitgangen een dekoder voor de komma en de meetbereiken.

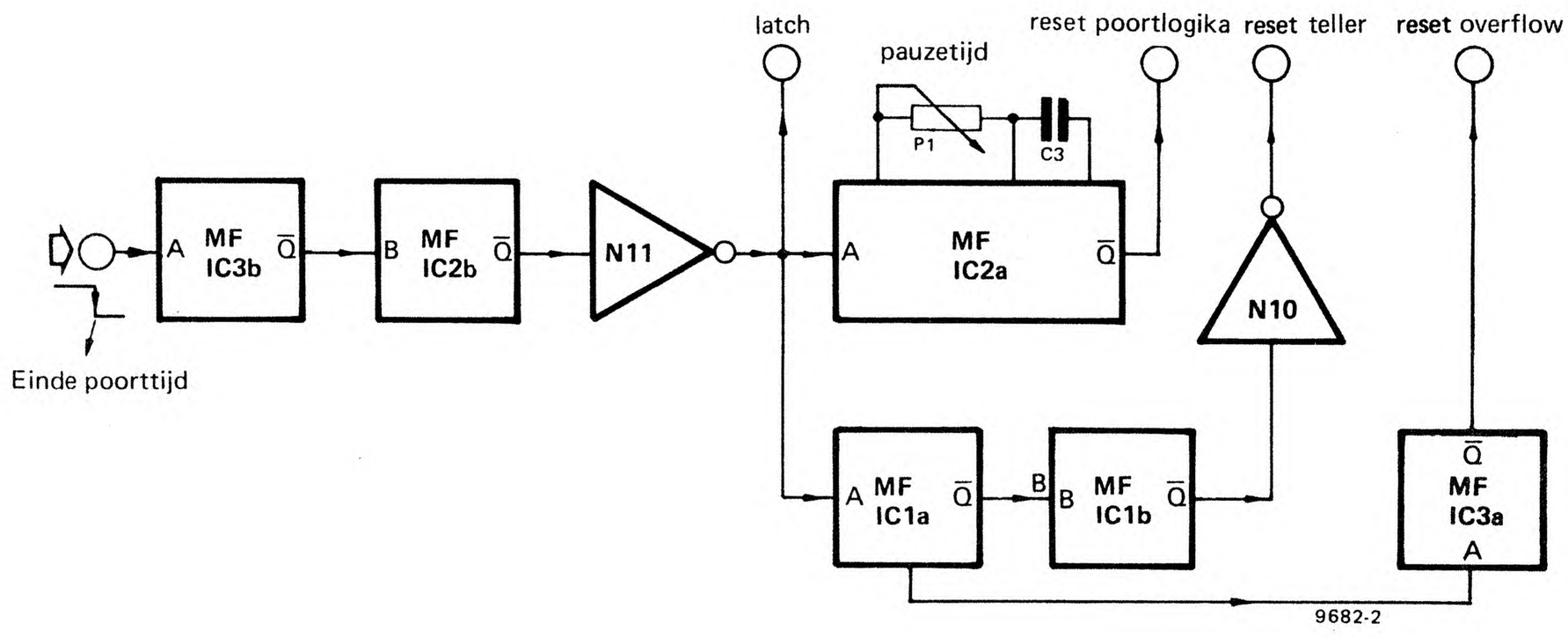
Zoals later uit het principeschema zal blijken, kan hierdoor de sturing voor de drijvende komma en de meetbereik-aanwijzing met relatief weinig komponenten worden gerealiseerd. Het bij- resp. aftellen of het in dezelfde stand

1



blijven staan van de teller wordt bepaald door een nuldetektor en een overflow flipflop, alsmede door een logische schakeling voor het bij- resp. aftellen. De ingang van de nuldetektor is met de uitgangen A . . . D van de hoogste teldekade verbonden. Liggen deze aan het einde van de meetperiode alle op logisch 0, dan schakelt bij het arriveren van de latch-impuls de adressenteller één stap vooruit en kiest daarmee dan de één dekade lagere frekwentie van de tijdbasis. Zouden de uitgangen A . . . D in dit geval weer op logisch 0 liggen, dan wordt opnieuw een stap vooruit geteld, totdat ten slotte de hoogste teldekade is gekozen. Verandert de te meten frekwentie slechts weinig, dan volhardt de adressenteller in deze toestand, omdat de latch-impuls voor de clock-ingang van de adressenteller is gesperd. De D-uitgang van de hoogste teldekade is verbonden met de overflow-flipflop. Deze slaat om tijdens de meetperiode, in het geval dat een te lange telpoorttijd is gekozen. Bij het aankomen van de latch-impuls schakelt de adressenteller één stap terug en kiest daarmee de één dekade hogere frekwentie van de tijdbasisgenerator. Deze procedure herhaalt zich net zo lang tot de hoogste dekade tijdens de meetperiode niet meer (decimaal) van 9 naar 0 overspringt.
De Q-uitgang van de multiplekser is met de poort-flipflop verbonden. Deze maakt uit de gekozen frekwentie van de tijdbasis de poorttijdimpulsen en maakt de sturing van de frekwentieteller mogelijk. Bovendien is deze logische schakeling met de overflow-flipflop en de procedurebesturing verbonden. Wordt bijv. een overflow gemeld, dan onderbreekt de poortlogika de meting zo lang, tot dat de procedurebesturing een nieuwe meetperiode inleidt.
Het blokschema van de procedure-besturing is in figuur 2 gegeven. Deze bestaat uit een zestal monostabiele multivibratoren, welke door de negatieve flank aan het einde van de poort-tijd worden getriggerd. Figuur 3 toont het impulsdiagram van deze schakeling. Daaruit blijkt dat een nieuwe poort-tijd pas dan kan beginnen, als de Q-uitgang van IC2a weer naar '1' omslaat. Op deze wijze kan met behulp van P1 en C3 (in figuur 4) de pauzetijd worden ingesteld.

2

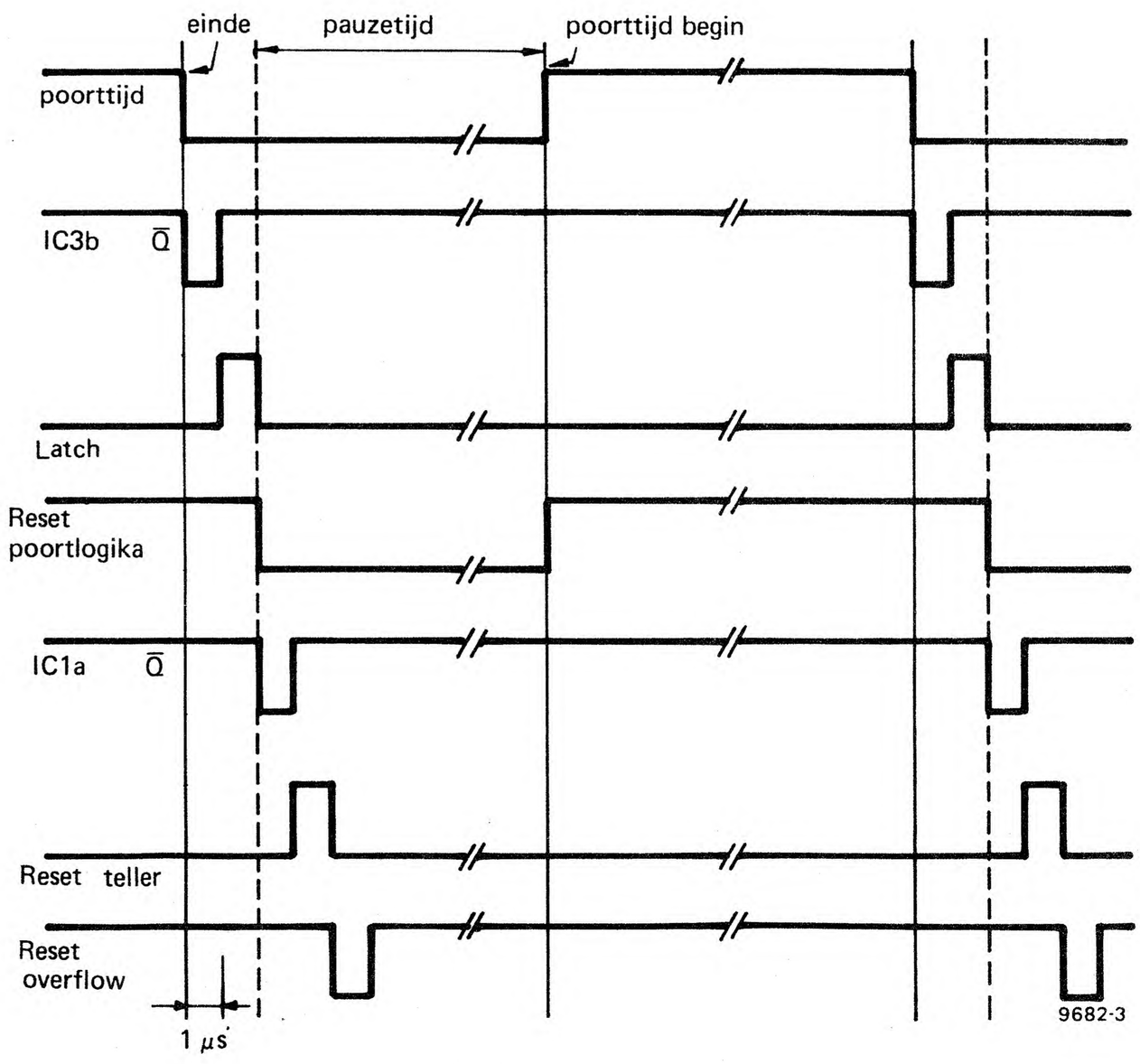


Figuur 1. Blokschema van de automatische bereikomschakelaar;

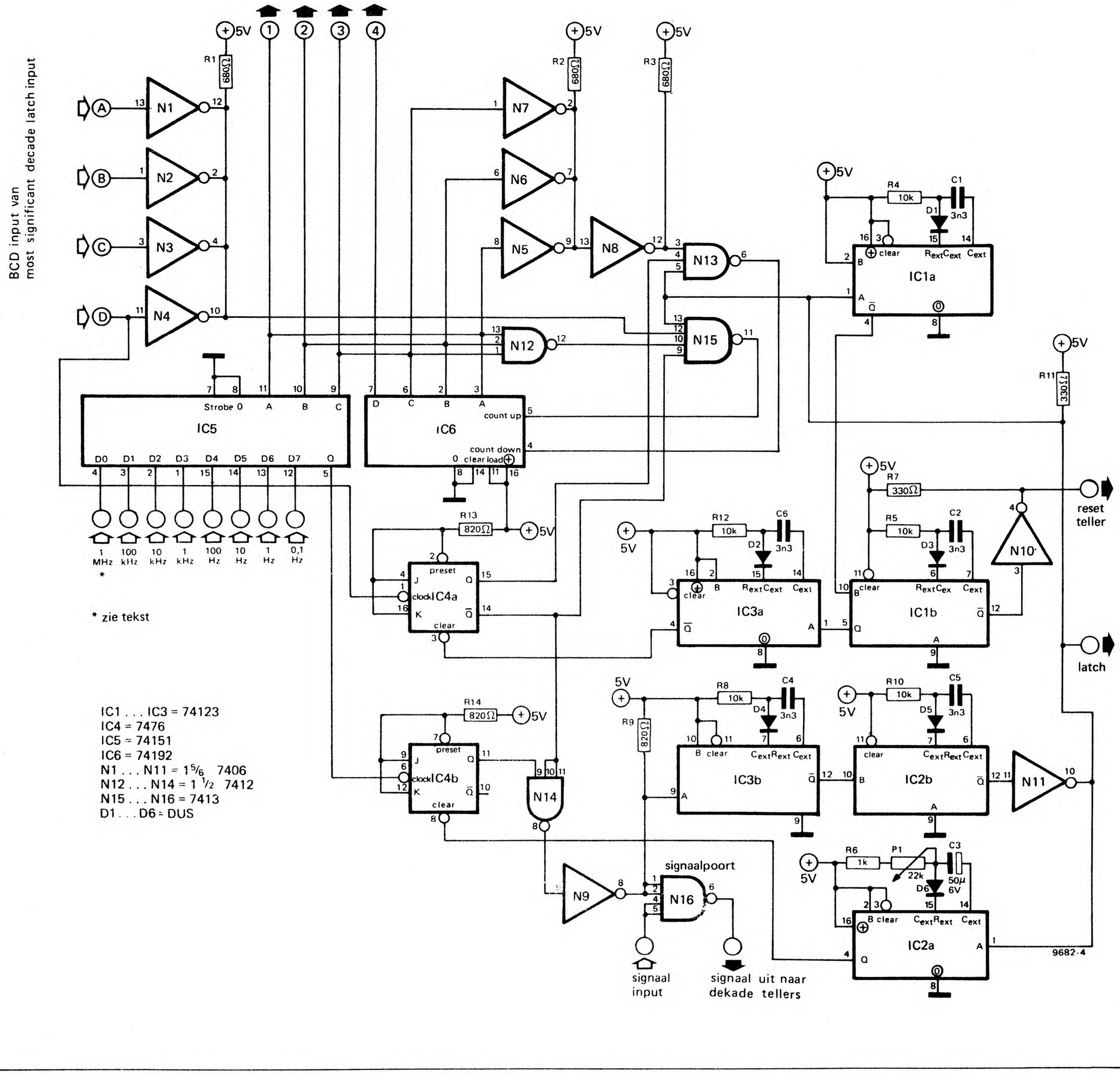
Figuur 2. Blokschema van het gedeelte dat de procedure-besturing verzorgt.

Figuur 3. Impulsdiagram van de procedure-besturing.

3



4



De inverters N10 en N11 (tipe 7406) zijn nodig omdat de uitgangen van de monoflops slechts moeilijk de benodigde stroom voor de latch- en de reset-impuls kunnen leveren.

In figuur 4 is het schema van de gehele bereikomschakelaar getekend. De reeds genoemde nuldetektor wordt gevormd door de inverters N1 . . . N4, welke als wired-NOR zijn geschakeld.

De poorten N5 . . . N8 en N12, N13 en N15 vormen de logika voor het bij-/aftellen. De wired-OR N5 . . . N8 en de NAND-poort N12 verhinderen, dat de bij-/afteller IC6 van de hoogste naar de laagste tellerstand of omgekeerd kan schakelen. Of opwaarts of afwaarts wordt geteld, wordt bepaald door de poorten N13 en N15. Liggen bijv. alle ingangen van N15 op '1', dan staat aan de uitgang hiervan de geïnverteerde latch-impuls voor het opwaarts tellen. Dat is echter alleen mogelijk, als de uitgang van de NOR-poorten N1 . . . N4 een '1' vertonen, of m.a.w. de tellerstand van de hoogste teldekade nul is.

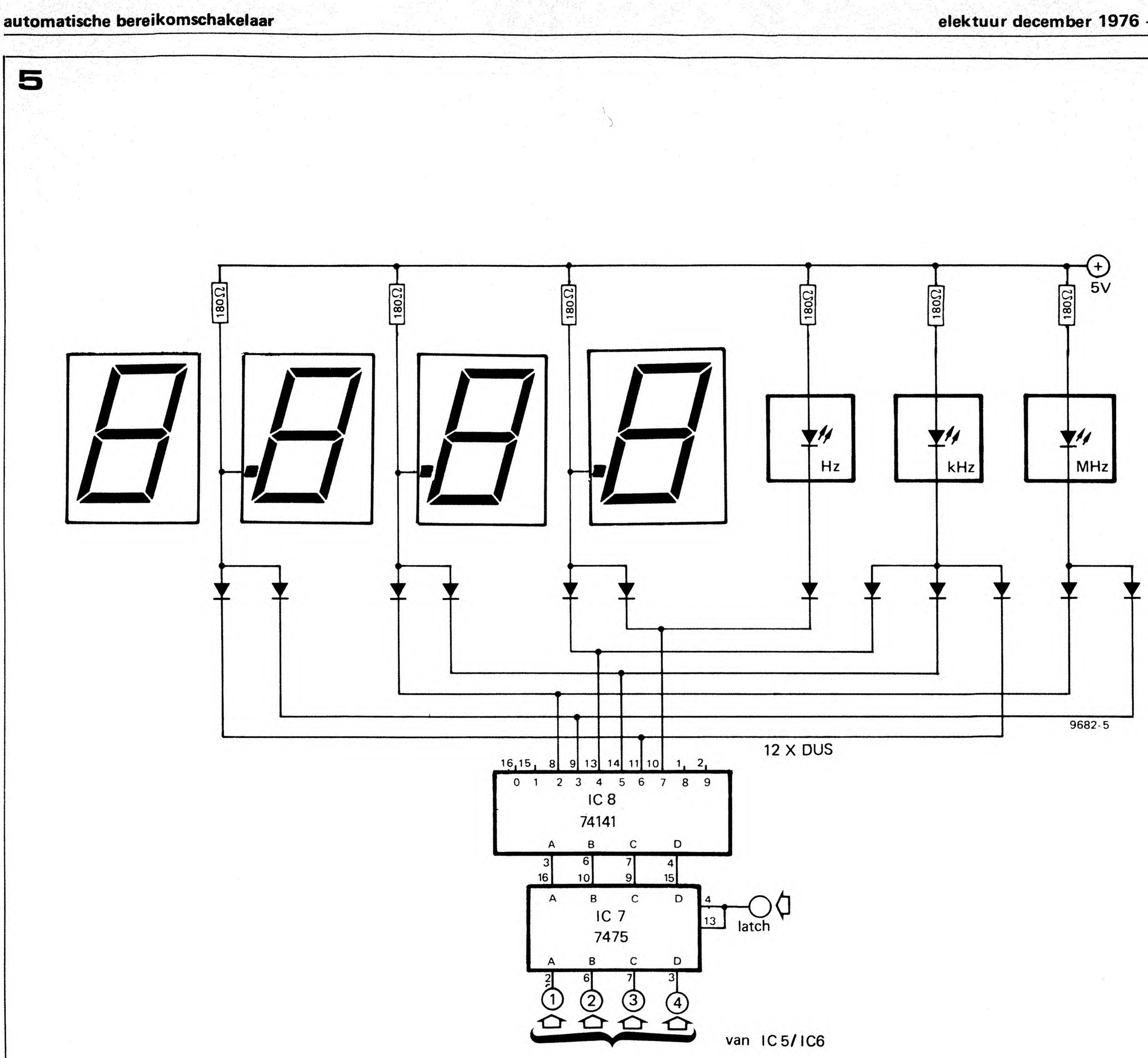
De flipflop IC4a leidt het aftellen in. Via de clear-ingang wordt de $\overline{Q}$-uitgang vóór iedere meetperiode op '1' gezet. Slaat deze uitgang nu tijdens de poorttijd om naar '0', als gevolg van een overflow, dan wordt via de AND-schakeling N14, N9 de telpoort gesperd, en de meting afgebroken. Alle ingangen van N13 zijn dan '1' en bij het optreden van de latch-impuls schakelt de teller IC6 één stap terug, waardoor een hogere frekwentie van de tijdbasis aan de Q-uitgang van de multiplekser beschikbaar komt. Na afloop van de via IC2a ingestelde pauze-tijd slaat de Q-uitgang van de poort-flipflop IC4b om naar '1' en leidt dan een nieuwe meetcyclus in.

Treedt na afloop hiervan noch een overflow, noch een nulsignaal van de detektor N1 . . . N4 op, dan kan de latch-impuls aan de uitgangen van N13 en N15 niet werkzaam worden. De automatische omschakelaar is dan op het juiste bereik ingesteld en blijft daar in staan.

IC1 . . . IC3, N10 en N11 vormen de praktische uitvoering van de in figuur 2

Tabel 1.

bereik	poort-tijd	meetbereik
7	10 s	999,9 Hz
6	1 s	9,999 kHz
5	10^{-1} s	99,99 kHz
4	10^{-2} s	999,9 kHz
3	10^{-3} s	9,999 MHz
2	10^{-4} s	99,99 MHz



Figuur 4. Printenschema van de bereikomschakelaar.

Figuur 5. Schakeling van de dekoder voor de komma en het meetbereik.

Opmerkingen:

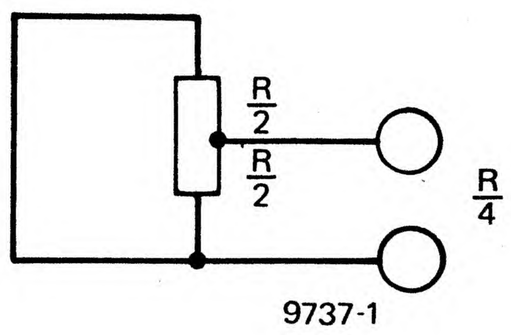
1) Voor metingen boven 18 MHz moet de signaalpoort (N16) een snel (Schottky-) TTL-type zijn.
2) Bij gebruik van de schakeling voor een 6-digit counter moeten de vier digits beschouwd worden als de minst signifikante bits van de totale uitlezing. De twee ekstra digits zullen dan de maksimale frekwentietelling per bereik vergroten. De ingangen N1 . . . N4 moeten wel met het meest signifikante bit (niet het derde!) verbonden worden. De ingangen D_0 . . . D_3 van IC5 kunnen in dit geval met elkaar verbonden worden en aangesloten op de 1 kHz-uitgang van de oscillator.
3) De automatische bereikomschakelaar zet de teller steeds in de optimale stand, zelfs indien dit een meettijd van 10 s oplevert. Een ekstra handbediening kan dan zeer nuttig zijn . . .

in blokschema getekende monoflopketen. De tijdkonstanten van de eksterne RC-leden zijn op 1 μs bepaald. Met IC2a kan de pauzetijd door middel van P1 tot maksimaal 5 s worden ingesteld.

Figuur 5 geeft de schakeling van de dekoder voor de komma en het meetbereik. Via de ingangen A . . . D van IC7 wordt met medewerking van de latch-impulsen de tellerstand van de adressenteller IC6 opgeslagen. De eigenlijke dekodering wordt uitgevoerd door de BCD/decimaal-omvormer IC8 en de met zijn uitgangen verbonden siliciumdioden. Op welke wijze het meetbereik, de komma en de poort-tijd met elkaar samenhangen, is aangegeven in tabel 1. De ingangen D_0 en D_1 moeten wegens de bovenste grensfrekwentie voor TTL-bouwstenen met elkaar doorverbonden worden en met de 100 kHz-uitgang van de kristaloscillator verbonden worden. Daarom zijn ook de uitgangen '0' en '1' van IC8 niet aangesloten. De meetbereik-aanduiding wordt verzorgd door LED's of door gloeilampjes, terwijl voor de komma-aanduiding gebruik gemaakt wordt van de in de display's geïntegreerde LED's.

reële belastings-weerstand

Ten behoeve van het vergelijkend waren-onderzoek met betrekking tot (het uitgangsvermogen van) versterkers, is het zinvol om te kunnen beschikken over een belastingsweerstand die niet-induktief is. Daarnaast dient zo'n weerstand berekend te zijn op het vermogen dat er in losgelaten wordt. Helaas is men in de praktijk hiervoor aangewezen op draadgewonden weer-standen, tenzij men de 4 of 8 ohms belastingsweerstand samenstelt uit enige tientallen parallel geschakelde 1 watt-koolweerstanden.
Indien de belastingsweerstand uit (een) draadgewonden weerstand(en) is samen-gesteld, betekent dit dat de versterker belast wordt door een weerstand met daarmee in serie een spoel. Voor de stabiliteit levert dit geen problemen op, wèl voor de vervorming bij hoge frekwenties en hoge uitgangsvermogens. Bij de ene versterker is de toename van de vervorming ten gevolge van de zelf-induktie groter dan bij de andere, zodat enerzijds het maksimale uitgangs-vermogen (bij een gegeven vervorming) lager is dan bij een reële belastingsweer-stand het geval is, en anderzijds het vergelijken van versterkers moeilijker wordt.
In de figuur is aangegeven hoe een draadgewonden weerstand met midden-aftakking zodanig kan worden gescha-keld dat de resulterende weerstand induktie-arm is. Daartoe worden de uit-einden doorverbonden en wordt de middenaftakking nauwkeurig halfweg het weerstandslichaam geplaatst. De weerstand tussen loper en uiteinde is gelijk aan een kwart van de weerstand tussen de beide uiteinden en is induktie-arm. Dit komt omdat in de twee spoelen, gevormd door de beide helften van de weerstand de stromen in een tegen-gestelde richting lopen, zodat in het ideale geval van een vaste magnetische koppeling tussen de twee 'spoelen' de door de stromen opgewekte magneti-sche velden elkaar opheffen. De zelf-induktie van de draadgewonden weer-stand, of althans het effekt daarvan, is nul komma nul. In de praktijk blijft er een gering magnetisch veld bestaan en is er dus ook sprake van een (zeer kleine) zelfinduktie.
Men kan de belastingsweerstand samen-stellen uit meerdere draadgewonden weerstanden in serie en/of parallel Iedere weerstand wordt dan op de eerder omschreven wijze 'behandeld'. Ofschoon de aldus gerealiseerde belastingsweerstand in elektrotechnisch opzicht (vrijwel) reëel is, betekent dit geenszins dat de reële versterker-belasting (namelijk de nogal induktieve luidspreker) hiermee overeenkomt.



In verband met de kerstvakantie is ons bedrijf van 20 t/m 31 december gesloten.
Wij wensen onze lezers een prettig kerstfeest en een voorspoedig 1977 toe.

Dit keer een echte kerstboombom op de binnenkant van de banderol (zij het dan op papier!).

elektuur-dekoder

Wat is een TUN?
Wat betekent 10 n?
Wat is de EPS-service?
Wat is de TV-service?
Wat is 'Het lek van Elektuur'?

Halfgeleidertipen
Een groot aantal ekwivalente halfgeleiders en IC's hebben een ietwat afwijkend tipenummer. Om deze reden wordt in Elektuur, daar waar mogelijk is, een universele kode of tipenummer gehanteerd.

- 741 i.p.v. μA741, LM741, MC741, MIC741, RM741, SN72741, etc.
- TUP of TUN (transistor universeel, resp. PNP of NPN) wordt gebruikt voor iedere LF-siliciumtransistor, welke voldoet aan de specifikaties in onderstaande tabel 1.
- DUG of DUS (diode universeel, resp. germanium of silicium) wordt gebruikt voor iedere diode, welke voldoet aan de specifikaties in onderstaande tabel 2.
- De tipen BC107, BC237 en BC547 maken deel uit van dezelfde familie kwaliteitstransistoren. In het algemeen kunnen al deze 'familieleden' door elkaar gebruikt worden (zie onder).

Tabel 1. Minimum-specifikaties voor TUP en TUN.

U_{CEO} maks.	20 V
I_C maks.	100 mA
h_{fe} min.	100
$P_{tot.}$ maks.	100 mW
f_T min.	100 MHz

Enkele TUN's: BC107 e.d., 2N3856A, 2N3859, 2N3860, 2N3904, 2N3947, 2N4124.
Enkele TUP's: BC179 e.d., 2N2412, 2N3251, 2N3906, 2N4126, 2N4291.

Tabel 2. Minimum-specifikaties voor DUG en DUS.

	DUG	DUS
U_r maks.	20 V	25 V
I_f maks.	35 mA	100 mA
I_r maks.	100 μA	1 μA
$P_{tot.}$ maks.	250 mW	250 mW
C_D maks.	10 pF	5 pF

Enkele DUG's: OA85, OA91, OA95, AA116.
Enkele DUS's: BA127, BA217, BA218, BA221, BA222, BA317, BA318, BAX13, BAY61, 1N914, 1N4148.

BC107-familie (NPN)
BC107 (-8, -9), BC147 (-8, -9), BC207 (-8, -9), BC237 (-8, -9), BC317 (-8, -9), BC347 (-8, -9), BC547 (-8, -9), BC171 (-2, -3), BC182 (-3, -4), BC382 (-3, -4), BC437 (-8, -9), BC414

BC177-familie (PNP)
BC177 (-8, -9), BC157 (-8, -9), BC204 (-5, -6), BC307 (-8, -9), BC320 (-1, -2), BC350 (-1, -2), BC557 (-8, -9), BC251 (-2, -3), BC212 (-3, -4), BC512 (-3, -4), BC261 (-2, -3), BC416

Weerstands- en kapaciteitswaarden
Bij het aangeven van dergelijke waarden wordt geen gebruik gemaakt van komma's. Deze worden vervangen door internationaal bekende afkortingen, zoals:

p	(pico)	$= 10^{-12}$
n	(nano)	$= 10^{-9}$
μ	(micro)	$= 10^{-6}$
m	(milli)	$= 10^{-3}$
k	(kilo)	$= 10^{3}$
M	(mega)	$= 10^{6}$
G	(giga)	$= 10^{9}$

Een paar voorbeelden:
Weerstandswaarden:
2k7 = 2,7 kΩ = 2700 Ω
470 = 470 Ω
Kapaciteitswaarden:
4p7 = 4,7 pF = 0,000000000004 7 F
10 n = 0,01 μF = 10^{-8}

Lezers-service

- **EPS: Elektuur printservice**
  Een groot aantal Elektuur-ontwerpen bevat een print-layout. De meeste printen zijn kant en klaar leverbaar. Iedere maand wordt een gedeeltelijk overzicht gegeven van de verkrijgbare printen (zie EPS-lijst).
- **Technische vragen.**
  Technische vragen welke betrekking hebben op Elektuur-ontwerpen, kunnen zowel schriftelijk als telefonisch gesteld worden (zie ook kolofon).
- **Het lek van Elektuur.**
  Iedere belangrijke wijziging, toevoeging aan of verbetering van Elektuur-ontwerpen wordt zo spoedig mogelijk bekend gemaakt in de rubriek 'Het lek van Elektuur'.

ZWAARTEKRACHT-OPLICHTER

Het schijnbaar opheffen van de zwaartekracht behoort vanouds tot het werkterrein van goochelaars en illusionisten. Met de hier beschreven schakeling wordt elektronisch en regeltechnisch gegoocheld. De ingrediënten omvatten een elektromagneet, een lichtsluis, een metalen voorwerp, enige elektronika en — uiteraard — de zwaartekracht.

Zwevende voorwerpen hebben de mensheid altijd al geboeid. In het heelal zijn ze bepaald niet zeldzaam. Echter, om voorwerpen op slechts korte afstand van het aardoppervlak te laten zweven, moet de aantrekkingskracht van de aarde (zwaartekracht; datgene dat men als 'gewicht' ervaart) worden gekompenseerd door een even grote doch tegengestelde kracht. Magnetische krachten kunnen langs elektromagnetische weg worden opgewekt en elektronisch worden geregeld; ze zijn uitermate geschikt om als (kompenserende) tegenkracht te dienen. Indien het regelsisteem juist is gedimensioneerd, is een toestand van evenwicht mogelijk, waarbij het 'lijdend' voorwerp zweeft of, zo men daarvan wil spreken, gewichtsloos wordt.

N.B. Aangezien de kompensatiekracht van magnetische oorsprong is, dient het te zweven voorwerp voornamelijk uit ferro-magnetisch materiaal te bestaan. Dat betekent dus een hoog gewichtspercentage aan ijzer, nikkel of kobalt. Aluminium bijvoorbeeld is onbruikbaar.

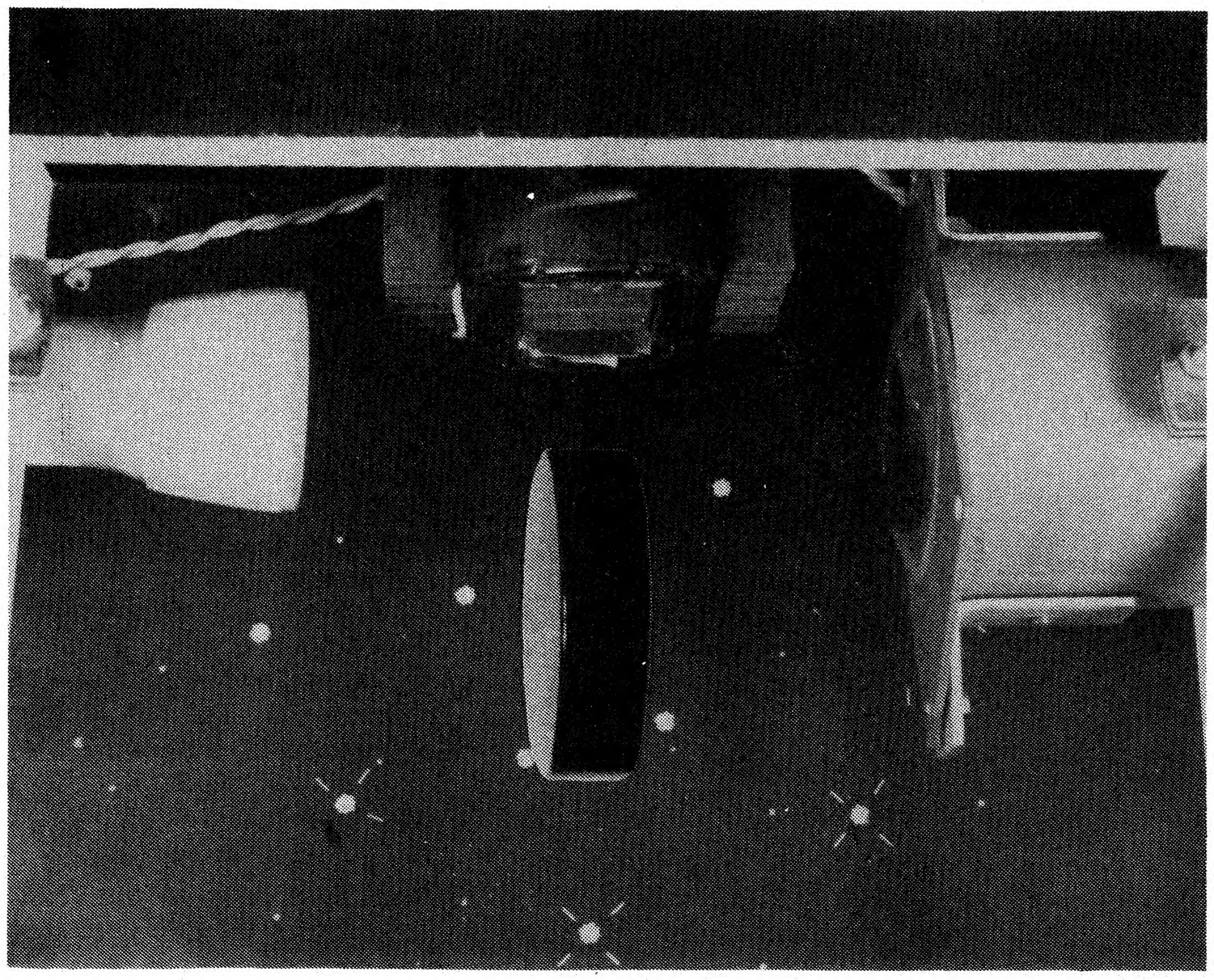


Foto 1. De konstruktie van de zwaartekrachtoplichter. Links is de lamp (met reflektor) gemonteerd, boven de elektromagneet en rechts de lens en de fototransistor.

Hoe werkt het oplichten?

Eerst even een opmerking vooraf. Het hier beschreven 'oplichtprincipe' is eerder in de praktijk gebracht aan verschillende Technische Hogescholen in Duitsland, ten behoeve van kollegedemonstraties.

In figuur 1 is het blokschema van de oplichter getekend; koncentreren we ons in eerste instantie op het linker bovengedeelte van figuur 1, het elektronische naadje van de kous komt later wel.

Wel, in die linker bovenhoek van figuur 1 valt allereerst de aanwezigheid op van een (metalen) bol, waarop de oplichtende werkzaamheden worden uitgevoerd. Boven het bolletje bevindt zich de elektromagneet, waarvan het veld de kompenserende kracht moet uitoefenen.

De bol bevindt zich gedeeltelijk in de lichtbundel, die door de linker kombinatie van lampje met holle spiegel wordt uitgezonden. Deze lichtbundel bereikt — min of meer door de bol onderbroken — een fototransistor, welke in het brandpunt van de rechter bolle lens is geplaatst.

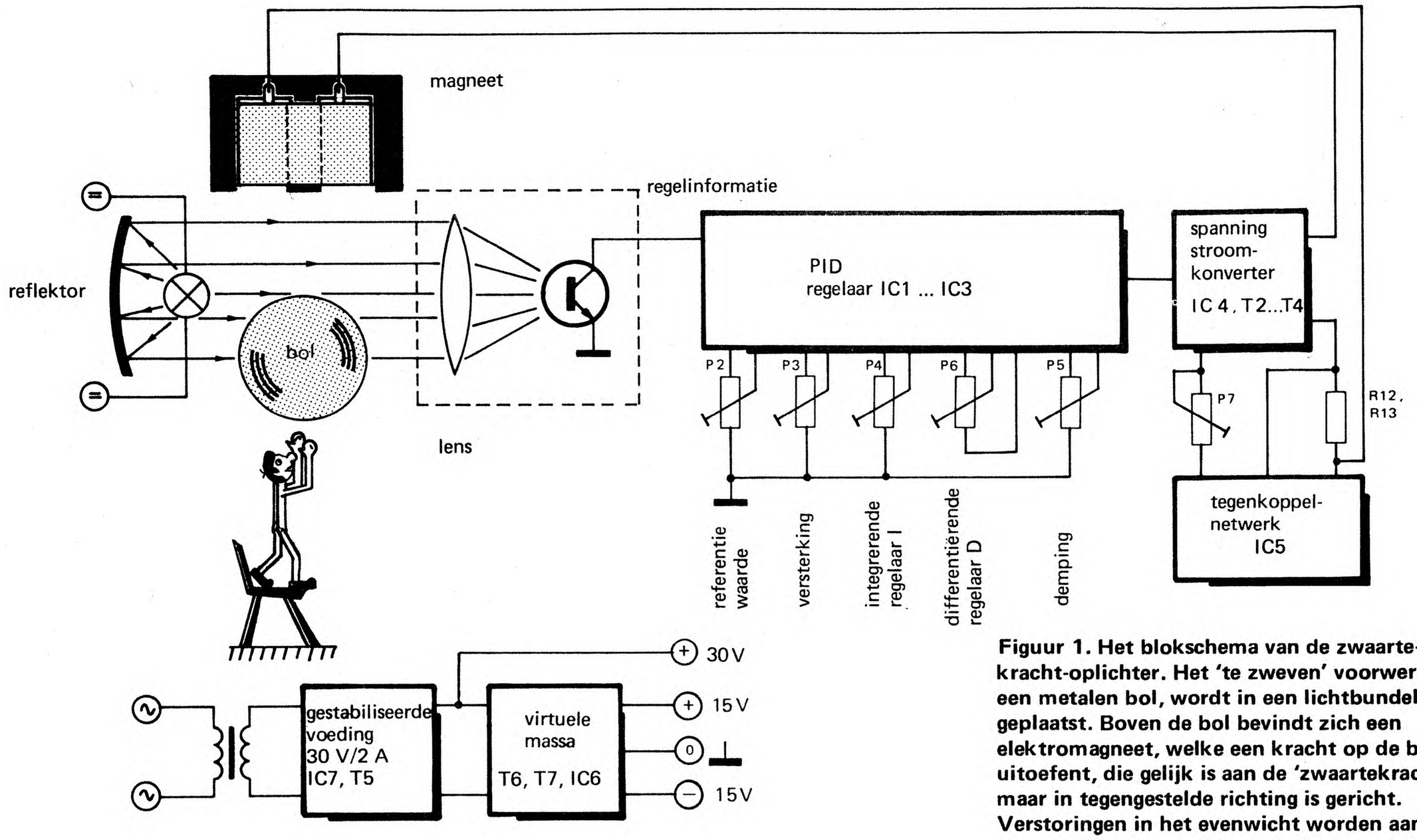
De positie van het bolletje ten opzichte van de lichtbundel zoals in figuur 1 is aangegeven, komt overeen met de evenwichtspositie van de bol, de plaats dus waar het bolletje blijft zweven.

Om deze evenwichtspositie te handhaven moet het in de rest van figuur 1 schematisch aangegeven regel- en stuursisteem voor het volgende zorgen:

Stel, dat door de een of andere oorzaak de bol uit de evenwichtspositie raakt en de neiging vertoont om in de richting van moeder aarde (naar beneden dus) af te zakken. Om het evenwicht te herstellen, moet er regeltechnisch ingegrepen worden, en wel zò dat de oorspronkelijke neiging tot afzakken de kop wordt ingedrukt. Er wordt handelend opgetreden door de aantrekkingskracht van de elektromagneet te vergroten. Hoe 'weet' nu het sisteem dat dit moet gebeuren? Heel eenvoudig: Als het bolletje daalt, wordt de afschermende werking ervan op de lichtbundel minder; de fotostroom neemt daardoor toe. Het regelsisteem zorgt er nu voor, dat de bekrachtigingsstroom voor de elektromagneet óók toeneemt. Het omgekeerde geval kan zich ook voordoen, namelijk de neiging tot

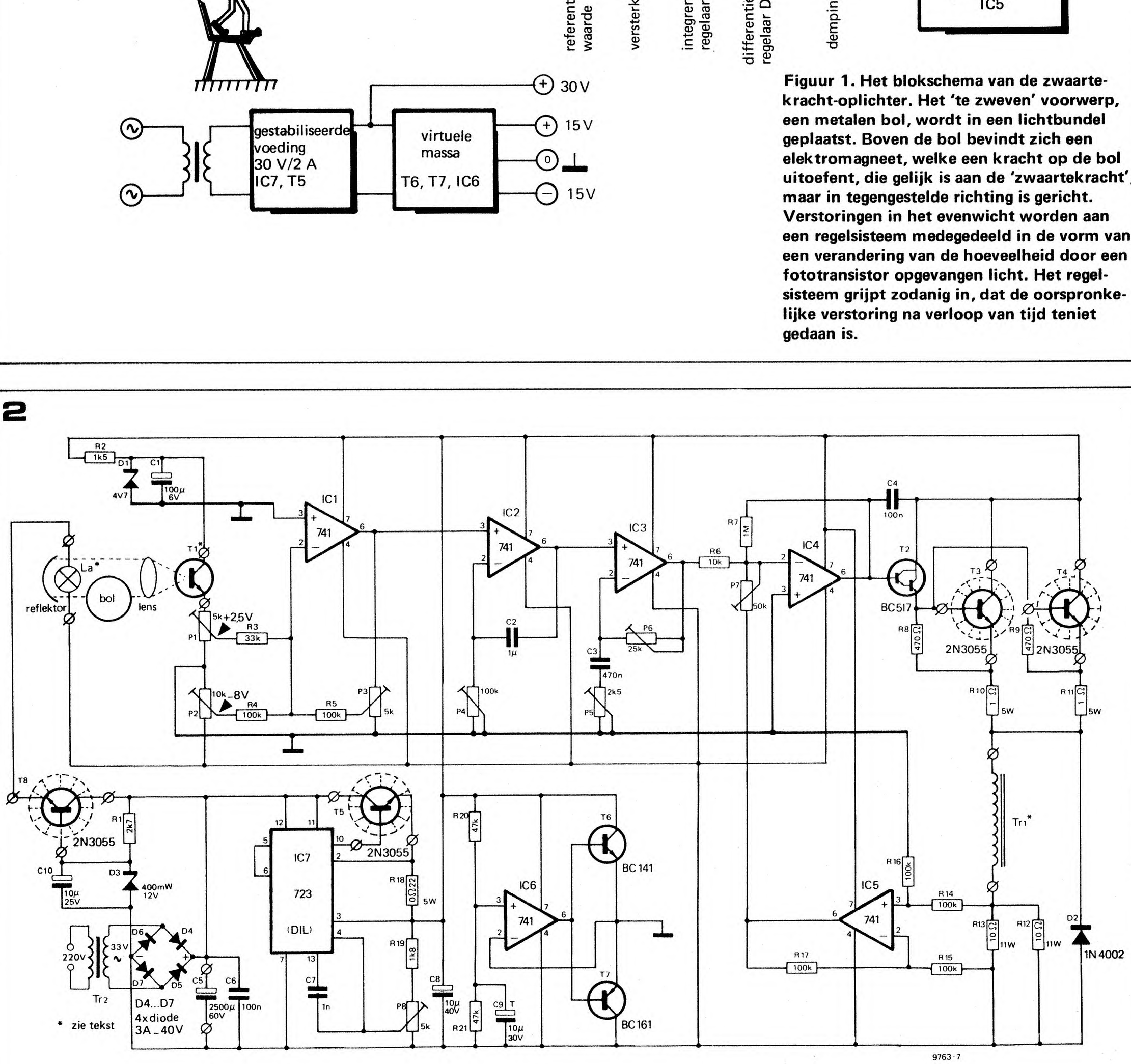
(vervolg tekst. blz. 1258)

1



Figuur 1. Het blokschema van de zwaartekracht-oplichter. Het 'te zweven' voorwerp, een metalen bol, wordt in een lichtbundel geplaatst. Boven de bol bevindt zich een elektromagneet, welke een kracht op de bol uitoefent, die gelijk is aan de 'zwaartekracht', maar in tegengestelde richting is gericht. Verstoringen in het evenwicht worden aan een regelsisteem medegedeeld in de vorm van een verandering van de hoeveelheid door een fototransistor opgevangen licht. Het regelsisteem grijpt zodanig in, dat de oorspronkelijke verstoring na verloop van tijd teniet gedaan is.

2



Figuur 2. Het principeschema van het elektronische regelsisteem, dat deel uitmaakt van de zwaartekracht-oplichter en van de daarvoor benodigde voedingsschakelingen.

Het naadje van de kous

Zoals eerder opgemerkt, wordt de bol-positie aan het regelsisteem doorgegeven via een fotostroom, die voldoende lineair (evenredig) verloopt met de afstand tussen bol en elektromagneet. De fototransistor T1 (zie figuur 2) zorgt voor deze fotostroom. Tussen de loper van P1 en massa ontstaat een positieve (foto-)spanning, waarvan de grootte op ieder moment samenhangt met de positie van het bolletje.
Tussen de loper van P2 en massa staat een (negatieve) spanning; de absolute waarde ervan komt overeen met de gewenste evenwichtspositie. Indien de bol in evenwicht verkeert, zal het regelsisteem zich zodanig instellen, dat — in het geval dat de weerstanden R3 en R4 gelijk zouden zijn — de spanning tussen loper van P1 en massa nagenoeg gelijk is aan de spanning tussen massa en de loper van P2. Het verschil tussen deze twee spanningen komt overeen met het verschil tussen de werkelijke en de gewenste bolpositie en wordt de *foutspanning* (foutsignaal) van het regelsisteem genoemd. Deze foutspanning is minimaal indien het sisteem in statisch en dynamisch opzicht in evenwicht verkeert.
De statische (tijds-onafhankelijke) foutspanning is des te kleiner naarmate de 'versterking' van het sisteem groter is, dat wil in dit geval zeggen: naarmate de verhouding kleiner is tussen de foutspanning en de magneetkracht, die deze foutspanning uiteindelijk veroorzaakt.
De bovengenoemde 'versterking' vormt het *proportionele* (evenredige) gedeelte van het regelsisteem en vormt het frekwentie- en dus tijdsonafhankelijke aspekt. Zuiver proportionele regelsistemen zijn echter vrijwel altijd onmogelijk. De frekwentiekarakteristiek, waarvan we kunnen spreken indien we het sisteem (evt. denkbeeldig) sturen met sinusvormige signalen, die frekwentiekarakteristiek nu is meestal niet 'recht'; de 'versterking' vertoont een 'afval' voor hoge en/of lage frekwenties met een helling, welke een veelvoud van 6 dB per oktaaf kan bezitten. De heren Bode en Nyquist hebben ons afdoende duidelijk gemaakt, dat er in het (ons) geval van een gesloten regelsisteem, een sisteem met terugkoppeling dus, instabiliteit of, nog erger, oscilleren kan optreden. Dit dient uiteraard vermeden te worden.
De frekwentiekarakteristiek (bij sturing met een sinusvormig signaal) is onlosmakelijk verbonden met het gedrag van het sisteem voor snelle, tijdsafhankelijke (dynamische) veranderingen in het ingangssignaal. Omdat de frekwentiekarakteristiek niet 'recht' is, zal het sisteem dan ook niet geheel korrekt reageren op snelle veranderingen in het ingangssignaal (lees: snelle veranderingen in de positie van de bol). Teneinde dit *dynamische gedrag* van het sisteem te verbeteren, worden binnen het sisteem zogenaamde *regelaars* geplaatst. De dimensionering van deze regelaars is gebaseerd op een kompromis tussen de gewenste dynamische eigenschappen en de eisen, die worden gesteld door stabiliteits-kriteria van de eerder genoemde heren Bode en Nyquist.
Men kan deze regelaars zowel beschouwen vanuit hun frekwentiekarakteristiek als vanuit hun gedrag (responsie) voor snelle, stapvormige ingangssignalen; het één sluit het ander niet uit.
Laat ons, onder verwijzing naar figuur 2, de in dit oplichter-sisteem toegepaste regelaars nader onder de loep nemen.

Allereerst is daar de *proportionele regelaar* afgekort: P-regelaar, die is opgebouwd rond IC1 van figuur 2. Deze regelaar zal ons bekend voorkomen: een doodnormale versterker. De ingangsspanning wordt een faktor K 'uitvergroot' en geïnverteerd ('verschijnt in tegenfaze aan de uitgang'). De vergrotingsfaktor is van belang voor de stabiliteit en kan worden ingesteld met potmeter P3 (VERSTERKING).
In figuur 2 worden de loperspanningen van P1 resp. P2 bij elkaar opgeteld met behulp van IC1 en P3, R3, R4 en R5. Omdat deze spanningen onderling in tegenfaze zijn, verschijnt aan de uitgang van IC1 een uitvergrote versie van het verschil tussen deze loperspanningen, van de eerder genoemde foutspanning dus.
Deze spanning wordt aan IC2 toegevoerd, welke met C2 en P4 een zogenaamde *PI-regelaar* (proportioneel en integrerend) vormt. Het verschil op het punt van frekwentiekarakteristiek tussen deze regelaar en de zuiver integrerende *I-regelaar* is, dat de I-regelaar is op te vatten als een laagdoorlaatfilter, waarvan het kantelpunt bij 0 hertz (gelijkspanning, DC) is gelegen; in de PI-regelaar met IC2 verloopt de frekwentiekarakteristiek recht tussen DC en de

frekwentie $f = \frac{1}{2\pi P_4 \cdot C_2}$. Boven deze f daalt

de karakteristiek met een helling van 6 dB per oktaaf.
In dynamisch opzicht vertegenwoordigen zowel de zuivere I-regelaar als de PI-regelaar het vertragende element in het regelsisteem. Snelle veranderingen worden traag, doch op den duur akkuraat verwerkt. De potmeter P4 (I-GEDEELTE) biedt ons mogelijkheden om dit dynamische gedrag binnen zekere grenzen te beïnvloeden.
We zijn nu aangeland bij IC3, welke met P5, P6 en C3 een *PD-regelaar* (proportioneel en differentiërend) vormt. Deze regelaar is kwa frekwentiekarakter op te vatten als een hoogdoorlaatfilter. Omdat het hier geen zuiver differentiërende D-regelaar betreft, is er sprake van eindige kantelfrekwenties van dit filter. De karakteristiek verloopt 'recht' voor frekwenties groter dan

$f_1 = \frac{1}{2\pi P_5 \circ C_3}$. Tussen f_1 en de frekwentie

$f_2 = \frac{1}{2\pi (P_5 + P_6) C_3}$ daalt de karakteristiek

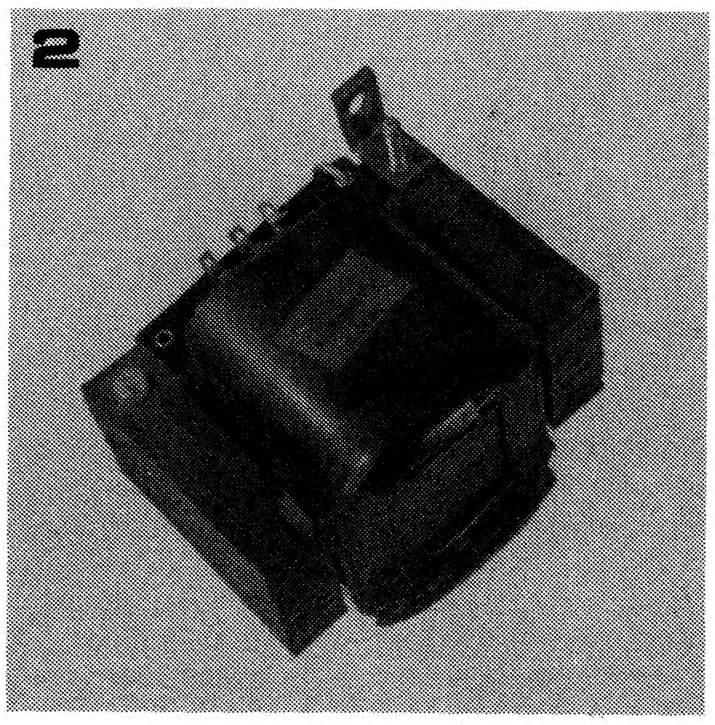
met 6 dB per oktaaf; voor frekwenties tussen DC en f_2 verloopt de karakteristiek weer 'recht'.
In dynamisch opzicht vertegenwoordigen de D-regelaar en de hier toegepaste PD-regelaar het snelheidsaspekt van het regelsisteem. De dynamische eigenschappen van dit gedeelte kunnen binnen zekere grenzen worden beïnvloed met de potmeters P5 (DEMPING) en P6 (D-GEDEELTE).
De gezamelijke werking van de schakelingen rond IC1, IC2 en IC3 van figuur 2 is die van een *PID-regelaar* (proportioneel, integrerend en differentiërend).
Het door de PID-regelaar behandelde signaal moet nu nog in een geschikte vorm worden gegoten om een kracht van elektromagnetische oorsprong op te leveren. Het PID-uitgangssignaal is beschikbaar als uitgangsspanning van IC3 en moet in een elektromagneetstroom worden omgezet, omdat de elektromagneetkracht evenredig is met de stroom door de spoel, niet met de spanning over de spoel. We moeten dus stroomsturing toepassen. Dit kan worden gerealiseerd met stroomtegenkoppeling.
Tussen haakjes: Er doet zich in dit verband nóg een reden voor, om een integrerend (vertragend) gedeelte in het regelsisteem op te nemen. Als aan de (stroom-gestuurde) magneet oneindig snelle stroomveranderingen zouden worden aangboden, zou dit oneindig grote induktiespanningen in de spoel tot gevolg hebben. Afgezien van de noodzaak van beveiliging (in de vorm van de clampingdiode D2, zie figuur 2) zou dit tot een snel vastlopen (clipping) van de stuurschakeling leiden.
De eigenlijke sturing wordt verzorgd door de parallel geschakelde powertorren T3 en T4. De afzonderlijke emitterweerstanden R10 en R11 zorgen ervoor, dat de werkzaamheden zo eerlijk mogelijk over T3 en T4 worden verdeeld. De 'darlington' T2 verzorgd de sturing van T3 en T4 en wordt op zijn beurt gestuurd door IC4. Dit IC krijgt via de weerstand R6 het uitgangssignaal van de PID-regelaar aangeboden en via de potmeter P7 een spanning, waarvan de grootte evenredig is met de spanning over R12/R13, m.a.w. evenredig met de stroom door de spoel Tr1.
Voor de nodige versterking van deze spanning wordt gezorgd door IC5, welke als verschilversterker is geschakeld. De kondensator C4 is nodig voor de lokale stabiliteit van de (stroom-) tegengekoppelde schakeling rond IC4, IC5 en de transistoren T2, T3 en T4.
Tot slot de *voeding*. Deze is nogal uitgebreid, omdat er verschillende gestabiliseerde spanningen vereist zijn, ter verhoging van de ongevoeligheid voor storingen.
De spanning voor het lampje La wordt betrokken uit de 'hobbelige' spanning over C5 via de simpele stabilisatie-schakeling met R1, D3, C10 en T8. Daarnaast levert de klassieke schakeling met IC7 en het 'verlengstuk' T5 een gestabiliseerde 30-volts spanning.
Het aardpunt van de schakeling komt op een ogenschijnlijk merkwaardige wijze tot stand. Indien we uit de 30-volts spanning over C8 een symmetrisch stel spanningen van ± 15 volt willen halen, dan zou dit in principe kunnen gebeuren door een serieschakeling van twee onderling gelijke weerstanden over C8 te plaatsen en het knooppunt van deze weerstanden tot 'aarde' te bombarderen. Dit heeft echter tot gevolg, dat een aardstroom door dit knooppunt (ongeacht de stroomrichting) tot verstoring van de symmetrie leidt.
Het alternatief voor een laagohmige spanningsdeler is om de spanningsdeler hoogohmig uit te voeren en om niet het knooppunt van de weerstanden (R20 en R21) als aardpunt te beschouwen, maar de uitgang van een op dit punt aangesloten spanningsvolger; deze wordt gevormd door IC6, T6 en T7.
N.B. Aangezien de 'grote' stromen (elektromagneet!) direkt tussen + en — lopen, hoeven T6 en T7 slechts berekend te zijn op relatief kleine aardstromen.

stijgen. Dat komt dan niet omdat de zwaartekracht te kort schiet, maar omdat de aantrekkingskracht van de elektromagneet door de een of andere oorzaak te groot is. Het zal duidelijk zijn, dat er voor moet worden gezorgd, dat de elektromagneet wat minder hard aan de zaak trekt. In dat geval zorgt een afnemende stroom door de fototransistor ook uiteindelijk voor een afnemende bekrachtigingsstroom.
Het sisteem komt dus via de grootte van de fotostroom aan de weet hoe en in welke mate er ingegrepen moet worden. Dat is echter niet voldoende; het moet óók informatie bezitten over de wenselijke, ideale waarde van de te regelen grootheid; in ons geval is dat de evenwichtspositie van de bol. Het regelsisteem werkt met een ingangssignaal, dat wordt bepaald door het verschil tussen de feitelijke positie en de gewenste positie van de bol (uiteraard na omzetting van de positie-informatie in een elektrische stroom c.q. spanning).
Van een goed regelsisteem mag verwacht worden, dat het voldoende snel en akkuraat reageert op verstoringen in de evenwichtspositie. Verder is het wenselijk, dat het sisteem stabiel is. Populair gezegd: dat de zaak niet uit de hand loopt; dat de korrigerende werking van het regelsisteem niet blijvend zijn doel voorbij schiet. In dit oplichter-sisteem kan bij foutieve instelling van potmeters een situatie van instabiliteit (oscilleren) worden geforceerd. Daarbij voert het bolletje, na in de lichtbundel geplaatst te zijn, een trilling rond de evenwichtspositie uit, waarvan de amplitude aangroeit en zo groot kan worden dat het vangbereik van de elektromagneet wordt overschreden; dan heeft de zwaartekracht vrij spel op het bolletje en de gevolgen dáárvan zijn bekend.
Alle regeltechnische aspekten zijn vertegenwoordigd in het blok 'PID-regelaar' met de vijf bijbehorende potmeters van het blokschema volgens figuur 1. Meer details hiervan zullen, evenals de bespreking van het principeschema van figuur 2, elders in dit artikel aan de orde komen.
Rest ons nog het 'randwerk' van figuur 1. De voeding levert een gestabiliseerde spanning van 30 volt bij een maksimale stroomafname van 2 ampère, welke nodig is voor de bekrachtiging van de elektromagneet. Uit deze spanning wordt via een kunstgreep een simmetrisch stel voedingsspanningen van ± 15 volt verkregen, welke nodig zijn voor de voeding van allerlei hulpschakelingen.
De twee meest rechts in figuur 1 aangegeven blokken zijn betrokken bij de sturing van de elektromagneet; er wordt voor gezorgd, dat de spoel met een konstante stroom gevoed wordt.

Op dit punt gekomen, verlaten ons tijdelijk degenen die 'het naadje van de kous' willen weten en gaan wij over tot de

Praktijk(en)

Een groot aantal kleinere elektronische

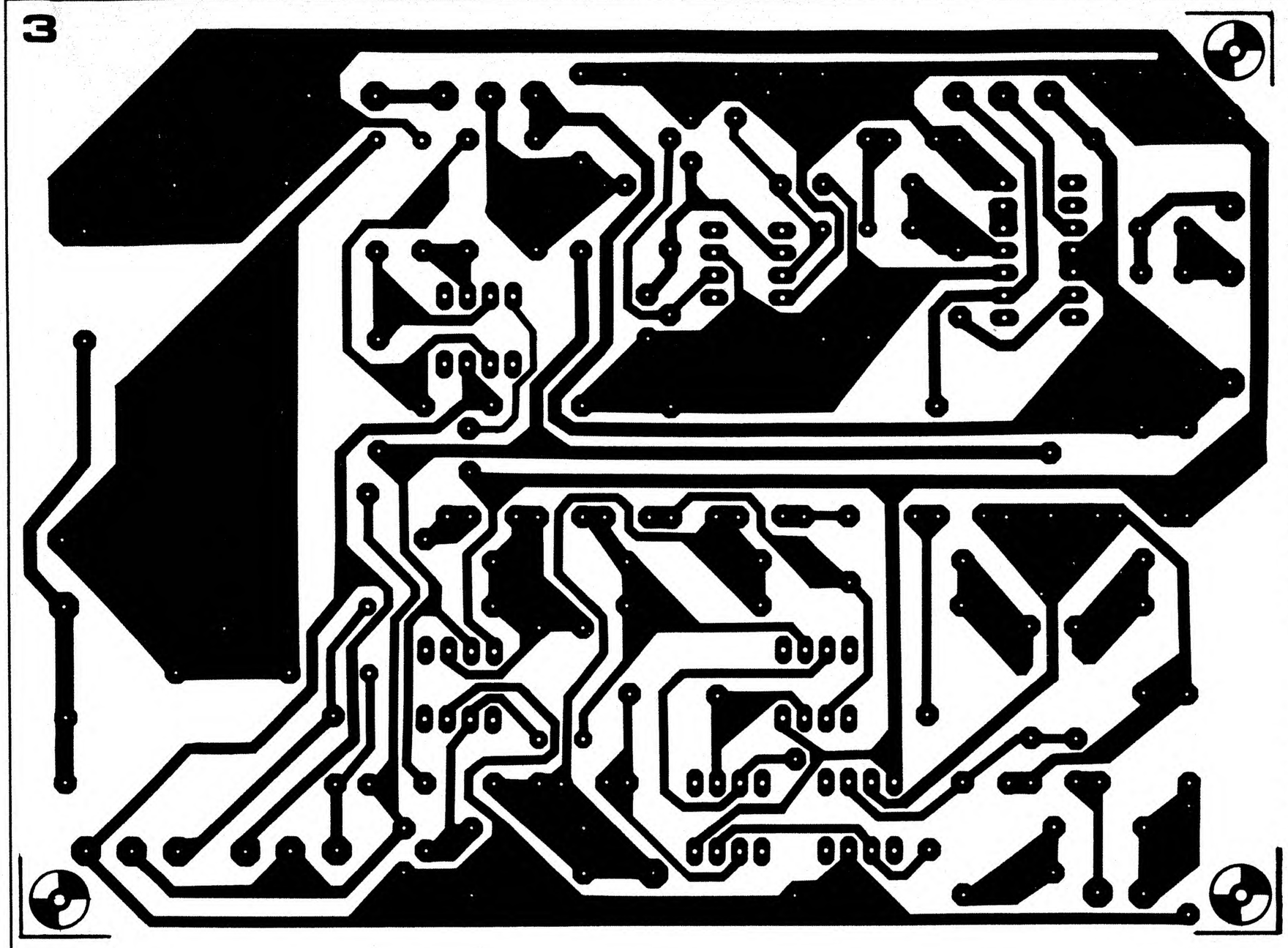


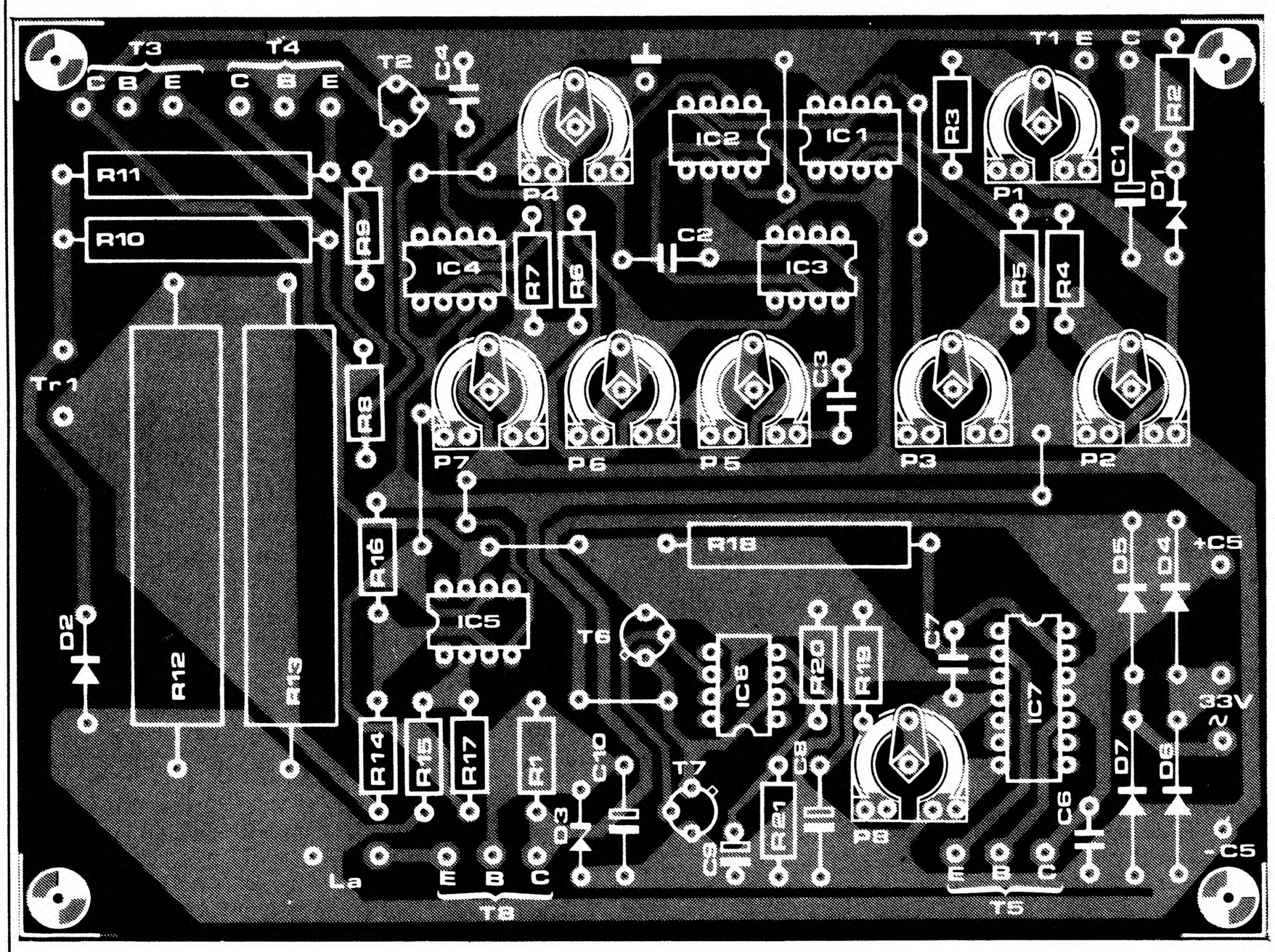
komponenten wordt geparkeerd op de print, waarvan de gegevens in figuur 3 te vinden zijn. Het zal echter duidelijk zijn, dat ook een aantal niet-elektronische knutsel-werkzaamheden moeten worden verricht.
Allereerst: Welke voorwerpen komen in aanmerking om 'opgelicht' te worden? Zoals eerder opgemerkt, moet het voorwerp voornamelijk uit metaal bestaan. Daarnaast mag het niet te zwaar zijn; immers, hoe zwaarder het voorwerp, des te 'sterker' de elektromagneet moet zijn (meer ampèrewindingen zonder kernverzadiging). Het is ook van belang, dat de hoofdafmetingen van het te zweven voorwerp in de zelfde orde van grootte liggen als de breedte van de lichtbundel in de lichtsluis, van de diameter van reflektor en bolle lens dus.
In het prototipe is met sukses gebruik gemaakt van een in de kantoorboekhandel aangeschaft attribuut, dat uitstekend geschikt is om opgelicht te worden. Het gaat om een wereldbol, welke als punteslijper kan worden gebruikt en waarvan de diameter om praktische redenen is gereduceerd van ca. 12.700 km tot ca. 4 cm. Ook kan een metalen doosje als zwevend voorwerp gebruik worden, zoals op foto 1 te zien is.
Bij de bespreking van de praktische opzet kan het bij dit artikel aanwezige fotomateriaal (foto 1 en 2) nuttige diensten bewijzen. Uiteraard is er ruimte voor eigen inbreng, maar men dient toch niet àl te veel af te wijken van de hier gegeven opstelling. Met name met de breedte van de lichtsluis (de afstand tussen reflektor en lens) en de afstand tussen de wereldbol en de elektromagneet dient niet al te vreemd omgesprongen te worden.
De elektromagneet en de onderdelen van de lichtsluis moeten zodanig stevig aan een houten opstelling bevestigd worden, dat er geen variaties optreden in de magneetkracht en de lichtsterkte ten gevolge van mechanische trillingen.
Verder is het van belang, dat zo veel mogelijk onderdelen van de totaalopstelling zwart gemaakt worden, vooral in de direkte omgeving van de lichtsluis. Dit vermindert de storende invloed van het omgevingslicht.
De lichtbron kan worden gemaakt met behulp van een zaklantaarn. Deze heeft een ingebouwde reflektor. Er wordt een 12 volt/100 mA-lampje gebruikt. De batterij-voeding vervalt en twee aansluitdraden worden naar buiten gevoerd.
De bolle lens dient een diameter van 5 à 8 cm te bezitten en een brandpuntsafstand van ca. 10 cm. De lens wordt gehuisvest in een kartonnen koker of in een stuk PVC-regenpijp van geschikte diameter. Nadat de fototransistor T1 – voorzien van aansluitdraden – in de koker en in het brandpunt van de lens is geplaatst, wordt het rechter kokeruiteinde lichtdicht gemaakt. Als lens komt eventueel een loep in aanmerking. Er dient bij de montage voor gezorgd te worden, dat de lengte-assen van lichtbron (zaklantaarn) en de lenskoker samenvallen.
Dan de elektromagneet. In het prototipe is hiervoor de gekannibaliseerde versie gebruikt van een voedingstransformator met een sekundaire wikkeling van 30 volt/2 ampère, welke als bekrachtigingswikkeling gebruikt wordt. Foto 2 toont wat meer details. De trafo moet een E-I-kern hebben. Het I-blikpakket is niet meer nodig. Indien het gaat om een trafo zonder luchtspleet, moet de helft van de E-blikken 'omgeturnd' worden. In de direkte omgeving van het middelste been bevindt zich een sterk magneetveld. De positie van de elektromagneet is die, waarbij het middenbeen van de gekantelde E (Ш) op één vertikale lijn ligt met het middelpunt van de bol.
De 'sterkte' van de elektromagneet bepaalt zijn vangbereik. Indien om de een of andere reden de afstand tussen de zwevende bol en de poolschoen van de elektromagneet beduidend meer moet zijn dan de pakweg 5 cm in de standaardopstelling, dan kan een vangbereik tot maksimaal 20 cm verkregen worden door de elektromagneet te konstrueren uit 1500 windingen met 0,2 mm koperdraad op een silicium-ferrietkern.
De powertorren T3, T4, T5 en T8 behoren tot de elektronikakomponenten, die vanwege de noodzaak tot koeling niet op de print, dus 'buitenboord' gemonteerd moeten worden. De eisen, die aan de koelplaat (-platen) moeten worden gesteld, hangen voor wat betreft T3, T4 en T5 samen met de voor de elektromagneet benodigde stroom (welke overigens maksimaal is voor het geval dat de bol zich niet in de lichtbundel bevindt). In de regel is koeling per transistor met een thermische weerstand van 3°C per watt voldoende. Als meerdere transistoren op één print worden gemonteerd, moet gebruik worden gemaakt van TO 3-isolatiemateriaal.

Afregeling

Eerst worden alle op de print aanwezige potmeters in de middenstand gezet. Van de IC's worden eerst uitsluitend IC6 en IC7 in de voetjes geplaatst. Dan wordt met potmeter P8 de spanning over C8 op eksakt 30 volt ingesteld. Er wordt vervolgens gecheckt of de kollektor-emitterspanningen van T6 en T7 onderling aan elkaar gelijk zijn (in absolute

3





Onderdelenlijst

Weerstanden:
R1 = 2k7
R2 = 1k5
R3 = 33 k
R4,R5,R14,
R15,R16,R17 = 100 k
R6 = 10 k
R7 = 1 M
R8,R9 = 470 Ω
R10,R11 = 1 Ω,5 W
R12,R13 = 10 Ω,11 W
R18 = 0,22 Ω,5 W
R19 = 1k8
R20,R21 = 47 k
P1,P3,P8 = 5 k (4k7) instel
P2 = 10 k instel
P4 = 100 k instel
P5 = 2k5 (2k2) instel
P6 = 25 k (22 k) instel
P7 = 50 k (47 k) instel

Kondensatoren:
C1 = 100 µ,6 V
C2 = 1 µ
C3 = 470 n
C4,C6 = 100 n
C5 = 2500 µ, 60 V
C7 = 1 n
C8 = 10 µ,40 V
C9 = 10 µ,30 V (tantaal)
C10 = 10 µ,25 V

Halfgeleiders:
T1 = fototransistor (bv. BP101, BPX43,BPX62,MEL11).
T2 = BC517
T3,T4,T5,T8 = 2N3055 (koelen)
T6 = BC141
T7 = BC161
D1 = zener 4,7 V,400 mW
D2 = 1N4002
D3 = zener 12 V,400 mW
D4 . . . D7 = diode 3 A/40 V
IC1 . . . IC6 = 741
IC7 = 723

Diversen:
La = gloeilampje 12 V, 100 mA
Tr1 = trafo 30 V,2 A (zie tekst)
Tr2 = trafo 33 V, 2,5 A
reflektor (zie tekst)
konvergerende (bolle) lens (zie tekst)
metalen voorwerp (zie tekst)

Foto 2. De tot elektromagneet omgebouwde voedingstransformator.

Figuur 3. De print (komponentenzijde en koperzijde), waarop een groot gedeelte van de schakeling van figuur 2 wordt ondergebracht.

waarde: 15 volt). Met P2 wordt de loperspanning van P2 op −8 volt afgeregeld.
Als de voeding O.K. is, kunnen de resterende IC's geplaatst worden. Nu kan het eigenlijke afregelen beginnen. Aangenomen dat alle verbindingen gemaakt zijn en dat de zaklantaarn van een lampje is voorzien, wordt het apparaat ingeschakeld.
Vervolgens wordt de bol in de lichtbundel geplaatst. De bol houdt men losjes in één hand, met de andere hand wordt P1 zodanig ingesteld, dat de bol door de magneet wordt aangetrokken. Als de bol daarbij een slingerende, op en neergaande beweging gaat uitvoeren (en dat gebeurt meestal) dient met P3 en P5 de uitwijking van de slingering zo klein mogelijk gemaakt te worden. Vervolgens zal na verdraaiing van P4 en/of P6 het slingeren geheel verdwijnen. Tenslotte wordt P7 nog verder bijgeregeld om een optimaal stabiele toestand van zweving te krijgen.
Nu is het apparaat afgeregeld. Dit houdt in, dat de bol gaat zweven zodra deze in het lichtbundel is geplaatst.

MORSEDEKODERING (DEEL 3)

In dit derde deel komt de praktische opbouw van de schakeling aan de orde. Tevens worden er enkele praktijkervaringen besproken en tenslotte wordt nogmaals aandacht besteed aan de pulsvormer en de uitlezing.

Het voor een groot publiek toegankelijk maken van 'komplekse' schakelingen verloopt niet altijd zonder kleerscheuren. De morsedekoder moest dit helaas ook ondervinden.
Hoewel de resultaten van het 'prototype' verheugend waren, bleken er nog enkele verfraaiingen van de schakeling mogelijk te zijn. Zowel suggesties van auteurszijde alsmede ervaringen uit de praktijk hebben geleid tot een enigszins gewijzigd ontwerp waarvan het schema in figuur 1 getoond wordt.
De voornaamste verandering heeft plaats gevonden in de ontstoorschakeling. Voor de als schuifregister geschakelde flipflop's (FF1 t/m FF4) wordt nu, eigenlijk voor de hand liggend, een schuifregister toegepast (IC10). Dit omdat de schakeling met het in eerste instantie toegepaste IC ondermeer een tweefasen clock-signaal verlangt. De overige veranderingen bestaan in hoofdzaak uit het beter rangschikken van diverse poorten waardoor één IC uitgespaard kon worden.

Printopbouw

Voor de dekoder werd een print ontworpen waarop alleen de schakeling van figuur 1 gemonteerd kan worden. Om de toch al niet geringe kosten van de schakeling niet onnodig te verhogen, werd de print enkelzijdig uitgevoerd. Dit heeft wel tot gevolg dat er nog een aanzienlijk aantal 'diskrete' verbindingen gemaakt moeten worden (draadbruggen en dergelijke).
Op de komponentenkant van de print (figuur 2) is o.a. aangegeven welke draadbruggen er gemaakt moeten worden.
De tweede serie noodzakelijke verbindingen zijn de voedingsleidingen. De voedingspunten van de IC's worden van een soldeerpennetje voorzien en deze pennetjes worden op hun beurt met elkaar verbonden zodat er een soort 'bovenleiding' ontstaat (minder fraai, maar goedkoop). Het is misschien nog vermeldenswaardig dat deze voedingsleidingen pas aangebracht dienen te worden als alle komponenten gemonteerd zijn.
De laatste serie verbindingen staan op de koperzijde van de print (figuur 3) aangegeven en kunnen het beste met geïsoleerd montagedraad en zo kort mogelijk uitgevoerd worden.
Bij de montage van de onderdelen op de print moet goed op de polariteit van de dioden en op de juiste plaatsing van de IC's gelet worden. Gebruik in de schakeling de aangegeven IC's en in geen geval twijfelachtige eksemplaren. Het is naderhand beslist niet eenvoudig om in een niet-werkende schakeling de boosdoener aan te wijzen.

Inbouw van de print

Zoals bekend mag worden verondersteld zijn TTL-schakelingen nogal storingsgevoelig. Ook veroorzaakt een dergelijke schakeling straling, hetgeen een nadelige invloed kan hebben op de werking van in de buurt staande apparaten. Twee redenen om de print in een metalen kastje te bouwen. In figuur 4 is aangegeven hoe de diverse verbindingen tussen print en overige onderdelen gelegd moeten worden.

Voeding

Voor de voeding kan in principe elke schakeling gebruikt worden die een spanning van 5 volt bij een stroom van 1 ampère kan leveren. Een voorbeeld van een eenvoudige schakeling is getekend in figuur 5. Het IC dient voorzien te worden van een koelelement met een termische weerstand van maximaal 10°C/W (ca. 40 cm^2 koeloppervlak). Voor de opbouw van de voedingsschakeling kan eventueel gebruik gemaakt worden van de 5 V IC-voedingsprint (EPS 9218b).

Resultaten

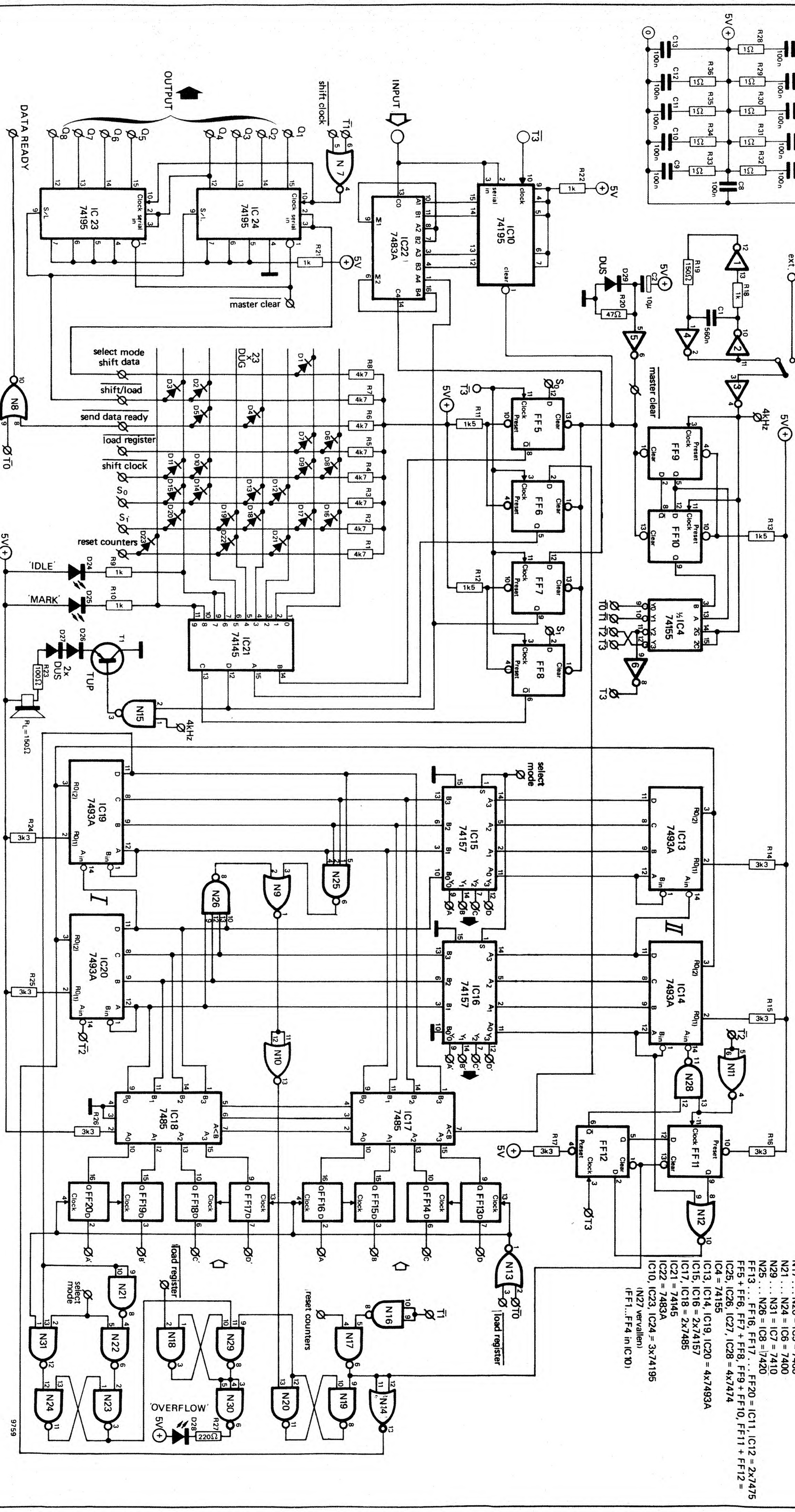
Om de schakeling te testen werd deze aangesloten op de morsegever (peanullomaat, Elektuur 145).
De uitgang werd uitgelezen door de zevensegment-unit, zoals in het vorige deel beschreven.
De schakeling deed keurig wat ervan verwacht werd en ook bij het veranderen van de seinsnelheid tijdens het 'bericht' bleef de uitlezing de juiste letters aangeven.
Bij gebruik van de zevensegment-uitlezing kan het zich voordoen dat een ontvangen letter ineens een display overslaat. Een afdoende oplossing voor dit probleem is alleen de 'oneven' uitgangen van de dekoder te benutten (figuur 6).
Een ander euvel dat zich voor kan doen is het herhaaldelijk oplichten van de 'overflow-LED'. In dit geval is òf de seinsnelheid te laag òf de clockfrekwentie te hoog. Eksperimenteren met een eksterne clock-frekwentie, totdat het gewenste 'vangbereik' gevonden is, biedt hier de oplossing. Naderhand kan de interne clockgenerator dan aangepast worden.
Minder essentieel is het probleem dat zich voordoet bij gebruik van diverse typen LED's voor D24 en D25. In sommige gevallen blijken deze nauwelijks op te lichten. Dit kan verholpen worden door de weerstanden R9 en R10 te verkleinen tot bijv. 330 Ω.

Nogmaals pulsvorming . . . . . .

Het ingangssignaal voor de dekoder moet digitaal zijn. De pulsvormer die in het vorige artikel getoond werd, werkt alleen betrouwbaar voor morsepiepjes met een frekwentie boven de 1 kHz en een laag ruisnivo. De pieptoontjes die zendamateurs uit hun ontvangers toveren zijn in vele gevallen niet wat je noemt ruisvrij; integendeel zelfs, soms is het morsesignaal bijna verzonken in de ruis. Om nu nog mooie pulsen te gaan vormen moet er wel anders te werk gegaan worden.
Het lijkt interessant om hier een PLL-systeem toe te gaan passen, temeer

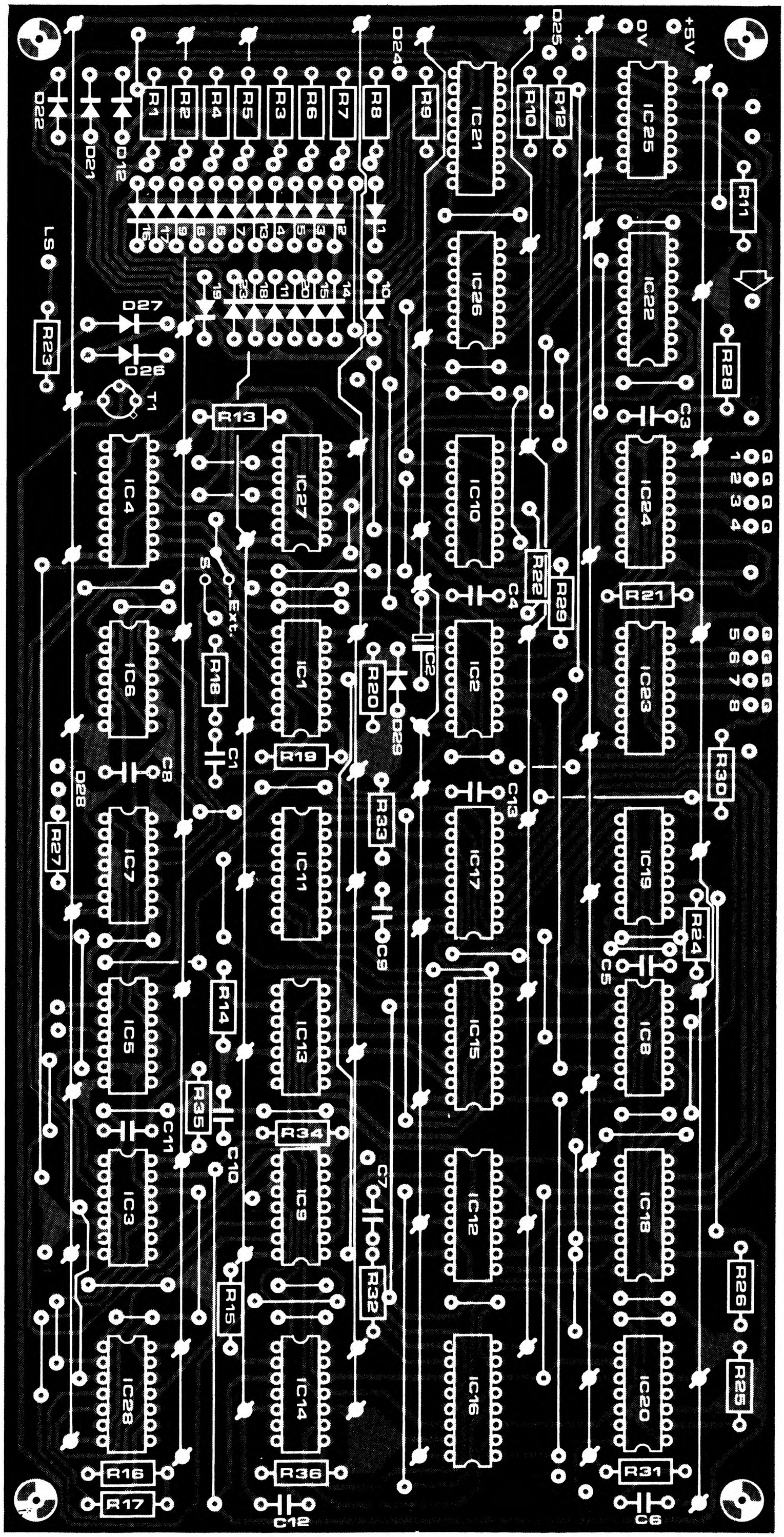
Figuur 1. Het enigszins gewijzigde schema van de morsedekoder.

1



N1 . . . N6 = IC1 = 7404
N7 . . . N10, N11 . . . N14 = IC2, IC3 = 2x7402
N15, N16, N28 = IC9 = 7400
N17 . . . N20 = IC5 = 7400
N21 . . . N24 = IC6 = 7400
N29 . . . N31 = IC7 = 7410
N25 . . . N26 = IC8 = 7420
FF13 . . . FF16, FF17 . . . FF20 = IC11, IC12 = 2x7475
FF5 + FF6, FF7 + FF8, FF9 + FF10, FF11 + FF12 = IC25, IC26, IC27, IC28 = 4x7474
IC4 = 74155
IC13, IC14, IC19, IC20 = 4x7493A
IC15, IC16 = 2x74157
IC17, IC18 = 2x7485
IC21 = 74145
IC22 = 7483A
IC10, IC23, IC24 = 3x74195
(N27 vervallen)
(FF1...FF4 in IC 10)

2



Weerstanden:

R1 . . . R8 = 4k7
R9,R10,
R18,R21,R22 = 1 k
R11,R12,R13 = 1k5
R14 . . . R17,
R24 . . . R26 = 3k3
R19 = 150 Ω
R20 = 47 Ω
R23 = 100 Ω
R27 = 220 Ω
R28 . . . R36 = 1 Ω

Kondensatoren:

C1 = 560 n
C2 = 10 μ/6,3 V
C3 . . . C13 = 100 n

Halfgeleiders:

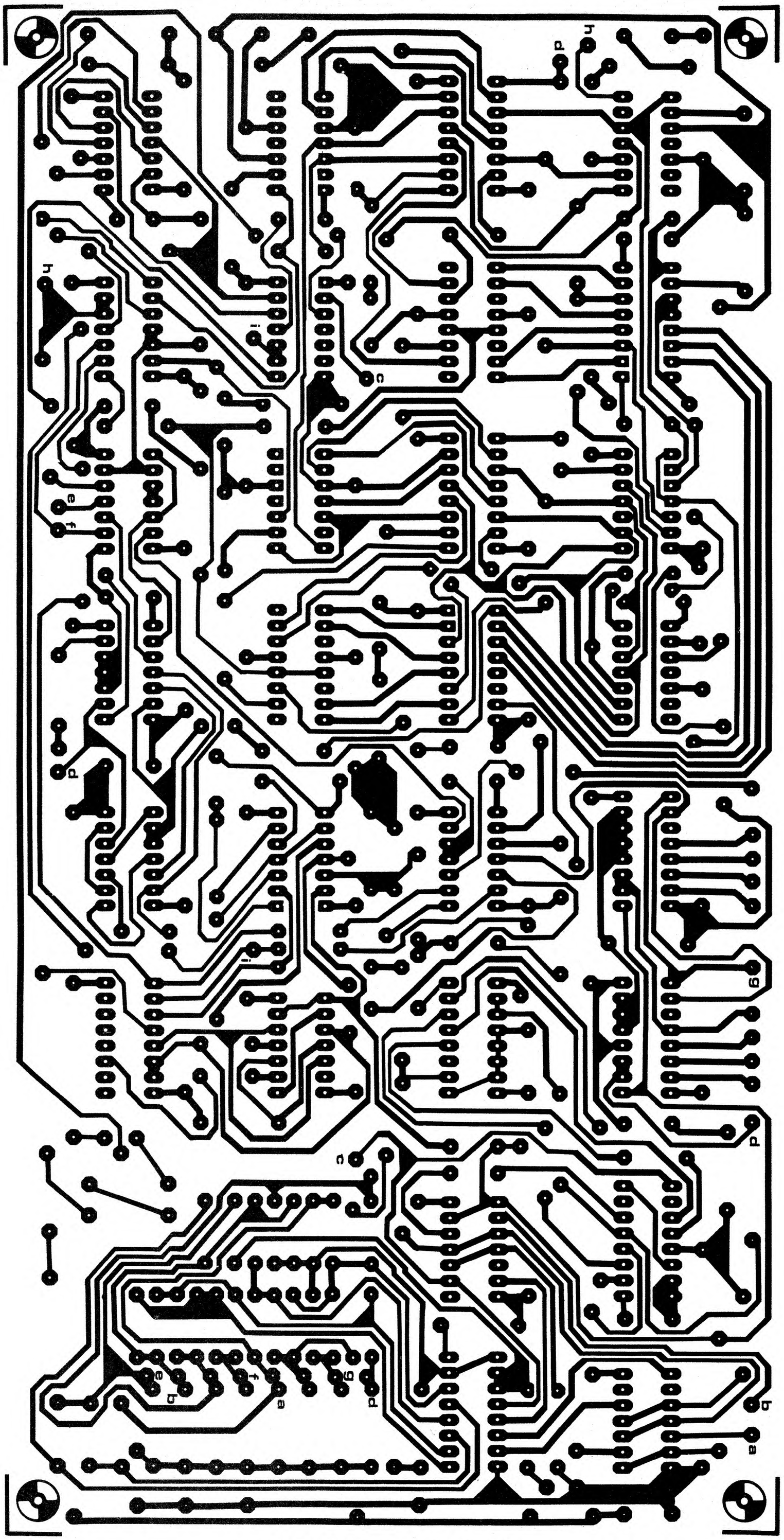
T1 = TUP
D1 . . . D23 = DUG
D24,D25,D28 = LED
D26,D27,D29 = DUS
IC1 = 7404
IC2,IC3 = 7402
IC4 = 74155
IC5,IC6,IC9 = 7400
IC7 = 7410
IC8 = 7420
IC10,IC23,IC24 = 74195
IC11,IC12 = 7475
IC13,IC14,
IC19,IC20 = 7493A
IC15,IC16 = 74157
IC17,IC18 = 7485
IC21 = 74145
IC22 = 7483A
IC25 . . . IC28 = 7474

Diversen:

schakelaar 1 x om
luidspreker 100 à 200 Ω

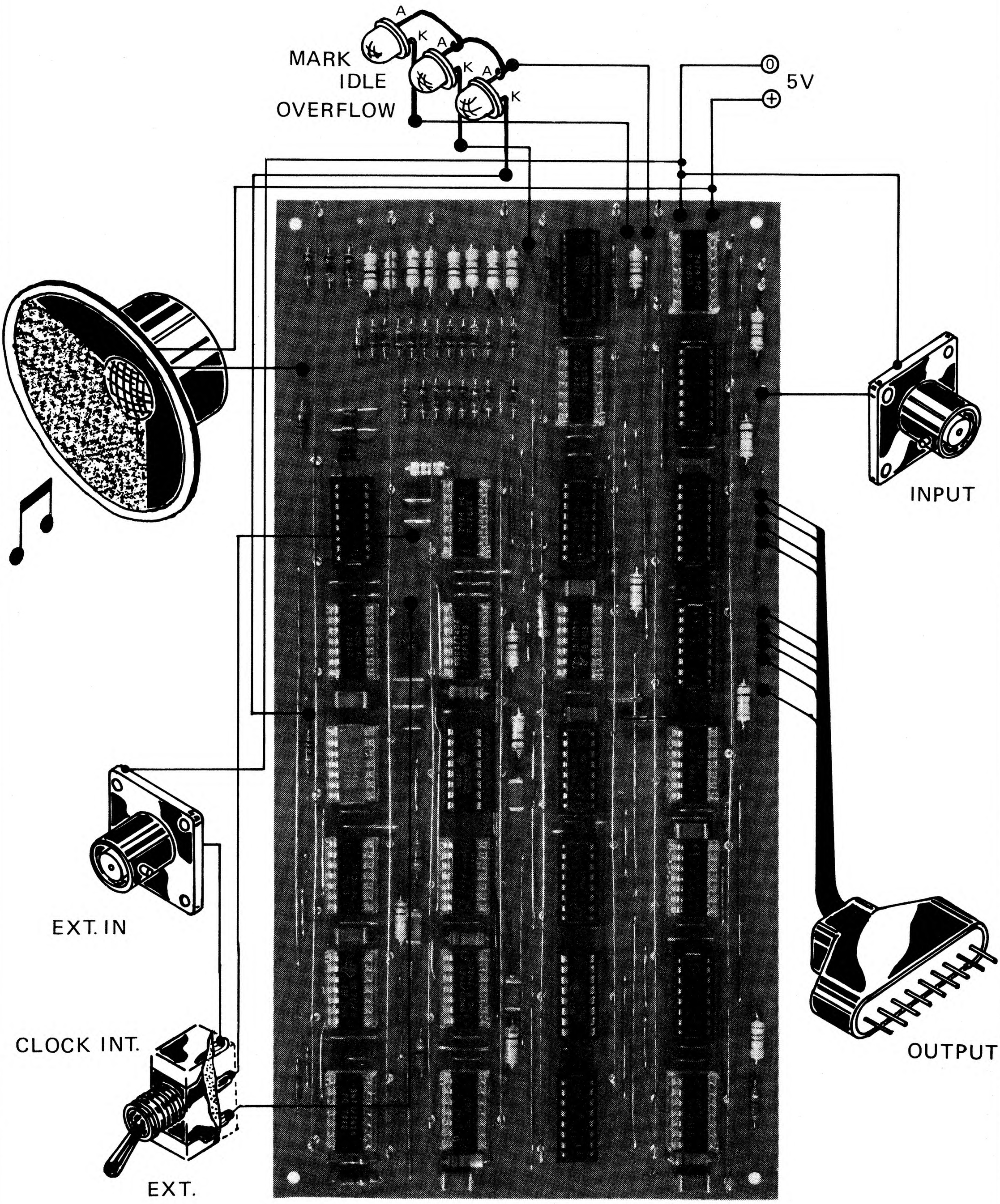
Figuur 2. De komponentenzijde van de dekoderprint waarop de draadbruggen staan aangegeven.
Let op de juiste montage van D19.

3



Figuur 3. Op de koperzijde van de print moeten met geïsoleerd draad een aantal doorverbindingen worden gelegd.
Met letters is aangeduid welke punten met elkaar dienen te worden verbonden; a-a, b-b, enz.

4


A
K
A
K
A
K
MARK
IDLE
OVERFLOW
0
5V
INPUT
EXT. IN
CLOCK INT.
EXT.
OUTPUT

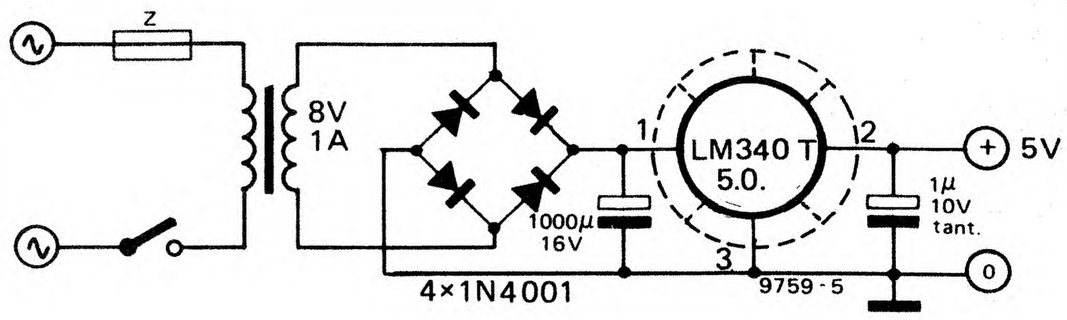
9759—4

Tabel I.

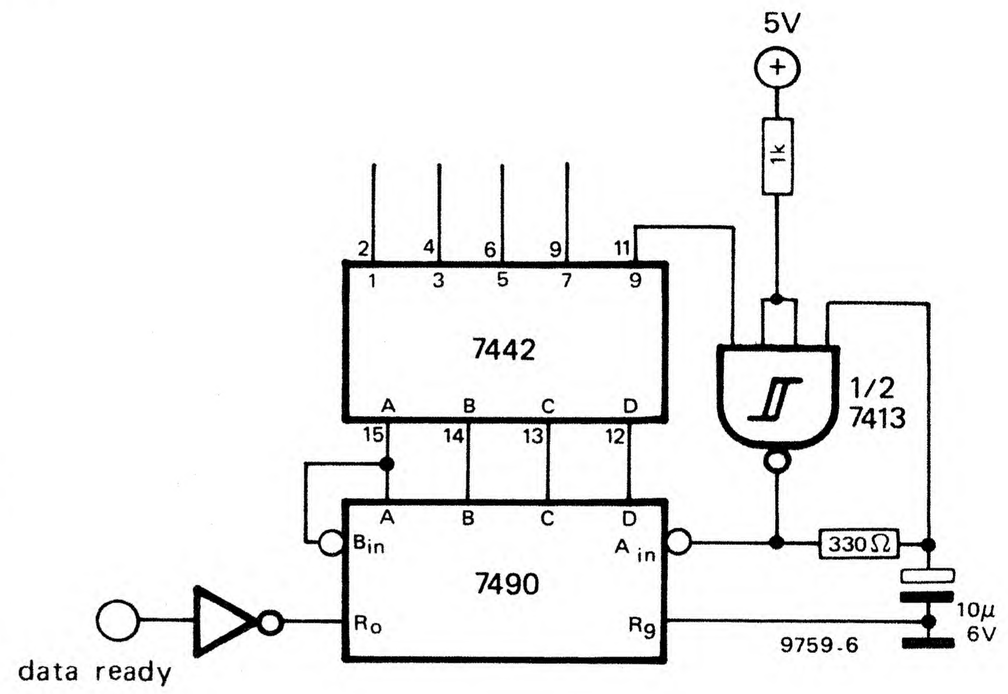
ASCII CHARACTER CODE

000000	@	100000	BLANK
000001	A	100001	!
000010	B	100010	"
000011	C	100011	#
000100	D	100100	$
000101	E	100101	%
000110	F	100110	&
000111	G	100111	'
001000	H	101000	(
001001	I	101001	)
001010	J	101010	*
001011	K	101011	+
001100	L	101100	COMMA
001101	M	101101	DASH
001110	N	101110	PERIOD
001111	O	101111	/
010000	P	110000	0
010001	Q	110001	1
010010	R	110010	2
010011	S	110011	3
010100	T	110100	4
010101	U	110101	5
010110	V	110110	6
010111	W	110111	7
011000	X	111000	8
011001	Y	111001	9
011010	Z	111010	:
011011	[	111011	;
011100	\	111100	<
011101	]	111101	=
011110	Λ	111110	>
011111	UNDERLINE	111111	?

5



6



omdat komplete PLL-toon-detektie schakelingen in IC-vorm verkrijgbaar zijn. Een voorbeeld hiervan is de NE 567 (Signetics).
De schakeling kan ingesteld worden op een centrale frekwentie van bijv. 1 kHz, met een klein invangbereik, zodat alleen piepjes met deze frekwentie uit de ruis gevist worden. Hoewel dit in eerste instantie een fraaie oplossing lijkt, zit er helaas wel een addertje onder de ruis. De amplitude van het door de ontvanger aangeboden signaal is alles behalve konstant. Amplitude-verschillen van 40 dB tussen verschillende zenders zijn beslist niet ondenkbaar. Helaas is het invangbereik van de PLL afhankelijk van de amplitude van het ingangs-signaal; hoe groter de amplitude hoe groter het invangbereik. Dit geeft grote problemen als de ontvanger staat afgestemd op een zwakke zender die vlak naast een sterke zender ligt. Als deze sterke zender bijvoorbeeld een uitgangs-signaal van 1100 Hz produceert zal de PLL hierop gaan 'inlocken'.
Om dergelijke dingen te voorkomen moet er weer een dynamiekkompressor aan te pas gaan komen om te verhinderen dat de PLL gaat begrenzen. Het volledige dynamisch bereik van de PLL blijft dan bruikbaar.
Al met al is een ontwerp voor een universele pulsvormer beslist niet eenvoudig en voorlopig zal er op dit gebied nog wel geëksperimenteerd moeten worden.

Figuur 4. De bouwtekening van de dekoder. Eventueel kan de voeding in hetzelfde kastje ondergebracht worden.

Figuur 5. Zo kan de voeding voor de dekoder er uit zien.

Figuur 6. De verbeterde uitvoering van de 'display-besturing'. Alleen de oneven uitgangen van de 7442 worden gebruikt.

Tabel. I. Voorbeeld van de ASCII-kode.

. . . . . en uitlezing

De informatie die aan de uitgang van de dekoder wordt aangeboden is een (digitale) kode voor letters en cijfers, maar dat is dan ook alles. Zoals bij de zevensegment-uitlezing ook al bleek, is er een 'omvormer' nodig, welke de informatie vertaalt in een andere kode. Internationaal zijn diverse kodes vastgelegd en het zal van de toegepaste uitlees-unit afhangen welke kode gebruikt moet worden.
Als bekend is in welke kode de informatie vertaald moet worden, kan volgens het 'diodematriks-principe' (zie deel 2) een omvormer gerealiseerd worden.
Een voorbeeld van een veel toegepaste kode is gegeven in tabel 1. Het gaat hier om de ASCII-kode (The American Standard Code for Information Interchange). Het behoeft natuurlijk geen betoog dat er naast diode-matriksen ook wel mooiere vormen van kode-konverters gebruikt kunnen worden, bijvoorbeeld poortschakelingen of PROM's. Vooral bij een morse-naar-ASCII-konverter lijkt dit interessant, omdat lang niet alle tekens uit het ASCII-alfabet ook in het morseschrift voorkomen. Het 'logisch' verband is in de morsekode echter ver te zoeken, daarom zal een konverter-ontwerp nog wel wat puzzelwerk vergen. Misschien een mooie uitdaging voor hen die hun digitale talenten eens willen uitleven.

INHOUD 1976

blz. audio

552 audicee
151 CD4-392
743 drie-kanaals mengschakeling met LM 3900 (L)
225 eenvoudige hoofdtelefoonversterker
119 ekwin (deel 2)
1224 hifi dynamiekkompressor
758 infrarood-telefoon
920 kwadroom
773 kwasie-kwadrofonie
948 megafoon
727 nagalm met tremolo
136 preco (deel 1)
226 preco (deel 2)
748 schakel-automaat voor eindversterkers
1128 sensorsturing
746 simmetrische eindversterker
741 spraakvervormer
1044 SQ-dekoder
777 stereo-indikator
1032 stereo-mengpaneel
732 stereo-mengtrap met basisbreedteregeling
759 stereo-versterker voor hoogohmige koptelefoons
1040 van stereo naar SQ
947 verbeterde balansregelaar
434 V-FET's
934 waarin nog eens nader wordt ingegaan op het 'Quad-aardig principe', en waarin het ontbrekende wordt bijgevoegd
351 wat is watt?
234 20 watt IC-versterker
764 7 watt IC-versterker
744 15-watt klasse A

blz. HF

726 afregelloze antenneversterker
556 AM-lichtnetinterkom
926 AM-ontvanger
767 antenneversterker
737 armeluis FMini tuner
772 breedband-frekwentieverdubbelaar
740 DSSC-generator
237 FET-FM antenneversterker
444 FM-76
318 FM-kamerantenne
775 goedkope SSB-adapter
148 keramische filters 10,7 MHz
739 kristalgestuurde VHF-UHF TV-modulator
726 luchtvaartkommunikatieontvanger
754 sample-hold sintesizer
760 squelch
766 SSB-detektor
780 SSB-exiter met HF-kompressor
738 TBA 120 T
218 tefem
1138 tienerradio
954 variometer FM-tuner (deel 1)
1066 variometer FM-tuner (deel 2)
1161 variometer FM-tuner (deel 3)
750 visserijkonverter

blz. digitaal

149 beveiligingscircuit voor TTL-IC's
330 buffer-MOS
532 cijferdisplay via TV
428 digisplay
768 digitaal kontrast
1236 digitaal meten
1137 lichtnet-gesynchroniseerde klokgenerator
322 microprofessor
1250 aut. bereikomschakelaar
749 programmeerbare frekwentiedeler
1160 7-segment-naar-BCD-dekoder
778 toetsenbord
763 TTL-sturing van LED's zonder serieweerstand

blz. voedingen

755 baby-voeding
775 dissipatie-dumper
743 ekstra simmetrische voedingsspanningen uit simmetrische voeding
522 PLUS-76
735 regelbare gestabiliseerde voeding 0 . . . 30 V/1 A
781 regelbare IC-voeding
769 simmetrische voeding
755 ± 15 volt instelbaar
766 spanningsregelaar voor motorfietsen
338 voedingsstoornissen

blz. meten/regelen/indikatie

767 akoestische TTL-probe
736 aktieve oscilloskoopprobe
731 akwastaat
629 auto-service-meetapparaat
757 batterij-indikator
624 benzineverbruiksmeter
129 DAM
728 differentiaaltermostaat
428 digisplay
763 digitale snelheidsindikatie voor draaitafels
742 driehoekoscillator
141 elektorskoop (deel 8) (L)
248 elektorskoop (deel 9) (L)
1053 gevoelige metaaldetektor
744 ketel-o-staat
734 LED-clip-indikator
748 logische tester
453 meetpotlood
454 meetversterker + FET-probe (L)
771 100 MHz sample/hold (skoopvoorzetdoos)
761 mikro-ampèremeter
754 min./maks.-temperatuurindikator
118 naalddrukmeter
739 ohmmeter met lineaire schaal
742 piekindikator
756 polariteitsindikator
1250 aut. bereikomschakelaar
538 pulsgenerator
772 RC-sinus-oscillator met emittervolger
1254 reële belastingsweerstand
729 ruisfilter met regelbare helling
929 ruisgenerator
761 spanning/frekwentieomvormer 0 . . . 100 kHz
341 stereo-wattmeter
527 testbeeldgenerator
1122 thermometer
1233 toerentalregelaar voor boormachines
636 toerenteller
733 toerenteller
766 transistortester
254 vierkanaler
774 vochtigheidsindikator
756 Wienbrug-oscillator
747 zaagtandgenerator
778 zaagtand met één transistor

blz. alarm/beveiliging

420 albar (L)
762 autodiefstalalarm
635 autogordel-alarm
777 getapt kodeslot
1050 huishoudalarm
1039 koelkastalarm
1060 lichtnet als alarmlijn
729 molestatie-alarm
1246 parkeeralarm
728 sleutelalarm
150 storingsmelder
426 toeter

blz. auto

645 akkulader
762 autodiefstalalarm
739 autoklok met horloge-IC
624 benzineverbruiksmeter
632 stroboskoop en kampeerverlichting
636 toerenteller
733 toerenteller
640 waarin van alles geschreven en getekend is over intervalregelaars voor autoruitenwissers en hoe ze in de auto worden gemonteerd

blz. tijd

739 autoklok met horloge-IC
323 digitaal polshorloge
556 doka-hulp
1062 intelligente eierwekker
1156 keuken-wekker-slaapkamer-radio-klok
760 kristaltijdbasis voor sinchroonuurwerken
1246 parkeeralarm
458 polatimer
646 tijd op TV (L)
541 universele timer
731 zonneklok

blz. muziek/geluidseffekten

778 frekwentiedeler voor orgels
736 geluidseffektengenerator
1058 krekel (L)
727 nagalm met tremolo
1064 politiesirene
936 phasing-vibrato met emmertjesgeheugen (L)
757 regensimulator
730 stemvork
773 thereminorgel
765 windmachine

blz. licht

745 automatische voordeurverlichtingsontsteking
768 digitaal kontrast
440 LED-lichtorgel
927 LSL-sturing voor looplicht
632 stroboskoop en kampeerverlichting
770 TAP-dimmer
460 wandellicht

blz. foto/film

556 doka-hulp
659 filmslaaf
458 polatimer
541 universele timer

blz. spelen

1242 hazejacht
779 kwiskiezer
1134 mastermind
654 puntenteller voor TV-spelen (L)
750 rad van avontuur
242 uitbreidingen tv-tennis (deel 1) (L)
344 uitbreidingen tv-tennis (deel 2) (L)

blz. diversen

741 aan-uit-TAP
756 AMV zonder R en C
149 beveiligingscircuit voor TTL-IC's
1247 BF 494 op verschillende poten
1144 duitendief
547 elektronika en postzegels
116 elektronisch koffiedik
733 elektronisch inspraakorgaan
738 emittervolger met stroombron
919 even tijd voor veiligheid!
148 getipte behuizing
774 'glas vol'-indikator
1030 interkom
772 kaskode-stroombron
148 keramische filters 10,7 MHz
776 MMV voor ACG
749 monoflop met regelbare impulsbreedte
770 morse call generator
1056 morsedekodering (deel 1)
1146 morsedekodering (deel 2)
1260 morsedekodering (deel 3)
741 motorofoon
757 naaldimpulsmonoflop
751 optocoupler met twee LED's
644 plakband-montage
764 pokerset
1254 reële belastingsweerstand
748 schakelautomaat voor eindversterkers
768 Schmitt-trigger
766 spanningsregelaar voor motorfietsen
777 stereo-indikator
748 stroombron
744 stroombronverbetering
740 TAP-deurbel
426 toeter
752 triac-capacicoupler
753 triac-capacicouplersturing
1143 uitslag mini-puzzel
779 VCO met 74123
1026 verjaarskalender
434 V-FET's
351 wat is watt?
748 zevenklapper
1256 zwaartekrachtoplichter

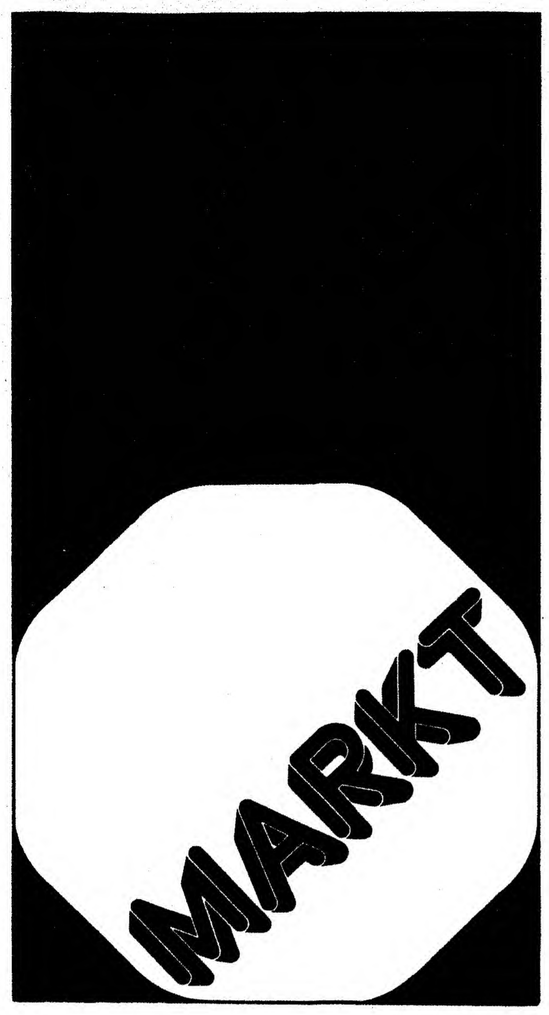
blz. eikwijt

622 OTA-gyrator
623 één oktaaf lager
952 klasse B-eindtrappen zonder ruststroom (-instelling).
1232 meer tegenkoppeling mogelijk door meekoppeling

blz. het lek van elektuur

781,1165 albar
1052 autoklok
653 blok-sinus-driehoekgenerator met CD4011
1052 drie-kanaals mengschakeling met LM 3900
653,1235 elektorskoop
146,317 IC-drummer
653 intelligent logisch display
1165 krekel
653 meetversterker + FET-probe
1165 phasing-vibrato met emmertjesgeheugen
781 puntenteller TV-spelen
653 super-PLAM
781 tijd op TV
653,781 uitbr. TV-tennis

NOOT: De aanduiding (L) geeft aan dat er over het betreffende artikel een LEK verschenen is in 1976.

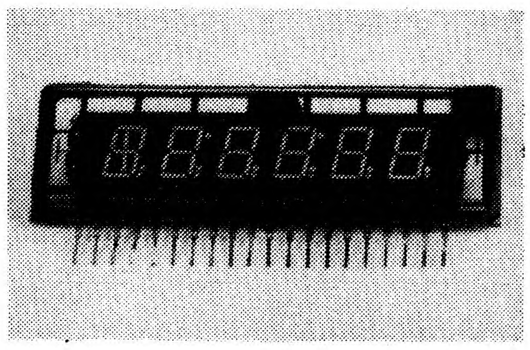


Nieuwe displays

Er komen regelmatig nieuwe displays op de markt, waardoor de keuzemogelijkheden steeds toenemen.
Deze maand noteerden we voor U de volgende produkten:
Uit Japan komen 7-segment-displays van Okaya, tipe GL-9R06 met een cijferhoogte van 16 mm, buitenmaten 25 x 19 mm en tipe GL-9R10 met een cijferhoogte van 26 mm, buitenmaten 33 x 23 mm. De decimaalpunt is rechts van het scheefstaande cijfer geplaatst. Beide tipen hebben een gemeenschappelijke anode. De lichtopbrengst van het eerste tipe is 250 µcd bij 1,6 V en een segmentstroom van 20 mA. Bij het tweede tipe zijn deze getallen: 500 µcd, 3,3 V en 20 mA. Eveneens verkrijgbaar zijn uitvoeringen met gemeenschappelijke katode. Hiervan zijn de tipenummers resp. GL-8R06 en GL-8R10.

Alfred Neye-Enatechnik GmbH, Schillerstraße 14, 2085 Quickborn-Hamburg, W.-Duitsland

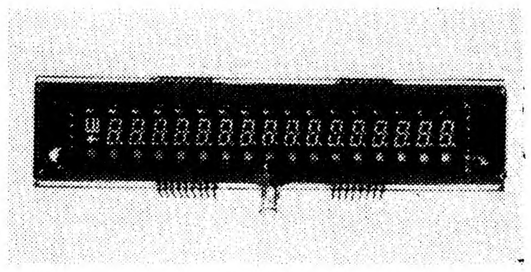
Eveneens uit Japan komt van Futaba een 6-digit display met cijfers van 13 mm hoogte. Dit display is ontwikkeld voor gebruik in meetapparaten en voor toepassing in digitale klokken met sekonde-aanwijzing. Het eerste cijfer is voorzien van twee ekstra segmenten, zodat naar keuze ook een + of – teken kan



worden gegeven. Deze displays lichten groen op. De anodespanning is 36 V, terwijl de anodestroom 2,5 mA per cijfer bedraagt.

Hegener + Glaser GmbH, Landsbergerstraße 143, 8000 München 2, W.-Duitsland

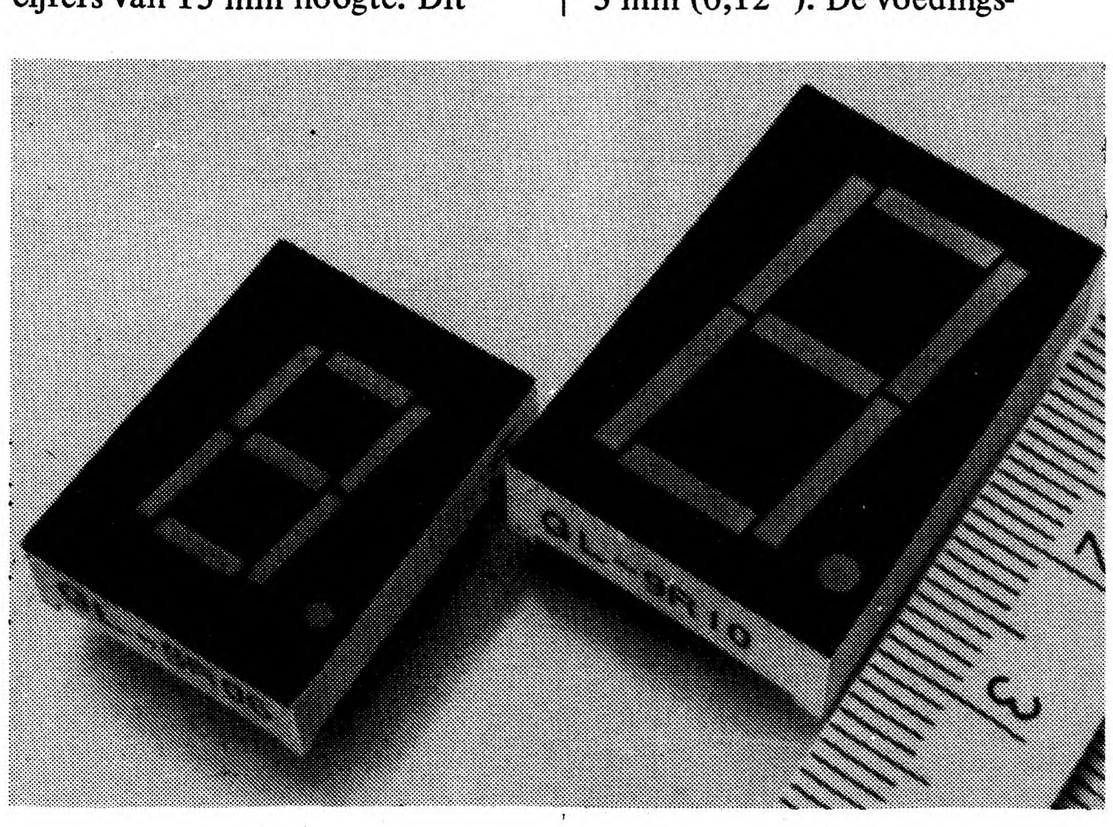
Weer een andere Japanse fabrikant, ISE-Noritake, brengt een serie ultravlakke displays. Hiervoor wordt opgegeven: geringe stroomopname, lage voedings-

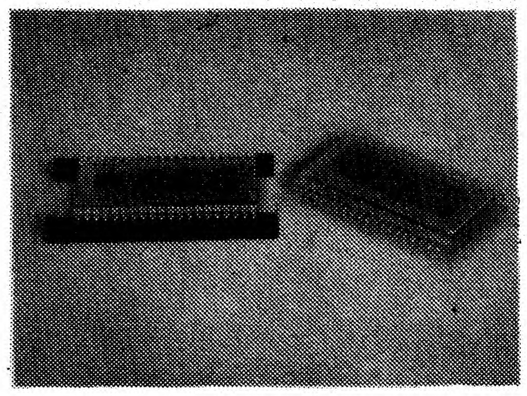


spanning (12 . . . 24 V), eenvoudige montage en groen licht. De zeer breedbandige lichtemissie maakt het mogelijk oranje tot blauwe filters te gebruiken. De leverbare tipen zijn o.a.: FG512A, 5 cijfers, 12,8 mm; FG612A, 6 cijfers, 12 mm; FG425A, 4 cijfers, 25 mm; FG179F2, 16 cijfers en FG209M2, 20 cijfers.

Neumüller, Karlstraße 55, 8000 München 2, W.-Duitsland

De Amerikaanse firma Industrial Electronic Engineers biedt Liquid Crystal Displays met 3½, 4, 4½, 5, 6 en 8 digits met cijferhoogten van 10 mm, 12,5 mm, 17,5 mm en 20 mm voor gebruik in digitale klokken. Speciaal vermeld wordt een 4 digit 20-segment display voor alfanumerieke karakters. De dikte van al deze displays is 3 mm (0,12″). De voedings-

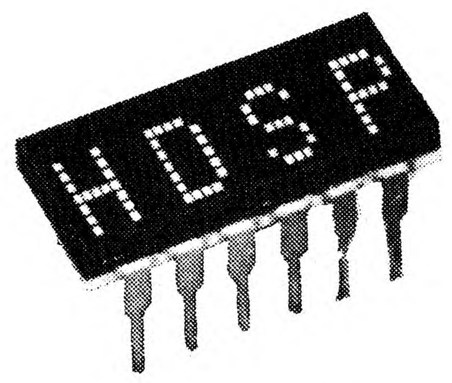


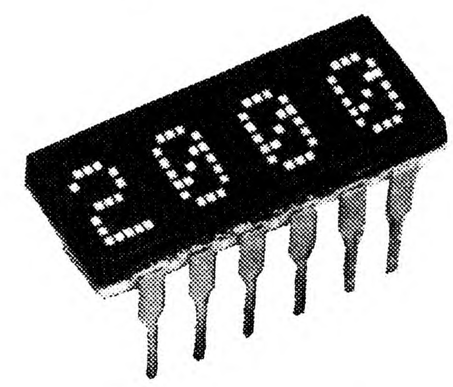


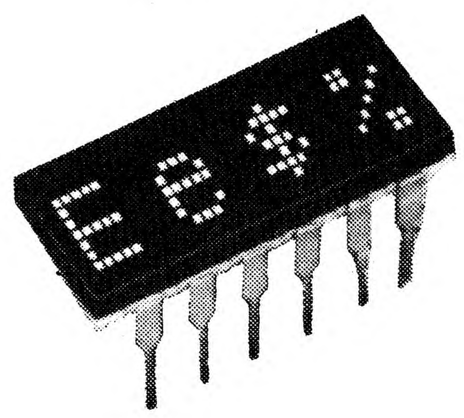
spanning is afhankelijk van het tipe en bedraagt 8 . . . 12 V_{tt} resp. 18 . . . 30 V_{tt} blokspanning.

Industrial Electronic Engineers Inc., 7740 Lemona Ave, Van Nuys, California 91405, U.S.A.

Nieuw van Hewlett Packard is de HDSP-2000; een 12-pens alfanumeriek LED-display. Dit TTL-kompatibele display bezit voldoende elektronika aan boord om de volledige ASCII-kode in duidelijk leesbare letters, cijfers en





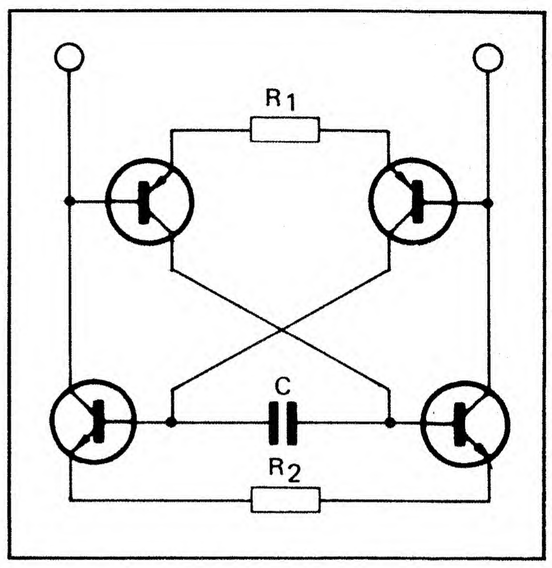


tekens te vertalen. Ieder karakter wordt gevormd door een matriks van 5 x 7 punten. De hoogte van de karakters bedraagt 3,8 mm. De lengte en de hoogte van het hele display bedragen resp. 17,7 mm en 7,25 mm.

Hewlett Packard, Postbus 349, CH-1217 Meyrin 1, Genève, Zwitserland.

Gyrator vervangt grote zelfinduktie

Het is al geruime tijd bekend dat met behulp van een elektronische schakeling zelfindukties kunnen worden nagebootst die gebruikt kunnen worden in filters. Wanneer zo'n schakeling, gyrator genaamd, uit losse komponenten wordt opgebouwd ontstaat een 'zelfinduktie', die groter en duurder is dan een echte spoel met dezelfde zelfinduktie. Philips brengt nu een geïntegreerde gyrator uit, de TCA 580, die dit beeld grondig gewijzigd heeft. Met deze geïntegreerde schakeling, twee uitwendige weerstanden en een kondensator kunnen



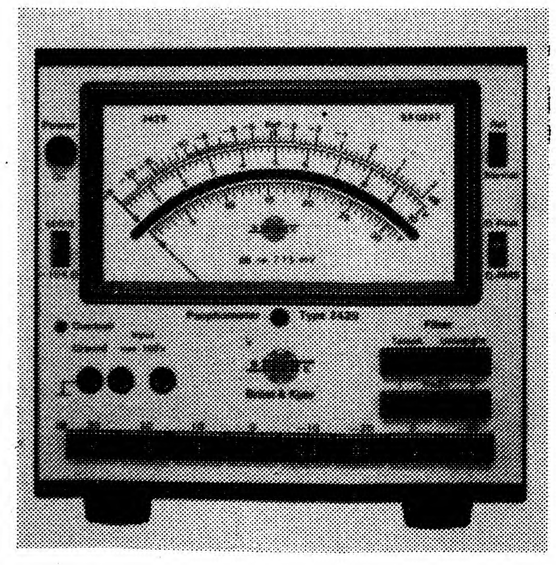
Vereenvoudigd wisselstroom-vervangingsschema van een gyrator. L = R1 x R2 x C (Henry)

ekstreem hoge zelfindukties worden nagebootst die kleiner, lichter en goekoper zijn dan gewikkelde spoelen met dezelfde zelfinduktie. Bovendien zijn op deze manier kwaliteitsfaktoren van 500 tot 5000 te bereiken. Ter vergelijking: met een normale spoel is een Q-faktor van 2000 al zeer moeilijk te verkrijgen. De gyrator kan worden gebruikt voor lage frekwenties tot circa 10 kHz, bijvoorbeeld in laag doorlatende filters voor telefoniesistemen.

Philips Persbureau, Postbus 523, Eindhoven

Psophometer

Brüel & Kjaer brengt sinds kort een psophometer met drie ingebouwde filters op de markt. Dit apparaat is speciaal bedoeld voor kommunikatie-kanalen waar het menselijke oor de laatste ontvanger is. De psophometer tipe 2429 kan subjektieve metingen uitvoeren met standaard filters volgens CCITT P53, CCIR 468-1 en DIN 45 405. Voor objektieve metingen is een lineair filter aangebracht. De ingangsimpedantie is omschakelbaar van 600 Ω naar > 10 kΩ. In beide gevallen is de ingang gebalanceerd. Een referentie-oscillator is ingebouwd waarmee het apparaat eenvoudig

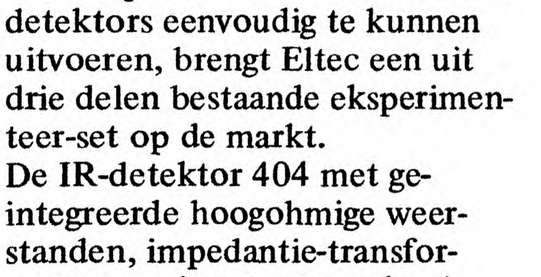


kan worden gekalibreerd. Verder is het apparaat voorzien van twee metergelijkrichters, nl. een piek- en een RMS-gelijkrichter. Het meetgebied loopt van 100 μV v.s. tot 30 V v.s. in 10 dB-stappen. Ter beveiliging is een overbelastingsdetektor aangebracht.

Brüel & Kjaer, 23 Linde Allé, DK-2850 Naerum, Denemarken

Infrarood-eksperimenteer-set

Om eksperimenten met infrarooddetektors eenvoudig te kunnen uitvoeren, brengt Eltec een uit drie delen bestaande eksperimenteer-set op de markt.
De IR-detektor 404 met geintegreerde hoogohmige weerstanden, impedantie-transformator en uitgangsversterker is ondergebracht in een TO-99 huis. Het detektormateriaal heeft een optische bandbreedte van 0,2 tot 20 μm. Vóor het venster heeft men de keuze uit 6 verschillende materialen.
De kabel is voorzien van een houder voor de detektor, terwijl

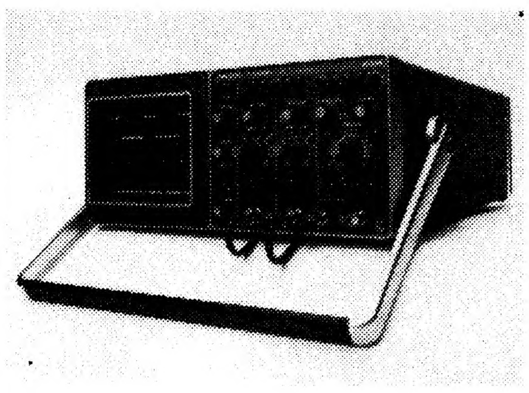


aan de andere kant een steker voor de verbinding met de kontrole module is aangebracht. Deze laatste bevat een schakelaar voor voeding uit een batterij of uit een eksterne spanningsbron. Bovendien kan met een andere schakelaar gekozen worden uit meting achter de impedantie-transformator of achter de uitgangsversterker. Ook is er een BNC-connector aangebracht om een schrijver of een oscilloskoop op aan te sluiten.

Infraton, Sandmoorweg 22, 2 Hamburg 56, W.-Duitsland

Nieuwe tweekanaals oscilloskopen van Philips

Er zijn twee nieuwe tweekanaals-oscilloskopen in het programma van Philips opgenomen; een gevoelige (2 mV) 25 MHz skoop en een 50 MHz storage skoop met ingebouwde multiplier en vertraagde tijdbasis.
De eenvoudigste van de twee is op de eerste plaats bedoeld voor servicewerkzaamheden en beschikt over een uitgebreide automatische triggering en is verder dubbel geisoleerd, waardoor de kast dus niet meer verbonden hoeft te zijn met de randaarde-massa. Bij een groot aantal metingen is dit een belangrijk voordeel.
De storage oscilloskoop bezit een helder scherm met instelbare nalichtduur en kan o.a. goed worden gebruikt bij het vastleggen van enkelvoudige signalen. De inge-

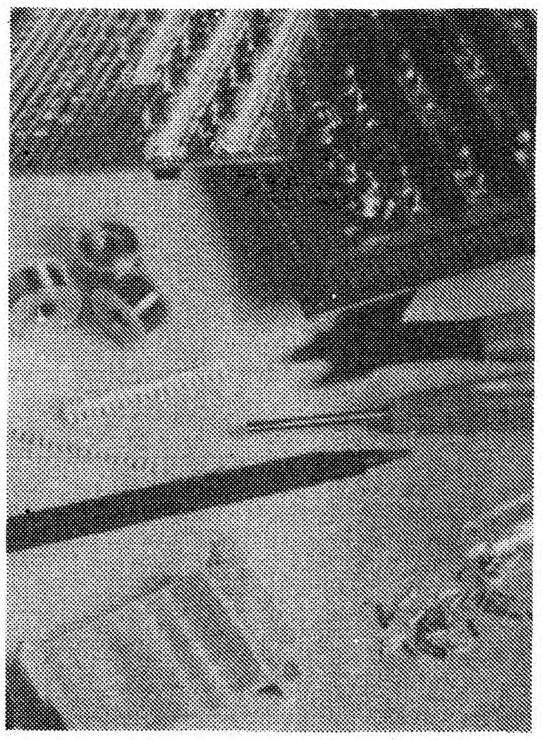


bouwde multiplier (vermenigvuldiger) kan bijvoorbeeld het vermogen dat in een halfgeleider wordt ontwikkeld zichtbaar maken.
Beide skopen zijn licht van gewicht en hebben een ergonomisch (vrij vertaald: gemakkelijk te bedienen) ontworpen frontpaneel.

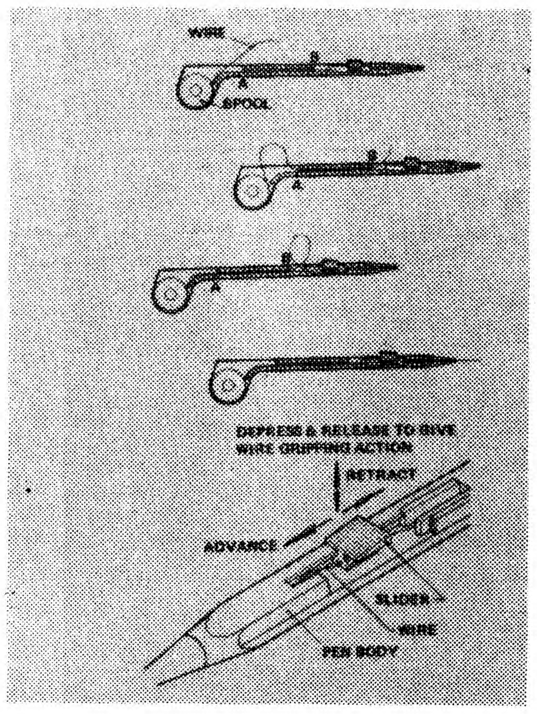
Philips Persbureau, Postbus 523, Eindhoven.

Eurokit

Door VERO wordt een pakket in de handel gebracht (foto 1), ter introduktie van een aantal nieuwe gereedschappen en een nieuw soort VERO-board. Het opbouwen van proefschakelingen wordt hiermee sterk vereenvoudigd.
Het pakket bevat de volgende onderdelen:
1. Het nieuwe 'VERO three plane board': Dit is een dubbelzijdig bedrukte eksperimenteerprint van het bekende Europa-kaartformaat. Door een uitgekiende layout van de koperbanen is de print bij uitstek geschikt voor het opbouwen van (logische) proefschakelingen waarin een groot aantal IC's is toegepast.
2. De bedradingspen: In deze pen kan een spoel worden bevestigd met door polyurethaan-lak geïsoleerd koperdraad. De draad wordt via een veersisteem door de pen gevoerd. Met behulp van deze pen kunnen strakke verbindingen worden gelegd tussen de aansluitingen van de komponenten. Alvorens te solderen wordt de draad enige malen om



de aansluiting gewikkeld. De draad hoeft niet te worden gestript, daar bij het solderen de isolatie wegsmelt. Het werken met deze pen zal zeker een gunstige invloed hebben op de werksnelheid. De benodigde koperdraad is verkrijgbaar in twee dikten n.l. 0,1 mm en 0,16 mm.
3. Deformatie-gereedschap: Dit is een handig stuk gereedschap om aansluitpennen van IC's te buigen zodat ze onder een hoek van 30° met het printoppervlak komen te staan en dus stevig op de print geklemd worden. De aansluitpennen van de ene helft van het IC maken dan een hoek van 120° met de aansluitpennen van de andere helft van het IC.
Het deformatie-gereedschap is geschikt voor IC's met een breedte van 7,62 mm en voor IC's met een breedte van 15,24 mm.
4. Nylon draadsteunen: Deze steunen kunnen tussen de aansluitpennen van de IC's (in de lengte-richting) aan de te bedraden zijde van de print worden aangebracht. De steunen zijn voor-



zien van pennetjes welke in de printgaatjes passen. Bij het bedraden kunnen deze steunen dan worden gebruikt om de draad te bevestigen.
Verder bevat de kit nog een kniptang, een tweehonderdtal printpennen, een insteekgereedschap voor printpennen (een soort snapper) en een vergrootglas.
De onderdelen van deze kit zijn ook los verkrijgbaar.
De importeur in Nederland is:

Mulder-Hardenberg B. V., Westerhoutpark 1a, Postbus 3059, Haarlem 5014

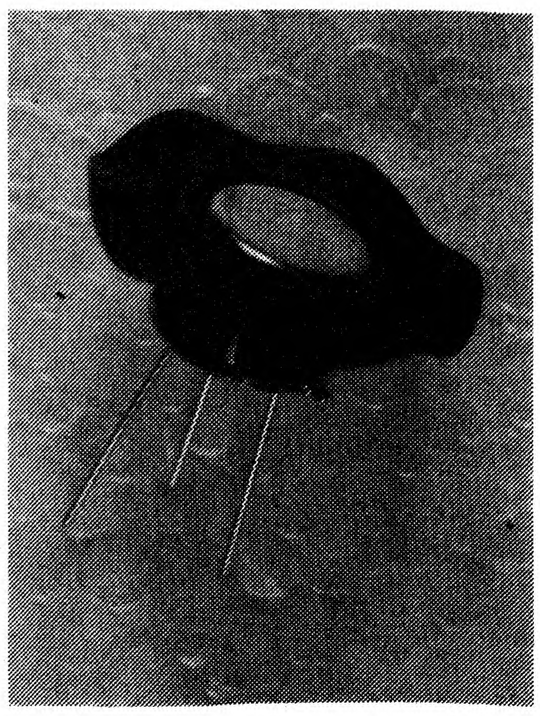
Nieuwe RCA-databoeken 1976/1977

In het verleden bracht RCA zijn data-informatie in een zestal boeken. De nieuwste gegevens zijn nu samengevat in 2 delen. Beide delen op A4 formaat met meer dan 1200 blz. informatie. Het IC-boek omvat lineaire IC's, high-reliability tipen, geheugens en microprocessors (COSMAC). Het powerboek omvat vermogens-transistoren met inbegrip van rf/micro-wave tipen, thyristoren (SCR's en triacs), gelijkrichters en high-reliability tipen.
Beide boeken bevatten selektiekaarten, vergelijkingstabellen, termen en simbolen, technische specifikaties en karakteristieken,

ontwerpgegevens en een uittreksel van applikatiebladen.
Prijs per set f 55,— ekskl. BTW
Prijs per boek f 30,— ekskl. BTW
Te bestellen bij:

Inelco Nederland B.V., Postbus 7970, Amsterdam

Eenvoudige koelvin

Wakefield Engineering inc. heeft een nieuwe en zeer eenvoudige koelvin voor transistors in TO-5 huis op de markt gebracht. Deze koelvin wordt over de transistor geschoven en neemt door zijn vorm geen plaats in op de printplaat. Het koellichaam bestaat uit een verend cilindertje met daarop een gegolfd plaatje.
Het materiaal is een zilver-koperlegering. De afwerking is blank of zwart.

Bodamer GmbH, Südliche Münchner Straße 24a, Postfach 360, D-8022 Grünwald, W. Duitsland