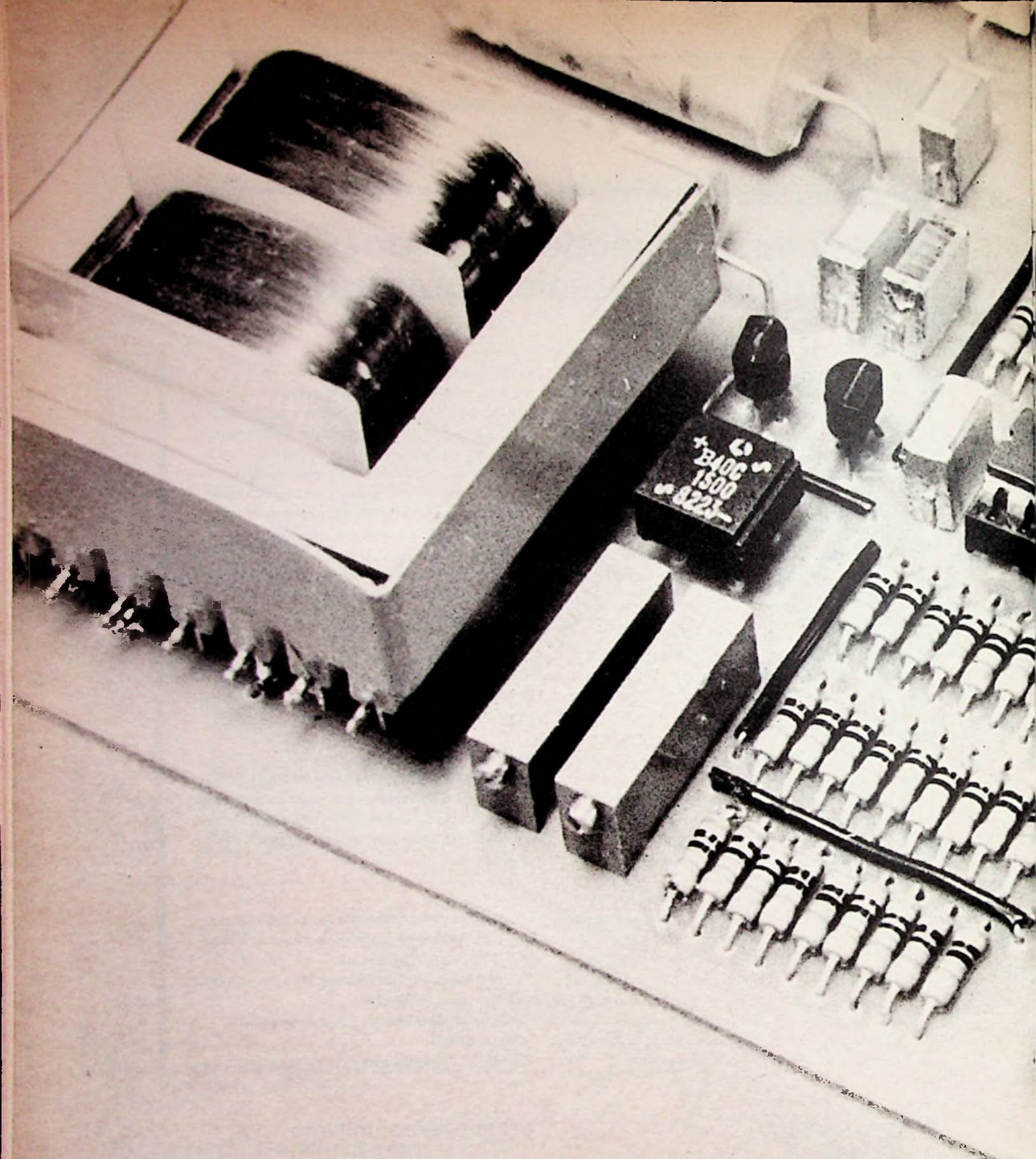
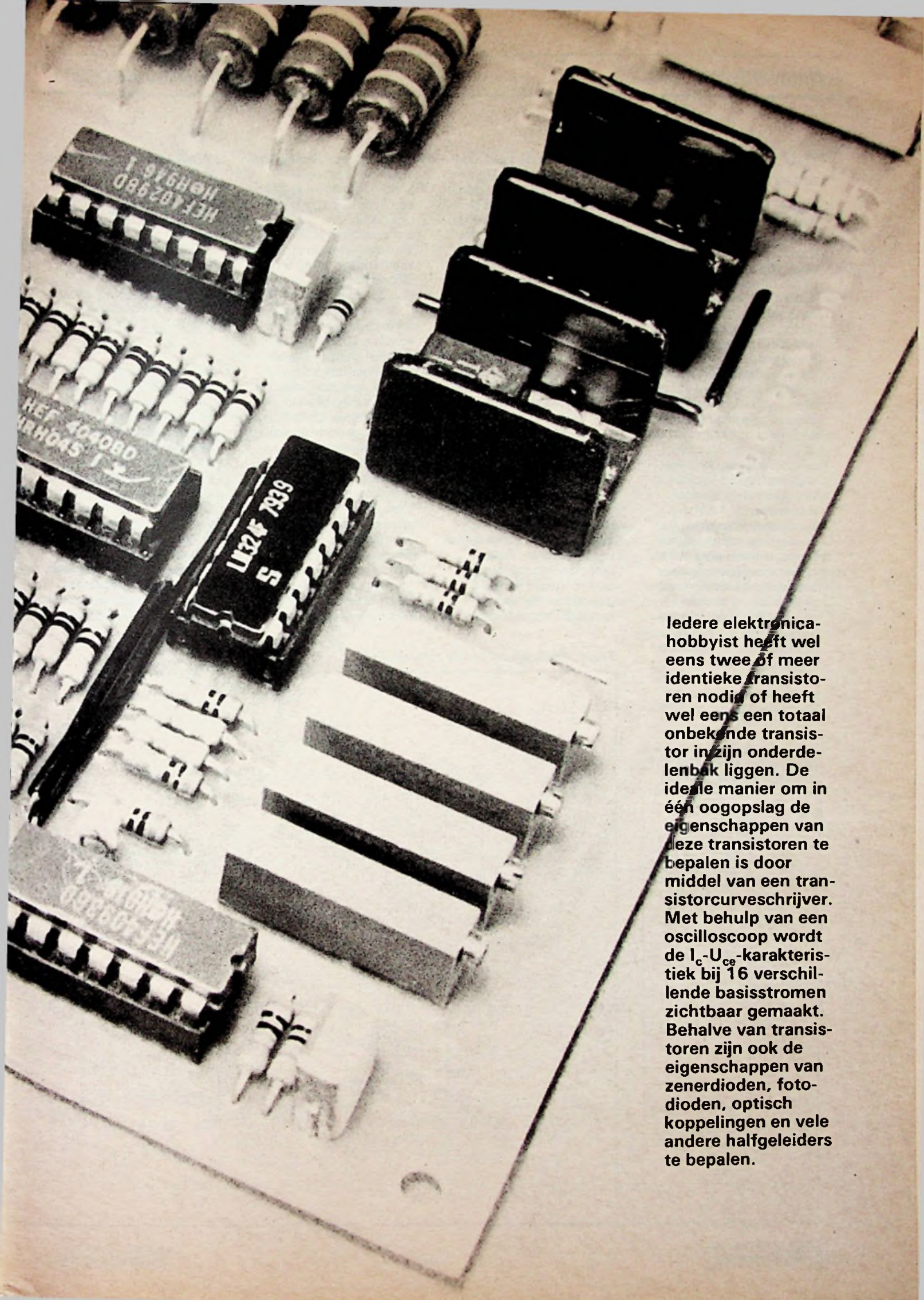




Transistorcurveschrijver

E. POL

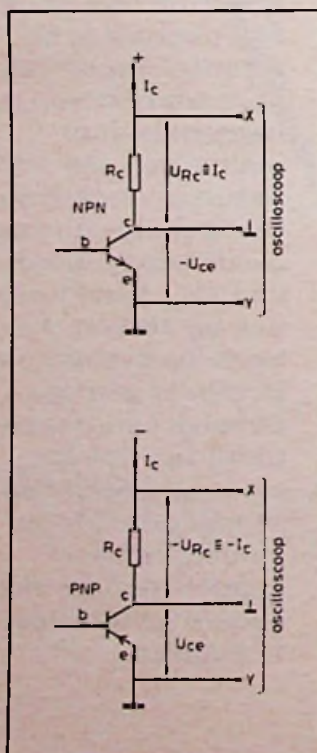


Iedere elektronica-hobbyist heeft wel eens twee of meer identieke transistoren nodig of heeft wel eens een totaal onbekende transistor in zijn onderdelenbak liggen. De ideale manier om in één oogopslag de eigenschappen van deze transistoren te bepalen is door middel van een transistorcurveschrijver. Met behulp van een oscilloscoop wordt de I_c - U_{ce} -karakteristiek bij 16 verschillende basisstromen zichtbaar gemaakt. Behalve van transistoren zijn ook de eigenschappen van zenerdioden, fotodioden, optisch koppelingen en vele andere halfgeleiders te bepalen.

I_c - U_{ce} , hoe en waarom

Van de transistorkarakteristieken is de I_c - U_{ce} de meest gegeven karakteristiek in de databoeken. Hij geeft ons meteen een duidelijk beeld van de eigenschappen van een transistor, zoals de versterkingsfactor, de lineariteit en, na een klein rekensommetje, de uitgangsimpedantie. Om een dergelijke karakteristiek goed in beeld te brengen, hebben we een lineaire zaagtandspanning nodig als voeding voor de te testen transistoren en ten tweede een trapsgevijs verlopende spanning voor de verschillende basisstromen. De collectorstroom I_c kan op de Y-as van de oscilloscoop worden uitgezet als zijnde een spanning over een bekende weerstand, zoals in afb. 1 is weergegeven. De collector-emitterspanning U_{ce} kan rechtstreeks over de transistor worden gemeten en worden uitgezet op de X-as van de oscilloscoop. Het nadeel is dat bij NPN-

Afb. 1 De spanningen zoals deze bij de NPN- en de PNP-transistor worden gemeten.



transistoren de spanning over de transistor U_{ce} geïnverteerd wordt gemeten, zoals in afb. 1 is te zien. De karakteristiek zal hierbij gespiegeld in de Y-as op het oscilloscoopbeeld verschijnen. Bij PNP-transistoren wordt de collectorstroom I_c geïnverteerd gemeten. De karakteristiek van PNP-transistoren zal dus gespiegeld in de X-as op het beeld komen te staan. Het lijkt wat vreemd, maar men is er snel aan gewend.

Werking

De zaagtandspanning waarmee de te testen transistor wordt gevoed moet een zeer lineair verloop hebben om vervorming van de karakteristiek te voorkomen. Tevens moet de terugslagtijd zo kort mogelijk worden gehouden. Het is erg moeilijk zo'n „ideale”

zaagtandspanning op een analoge wijze op te wekken, daarom is gekozen voor een digitale oplossing.

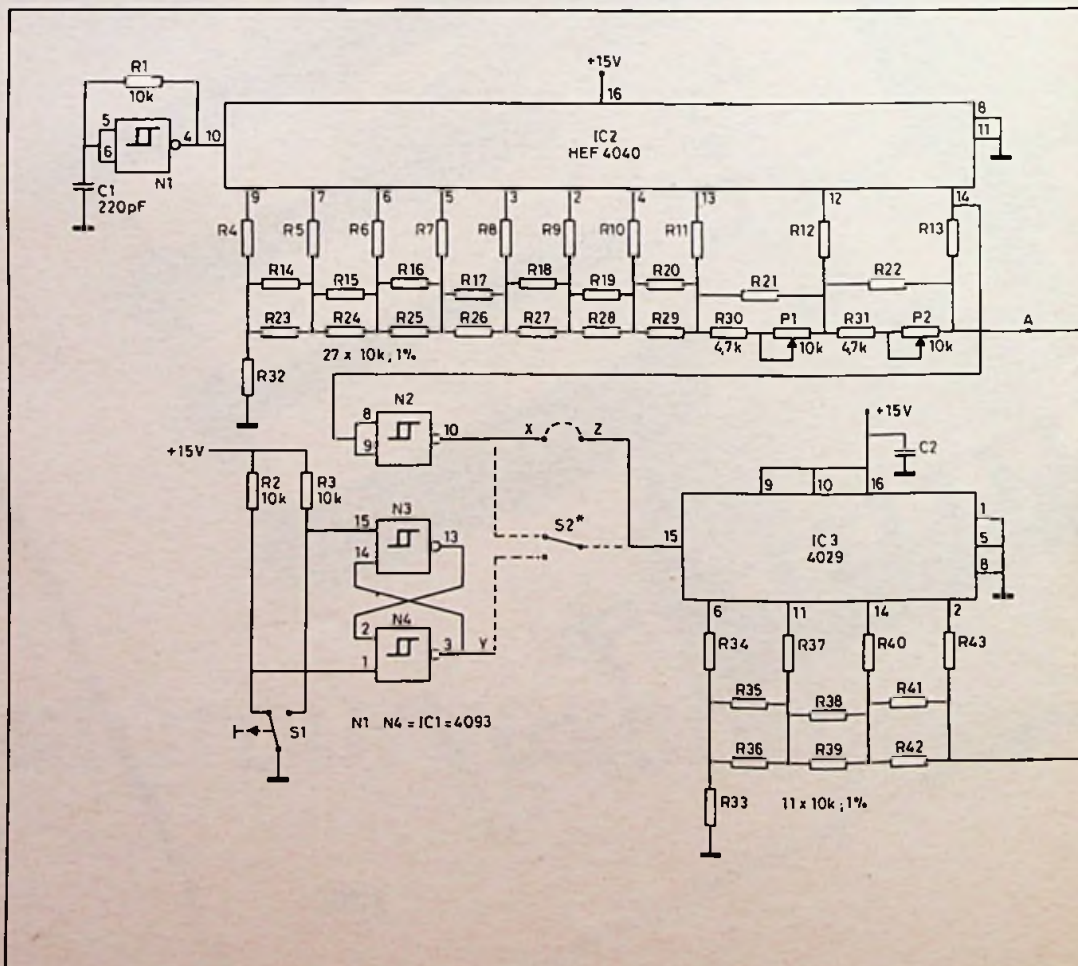
Het complete schema is weergegeven in afb. 2. De zaagtandspanning wordt opgewekt met behulp van een 12-bits deler IC2 en een weerstandsnetwerk R4 tot en met R32. Er worden 10 van de 12 uitgangen gebruikt, waardoor een lineair oplopende spanning ontstaat, die is samengesteld uit 1024 stapjes. Na het 1024e stapje wordt de spanning binnen enkele nanoseconden 0 V. Zo ontstaat er een zaagtandspanning met een frequentie van circa 1 kHz. Voordat deze spanning aan de transistor wordt toegevoerd, wordt deze eerst versterkt met een eenvoudige lineaire gelijkspanningsversterker. Deze is samengesteld uit één operationele verster-

Tabel 1 Instelling voor de collectorstroom.

Stand van S4	I_c bij uitgangsspanning van 10 V
1	0,02 A
2	0,05 A
3	0,1 A
4	0,2 A
5	0,5 A
6	1 A
7	2 A

ker en twee vermogendarlingtonen, die het mogelijk maken transistoren te beproeven bij een collectorstroom van maximaal 2 A. Met de aangegeven stroomdeler in het schema, is de maximale collectorstroom, zoals in tabel 1 is weergegeven, van 0,02 tot 2 A in te stellen. Afhankelijk of er moet worden gemeten aan een NPN- of PNP-transistor, moet de zaagtandspanning worden geïnverteerd. Dit

Afb. 2 Totale schema van de curveschrijver.



gebeurt door middel van een inverterende versterker waarvan de versterkingsfactor op 1 moet worden ingesteld. Dit geldt ook voor de trapspanning die wordt gebruikt voor de verschillende basisstromen. Deze trapspanning wordt op dezelfde manier verkregen als de zaagtandspanning.

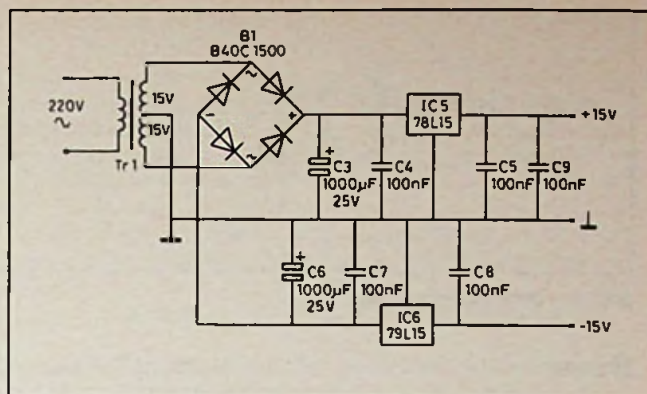
Er is gebruik gemaakt van een 4-bits teller (IC3). Deze teller krijgt aan het einde van iedere zaagtand een klokpuls, waardoor een trapspanning van 16 stappen aan de uitgang van het weerstandsnetwerkje R33 tot en met R43 ontstaat. Ook deze wordt op een eenvoudige wijze versterkt. Met de in het schema aangegeven basisweerstand is de maximale basisstroom in zes stappen van 0,01 tot en met 1 A in te stellen,

Tabel 2 Instelling voor de basisstroom.

Stand van S5	Maximale basisstroom
1	10 μ A
2	100 μ A
3	1 mA
4	10 mA
5	100 mA
6	1 A

zie tabel 2. Met P7 is ook nog een continu-regeling toe te passen.

In plaats van de zaagtandspanning te gebruiken als tijdbasis voor de klokpuls voor de trapspanning, is het ook mogelijk een „hand-selectiemode” te kiezen. De draadbrug X-Z moet dan worden vervangen door S2, zoals in het schema is aangegeven. Met S1 en de bijbehorende flipflop is het mogelijk elke curve uit de grafiek afzonderlijk te selecteren. In combinatie



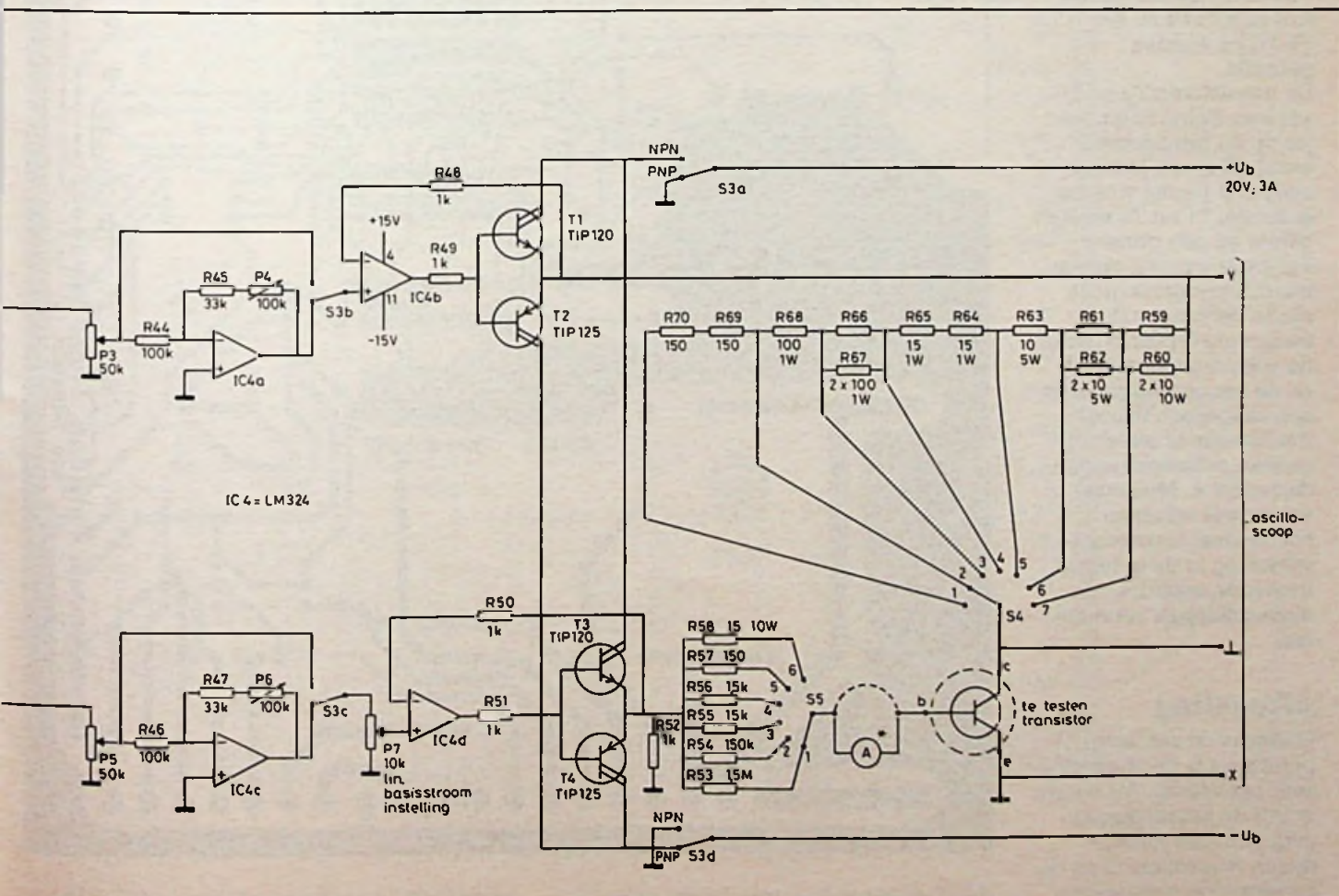
Afb. 3 Voeding voor het stuurgeedeelte.

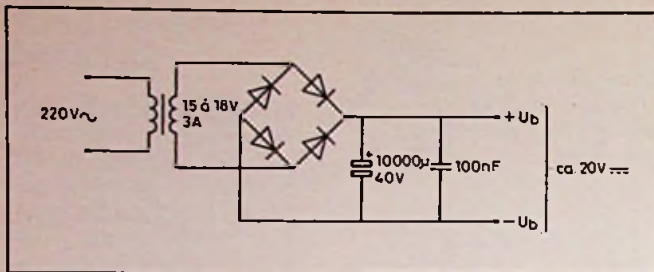
met S5 is eventueel nog een μ A-, mA- of A-meter in serie met de basis van de te testen transistor te schakelen, waarop de basisstroom van de desbetreffende curve is af te lezen.

Voeding

Het stuurgeedeelte en de vermogendarlingtons

worden apart gevoed. Het schema van de voeding voor het stuurgeedeelte is weergegeven in afb. 3. De vermogensvoeding moet 3 A kunnen leveren, maar hoeft echter niet gestabiliseerd te zijn. Deze voeding is weergegeven in afb. 4. Men kan hiervoor eventueel ook een externe voeding gebruiken van 18 à 20 V en 3 A.





Afb. 4 Vermogensvoeding.

Bouw

De gehele schakeling, inclusief de voeding, voor het stuurgedeelte, is ondergebracht op de print van afb. 5. Op afb. 6 is de componentenopstelling en de manier waarop het geheel is aangesloten weergegeven (zie ook afb. 7).

Om een zo lineair mogelijke zaagtand- en trapspanning te creëren moeten de weerstanden R4 tot en met R43 1%-types zijn. Eventueel kunnen voor de weerstanden van de eerste vijf uitgangen van IC2 - R4 t.e.m. R8, R14 t.e.m. R18 en R23 t.e.m. R27 - 5%-types worden gebruikt.

De transistoren T3 en T4 zijn met kleine koelplaatjes op de print gemonteerd. Hiervoor kunnen stukjes U-profiel worden gebruikt. T1 en T2 moeten echter op een grotere koelplaat worden gemonteerd. Deze darlington's zijn te vervangen door zwaardere types. Worden de collectorstroomdeeler en de vermogensvoeding ook aangepast, dan zijn transistoren te testen bij grotere collectorstromen dan van 2 A. Men moet echter wel rekening houden met warmteontwikkeling in de te testen transistor, waardoor de eigenschappen veranderen.

Afregeling

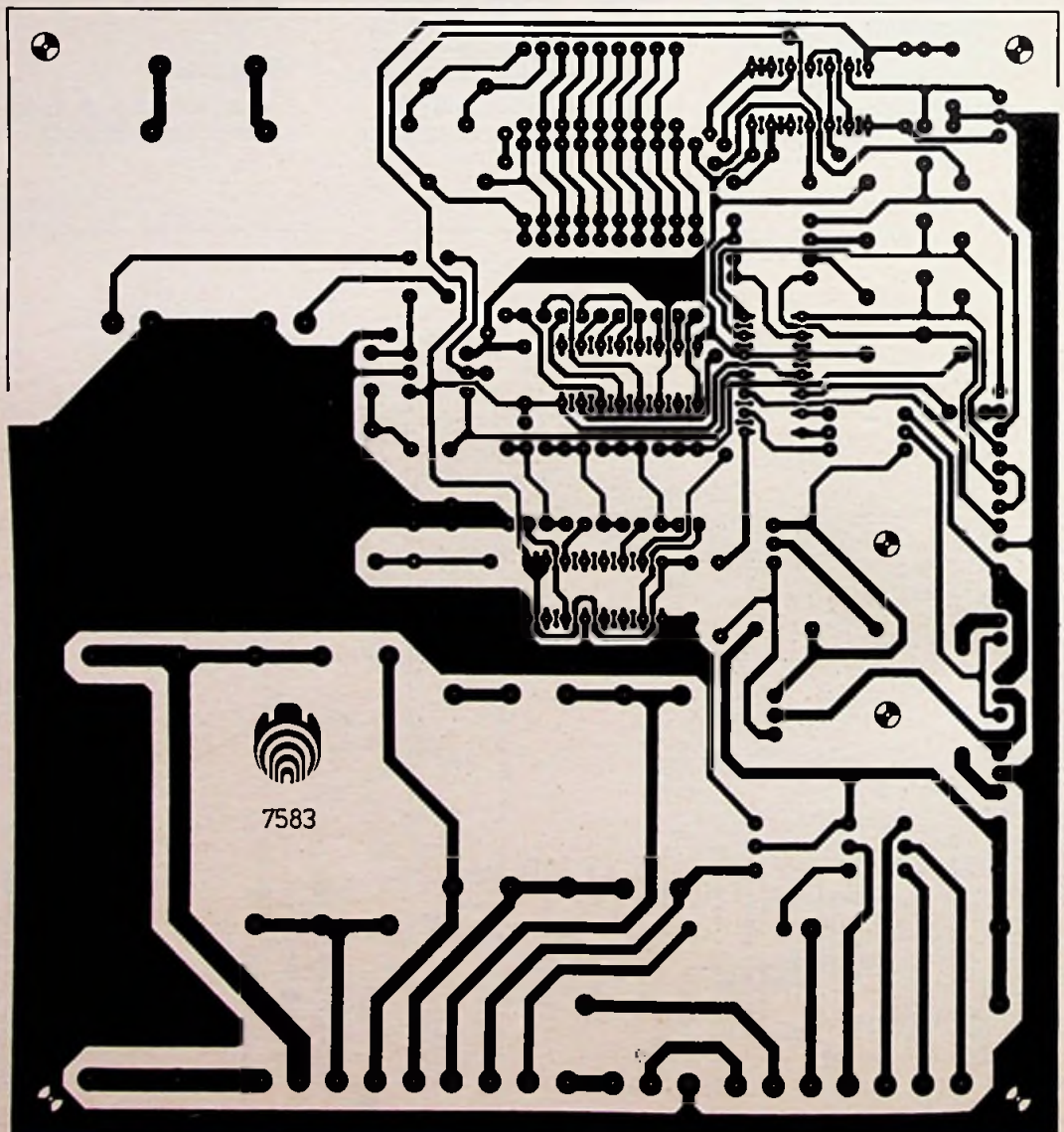
Ondanks de zes instelpotmeters is de afregeling zeer eenvoudig. Als eerste wordt de voedingsspanning voor het stuurgedeelte ingeschakeld en de oscilloscoop aangesloten

op meetpunt A. Denk erom dat de massa van de oscilloscoop tijdens het afregelen aan de massa van de schakeling komt en niet, zoals tijdens het normale gebruik, aan het moedercontact van S4. Met P1 en P2 worden de oneffenheden van de zaagtand weggeregeld. Nu wordt

Componentenlijst

Weerstanden

R1, R2, R3	10 kΩ
R4 t.e.m. R29, R32 t.e.m. R43	10 kΩ, 1 %
R44, R46	100 kΩ
R45, R47	33 kΩ
R48 t.e.m. R52	1 kΩ
R53	1,5 MΩ
R54	150 kΩ
R55	15 kΩ
R56	1,5 kΩ
R57	150 Ω, 2 W
R58	15 Ω, 10 W
R59, R60	10 Ω, 10 W
R61, R62, R63	10 Ω, 5 W
R64, R65	15 Ω, 1 W
R66, R67, R68	100 Ω, 1 W
R69, R70	15 Ω
P1, P2	10 kΩ, 20 slagen instelpotmeter
P3, P5	50 kΩ, 20 slagen instelpotmeter



Afb. 5 Print van de curveschrijver, schaal 1 : 1.

P4, P6 100 k Ω , 20 slagen instelpotmeter
 P7 20 k Ω , lineair
 Alle weerstanden $\frac{1}{4}$ W, behalve als anders is aange-
 geven.

Condensatoren

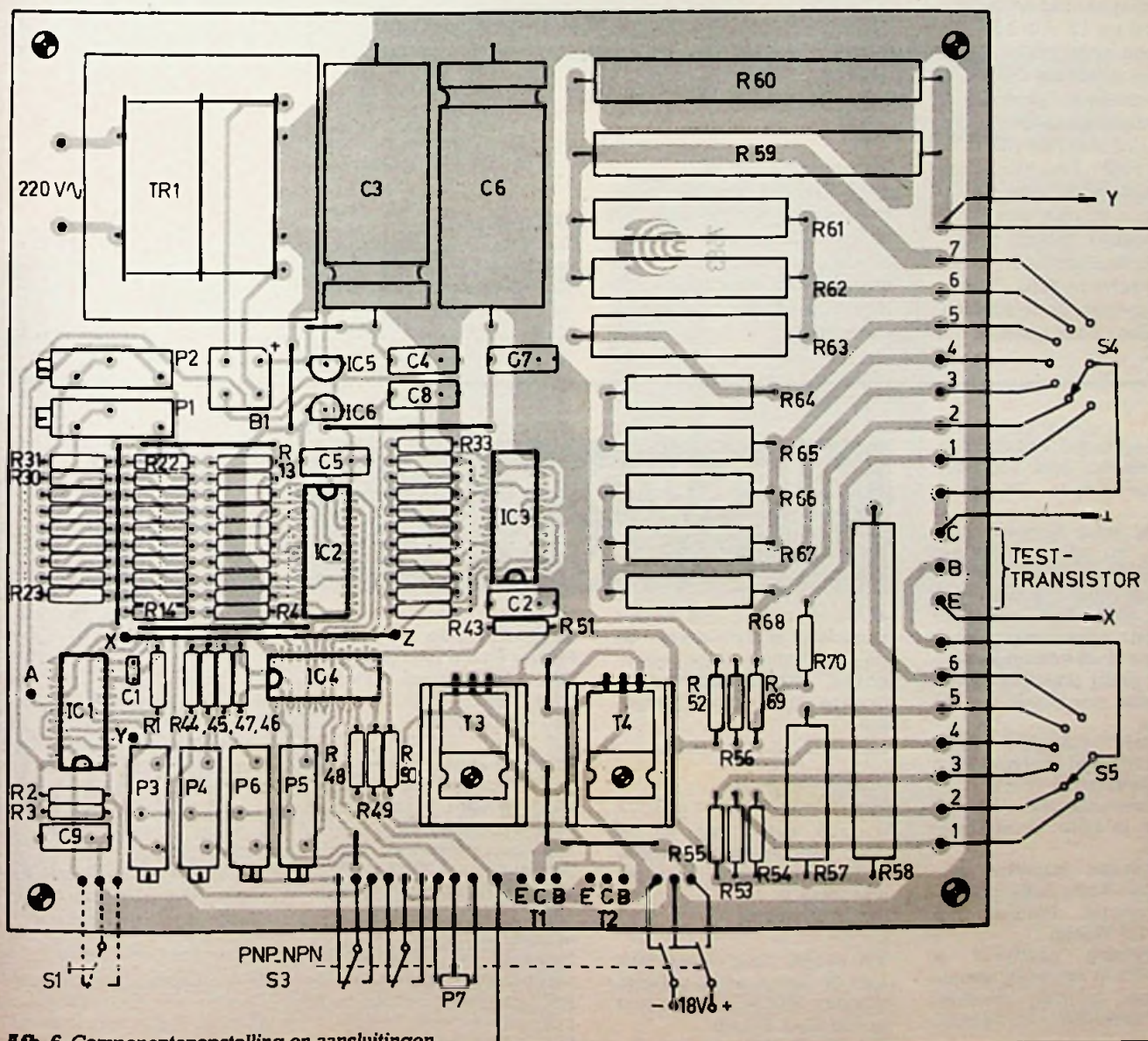
C1 220 pF
 C2, C4, C5, C7, C8, C9 100 nF, MKM
 C3, C6 1000 μ F, 25 V

Halfgeleiders

T1, T3 TIP120
 T2, T4 TIP125
 B1 B40C1500
 IC1 HEF4093
 IC2 HEF4040
 IC3 HEF4029
 IC4 LM324
 IC5 MC78L15
 IC6 MC79L15

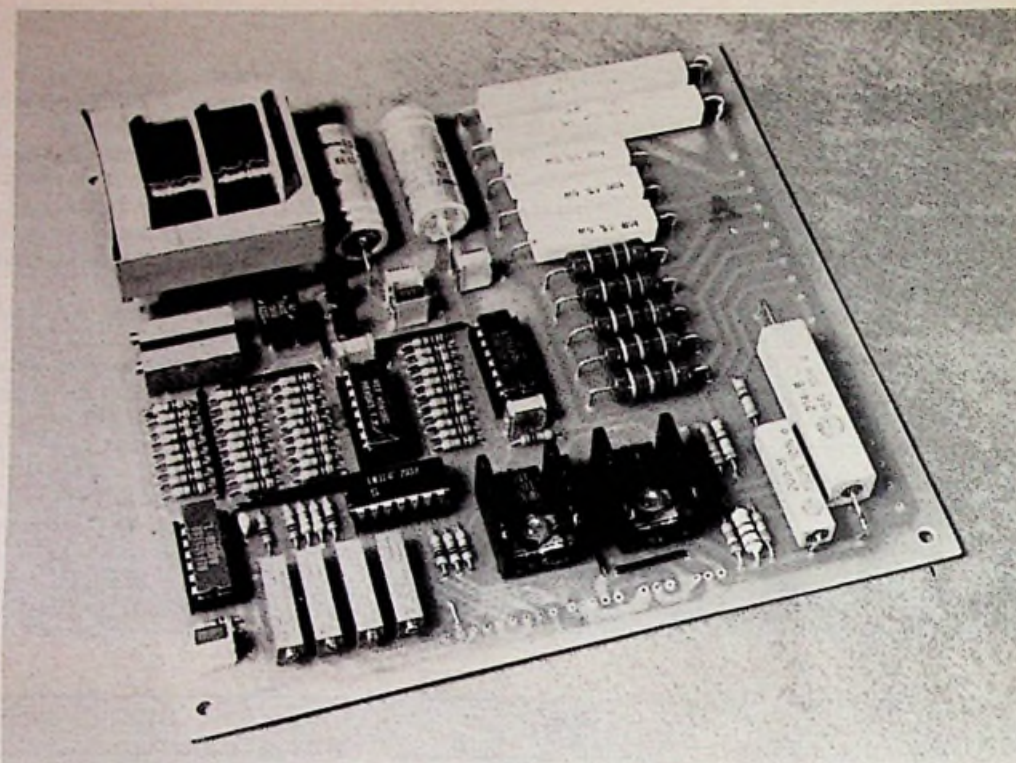
Diverse

1 printplaat 7583, te bestellen bij De Muiderkring te Weesp vóór 28 februari.
 1 printtransformator, P343, Amroh.
 2 IC-voeten met 14 pennen.
 2 IC-voeten met 16 pennen.
 S1 schakelaar met enkelvoudig wisselcontact.
 S2 tuimel- of draaischakelaar met enkelvoudig wisselcontact.
 S3 draaischakelaar met 2 standen en 4 moedercontacten.
 S4 draaischakelaar met 7 standen en 1 moedercontact.
 S5 draaischakelaar met 6 standen en 1 moedercontact.
 Knoppen.
 Koelmateriaal.
 Behuizing.
 Montagemateriaal.



Afb. 6 Componentenopstelling en aansluitingen.

S4 in stand 7 en S5 in stand 6 gezet. De aansluitpunten b, e en c voor de te testen transistor worden kortgesloten. De oscilloscoop wordt aangesloten op de emitters van T1 en T2 en S3 wordt in stand NPN gezet. Met P3 wordt de zaagtand zo afgeregeld dat deze net niet aan de bovenkant wordt afgevlakt (ca. 15 V). Nu wordt S3 in de stand PNP gezet, met behulp van P4 wordt de top-topsparing van de geïnverteerde zaagtand even groot afgeregeld als de niet-geïnverteerde zaagtand. Het afregelen van de trappanspanning gaat net zo. Sluit de oscilloscoop aan op de emitters van T3 en T4, zet S3 in stand NPN en regel met P5 de trappanspanning zodanig af dat 0 tot 15 V in 15 stappen zichtbaar is. Daarna wordt tot slot de geïnverteerde trappanspanning afgeregeld tot -15 V ook in 15 stappen (S3 in stand PNP). De kortsluiting tussen de aansluitpunten b, e en c kunnen worden losgemaakt. Met de oscilloscoop aangesloten zoals in het schema (afb. 3) is aangegeven, is de schakeling klaar voor gebruik.



Afb. 7 De gemonteerde printplaat.

Tijdens proeven is gebleken dat behalve transistoren ook andere halfgeleiders, zoals zenerdioden, fotodioden, optisch koppelingen en dergelijke kunnen worden beproefd.

RB-printservice

Deze print is te bestellen vóór 28 februari door f 47,50 over te maken op giro nr. 83214 t.n.v. De Muiderkring, Weesp, onder vermelding van printnummer 7583.

Gratis advertentierubriek voor particulieren, niet voor handelsdoeleinden. Voorwaarden:

- Uitsluitend bestemd voor vraag en aanbod op het gebied van de elektronica.
- In de tekst moeten privé-adres en/of telefoonnummer worden opgenomen; geen postbus of antwoordnummer.
- De gratis plaatsing betreft maximaal vier regels à ca. 32 tekens.
- Iedere volgende regel f 3,50; betaling door bijsluiting van postzegel (à 75 ct).
- Advertentietekst op te geven in blok- of machineschrift.
- Opgaven inzenden aan: Redactie Radio Bulletin, ElektronicaMarkt, Postbus 313, 1380 AH Weesp.
- Plaatsing geschiedt zo mogelijk in het eerstkomende nummer (sluiting ongeveer twee maanden voor verschijning).

elektronica-MARKT

- De redactie is niet verantwoordelijk voor de inhoud van de advertenties en kan opgeven advertenties zonder opgave van redenen weigeren.

AANGEBODEN

Aangeb. Radio App. uit de 30er jaren en partij antieke onderdelen voor repleger app. W.O. II.
Tel. 05250-4910.

T.K. hoogw. Teac elcasetdeck met 26 bsp. en 5 onbsp. elcaset. FE-CR LC 90. In zeer goede staat. T.e.a.b.
Tel. 05114-2567.

Revox-A77/2-sp. B77/2-sp. Philips Studio rec. „Pro 12” f 975,-. UHER royal stereo/2-sp-y swelch f 900,-.
Tel. 02975-66381.

Sony 3-kops vid-recorder SLC9E (ongev. 150 uur gedr. top K WAL) f 1575,-. Philips Prof. B recorder pro-12 (9/19 cm - 2-sp.stereo nw.) f 950,-. Sony V-CAM HVC300p f 950,-.
Tel. 02975-66381.

Scanner 2 banden met ingebouwde Scramble-decoder, met parapluie-antenne f 100,-. R.E. jaargangen 1980 t.e.m. '86 f 50,-.
Tel. 02940-12048.

GEVRAAGD

Wie helpt mij aan de mini/microcomputer van maart 1982 (nr. 3, 4e jg). Goede prijs geboden.
Tel. 08852-258 na 18.00 uur, P. Holtermans.

Schema gevraagd: Sony Integrated stereo amplifier TA-1080 s/n 1304. General Electric CB model no. 3-5804D s/n 62 312971 40 kanalen. Midland CB portable type 40 kanalen. Sanyo TV model 21 T66-1.

A. Kort, Napistraat 24, Welgelegen, Distrikt Wanica, Suriname.

C64 bruikleen i.v.m. reparatie C64. B.j. voor 1984. Omgeving Utrecht. Tegen vergoeding.
Tel. 03483-2095 na 18.00 uur.