

ELEKTRONICA

81/7-8

f 4,90 / Bfr. 87

A·B·C

Radio Communicatie



★	Digitale multimeter	★	Accu conditiemeter	★	Windenergie	★
★	Meten met de multimeter	★	Zenerdioden	★	Radio communicatie	★

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

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

Voor mensen van elke leeftijd en van ieder opleidingsniveau.

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

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



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

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

Vraag vandaag nog documentatie aan!

BON voor méér informatie

Stuur mij (gratis) nadere documentatie over:

Elektronica (basis-kennis) *)

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

Naam: _____

Adres: _____

Woonplaats: _____

In open enveloppe
zonder postzegel
sturen aan:
Uitgeverij
De Mulderkring bv
Machtigingsnummer 224
1400 VB Bussum

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

Hoofdredacteur:
Aaldrik v. Utteren
Redactie-adres
Redactie Elektronica ABC
Postbus 10
1400 AA BUSSUM

Medewerkers
J. H. Boschma
C. J. Both
M. Th. W. ter Burg
C. A. J. Casander
J. v. Damme
Ir. S. J. Hellings
Ph. J. Huis
W. L. Kramers
J. L. Molema
P. Stuivenberg

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

Advertenties
Tarieven en sluitingsdatum worden
op aanvraag verstrekt.
Tel. 02159-31851
D. Smaalders
I. Ketelaar

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

Druk: drukkerij Onnes bv
Amersfoort.

Abonnementsprijs f 27,50 per vol
kalenderjaar. (f 35,00 losse
nummers per jaar).
Abonnementen worden aan het eind
van ieder kalenderjaar automatisch
verlengd, tenzij uiterlijk 30 september
bericht van opzegging is ontvangen.
Ten einde vertraging in de
afwikkeling van correspondentie te
voorkomen, verzoeken wij u
vriendelijk in brieven steeds uw
abonnementsnummer te vermelden.

ELEKTRONICA

A·B·C

3e jaargang no. 33, juli/augustus 1981

In dit nummer

- 3 Het opwekken van elektriciteit
- 27 Digitale multi-meter
- 41 Vragenuur
- 43 Lezerspost
- 45 Meten met de multi-meter
- 51 Accu-conditiemeter
- 60 Radio-communicatie; grondbeginselen
- 70 ABC printen
- 73 Pulsgever
- 74 Oscillator met twee nands
- 75 Zenerdioden
- 79 Thyristor met transistoren
- 80 Componentennieuws
- 83 Multivibrator
- 85 Voedingen voor elektronische apparatuur
- 95 Cijfercode met schakelaars

Bij de voorpagina

De omslag toont een windturbine in aanbouw te
Petten. Deze turbine is in opdracht van het
Bureau Energie Onderzoek Projecten neergezet
op het ECN terrein. De turbine is een 25 meter
Horizontale As Wind Turbine.
Foto: Ruud van Roon, Industriële fotografie,
Hoevelaken.

Lijst van adverteerders

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| II Muiderkring | 72 Avera |
| 2 Vogelzang | 72 Rodel |
| 26 De Boer | 73 Bombeeck |
| 42 Muiderkring | 74 BE elektronica hobby |
| 44 Nijhuis | 74 Stichting Open Studio |
| 49 ABC-tjes | 78 Radio Centrum |
| 50 Muiderkring | 84 Meek-it |
| 59 Amroh | 96 Bekende adressen |
| 71 Telec | III Audioscript |
| 72 Reinaert Electronics | IV Wolfsen |

GRATIS KUNSTLEREN DRAAGTAS!



PANTEC

MULTIMETER MODEL MAJOR USI

Universeelmeter met 47 meetfuncties.

- Inwendige weerstand 40 k Ohm/V en D.C. en A.C.
- V.D.C. 300 mV - 1 - 3 - 10 - 30 - 100 - 300 - 1000 V
- V.A.C. 3 - 10 - 30 - 100 - 300 - 1000 V
- I.D.C. 30 - 300 - μ A - 3 - 30 - 300 mA - 3 A
- I.A.C. 3 - 30 - 300 mA - 3 A
- R. van 0.05 Ohm tot 200 M Ohm in 6 bereiken.
- V.T. 3 - 10 - 30 - 100 - 300 - 1000 V
- Klasse 2 in D.C. en 2.5 in A.C. en R.
- Afmetingen: 130 x 125 x 40 mm, gewicht 600 g.
- Beveiliging d.m.v. smeltzekering.
- ELEKTROISCHE OVERBELASTINGSBEVEILIGING met relais en LED-LAMP kortsluitbeveiliging.
- Twee SIGNAAL OSCILLATOREN 1 kHz met 500 kHz met 20 Vp-p uitgang voor dynamische controle van o.a. radio en TV ontvangers (signal-tracer).

177



KEYBOARD

Kompleet met fatcable

9,95

AANBIEDING CONDENSATORS

10 M 400 V. p.st. **0,25**
47 M 400 V. 25 st. **5,-**
100 M 400 V. 100 st. **17,50**

ACORN ATOM

De personal computer die met u mee groeit



De basisconfiguratie van de Atom levert al een krachtige computer op met veel mogelijkheden. 8K ROM en 2K RAM zijn indrukkende cijfers in deze markt. Maar helemaal verblijvend zijn de uitbreidingsmogelijkheden: tot 12K + 12K, of zelfs tot eindelijk tot 16K + 40K. Het beginacht is zowel financieel als technisch eenvoudig de Acorn Atom plus een gewoon TV toestel.

SPECIFICATIES

vollig OVERTY-toetsenbord
6502 Microprocessor + BASIC
plus + ASSEMBLER + 2K
RAM + BK HYPER-ROM + 23
IC's en busen cassette +
interface + UHF TV output +
32-bit rekenkunde (i.e.
2.000.000.000) + 43
standaard/uitgebreide BASIC
instructies + niet-Strings
variabel tot 256 tekens +
stringhanting + PUT, GET +
WAIT + GO-UNTIL + AND
OR, EX-OR + PLOT, MOVE,
DRAW.

Atom Hub-bit Kit BK + 2K RAM
(min.) **1033,-**
Atom Hub-bit Kit BK + 12K RAM
gebouwd **1299,-**
Atom BK + 2K RAM (min.) **1299,-**
Atom BK + 12K RAM gebouwd **1506,-**
Atom Hub-bit Kit 12K + 12K
RAM **1448,-**
Atom 12K + 12K RAM
gebouwd **1662,-**
4K floating point ROM **177,-**
Netvoeding 0.8 Amp **88,-**
Netvoeding 5 Volt, 5 Amp **470,-**

LET OP!

PUNTSPOT
Kompleet met halogeenlamp



99

SPIEGELBOL
Ø 30 cm en opgebouwd uit
1 ctt spiegels. Kompleet
met motor



149

VOOR DE HOBBYIST!
KLAVIER 4 1/2 OKTAAF
Bouw zelf d.m.v. dft klavier
een elektronische orgel of
synthesizer!
Prima kwaliteit!

99



KLEURSCHIJF
Kompleet met motor en
puntspot

199

**EXTRA VOORDEEL
BIJ VOGELZANG**



MICRO SWITCH
Met hetboom

3,95

**SENSOR
TOETS**

3,95

UNIVERSEEL METER IN WATERDICHT METALEN KAST



MULTIMETER U-4341

* Met ingebouwde transistortester.

16.700 Ohm/Volt

Precis.: $\pm 4,0\%$

Volt DC: 0.3 - 1.5 - 6 - 30 - 60 - 150 - 300 - 900V

Volt AC: 1.5 - 7.5 - 30 - 150 - 300 - 750V

Amp. DC: 0.06 - 0.6 - 6 - 60 - 600mA

Amp. AC: 0.3 - 3 - 30 - 300mA

Ohm DC: 0.5 - 5 - 50 - 500k Ohm - 5M Ohm

2 - 20 - 200k Ohm - 2 - 20M Ohm

op niet-effectief schakelgebeente.

Parameters transistor

for 0 - 60 μ A

ier 0 - 60 μ A

ki 0 - 60 μ A

8 10 - 350

Transistor: meet stroomsterkten, collector, basis, in

PNP en NPN. Werkt in temperaturen van - 10 $^{\circ}$ + 50 $^{\circ}$

- Batterij: 4.5 V (Narta 210, Ucar 1703)

213 x 114 x 80 mm - 1500 g.

Geleverd in waterdichte metalen koffer.

STUNT

69

H.F.-ZENDTORREN

RLY 87 A	35,00
RLY 88 A	48,50
RLY 89 A	68,50
RLY 90	129,00
MRZ 237	9,95
MRZ 238	45,00
MRZ 803	59,00
MRZ 804	12,25
2 N 3866	2,45
2 N 3553	4,25
2 N 6084	78,00
2 SC 1307	9,95

H.F. TORREN

BFR 90	4,50
BFR 96	6,95
BFT 66	9,95
BFT 90	3,75
BF 900	2,75
BF 905	3,45
BF 910	3,95

UPC I.C.'S

ET 26	6,75
Z 80 CPU	48,-
Z 80 CTC	38,-
Z 80 PIO	38,-
2102	5,95
2112	10,50
2114	13,50
2708	23,95
2716	34,95
4116	15,-
8502	38,-
8522	29,50
8532	55,-
8680	27,50
8810	13,50
8080	19,95
8085	29,95

THYRISTORS

TIC 106 D 5A 400 V	2,95
TIC 116 D 6A 400 V	3,45
TIC 126 D 12A 400 V	4,95
S-107-4 4A 400 V	2,25

TRIAC'S

TIC 206 D 4A 400 V	2,95
TIC 206 M 4A 600 V	3,95
TIC 226 D 6A 400 V	3,45
TIC 226 M 6A 600 V	3,95
TIC 236 D 12A 400 V	6,95
TIC 246 D 16A 400 V	9,95
TIC 253 D 20A 400 V	10,95
TIC 263 D 25A 400 V	13,50

DE BESTE SCANNERS VOOR DE LAAGSTE PRIJZEN KRIJGT U BIJ VOGELZANG



3-BAND SCANNER

Maar liefst 30 kanalen • 70-90 MHz • 119-129 MHz • 140-170 MHz • 460-470 MHz • Werkt op 12V of 220V

499,-

425

PUMA 40

Met 40 kanalen • 70-90 MHz • 119-129 MHz • 140-170 MHz • 460-470 MHz • Werkt op 12 V of 220 V

545

EXPERIMENTEERPRINT

340 contacten
atm. 86 x 45 x 8

27,50

Elektronika
Vogelzang
Eindhoven, Heerlen, Maastricht.

Bestellingen en inlichtingen: Akerstraat 19, 6411 VG Heerlen, tel. 045 - 716055. 's Maandags gesloten. Verzending vanuit Heerlen. Alle prijzen incl. BTW. Prijswijzigingen voorbehouden. Levering zolang de voorraad strekt. Betaling in Nederland vooraf op giro nr. 1060724 of onder rembours.

Het opwekken van elektriciteit met behulp van windenergie

In de vorige editie van Elektronica ABC is onder andere gesproken over verschillende vormen van energie, die voor een deel de energiebehoefte van de komende jaren moet gaan dekken. Een energieleverancier waar ons landje nog wat aan kan hebben is de wind. Hoewel deze leverancier halverwege de vorige eeuw door de stoommachines, die toen op een goedkope wijze onafhankelijk van het weer, energie opwekten, onder de voet werd gelopen, nam de belangstelling er voor eerst in het begin van deze eeuw weer toe. Niet iedereen kan namelijk zo snel op het elektriciteitsnet 'in wording' worden aangesloten. Na de voltooiing van het distributienet zakte deze belangstelling, maar wel werd in de periode na de tweede wereldoorlog de moderne ontwikkeling naar windmolens met hoge toerentallen en twee of drie rotorbladen ingezet. De naam 'molen' maakte plaats voor 'turbine'. Verschillende windturbines met vermogens van 100 kW tot 1 MW werden gebouwd maar eerst toen de prijs van olie ging stijgen en kern-energie niet die goedkope energie leverde als werd verwacht, kwam de wind-energie pas goed in de belangstelling.

Windkracht

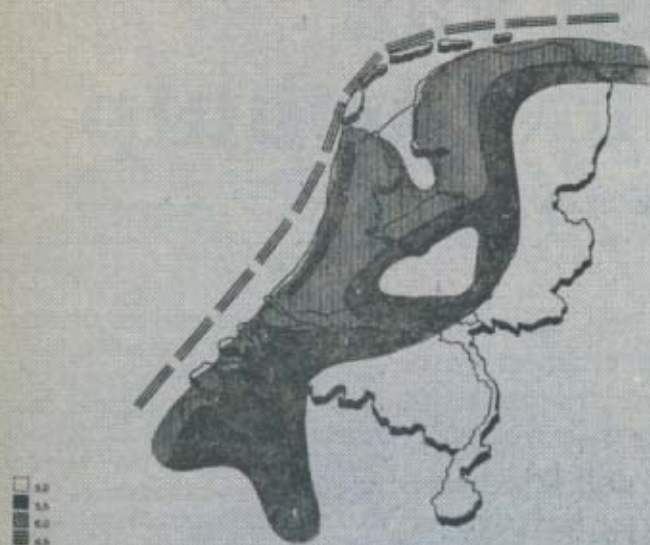
Windenergie is eigenlijk een afgeleide van zonne-energie. Door de ongelijkmatige verwarming van het aardoppervlak ontstaan luchtstromingen (winden) tussen gebieden van verschillende temperatuur. De in de wind aanwezige energie kan met mechanische voorzieningen worden omgezet in elektriciteit of warmte. De meeste wind-energie is te benutten in de omgeving van Den Hel-

der of voor de kust. (zie figuur 1 en 2). Over 10 jaar gemiddeld is de windsnelheid in Den Helder 7,3 meter per seconde, in Zeeland iets minder, namelijk rond de 6,5. Deze windsnelheid is echter gemeten op een hoogte van ongeveer 10 meter boven vlak terrein. Aangezien de toename van de windsnelheid hierboven bijzonder groot is, kan met een hoger geplaatste rotor veel meer wind worden opgevangen. In figuur 3 is de geschatte windsnelheidsverde-

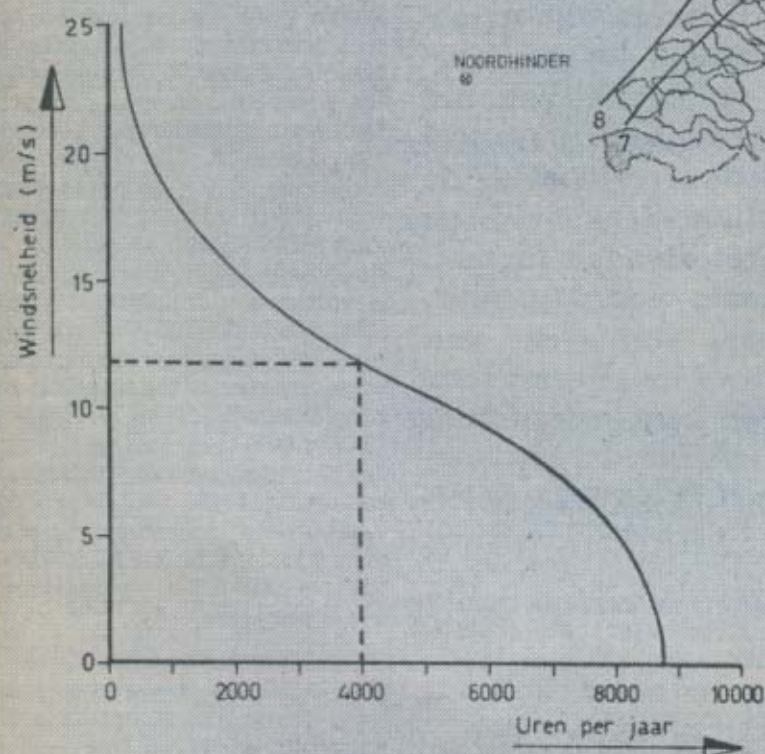
ling weergegeven voor de Noord-zee, op enkele tientallen kilometers uit de kust. Hiervan uitgaande kan worden berekend dat de totale wind-energie aldaar ongeveer 15.000 kWh per vierkante meter per jaar bedraagt (figuur 4). Zou men hier molens plaatsen welke op een konstant toerental worden geregeld, dan blijkt uit figuur 5 dat de ontwerpsnelheid ongeveer 15 meter per seconde moet zijn. Bij windsnelheden kleiner dan die 15 meter zal de molen geen energie leveren, terwijl van de grotere snelheden slechts die energie beschikbaar is die overeenkomt met een snelheid van 15 meter per seconde. De beschikbare windenergie blijkt dan 4000 kWh per vierkante meter te zijn per jaar (oppervlak A in figuur 4). Hiervan is maximaal 59,3% te benutten. Neemt men voor het aerodynamische rendement 75% en brengt men 15% elektrische en mechanische verliezen in rekening bij een beschikbaarheid van de installatie van 90% (10% van de tijd buiten bedrijf wegens reparatiewerkzaamheden), dan zou de produktie aan elektrische energie bedragen: $0,593 \times 0,75 \times 0,85 \times 0,90 \times 4000 = 1350$ kWh per vierkante meter per jaar.

Uit praktische overwegingen zal men echter de ontwerpsnelheid lager kiezen dan de optimale. De werkelijk geleverde hoeveelheid elektrische energie zal dus lager zijn dan die 1350.

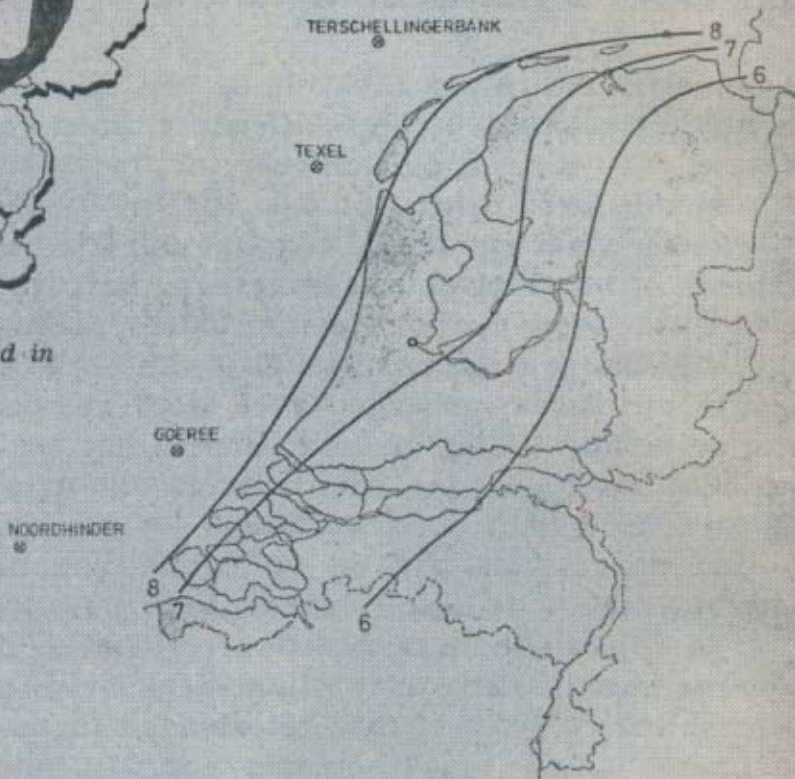
Zou men molens toepassen die bij windsnelheden van bijvoorbeeld 5 tot 25 meter per seconde optimaal kunnen werken (bijvoorbeeld door het toepassen van een veldgemoduleerde generator



Figuur 1: Gemiddelde windsnelheid in Nederland op 10 meter hoogte.



Figuur 3: Geschatte windsnelheids-tijdsduurgrafiek voor de Noordzee, enkele tientallen kilometers uit de Nederlandse kust.



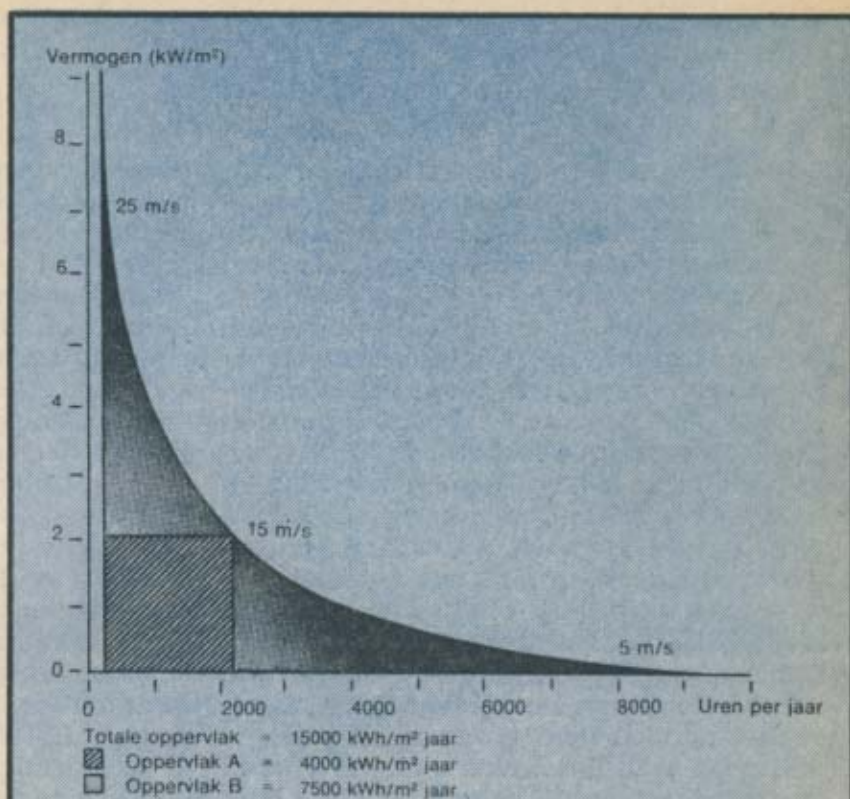
Figuur 2: Isotachen, lijnen die plaatsen verbinden met gelijke gemiddelde windsnelheden, in meters per seconde op 40 meter hoogte. Het is een voorlopige schatting van de KNMI in de Bilt op basis van de gegevens van tien stations. Deze gegevens zijn van belang bij toepassing van grote windturbines. Volgens de meetgegevens komen voor plaatsing van dergelijke turbines met name de kustgebieden en het IJsselmeergebied in aanmerking.

die een wisselspanning levert met een constante frequentie, onafhankelijk van het toerental van de rotor), dan zou beschikbaar zijn 11.500 kWh per vierkante meter per jaar (oppervlak A en B van figuur 4). Er zou dan $0,593 \times 0,75 \times 0,85 \times 0,90 \times 11.500 = 3900$ kWh per vierkante meter per jaar aan elektrische energie kunnen worden geleverd.

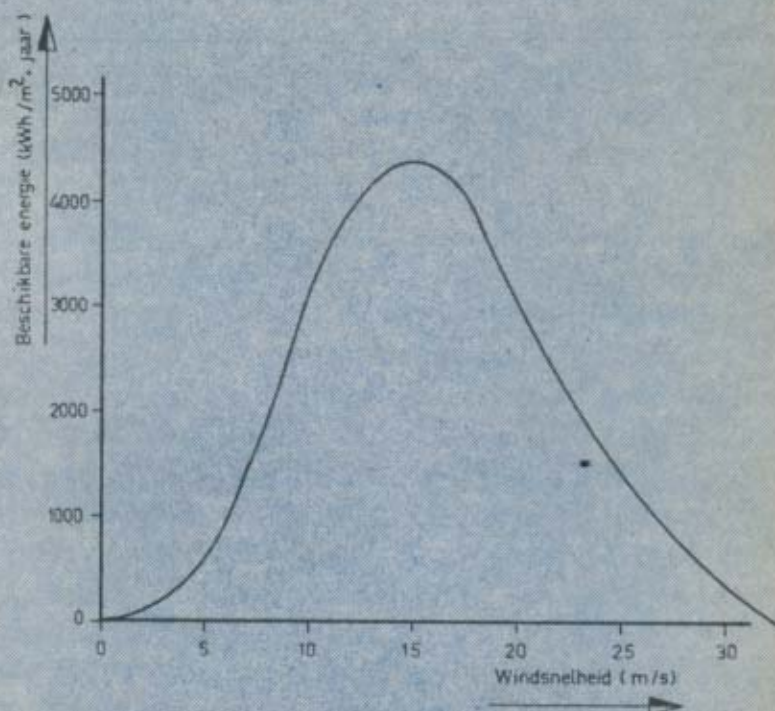
Rekent men met een praktisch haalbare waarde van 3000 kWh per vierkante meter per jaar dan zou de totale Nederlandse elektriciteitsproductie door ongeveer 8000 molens met een rotordiameter van 50 meter kunnen worden geleverd. Indien de torens met elk drie rotoren op onderlinge afstanden van 1 kilometer worden geplaatst, zou hiervoor een veld nodig zijn van 50×50 kilometer in de Noordzee. Hierbij is nog een toeslag in rekening gebracht voor opslag- en transportverliezen van zee naar gebruiker.

Op korte termijn is de bruikbaarheid van energie uit wind om meerdere redenen echter dubieus. Er is zelden zo lang achtereen een sterke wind, dat een windkrachtagregaat meer dan een etmaal achtereen volledig effectief kan werken en stroom kan afgeven. Binnen enkele uren kan de wind afnemen van hard tot een snelheid waarbij een windkrachtagregaat geen bruikbare hoeveelheid elektriciteit meer afgeeft. Dat stelt hoge eisen aan de mogelijkheden van het systeem om tot een gelijkmatige productie te komen en het dwingt tot ontwikkeling van betere, nauwkeuriger windsnelheidsverwachtingen.

Over langere perioden beschouwd blijkt dat de wind een markante seizoenvariatie vertoont, zodanig dat de energie in het winterhalfjaar groter is dan gedurende het zomerhalfjaar. Ten gevolge van onder andere zeewind is er verder een sterkere wind overdag dan 's nachts. Deze verschillen worden minder naarmate hoger boven het aardoppervlak



Figuur 4: Vermogen-tijdsduurgrafiek afgeleid van figuur 3.



Figuur 5: Beschikbare windenergie bij verschillende nominale windsnelheden afgeleid van figuur 3.

Stand van de techniek van windenergie

De bijdrage die de windenergie aan de energievoorziening kan leveren leidt ertoe, dat diverse industrielanden op dit moment trachten zich een plaats te veroveren op het gebied van de windenergie.

In de Verenigde Staten bijvoorbeeld worden turbines beproefd met een rotordiameter variërend van ongeveer 20 tot 90 meter en een geïnstalleerd vermogen van enkele honderden kW's tot enkele MW's. In de 'Wind Energy Systems Act of 1980' werd door het Amerikaanse Congres een programma van onderzoek, ontwikkeling en demonstratieprojecten vastgesteld dat vóór 1990 moet leiden tot een totaal opgesteld windturbinevermogen van 800 MW, waarvan 100 MW in de vorm van kleinere, gedecentraliseerde installaties. De ontwikkeling van een 2,5 MW windturbine is een belangrijk onderdeel van dit programma. In Europa heeft Denemarken voorop gelopen met de 54-meter windturbine, gebouwd door

de scholengemeenschap van Tvind en met een tweetal 40-meter turbines van de gezamenlijke elektriciteitsbedrijven.

Twee 80-meter turbines zijn in aanbouw in Zweden en diverse projecten lopen er in Groot-Brittannië, Canada en West-Duitsland. Nederland neemt te midden van deze landen een uitzonderingspositie in. Het Nationaal Onderzoekprogramma Windenergie richt zich vooral op de ontwikkeling van de basiskennis die een toekomstige turbineindustrie nodig zal hebben. De 25-meter turbine in Petten is opgezet als een meetinstrument dat informatie zal moeten verschaffen omtrent de constructieve aspecten van de in de toekomst te ontwerpen windturbines. Meer dan in andere landen wordt er in Nederland onderzoek gedaan om de toekomstige verdere ontwikkelingsmogelijkheden te exploreren.

Turbine	Locatie	Diameter	Ontwerp vermogen	Ontwerp Wind Snelheid (m/s)	Status/opmerkingen (per oktober 1980)
Mod 0	Ohio, V.S.	38 m	100 kW	6,5 ¹	Voor Basisonderzoek
Mod 0A-1	New Mexico, V.S.	38 m	200 kW	7,7 ²	Praktijk proef 8000 hrs
Mod. 0A-2	Puerto Rico, V.S.	38 m	200 kW	7,7 ²	Praktijk proef
Mod. 0A-3	Rhode Island, V.S.	38 m	200 kW	7,7 ²	Praktijk proef
Mod. 0A-4	Hawaii, V.S.	38 m	200 kW	7,7 ²	Praktijk proef 1500 hrs
Mod 1	North Carolina, V.S.	61 m	2,0 MW	11,5 ²	Praktijk proef
Mod 2	Washington, V.S.	91,5 m	2,5 MW	8,9 ²	Proeven begonnen 12/80 2 andere machines 6/81
Mod 5-A/B		~100 m	~4 MW	~10 ²	Ontwerp aangevangen, 2 types
Mod 6-H/V		~40-60 m	~0,4-0,8 MW	~10 ²	Ontwerp aangevangen, 2 types ¹
Alcoa	Penn., V.S.	38 m	300 kW	—	Systeembeproeving, verticale as
NRC/Hydro-Quebec	Magdalene isl., Canada	36 m	230 kW	13,5 ¹	Praktijkbeproeving - verticale as
Nibe A	Nibe, Denemarken	40 m	630 kW	13 ¹	Systeem/praktijkbeproeving
Nibe B	Nibe, Denemarken	40 m	630 kW	13 ¹	Systeem/praktijkbeproeving
Tvind	Tvind, Denemarken	54 m	2 MW	14 ¹	Systeem/praktijkbeproeving
KMW	Goteland, Zweden	75 m	2,5 MW	13 ¹	In aanbouw
Karlskronavarvet/ Hamilton Standard	Maglarp, Zweden	78 m	3 MW	13 ¹	In aanbouw
McAlpine/Musgrove	Groot Brittannië	25 m	130 kW	11 ¹	Ontwerpfase, verticale as
Taylor-Woodrow	Groot Brittannië	60 m	3,7 MW	22 ¹	Ontwerp gereed
Growian I	West Duitsland	100 m	3,0 MW	—	In aanbouw
Growian II	West Duitsland	145 m	5,0 MW	—	Onder studie
Voith	West Duitsland	52 m	~230 kW	—	In aanbouw
Growian II preprototype	West Duitsland	48 m	~265 kW	—	In aanbouw
25 m HAT	Petten, Nederland	25 m	300 kW	13 ¹	Aanvang beproeving 1981

¹ op naafhoogte

² op 10 m

¹ waarvan één met verticale as

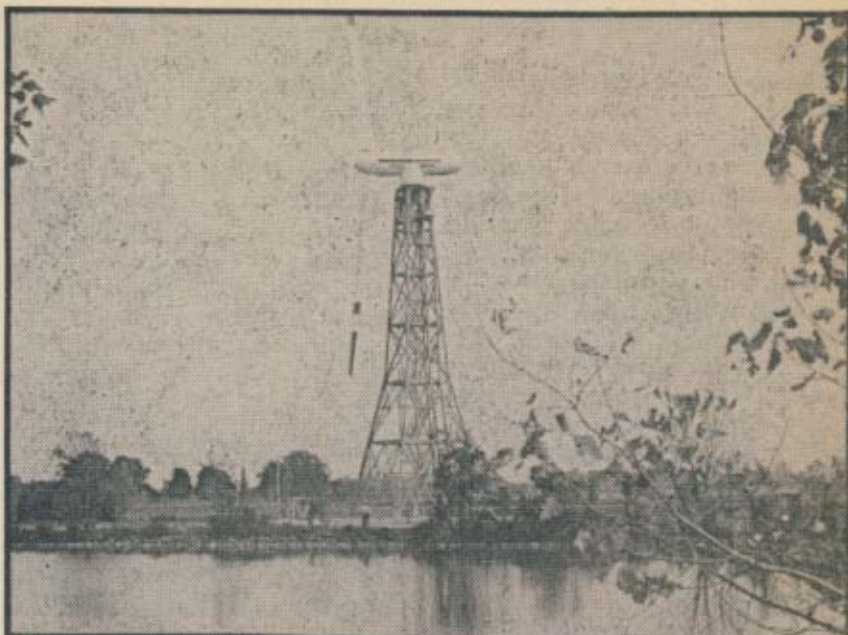
Midden-grote en grote windturbine-projecten van de verschillende landen die kijken naar de industriële mogelijkheden van de wind-energie.

vlak wordt gemeten. Op onbeschermde, open plaatsen langs de kusten is de wind-energie per oppervlakte-eenheid op 100 meter hoogte normaal gesproken ongeveer drie maal zo groot als op 10 meter hoogte. Meer in het binnenland kan het verschil tot een faktor 5 of 6 oplopen. Deze omstandigheden maken grote windkrachtagregaten nodig die tot op grote hoogte reiken. Kijken we naar de energie-inhoud van de wind, dan zien we dat deze evenredig is met de derde macht van de windsnelheid. Hieruit blijkt dat een windturbine aan de kust ongeveer twee keer zo veel energie levert dan een turbine in het oosten van het land.

Het geleverde elektrische vermogen van de turbine is allereerst afhankelijk van de rotordiameter. Op dit moment zijn er aanwijzingen dat de 'economy of scale' zodanig werkt, dat de kosten per geleverd kWh minimaal worden voor rotordiameters van ongeveer 80 meter. Bij grotere afmetingen lijken met name de trillings- en levensduurproblemen zodanig toe te nemen dat deze nog te veel ontwikkelingsrisico opleveren. De hoogte van de rotor boven het maaiveld is om de eerder genoemde reden dat de windsnelheid met de hoogte toeneemt eveneens van belang. De minimale ashoogte van een 80 meter diameter rotor bedraagt 50 meter. Een ashoogte van 80 meter geeft een energieopbrengst die ongeveer 20% hoger is in vergelijking met de minimale hoogte van 50 meter.

Bijdrage energievoorziening

In 1975 werd een voorstel voor wind-energie-onderzoek in Nederland geformuleerd door een projectvoorbereidingsgroep en begin 1976 is op basis van dit voorstel het Nationaal Onderzoekprogramma Wind-energie van start gegaan. Doel van dit programma is na te gaan op welke wijze wind-energie een bijdra-



Molen van ERDA/NASA in Sandusky, Ohio met een diameter van 38 meter en een vermogen van 100 kW.

NASA-aktiviteiten

In Stötten (Duitsland) heeft van 1959 tot 1966 een 100 kW molen in proefbedrijf elektriciteit aan het net geleverd. Deze molen was ontworpen door Hütter. De rotordiameter bedroeg 34 meter. Bij 9 m/s windsnelheid werd netto 90 kW aan het net afgegeven. Deze molen is nu in verband met de te hoge kosten gedemonteerd, maar het NASA Lewis Research Center heeft thans een dergelijke molen van 100 kW gebouwd in Sandusky, Ohio. De molen is ontworpen om windsnelheden van 4 tot 18 meter per seconde te kunnen benutten. De rotordiameter bedraagt 38 meter (zie foto). Evenals het project van NASA Langley (Darricus molen) is ook deze Hütter molen gebouwd in samenwerking met de National Science Foundation (NSF) welke sinds januari 1975 is overgegaan in de Energy Research and Development Administration (ERDA). Een en ander maakt deel uit van het „Wind Energy Program” (WEP). Het WEP heeft ten doel om binnen 5 jaar op een betrouwbare en economisch verantwoorde wijze elektriciteit uit windenergie te kunnen produceren.

ge kan leveren aan de nationale energievoorziening.

Het onderzoekprogramma is verdeeld in fasen, waarvan de eerste inmiddels is voltooid. Deze fase had een oriënterend karakter. Daarin werd ondermeer een proefopstelling ontworpen en gebouwd voor een windturbine met verticale as (Darrieus rotor) en een rotordiameter van 5,5 meter. Deze is opgesteld bij Fokker VFW op Schiphol-Oost. In de tweede fase van het onderzoekprogramma dat liep tot januari 1979, is een windturbine met horizontale as en rotordiameter van 25 meter ontworpen. Deze windturbine is opgesteld op het ECN-terrein in Petten (Noord-Holland).

In de latere fasen van het onderzoek zal deze windturbine met horizontale as een belangrijke plaats innemen.

In het windprogramma wordt verder veel aandacht besteed aan de problematiek van de planologische gevolgen van het op grote schaal introduceren van wind-energie en de koppeling van windturbines aan het landelijke elektriciteitsnet. Tevens wordt bestudeerd of er behalve de elektriciteitsproductie andere kleinschalige toepassingsgebieden voor wind-energie in Nederland mogelijk zijn (polderbemaling, energievoorziening voor boerderijen en dergelijke). Het thans lopende programma is afgestemd op een eerste evaluatie in 1981. Vooruitlopend daarop zijn een aantal opmerkingen te maken: Een studie geeft aan dat met 5000 windturbines van elk maximaal 1 MWe vermogen 10 tot 15% van de heden-daagse elektriciteits-productie zou kunnen leveren. De turbines kunnen in verband met windschaduwefecten en ruimtelijke beperkingen niet te dicht op elkaar worden geplaatst. Dit betekent dat met een oppervlakte van 3800 vierkante kilometer rekening moet worden gehouden. Aangezien een dergelijk aaneengesloten gebied niet beschikbaar is wordt gekeken of het mogelijk is, wind-energieparken met 100



Molen in Nogent-le-Roi, Frankrijk met een diameter van 30,2 meter en een vermogen van 800 kW.

Franse activiteiten

De laatste halve eeuw is er een groot aantal windmolens gebouwd voor elektriciteitsopwekking. In Europa is o.a. Frankrijk zeer actief geweest. De Electricité de France (EDF) heeft windmetingen verricht en mogelijke vestigingsplaatsen in Frankrijk bestudeerd.

Een voorbeeld van een door de EDF gebouwde molen is die van Best-Romani in Nogent-le-Roi. De rotor had een diameter van 30 meter en leverde een vermogen van 800 kW. De installatie was meermalen aan het net gekoppeld (een lange ononderbroken periode van 637 uur) en werd op een constant toerental geregeld. De molen was voornamelijk bedoeld als studie-objekt. Het maximum gemeten aerodynamisch rendement bedroeg 85%. Het rendement van de gehele installatie was 70%.

tot 500 windturbines in te richten. Een windpark werkt dan als een zelfstandige centrale die stroom levert aan het net. Verder in dit artikel komen hierop nog terug.

Om nu een schatting te maken van de relatieve bijdrage die de wind-energie zou kunnen leveren aan onze nationale energie-voorziening kan men het beste uitgaan van een bepaald bouwtempo van windturbines. Een tempo dat overeenkomt met 100 MW geïnstalleerd vermogen per jaar is op dit moment haalbaar. Dit betekent de jaarlijkse bouw van 100 grote windturbines met 50 meter wiekdiameter of 400 windturbines met 25 meter wiekdiameter of 2500 kleine windturbines met 10 meter wiekdiameter. Met een dergelijk tempo vanaf 1985 zal in het jaar 2000 ruim 1500 MW vermogen aan wind-energie geïnstalleerd kunnen zijn. Bij deze aantallen zullen de planologische problemen vermoedelijk nog wel in de hand kunnen worden gehouden. Bovendien speelt de invloed van de konventionele elektriciteits-centrale hier nog nauwelijks een rol. De opbrengst aan wind-energie zal dan in 2000 naar schatting 4.10^9 kWh bedragen, hetgeen overeenkomt met 7% van de huidige elektriciteitsproductie en met 1,4% van het huidige totale binnenlandse energieverbruik.

Typen windmolens

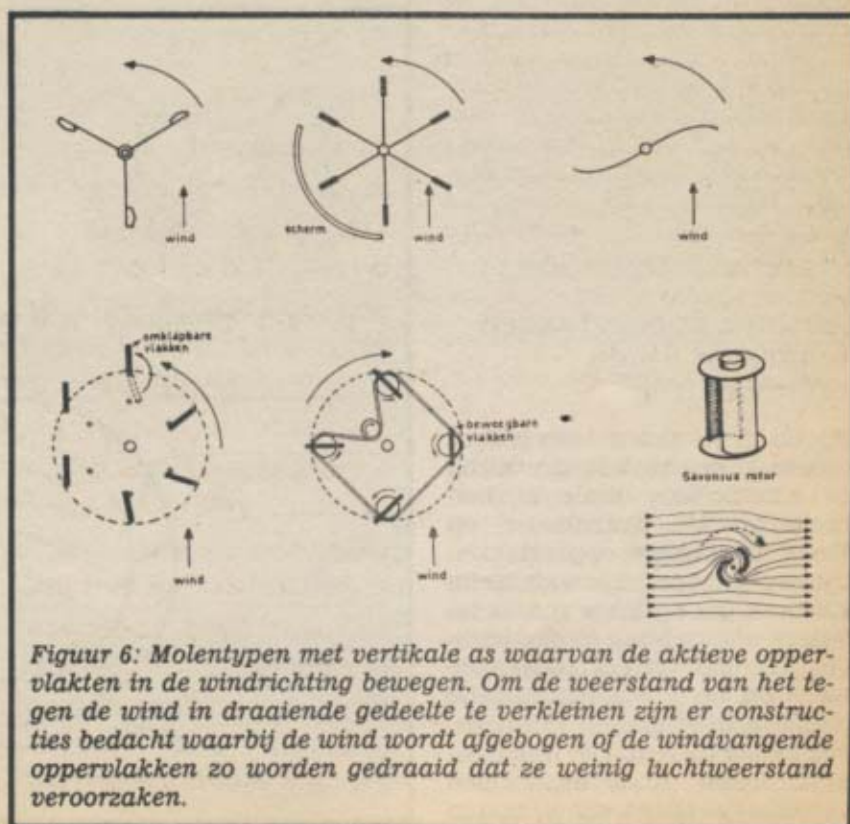
In windmolens of windturbines wordt de kinetische energie van stromende atmosferische lucht omgezet in allereerst mechanische energie aan de as van de rotor. Deze kan vervolgens in een generator worden omgezet in de gewenste vorm van elektriciteit, zo nodig met tussenschakeling van een mechanische overbrenging bij de koppeling van rotoras en generatoras. De vele soorten en typen windmolens kan men indelen in molens met een horizontale, dan wel verticale rotoras. Deze indeling gaat uit van de uiterlijke configuratie. Een andere

indeling welke berust op het principe van krachtoverbrenging van de wind op de rotor, is waarbij de windkracht werkt op bladen die zich bewegen in dezelfde richting als de wind, respectievelijk op bladen bewegend loodrecht op de windrichting. Bij deze categorie zijn de 'aktieve' oppervlakken geplaatst onder een kleine invalshoek ten aanzien van de relatieve windrichting (bepaald door toerental en windsnelheid). Deze oppervlakken ondervinden daarvoor een kracht loodrecht op deze windrichting, vergelijkbaar met de draagkracht van een vliegtuigvleugel. De meeste molens welke voor toepassing in aanmerking komen, werken volgens dit beginsel. Daarbij behoren zowel typen met horizontale as, zoals de Hollandse molen, als met verticale as (Darrieus molens).

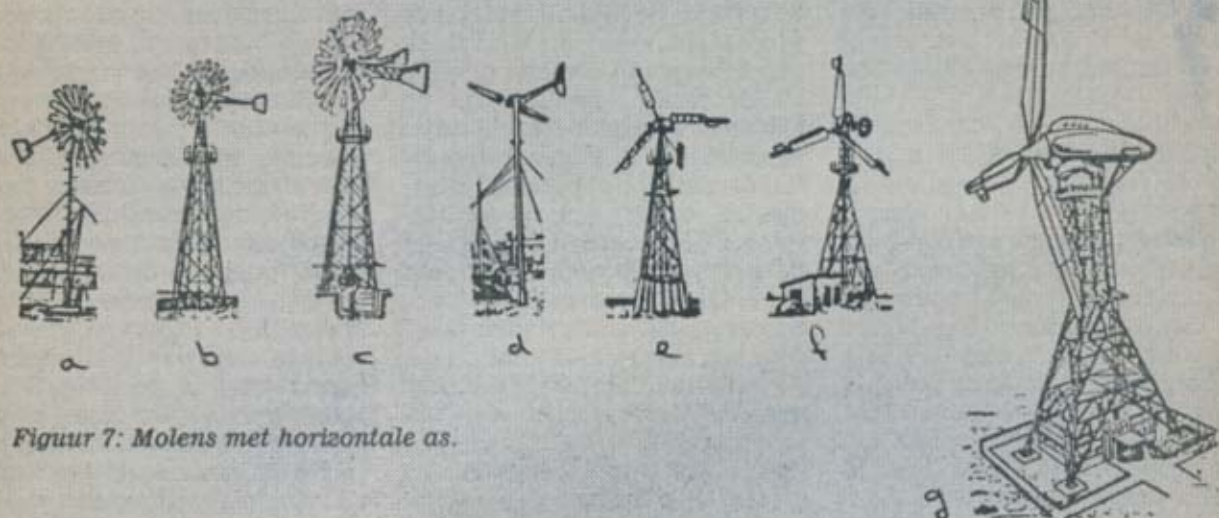
Aktieve oppervlakken in de windrichting

Bij molens waarvan de aktieve oppervlakken in de windrichting

bewegen, staat de rotoras meestal vertikaal. In een bepaald deel van de baanrotatie ondervinden de bladen een kracht in de windrichting en bewegen zij met de wind mee. In de overige sectoren werken er geen of kleinere krachten in de rotatierichting. Deze molens kunnen elke windrichting benutten zonder dat er een mechanisme nodig is om de molen in de windrichting te draaien. Voorts heeft dit type molen in de regel een zeer eenvoudige constructie. Hiertegenover staat dat de specifieke vermogensopbrengst van deze molens aanzienlijk kleiner is dan van molens waarvan de aktieve oppervlakken loodrecht op de wind bewegen. Het theoretisch maximumvermogen van een eenvoudige vertikale as molen wordt geleverd wanneer de snelheid van de aktieve oppervlakken $1/3$ van de windsnelheid is. Dit betekent dan $2/3$ van het door de wind uitgeoefende vermogen wordt omgezet in wervels achter het effectieve oppervlak. De maximale vermogens-coëfficiënt van een der-



Figuur 6: Molentypen met verticale as waarvan de aktieve oppervlakten in de windrichting bewegen. Om de weerstand van het tegen de wind in draaiende gedeelte te verkleinen zijn er constructies bedacht waarbij de wind wordt afgebogen of de windvangende oppervlakken zo worden gedraaid dat ze weinig luchtweerstand veroorzaken.



Figuur 7: Molens met horizontale as.

gelijke molen is derhalve slechts 0,33 tegenover 0,593 voor een horizontale-as molen. Bovendien is de tipsnelheidsverhouding van deze molen kleiner dan 1, zodat voor de elektriciteitsopwekking het toerental wat aan de lage kant is. Om de weerstand van het tegen de wind in draaiende gedeelte te verkleinen, zijn er constructies bedacht waarbij of de wind wordt afgebogen door middel van schermen of de windvangende oppervlakken zo worden gedraaid dat zij een geringe weerstand in de windstroom hebben. Hiermee gaat echter het voordeel van de eenvoudige constructie verloren (figuur 6).

Aktieve oppervlakken loodrecht op de windrichting

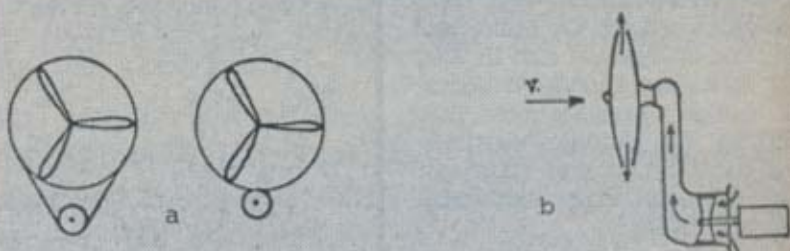
Bij dit type molen bewegen de bladen in een vlak loodrecht op de windrichting zoals bijvoorbeeld bij 'De Traanroeter' op Texel. De actieve oppervlakken zijn geplaatst onder een kleine invalshoek ten opzichte van de relatieve windrichting en ondervinden hierdoor een kracht loodrecht op deze windrichting. De relatieve windrichting wordt bepaald door toerental en windsnelheid. Enige uitvoeringsvormen van dit type molen zijn te zien in

de figuren 7 en 8. De typen 7a, b en c zijn langzaamlopers; d tot en met g snellopers. Deze worden ook wel aangeduid met een propeller-type, hoewel de molen niets met voortstuwing te maken heeft.

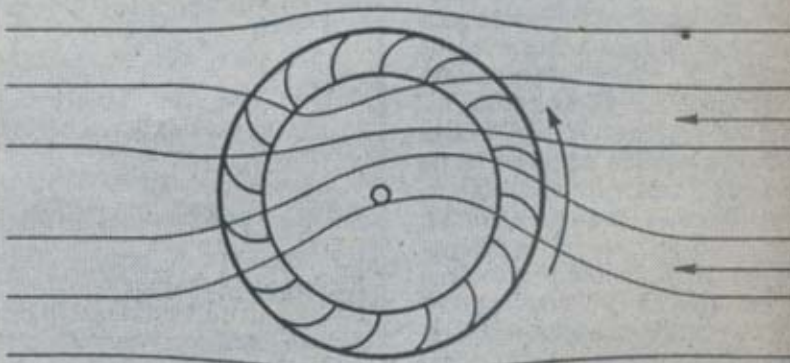
Het grote voordeel van dit type molen is de grote tipsnelheidsver-

houding en vermogenscoëfficiënt.

De meesten zijn uitgevoerd met horizontale as, te vergelijken met een axiale turbine. Er zijn echter ook molens met verticale as, die tot deze groep gerekend moeten worden, zoals bijvoorbeeld het radiale turbinetype (figuur 9), waar-



Figuur 8: Horizontale as-molens met laag zwaartepunt.



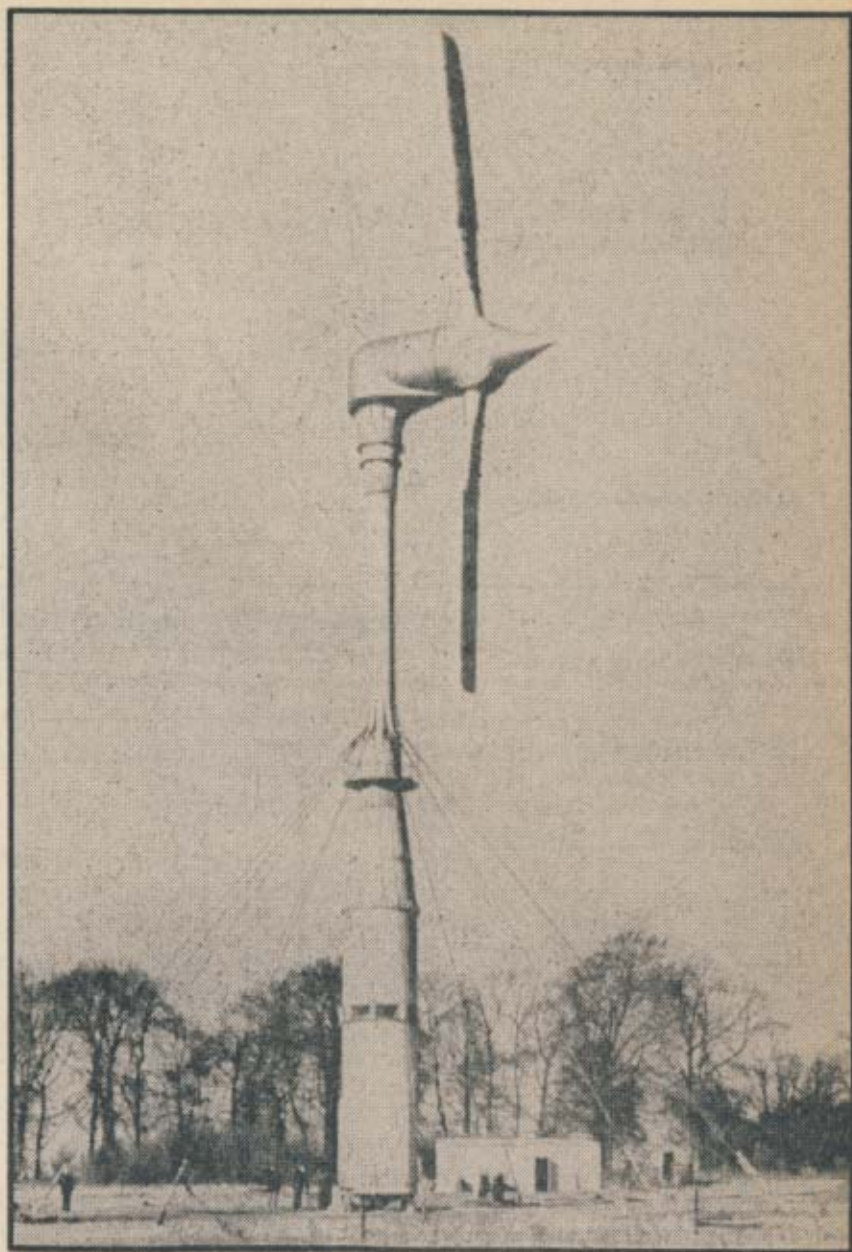
Figuur 9: Radiale windturbine.

bij de windrichting loodrecht op de as staat. Ook de Darrieus molen behoort tot deze groep. Deze in 1927 gepatenteerde molen is opnieuw in de belangstelling gekomen door onderzoek dat de National Research Council in Canada er aan heeft verricht.

Horizontale as windturbines

Een moeilijkheid bij horizontale as molens is de vermoeiingsbelasting. Als de rotor bovenwinds (vóór de toren) is gemonteerd, komt de toren bij het passeren van een blad in de windschaduw. Hierdoor kan vermoeiingsbreuk van de toren optreden. Is de rotor benedenwinds geplaatst, dan komt het blad in de windschaduw van de toren, hetgeen vermoeiingsbreuk van de rotor kan veroorzaken. Voorts hebben horizontale as molens een inrichting nodig om de rotor op de wind te richten (krulen). Een ander nadeel van de horizontale as molen is de zware constructie van de toren, doordat het zwaartepunt van de zware tandwieloverbrenging zo hoog ligt. Men heeft dit trachten te ondervangen door constructies als in figuur 8 weergegeven. Bij het type van figuur 8a wordt het vermogen afgenomen langs de omtrek. Men heeft dan een hoog toerental ter beschikking op geringe hoogte. Figuur 8b geeft het principe van de Andreau molen weer. Deze bestaat uit holle wieken welke als centrifugaalpomp werken en lucht aanzuigen langs een snellopende luchturbine (zie figuur 10). In plaats van het rendement van de mechanische overbrenging heeft men hier te maken met het rendement van de rotor als centrifugaalpomp en het rendement van de luchturbine. Het totale rendement van een dergelijke molen is aan de lage kant.

Op het ECN terrein in Petten is een proefopstelling van een windturbine met horizontale as en een rotordiameter van 25 meter (25 m HAT, HAT is een afkorting van Horizontale As Turbine) ge-



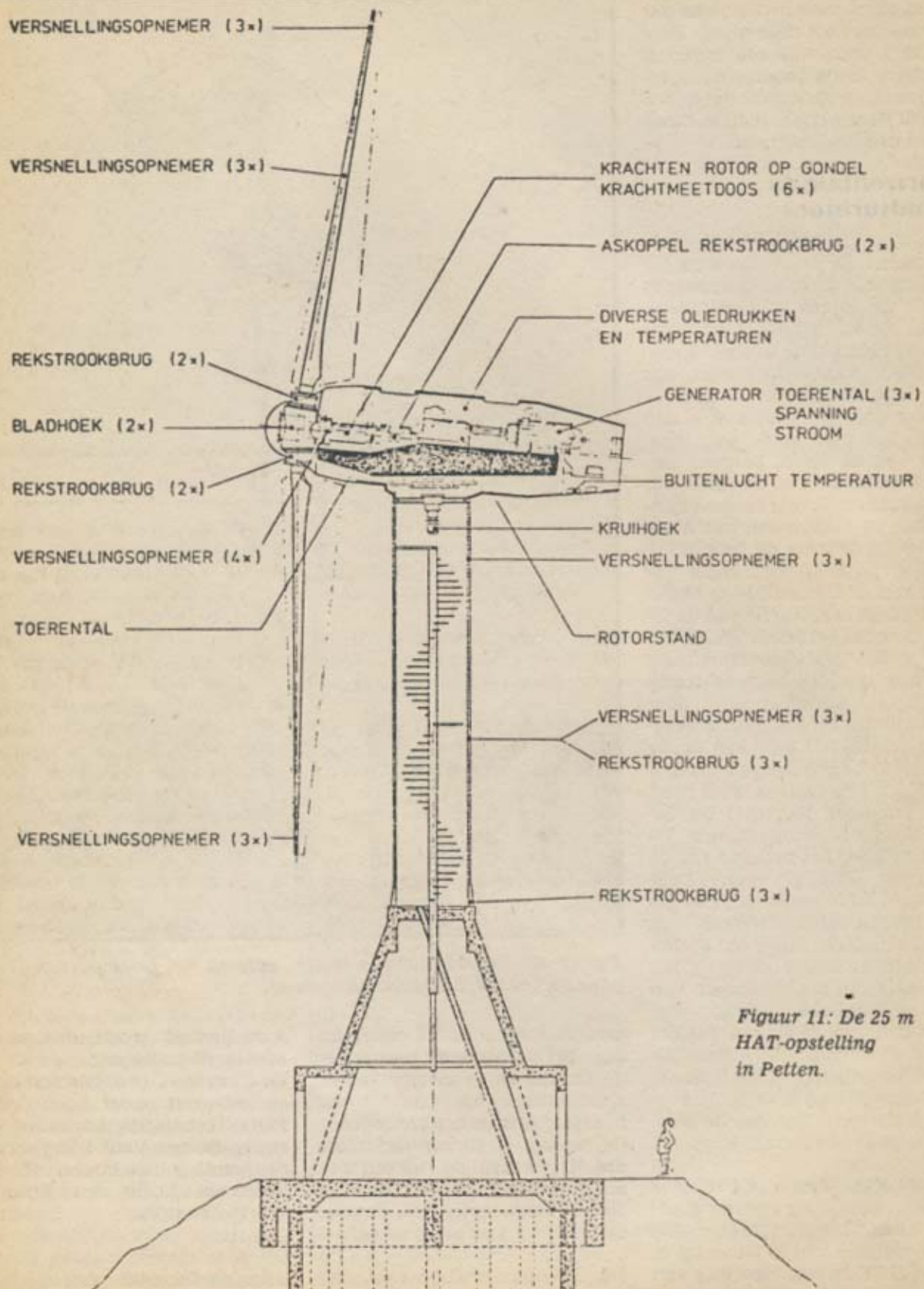
Figuur 10: Enfield-Andreau molen, volgens het principe van figuur 8b, 100 kW, St. Albans, Engeland.

plaatst. Getest wordt onder andere het dynamische gedrag van de turbine en de invloed van de windkracht op de totale constructie en in het bijzonder op de wieken. Wanneer de molen draait, vormen de wieken een schijf met een oppervlakte van 500 vierkante meter waar de wind een enorme kracht op uitoefent.

De trillingsverschijnselen die daarvan een gevolg zijn, zijn van

grote invloed op de bedrijfszekerheid en de veiligheid.

De 25 m HAT is ontworpen door en gebouwd onder leiding van FDO Technische Adviseurs bv, onderdeel van VMF Stork, in samenwerking met Fokker, Kema, Nationaal Lucht- en Ruimtevaart-laboratorium, Rademakers, Holec en de TH Eindhoven. Op deze manier werden potentiële producenten van componenten van wind-energie con-



*Figuur 11: De 25 m
HAT-opstelling
in Petten.*

versiesystemen in een vroeg stadium bij de ontwikkeling van een windturbine betrokken.

De 25 m HAT is geen prototype van een windmolen van een dergelijke omvang, maar een meetopstelling om de constructie van grote windturbines voor te bereiden. De proefopstelling is voorzien van uitgebreide meetapparatuur (figuur 11). De versnellingsopnemers die zijn gemonteerd op de rotorbladen meten de doorbuiging en de torsie van de bladen. De rotorbladen zijn voor een belangrijk deel vervaardigd uit kunststof vanwege de goede verhouding tussen sterkte en gewicht en de goede weerstand tegen vermoeingsverschijnselen. Het elektrische systeem bestaat uit een gelijkstroomgenerator en een statische omzetter, die de gelijkstroom omzet in wisselstroom. Deze laatste wordt tenslotte getransformeerd tot de netspanning van 10 kV en door het PEN (Provinciaal Elektriciteitsbedrijf Noord-Holland) aangesloten op het lokale net. Hierdoor is het systeem voldoende flexibel om ten behoeve van de uit te voeren experimenten de nodige variatie te kunnen aanbrenge in de operationele condities. Als vestigingsplaats is het ECN terrein gekozen vanwege het gunstige windaanbod en de aanwezigheid van een infra-structuur ten behoeve van de experimenten en de uitwerking van de meetresultaten. De bedrijfsvoering en de uitvoering van het experimentele meetprogramma zijn opgedragen aan het ECN.

Elektrisch vermogen

Het afgegeven elektrisch vermogen P van de hierboven genoemde windturbine wordt bepaald door de formule:

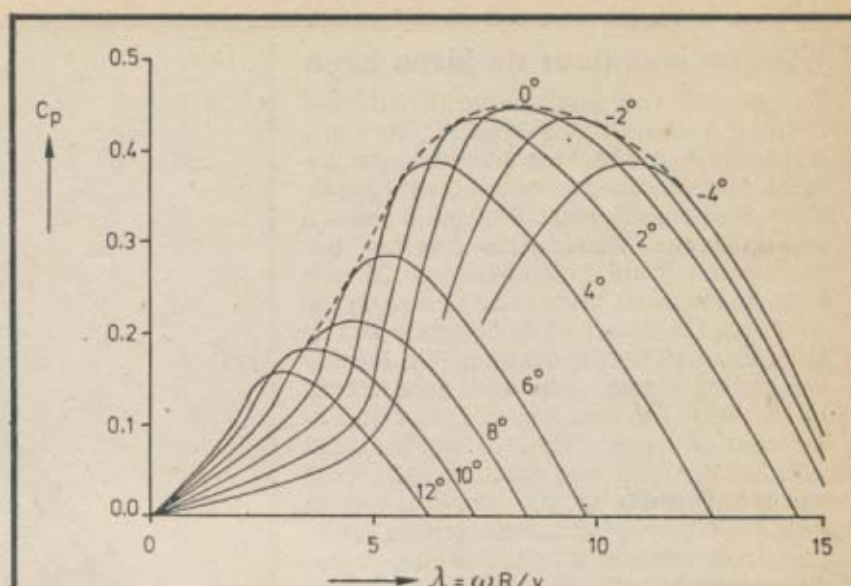
$$P = \frac{1}{2} \rho v^3 C_p n_{tr} n_g R^2 \text{ met } P \leq P_r \text{ en } P=0 \text{ als } v > v_{out}$$

waarin: ρ = luchtdichtheid (kg/m^3)

v = momentane windsnelheid (m/s)

n_{tr} = transmissie-rendement

n_g = generator-rendement



Figuur 12: Aangepaste berekende C_p -curves voor diverse bladhoeken van een grote horizontale as windturbine.

C_p = vermogenscoëfficiënt

R = straal van de rotor (m)

P_r = nominaal vermogen, bepaald door de grootte van de generator (W)

v_{out} = de windsnelheid waarbij de windturbine wordt stilgezet om beschadigingen te voorkomen.

Blijkens deze formule is de vermogenscoëfficiënt C_p gelijk aan de verhouding van het aan de rotor afgegeven vermogen en het aangeboden windvermogen. De vermogenscoëfficiënt is een functie van de tipsnelheidsverhouding λ en van de bladhoek van de rotorbladen. De tipsnelheidsverhouding is gedefinieerd als

$$\lambda = \frac{\omega r}{v}$$

waarin ω = hoeksnelheid van de rotor in rad/s. De bladhoek kan worden gevarieerd door de molen van een bladhoekverstellingsmechanisme te voorzien. De C_p functie is verder afhankelijk van het type windturbine en de vormgeving van de rotorbladen. Voor een grote horizontale as windturbine is C_p als functie van voor diverse bladhoeken door het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium berekend. Op grond van experimentele resultaten welke werden verkregen door me-

tingen uitgevoerd in een windtunnel, zijn de berekende C_p - λ curves, met name voor kleinere λ 's, aangepast. De op deze wijze aangepaste curves zijn te zien in figuur 12. Het nominaal vermogen P_r bepaald door de grootte van de generator, is het maximale vermogen waarmee de generator continu mag worden belast. In de eerste formule is aangenomen dat altijd geldt $P \leq P_r$. In de praktijk zal de generator tijdelijk mogen worden overbelast.

Het afgegeven elektrisch vermogen P van een windturbine als functie van de windsnelheid wordt de vermogenskarakteristiek van de windturbine genoemd. Deze karakteristiek wordt bepaald door de eerstgenoemde formule en is door de afhankelijkheid van de vermogenscoëfficiënt C_p mede afhankelijk van de wijze van regeling van de windturbine. Men onderscheidt de volgende regelingen: Met constant toerental en constante bladhoek, met constant toerental en variabele bladhoek en op maximale C_p . Eén en ander is te zien in figuur 13.

Vertikale as windturbines (VAT)

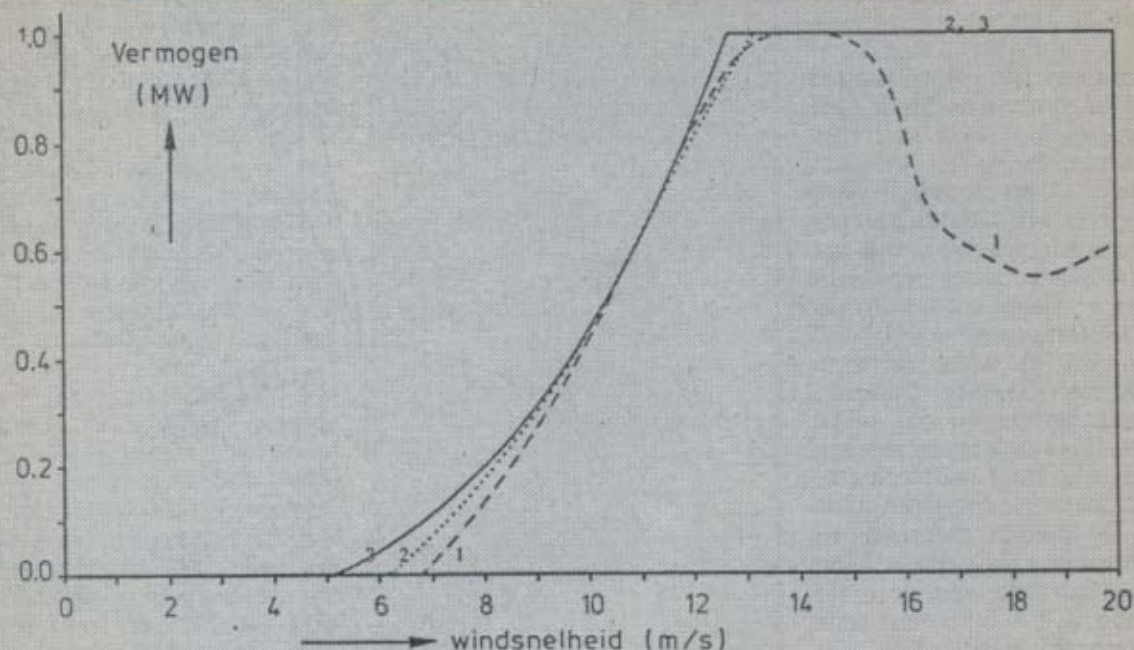
De snelopende windturbine met

Windmolens door de jaren heen

Het gebruik van windenergie is sinds het bestaan van de mens bekend. Voor het transport van goederen maakte men gebruik van zeilschepen, waarbij de Egyptenaren en Sumeriërs zo'n 6000 jaren geleden voorop liepen. Windmolens kwamen pas veel later in de belangstelling. Direkte voorloper was de waterradmolen zoals die 1000 voor Christus aan de oostzijde van de Middellandse Zee voorkwam. De energie van een stromende rivier werd gebruikt om bijvoorbeeld een stuk land te bevoelen. Later werd de energie van de rivier gebruikt voor het vermalen van graan en dat brengt ons in de zevende eeuw na Christus toen in Perzië hiervoor windmolens werden toegepast. In de elfde eeuw begon de opmars van de windmolen in Europa. Het waren echter molens die niet met de wieken op de windrichting konden worden geplaatst. Dit type voldeed niet en rond 1300 zien we de eerste kruibare molen. Behalve bij de droogmakerijen gingen de molens een steeds grotere rol spelen bij de industrialisatie. De mogelijkheden van de 600 molens die een paar eeuwen geleden in de Zaanstreek draaiden waren haast onbeperkt: hout zagen, graan malen, papier maken uit vossen, gort en rijst pellen, het produceren van snuif, mosterd, cacao, krijt en verfstoffen enz. enz. Het geïnstalleerde vermogen in de Gouden Eeuw was ongeveer 50 à 100 MW. Bij 'n bedrijfstijd van 2000 uren per jaar en een bevolking van 2 miljoen komt dit overeen met een jaarlijkse productie van 50 à 100 kWh mechanische energie per inwoner. Een productie die het mechanisch vermogen van een aantal ontwikkelingslanden overtreft! Een oude Hollandse molen die sinds 1965 voor de opwekking van elektriciteit wordt gebruikt is de uit 1727 daterende 'De Traanroeier' op Texel. Deze molen heeft een wiek diameter van 22,5 meter en is berekend op een windsnelheid van 8,5 meter per seconde (nominaal vermogen 50 kW). De molen heeft in 1971 en 1972 respectievelijk 27.500 en 25.800 kWh geleverd, dat getuigt van de totale windenergie bij Den Helder van 2000 kWh per vierkante meter niet hoog is. Een moderne molen van een dergelijke diameter moet namelijk 2,5 keer zoveel energie kunnen leveren. Oorzaak is onder andere het feit dat De Traanroeier in de bebouwde kom staat opgesteld. Het toerental van deze Hollandse molen wordt geregeld door zelfzachtende jaloezieën en fokremkleppen. Bij windsnelheden van minder dan 5,5 meter per seconde worden de jaloezieën en fokremkleppen geopend en de molen stilgezet. Bij windsnelheden groter dan 11 meter per seconde zwichten de jaloezieën door de windkracht achterwaarts weg. Hierdoor worden tevens de fokremkleppen geopend, waardoor het aerodynamische rendement afneemt en overbelasting van de generator wordt voorkomen. Bij zeer sterke windstoten worden de jaloezieën en fokremkleppen automatisch in werking gesteld door een zogenaamde 'stormlepel'. In schril contrast met De Traanroeier staat de Smith-Putnam molen op Grandpa's Knob in Vermont. Het is de grootste windmolen die ooit elektriciteit leverde. De benedenwinds geplaatste twee-bladige rotor had een diameter van 53 meter. De molen was ontworpen voor een windsnelheid van 13 meter per seconde. De rotor werd hydraulisch op de wind gericht en bevond zich 34 meter boven de grond. De molen heeft ruim 1000 bedrijfsuren gemaakt en een vermogen van 1,25 MW geleverd, voordat in maart 1945 een rotorblad door vermoeiing afbrak.



De Smith-Putnam molen op Grandpa's Knob.



Figuur 13: Vermogenskarakteristieken van een windturbine, rotorstraal $R = 25$ (meters) en nominaal vermogen $P_r = 1,0$ MW, voor een drietal regelstrategieën. 1 - constant toerental en constant bladhoek 2 - constant toerental en variabele bladhoek 3 - maximale $C_p = 0,45$

vertikale as heeft het voordeel dat de werking onafhankelijk is van de windrichting zodat niet gekruist hoeft te worden. De generator kan vast worden opgesteld aan de voet in plaats van op het hoogste punt van de installatie, zoals dat het geval is bij de HAT. Een ander voordeel is dat de bladen over de gehele lengte een constante dwarsdoorsnede hebben waardoor zij in principe goedkoper zijn dan andere rotorbladen. Een nadeel is dat de wieken niet zonder hulpmiddel door de wind op gang kunnen worden gebracht.

Een ander verschil met de HAT is, dat de vermogenscoëfficiënt en daarmee de energieopbrengst lager is. Op zich behoeven beide punten niet tot verwerping van de VAT te leiden, want uiteindelijk telt voor het succes van de windmolen slechts het kostencriterium: de kWh prijs over de levensduur van de machine. In het kader van het Nationaal Onderzoekprogramma Wind-energie is in 1976-1977 een VAT gebouwd ter beproeving van zo'n type

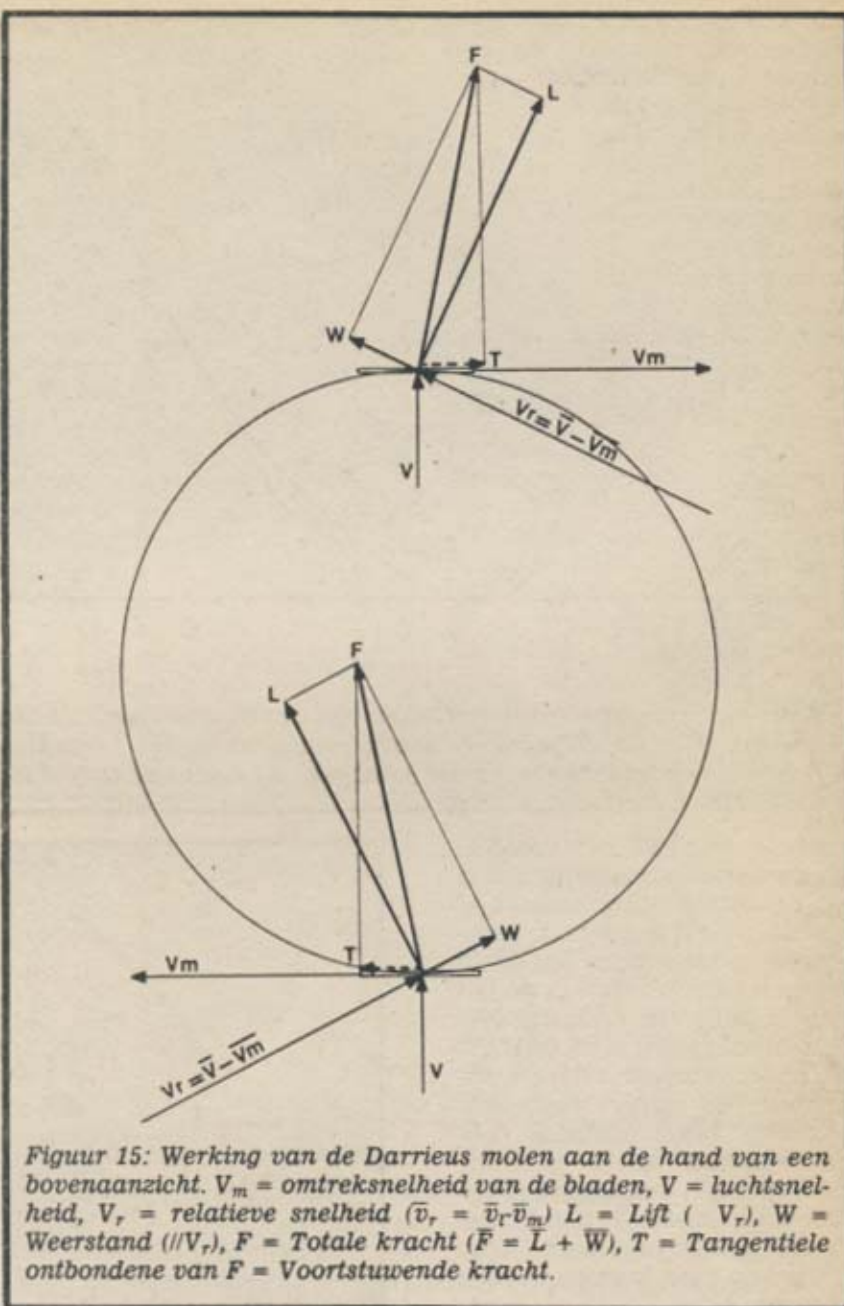


Figuur 14: Darrieus molen, zoals in onderzoek bij de NASA, Langley, (Amerika) en bij Fokker in Schiphol-Oost.

windmolen in Nederland. Deze windturbine stond tot november 1980 op het terrein van Fokker in Schiphol-Oost. De rotordiameter van de Darrieus was 5,3 meter, het frontaal oppervlak 18,3 vierkante meter. De molens van het Darrieus type beschikken meestal over 2 of 3 al dan niet geprofileerde bladen. Deze zijn om een verticale as aangebracht in de vorm van een kettinglijn (figuur 14). Hierdoor wekken bij het draaien van de rotor centrifugaal-krachten slechts trek- en geen buigspanningen op, zodat de bladen niet al te zwaar worden belast. (Daar staat echter tegenover dat de treksapningen in de bladen bij gelijke diameter en treksnelheden hoger zijn dan bij het propeller-type, dat er meer aanleiding is tot aero-elastische trillingsverschijnselen, dat een toerenregeling moeilijker is en dat de fixering van het toplager extra problemen kan opleveren.) De werking blijkt uit figuur 15. Wanneer een beginsnelheid wordt gegeven zullen onder invloed van de eigen snelheid (V_m) en de wind (V) een lift (L) en een weerstand (W) ontstaan. Deze vormen tezamen een kracht (F), waarvan de ontbondene (T) een voortstuwende werking heeft. Deze molen zou een aerodynamisch rendement kunnen halen van 70% bij een tipsnelheidsverhouding van 5 à 7. Bij proefnemingen in 1973 door Southern Rangi (National Research Council, Canada) bleek bijvoorbeeld een 2-bladige molen met een kettinglijndiameter van 4,3 meter bij een windsnelheid van 5,6 meter per seconde een vermogen van 0,5 kW op te wekken. Hierbij was het aerodynamisch rendement 60%. Een dergelijke molen is ook in onderzoek bij NASA, Langley Research Center.

Tipvane onderzoek

Een belangrijk nadeel van wind-energie is de geringe energiedichtheid in wind. Een systeem dat in Nederland door de TH Delft - en inmiddels ook in diverse andere landen - wordt



Figuur 15: Werking van de Darrieus molen aan de hand van een bovenaanzicht. V_m = omtreksnelheid van de bladen, V = luchtsnelheid, V_r = relatieve snelheid ($\vec{v}_r = \vec{v}_r - \vec{v}_m$) L = Lift (V_r), W = Weerstand (V_r), F = Totale kracht ($\vec{F} = \vec{L} + \vec{W}$), T = Tangentiele ontbondene van F = Voortstuwende kracht.

ontwikkeld is het zogenaamde tipvane systeem. Tipvanes zijn kleine hulpvleugels aan de rotorblad-uiteinden die de massastroom door het rotorvlak vergroten.

Een langzaam lopende tipvane turbine is in het najaar van 1980 met succes in de praktijk in Amerika gedemonstreerd. Nog in sterkere mate dan bij conventionele turbines geldt voor tipvane turbines dat snellopers betere prestaties en een betere economie kun-

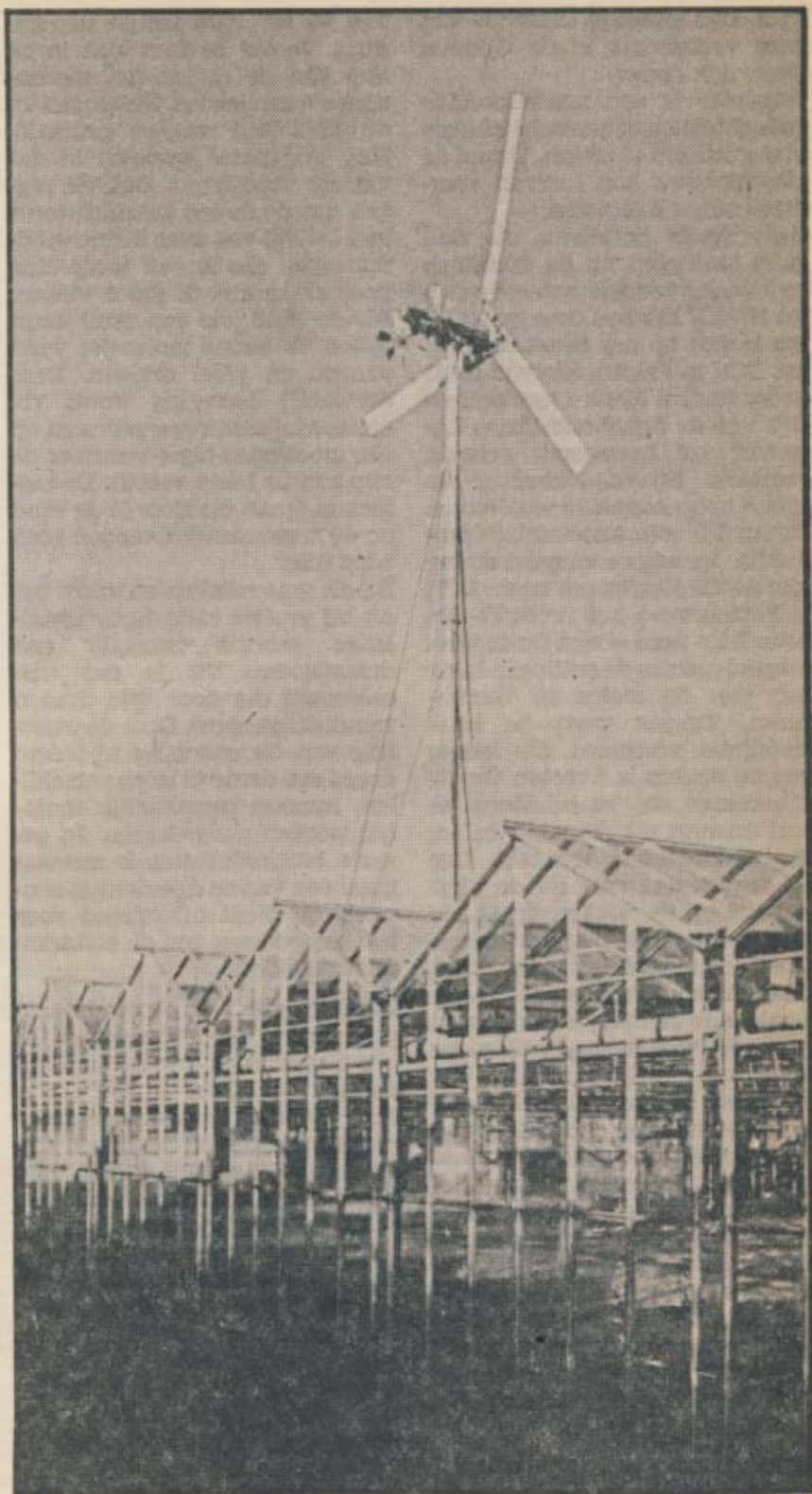
nen hebben dan langzaamlopers, mits schadelijke weerstanden voldoende worden geminimaliseerd en de trillingsproblemen van snellopers worden overwonnen. Het onderzoek aan de TH Delft is aangevangen met windtunnel-experimenten ter verifiëring van het principe van de massa-stroomvergroting. Tijdens deze experimenten werd tevens ontdekt dat kunstmatig mengen van het turbine-zog met de buitenstrooming een tweede stro-

mingsmechanisme vormt waarmee vermogens-vergroting kan worden bereikt (zogenaamd 'ejecteur-effect'). Op beide methodes is inmiddels octrooi aangevraagd.

Mocht het tipvane gedrag niet in belangrijke mate worden beïnvloed door atmosferische turbulentie en windrichtingsvariëaties, dan mag men op grond van de huidige beschikbare berekeningen en windtunnelresultaten van een eerste generatie snellopende tipvane-turbine een 2,5-voudige vergroting van de vermogenscoëfficiënt verwachten. Men kan deze winst bijvoorbeeld gebruiken om de ontwerp-windsnelheid van windturbines te verlagen zonder dat het geïnstalleerde vermogen, de constructie of de diameter worden gewijzigd. Enigszins afhankelijk van het windklimaat zou dit resulteren in een 60 à 70% hogere energieopbrengst, tegen naar schatting 15% hogere turbinekosten.

Gedecentraliseerde toepassing

Bij gedecentraliseerde toepassing van windenergie wordt een bedrijf of particulier door één of meer windturbines energie geleverd. Dat kan via de omzetting in elektriciteit, zoals bij de windenergieparken het geval is, of via de omzetting in warmte. Ook kan de mechanische energie zoals vroeger bij de oude Hollandse molen het geval was, direct worden benut. Het probleem is alleen dat het windaanbod vaak niet met de vraag naar energie samenvalt: de gebruiker houdt over of komt te kort. Door toepassing van kleine opslagsystemen als accu's of in de vorm van koeling of verwarming van een ruimte, kan het overschot worden opgevangen. Bij een tekort zal er een beroep moeten worden gedaan op het openbare net. Naast het omzetten van wind-energie in elektriciteit kan de direct opgewekte mechanische energie worden gebruikt voor polderbemaling, houtzagen, graan malen en dergelijke.



Figuur 16: De Lagerweij van de Loenhorst molen heeft een rotordiameter van 10,3 meter. De mast is te stellen van 6 tot 24 meter, het generatorvermogen (kVA) is 10/2 15/3 en de generatorspanning (V) is 3 x 380. De start windsnelheid is 4 m/s, de maximum toelaatbare windsnelheid 40 m/s).

lijke. Dus eigenlijk hetzelfde wat onze voorouders in de Gouden Eeuw ook deden.

Tenslotte is een aantrekkelijke gedachte de mechanische energie in warmte om te zetten. Vooral de glastuinbouw zou hiervan voordelen kunnen plukken.

Nederlandse bedrijven, die zich gaan toeleggen op de fabricage en levering van windmolens van 5 tot 100 kW kunnen deze gratis laten testen op het teststation bij het ECN in Petten. Hiervan heeft onder andere Henk Lagerweij en Gijs van de Loenhorst (firma Lagerweij v/d Loenhorst) gebruik gemaakt. Zij ontwikkelden de eerste netgekoppelde windmolen (figuur 16) voor serie-matige productie. In nauwe samenwerking met de TH Eindhoven en de ECN in Petten werd het produkt verbeterd. Zo werd er een derde wijk toegevoegd om de trillingen in de kop van de molen te verminderen. Tevens werd de kruiinstallatie verbeterd. De lengte van de wieken is 5 meter. Om te voorkomen dat ze bij storm te veel energie uit de wind halen, zijn ze zwenkend gemaakt. Dat wil zeggen dat wanneer de wind te hard op de wieken drukt, de wieken naar achteren worden geduwd. Wanneer het zeer hard waait zullen de wieken zelfs helemaal in de richting van de wind gaan staan (baanstand). Hierdoor is het onmogelijk geworden dat de molen in normaal bedrijf een te grote kracht in de richting van de as (axiale kracht) te verwerken krijgt. Het toerental van de wieken wordt onder alle omstandigheden begrensd door toepassing van een door centrifugaal gewichten bediende bladhoekverstelling. Dus de hoek die de wieken ten opzichte van de aanstromende wind maken, wordt geregeld door zowel veerspanning als centrifugaalgewichten.

In de molenkop wordt de mechanische energie van de draaiende molenas omgezet in bruikbare elektriciteit. De generator wordt aangedreven via een versnellingskast (1 : 17). Het toerental van de wieken wordt daarmee verhoogd

van 60 tot 1000 toeren per minuut. Verder bevindt zich in de kop van de molen het mechanisme waarmee het wiekenstel op de wind kan worden gedraaid. Het toegepaste systeem is dat van de wind-servo. Dat wil zeggen dat de molen gekruidd wordt met behulp van twee kleine windmolentjes die in een loodrechte hoek staan met de grote wieken. Als de wind iets van opzij komt zullen de kleine molentjes wind vangen en gaan draaien. Deze draaiende beweging wordt via een aantal assen overgebracht op een grootkrans-lager waarmee de kop aan de toren vastzit. De molenkop draait hierdoor in de wind en de kruimolentjes vangen geen wind meer.

Bij dit type windmolen wordt net als bij grotere elektrische installaties gebruik gemaakt van draaistroom. Dit is een wisselstroom die door drie draden wordt aangevoerd. Door de wisseling van de spanning in iedere draad een derde te laten verschillen, kunnen gemakkelijk motoren worden aangedreven. In gewone huisinstallaties is meestal maar één van de drie draden aanwezig en dient uitsluitend voor het terugvoeren van de elektriciteit (nulleider).

De elektriciteit die de windmolen produceert wordt opgewekt in een a-synchrone draaistroom generator van 10 tot 15 kW. Dit is een gewone draaistroommotor met kortsluitanker die boven zijn synchrone toerental draait. Het synchrone toerental wordt bepaald door de frequentie van het net waarmee we te maken hebben. In Nederland is dit 50 Hertz, dat wil zeggen de draaistroom kan 50 keer per seconde een rotor laten ronddraaien. Dit komt overeen met $60 \times 50 = 3000$ omwentelingen per minuut. Door toepassing van een veelvoud van drie spoelen kan het toerental worden verlaagd tot 1500, 1000, 750 omwentelingen per minuut enz.

In de Lagerweij v/d Loenhorst molen wordt een draaistroommotor van 1500 omwentelingen per

minuut gebruikt. Als het kortsluitanker van de motor langzamer draait dan dit toerental, zal er stroom worden gebruikt, als de motor sneller dan dit toerental gaat draaien zal er ook een stroom gaan lopen. Deze wordt echter niet gebruikt maar geproduceerd. In praktijk zal de motor of generator de maximaal toelaatbare hoeveelheid stroom geven als het toerental ongeveer 4% hoger ligt dan het synchrone toerental.

De generator kan alleen werken wanneer deze aan het elektriciteitsnet is gekoppeld. Het net levert in feite de spanning en de frequentie van de elektriciteit. De molen produceert alleen stroom. Het is zelfs zo dat als geen bijzondere voorzieningen worden getroffen de molen door het net aangedreven zal worden als er te weinig wind is. Dit is natuurlijk niet de bedoeling. Daarom is er een vrij ingewikkelde netkoppelingkast nodig die zo ongeveer de volgende functies vervult:

- de molen kan alleen op het net worden gekoppeld als het toerental voldoende is
- de inschakelstroomstoot wordt zo klein mogelijk gehouden door toepassing van inschakelweerstand
- de zogenaamde blindstroom wordt door condensatoren beperkt
- de molen wordt bij netuitval automatisch van het net losgekoppeld zodat de molen nooit zelfstandig een net kan opbouwen
- de generator kan niet worden overbelast; er is een thermische beveiliging aanwezig
- de molen wordt ontkoppeld wanneer de machine als motor zou gaan werken
- bij netuitval en/of generator storingen, wordt de molen automatisch uit de wind gedraaid
- indien er ontoelaatbare spannings- of frequentie variaties optreden, wordt de molen uitgeschakeld
- een ampèremeter maakt het

- kontrolleren van de geleverde stroom mogelijk
- handbediening van de kruiinstallatie door middel van drukknoppen

Wanneer de netkoppeling tot stand is gebracht is het mogelijk dat er meer elektriciteit wordt geproduceerd dan er wordt verbruikt. Zonder speciale voorzieningen zou de verbruiksmeter dan terug gaan draaien. Voor de afnemer natuurlijk een prima zaak, men krijgt voor de teruggeleverde energie evenveel als men er bij gebruik voor betaalt. In de praktijk zal het energiebedrijf hiertegen bezwaar maken. Voor de terug geleverde energie wordt aanzienlijk minder betaald dan voor de gebruikte. Vandaar dat er twee afzonderlijke meters moeten worden geïnstalleerd.

Omzetting in elektriciteit

Overigens zijn er verschillende manieren om wind-energie in elektrische energie om te zetten. De a-synchrone generator (1) die net is genoemd heeft als nadeel dat de toepassing een sterk wisselstroomnet vereist, waardoor het niet mogelijk is deze machines op zeer grote schaal toe te passen. Een ander nadeel is dat de generator blindstroom uit het net betreft. Dit effect wordt belangrijker naarmate het wind-energievermogen dat aan het net is gekoppeld, toeneemt.

Naast a-synchrone, zijn er ook synchrone draaistroomgeneratoren (2). Deze hebben echter als nadeel dat bij directe koppeling aan het net het toerental zeer stringent konstant moet worden gehouden. Vandaar dat de synchrone draaistroomgeneratoren niet dikwijls worden toegepast. Met de gelijkstroomgenerator (3) met omzetter van gelijkspanning naar wisselspanning (mutator) kan met een variabel toerental worden gewerkt waardoor de energieopbrengst wordt vergroot. Deze methode wordt weinig toegepast omdat de gelijkstroomgenerator veel toezicht en onder-

houd vergt en niet geschikt is voor hoge spanningen. Dit systeem wordt overigens wel gebruikt bij de 25 m HAT in Petten om de gelijkstroom-machine op eenvoudige wijze als motor en als generator te kunnen bedrijven. De synchrone draaistroomgenerator (4) met gelijkrichter en mutator is in feite vergelijkbaar met de vorige, maar het daar genoemde bezwaar treedt hier niet op. Voor toepassing in een VAT is bij de TH Eindhoven onderzoek gaande dit systeem ook in motorbedrijf toe te passen. Tevens is aan de TH Eindhoven een onderzoek gestart aan de a-synchrone draaistroomgenerator (5) met zelfbekspraking, gelijkrichter en mutator. Deze geeft in vergelijking met voorgaande methode een lager rendement, maar er wordt een eenvoudiger generator toegepast.

Buiten het Nationaal Onderzoekprogramma Wind-energie, ondermeer aan de TH Eindhoven en de TH Delft en in Duitsland, is ontwikkelingswerk verricht aan de rotor gevoede a-synchrone draaistroomgenerator. Deze omzetting heeft een aantal gunstige eigenschappen en zal waarschijnlijk worden toegepast in het Duitse Growian windturbine.

Met name de eerste (a-synchrone) en de vierde methode komen in aanmerking voor omzetting van mechanische in elektrische energie. De eerste methode is veelal goedkoper, maar door het toepassen van mutatoren is de vierde weer in het voordeel. De windturbines kunnen hierdoor flexibeler aan het net worden gekoppeld. Bovendien is er het voordeel om met een variabel toerental te kunnen werken waardoor de opbrengst enige procenten toeneemt. Dit laatste zal nog in Petten worden uitgetest.

Wat in ieder geval wel moet worden onderzocht is de storing van windturbines op telecommunicatienetten. Op dit punt is theoretisch onderzoek verricht door het dr. Neherlaboratorium van de PTT waarbij bleek dat een windturbine niet binnen een afstand

van 100 meter van een verbinding tussen twee stations van het microgolf telecommunicatienetwerk mag worden geplaatst.

Ook moet een windturbine minstens 6 kilometer zijn verwijderd van radiozenders en hier en daar gelden beperkingen ten aanzien van de hoogte van de obstakels die worden opgericht (bijvoorbeeld in de buurt van de satelliet-antenne te Burum).

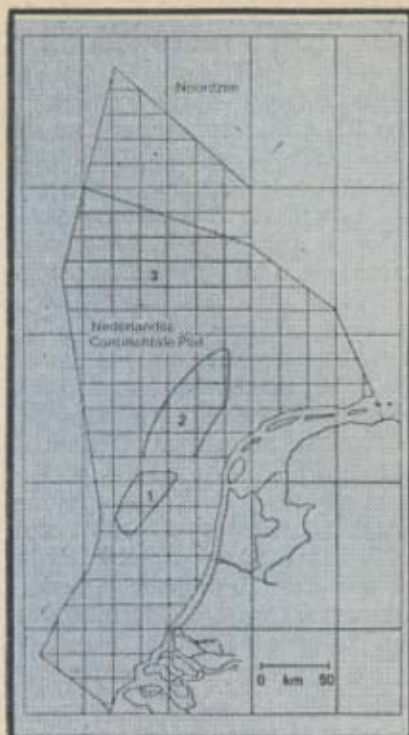
Een belangrijk gegeven voor de plaatsing van windturbines en tevens onderwerp voor verder onderzoek is de werkzame doorsnede van een windturbine voor bepaalde vormen van elektromagnetische golven. Deze doorsnede is een maat voor de verstrooiing die optreedt als de windturbine binnen het stralingsbereik van een zender is opgesteld. Ten aanzien van het vaste telecommunicatienetwerk, de radio- en televisiezenders en het netwerk voor de mobiele diensten gelden bepaalde restricties met betrekking tot de stoorsignalen die door een obstakel in een bepaalde telecommunicatiedienst mogen worden veroorzaakt. Voor iedere mogelijke vestigingsplaats moet derhalve een onderzoek worden verricht, waarbij enerzijds de werkzame doorsnede en anderzijds de geometrische en technische karakteristieken van het telecommunicatienet ter plaatse de belangrijkste parameters zijn. Uit verschillende berekeningen aan een model blijkt dat een belangrijke reductie van de werkzame doorsnede kan worden bereikt door op de rotorbladen een dunne deklaag met zorgvuldig gekozen elektrische eigenschappen aan te brengen. Bij televisie treedt het verschijnsel op van spookbeelden, die ontstaan als gevolg van het tijdsverschil tussen het directe en het verstrooide signaal. Tevens dient rekening te worden gehouden met het feit dat het draaien van de molenwieken tot een extra kwaliteitsverslechtering kan leiden ten gevolge van synchronisatie-verlies in de ontvanger.

Centrale systemen

Bij gecentraliseerde toepassing van windenergie moet men denken aan betrekkelijk grote windturbines met een wiekdiameter groter dan 20 meter die in aantallen van meer dan 50 bij elkaar worden geplaatst (wind-energiepark). In verband met de onderlinge beïnvloeding (zoeffecten) kunnen de windturbines niet te dicht bij elkaar worden geplaatst. Als vuistregel kan worden gehanteerd een onderlinge afstand van 5 maal de diameter van de rotor. Wind-energieparken kunnen zowel op het land als op zee worden gebouwd. In het kader van het Nationaal Onderzoekprogramma Wind-energie heeft een werkgroep een studie gemaakt van de planologische aspecten van de toepassing op het land. Voor een eerste schifting zijn een aantal criteria geformuleerd die tot uitsluiting van een gebied kunnen leiden, namelijk overwegend wateroppervlak of bebossing en dergelijke. Verder werd met het windaanbod alleen aandacht besteed aan gebieden waar de gemiddelde windsnelheid minstens 6,5 m/s bedraagt op 40 meter hoogte. Na wikken en wegen bleef 30% van het Nederlandse grondgebied over, waar theoretisch plaats zou zijn voor 30.000 parksgewijs opgestelde windturbines met een wiekdiameter van 50 meter. Dit is echter een zeer ruwe benadering, omdat bijvoorbeeld niet rekening is gehouden met landbouw- of recreatiegebieden en dergelijke.

Ogenschoonlijk lijkt de plaatsing buitengaats minder problemen op te leveren. Weliswaar spelen factoren als waterstanden, stromingen, golven en uiteraard het aanbod van wind een ondergeschikte rol, maar de aanwezigheid van off-shore mijnbouw, scheepvaartroutes en visserijgebieden, militaire activiteiten, kustverdediging, recreatieve scheepvaart en energietransport beslist niet.

Er bleven na onderzoek drie gebieden over die in figuur 17 zijn



Figuur 17: Op deze kaart zijn de drie mogelijke gebieden aangegeven op het Nederlandse continentale plaat, die in aanmerking komen als lokatie voor windenergieparken op zee. Tezamen zouden er meer dan 50.000 grote windturbines geplaatst kunnen worden. De grootste van deze drie gebieden valt wegens de afstand af. Blijft over een ruimte waar 12.000 windturbines kunnen worden opgesteld en met alle beperkingen erbij in ieder geval 2500 (goed voor 2500 MW).

aangegeven. Het meest noordelijke gebied kan buiten beschouwing blijven, omdat het qua bodemgesteldheid het minst gunstig is van de drie gebieden. Bovendien ligt het aanmerkelijk verder van de kust, hetgeen leidt tot hogere energie- en transportkosten. De twee resterende gebieden beslaan een oppervlakte van 4000 vierkante kilometer. In vergelijking met de plaatsing van grote aantallen windturbines op land, biedt plaatsing op zee de volgende voordelen:

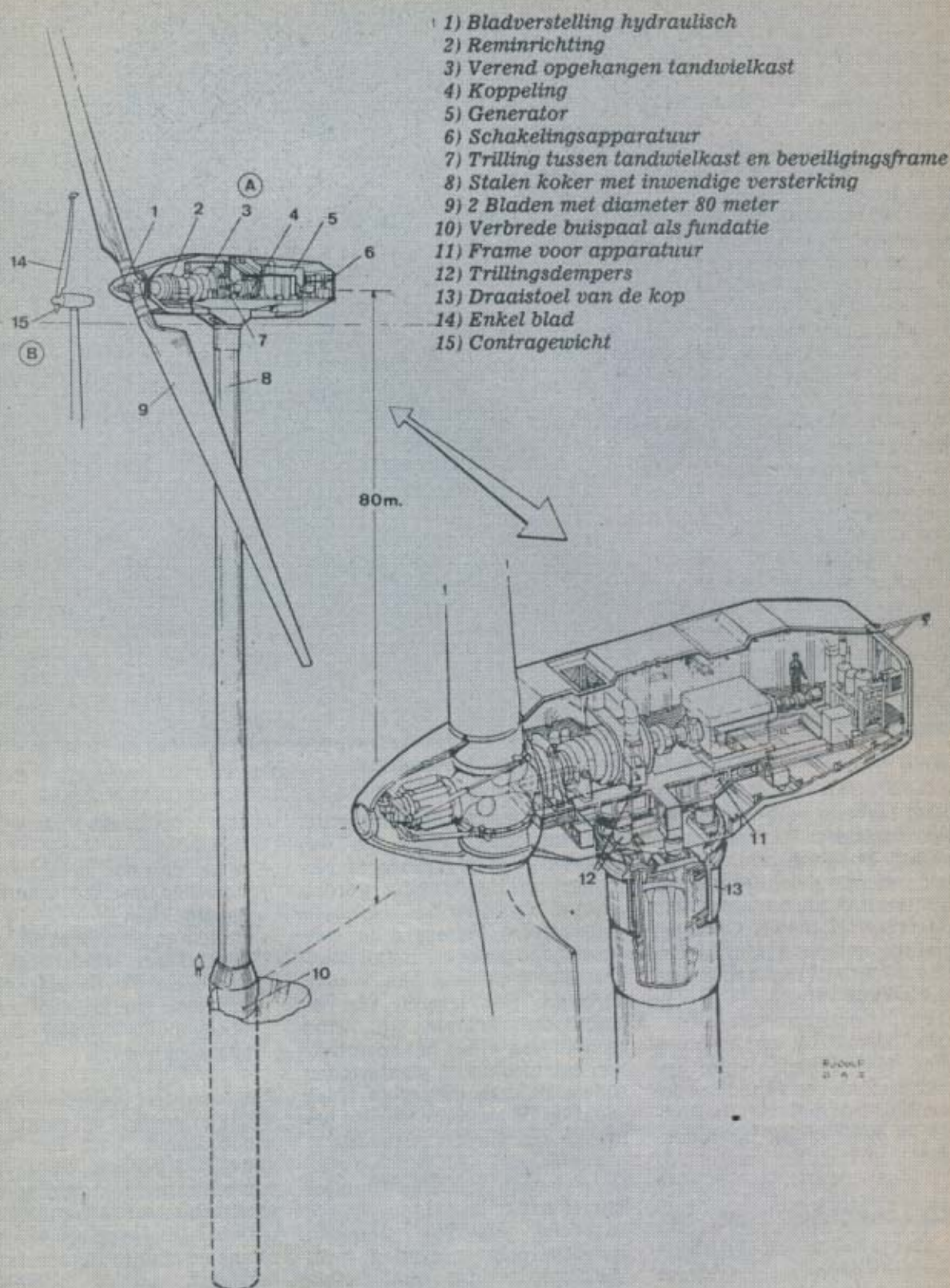
- de windturbines zitten elkaar niet in de weg

- er is geen sprake van horizonvervuiling
- eventuele geluidsproductie leidt niet tot overlast
- risico's voor de omgeving in de zin van rondvliegende propellers zijn minimaal

Hoewel de kosten iets hoger zijn verdient plaatsing van windturbines op zee de voorkeur. Althans, volgens het Nationaal Onderzoekprogramma Windenergie, dat het niet eens is met de visie van de Vereniging van Directeuren van Elektriciteitsbedrijven in Nederland. Zij achten de plaatsing op zee niet van belang en wijzen naar de kustprovincies en naar de gebieden rond het IJsselmeer.

Opslag

De integratie van wind-energie in het huidige elektriciteitsnet is moeilijk door het grillige aanbod van wind en de moeilijke voorspelbaarheid ervan. Dit probleem kan worden ondervangen door inpassing van een opslagsysteem kan worden ondervangen door inpassing van een opslagsysteem in de elektriciteitsvoorziening, bijvoorbeeld een zogenaamde Pomp-Accumulatie Centrale (PAC). Een PAC bestaat uit een opslagbekken en omkeerbare waterturbines (die dus als pompen kunnen werken). Op momenten van hoge elektriciteitsvraag levert een PAC aan het openbare net en op momenten van geringe vraag wordt energie opgeslagen. Dit laatste gebeurt dan met wind-energie of bij voldoende windaanbod met elektriciteit uit het openbare net. Door de snelle regelbaarheid van de waterturbines kan het grillige karakter van het windaanbod worden weggewerkt. Tevens is het mogelijk om bij een geschikt samenspel tussen windturbines, PAC en conventionele het rendement van de huidige elektriciteitsproductie enigszins te verhogen. Volgens onlangs gepresenteerde voorstellen kan aan de volgende PAC's in Nederland worden gedacht:



Figuur 18: Doorsnede van een eerste generatie windturbine (3 à 4 MW).



Figuur 19: Windturbines in het Europoortgebied (fotomontage).

- Plan Lieveense: dit behelst een bovengrondse PAC met een gering hoogteverschil tussen het energieopslagbekken en het omringende waterpeil van ongeveer 25 meter. Door dit geringe hoogteverschil is een relatief groot oppervlak van het bekken vereist.
- OPAC: ondergrondse PAC. Deze bestaat uit een op ongeveer 1200 meter diepte geconstrueerde opslagholte, gecombineerd met een natuurlijk of kunstmatig bovenbekken.

Plan Lieveense

Het Wind-energie en Elektriciteitsspaarbekken systeem (WESP) kan het wisselende aanbod van wind-energie op een goede wijze afstemmen op de vraag.

Door een goede bedrijfsvoering kan uit wind-energie en waterkracht een gegarandeerd vermogen ter beschikking worden gesteld, waardoor het thermisch geïnstalleerd vermogen in conventionele piek- en middenlast-centrales evenredig kan worden verlaagd. Het leveren van de elektrische energie uit wind rechtstreeks of uit het spaarbekken zal met name plaatsvinden tijdens de uren met grote vraag zodat op de kostbare fossiele het meeste kan worden bespaard.

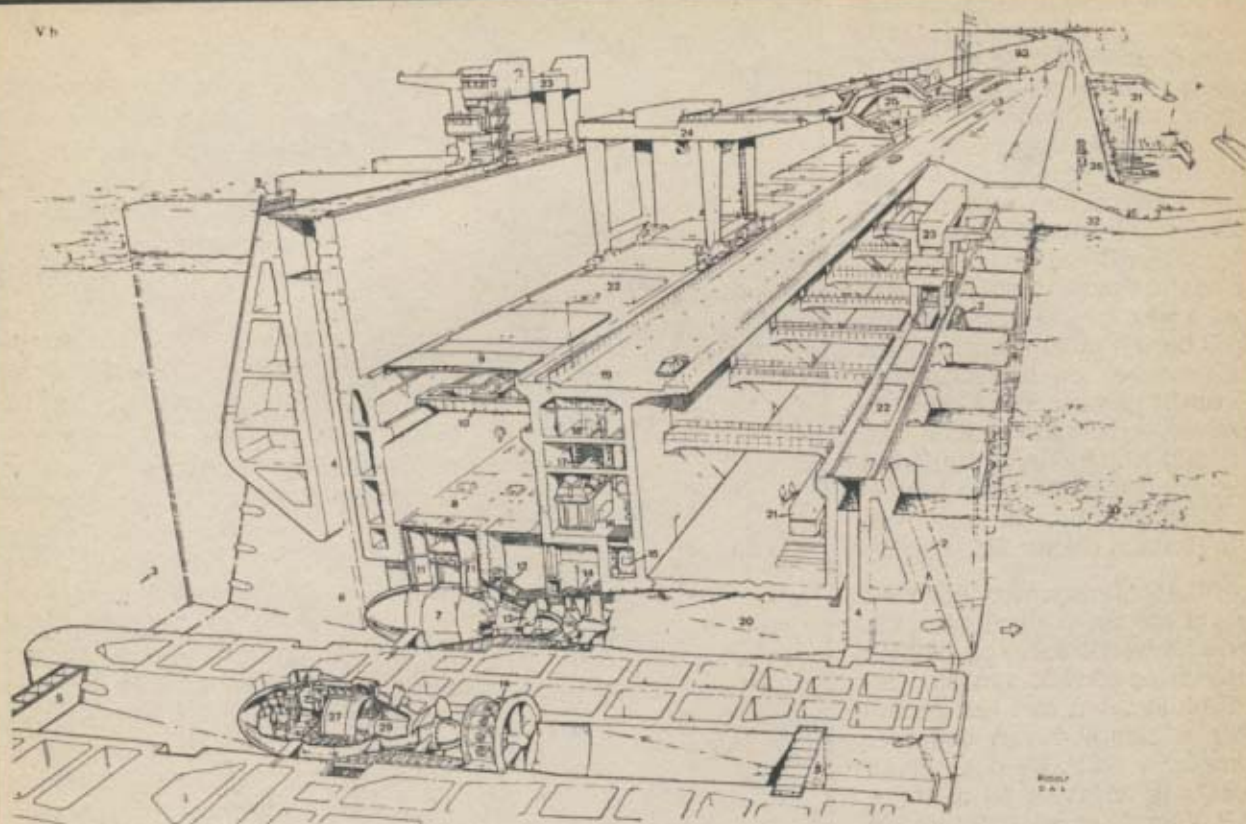
De volgende energieleveranties zijn mogelijk:

- tijdens windrijke perioden rechtstreekse levering van elektriciteit uit wind-energie aan het openbare net
- tijdens minder windrijke periodes aangevuld met elektrici-

teit opgewekt door waterkracht

- is het dan nog steeds windstil volledige levering vanuit het spaarbekken
- indien er geen behoefte is aan beschikbare windenergie (bijvoorbeeld 's nachts) opslag van deze energie middels omhooggepompt water in het spaarbekken.

Een essentieel onderdeel van het WESP systeem is het gebruik van windturbines. Voor het WESP systeem is gekozen, na afweging van een aantal factoren, voor een windturbine met een rotordiameter van 80 meter op een toren van 80 meter hoogte (figuur 18). Afhankelijk van de hoeveelheid wind is gekozen voor een generatorvermogen van 3 MW. De jaarlijkse energieopbrengst van een



Figuur 20: Perspectief en doorsnede van een Markermeer waterkracht-pompturbinecentrale.

- | | |
|---------------------------------------|---|
| 1 Peil Markerwaard stuwmeer | 18 Bedrijfsruimte |
| 2 Ophaalbaar krooshek | 19 Verkeersweg |
| 3 Bodembescherming aan de inlaatzijde | 20 Uitstroomkanaal |
| 4 Ruimte voor droogzetschuif | 21 Opslag schotbalken en portalen |
| 5 Droogzet portaal | 22 Luiken van droogzetschuiven |
| 6 Inlaatkanaal naar turbine | 23 Kraan voor droogzetportalen en krooshekken |
| 7 Omkeerbare turbine | 24 Grote portaalkraan voor onderhoud turbines |
| 8 Turbinehal | 25 Ontvangstruimte publiek |
| 9 Waterdichte luiken | 26 Toevoerweg naar jachthaven |
| 10 Portaalkraan | 27 Luchtgekoelde generator |
| 11 Toegangsschachten naar turbinehuis | 28 Koelingskanalen |
| 12 Verstelbare leidschoepen | 29 Turbine-as |
| 13 Verstelbare turbinebladen | 30 Peil Randmeren |
| 14 Vlinderkleppen | 31 Werkhaven, later jachthaven |
| 15 Hydraulische installatie | 32 Damwand |
| 16 Transformatorruimte | 33 Dijk |
| 17 Kabelruimte | |

dergelijke rotor kan worden geschat op 2500 MW per opgesteld vermogen. Dit geldt echter voor een geheel vrijstaande turbine. Als meerdere turbines in elkaars nabijheid worden opgesteld, treedt onderlinge beïnvloeding op door zogeeffekten. Bij een opstelling in lijnen en een onder-

linge afstand van minimaal vijf maal de rotordiameter vermindert de opbrengst tot 2300 MW opgesteld vermogen per jaar. Door toepassing van tipvanes aan de vleugels is er echter de verwachting dat de energieopbrengst van de rotor met 70 procent wordt vermeerderd tegen

15% hogere kosten.

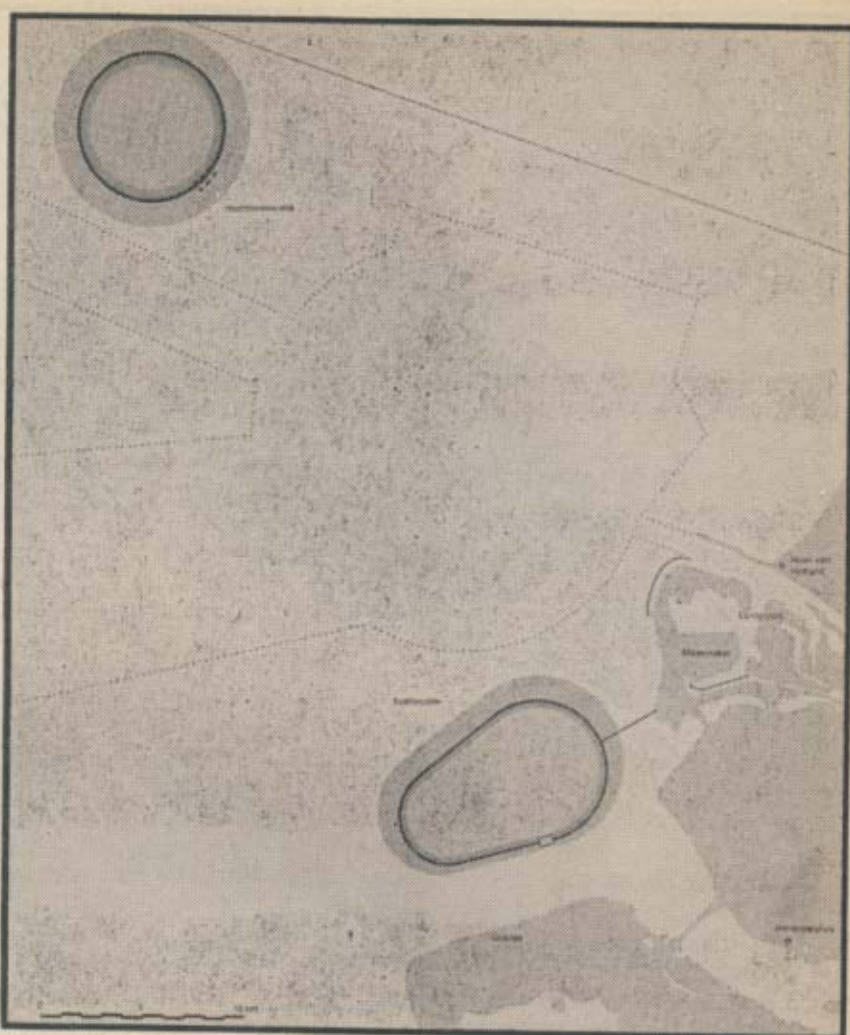
Voor de opstelling van de windturbines wordt gedacht aan dijken en snelwegen (figuur 19). De mogelijkheden van plaatsing in een drietal gebieden zijn overwogen, namelijk de lokatie Maasvlakte/Waalhaven, de kop en het midden van Noord-Holland,

eventueel het Amsterdamse havengebied en tenslotte de lokatie Noord-Oost Polder. In elk van de drie genoemde gebieden zou ongeveer 1100 MW aan wind-energie moeten worden opgesteld.

Er wordt dan gesproken over 350 à 375 windturbines waarmee een bedrag van 2 miljard gulden is gemoeid. Wordt een tweede generatie windturbines toegepast, dan praten we over 200 à 225 windturbines die 1,4 miljard kosten. Wat het spaarbekken betreft (figuur 20) wordt gewezen naar het Markermeer, een lokatie voor de kust van Zuid-Holland in de buurt van Goeree en een Noordzee lokatie 20 kilometer uit de kust van Zuid-Holland (figuur 21).

Voor het Markermeer gaan de meeste stemmen op (figuur 22). Gedacht wordt aan een bekken van een oppervlak van 55 vierkante kilometer, met een gemiddelde waterstand van ongeveer 20 meter + NAP. De hoogte van de dijk is ongeveer 30 meter + NAP. Voor de eerste fase met 800 MW en voor de uitbreiding naar een tweede fase van 1600 MW geïnstalleerd hydrovermogen is 55 vierkante kilometer voldoende. Voor de uitbreiding naar 2400 MW hydrovermogen moet het bekken qua oppervlak worden verdubbeld. De totale kosten daarvan belopen ongeveer 5,6 miljard gulden.

Tot zover het plan van de heer Lieveense, dat uitgewerkt werd in de Begeleidingscommissie Voorstudie Plan Lieveense dat op 14 mei 1981 aan minister van Trier voor Wetenschapsbeleid werd aangeboden. Als het allemaal een beetje meezit en de economische groei blijft er met 2% per jaar in, dan levert het al snel 72000 manjaren arbeid! Na realisatie in het jaar 2000 blijven er voor onderhoud en dergelijke zo'n 1700 man over. Voor de betalingsbalans zijn door de mogelijke besparing op fossiele brandstoffen positieve effecten van 1 à 2 miljard gulden per jaar te verwachten. Het projekt kan zich dus in een tiental jaren terug verdienen!



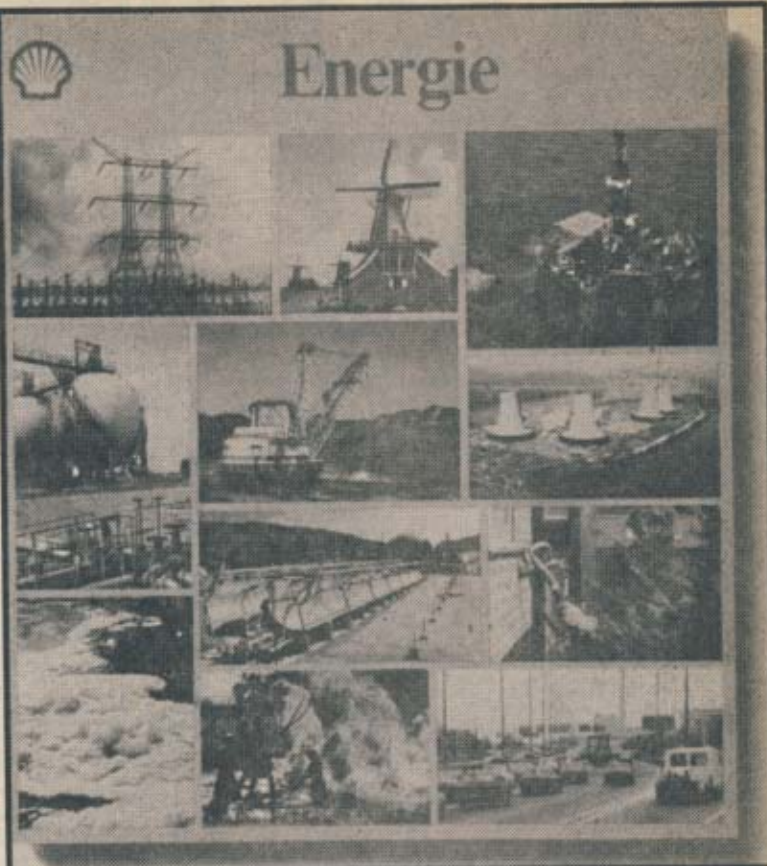
Figuur 21: Situatieschets energiespaarbekkens kustlocatie en op de Noordzee.



Figuur 22: Situatieschets energiespaarbekken Markermeer.

Meer informatie

Voor meer informatie over het onderwerp 'het opwekken van elektriciteit middels windenergie' is het wellicht zinvol de inhoud van de volgende boeken c.q. rapporten eens te bestuderen: - 'Energiebronnen van de toekomst', uitgave van NV Kema in Arnhem, auteurs ir. J. P. Ruiter en drs. F. Schurink. Het 120 pagina's tellende werkje werd in 1979 gepubliceerd en geeft op een overzichtelijke wijze de diverse ontwikkelingen zowel op het gebied van wind als van andere alternatieve energiebronnen weer. - 'Toekomstige energiesituatie in Nederland', een boek samengesteld op initiatief van de Vereniging van Directeuren van Elektriciteitsbedrijven in Nederland (VDEN), door medewerkers van de Arnhemse Instellingen van de Elektriciteitsbedrijven. In 379 pagina's wordt op een zeer duidelijke wijze de diverse mogelijkheden in ons land toegelicht. - 'Perspectieven voor Windenergie in Nederland', Nationaal Onderzoekprogramma Windenergie 1976-1981. Het rapport geeft antwoord op de vraag of in ons winderige landje de in de wind aanwezige energie een bijdrage kan leveren aan ons binnenlands verbruik. Het onderzoekprogramma werd gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken. Een 12-tal bedrijven en instituten namen er aan deel. In eerste instantie is men er van uitgegaan dat met windturbines elektriciteit wordt opgewekt die direkt aan het bestaande distributienet wordt toegevoerd. Een opslagsysteem is dan niet noodzakelijk, omdat het koppelnet voldoende capaciteit heeft om als zodanig te fungeren. In de laatste fase van het onderzoek werd ook aandacht besteed aan andere vormen van energievoorziening (polderbemaling, verwarming van tuinbouwkassen, etc.). Aan opslagsystemen werd geen aandacht besteed, omdat de filosofie werd gehanteerd dat windstille periodes met de konventionele apparatuur moesten worden overbrugd. Het onderzoekprogramma eindigde op 1 maart 1981 met de conclusie dat toepassing van windenergie in ons land goede perspectieven biedt. - 'Wind- en Waterkracht', rapport van de Begeleidingscommissie Voorstudie Plan Lieveense. Dit plan dat op 14 mei 1981 aan Minister van Trier van Wetenschapsbeleid is aangeboden, beschrijft hoe door middel van windenergie in combinatie met een spaarbekken brandstof kan worden bespaard. - 'Energie', een 164 pagina's tellend boek dat voor f 7,50 bij de Shell-stations is te verkrijgen. Het boek geeft een beeld van de problemen en de mogelijkheden van de energievoorziening. Eén van de redenen dat Shell dit boek heeft uitgegeven is dat de gemiddelde Nederlander in zijn verwachtingen voor de toekomstige energievoorziening weinig realistisch is. Vier van de tien Nederlanders denken op dit moment dat in het jaar 2000 kernenergie de belangrijkste energiebron in ons land zal zijn en één op de drie wijst naar de alternatieve energie. De verwachting is echter dat in het jaar 2000 olie nog de belangrijkste energiebron zal zijn en dat van zowel de kernenergie als van de verschillende alternatieve energievormen de bijdrage aan de totale energiebehoefte gering is.



'Energie', een uitgave van Shell

DE BOER

bouwpakketten



Megepaaseltje voor het mengen van signalen van geluidsapparatuur met front en knoppen. Zie ingangen met elk twee regelingen (voorinstelregeling en schuif regelaar). Zie dynamische PU, 1x mke en 1x recorder.

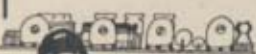
Ing. gev. PUL 5 Z 5W, 47k BIAA corr.
Mise 2W, 700 ohm - 50k
Roc. aux. 250W, 50k
frequentiebereik 10 - 35000Hz
Uitg. tap 600 ohm
Voedingsspanning 10 - 15 voltDC
Afmetingen 168 x 102 x 55mm

5995

DRIEKANALS LICHTORGEL

Een eenvoudig te bouwen, goed werkend lichtorgeltje. Aan te sluiten op elke radio of versterker met een uitgangsvermogen van 3 watt of meer. Geveelheid per kanaal instelbaar en tevens voorzien van een totaal-regelaar. Per uitgang is tot 1000 watt aan lampen aan te sluiten.

Kost..... f 29,95



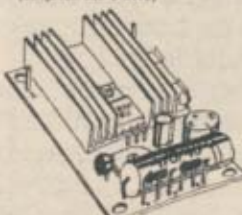
In ons leven en in het leven van onze kinderen speelt te veel van steeds grotere rol. Jongens en meisjes van vandaag groeien op met televisieschermen van ruiteren, worden onderwezen met behulp van landrecorders, weten wat een computer is en doet. Zelfs veel spelgoed werkt elektronisch. Logisch, dat hun enthousiasme dan ook al vroeg uitgaat naar elektronika. Steeds meer mensen, jong en oud gaan zich wat verder verdiepen in de wonderlijke wereld van elektronika. Bijna niemand ziet er tegenop om eens een stukje simpele elektronika te bouwen. In De Boer maakt dat nog gemakkelijker. We voeren een uitgebreid programma bouwpakketten voor elektronische apparaten. Een gedeelte uit dat programma zijn de door De Boer zelf uitgebrachte schakelingen. Ruim in keuze, leuke toepassingen waar men ook iets aan heeft, maar vooral eenvoudig na te bouwen! Door uitgekiende ontwerpen is resultaat verzekerd. En er worden steeds opnieuw nieuwe bouwpakketten extra uitgebracht. Wees modern, en doe ook eens iets in elektronika. Start goed, dan is de kans op slagen het grootst. Start met een De Boer bouwpakket!

(De Boer bouwpakketten verschijnen ook onder de merknaam "DORAM")



SNELLE MIN VOEDING

U begrijpt het al: wat met positieve spanningen mogelijk is kan ook met negatieve. U hebt dus de mogelijkheid om een dubbele voeding te maken. Webrum zijn alle uitvoeringen mogelijk (zie bij Snel plus voeding).
Vaste uitgangsspanning 1A..... f 39,95
Regelbaar 1A..... f 29,95
Vaste uitgangsspanning 100mA..... f 29,95
Regelbaar 100mA..... f 29,95
Idem zonder trafo..... f 19,95 (aangeven wat U wilt)



WISSELKNIPPERLICHT

Laat twee groepen lampen knipperen. De knippersnelheid en de aan/uit verhouding van de twee groepen lampen zijn instelbaar. Al met al dus een aanvulling voor de disco. Het apparaat wordt rechtstreeks uit het lichtnet gevoed, en er is dus geen extra voedingsapparaat meer nodig. Alleen de lampen en een aardig kastje. Kost..... f 24,95

BESTELINFORMATIE

Een briefkaart of brief naar De Boer Elektronika Bv. Kleine Berg 39-41, 5611 JA Eindhoven.
Betaling: Vooruitbetaling op girorekening 2155649 met f 5,00 extra kosten of op bankrekening nr. 52.72.28.104 t.n.v. ABN, Nal Eindhoven, ook met f 5,00 extra kosten. Ook mogelijk vooruitbetaling door insluiting van eurocheque, groene bankcheque of girorekeningkaart. Extra kosten f 5,00. Let op handtekening! Rembours (= betalen aan postbode) ook mogelijk. Extra kosten f 9,00. Buitenland kosten voor EU landen. Andere landen eerst prijs opgeven. Al onze artikelen en bouwpakketten ook leverbaar in Helmond, Zuid Koningsingel 58 tel. 04820-36289 (koopavond vrijdag) en in Dordrecht, Voorstraat 43 tel. 078-148757 (koopavond donderdag). Al onze winkels zijn maandag gesloten. En zaterdag's tot 17.00 uur geopend. prijswijziging en uitverkocht voorbehouden. Prijzen zijn inclusief BTW.



SNELLE PLUS VOEDING

Eindelijk dan een oplossing voor dat eeuwige voedingsprobleem. Meestal is er wel een experimentelevoeding voorhanden bij de motor, maar als een goed werkende schakeling in een kastje ingebouwd moet worden, blijkt dat er toch vaak ook een voeding bij moet! Met behulp van deze snelle voeding.



Universele 4 Wattversterker..... f 16,95

UNIVERSELE VERMOGENREGELAAR

U wilt een lamp, verwarming of apparaat regelen met normaal op 220 volt werkkende schakeling met deze regelaar. Hij regelt vermogen tot 1200 watt, en is zo klein, dat hij in een standaard elektrische inbouwdoos past. (U kunt hem dus monteren in de plaats van de aan en uit lichtschakelaar in de huiskamer). Met ontstoppingspoel slechts..... f 16,95



Nog steeds van handloper uit ons programma. Reeds velen gebruiken met succes deze 5 Watt F.M. zender. Maar U weet het, het mag niet van de PTI! Het gebouwd en geteste printje kost..... f 59,00



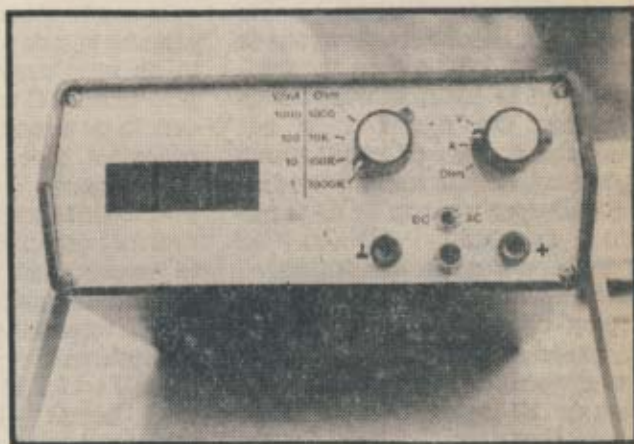
de boer elektronika

KLEINE BERG 39-41, 5611 JA EINDHOVEN 040-448229
ZUID KONINGSINGEL 58, 5701 NT HELMOND 04830-35285
VOORSTRAAT 43, 3321 CT DORDRECHT 078-148757

Digitale multi-meter

Een onmisbaar instrument voor mensen die als vak of als hobbyist met elektronica bezig zijn, is ongetwijfeld een multi-meter. De basiseenheden zoals spanning, stroom en weerstand kunnen met zo'n apparaat gemeten worden en ons inzicht verschaffen over de werking of de eigenaardigheden van een schakeling. Jarenlang en ook nu nog gebruikt men voor de multi-meter een analoge uitvoering van dit instrument. Kenmerkend voor deze uitvoering is de draaispoelmeter. Om de diverse grootheden in verschillende bereiken te kunnen meten is de draaispoelmeter uitgerust met een groot aantal schaalverdelingen. Omdat bij het aflezen van de schaal gemakkelijk fouten gemaakt kunnen worden zijn er verschillende schaalverdelingen op de meter nodig. Op een goede analoge meter zijn dit er meestal drie voor spanning- en stroommetingen, bijv. 25, 50 en 100.

Voor weerstanden is er een onduidelijke logaritmische schaal nodig. Om tussen al de bereiken om te kunnen schakelen is een 24 standen schakelaar geen uitzondering. Door al die schaalverdelingen en standen van de



schakelaar ziet zo'n meter er niet bepaald overzichtelijk uit en wordt er vaak een verkeerd bereik gekozen of leest men op de verkeerde schaal een onjuiste waarde af.

Al deze nadelen heeft een moderne digitale meter niet: door de duidelijke uitlezing kan het aantal bereiken aanzienlijk verminderd worden en vervalt de 24 standen schakelaar. De logaritmische schaal voor weerstanden is niet meer nodig omdat de weerstandsmeting lineair is. Door een elektronische ingangsversterker is de ingangsweerstand voor alle spanningsbereiken (ook voor wisselspanning) erg hoog (ca. 10 M ohm), dit in tegenstelling tot de meeste (niet elektronische) analoge multi-meters.

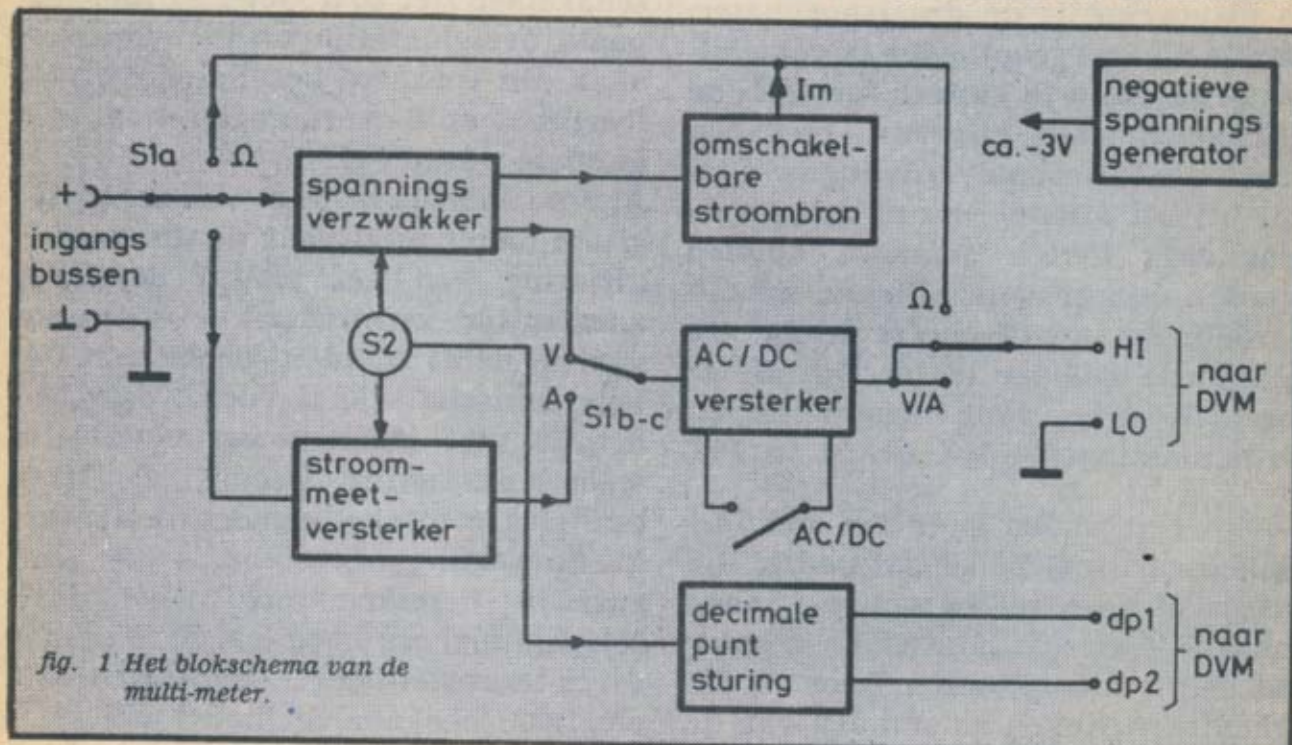
bouwontwerp

Het blokschema van de digitale multi-meter.

Als digitale uitlezing voor de multi-meter wordt de drie-digit DVM uit ABC 81/4 gebruikt. Deze DVM is op zichzelf een voltmeter met een bereik tot 1 V. De multi-meter schakeling die hier beschreven wordt, zet in principe stroom-, spannings- en weerstandswaarden in diverse bereiken om in een spanning tot 1 V. Als deingangsspanning hoger dan 1 V is, dient deze verzwakt te worden tot 1 V. Als de ingangsspanning te klein is wordt deze versterkt. In figuur 1 is het blokschema van de multi-meter getekend. Rechts zien we twee ingangsbussen waarop we de te meten spanning, stroom of weerstand kunnen aansluiten. Met de schakelaar S1 kunnen we kiezen tussen spanning, stroom of weerstand. In de weerstandsstand wordt de ingangsbuss direct met de HI-ingang van de DVM doorverbonden, hoe de weerstandsmeting precies werkt,

komt verderop aan de orde. Voor de spanningsmeting is de + ingangsbuss met de ingangsverzwakker verbonden. De massa-ingangsbuss is voor alle metingen gemeenschappelijk en met de LO-ingang van de DVM verbonden. De ingangsverzwakker voor spanning is omschakelbaar met S2. De verzwakking is voor elk spanningsbereik zodanig dat op de uitgang 100 mV staat. In het 1 V bereik is de verzwakking 1/10, voor het 10 V bereik 1/100 enz. De uitgang van de verzwakker wordt in de spanningsstand via S1b-c met de AC/DC versterker verbonden. In de stroomstand is de + ingangsbuss met een aantal omschakelbare stroommetingsweerstanden verbonden. S2 zorgt voor het omschakelen tussen deze weerstanden. De weerstanden zijn zodanig gekozen dat er over deze weerstanden voor elk stroombereik een spanning van 100 mV (= 0,1 V) valt. Voor het 1 mA bereik bedraagt deze weerstand 100 ohm, want $1 \text{ mA} \times 100 \text{ ohm} = 100 \text{ mV}$. Voor het 10

mA bereik bedraagt de weerstand 10 ohm ($10 \text{ mA} \times 10 = 100 \text{ mV}$) enz. Via S1b-c wordt de spanning over de weerstanden met de AC/DC versterker verbonden. Omdat de ingangsgevoeligheid van de DVM 1 V bedraagt moet de versterker de spanning van 0,1 V die van de spanningsverzwakker of van stroommetingsweerstand komt 10 maal versterken. Men kan zich afvragen waarom we dan niet meteen voor een spanning van 1 V zorgen zodat we de versterker niet nodig hebben. Voor de gelijkspanningsmeting zou dit wel kunnen, maar voor wisselspanningsmeting moet er nogal wat gebeuren zoals verderop zal blijken en kunnen we niet van 1 V uitgaan. Een spanningsval van 1 V over de stroommetingsweerstand is veel te groot voor het meten in elektronische schakelingen en moeten we wel van 0,1 V uitgaan. De uitgang van de versterker wordt via S1d met de DVM verbonden. De weerstandsmeting gebeurt met een omschakelbare



bouwontwerp

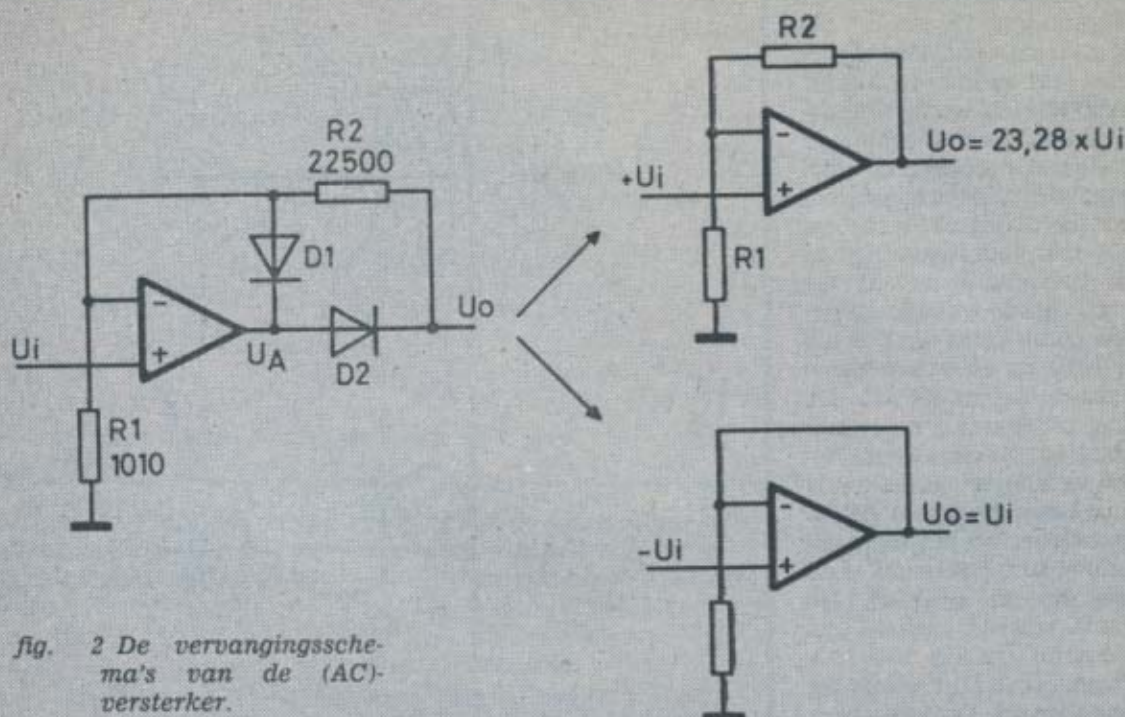


fig. 2 De vervangingsschema's van de (AC)-versterker.

stroombron. Om een juiste uitlezing op de display's te krijgen worden de decimale punten op de DVM ook met S2 omgeschakeld. Het laatste blok uit figuur 1 is een negatieve spanningsgenerator, die voor een negatieve voedingsspanning zorgt, die nodig is voor de versterker. Nu we weten hoe de blokken met elkaar verbonden zijn, kunnen we beginnen met het bespreken van de blokken apart.

De AC/DC versterker.

AC is een Engelse afkorting van wisselstroom (spanning) en DC betekent gelijkstroom (spanning). AC/DC versterker betekent dus wisselspanning/gelijkspanningsversterker. De DVM kan alleen gelijkspanning aangeven tot 1 V. We hebben een spanning tot 0,1 V ter beschikking van de spanningsverzwakker en de stroommetingsweerstand. Als dit een gelijkspanning is moet de

versterker deze evenvuldig weg 10 x versterken. Maar als dit wisselspanning is dan moet het signaal gelijkgericht worden zodat de DVM het aan kan geven. De versterker moet dus twee verschillende dingen kunnen doen en is daarom omschakelbaar gemaakt. Als de versterker in de AC-stand staat dan krijgen we het schema uit figuur 2. In figuur 3 is het meest voorkomende wisselspanningssignaal (U_i) getekend. Zo'n wisselspanningssignaal is enige tijd positief en enige tijd negatief.

De hoogste positieve waarde noemen we U_t en de laagste negatieve waarde $-U_t$, als we het minteken vergeten zijn deze twee even groot. Een wisselspanning of stroommeter moet niet de topwaarde U_t maar de effectieve waarde U_{eff} aangeven. De effectieve waarde is een lastig begrip maar zegt wel het meest van een wisselspanning of stroom. Een

duidelijke definitie van de effectieve waarde is: een gelijkspanning/stroom die eenzelfde warmte-ontwikkeling in een weerstand veroorzaakt als de wisselspanning/stroom. Als we effectieve waarde volgens deze definitie zouden meten dan moeten we de spanning of stroom op een weerstand aansluiten, de weerstand warm laten worden en het temperatuurverschil meten. Daarna zouden we een regelbare gelijkspanning/stroombron op de weerstand aan moeten sluiten en de spanning/stroom zodanig in moeten stellen dat de weerstand even warm wordt. Niet bepaald een snelle en praktische methode. Gelukkig kan het ook anders.

Als we het wisselspanningssignaal eerst gelijkrichten en filteren krijgen we gelijkspanning die overeen komt met de gemiddelde waarde van de wisselspanning. Deze is echter niet gelijk aan de effectieve waarde want

bouwontwerp

dat zou natuurlijk erg gemakkelijk zijn. Er is echter wel een vaste verhouding tussen de gemiddelde en de effectieve waarde. Deze verhouding is echter niet voor alle wisselspanningsvormen gelijk. Omdat echter de meeste wisselspanningen en stromen sinusvormig zijn of er veel op lijken wordt bij multi-meters de verhouding voor sinusvormige signalen aangehouden. Als we van de topwaarde U_t uitgaan bedraagt de gemiddelde waarde ca. 0,64 maal U_t . De effectieve waarde bedraagt 0,71 maal U_t . De versterker uit figuur 2 moet aan de uitgang dus een signaal leveren waarvan de gemiddelde waarde overeenkomt met de effectieve waarde van het ingangssignaal maal 10 zodat de DVM de effectieve waarde aangeeft. De gemiddelde waarde aan de uitgang moet dus $0,71 \times 10 = 7,1$ maal U_t bedragen. Dit wordt als volgt gerealiseerd. De versterker is uitgerust met een op-amp. Zo'n op-amp zal als deze teruggekoppeld is er altijd voor zorgen dat de - ingang gelijk wordt aan de + ingang. Op de + ingang sluiten we ingangsspanning U_i aan. Op de - ingang staat een deel van de uitgang via R_1 , R_2 , D_1 en D_2 . De uitgang zal in eerste instantie de ingangsspanning op de + ingang volgen, maar de grootte hangt af van het teruggekoppelde deel op de + ingang. Als U_i positief is zal de uitgangsspanning (U_a) ook positief worden. Diode D_2 zal geleiden en D_1 zal sperren. In het ideale geval is D_2 een doorverbinding en D_1 een onderbreking. We krijgen dan het bovenste vervangingschema uit figuur 2. De versterking bedraagt dan $R_2/R_1 + 1 = 23,38$ maal. Als U_i negatief is dan geleidt D_1 en spert D_2 . In het ideale geval is nu D_1 een doorverbinding en D_2 een onderbreking en heeft R_2 geen invloed meer op de schakeling. We krijgen nu het onderste vervangingschema. Het gehele uit-

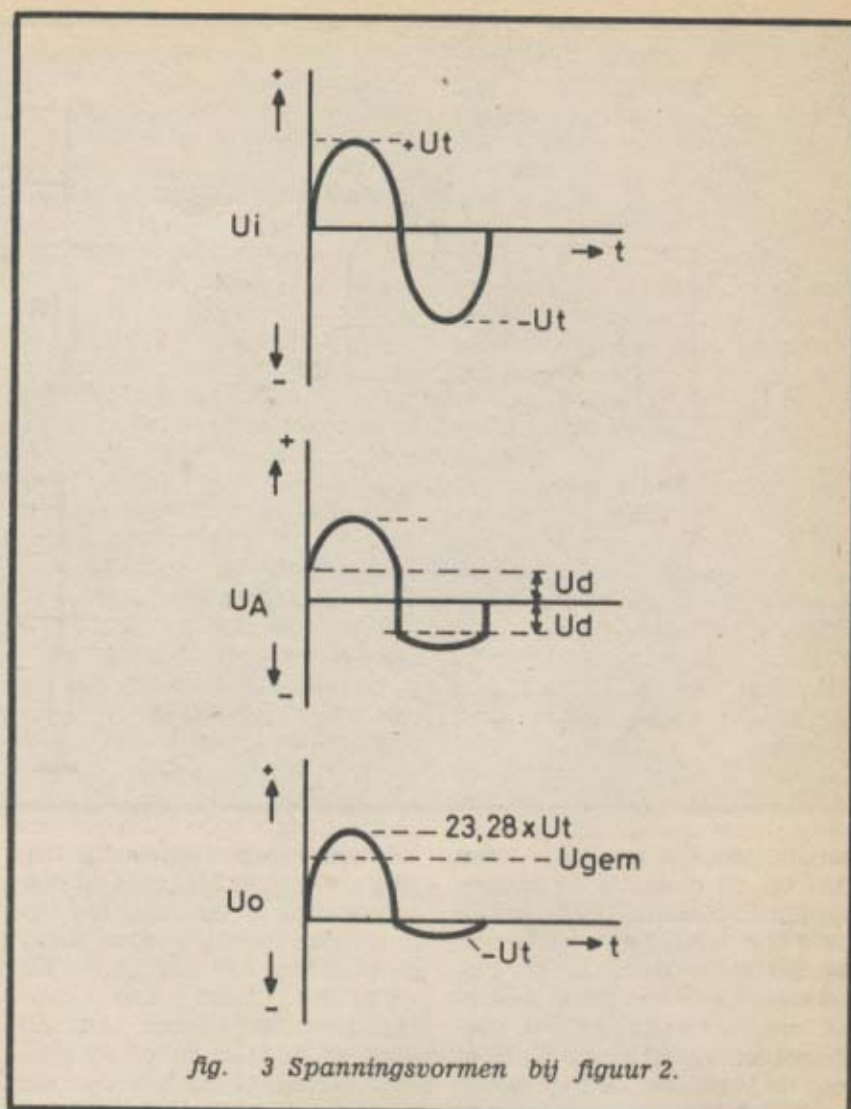


fig. 3 Spanningsvormen bij figuur 2.

gangssignaal is nu met de - ingang verbonden en de versterking bedraagt 1 maal. In figuur 3 is het uitgangssignaal (U) getekend. Dit signaal bestaat uit een groot positief gedeelte en een klein negatief gedeelte. De gemiddelde waarde van dit signaal bedraagt de gemiddelde waarde van het positieve gedeelte plus de gemiddelde waarde van het negatieve gedeelte. We gaan uit van de topwaarde van beide signalen.

De totale gemiddelde waarde wordt nu: $23,28 \times 0,64/2 - 1 \times 0,64/2 = 7,1$ maal U_t en dat is pre-

cies wat we nodig hebben. In figuur 3 is voor de volledigheid ook het uitgangssignaal (U_a) van de op-amp getekend. Dit signaal is het uitgangssignaal (U_o) plus of min de drempelspanning (U_d) van de dioden, de op-amp corrigeert deze spanning zodat er bij U_o niks van te merken is.

Als de versterker in de DC-stand staat, is de zaak een stuk eenvoudiger. De versterking moet dat „gewoon” 10 maal zijn. In figuur 4 is deze situatie getekend. D_1 en D_2 staan nu (anti)parallel geschakeld en vormen samen een doorverbinding voor positieve en ne-

— bouwontwerp —

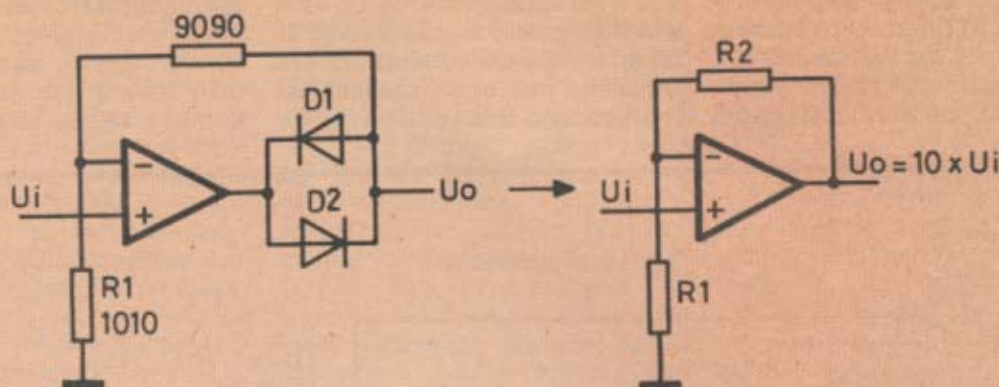


fig. 4 Het vervangingsschema van de (DC) versterker.

gatieve signalen. Voor R2 is er een andere waarde gekomen en de versterking bedraagt $R2/R1 + 1 = 10$.

De omschakelbare stroombron

Het principe van de weerstandsmeting is niet erg moeilijk. Het berust op de wet van Ohm, deze zegt $U = I \times R$ of in woorden: de spanning over de weerstand is de stroom door de weerstand maal de weerstandswaarde. Als we een bekende stroom door een onbekende weerstand (R_x) sturen dan kunnen we door de spanning over deze weerstand te meten de weerstandswaarde uitrekenen. Een spanningsmeter hebben we al dat is namelijk de DVM die spanningen tot 1 V meet. Als we de stroom zodanig instellen dat deze precies 1 mA is dan hoeven we niet eens te rekenen omdat dan de spanning de weerstandswaarde in 1 kilo-ohm vertegenwoordigt. Volgens de wet van Ohm geldt $R = U/I$ dus $1 \text{ V}/1 \text{ mA} = 1 \text{ k ohm}$. Met een stroombron van 1 mA kunnen we dus weerstanden met een waarde tot 1 k ohm meten. Weerstandswaarden beneden de 1 k ohm veroorzaken een spanning lager dan 1 V en kunnen dus door de

DVM aangegeven worden. Een weerstand van 500 ohm (= 0,5 k ohm) veroorzaakt een spanning van $500 \times 1 \text{ mA} = 500 \text{ mV}$ (= 0,5 V). Weerstandswaarden boven 1 k ohm veroorzaken een spanning hoger dan 1 V en de DVM geeft dan EEE aan, nu als indicatie dat de weerstandswaarde hoger is dan 1 k ohm. Als we de meetstroom met een faktor 10 verkleinen kunnen we weerstanden tot 10 k ohm meten. De

stroom wordt dan 100 micro A of 0,1 mA. Volgens de wet van Ohm is nu de spanning over weerstand 1 V als de weerstandswaarde 10 k ohm bedraagt. Door de eerste decimale punt (dp1) op de DVM op te laten lichten krijgen we de juiste uitlezing in k ohm. De stroombron kan vier verschillende stromen leveren die voor vier weerstandsbereiken zorgen. Deze bereiken zijn: 1 k ohm, 10 k ohm, 100 k ohm en 1 M ohm. De

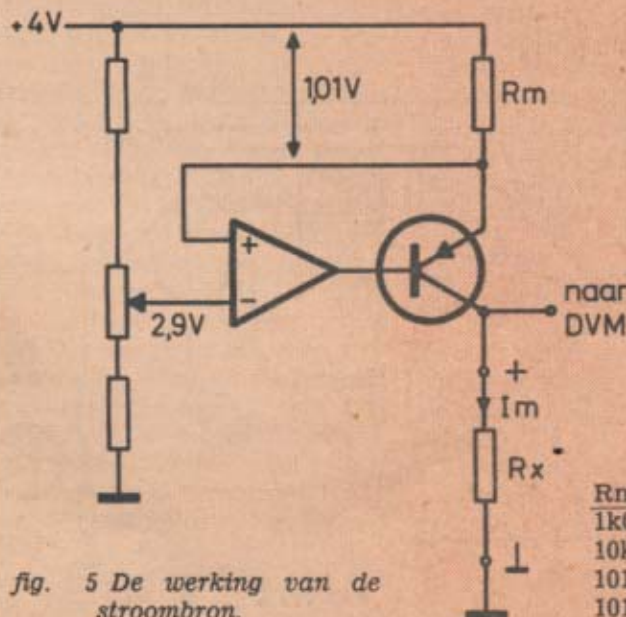


fig. 5 De werking van de stroombron.

— bouwontwerp —

meetstroom moet dan omscha-
kelbaar zijn tussen respectieve-
lijk 1 mA, 100 micro A, 10 micro A
en 1 micro A. In figuur 5 is het
principeschema getekend van de
stroombron. Er wordt uitgegaan

van een referentie-spanning van 4 V. De - ingang van de op-amp wordt ingesteld van 2,9 V. Aan de uitgang van de op-amp zit een transistor met een omschakelbare weerstand R_m .

Deze weerstand komt van de spanningsverzwakker zoals verderop aangegeven wordt. De emitter van de transistor is met de + ingang van de op-amp verbonden. De op-amp zal er voor

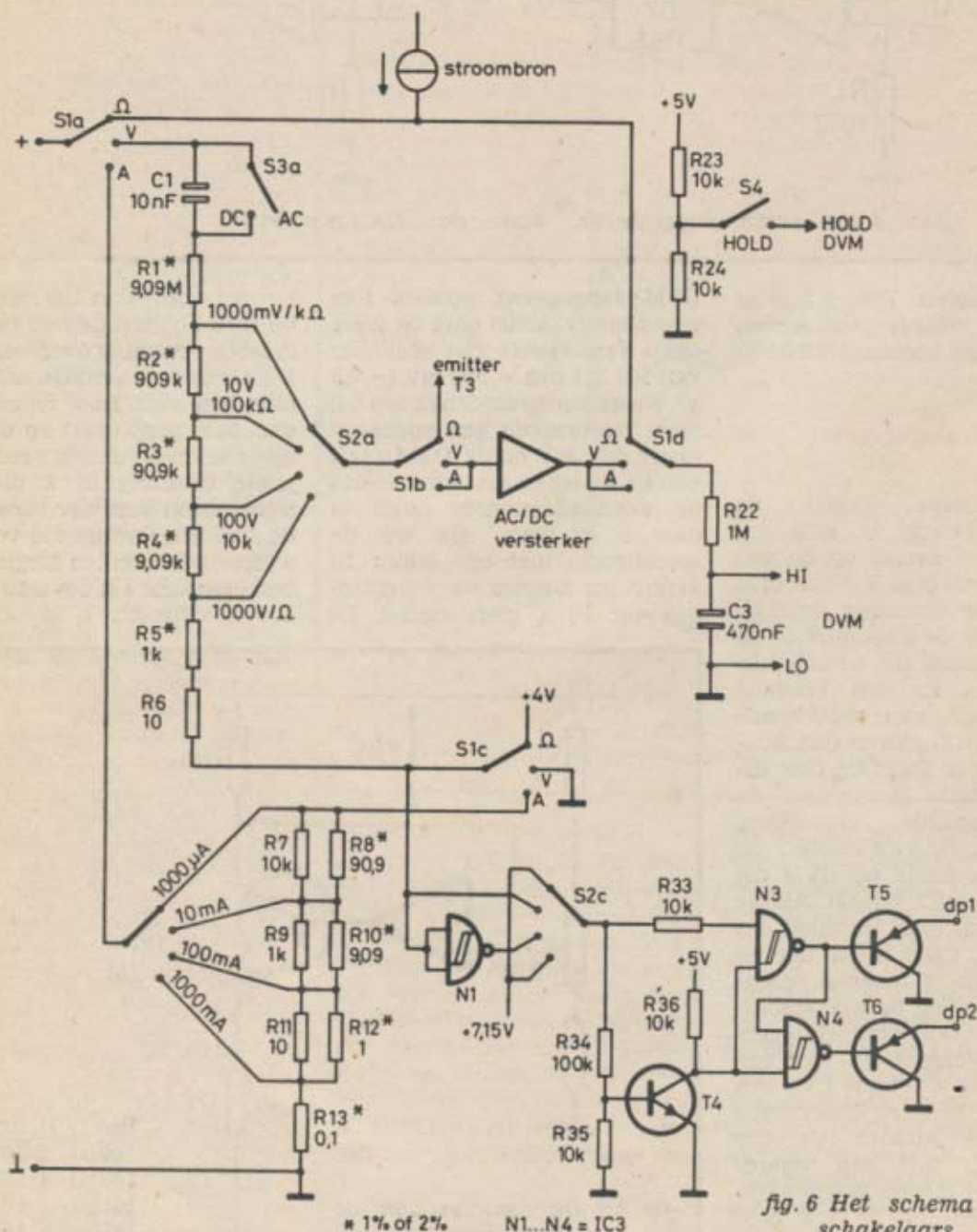


fig. 6 Het schema van de schakelaars.

zorgen dat de spanning op de + ingang gelijk wordt aan de spanning op de - ingang. Dit betekent dat er over R_m een spanning staat van $4-2,9 = 1,01$ V. De collector van de transistor vormt de uitgang van de stroombron waarop de onbekende weerstand R_x wordt aangesloten. Nu is de collectorstroom van een transistor gelijk aan de emitterstroom omdat we in de praktijk de basisstroom kunnen verwaarlozen. De emitter stroom wordt bepaald door de spanning over R_m ($= 1,01$ V) gedeeld door de weerstandswaarde van R_m . In de tabel bij figuur 5 is aangegeven hoe groot de meetstroom (I_m) wordt bij de gegeven waarden van R_m . De collector wordt met de DVM verbonden zodat we spanning over R_x meten en zo de weerstandswaarde. Omdat de spanning gemeten wordt kunnen we de weerstandsmeting ook gebruiken om dioden door te meten. Als we een diode in doorlaat aansluiten op de ingangsbussen, dus de anode op de plus en de kathode op de massa bus, meten we de drempelspanning van de diode in mV. De decimale punt heeft in dit geval geen betekenis. Als we de diode anders om aansluiten moet deze sperren en de DVM geeft EEE aan. Op deze wijze kunnen we dioden en transistoren testen. Het maakt in principe niet uit welk weerstandsbereik we dan instellen maar in de praktijk voldoet het 1 k ohm bereik het best (met een meetstroom van 1 mA).

De schakelaars en de decimale punt sturing.

In figuur 6 is het schema getekend van de schakelaars en de weerstanden die nodig zijn voor het meten van spanning, stroom en weerstanden. Ook is hier in aangegeven hoe de decimale punten op de DVM aangestuurd worden. Met de drie standen schakelaar S1 kunnen we kiezen tussen ohm, V en A. Deze schakelaar

bestaat uit vier moedercontacten (a, b, c en d) met elk drie schakelcontacten. In de ohm stand is de plus ingangsbus via een filter (R22 en C3) direct met de DVM verbonden. Op deze verbinding is ook de meetstroombron aangesloten die de meetstroom door de aangesloten onbekende weerstand levert. Hiervoor zorgen de (deel)-schakelaars S1a en d. Via S1b en c worden de weerstanden van de spanningsverzwakker met de stroombron verbonden, R_m in figuur 5. Op deze wijze sparen we een extra set dure precisie weerstanden uit voor de stroombron. Ook blijft zo het aantal schakelaars beperkt. Met S2a bepalen we nu de waarde van R_m . In de V- en A-standen zijn S1b en S1d met de AC/DC-versterker verbonden. In de V-stand is de plus-ingangsbus via S1a met de spanningsverzwakker verbonden. De laatste weerstand (R6) is via S1c met massa verbonden, zodat de weerstanden ook daadwerkelijk als verzwakker staan geschakeld.

Met S2a kunnen we de verzwakking in stellen zodat vier spanningsbereiken ontstaan. Met S2a in de bovenste stand is de deelfactor 1/10 en het bereik 1 V omdat de versterker 10 maal versterkt en de gevoeligheid van de DVM 1 V is. Voor de andere standen is de deelfactor steeds 1/10 kleiner en het bereik 10 maal groter: 10, 100 en 1000 V. Met S3a in de AC-stand staat er in serie met de verzwakker een condensator C1 geschakeld. Dit is nodig om de gelijkspanningscomponent te verwijderen als men wisselspanning meet. In de A-stand is de plus ingangsbus met S2b verbonden. De stroom die we willen meten loopt door deze weerstanden en veroorzaakt daar over een spanning van maximaal 0,1 V.

Door de weerstandswaarde omschakelbaar te maken kunnen we vier verschillende weerstands-

waarden kiezen die de stroommetingsbereiken vastleggen. In de bovenste stand van S2b is de weerstandswaarde 100 ohm en 't stroombereik 1 mA. In de volgende standen is de weerstandswaarde 10, 1 of 0,1 ohm en het stroombereik respectievelijk 10 mA, 100 mA of 1 A. Via S1c wordt de spanning over de weerstanden op de ingang van de versterker aangesloten. Deze verbinding loopt via de spanningsverzwakkingsweerstand maar dit heeft geen invloed op de stroommeting. De aansluiting op de DVM loopt altijd via het filter R22 en C3. Dit filter zorgt voor afvlakken van de uitgangsspanning van de versterker als men wisselstroom/spanning meet. Bij gelijkstroom en spanning filtert het storing zoals brom uit het signaal, zodat we een rustige uitlezing krijgen. Het filter is er echter ook de oorzaak van dat het enkele seconden duurt voordat de DVM de juiste meetwaarde aangeeft, maar dit kan nu eenmaal niet anders. De laatste schakeling uit figuur 6 is die van de decimale punt sturing.

Deze wordt niet alleen bepaald door de stand van S2c omdat de sturing van de punten anders is voor ohm dan bij V en A. In het hoogste en laagste bereik wordt er geen punt aangestuurd. Dit is het 1000 V, mA of ohm (hoogste) en 1000 mV, micro A of k ohm (laagste) bereik. De DVM geeft dan maximaal 999 aan zonder punt. In het 100 V of mA bereik wordt de tweede punt aangestuurd zodat de uitlezing maximaal 99.9 is. Het overeenkomstige ohm bereik (met S2 in dezelfde stand) is echter 10 k ohm, zodat de eerste punt aangestuurd moet worden. De uitlezing wordt dan maximaal 9.99. Voor het 10 V of mA bereik is het weerstandsbereik 100 k ohm, dus hetzelfde probleem maar dan andersom. Bij weerstandsmeting moeten de punten dus omgewisseld worden ten opzichte van de spannings- en

— bouwontwerp —

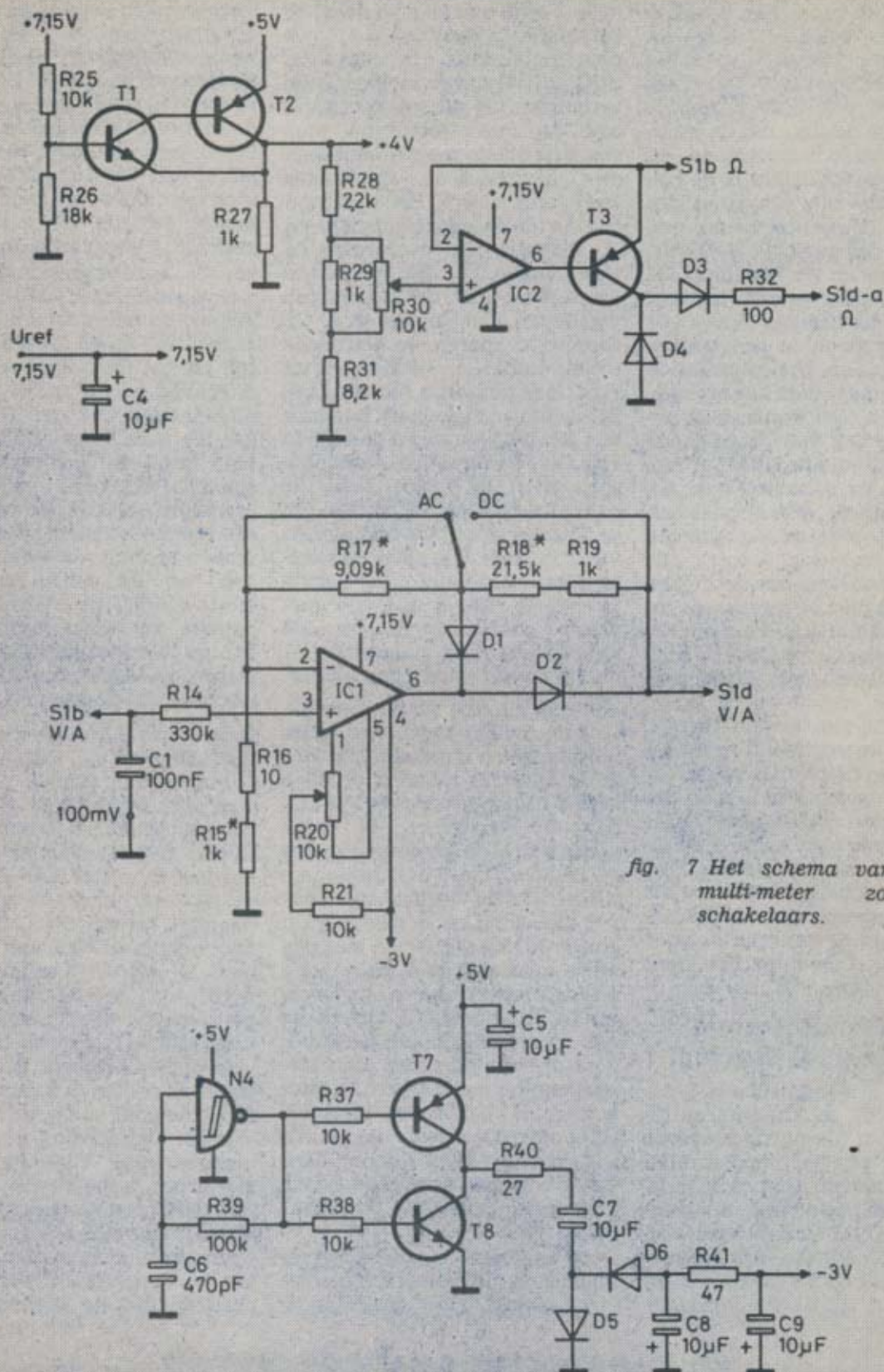
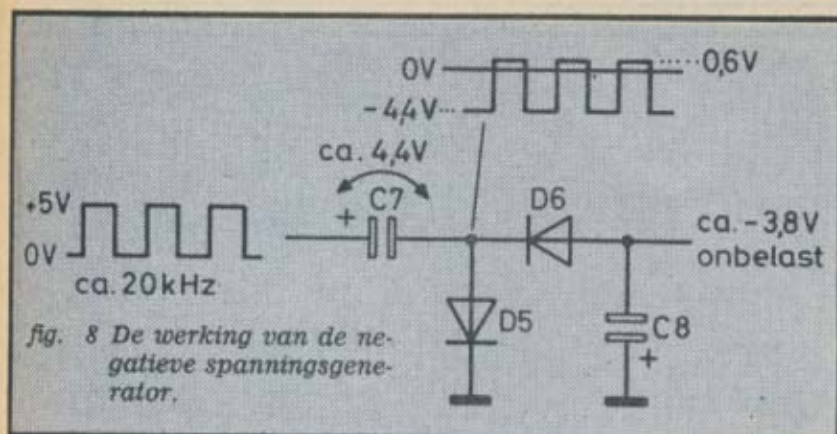


fig. 7 Het schema van de multi-meter zonder schakelaars.



stroommeting. De schakeling rond S2c met N1, 3, 4 en T4 zorgt daarvoor. De transistoren T5 en T6 bufferen de sturing naar de decimale punten (dp1, 2). Met twee weerstanden (R23, 24) wordt een spanning van 2,5 V gemaakt. Met S4 kunnen we deze op de HOLD-ingang van de DVM aansluiten. De laatste uitlezing wordt dan onthouden en verandert pas weer als S4 geopend wordt. Men hoeft deze toepassing niet te gebruiken.

De rest van de schakeling

In figuur 7 is het resterende deel van de schakeling getekend. De

AC/DC versterker is opgebouwd rond IC 1. Dit is een BI-MOS opamp die een zeer hoge ingangsweerstand (ca. 1,5 T ohm, $T = 1000$ miljard) en dus uitermate geschikt als voltmeter. Met S3b is de versterker omschakelbaar. In de AC-stand krijgen we het schema van figuur 2 en in de DC-stand dat van figuur 4.

Met R20 kunnen we de uitgangsspanning van de versterker precies op nul instellen als de ingangsspanning nul is. R14 beschermt het IC als men een verkeerd bereik heeft gekozen. Op R14 heeft men de mogelijkheid voor een extra wisselspanningsbereik via een extra ingangspug

en de condensator C2. We komen hier bij de specificaties nog op terug. De DVM kan ook kleine negatieve spanningen aangeven (tot $-0,1$ V). Dit is erg handig, want als de min op de DVM oplicht weten we dat we de meetsnoeren om moeten wisselen. De versterker moet deze negatieve spanning wel kunnen versterken en daarom is er een negatieve voedingsspanning nodig. We hebben alleen een positieve ter beschikking en we moeten de negatieve voedingsspanning daar vanaf leiden. Dit kan met de schakeling rond N2. Dit schmitt-trigger IC staat als oscillator ingesteld en levert een blok golf met een frequentie van ca. 20 kHz. De uitgang van N2 wordt gebufferd door T7 en T8 en aangesloten op een schakeling met twee condensatoren en twee dioden. In figuur 8 is de werking van de schakeling getekend. Op het moment dat de blokspanning 5 V is, wordt C7 opgeladen via D5 en komt er ca. 4,4 V over de C7 te staan. Als de blokspanning 0 V is kan C7 niet ontladen worden omdat T7 dan spert. Op de anode van D5 komt nu een blokspanning te staan die 4,4 V lager ligt dan de oorspronkelijke blokspanning. De negatieve

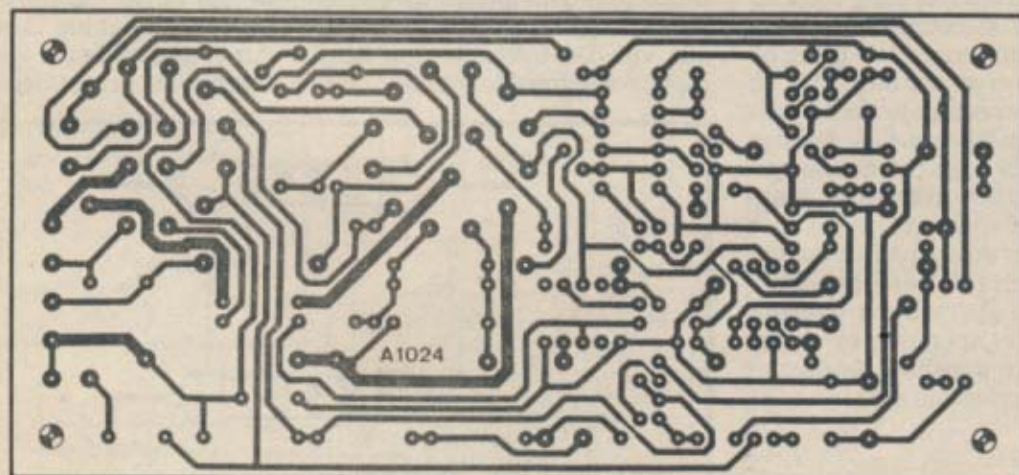


fig. 9 De printlay-out van de multi-meter.

bouwontwerp

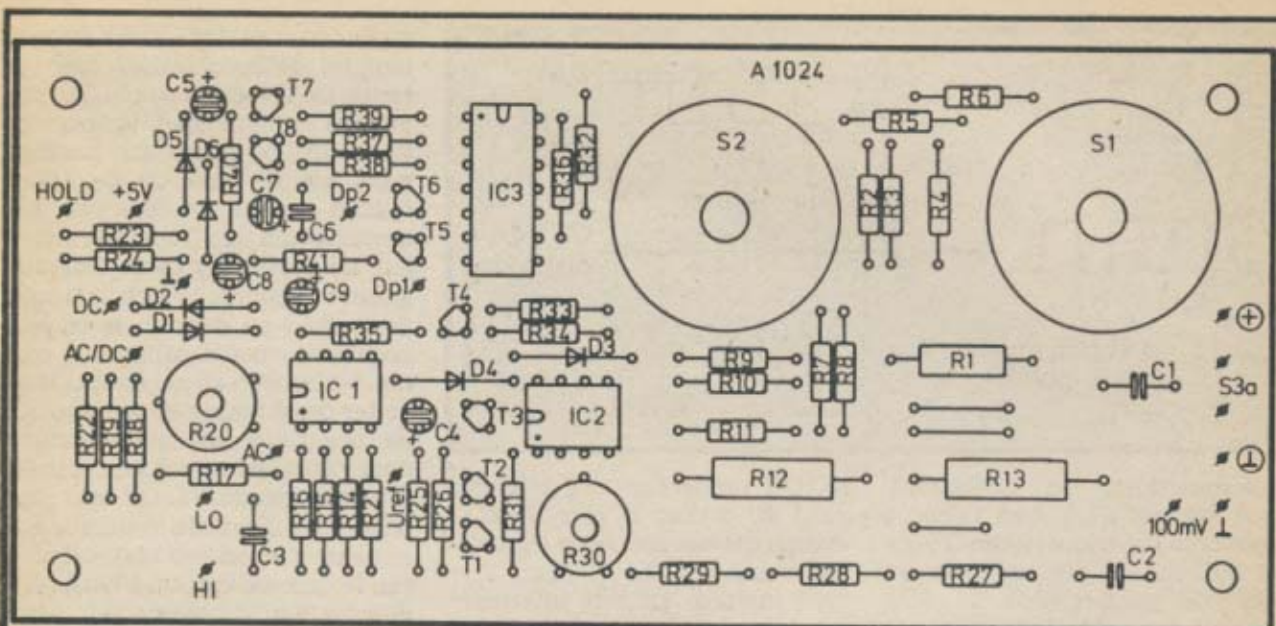


fig. 10 De onderdelenopstelling van de multi-meter.

ve pieken bedragen ca. -4,4 V. Deze pieken worden gelijkgericht door D6 en afgevlakt door CB. Er ontstaat zo een negatieve spanning van -3,8 V in onbelaste toestand. Dit is twee maal de drempelspanning ($2 \times 0,6$ V) van een diode lager dan de 5 V voedingsspanning. De voedingsspanning passeert eerst een filter (R41 en C9) om de rimpel te verminderen en bij belasting blijft er ca. -3V over. De schakeling rond IC 2 vormt de stroombron voor de weerstandsmeting. Het principe is al beschreven (figuur 5). T1 en T2 verzorgen een gebufferde referentie spanning van 4 V, die met weerstanden afgeleid wordt van de zeer stabiele referentie spanning van de voeding (7,15 V). Met R30 kunnen we de meetstroom ijken. D3, 4 en R32 beschermen de stroombron als men per ongeluk een (te hoge) spanning op de ingangsbussen aansluit, als de meter in de ohm-stand staat.

De bouw

Eerst solderen we de onderdelen op de print. Figuur 9 geeft de

print lay-out en figuur 10 de onderdelenopstelling. De meeste onderdelen en ook de draaischakelaars passen op de print zodat de bedrading verder eenvoudig kan blijven. Het eerst monteren we de weerstanden. Hierbij moeten we goed opletten, omdat er nogal wat precisie weerstanden bij zitten. Deze weerstanden hebben vier kleurringen voor de weerstandswaarde i.p.v. de gebruikelijke drie, samen met de tolerantiering zijn dit er in totaal dus vijf. De tolerantiering heeft niet de vertrouwde kleur goud (5

%), maar rood (2%) of bruin (1%). Het is dus moeilijk te zien hoe men de weerstand moet houden om de juiste waarde af te lezen. In figuur 11 zijn twee veel gebruikte methoden aangegeven van hoe de kleurcode op deze weerstanden is aangebracht. Als er een kleurring op de verdikking van de weerstand is aangegeven dan is dat de eerste kleurring van de weerstandswaarde. De laatste is dan de tolerantiering die niet op een verdikking is geschilderd. Als er wel op beide verdikkingen een ring is geschilderd dan is de

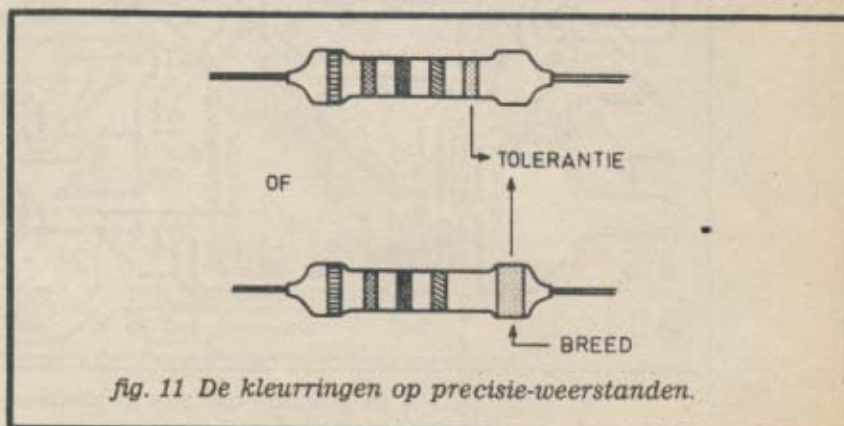
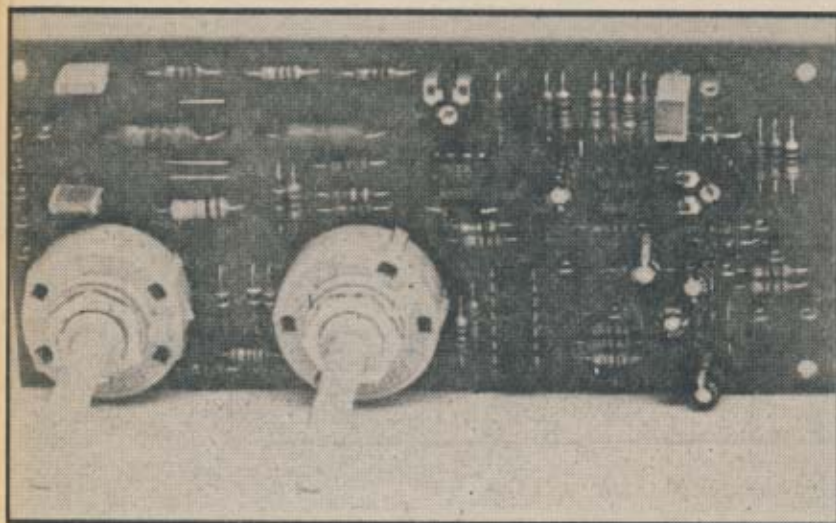


fig. 11 De kleurringen op precisie-weerstanden.

— bouwontwerp —



breedte de tolerantiering en de andere de eerste van de kleurcode. Na de weerstanden komen de dioden, er moeten drie verschillende types gemonteerd worden dus let op de juiste aanduiding. De kathode van de dioden is het

streepje op de behuizing en in het schema-symbool. Let bij de montage van de condensatoren op de polariteit van de elco's. De kop van de IC's is aangegeven met 'n inkeping of een punt bij het eerste pootje. Als men snel en

goed soldeert zijn er geen IC-voetjes nodig. Vergeet niet de drie draadbruggen op de print te monteren. Tot slot komen de twee draaischakelaars op de print, gebruik hiervoor types met printpennen.

Als alle onderdelen op de print zitten kan deze ingebouwd worden. We hebben voor een complete multi-meter een DVM (print A1023) en een inbouwvoeding (print A1001) nodig. De voeding wordt op 5 V ingesteld, door de juiste weerstanden te monteren. De voeding en de DVM staan beschreven in ABC 81/4. De drie passen in een TEK0-kast type AUS 44.

Deze kast is speciaal gemaakt voor het inbouwen van meetinstrumenten en is voorzien van een beugel, zie ook de foto's. De afmetingen van de voorkant bedragen ca. 7 x 18 cm. en de diepte is ca. 20 cm. De kast

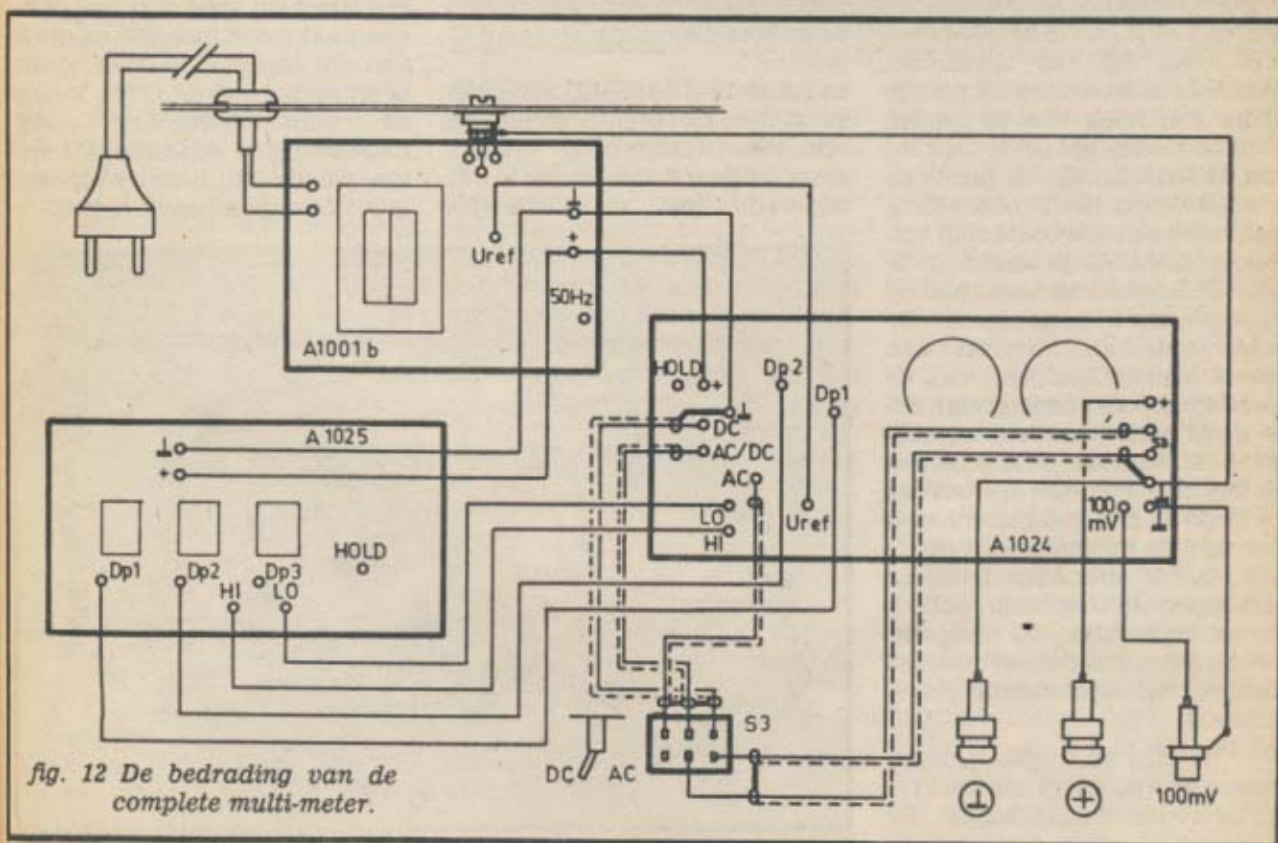


fig. 12 De bedrading van de complete multi-meter.

bouwontwerp

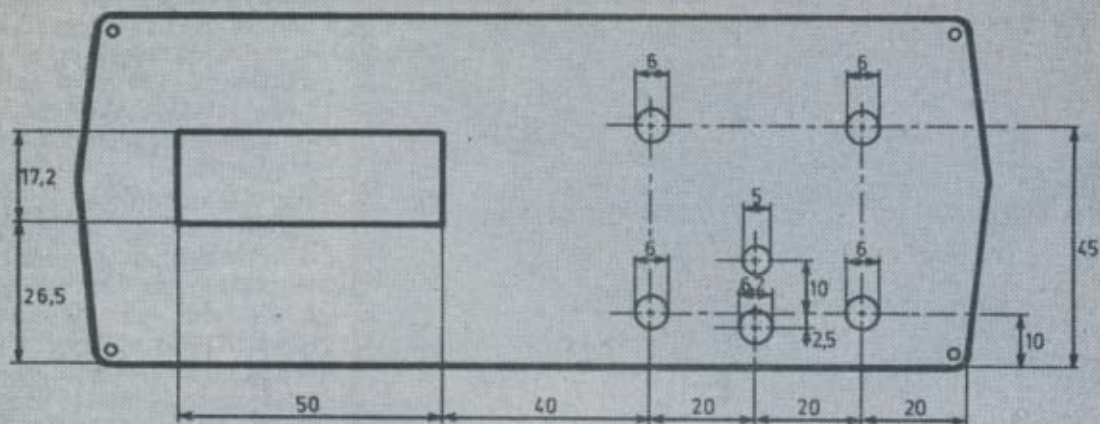


fig. 13 Het boorplan van de frontplaat (kast AUS 44).

bestaat uit een plastic onder- en bovenkant. Daarin passen een voor- en achterkant van aluminium. In het front zaagt en boort men de gaten zoals aangegeven is in figuur 13. De DVM wordt vlak achter het front gemonteerd. De multi-meter komt daar weer vlak achter. Het is aan te bevelen deze prints elk op een aluminium plaatje te monteren en dit plaatje onder een hoek van 90 graden vast te zetten op de onderkant van de kast. Zo zijn de prints afgeschermd en heeft men weinig last van brom. De bedrading tussen de prints is getekend in figuur 12. De voeding wordt plat op de onderkant gemonteerd. De achterkant van de kast kan dienst doen als koelplaat voor de transistor op de voedingprint, deze dient wel geïsoleerd gemonteerd te worden. Alle metalen platen (dus voor- en achterkant en de twee montageplaten) worden met de ingangsmassa op de multi-meter verbonden. Dit is de massa aansluiting waar ook de massa ingangsbuss op aangesloten is. De verbindingen naar S3 worden met afgeschermd draad gemaakt.

Voor de plus en massa ingangsbussen gebruiken we een rood (+) en een zwart banaanchassisdeel. De

extra wisselspanningsaansluiting voeren we met een tulpchassisdeel uit. De verbindingen naar de ingangsbussen en het tulpchassisdeel mogen niet met afgeschermd draad uitgevoerd worden, omdat dit de parasitaire capaciteiten verhoogt. Wel dienen ze zo kort mogelijk uitgevoerd te worden.

In figuur 12 is de HOLD niet getekend, deze kan eventueel met een schakelaar uitgevoerd worden, zie ook figuur 6. Het frontje wordt afgewerkt met afwrijfflettertjes

en plasticspray, zie de foto van het front.

Het afregelen

Omdat er veel gebruik gemaakt is van precisie-weerstanden, valt het afregelen voor zo'n veelzijdig apparaat reuze mee. We gaan uit van een afgeregelde DVM, zie de beschrijving van de DVM. Vooral de nulpuntsafregeling dient nauwkeurig te gebeuren. Nu zetten we de multi-meter op het grootste stroombereik met S3 in



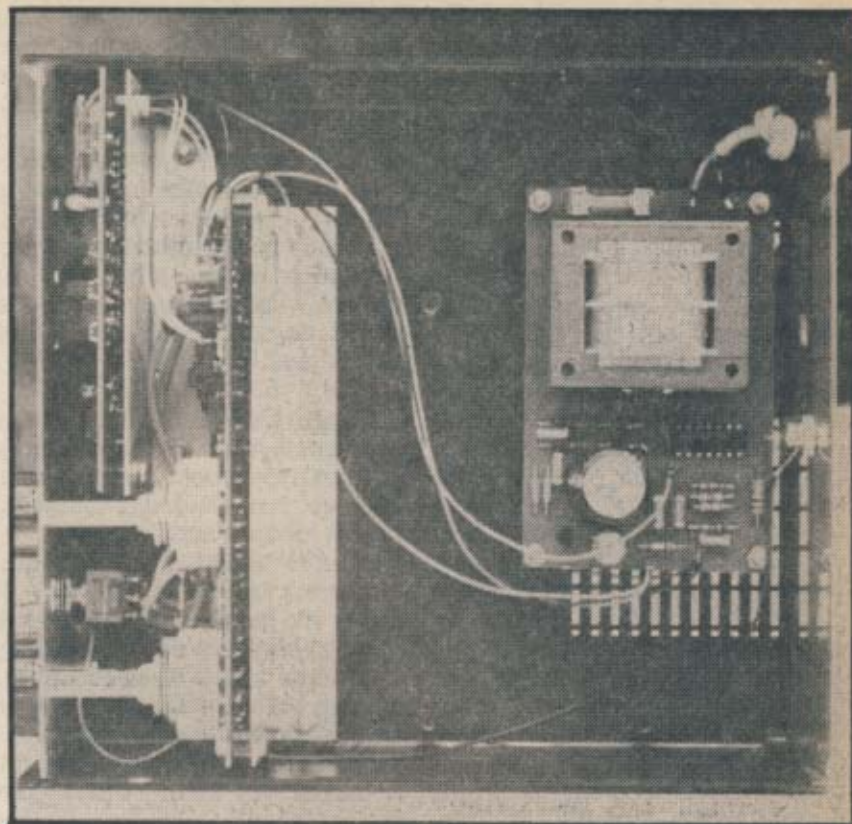
— bouwontwerp —

de DC (gelijkstroom) stand. Met R20 op de multi-print regelen we de uitlezing op 000, knippen naar 001 en -01 mag. Dan zetten we de multi-meter op het 10 V (DC)-bereik. De plus ingangsbussen verbinden we met de referentiespanning (Uref) van de voeding. Als men over een goede (geijekte) voltmeter beschikt (of kan lenen), kan men de referentiespanning precies meten. Met R5 op de DVM regelen we de uitlezing op de gemeten waarde of als men geen meter heeft op 7,15 V.

De laatste afregeling is die van de weerstandsmeting. We zetten de meter op het 100 k ohm bereik en sluiten een precisie (1 of 2 %) weerstand van 50 k ohm aan op de ingangsbussen. We kunnen zo'n weerstand maken door twee weerstanden van 100 k ohm (1 of 2 %) parallel te schakelen. Met R30 op de multi-print regelen we uitlezing op 50.0. Meer valt er niet af te regelen en de meter is klaar voor gebruik.

Het gebruik en de specificaties van de multi-meter

Het gebruik is erg eenvoudig door de overzichtelijke indeling van de schakelaars. Met de rechterdraaischakelaar (S1) kiezen we tussen spanning, stroom of weerstand. Met de andere draaischakelaar kiezen we het bereik. Als we een onbekende spanning of stroom meten, kiezen we eerst het hoogste bereik (1000 V of mA) en we schakelen terug tot dat we een duidelijke uitlezing krijgen. We moeten altijd in het laagst mogelijke bereik meten om meetfouten te voorkomen. Als men een te klein bereik heeft gekozen, geeft de DVM EEE aan. Men moet dan naar een hoger bereik schakelen. Als men de meetsnoeren verkeerd om heeft aangesloten verschijnt er 'n negatief getal of-- op de DVM. Als men wis-



selstroom of spanning wil meten, zet men S3 in de AC-stand. Bij het meten van weerstanden geeft de DVM EEE aan als er geen weerstand is aangesloten, de weerstandswaarde is dan immers oneindig groot. Als men de ingangsbussen kortsluit meet men een weerstand van 0 ohm.

In de gevoeligste stand van het wisselstroom/spanningsbereik zal de uitlezing altijd iets meer zijn dan 000, ook als men de ingang kortsluit. Dit komt door onvermijdelijke brominvloeden. Als dit echter meer dan 005 is moet men de bedrading of de aarding controleren en verbeteren. Bij het meten van wisselspanning geeft het display vaak EEE aan als men er niks op aansluit, dit komt door de hoge ingangsweerstand van 10 M ohm (10 miljoen ohm). Zo gauw als men de meter op een schakeling aansluit verdwijnt dit. De zeer gevoelig 100 mV-ingang is

bedoeld voor het meten van kleine wisselspanningen.

De bereiken schakelaars dienen in de 1 V AC-stand te staan. Men meet met een afgeschermd snoer om brominvloeden te mijden. Er licht geen decimale punt op op de DVM zodat men in gedachte de uitlezing door 10 moet delen. Staat er bijv. 500 dan meet men een wisselspanning van 50 mV. De ingangsweerstand is 1 M ohm. Naast de ingangsgevoeligheid en de ingangsweerstand is voor het meten van wisselspanningen en stromen het frequentiebereik van belang. Het is niet zo dat met een multi-meter signalen met een frequentie van 0 tot oneindig gemeten kunnen worden. De ondergrens wordt bepaald door de koppelcondensatoren, deze zijn hier zo berekend dat bij ca. 10 Hz de meter 90 % (-1 dB) van de werkelijke waarde aangeeft. Boven de 10 Hz werkt de meter goed. Echter onder deze waarde

— bouwontwerp —

is de meting onbetrouwbaar. De bovengrens is sterk afhankelijk van het gekozen bereik. Voor de 100 mV-ingang en voor de bereiken hoger dan 1 V is de meting betrouwbaar tot ongeveer 50 kHz. Voor het 1 V geldt dit tot 5 kHz. Het 1 V bereik is een stuk slechter dan de andere bereiken. Dit is te wijten aan de parasitaire capaciteiten in de schakeling. Deze capaciteiten zijn te vergelijken met condensatoren die in de schakeling zitten, waar we ze niet willen hebben en waar we ze ook niet echt hebben gemonteerd, maar die gevormd worden door de aansluitdraden, de printsporen en voor een belangrijk deel door de schakelaars. Deze capaciteiten kunnen gecompenseerd worden maar echter niet in de meter zelf. Zouden we dit wel doen voor het 1 V bereik dan klopt er van de andere bereiken niks meer boven de 5 kHz. De andere bereiken worden overgecompenseerd en de uitlezing wordt hoger dan de werkelijke waarde.

Als men een 1 V bereik nodig heeft dat tot 50 kHz goed werkt, kan men de schakeling uit figuur 14 gebruiken. Deze kleine schakeling wordt zo dicht mogelijk bij de meetpennen aangesloten, de verbindingen naar de meetpennen mogen niet langer zijn dan 10 cm. De schakeling kan in een klein kastje gebouwd worden.

Met een afgeschermd draad wordt de schakeling verbonden met de 100 mV plug. Met de schakelaar kan men kiezen tussen 1 V of 100 mV. Als de schakelaar open is zorgt de weerstand van 9,09 M ohm voor een verzwakking van 1/10 maal. Met de trimcondensator kunnen we de parasitaire capaciteiten compenseren. Het afgeschermd snoer zorgt voor een extra capaciteit, maar het snoer is nodig om brominvloeden te voorkomen. De waarde van de trimcondensator is afhankelijk

van de lengte van het snoer. Voor een lengte tot 1 m is 10 pF een goede waarde. Tot 2 m kan men 20 pF nemen. De trimcondensator wordt zodanig ingesteld dat men bij ca. 20 kHz de juiste uitlezing krijgt. Deingangsspanning moet dan wel nagemeten worden met een goede multi-meter anders klopt er nog niks van. Als men de schakelaar sluit dan werkt de schakeling als de 100 mV ingang.

Afgezien van het frequentiebereik geldt voor de nauwkeurigheid van de afdeling een percentage en een getal dat aangeeft hoever men maximaal van de werkelijke waarde afzit. Voor het DC-bereik is dit + en - (1% + 1 digit). Als men een uitlezing heeft van 100 betekent dat de werkelijke waarde tussen 98 en 102 inligt. 1% van 100 is 1 + 1 digit = 2. Voor het AC bereik is de onnauwkeurigheid + en - (1% + 5 digits), dit betekent dat kleine uitlezingen erg nauwkeurig zijn. Als men een uitlezing heeft van 010 dan is de procentuele fout te verwaarlozen, 1% van 010 is 0,1 en valt buiten de uitlezing op de DVM. De digit fout telt echter des te zwaarder.

De werkelijke waarde kan tussen 005 en 015 inliggen en dat is + en - 50%! Het is dus belangrijk dat men altijd op het kleinste bereik

met de grootste uitlezing meet. Hieronder zetten we de belangrijkste specificaties op een rijtje.

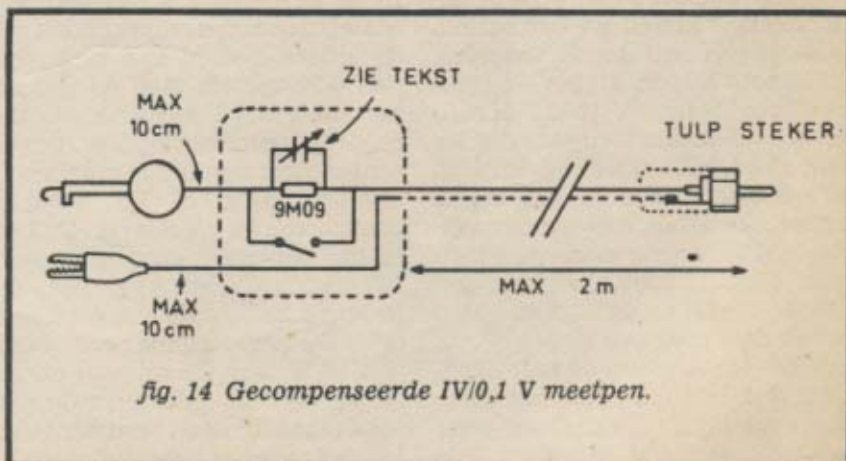
DC-spanning en stroom (alle bereiken): onnauwkeurigheid: + en - (1% + 1 digit); ingangswaarstand (spanning): 10 M ohm; spanningsval (stroom): maximaal 0,1 V

AC-spanning en stroom (alle bereiken): onnauwkeurigheid: + en - (1% + 5 digits); ingangswaarstand (spanning): 10 M ohm; spanningsval (stroom): maximaal 0,1 V (effectief); ingangswaarstand 100 mV ingang: 1 M ohm; ingangscapaciteit 100 mV ingang: ca. 30 pF.

Weerstandsmeting (alle bereiken): onnauwkeurigheid: + en - (1% + 1 digit); spanningsval: maximaal 1 V (geschikt voor dioden); meetstroom: 1, 0,1 mA en 10, 1 microA.

Van de multi-meter (set 1024), de DVM (set 1023) en de inbouwvoeding (set 1001) zijn complete bouwpakketten te koop bij de meeste onderdelenhandelaren.

Het is overigens raadzaam om van de multi-meter een bouwpakket te kopen, omdat de precisie weerstanden niet overal los te koop zijn.



— bouwontwerp —

Onderdelenlijst:*Weerstanden:*

R1	9,09 M	wit zwart wit geel *
R2	909 k	wit zwart wit oranje *
R3	90,9 k	wit zwart wit rood *
R4,17	9,09 k	wit zwart wit bruin *
R5,15	1 k	bruin zwart zwart bruin *
R6,16,11	10	bruin zwart zwart
R7,21,23,24, 25,33,35,36,37,38	10 k	bruin zwart oranje
R8	90,9	wit zwart wit goud *
R9,19,27,29	1 k	bruin zwart rood
R10	9,09	wit zwart wit zilver *
R12	1	opschrift *
R13	0,1	opschrift *
R14	330 k	oranje oranje geel
R18	21,5 k	rood bruin groen rood *
R20,30	10 k	instelpot. (klein liggend)
R22	1 M	bruin zwart groen
R26	18 k	bruin grijs oranje
R28	2,2 k	rood rood rood
R31	8,2 k	grijs rood rood
R32	100	bruin zwart bruin
R34,39	100 k	bruin zwart geel
R40	27	rood violet zwart
R41	47	geel violet zwart

Alle weerstanden behalve R12 en R13 (1/2 W) 1/4 W.

*) precisie-weerstand (1% of 2%) met een bodine of rode tolerantie-ring, zie figuur 11.

Condensatoren:

C1	10 nF (MKM)
C2	100 nF (MKM)
C3	470 nF (MKM)
C4,5,7,8,9	10 micro F, 16 V elco
C6	470 pF

Halfgeleiders:

D1,2	AA119 (germanium)
D3,4	1N4007
D5,6	1N4148
T1,4,8	BC547B
T2,3,5,6,7	BC557B
IC 1,2	CA3140
IC 3	CD4093

Diversen:

S1	4 x 3 standenschakelaar
S2	3 x 4 standenschakelaar
S3	dubbel om
S4	enkel om (eventueel, zie tekst)
soldeerlipjes	
print A1024	

Deze maand in Radio Bulletin**Dolby C**

Moderne ontvangers. Kenwood general coverage R1000
Industrieel nieuws
Twee complexe rekenmethoden.
Deel 1
Uitlezing. Achtcijferig gemultiplex
Voor u gelezen
Demodulatorcircuits en squelch.
Korte golfontvanger voor zelfbouw
Activiteiten revue
IC-fouten. Effect, oorzaak en preventie. Deel 2
Moederprint. Geheugensteun voor 6502-systemen
Microgebeuren
Videokaart voor 1802-systemen.
Deel 2
Rf-modulator voor Cosmicos' grafisch display
Videomonitor. Ombouw van een Philips TX-televisie
Formule TI-58/59. Timers voor lange tijden

Vragenuur

Ook Elektronica ABC heeft een telefonisch vragenuur, en wel op de maandagavond.

Iedere maandagavond (feestdagen uitgezonderd) is er tussen 7 en 8 uur iemand van de redactie om de problemen op te lossen die u als lezer misschien heeft.

Telefonische vragen mogen alleen betrekking hebben op schakelingen e.d. die gepubliceerd zijn in Elektronica ABC.

Dus maandagavond van 7 tot 8 uur; tel. 070-942547, Dhr. Ter Burg.

— bouwontwerp —

NIEUW

BIJ DE MUIDERKRING
MK JUNIOR BOEKEN



WAT IS ELEKTRICITEIT

Auteur: Philip Chapman

De Muiderkring heeft met deze uitgave een start gemaakt met een aantal boekjes gericht op kinderen met een technische interesse. In de door ons bewerkte, oorspronkelijk Engelse, uitgave wordt getracht het verschijnsel elektriciteit te ontdoen van de sluier van magie en gevaar die er, vooral voor kinderen, op rust. In het 32 pagina's tellende en in vier kleuren gedrukte werkje wordt door middel van veel tekeningen met begeleidende tekst het verantwoord omgaan met elektriciteit geleerd.

Ruime aandacht wordt besteed aan het opwekken van elektriciteit in al haar vormen.

Aan de hand van de praktische toepassingen van elektriciteit kan de jeugdige lezer veel plezierige uurtjes beleven met het bouwen van elementaire schakelingen met lampjes en batterijen, maar ook met de constructie van een echt werkende elektromotor die bestaat uit een paar magneten, een kruk, een breinaald en wat draad.

Deze uitgave is bedoeld voor kinderen, maar zal ook bij de wat oudere lezer veel begrip en interesse opwekken voor de wereld van de elektriciteit.

Bestelnummer: 14504
Prijs: Hfl. 9,50/Bfr. 152

ISBN 90 6082 205 6
Vertaling en bewerking: De Muiderkring BV

PROEFJESBOEK

Auteur: Heather Amery

In dit 32 pagina's tellende boekje worden op eenvoudige wijze een groot aantal verschijnselen uit de natuur en natuurkunde, op een voor kinderen begrijpelijke wijze, uiteengezet.

Op iedere pagina wordt een eenvoudig en veilig proefje gedaan, wat door veel gekleurde tekeningen aanschouwelijk wordt gemaakt. Na het proefje wordt uitgelegd hoe en waarom de proef zo verlopen is.

Daarnaast worden een aantal voorbeelden gegeven over de toepassing van het verschijnsel of waar dit in de natuur voorkomt. De diverse ontwerpen zoals een regenboog, lichtbreking, bliksem etc. worden op uiterst eenvoudige wijze behandeld echter zonder het wezenlijke ervan aan te tasten.

Alle proefjes kunnen worden gedaan met eenvoudige hulpmiddelen zoals soda, een zaklantaarn of plakband, iets dat iedereen wel heeft liggen.

Resumerend, zeer aan te bevelen voor kinderen die graag knutselen en tegelijkertijd wat willen leren.

Bestelnummer 14512
Prijs: Hfl. 9,50/Bfr. 152

ISBN 90 6082 206 4
Vertaling en bewerking: De Muiderkring BV

Deze uitgaven zijn verkrijgbaar bij radiozaken, boekhandel en kiosken. (Indien niet verkrijgbaar, belt U even De Muiderkring.)



UITGEVERIJ DE MUIDERKRING BV

Postbus 10 - 1400 AA - Bussum (Holland) Tel.: 02159 - 31851

Voor België: Maarten Kluwer's Internationale Uitgeversonderneming
Somerstraat 13/15, 2000 Antwerpen - Tel.: 031/312900



Lezerspost
Elektronica ABC
Postbus 10
1400 AA Bussum



De zaak is nu geschikt voor 4 Ah cellen. Natuurlijk moet u een nieuwe print ontwerpen en zal deze schakeling in een groter kastje moeten. Tevens dient de TIP29 te worden gekoeld.



Omvormer voor groot vermogen

Regelmatig bereiken ons vragen naar een dergelijke omvormer, zoals ook nu weer door de heer Veneberg te Almelo.

Het is erg moeilijk om omvormers voor meer dan 100 W te maken en het is ook niet erg zinvol. Er gaan dan in de accu enorme stromen lopen en daardoor daalt het rendement van de omvormer en de accu wel heel erg. Toch bestaan er omvormers voor een paar honderd watt. Deze zijn als bouw pakket te verkrijgen, o.a. bij de firma De Boer te Eindhoven.



Moeilijkheden met een bestelling

De heer Raamsdonk uit Capelle a. d. IJssel kreeg van de firma De Boer te Eindhoven een onvolledig bouw pakket toegestuurd.

U hebt een beetje pech gehad, meneer Raamsdonk, want toen uw bestelling binnen kwam waren deze speciale condensatoren op. Omdat u geen geduld had om te wachten totdat deze weer leverbaar waren hebt u natuurlijk

uw geld teruggekregen toen u het pakket weer terug zond. Helaas hebben veel leveranciers zelf ook weer problemen met hun toeleveranciers. Met alle andere bestellingen zijn er geen moeilijkheden geweest.



Ombouw acculader voor NiCd voor grotere spanningen en stromen

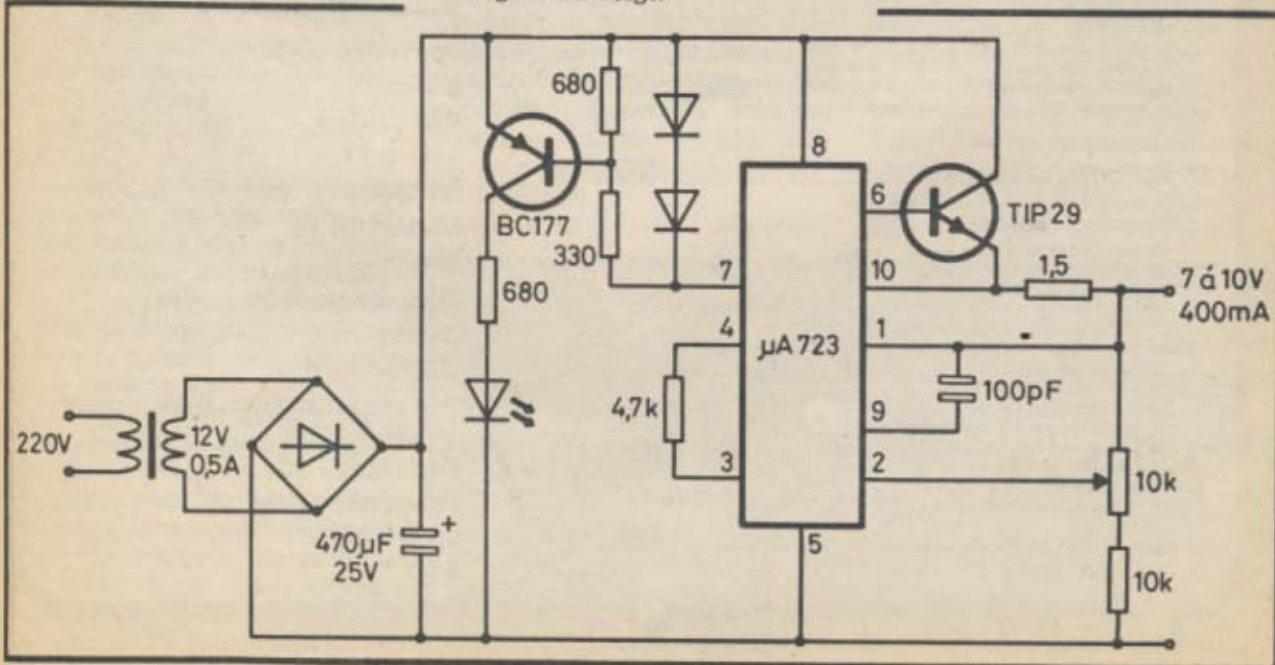
De heer Gaens uit Tongeren wil de NiCd-lader uit het februari 1980 nummer ombouwen.

Dat gaat als volgt:



Transistor tester

De heer Kemp uit Soest wil in plaats van het aangegeven 1 mA



metertje een 10 mA metertje toe-
passen.

Eigenlijk is voor een dergelijke
tester een 1 mA metertje al een te
ongevoelig element. Met een 10
mA metertje kunt u dan ook bij-
na geen waarden meer aflezen.
Bovendien is 10 mA wel een wat
erg grote basisstroom voor kleine
transistoren.



Stromen door geleiders

*De heer Levie uit Den Haag is
een vlijtige theorie-onderzoeker
en heeft hier weer enige interes-
sante vragen over gesteld.*

Wanneer we op een geleider een
spanning zetten ontstaat er in de-
ze geleider een elektrisch veld.
Door dat veld ondervinden de
elektronen een kracht en gaan

bewegen. Ze zullen echter steeds
in botsing komen met de atomen
en moleculen van de stof waarin
ze zich bevinden. Daarbij geven
ze hun snelheid weer af en de
energie van hun beweging wordt
in warmte omgezet. Koelen we
een stof af, dan gaan de molecu-
len en de elektronen minder snel
trillen. De kans op botsingen
wordt daarmee kleiner. De
weerstand van het materiaal
neemt dus af. Bij een voldoende
lage temperatuur is de eigen tril-
ling van de elektronen zo klein
geworden dat ze invloed op el-
kaar kunnen gaan uitoefenen
zonder steeds weer door elkaar
heen getrild te worden. De elek-
tronen scharen zich dan twee aan
twee tesamen, hetgeen enigszins
te vergelijken is met wagentjes
op spoorrails. De weerstand valt
nu geheel weg. Dit verschijnsel
noemen we supergeleiding. Wan-
neer een stroom door een draad

loopt ontstaat er een magnetisch
veld. De oorzaak van de stroom is
een elektrisch veld. Een wis-
selstroom levert dus een elektro-
magnetisch veld op, hetgeen het-
zelfde is als een radiogolf. Deze
golf brengt in een metaal de elek-
tronen in trilling. Deze elektro-
nen botsen echter met de atomen
en geven hun energie weer af. De
wisselstroom ondervindt dus in
een metaal extra verliezen, het-
geen er op neerkomt dat de
schijnbare weerstand hoger is.
Echter, daar waar het minste ma-
teriaal zit is de weerstand het
kleinste. Dat is aan de buiten-
kant van een geleider. De wis-
selstroom loopt dus altijd langs
de rand van een materiaal. Het
heeft daarom weinig zin een
draad dikker te maken als er gro-
te wisselstromen door moeten lo-
pen. We nemen dan een draad die
uit heel veel dunne kleine draad-
jes bestaat (Litze draad).

ASSORTIMENTS DOZEN TOPPERS:

Lichtdioden

- | | |
|-------------------|------------------|
| 20 LED 3 mm rood | 10 LED 5 mm rood |
| 10 LED 3 mm geel | 5 LED 5 mm geel |
| 10 LED 3 mm groen | 5 LED 5 mm groen |
| 20 ledclips 3 mm | 5 ledclips 5 mm |

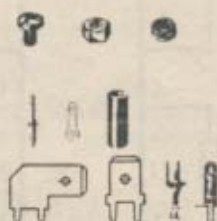


5 CQY 98 5 mm infrarood

incl. gratis ass.doos **39.00**

Mechanische onderdelen

- 50 cyl. bouten M 3 x 10 mm
- 50 cyl. bouten M 3 x 16 mm
- 100 moeren 3 M
- 20 afstandbussen 4 x 8 x 5 mm
- 20 afstandbussen 4 x 8 x 7 mm
- 100 printpennen 1,3 x 13 mm rond
- 20 soldeerripen M3
- 10 kontaktklemmen 2,8 mm
- 10 kontakttongen 2,8 mm
- 5 kontakttongen 2,8 mm haaks
- 10 kontaktklemmen 6,3 mm
- 10 kontakttongen 6,3 mm
- 10 isolatiehuisen 2,8 x 0,8 mm
- 10 isolatiehuisen 6,3 x 0,8 mm



assortiment MO **29.50**

incl. ass. doos

Electronica Huis



de Heurne 30-32

Enschede

053-315169

Telgen 11

Hengelo

Marktstraat 12

Almelo

Oude Vismarkt 29

Zwolte

05200-13804

Alle prijzen zijn incl. BTW, zonder
verzendskosten

Rembours 7.50

Bij vooruitbetaling

op giro 821971

4.00

Meten met de multimeter

De multimeter, ook wel universeelmeter genoemd, mag niet ontbreken bij de echte elektronica amateur. De meest voorkomende metingen kan men met een dergelijke meter uitvoeren.

De gebruikelijke multimeters zijn uitgerust met een wijzermeetinstrument, ze bezitten of schakelaars of meerdere contactbussen en vaak bij duurdere multimeters vindt men een smalle spiegel onder de wijzer. Deze spiegel dient voor verhoging van de afleesnauwkeurigheid, bij het niet rechtstandig aflezen ontstaat er een parallax fout, door de spiegel kan men exact aflezen door het spiegelbeeld en wijzer zelf als een lijn te bekijken. Op de schaalverdeling vinden we een groot aantal verschillende getallen en lijnen, voor ieder meetbereik weer een andere, voor wisselspanning een rode, voor weerstanden een groene en een zwarte voor gelijkspanning enz.

Bij het aflezen wordt het pas echt spannend, men moet delen, vermenigvuldigen e.d., hier helpt alleen de regelmatige omgang met de multimeter, in de praktijk leert men.

Samenvattend kan men zeggen; achter een gecompliceerde meterschaal zit een ongecompliceerde schakeling. Eenvoudige meters hebben vaak een verschoven wisselspannings-schaal terwijl de duurdere meters een lineaire schaal hebben voor wisselspanning, hetgeen men bereikt door het inbouwen van speciale gelijkrichters.

Belangrijk voor de beoordeling van een multimeter is ook de inwendige weerstand, die in ohm per volt wordt aangegeven. Meestal is deze voor wissel- en gelijkspanning verschillend. Hoe

hoger deze waarde, des te geringer is de belasting aan de te meten spanning, des te kleiner is de vervalsing van de meetwaarde.

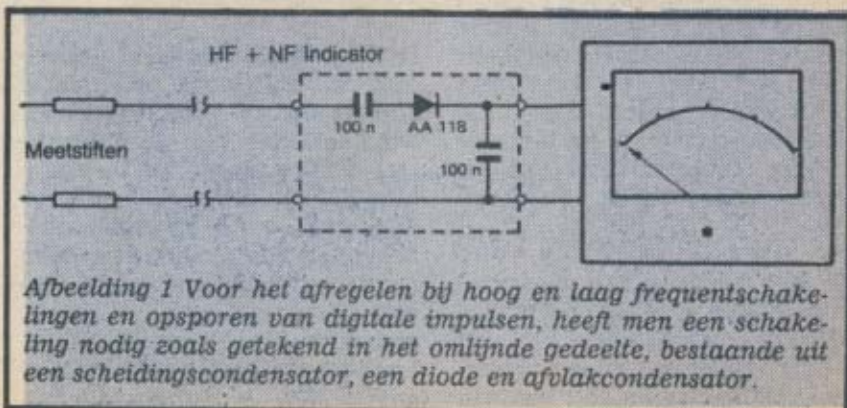
Een ander criterium is de nauwkeurigheidsklasse van het meetinstrument, op de schaal of in de gebruiksaanwijzing wordt die klasse aangegeven. Kl. 1,5 betekent 1,5% tolerantie van de maximale waarde. In de praktijk betekent dit dan: 10 volt volle schaal, tevens afgelezen waarde kan zijn; 9,85 of 10,15 volt, maar op dezelfde schaal bij een afgelezen waarde van 1 volt, kan dit zijn; 0,85 of 1,15 volt, hetgeen overeenkomt met een fout van 15%. Hieruit volgt direct dat men steeds moet aflezen op het gevoeligste bereik, om de fout zo klein mogelijk te houden.

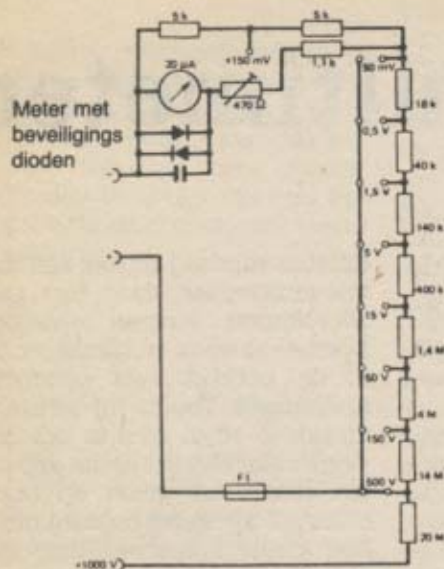
Dit geldt in het bijzonder voor kleine schaalverdelingen, daar de afleesfout ook nog wordt vermenigvuldigd of gedeeld; zelfs bij duurdere multimeters kan men bij volle uitslag op een fout komen van 4%!

Nauwkeurigheidfans gebruiken

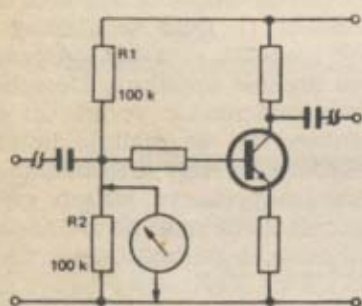
daarom vandaag de dag een digitale-multimeter, daar hier geen afleesfouten kunnen optreden. Doch de gewone multimeter blijft in de praktijk een belangrijk instrument. Vooral bij afregelen ideaal; zo vindt men in beschrijvingen van elektronische apparaten steeds 'afregelen op maximum', of 'afregelen op minimum'. Een kleine hulpschakeling voor afregelwerk bij hoogfrequent of laagfrequent bestaat uit een scheidingscondensator om gelijkspanning te blokkeren, een germanium diode als gelijkrichter en een afvlakcondensator (afbeelding 1). Deze schakeling is ook geschikt voor het opsporen van digitale impulsen. De scheidingscondensator vormt uit de flanken van de digitale impuls positieve en negatieve naaldpulsen. De positieve pulsen gaan door de diode naar de afvlakcondensator en de multimeter slaat uit.

Met deze extra schakeling wordt de multimeter gebruikt als een zogenoemde indicator en dient ook uitsluitend als meter die aantoonst dat er signaal aanwezig is. Zodra het op exacte meetwaarden aankomt, dient men de multimeter in het hoogste bereik te zetten (zeker bij onbekende span-

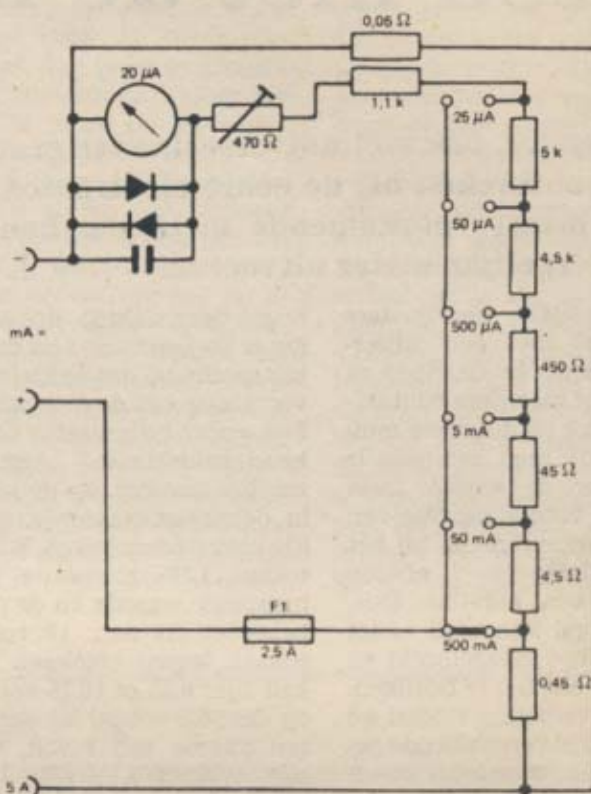




Afbeelding 2 Vereenvoudigde voorstelling van de schakeling van een multimeter voor spanningsmeting.



Afbeelding 3 Meten van de basisspanning van een transistortrap. Het meetresultaat is niet juist door de inwendige weerstand van de meter.



Afbeelding 4 Vereenvoudigde voorstelling van de schakeling in de multimeter bij stroommeting. De zekering F1 beschermt de meter tegen te hoge stromen, toch dient men steeds bij het hoogste bereik te beginnen met meten.

ningen of stromen) en steeds een bereik lager inschakelen tot men een zo groot mogelijke uitslag heeft van de wijzer. Hierbij dient men wel op de inwendige weerstand te letten, daar deze steeds kleiner wordt, zie hiervoor ook de vereenvoudigde schakeling van een multimeter in afbeelding 2.

Bij het bepalen van een voedingsspanning is de inwendige weerstand van de meter niet van belang. Doch wil men bijvoorbeeld de basisspanning van een

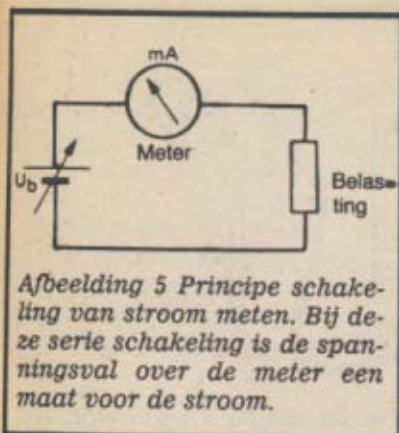
transistor meten dan is er enige voorzichtigheid geboden.

Door de basisweerstand (afbeelding 3) R2 loopt een kleine stroom, die zal veranderen door het aansluiten van de multimeter. Zonder meter zal de spanning $U/2$ zijn, R1 en R2 beide 100 kilo-ohm. Door het parallel schakelen van een meter (we nemen aan 10 volt bereik met een inwendige weerstand van 10 kohm), meten multimeters met ingebouwde versterker, buisvoltmeters of FET-voltmeters zijn het

meest geschikt voor dit soort metingen, daar de inwendige weerstand in het mega-ohm bereik liggen, maar ze zijn dan ook een stuk duurder.

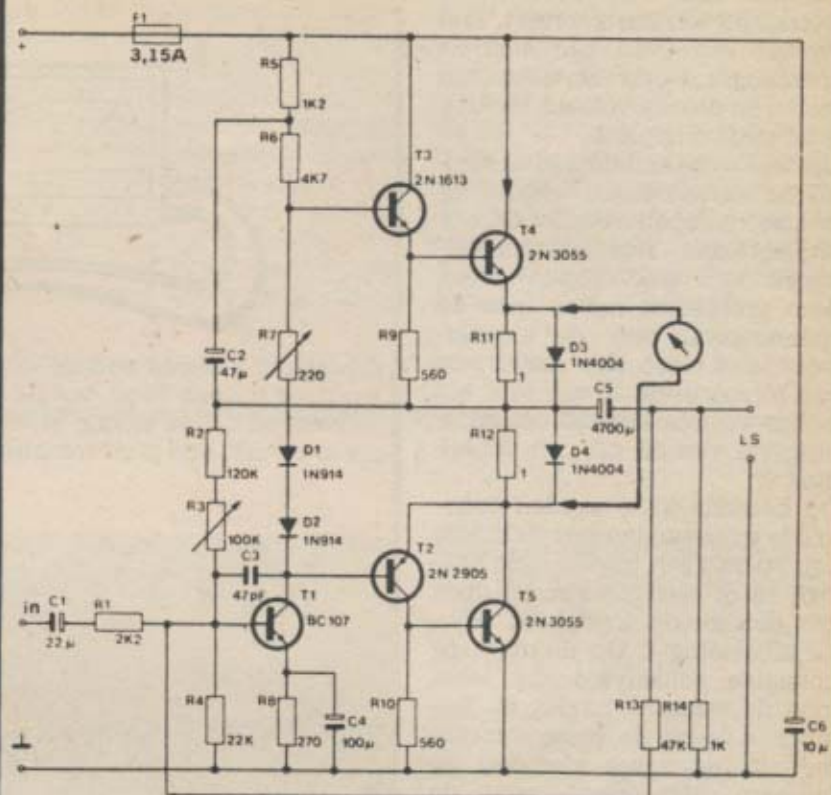
Evenals de spanningsmeting is ook de stroommeting in de praktijk erg belangrijk (afbeelding 4). De stroom door de inwendige weerstand van de meter geeft een spanningsval over de meter, deze spanning wordt gebruikt voor de stroommeting.

Terwijl bij spanningsmeting de inwendige weerstand hoog moet zijn, dient bij stroommetingen de

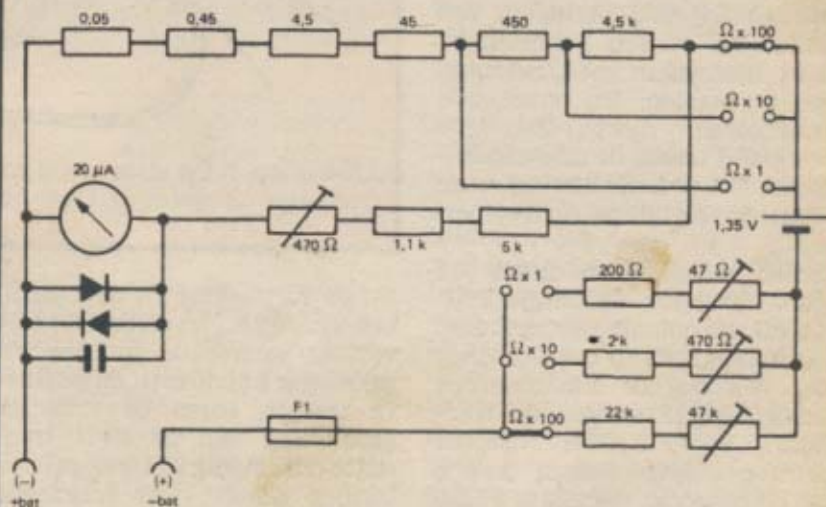


inwendige weerstand juist laag te zijn. Afbeelding 5 geeft de schakeling weer voor stroommeting. Om een stroom te meten schakelt men de multimeter tussen de voedingsspanning (in serie). Door deze serieschakeling komt er een spanningsval over de meter die dan een maat is voor de stroom door de meter. Deze stroom kan men direct aflezen op de schaal voor stroommeting. Daar de voedingsspanning zich nu verdeelt over de meter en de schakeling daar achter, wordt de spanning over de schakeling lager. Hoe hoger de inwendige weerstand, des te lager de voedingsspanning voor de schakeling. Hierdoor neemt ook de stroom af door de schakeling, hoe lager de spanning des te lager de stroom.

Meestal is een spanningsval in het millivolt bereik te verwaarlozen. Alleen een belasting met een niet lineair verloop kan verkeerd reageren op die paar millivolts. Als voorbeeld nemen we een gestabiliseerde voeding en sluiten via de stroommeter een LED aan, die bij ca 50 mA gaat oplichten. Na het instellen van die stroom van 50 mA willen we de spanning over de LED weten. We nemen de multimeter weg en sluiten de LED rechtstreeks aan op de voeding met de multimeter als spanningsmeter parallel. Bij het opnieuw inschakelen van de voeding, ziet men de LED fel oplichten en zijn einde naderen, alleen door die paar millivolts meer. Met een eenvoudige truc kunnen we toch de stroom en spanning



Afbeelding 6 Ruststroom-instelling van een eindtrap. Men meet de spanningsval over de emitterweerstand van de eindtransistoren R11 en R12. De stroom door de weerstanden berekent men met de wet van Ohm.



Afbeelding 7 De schakeling voor het meten van weerstanden. Met behulp van de ingebouwde batterij wordt de stroom door de weerstand gemeten.

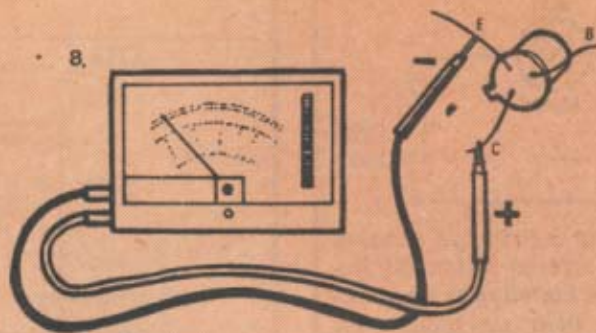
bepalen van de LED, daar deze meestal met een voorschakel weerstand worden gebruikt. Met de wet van Ohm kan men de spanningsval over de weerstand meten en daarna volgens $I = U \times R$ de stroom bepalen.

Op deze wijze kan men in elektronische schakelingen eenvoudig de stroom bepalen zonder deze te onderbreken. Ruststroominstellingen van eindtrappen geven geen problemen indien men de spanningsval over de emitterweerstand meet. Een ruststroom van bijvoorbeeld 25 mA over een 1 ohm weerstand, geeft een spanningsval van 25 mV, zie afbeelding 6.

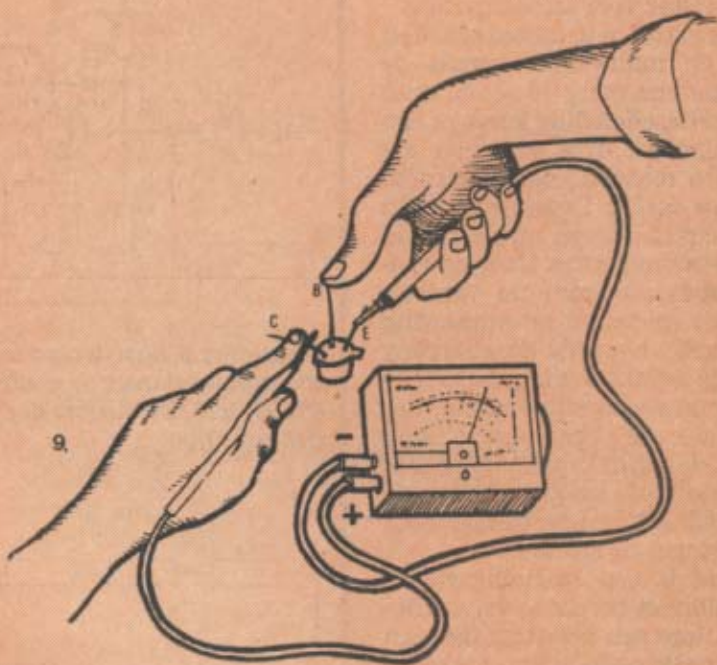
Op dezelfde wijze worden onbekende weerstanden gemeten. Met behulp van een ingebouwde batterij meet men de stroom door een onbekende weerstand (Rx), zie afbeelding 7. Op de overeenkomstige schaalverdeling leest men de waarde van Rx af. Belangrijk is bij de meeste multimeters, het exact afregelen op nul-ohm. Men dient eerst de meetstiften tegen elkaar te houden en dan de wijzeruitslag op nul-ohm af te regelen.

Verder dient men er op te letten dat de polariteit van de inwendige batterij precies andersom is als de klemaanduiding zou vermoeden. Bij het doormeten van dioden en andere halfgeleiders dient men daar goed rekening mee te houden. Bij onbekende transistoren meet men de weerstand tussen de drie aansluitingen, aan de hand hiervan en de polariteit volgt de aansluitvolgorde.

Verder bepaalt men direct het soort transistor; namelijk PNP of NPN, zie ook afbeelding 8. Met wat handigheid en overleg vindt men ook nog de lekstroom en versterkerwerking van de transistor. Voor NPN-transistoren geldt: positieve testpen (zwart) aan de collector, negatieve (rood) testpen aan de emitter en nageen geen uitslag betekent een kleine lekstroom. Zodra men op deze wijze een grote uitslag krijgt, is de transistor defect.



Afbeelding 8 Meten van de lekstroom bij een NPN transistor. De positieve testpen komt aan de collector, de negatieve testpen aan de emitter. Kleine uitslag betekent kleine lekstroom. Slaat de wijzer te ver uit, dan is de transistor defect.



Afbeelding 9 Op deze wijze wordt de versterking van een NPN transistor aangetoond. Onze hand doet dienst als basisweerstand.

Nu de versterking en de daarbij behorende vingeracrobatiek; met vochtig gemaakte duimen en wijsvinger houdt men de positieve testpen tegen de collector aansluiting van de NPN transistor (afbeelding 9). De negatieve testpen houdt men geïsoleerd vast en houdt men tegen de emitter. Met de vrije duim raakt men de basis aansluiting aan en de wijzer zal nu uitslaan, hetgeen de versterkingswerking aangeeft.

Dit kan daar door onze hand een kleine basisstroom naar de transistor loopt.

Voor PNP transistoren verwisselt men de meetpennen. Het juiste ohm-bereik vindt men door proberen, daar de verschillende multimeters ook verschillende meetbereiken hebben. Ook de vochtigheid van de vingers heeft invloed op de uitslag van de meter, dus de uitslag is alleen bepalend voor de werking. Met wat oefening

heeft men met deze methode een handige transistortester.

Tot slot nog enige tips voor de omgang met de multimeter. Om de meter te beschermen tegen overbelasting is het raadzaam om steeds op het grootste meetbereik te beginnen. Zodra men klaar is met meten dient men de meter op het grootste spanningsbereik te zetten.

Veel multimeters hebben een nul

of uit-stand op de bereikschakelaar zitten, in die stand wordt het meetinstrument kortgesloten waardoor de wijzer een demping ondervindt, hetgeen een betere bescherming geeft bij transport van de multimeter. De draaispoel van de meter bevindt zich in een sterk magnetisch veld, waarbij een spanning wordt geïnduceerd in de spoel bij draaiingen tijdens het transport. Door de kortslui-

ting gaat er een stroom lopen die in de spoel een magnetisch veld opwekt dat tegengesteld is (tegen EMK) en dempt zo de wijzeruitslag.

Bij het vervangen van de batterij is het belangrijk om de batterijcontacten in de meter met contactreiniger schoon te maken om grote overgangs weerstanden door oxyde vorming te voorkomen.

ABC-tjes

Onder deze rubriek vallen annonces van lezers die iets hebben aan te bieden of iets zoeken.

Deze rubriek zal voorlopig gratis zijn. Deze rubriek is niet voor handelaren.

Heeft u iets aan te bieden of zoekt u iets speciaals, schrijf dit dan duidelijk op een briefkaart, maximum 100 tekens (incl. spaties) onder vermelding van aangeboden of gevraagd. In de linkerbovenhoek duidelijk vermelden ABC-tje; stuur de briefkaart naar De Muiderkring BV, advertentieafdeling, Postbus 10, 1400 AA BUSSUM.

ABC-tjes aangeboden

Elektr. multimeter. Ing. imp. 10 M Ω . Uit ABC'80/7-8. Kompl. gebouwd en getest f 60,-. F. Klop, Londenweg 17, Vlaardingen, Tel.: 010-740952.

16 Kan. Robyn scanner met hoge en lage pol.band. Krist. aanwezig voor A'dam e.o. Prijs f 350,-. Tel.: 020-422995 (D).

FM-zender 3 m $\pm$ 2 W of 4 W, zelf geb., nog niet afgeregeld, 5 elem., antenne UKW nieuw, 27 m coax kabel 75 ohm nieuw, samen voor f 120,-. Tel.: 08306-42138, na 18.00 uur. (S).

Ouderw. kristalontvanger met 'kristaldetector', rullen voor een 'Walkie-Talkie', event. met bijbelaling. Tel.: 01180-29209 (D).

Te koop: Sony ICF 2001, nieuw. 0.15-30MHz + FM + SSB. Tel.: 031496208, België, ná 18.00 uur. (M).

Voeding voor antenneversterker, 1/2 jaar oud. Prijs: f 35,-. J. Pellaers, tel. 03455-2774.

ABC-tjes gevraagd:

Handleiding van Philips mono-4 sporen bandrec. Type EL 3541 en een buis type IX 2B. J. T. Ancona, Bergse Hoofd 64, Arnhem. Tel.: 085-213134.

Een schema van een luchtvaartontvanger. Graag uitgebreide informatie erbij. Tel.: 04248-1477. (B).

Bouwbeschrijving (of kopie) van Handy Kit HKV 230 voeding 2,5A, 30 V. Tel.: 03435-1538. (H).

Wie heeft voor mij een bouwtekening van een stereo-mengpaneel, 5 of meer kanalen. Kopie is ook goed. P. Wortel, Graaf Florislaan 46, 1405 BV Bussum.

Noodkreet: Betrouwbaar schema van een doka-belichtingsmeter + timer, event. met printlay-out. Ben van Overdijk, Reinoutlaan 196, 5665 AD Geldrop. Tel.: 040-852599.

Gevraagd: Oude schema's: Schaaper, Astra, enz. Ook oude kristalontvangers en goede ouderwetse zendberichten. In ruil voor kofferdraaitafel 2x8 watt met boxen. Van Dalen, Baan 184 A 3011 CG Rotterdam.

Enige informatie over zender, vermoedelijk uit de 2e Wereldoorlog. Type AN/APX-6 Transponder. Liefst de bijbehorende handleiding, event. tegen vergoeding. A. v. Schijndel, P.O. box 5269 5603 BD Stoutheuvel, Eindhoven.

Ik zoek een grammofoon, graag in goede staat, en liefst stereo. Tevens een goede FM-antenne, richtinggevoelig. Schrijf of bel naar: Rudi Heusschen, Limburgerstraat 141, 6267 CD Cadier en Keer (Z.L.). Tel.: 04407-2238.

Schema's van FM-zender 100 tot 108 MHz, 10 tot 20 Watt. Liefst in stereo. X. Hagens, Van Coothstraat 6, 5644 TE Eindhoven.

Fixit_{met} Elektronica ABC

Professor Fixit en de Zwarte Logica

Een enig en rijk geïllustreerd elektronica 'leesboek', waarin op ontspannende wijze door Professor Fixit wordt verteld hoe hij zich via logische enen en nullen langzaam een weg baant in de digitale elektronica.

Vooraf in deze tijd van verregaande automatisering en zich sterk uitbreidende computerkunde is dit boek bijzonder aan te bevelen als springplank naar die andere, doch belangrijke, tak van de elektronica.

Door 't steeds 'hoger' grijpen van de Professor wordt de lezer gedwongen mee te denken, om tenslotte samen met hem via velerlei 'kromme' gedachtenkronkels tot een reële oplossing van de gestelde problemen te komen én constructief bezig te zijn met de digitale spelletjes die aan het brein van de Professor zijn ontsproten.

Klaas Reichardt

(In bovenstaande beschrijving is in het kort weergegeven wat de schrijver met dit boek trachtte te brengen.)

Als normale bestelling:

Bestelno.: 10233

Prijs: Hfl. 34,50

Porto: Hfl. 4,-

Hoe verkrijgt u bovenstaand boek voor slechts Hfl. 4,00.

Heel simpel!

Als u zich nu opgeeft als nieuwe abonnee op Elektronica ABC met onderstaande bon, dan hoeft u alleen de portokosten van het boek te vergoeden.

Het abonnement op Elektronica ABC loopt van sept. 1981 t/m december 1982, het abonnementsgeld bedraagt Hfl. 41,-. Dus voor Hfl. 45,- bent u abonnee t/m december 1982 (15 nummers) en een boek rijker. Conclusie: **VUL IN DIE BON!**

Ja, noteer mij als nieuwe abonnee op ELEKTRONICA ABC, ingaande sept. 1981 voor Hfl. 45,-. Het boek 'Professor Fixit en de Zwarte Logica' krijg ik toegezonden, nadat ik het abonnementsgeld heb overgemaakt via de acceptgirokaart, die ik van u krijg toegezonden.

Naam:

Adres:

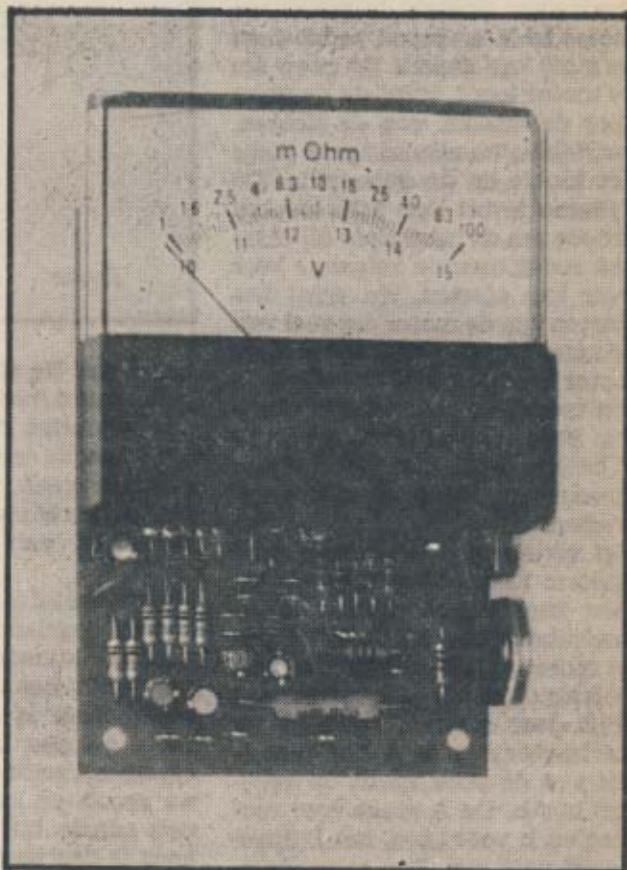
Postcode: Woonplaats:

In open evenlop zonder postzegel sturen aan:

DE MUIDERKRING BV - Antwoordnummer 224 - 1400 VB BUSSUM

Accu-conditiemeter

De meeste mensen zullen zich midden in de zomer weinig zorgen maken om de toestand van de accu. De auto start immers elke ochtend probleemloos. Waar we in zomer alleen op letten, is of er wel voldoende vloeistof in de accu zit en eventueel vullen we dit aan met gedistilleerd water. Toch is het belangrijk de toestand van de accu in de zomer te controleren om te voorkomen dat men in de herfst of winter in de problemen komt met het starten. Als het koud of vochtig is, is er meer vermogen nodig om de motor aan de draai te krijgen dan bij warm of droog weer. Het is echter niet eenvoudig om te kunnen bepalen of men aan een nieuwe accu toe is of dat deze nog een winter meekan. De meeste accu-conditiemeters meten alleen de spanning van de accu. Nu zegt de spanning van de accu alleen wat over de ladingstoestand van de accu en beslist niet over de kwaliteit van de accu. Meet men bijv. een spanning van 14,4 V dan betekent dat de accu volledig opgeladen is, na bijv. een lange rit overdag (zonder lichten). Meet men 11,2 V dan is de accu praktisch leeg, na lang starten bijv. maar dat hoeft geen probleem te zijn omdat deze weer op geladen kan worden. Met de auto zelf of met een acculader. Om de kwaliteit te meten, moet men de inwendige weerstand van de accu



weten. Als deze laag is, dan is de accu goed. Als deze echter te hoog is dan moet men de accu vervangen. Het meten van de inwendige weerstand is niet zo'n eenvoudige zaak zoals verderop zal blijken, maar geeft wel uitsluitsel over de werkelijke toestand van de accu. Onze accu-conditiemeter is naast het meten van de inwendige weerstand ook geschikt als spanningsmeter met een speciale schaal (10 tot 15 V) voor de accu.

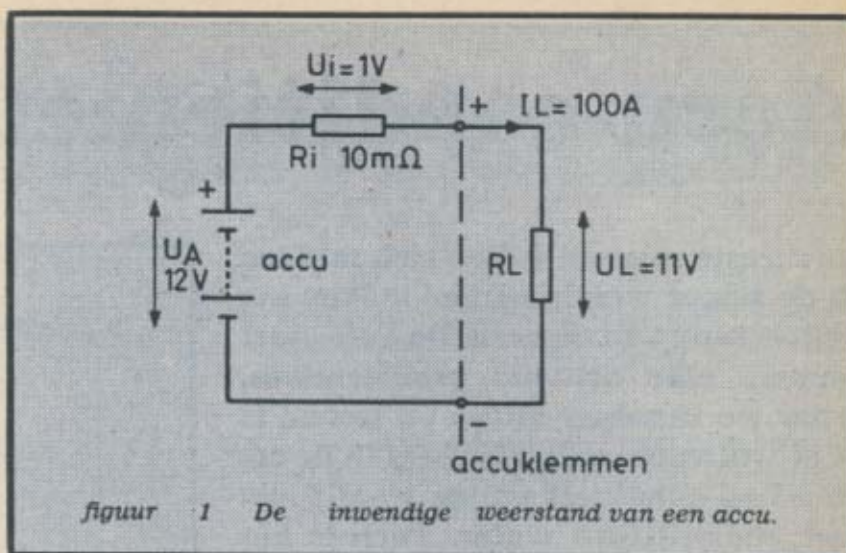
bouwontwerp

De inwendige weerstand van een accu.

De hoofdtak van de accu is om de motor te starten met behulp van de startmotor. De accu moet gedurende enige tijd voldoende stroom kunnen leveren om de startmotor in staat te stellen de motor te laten lopen zodat deze op gang kan komen. Zo gauw als de motor loopt, zorgt de dynamo voor de stroom van de lichten, ontsteking en allerlei zaken zoals het klokje en de auto-radio. De dynamo levert dan zelfs stroom genoeg om de accu weer bij te laden zodat men de volgende keer weer kan starten. Nu vergt het starten van de motor erg veel van de accu. Om een 1600 cc benzine-motor aan de praat te krijgen is een vermogen van ca. 1200 W nodig. Bij een accuspanning van 12 V betekent dit dat de accu een stroom van 100 A moet kunnen leveren.

Het vermogen is spanning maal stroom: $12 \times 100 = 1200 \text{ W}$. Als men begint met starten is de inschakelstroom bijna 400 A om de motor de eerste zet te geven. Ook als de motor al loopt en men blijft door starten, gebruikt de startmotor nog 50 A. De capaciteit van de accu wordt op gegeven in Ah. De A staat voor ampère en h voor hora, het latijnse woord voor uur. Een gebruikelijke waarde voor (auto) accu's is 44 Ah. Een capaciteit van 44 Ah betekent dat men gedurende 44 h een stroom van 1 A kan trekken voordat de (volle) accu ontladen is.

Men kan ook zeggen dat de accu gedurende 1 uur 44 A kan trekken, elke waarde geldt als het produkt van de tijd en de stroom maar 44 Ah is. Tijdens het starten wordt 100 A getrokken, met een accu van 44 Ah kunnen we dus $44/100 = 0,44 \text{ h}$ (= ca. 26 minuten) blijven starten. Dit is in de meeste gevallen uiteraard voldoende om de motor aan de praat



figuur 1 De inwendige weerstand van een accu.

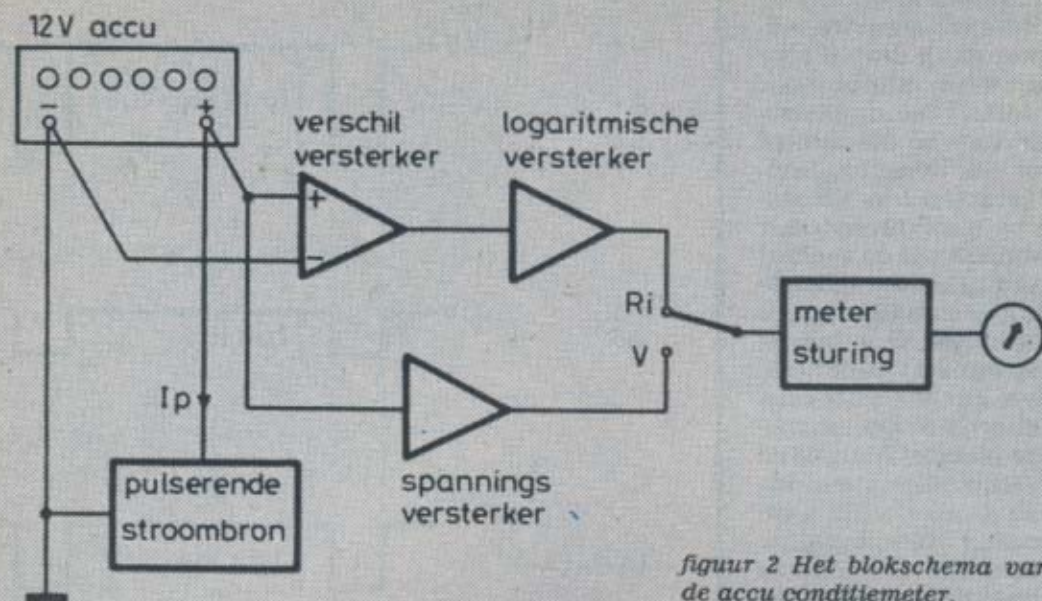
te krijgen. De maximale starttijd is uiteraard minder als we beginnen te starten met een gedeeltelijk ontladen accu. Dit komt in de praktijk vaak voor na (korte) stadsritten of als men met dim- of grootlicht aan gereden heeft.

Maar meestal is de accu dan nog genoeg opgeladen om enkele minuten te kunnen starten. Ernstiger wordt het als de accu niet nieuw meer is en de capaciteit terug gelopen is. De opgegeven capaciteit geldt alleen voor nieuwe accu's en kan voor oude accu's aanzienlijk minder zijn. De accu is dan nog wel op te laden, maar is sneller door zijn stroom heen dan een nieuwe. We kunnen dan minder lang starten en dat kan funest zijn in de herfst of winter als we een langere starttijd nodig hebben. Om te kunnen weten of we aan een nieuwe accu toe zijn, zouden we de capaciteit van de accu moeten kunnen meten. Dit zou in principe kunnen door de (volle) accu te ontladen met een vaste stroom van bijv. 10 A. We moeten dan de tijd meten die verloopt om de accu volledig te laten ontladen. Als dit bijv. 2 uur is, dan is de capaciteit $2 \times 10 = 20 \text{ Ah}$. Dit is uiteraard een erg omslachtige methode en we blij-

ven met een lege accu zitten. Er is gelukkig een andere manier om de capaciteit te meten. Voor een (lood) accu geldt dat de capaciteit gelijk is aan 0,25 gedeeld door de inwendige weerstand. In formule: $Ah = 0,25/R_i$.

De inwendige weerstand (R_i) van een goede 44 Ah accu is ongeveer $0,25/44 = 0,0057 \text{ ohm}$. Een erg lage weerstandswaarde die we beter in milli-ohm (een duizendste ohm) kunnen geven. 0,0057 ohm is 5,7 m ohm. In figuur 1 is aangegeven hoe we ons de R_i van een accu voor kunnen stellen. We beschouwen de accu als een ideale spanningsbron (U_A) met daarmee in serie een weerstand R_i . Als we de accu niet belasten (zonder R_L) dan meten we op de klemmen de ideale spanning van 12 V. Als we een belasting aansluiten (R_L) die een stroom van 100 A trekt (bijv. de startmotor) dan veroorzaakt de stroom een spanningsval over R_i . Stellen we R_L op de 10 m ohm dan is deze spanningsval $100 \times 0,01 = 1 \text{ V}$ (U_i). Op de accu-klemmen moeten we dan 11 V ($U_L = U_A - U_i$). De uitgangsspanning zakt dus door R_i en de belastingsstroom (I_L). We gebruiken dit feit om de R_i en de capaciteit van de accu te kunnen meten.

bouwontwerp



figuur 2 Het blokschema van de accu conditiemeter.

De werking van de accu-conditiemeter.

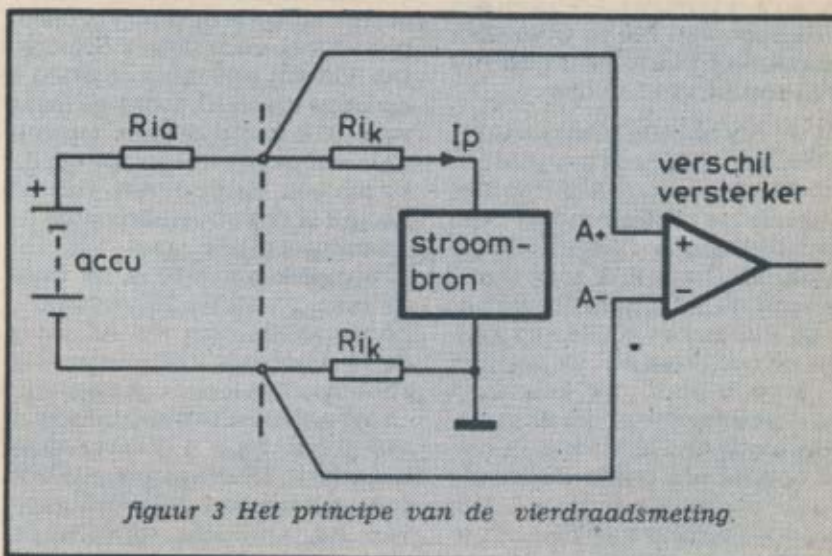
In figuur 2 is het blokschema getekend. Zoals we al vermeld hebben, kan de R_i gemeten worden door het spanningsverschil tussen een belaste en onbelaste accu te meten. Als we de belasting stroom kennen dan geldt voor $R_i = (U_a - U_1)/I_i$, zie figuur 1. Omdat R_i erg klein is hebben we een flinke stroom nodig om een goed meetbaar spanningsverschil te krijgen. In figuur 1 gebruikten we 100 A om een verschil van 1 V te krijgen. Zo'n grote stroom is in de praktijk niet te gebruiken, want waar zouden we die moeten laten. De meting vergt dan 1200 W en dat is niet bepaald elegant. Een stroom van 10 A is een waarde die nog een meetbaar spanningsverschil oplevert, maar als we die continu laten lopen is de belasting nog erg groot. We hebben gekozen voor een pulserende belasting van 10 A. We nemen pulsjes van 0,1 ms lang die om de 10 ms herhaald worden dus 100 per seconde. De gemiddelde stroom wordt $0,1 \text{ ms}/10 \text{ ms} =$

$1/100$ deel van 10 A. $10/100 = 0,1$ A een vrij kleine belasting dus. Over de accu komt nu een pulserende spanning te staan en de grootte van de spanning is een maat voor R_i .

We moeten echter goed oppassen dat we alleen de R_i van de accu meten en niet die van de aansluitdraden. R_i ligt in buurt van 10 m ohm en een dikke draad van ca. 1

m lang heeft al gauw een weerstand van 30 m ohm.

De enige manier om R_i juist te meten is met een zogenaamde vier-draadsmeting. In figuur 3 is het principe van zo'n meting getekend. We zien hier weer de accu met een inwendige weerstand R_{ia} en twee aansluitdraden met een weerstand R_{ik} . Om te voorkomen dat we ook de spanningsval over de aansluitdraden meten, sluiten



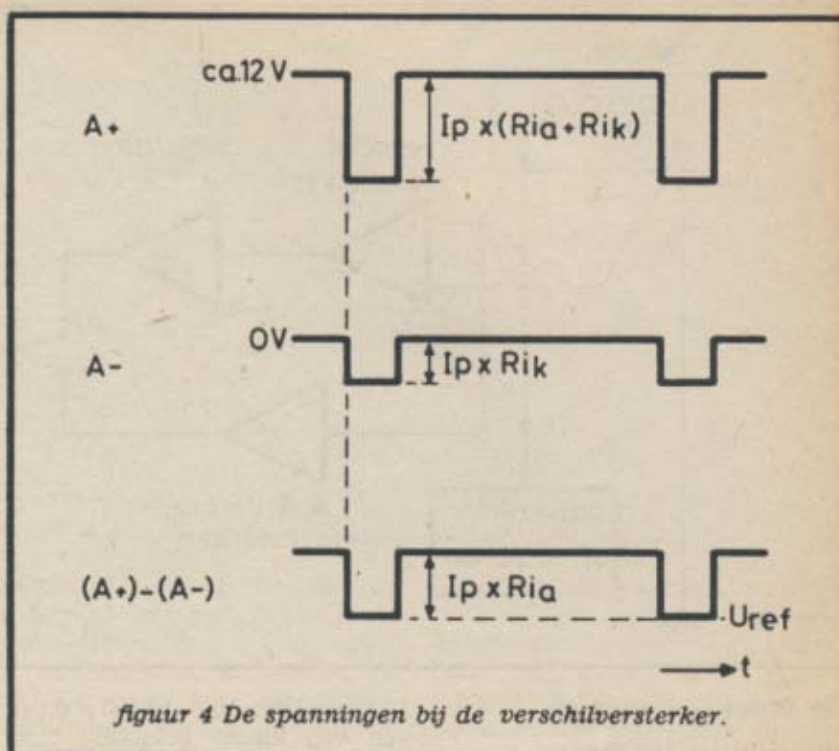
figuur 3 Het principe van de vierdraadsmeting.

bouwontwerp

we een verschilversterker aan op de klemmen van de accu. We hebben hier twee extra draden voor nodig waar geen stroom door loopt. In totaal dus 4 draden. Twee dikke voor de piekstroom (I_p) en twee om te meten. In figuur 4 is getekend hoe het signaal door de verschilversterker verwerkt wordt. Zoals de naam al aangeeft, versterkt een verschilversterker het verschil tussen twee ingangen. Op de + ingang staat het A+ signaal van de accu. Als er geen stroom getrokken wordt, staat er 12 V. Op het moment van de piekstroom daalt de spanning tengevolge van de weerstanden R_{ia} + R_{ik} , deze spanningsdaling bedraagt $I_p \times (R_{ia} + R_{ik})$. Op de - ingang van de verschilversterker wordt het A- signaal van de accu aangesloten. Hier staat op het moment van de piekstroom een spanningsdaling tengevolge van R_{ik} met een grootte van $I_p \times R_{ik}$. De uitgang van de verschilversterker trekt deze signalen van elkaar af. $I_p \times (R_{ia} + R_{ik}) - I_p \times R_{ik} = I_p \times R_{ia}$ en dat is precies wat we nodig hebben.

Om een duidelijke schaalverdeling op de meter te krijgen moet het signaal logaritmisch versterkt worden, zie figuur 2. Een totaal versleten accu kan een R_i hebben van 100 m Ohm. Een nieuwe zeer zware accu (250 Ah) heeft een R_i van 1 m Ohm.

Als we een lineaire schaal zouden gebruiken dan zou het midden van de schaal 50 m Ohm zijn. Het interessante gebied rond de 10 m Ohm ligt aan het begin van de schaal en is moeilijk af te lezen. Met een logaritmische schaal ligt 10 m Ohm in het midden en kunnen we goed zien wat we nog aan de accu hebben. We gebruiken een draaispoelmeter om de gemeten waarde aan te kunnen geven. We hebben een schakeling nodig om de meter aan te sturen. Om ook de spanning van de accu te kunnen meten, zodat we wat van



figuur 4 De spanningen bij de verschilversterker.

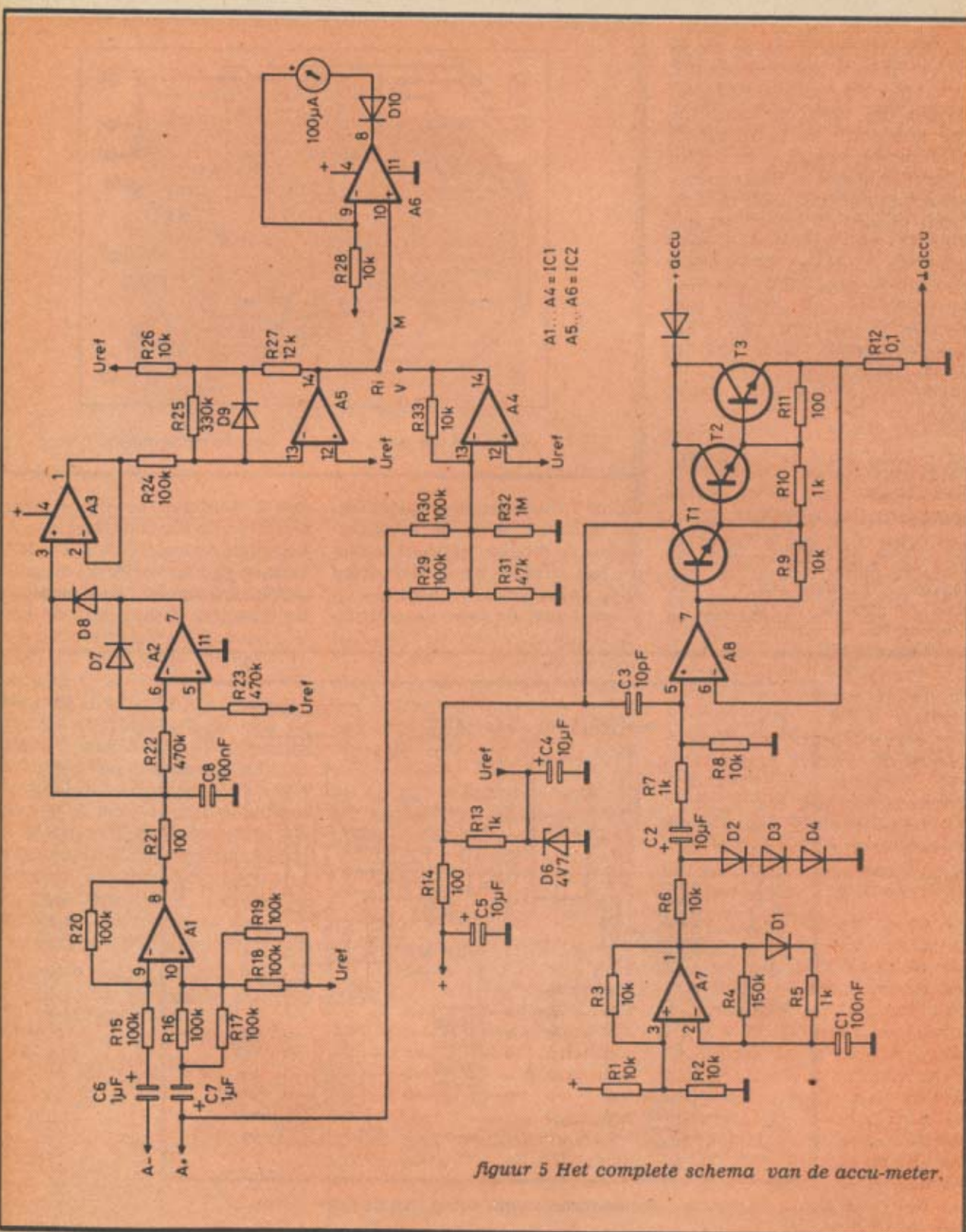
de ladingstoestand weten, is er een spanningsversterker opgenomen. Met een schakelaar kunnen we kiezen tussen de inwendige weerstand of de spanning van de accu.

In figuur 5 is het complete schema van de accu-conditie meter getekend. De schakeling is opgebouwd met maar liefst 8 opamps. Dit lijkt erg veel maar er zitten 4 op-amps in een IC, zodat we maar twee IC's nodig hebben. Opamp a7 is een pulsgenerator die om de 10 ms een pulstje levert van 0,1 ms. A8 is een stroombron, die de spanningspulsjes om zet in stroompulsen van 10 A. De transistoren T1, T2 en T3 versterken de uitgangsstroom van A8 zodat de 10 A gehaald kan worden. De stroompulsen lopen ook door R12 en veroorzaken een spanningsval van $0,1 \times 10 = 1$ V over deze weerstand. Deze spanning wordt teruggekoppeld op de - ingang van A8. Op deze wijze is de stroom nauwkeurig bekend, om-

dat op de + ingang spanningspulsen van 1 V staan.

De diode D5 beschermt de schakeling tegen het verkeerd aansluiten van de accu. De condensator C3 beneemt de stroombron de lust tot oscilleren. De voedingsspanning voor de schakeling wordt van de accu-spanning afgeleid. Met de zenerdiode D6 wordt een referentie-spanning van ca. 4,7 V gemaakt voor de instelling van de overige opamps. A1 is de verschilversterker die de spanningspieken op de klemmen van de accu versterkt, zie figuur 3 en 4. Na een filter (C8 en R21), wordt het uitgangssignaal van A1 „geklemd” op de referentie-spanning. Hiervoor zorgt de schakeling rond A2. De negatieve spanningspieken komen precies op het referentieniveau te liggen. De gemiddelde waarde van het signaal ten opzichte van de referentie-spanning is nu praktisch recht evenredig met de inwendige weerstand. A5 vormt de logaritmische versterker. Er wordt ge-

— bouwontwerp —



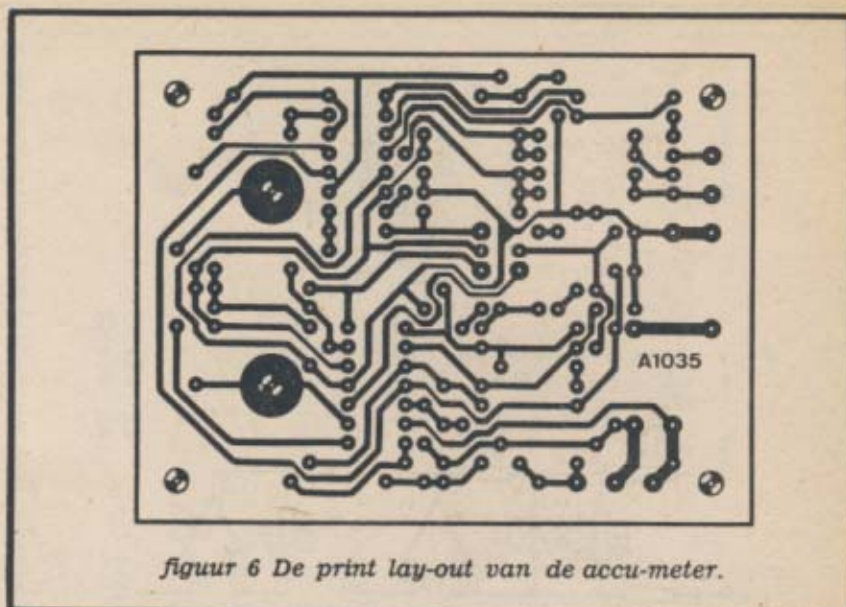
bouwontwerp

bruik gemaakt van de logaritmische karakteristiek van de diode D9. A3 is een spanningsbuffer, die het signaal éénmaal versterkt voordat het naar de logaritmische versterker gaat. A6 zet de spanning om in een stroom voor de draaispoelmeter. Een eenvoudige spanningsversterker rond de laatste opamp A6 maakt het mogelijk de spanning van de accu te meten. Er wordt van de spanning een vaste waarde (10 V) afgetrokken zodat we een uitlezing krijgen van 10 tot 15 V. Dit is het spanningsgebied waar we in geïnteresseerd zijn als we de ladingstoestand van accu willen meten.

De bouw en het gebruik van de accu-conditiemeter

De gehele schakeling (ook de draaispoelmeter) past op een printje van ca. 8 bij 6 cm.

Figuur 6 geeft de printlayout en

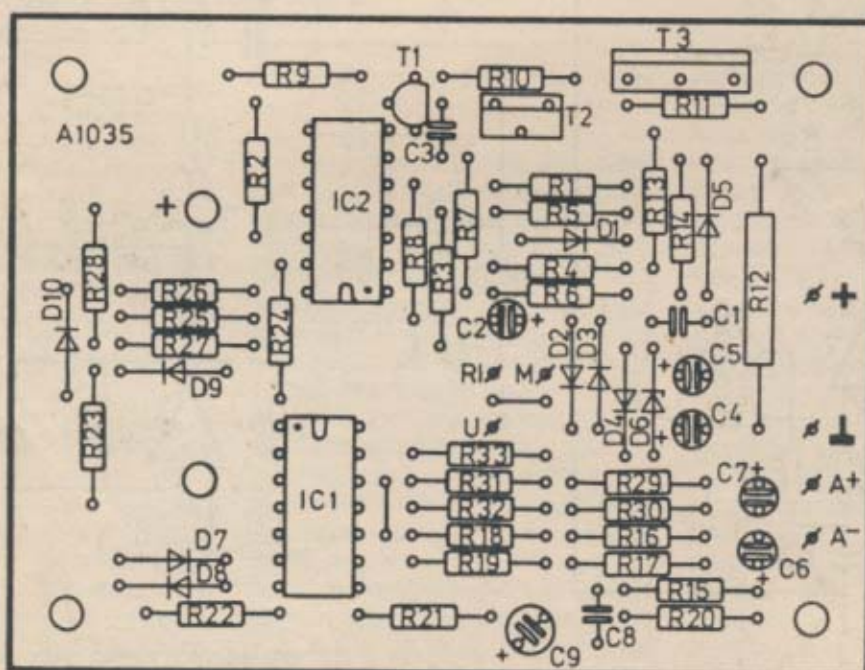


figuur 6 De print lay-out van de accu-meter.

figuur 7 de onderdelenopstelling. We monteren eerst de weerstanden en de dioden (let op de kathode: het streepje op de behuizing en in het schema-symbool).

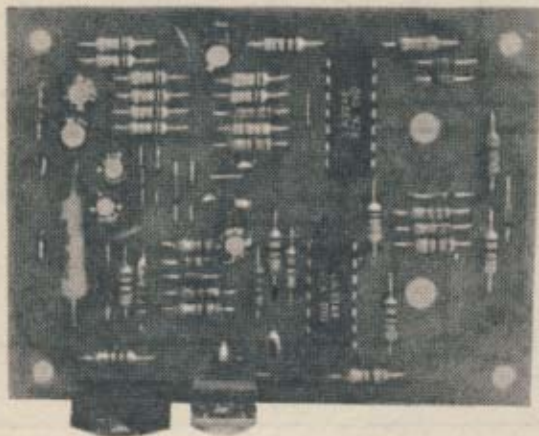
Vergeet niet de twee draadbrug-

gen te monteren. Let bij het monteren van de condensatoren op de polariteit van de elco's. De IC's kunnen zonder voetje op de print gesoldeerd worden, let daarbij op de inkeping of punt aan de kop



figuur 7 De onderdelenopstelling van de accu-meter.

bouwontwerp



van het IC. De powertransistoren T2 en T3 worden zodanig gemonteerd dat het metalen koelvlak naar de buitenkant van de print wijst. De transistoren hoeven niet van een koelplaat voorzien te worden.

Voor de draaispoelmeter nemen we een 100 micro A type, bijv. de MU-52B van Amroh. We moeten de meter van een weerstands- en spanningschaal voorzien. In figuur 8 is deze schaal getekend. Men kan voor deze tekening een kopie maken, deze uitknippen en over het schaalje van de meter plakken. Ook kan men met plaklettertjes aan de gang als men een andere meter gebruikt.

De meter van Amroh kan meteen op de print geschroefd worden. De afmetingen van de print en meter zijn zodanig dat ze in een Teko-kastje P/2 passen. We krijgen zo een handig meetinstrument voor thuis of in de werkplaats.

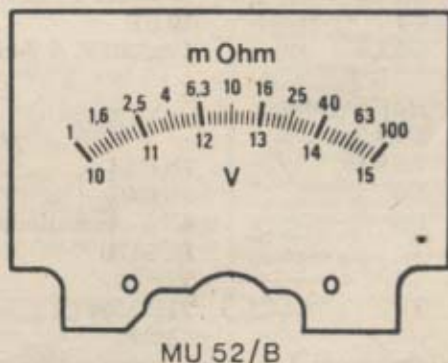
In figuur 9 is de aansluiting van de print naar de accu getekend. Voor de stroomvoerende draden op + en massa (- van de accu) nemen we dik soepel draad.

Deze draden kunnen we het best met stevige accu klemmen uitrusten om de weerstand naar de klemmen zo klein mogelijk te houden. De meetaansluitingen A+ en A- kunnen met gewoon (dun) draad uitgevoerd worden. De aansluiting van deze draden dient zo dicht mogelijk bij de aansluitklemmen van accu te gebeuren. Dit om te voorkomen dat we contactweerstand mee meten. In principe zouden we ze met aparte meetklemmetjes moeten

uitrusten, maar in de praktijk kan men ze op de stroomklemmen solderen.

Alvorens we de conditiemeter op de accu aansluiten, maken we de klemmen in de auto los. We maken de aansluiting met de accu vetvrij met bijv. spiritus. Ook is het verstandig de aansluitingen schoon te schuren met een stukje schuurpapier. Nu kunnen de klemmen van de meter aangesloten worden. Let hierbij op de juiste polariteit. Als men voor de aansluitdraden voor plus een rode draad en voor de min een zwarte neemt, kan er eigenlijk niks mis gaan. De meter is overigens beveiligd tegen verkeerd aansluiten.

We meten nu eerst de spanning van de accu. Deze moet tussen 11,2 en 14 V in liggen. Als de spanning lager is dan 11 V dan is in de meeste gevallen de accu niet meer te gebruiken. Men kan proberen de accu op te laden om de spanning boven 11,2 V te krijgen, maar vaak valt de spanning meteen na het laden weer terug onder de 11,2 V. Een geladen accu heeft een spanning van 12 tot 14,4 V en een bijna ontladen accu van 11,2 tot 12 V. Als de spanning boven 11,2 V ligt, kan in ieder geval de inwendige weerstand gemeten worden. Allereerst bepalen we de nieuwwaarde van de inwendige

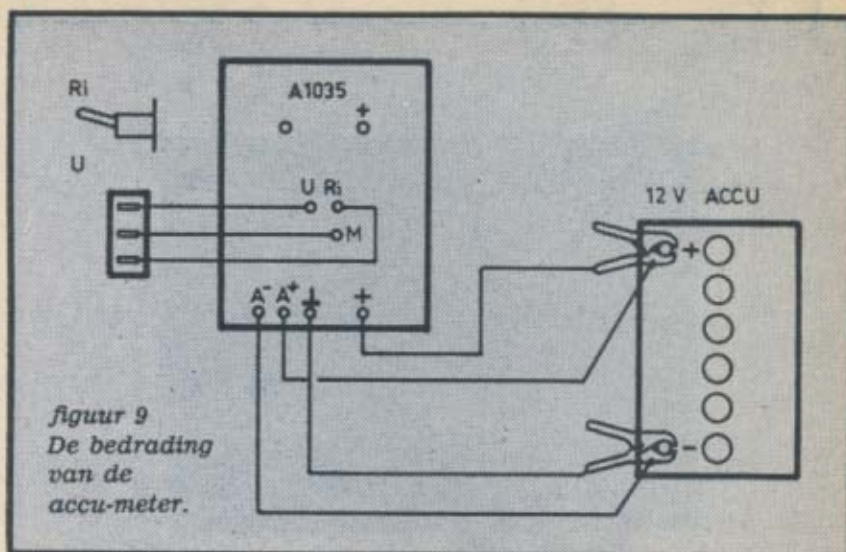


figuur 8 De meterschaal voor de meter type MU-52B.

— bouwontwerp —

weerstand met de formule $R_i = 0,25/Ah$. Voor een 44 Ah accu is dit 5,7 m ohm. Nu is een gemeten R_i tot ca. 4x de nieuwwaarde nog redelijk voor een accu. Een 44 Ah accu mag dus een R_i hebben tot ca. 23 m ohm. Een hogere R_i betekent dat we aan een nieuwe accu toe zijn. Men moet bij het meten wel bedenken dat men gauw een te hoge R_i meet als de klemmen niet goed schoon zijn of als de meetklemmen niet goed vast zitten.

De accu-conditiometer is als bouw pakket (set A1035) met print en bouwbeschrijving te koop bij de meeste onderdelen handelaren.



Onderdelenlijst:

Weerstanden:

R1,2,3,6,8,9	10 k bruin zwart oranje
26,28,33	150 k bruin groen geel
R4	1 k bruin zwart rood
R5,7,10,13	100 bruin zwart bruin
R11,14,21	0,1 opschrift
R12	
R15,16,17,18,19	100 k bruin zwart geel
20,24,29,30	470 k geel violet geel
R22,23	330 k oranje oranje geel
R25	12 k bruin rood oranje
R27	47 k geel violet oranje
R31	1 M bruin zwart groen
R32	

Alle weerstanden behalve R12 (1 W) 1/4 W.

Condensatoren:

C1,8	100 nF
C2,4,5	10 micro F, 16 V elco
C3	10 pF
C6,7,9	1 micro F, 6 V elco

Halfgeleiders:

D1,2,3,4,	1N4148
7,8,9,10	1N4001
D5	4,7 V zenerdiode (0,4 W)
D6	BC547B
T1	TIP 31
T2	TIP 3055
T3	
IC1,2	LM324

Diversen: 1 x enkel omschakelaar, accu meetklemmen, print A 1035, print soldeerlipjes, meter MU-52B.

bouwontwerp

ABC BOUWPAKKETTEN

Verkrijgbaar bij alle goedgesorteerde elektronica winkels



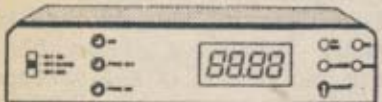
MD-Voorversterker

Met symmetrische ingangen



Deze MD voorversterker is uitgerust met een symmetrische ingang. Steringsinvoeden en schakelkappen van bijvoorbeeld lichtdimmers, koelkast, pick-upmotor e.d. worden daardoor nagenoeg geheel geïmmuneerd. De print wordt bij voorkeur in de draaitafel ingebouwd, maar kan ook in de versterker worden ondergebracht. Voor beide gevallen worden de aansluitschema's behandeld.

Vakantieplannen?



Laat de inbrekers het niet merken! Deze veelzijdige schakelklok helpt u daarbij. Tijdens uw afwezigheid schakelt hij automatisch het licht in huis aan en uit.

Contactloos Relais

Mechanische contacten zijn onderhevig aan slijtage. Het verdient dan ook veelal de voorkeur het contactloos relais te gebruiken, waarbij een triac als schakelend element optreedt. Deze schakelt op de nuldoorgangen, d.w.z. geen grote inschakelstromen, en geen storing op radio en TV; de levensduur van het te schakelen apparaat wordt er bovendien door bevorderd. Een opto-coupler verzorgt een veilige scheiding van het lichtnet, en vraagt slechts een geringe stroom: ca 10 mA bij 5...15V. Schakelvermogen: 8 Amp, of 1600 Watt, 220 V. Veel toepassingen, o.a. in combinatie met TIMER, SCHAKELKLOK, en THERMOSTAAT.

27 MHz-ontvanger



Ideaal voor iedere 27 MHz-enthousiast: deze ontvanger voor alle 22 PTT Marc kanalen. Terwijl met de bak wordt getoetst op een willekeurig kanaal, blijft deze ontvanger steeds stand-by op een ander luisterkanaal, bijv. het oproepkanaal 14 of noodkanaal 9. Dankzij ingebouwde filters is de ontvangstkwaliteit beter dan van de meeste „bakjes“. De ontvanger is uitgerust met een kanalenkiezer, een volumeregelaar en een signaalsterktemeter.

Digitale timer



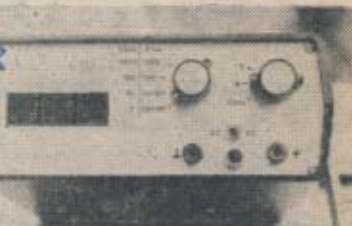
Deze zeer nauwkeurige timer voldoet aan elke eis.

- prettige bediening dankzij digitale techniek.
- 3 bereiken: tot 100 sec, tot 10 min en tot 100 min.
- twee rode displays geven de ingestelde en afgelopen tijd aan.
- 4 druktoetsen voor het instellen van de tijd, de aan/uit functie en start (repeat).
- twee uitgangen voor relais (maak en verbreek) of CONTACTLOOS RELAIS.
- Aansluiting voor een zoemer, die na het verstrijken van de ingestelde tijd 30 sec. alarm geeft.
- Eenvoudige bedrading dankzij „alles op de print“-ontwerp.

Digitale Universeelmeter

Uit deze ABC!

Spanningsbereiken AC/DC 100mV - 1V - 10V - 100V - 1 kV ingangswaarde 10 M nauwkeurigheid $\pm 1\%$ ± 1 digit
Stroombereiken AC/DC 1mA - 10 mA - 100mA - 1A max. spanningsval 0.1 Volt nauwkeurigheid $\pm 1\%$ ± 5 digit
Weerstandsmeting 1 k - 10 k - 100 k - 1 M max. spanningsval 1 V, dus ook diode meting mogelijk; nauwkeurigheid $\pm 1\%$ ± 1 digit



Accu

Condiemeter



Compleet met solide accuklemmen!

Ook nieuw in deze ABC; meet niet alleen de spanning maar van de meterschaal leest u tevens de conditie van de accu af.

Het ontwerp functioneert net als alle andere ABC bouwpaakjes uitstekend! Compleet met blanco meterschaal en duidelijke handleiding.

Digitale thermometer



Twee miniatur temperatuurvoelers houden twee verschillende temperaturen in de gaten, bijv. de binnen- en buitentemperatuur. Het bereik loopt van -9.9 tot +99.9°C of van -55 tot +125 (omschakelbaar). De ingebouwde geheugenfunctie maakt het mogelijk de laagste of hoogste temperatuur te registreren, die binnen een bepaalde periode is opgetreden. Zo kan men bijv. 's morgens zien welke minimumtemperatuur in de afgelopen nacht werd bereikt. Deze functie is o.m. ideaal voor broeihok- en broekkaseigenaren. Het geheugen is bovendien automatisch inschakelbaar d.m.v. de schakelklok (set 1012) zodat de registratieperiode programmeerbaar is.

3 Digit DVM



Een digitale Voltmeter kan universeel worden toegepast voor spanningsmeting. Zo dient hij bijvoorbeeld als uitlees-eenheid van de „DIGITALE THERMOMETER“. Dankzij de compacte opzet van het ontwerp is de DVH gemakkelijk in of achter het front van een kastje in te bouwen.

TECHNISCHE GEGEVENS

Nauwkeurigheid beter dan 1%. Ingangsgoedigheid: 1 V. Autopolariteit en overflowindicatie. Bereik -99 mV tot +999 mV. Displays leveren hoge lichtopbrengst. Eenvoudig af te regelen d.m.v. 10slag instelpots. Voedingsspanning 5 VDC.

Andere

ABC bouwpaakjes

Digitale Toerenteller, Toonregeling voor zelfbouwversterker, Boormachinerelais, Power Booster, Stereobasisbreedterelais, Drievoudige Dimmer o.a. voor lichtorgel, 1.5 Amp (lab)voeding etc. etc.

Inbouwvoeding een gestabiliseerde voeding voor universeel gebruik

Een compacte gestabiliseerde voeding, die in staat is nagenoeg elk elektronisch bouwproject te voeden. Simpelweg door het monteren van weerstand-combinaties kiest u een uitgangsspanning tussen 5 en 15 Volt. De voeding is kortsluitvast en voorzien van een netzekering. Alle onderdelen, ook de trafo passen op de print, zodat het geheel zich gemakkelijk in een kastje laat bouwen.

Technische gegevens

Uitgangsspanning van 5...15 V instelbaar. Maximale uitgangsstroom 0.65 Ampère. 50 Hz kluikuitgang (0...12 V), 7.2 Volt referentie-uitgang (10 mA).

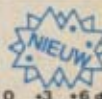
Thermostaat

Omdat hij dubbel is uitgevoerd, dwz er kunnen 2 temperaturen worden ingesteld, is deze thermostaat te gebruiken als tweedjen(kamer)thermostaat: overdag 18°C en 's nachts 14°C. In dat geval wordt hij gecombineerd met de SCHAKELKLOK set 1012, en vervangt hij de aanwezige kamerthermostaat (tweedaadsaansluiting). Er zijn twee bereiken mogelijk: van 0...50 °C (kamerthermostaat) en van 0...100°C (voor universele toepassingen). De temperatuur kan eventueel worden afgelezen op een aan te sluiten draaispoelmeter.

De nauwkeurigheid is 1/2°C; deze wordt nog beter bij toepassing van het CONTACTLOOS RELAIS. Met dit relais kunnen verwarmingselementen of (broei)lampen worden geschakeld.

VU-meter

met twee kleuren LED-schaal



-21 -18 -15 -12 -9 -6 -3 0 +3 +6 dB

- sneller dan een draaispoelmeter.
- ingebouwde piekdetector.
- bereik -21 dB...+6 dB.
- streep- of stiputlezing.
- moderne smalle schaal door toepassing van speciale VU-LED's.
- voedingspanning 5...20 V.
- ingangsgoedigheid 5 mV.
- aan te sluiten op REC-uitgang, volume potentio-meter of luidsprekeruitgangen van versterker.

Bij stereogebruik geeft de meter het gemiddelde signaal aan van links en rechts. Het is ook mogelijk een aparte uitlezing van links en rechts te krijgen door toepassing van twee aparte LED-VU's.

Beschreven in deze ABC!

De AMROH bouwpaakjes worden samengesteld naar aanleiding van gepubliceerde ontwerpen in de tijdschriften Elektronica ABC en RB Radio Bulletin in samenwerking met de ontwerpers van de schakelingen. Dat betekent dus een hele zekerheid! U treft hier een aantal bouwpaakjes aan, nog steeds breidt het programma zich uit, houd daarom de artikelen in genoemde tijdschriften in het oog.

RB ELEKTRONICA A-B-C
RADIO BULLETIN

Radio-communicatie; grondbeginselen en werking

Inleiding

De opzet van deze reeks is om de CB-er en de toekomstige D-licentiehouder bekend te maken met de grondbeginselen van de radio-communicatie; ook voor iedere amateur, die opgaat voor zijn C-licentie of „hoger” is kennis van deze beginselen onontbeerlijk.

Maar al te vaak treft men een hoofd vol met schema's aan - een standaard elektronisch warhoofd, zoals men dat in de wandeling weleens wat oneerbiedig pleegt weer te geven - zonder dat daarbij ook maar het minste benul aanwezig is, wat zich nu werkelijk achter de schermen van de radio-communicatie afspeelt. Een weinig kennis van deze beginselen behoedt ons ook voor het uitvoeren van experimenten, die alleen maar tijd en geld verspillen, doch geen resultaten kunnen opleveren.

Hoofdstuk 1; de grondbeginselen van de communicatie.

Onder communicatie in de meest algemene zin verstaan we het uitwisselen van berichten; hierin vinden we het woord „commuun” of gemeenschappelijk terug. Deze communicatie is als regel twee-zijdig gericht - derhalve van de zender naar de ontvanger en weer retour. Indien de uitwisseling van de berichten slechts na elkaar kan plaatsvinden, spreken we van een simplex verbinding; indien deze uitwisseling gelijktijdig kan plaatsvinden, spreken we van een duplex verbinding. Een bijzondere vorm hier tussenin is het z.g.n. break-in verkeer, waarbij de opgeroepene de oproeper in de rede kan vallen om bijvoorbeeld te melden, dat de verstaanbaarheid te wensen overlaat.

Het oorspronkelijke radio-verkeer was in feite steeds simplex; hierbij gaf de oproeper aan met het woordje „over”, dat hij (of zij) uitgesproken was en dat het tijd werd de rollen om te draaien. De oorzaken voor dit simplex-verkeer waren tamelijk voor de hand liggend; door de gebruikte grote zendvermogens en de kleine afstanden tussen zend- en ont-

vangfrequenties was het niet mogelijk, gelijktijdig te zenden en te ontvangen; tijdens het zenden werd de ontvanger zorgvuldig „dood-gemaakt” om schade in de ontvanger als gevolg van „overspraak” van het grote zendvermogen hierin te voorkomen. Hierbij kwam nog, dat men vaak de zender afstemde op de frequentie van de oproeper, - teneinde het zoeken te vergemakkelijken - zodat het zenden- en ontvangen zich in feite op één frequentie afspeelt. Dat hierdoor ruimte in de ether werd uitgespaard, was nog een bijkomstig voordeel.

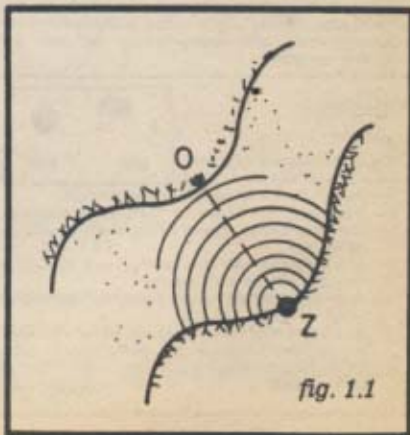
In de moderne tijd echter raakt de simplexverbinding steeds meer uit de mode; men wenst te kunnen telefoneren zoals dat bij het openbare net het geval is. De duplex-verbinding sluit zich ook veel beter aan bij onze „verbale communicatie” waarbij het elkaar in de rede vallen helaas meer regel dan uitzondering is.

De gebruikelijke V.H.F. (Very High Frequencies) en U.H.F. (Ultra High Frequencies) banden zijn zeer geschikt voor volledig dubbel- of duplex-verkeer; de zendvermogens zijn naar verhouding klein (hoogstens enkele Watt's), de separatie tussen zend-

en ontvangfrequenties kan voldoende groot gekozen worden, terwijl ook de antennes voldoende richteffect kunnen bezitten om zend- en ontvangkanalen goed uiteen te kunnen houden. Eenvoudige zend- en ontvanginstallaties blijven voorlopig nog simplex werken; in de telefoonhoorn is dan een schakelaar aanwezig om op zenden over te kunnen gaan (push-to-talk).

Bij aansluiting van een simplex-radio verbinding (bijvoorbeeld een mobilfoon of een scheepszender) op het openbare telefoonnet is nog steeds een telefoniste vereist om het kiezen en spreken in de juiste banen te leiden; wens wij echter met een draadloze verbinding direct in het openbare net te kunnen werken, dan moet deze uiteraard ook volledig duplex zijn.

In tegenstelling tot communicatie staat de „omroep”; hierbij geschiedt de overdracht van berichten vanuit één centraal punt (de zender) naar vele andere punten (de ontvangers) zonder dat daarbij van een wederzijdse berichtenuitwisseling sprake is. Onze Zuid-Afrikaanse broeders noemen daarom een omroepveren-



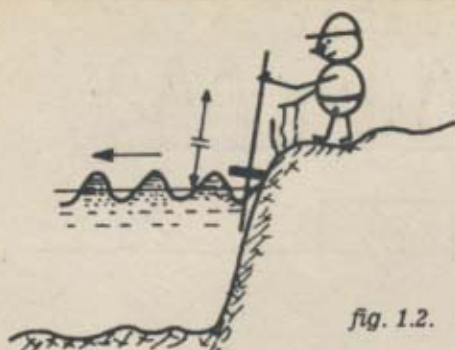


fig. 1.2.

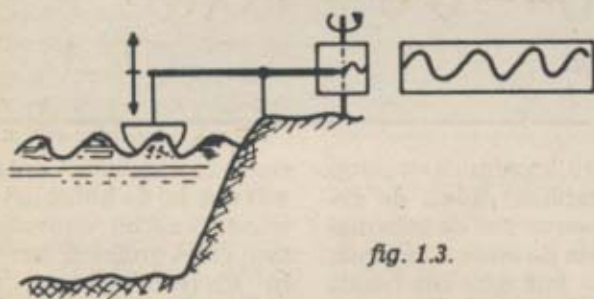


fig. 1.3.

ging zo kenmerkend een „Uitsaai-coöperatie”.

Stel, dat wij eens een bericht zouden willen oversturen over een breed water - waarvan wij gemakshalve aannemen, dat het zich in rust bevindt - dan zouden we aan de zenzijde golven kunnen uitzenden en deze aan de ontvangzijde registreren; in fig. 1.1. is dit principe afgebeeld.

Deze golven planten zich vanaf de zender straalsgewijs voort; daar de richting van de golfbeweging loodrecht staat op de voorplantingsrichting, spreken we hier van „dwars” of „transversale” golven. Daar we de eventuele terugkaatsing tegen de wal buiten beschouwing laten, zijn dit „lopende” golven.

De golfbeweging kan opgewekt worden door een stok met plankje ritmisch in het water te bewegen, terwijl de registratie aan de ontvangzijde via een „vlotter of dobber” en een schrijfstift op een draaiende rol kan plaatsvinden. Zodoende blijft het bericht behouden voor nadere bestudering. In fig. 1.4 is een dergelijke transversale golf afgebeeld, terwijl in fig. 1.5 juist een „longitudinale”

golf is weergegeven; hierbij ligt de uitwijking (het „bericht”) in de richting van de voortplanting. Beide methodes van berichten-overbrenging worden toegepast, terwijl ook vaak het ene verschijnsel gelijktijdig met het andere optreedt.

In beide golfbewegingen onderscheiden we de amplitude of grootte van de uitwijking A , de golflengte λ , het aantal trillingen, wat per seconde passeert (de

frequentie) f , de periodetijd T , die verloopt tijdens het passeren van één volledige trilling en de snelheid c , waarmee een bepaald punt van de golfbeweging zich voortplant. Na enig nadenken komen we tot het heel eenvoudige verband dat: $\lambda = c \cdot T = \frac{c}{f}$

Voor radio-golven in de vrije ruimte bedraagt de voorplantingssnelheid $c = 3 \cdot 10^8$ m/sec. of,ewel de lichtsnelheid. Bij een golflengte van 1m behoort derhalve een periodeduur

$T = \frac{1}{c} = 1/3 \cdot 10^{-8}$ sec., terwijl de frequentie f gelijk is aan $1/T$ of,ewel 300 MHz.

In het water planten de transversale trillingen volgens fig. 1.4 zich slechts heel langzaam voort; de longitudinale golven van fig. 1.5 planten zich voort met de geluidssnelheid onder water en wel met ca. 1500 m/sec.

Hoofdstuk 2; het overbrengen van een bepaalde informatie.

Met de golfbeweging uit fig. 1.1. kunnen we eigenlijk weinig beginnen; de ontvanger krijgt alleen maar een melding, dat er ergens „wat is”, maar de inhoud van het bericht (de informatie) kan hem op deze manier niet bereiken. De zender zendt een

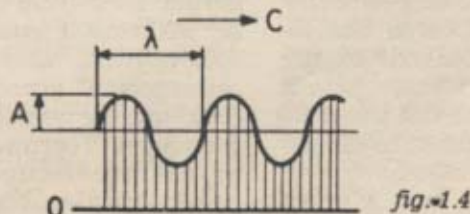


fig. 1.4

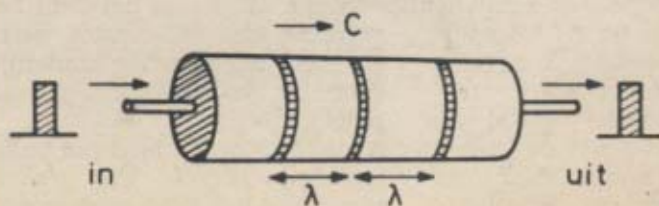


fig. 1.5

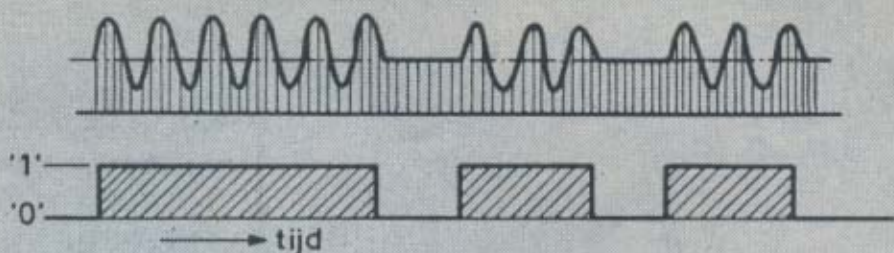


fig. 2.1.

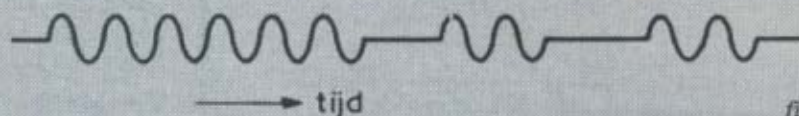


fig. 2.2

„draaggolf” uit zonder de daarbij benodigde informatie; deze moet in een zodanige „code” worden omgezet, dat de draaggolf hiermede kan worden beïnvloed of „gemoduleerd”. Hierbij wordt nogal eens de gedachtenfout gemaakt, dat de modulatie bij de draaggolf wordt „opgeteld” of gesuperponeerd; dit is beslist niet het geval! De modulatie geschiedt veeleer via een proces van vermenigvuldigen dan van optellen!

In principe kan een draaggolf op twee wijzen gecodeerd worden nl. „binaire” (dus twee standen, aan/uit) of analoog, waarbij vele tussenstanden mogelijk zijn. In de oertijd van de radio, de tijd van de vonkzenders, was analoge of „continue” modulatie beslist nog niet mogelijk; de eerste modulatie-systemen waren dus binaire. Het meest bekende binaire schrift is wel het morse-schrift volgens fig. 2.1.; hierbij wordt de draaggolf onderbroken in het ritme van de morse-seinen.

De draaggolf van fig. 1.4 wordt vermenigvuldigd met de „1” of met de „0”; zodoende komt het signaal volgens fig. 2.1 tot stand. Dit systeem heeft tot in de huidige tijd stand gehouden.

Het gemoduleerde signaal van fig. 2.1 kan niet via de „ether” overgedragen worden, daar hiervoer alleen de „wisselspanningscomponent” overgedragen kan worden, doch niet het „ni-

veau” (de gelijkspanning) waarop de wisselspanning staat; de gemiddelde waarde van de informatie, die we via de ether versturen, moet steeds nul zijn. Dit houdt in, dat we uiteindelijk een signaal volgens fig. 2.2 de ruimte insturen:

In den beginne van de radio was men ervan overtuigd, dat er tussen de zender en ontvanger een soort van middenstof (een „drager”) aanwezig moest zijn, die voor het transport van de golven van zender naar ontvanger moest zorgdragen; dit naar analogie met de lucht, die als drager van de geluidsgolven dienst doet. Deze middenstof moest dan wel zeer vluchtig zijn (uit het Grieks „aetherisch”) daar de gehele ruimte met deze stof zou zijn opgevuld. De golven, die zich in deze middenstof zouden moeten voortplanten, werden derhalve „ethergolven” genoemd, een uitdrukking, die we nog wel eens tegenkomen. Tegenwoordig weten we, dat deze elektro-magnetische golven geen middenstof nodig hebben om zich voort te planten, evenmin als dit bij het licht het geval is; een middenstof werkt als regel alleen maar hinderlijk voor de voortplanting („demping”).

Nadat de mogelijkheid van de telegrafie-overdracht was geschaapen, ontstond alras de behoefte tot overdracht van de stem, muziek e.d., kortom tot de telefonie -

een soortgelijke ontwikkeling was ook bij de kabel het geval geweest, waarbij aanvankelijk alleen getelegrafeerd kon worden. In overeenstemming met het morse-systeem - waarbij de amplitude van de draaggolf wordt bestuurd door de morse-tekens - lag het voor de hand, ook hier de amplitude van de draaggolf te doen besturen door het laagfrequente (of „audiofrequente”) signaal; dit systeem noemen we „Amplitude-modulatie”. Uit de combinatie van het audio-frequente signaal van fig. 2.3.3 en de draaggolf van fig. 2.3.1 ontstaat

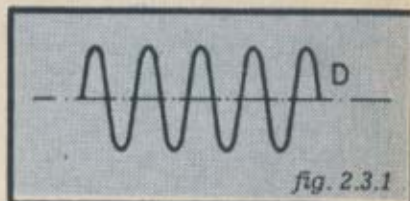


fig. 2.3.1

het gemoduleerde signaal van fig. 2.3.2.

Het audio-frequente signaal met de amplitude A_{LF} uit fig. 2.3.3 wordt a.h.w. omhoog getild over een afstand A_{HF} overeenkomstig met de amplitude (grootte) van het hoogfrequente signaal (de draaggolf) uit fig. 2.3.1; dit totale signaal wordt nu vermenigvuldigd met de draaggolf, waardoor de gemoduleerde draaggolf uit fig. 2.3.2 ontstaat.

Onder de modulatie-diepte m verstaan we de verhouding van

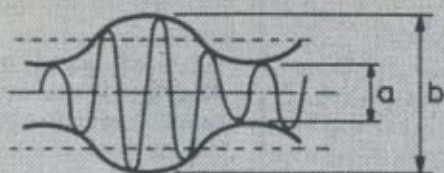


fig. 2.3.2

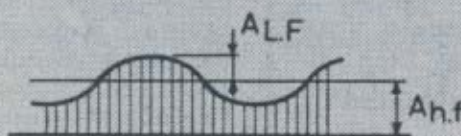


fig. 2.3.3.

de amplitude van het audio-frequente signaal tot die van het hoogfrequente-signaal;

$$m = \frac{A_{L.F.}}{A_{H.F.}} \text{ (x 100\%)}$$

Deze modulatie-diepte mag nooit meer dan 1 (of 100%) worden op straffe van vervorming. Hierbij doet zich alras het probleem voor, dat de maximale modulatie-dieptes bepaald worden door de piek van het audio-frequente signaal; daar deze pieken bijvoorbeeld 10x groter zijn dan de „gemiddelde” waarde van het a.f.-signaal zou dit betekenen, dat de „gemiddelde” modulatie-diepte maar 10% zou mogen worden, wat erg onvoordelig is. Het „nut-tig” vermogen bevindt zich nl. uitsluitend in de modulatie; alle vermogen in de draaggolf is in feite verspild; teneinde nu de gemiddelde modulatie-diepte te kunnen vergroten - zonder daarbij de pieken „af te snijden” - wordt meestal spraak-compressie toegepast, waarbij de verhouding tussen de sterkste- en de zwakste passages wordt verkleind; aan de ontvangzijde kan door het toepassen van expansie de oorspronkelijke verhouding tussen de sterkste- en zwakste signalen worden hersteld. Voor de verstaanbaarheid van de spraak is dit laatste echter niet noodzakelijk, zodat de expansie meestal wordt weggelaten.

Indien we de draaggolf uit fig. 2.3.2 op de oscilloscope zichtbaar maken (waarbij de synchronisatie met het audio-frequente sig-

naal moet geschieden) kunnen we uit deze figuur direct de modulatie-diepte m opmeten:

$$m = \frac{a - b}{a + b} \text{ (x 100\%)}$$

Is a bijvoorbeeld 3 cm en b 1 cm, dan is m gelijk aan 1/2 of 50%. Alhoewel de amplitude-modulatie in principe een eenvoudig systeem is - waarbij vooral aan de ontvangzijde met een simpele detector of „demodulator” (die het laagfrequente signaal weer scheidt van de gemoduleerde draaggolf) kan worden volstaan, kleven er toch zulke grote bezwaren aan dit systeem, dat voor wat betreft de overdacht op de zeer hoge en ultra-hoge frequenties (V.H.F. en U.H.F.) dit systeem vrijwel niet meer wordt toegepast en vrijwel algemeen frequentie- of fase-modulatie wordt gekozen. Daar de laatstgenoemde systemen vrijwel gelijke eigenschappen bezitten, spreken we voortaan als regel van frequentiemodulatie.

Bij amplitude-modulatie is storingsvrije ontvangst in feite niet mogelijk; iedere storing geeft

nl. een verandering in de amplitude van het ontvangen signaal. Is het ontvangen signaal sterk, dan is de storing nauwelijks hoorbaar; in principe blijft deze echter steeds hoorbaar. Ook kunnen twee nabijgelegen amplitude-gemoduleerde zenders elkaar zeer hinderlijk storen (fluittonen) wat op de middengolf maar al te goed hoorbaar is.

Voor echte ongestoorde ontvangst zijn we daarom op frequentie-modulatie aangewezen; daar de ruimte, die het frequentie-gemoduleerde signaal in de ether inneemt, te groot is in het laagfrequente, middenfrequente en hoogfrequente gebied, wordt dit systeem nagenoeg uitsluitend toegepast in het gebied van de zeer hoge en ultra-hoge frequenties (boven ca. 25 MHz), waarbij nog wat ruimte in het golflengtegebied aanwezig is.

Bij frequentie-modulatie wordt in eerste aanleg de frequentie van de draaggolf gevarieerd in overeenstemming met de amplitude van het modulerend signaal; dit proces is in fig. 2.4.1 afgebeeld.

Het ritme van de frequentie-variaties komt overeen met de frequentie van het modulerende signaal, terwijl de grootte van de frequentie-afwijkingen (de frequentie-zwaai) bepaald wordt door de amplitude van het modulerend signaal.

Bij fase-modulatie wordt in eerste instantie de fase van het uitgezonden signaal gevarieerd in overeenstemming met het ritme van het modulerende signaal; de grootte van de fase-zwaai wordt ook hier bepaald door de amplitude van het modulerend signaal.

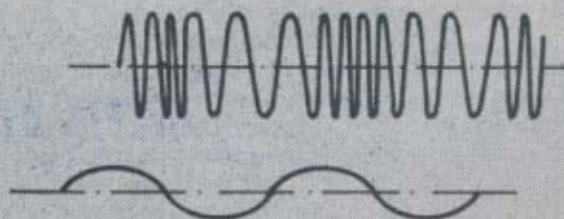


fig. 2.4.1

A.L.F. fig. 2.4.2.

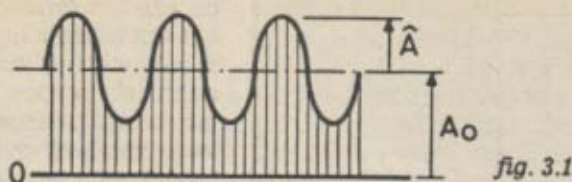


fig. 3.1

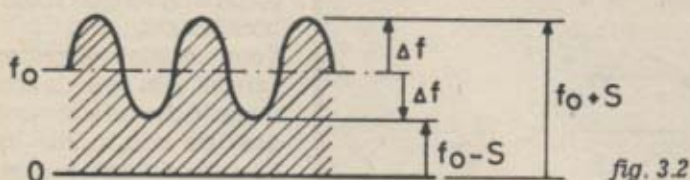


fig. 3.2

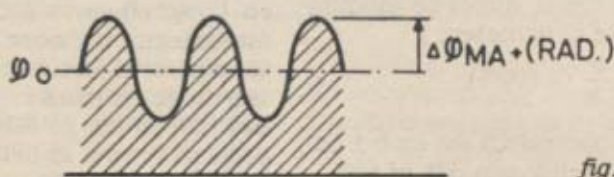


fig. 3.3

Zolang we met continu („geleidelijk”) verloopende modulatie-signalen te doen hebben, kunnen we frequentie- en fase-modulatie niet van elkaar scheiden; bij frequentie-modulatie (afgekort tot f.m.) treedt steeds fase-modulatie (afgekort tot p.m.) op en omgekeerd. Alleen, indien we de modulatie met gelijkspanningen zouden uitvoeren (bijvoorbeeld met blokspanningen) kunnen we het verschil tussen beide systemen duidelijk zichtbaar maken; bij f.m. springt de frequentie ritmisch heen en weer (terwijl de fase alleen verandert in de sprongpunten), terwijl bij p.m. de frequentie constant blijft en de fase ritmisch heen en weer springt. In alle „normale” gevallen echter treedt bij f.m. steeds p.m. op en omgekeerd; aan het signaal zelf kunnen we dit niet meer waarnemen.

In de praktijk echter wordt de zender als regel p.m. gemoduleerd, daar dit technisch gemakkelijker uitvoerbaar is; de ontvangers daarentegen zijn juist geschikt voor de ontvangst van f.m. gemoduleerde signalen; later zullen we zien, welke „aanpassin-

gen” vereist zijn om een en ander weer in het goede spoor te brengen.

Hoofdstuk 3; het verloop van de amplitude, de frequentie en de fase bij a.m., f.m. en p.m. gemoduleerde signalen.

In de figs. 3.1 t/m 3.3 is een grafische voorstelling gegeven van het verloop van bovengenoemde grootheden als functie van de tijd bij een sinusvormige modulatie.

Fig. 3.1 komt in feite geheel overeen met fig. 2.3.3; de maximale waarde van de draaggolf is gelijk aan $A_0 + \hat{A}$, terwijl de minimale waarde gelijk is aan $A_0 - \hat{A}$; daar $\hat{A} = m \cdot A_0$ (m is weer de modulatie diepte) zal de max. waarde gelijk zijn aan $A_0 (1 + m)$, terwijl de minimale waarde gelijk is aan $A_0 (1 - m)$. Bij 100% modulatie diepte ($m = 1$) varieert de gemoduleerde draaggolf tussen $2 \cdot A_0$ en 0; met deze factor (2x) moeten we bij het ontwerp van een zender eindtrap terdege rekening houden!

Bij het f.m. gemoduleerde signaal

(fig. 2.4.1) varieert de frequentie volgens fig. 3.2 van de draaggolf (f_0) tot $f_0 + \Delta f$ (maximum) tot $f_0 - \Delta f$ (maximum). In tegenstelling tot fig. 3.1 kan de maximale frequentie hier nooit 0 worden, zodat de maximale frequentie ook niet gelijk wordt aan $2 \cdot f_0$!

De frequentie-uitwijking Δf noemen we de zwaai van het f.m.-signaal; bij maximale modulatie diepte m wordt ook de maximale zwaai $\Delta f_{\max}$ bereikt. Hierbij verschilt het begrip modulatie diepte m bij a.m. en f.m.; terwijl bij a.m. m de verhouding was tussen de amplitude van het modulerende signaal $A_{L.f.}$ en die van de draaggolf $A_{H.f.}$ verstaan we bij f.m. en bij p.m. onder de modulatie diepte eenvoudig de verhouding van de werkelijke amplitude van het modulerende signaal tot de maximaal-toelaatbare waarde hiervan, (waarbij de maximale zwaai wordt verkregen);

$$m = \frac{A_{L.f.}}{A_{\max L.f.}}$$

De waarde van de maximale zwaai wordt meestal in kHz uitgedrukt en moet voor verschillende zenders gelijk zijn, daar we anders met één en dezelfde ontvanger verschillende sterkte zouden ontvangen. Hoe groter de maximale zwaai, hoe groter de storingsvrijheid van het ontvangen signaal; de benodigde bandbreedte (etherruimte) neemt echter eveneens toe, zodat we aan bepaalde grenzen van de zwaai S gebonden zijn. Voor f.m. omroep is de maximale zwaai op 75 kHz vastgesteld; bij een zendfrequentie van 100.000 kHz varieert het uitgezonden signaal bij maximale modulatie dus tussen 99.925 en 100.075 kHz; in totaal varieert de frequentie derhalve $2 \cdot S = 150$ kHz.

Oppervlakkig gezien zou men denken, dat een bandbreedte van de ontvanger van 150 kHz voldoende zou zijn om dit signaal onvervormd door te laten; dit is echter niet juist. Als gevolg van het „zwaaien” wordt de benodigde bandbreedte groter (er ontstaan meer „zijbanden”) met

als gevolg, dat we tenminste 14x de hoogste modulatie-frequentie (15 kHz) moeten kunnen doorlaten, zodat de benodigde bandbreedte $14 \times 15 = 210$ kHz wordt. Voor communicatie-doeleinden is een goede verstaanbaarheid een eerste vereiste; hierbij behoeven niet zulke hoge kwaliteitseisen te worden gesteld als bij de f.m. omroep. Daar we zoveel mogelijk kanalen in een beperkte ruimte willen onderbrengen (in de C.B.-band zijn dit er 14) moeten de kanalen zelf veel nauwer gekozen worden; de totale bandbreedte bedraagt derhalve maar 25 kHz, zodat ook de zwaai beperkt is tot enkele kHz. In feite is dit reeds „smalle-band” f.m. (narrow-band f.m., n.b.f.m.). Behalve van modulatie-diepte spreekt men bij f.m. ook van modulatie-index m_i ; hieronder wordt als regel verstaan de verhouding tussen de maximale zwaai (75 kHz) en de hoogste modulatie-frequentie (15 kHz). Bij f.m. omroep ligt de modulatie-index derhalve op:

$$m_i = \frac{\Delta f_{\max}}{f_{\text{lf}, \max}} = \frac{75 \text{ (kHz)}}{15 \text{ (kHz)}} = 5 \times$$

In tegenstelling tot de modulatie-diepte (die kan variëren tussen 0 en 100%) is de modulatie-index een constante.

Bij fase-modulatie „zwaait” de fase-hoek $\Delta \varphi$ om de rustwaarde $\varphi (= \omega_0 \cdot t)$ heen in het ritme van het modulerend signaal; dit is in fig. 3.3 afgebeeld. Ook hier definiëren we de modulatie-diepte als de verhouding tussen:

$$m = \frac{\Delta \varphi}{\Delta \varphi_{\max}}$$

De maximale fase-zwaai $\Delta \varphi_{\max}$ (uitgedrukt in radialen) komt overeen met de modulatie-index m_i ; $\Delta \varphi_{\max} = 5$ radialen bij maximale modulatie.

Een gehele cirkelboog van 360° telt 2π of 6,28 radialen; dit betekent, dat de fase-hoek bij volle modulatie bijna over 300° heen en weer zwaait!

Hoofdstuk 4: Het ontstaan en verloop van de elektrische- en van de (elektro)magnetische kracht- of veldlijnen.

De antenne (letterlijk

„voelspriet”) maakt de overdracht van de h.f. energie vanaf de zender naar de „vrije” ruimte mogelijk; evenzo zorgt deze ervoor dat de ontvanger signalen vanuit deze ruimte kan verkrijgen. De antenne is een zeer belangrijke, doch helaas wat verwaarloosde schakel tussen de zender en de ontvanger.

Met het oog op de zeer beperkte vermogens die door de PTT zijn toegestaan, is het bijzonder belangrijk, zoveel mogelijk uit de antenne te „halen”. Hiervoor is begrip omtrent de werking van de antenne onmisbaar; daar de werking van de antenne weer berust op de voortplanting van elektrische- en magnetische velden, zullen wij deze eerst eens onder de loupe nemen.

Een elektrisch veld is niets anders dan een verzameling van elektrische kracht- of veldlijnen; zo is een (elektro-)magnetisch veld eveneens een verzameling van magnetische kracht- of veldlijnen.

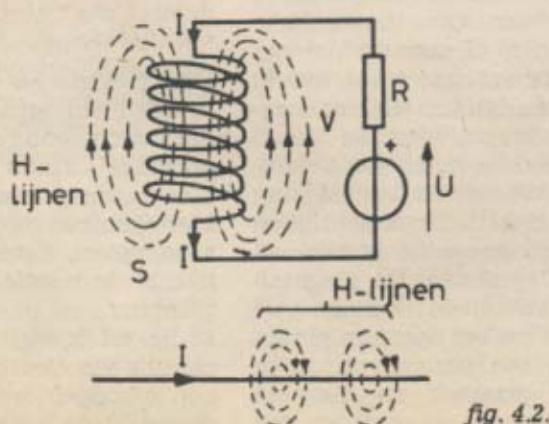
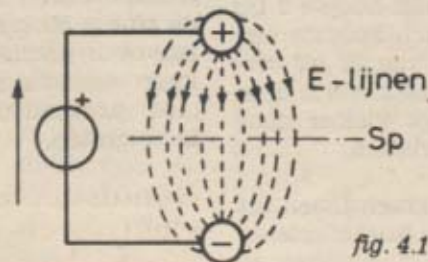
Elektrische veld- of krachtlijnen ontstaan, zodra er tussen twee punten een potentiaalverschil aanwezig is; dit is in fig. 4.1 afgebeeld:

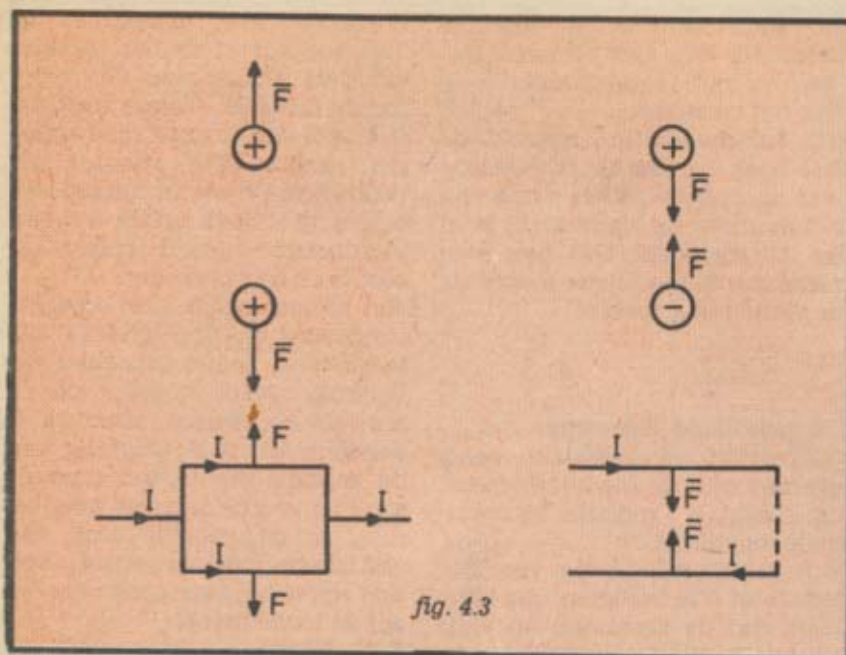
Een veld- of krachtlijn geeft de richting aan van het veld ter plaatse m.a.w. de richting van de kracht $\vec{F}$ die op een eenheidslading $+Q$ wordt uitgeoefend; zoals bekend stoten gelijknamige ladingen elkaar af, terwijl tegengestelde ladingen elkaar juist aantrekken; een en ander is in fig. 4.3 afgebeeld.

Deze elektrische krachtlijnen gaan van de positieve naar de negatieve pool; deze krachtlijnen zijn a.h.w. gebonden aan de pos. en aan de neg. ladingen.

Onder de veldsterkte $\vec{E}$ verstaan we de kracht $\vec{F}$, die op de eenheidslading $+Q$ (1 Coulomb) wordt uitgeoefend; de grootte van deze veldsterkte bepaalt of wij een signaal uit de ruimte nog kunnen ontvangen.

De elektrische kracht- of veldlijnen kunnen we gemakkelijk zichtbaar maken door twee elek-





zerdeeltjes zich volgens de kracht- of veldlijnen.

Evenals de elektrische, geven de magnetische krachtlijnen de richting van de kracht aan, die op een magnetische eenheidslading $+m$ wordt uitgeoefend; ook hier stoten gelijknamige polen elkaar af. De richting van de krachtlijnen gaat ook hier van de pos. (noord-)pool naar de neg. (zuid-)pool; voor het bepalen van de richting van de elektro-magnetische krachtlijnen uit fig. 4.2 kunnen we de kurkentrekker-regel of die van de rechtse schroef toepassen.

Stel, dat we de kurkentrekker in een vaste kurk draaien; hierbij draaien we de arm rond in de richting van de stroom in de spoel (rechtsom). De as van de kurkentrekker zal zich dan in de richting van de magnetische veldlijnen bewegen. (hier omhoog).

In fig. 4.3 is aangegeven, hoe twee gelijknamige ladingen elkaar afstoten, terwijl ongelijknamige elkaar juist aantrekken.

Bij de stromen is het juist andersom: gelijkgerichte stromen trekken elkaar aan, tegengestelde stoten elkaar juist af. Zo zullen twee parallelle geleiders elkaar aantrekken, terwijl een „lus” juist zal proberen, zichzelf te vergroten.

Hoofdstuk 5: De elektrische- en magnetische koppeling van verschillende circuits.

Deze elektrische- en magnetische krachtlijnen zijn zeer geschikt om verschillende circuits, die zich op enige afstand van elkaar bevinden, met elkaar te koppelen; hierbij maken we gebruik van het verschijnsel, dat deze lijnen zich ook in de ruimte kunnen voortplanten.

In fig. 5.1 is afgebeeld, hoe twee circuits via elektrische krachtlijnen gekoppeld worden; in fig. 5.2 geschiedt de koppeling (elektro-)magnetisch.

trodes (de „polen”) te plakken op een glazen plaat en hiertussen een potentiaalverschil aan te leggen. Strooien we op de plaat wat heel fijn poeder (z.g.n. lycopodiumpoeder, afkomstig van de sporen van paddestoelen) en tikken we tegen de platen, dan zal het poeder zich netjes volgens de krachtlijnen rangschikken.

In tegenstelling tot de magnetische krachtlijnen behoeven de elektrische krachtlijnen niet in zichzelf gesloten te zijn; ze verlopen van de positieve naar de negatieve lading. Alleen in de ruimte, waar geen „discrete” elektrische ladingen aanwezig zijn, zullen de elektrische krachtlijnen steeds gesloten moeten zijn.

De veldsterkte $\vec{E}$ hangt af van de „dichtheid” van de elektrische krachtlijnen; hoe groter de concentratie van deze lijnen (in de buurt van de pos. en neg. ladingen bijvoorbeeld) hoe groter ook de veldsterkte ter plaatse. In het Angel-Saksische taalgebied werd de veldsterkte wel uitgedrukt in het aantal krachtlijnen per inch² (of per cm², een nogal verwarrend geheel). In het moderne meter-kilogram-sec. of S.I. stelsel wordt de veldsterkte $\vec{E}$ gewoon in V per m uitgedrukt. Wordt bijvoorbeeld een condensator met een platen-afstand van 1 cm opgela-

den tot 1000V, dan bedraagt de veldsterkte in de condensator 1000V/cm of 100.000V/m.

Deze definitie is ook zeer bruikbaar voor het bepalen van de mogelijkheden tot de ontvangst van een uitgezonden signaal; bedraagt ter plaatse van de ontvanger de veldsterkte bijvoorbeeld 10 μ V per meter en bedraagt de „effectieve” antenne-hoogte 2 m, dan kunnen we ten hoogste een ontvangstsignaal van 20 μ V verwachten; in werkelijkheid is deze waarde aanzienlijk kleiner door de optredende verliezen.

De magnetische krachtlijnen uit fig. 4.2. kunnen op twee manieren worden opgewekt, nl. met behulp van een permanente magneet (we spreken dan van magnetische krachtlijnen) of door middel van een elektro-magneet (of spoel); we spreken dan van (elektro)magnetische krachtlijnen. In wezen gedragen deze kracht- of veldlijnen zich identiek; in tegenstelling met de elektrische krachtlijnen zijn de magnetische steeds „in zich zelf” gesloten. De magnetische krachtlijnen kunnen we zichtbaar maken door een glazen plaat op een permanente magneet te plaatsen en deze te bestrooien met ijzerpoeder; na enig kloppen rangschikken de ij-

De elektrische krachtlijnen „verbinden” de boven- met de onderzijde; de beide circuits worden hierdoor met elkaar gekoppeld, waardoor de voltmeter zal uitslaan. Uiteraard geldt dit alleen, indien we een wisselspanning U_1 aanleggen; zouden we een gelijkspanning aanleggen, dan wordt de condensator slechts éénmaal opgeladen, waardoor de voltmeter even uitslaat, doch daarna weer naar nul gaat.

De magnetische koppeling volgens fig. 5.2 wordt zeer veel toegepast (o.a. in transformatoren, gekoppelde spoelen e.d.); hierbij gaan de krachtlijnen vanuit de spoel S_1 naar de spoel S_2 met als gevolg dat hierin een Elektro-Motorische Kracht (E.M.K. of spanningsverschil) wordt opgewekt.

De elektrische krachtlijnen worden ook wel E-lijnen genoemd (naar de afkorting E voor de elektrische veldsterkte), de magnetische krachtlijnen worden ook wel H-lijnen genoemd, naar de afkorting H voor de magnetische veldsterkte; deze laatste wordt uitgedrukt in Ampère per meter (A/m).

Zouden we aan de primaire wikkeling S_1 in fig. 5.2 gelijkspanning aanleggen, dan zou er even een spanning aan de secundaire zijde geïnduceerd worden; zodra het veld tussen de beide spoelen stationair (gelijk) blijft, zal de secundaire spanning nul worden. De elektrische- en magnetische krachtlijnen zijn onverbrekkelijk aan elkaar verbonden; zodra er sprake is van een veranderlijk elektrisch veld, treden er ook steeds magnetische krachtlijnen op; omgekeerd zullen bij een veranderlijk magnetisch veld steeds elektrische krachtlijnen optreden; dit is in fig. 5.3 nader aangegeven.

Indien we te maken hebben met elektrische krachtlijnen, afkomstig van „in ruste” zijnde ladingen - zoals dat in fig. 4.2 het geval is - zullen er uitsluitend magnetische krachtlijnen optreden bij het in- en uitschakelen; in de „rust-toestand” treden deze niet op. Ditzelfde is het geval bij de

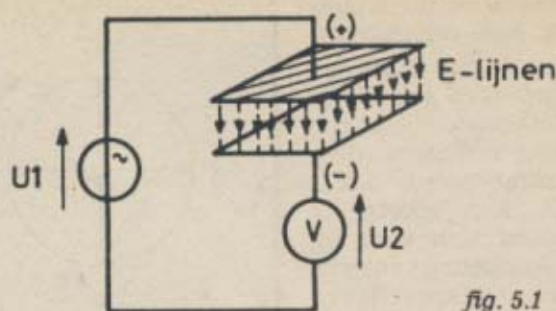


fig. 5.1

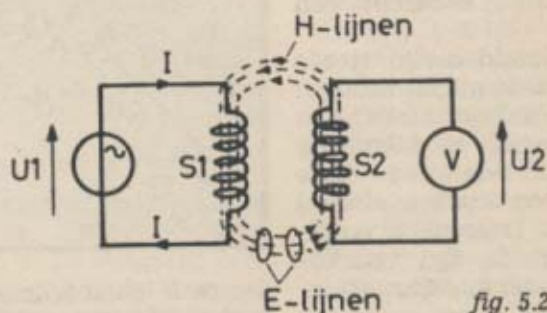


fig. 5.2

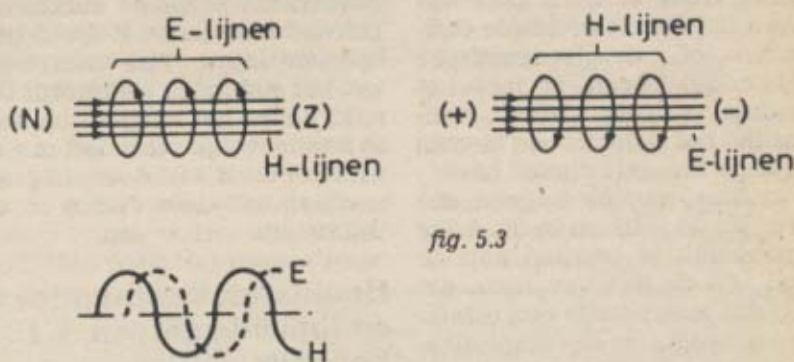


fig. 5.3

magnetische krachtlijnen; zolang de stroom in fig. 4.2 niet verandert, zullen er geen elektrische krachtlijnen optreden.

In het geval van fig. 5.1 echter, waarbij we te maken hebben met steeds veranderlijke elektrische krachtlijnen, zullen steeds magnetische krachtlijnen optreden, zoals dit in fig. 5.2 is aangegeven. Samenvattend mogen we stellen, dat in de „vrije” ruimte zowel de E (elektrische) als ook de H (magnetische) krachtlijnen in zichzelf gesloten zijn, dat deze steeds loodrecht op elkaar staan („ruimtelijk” 90° verschoven zijn) en dat

ze eveneens „in de tijd” 90° verschoven zijn (90° uit fase); dit is in fig. 5.3 nader aangegeven.

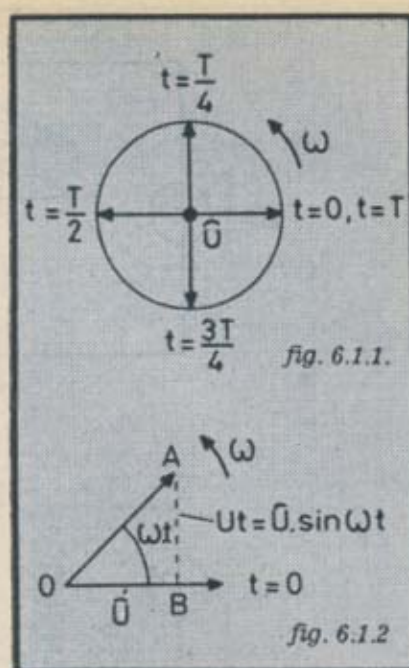
Evenals dat bij wisselspanning het geval is, kunnen we ook de E- en H-velden voorstellen door draaiende vectoren; we spreken daarom van de $\vec{E}$ en van de $\vec{H}$ -vector. Evenzeer als bij de wisselspanning verlopen ook de H- en E-velden sinusvormig met de tijd; in de ruimte kunnen zich uitsluitend sinusvormig verlopende velden voortplanten!

De E- en H-velden van figs. 5.1 en 5.2 noemen we inductie-velden, omdat ze ontstaan door elektri-

sche of door magnetische inductie. Onder inductie verstond men oorspronkelijk het verschijnsel, dat, indien aan de ene plaat een positieve lading werd gelegd, op de andere (condensator)plaat een negatieve lading verscheen; deze negatieve lading werd a.h.w. „geïnduceerd”. Een soortgelijk verschijnsel deed zich voor bij magnetische koppeling volgens fig. 5.2; indien aan de spoel S_1 een spanning werd gelegd, verscheen er aan de secundaire spoel S_2 door „inductie” eveneens een spanning.

Deze inductievelden zijn steeds gebonden aan de plaats van hun ontstaan; ze „gehoorzamen” aan de bron, waarvan zij afkomstig zijn en kunnen zich in de ruimte slechts over een beperkte afstand voortplanten. Daar de $\vec{E}$ en $\vec{H}$ -vector 90° in de tijd verschoven zijn, vertegenwoordigt het inductieveld zelf geen vermogen (de $\cos \varphi$ is nul!) doch kan wel vermogen overbrengen. De sterkte van het inductieveld (de elektrische of de magnetische veldsterkte) neemt af met het kwadraat van de afstand, vandaar dat het inductieveld slechts een beperkte „reikwijdte” heeft. De richting van de $\vec{E}$ -lijnen, die horen bij de $\vec{H}$ -lijnen in fig. 5.3 is gemakkelijk te bepalen aan de hand van de Wet van Lenz, die zegt, dat iedere actie een reactie teweegbrengt, die de oorspronkelijke actie weer tegenwerkt; een wet, die niet alleen in de fysica, maar evenzeer in het dagelijkse leven geldt.

Neemt in fig. 5.3 het $\vec{H}$ -veld in de aangegeven richting toe, dan zul-



len de $\vec{E}$ -lijnen op hun beurt een magnetisch veld geven, dat de oorspronkelijk toename juist tegenwerkt; volgens de kurketrekkerregel moeten de $\vec{E}$ -lijnen dan linksom lopen. Het maximum van het elektrisch veld wordt bereikt indien het magnetisch veld zo snel mogelijk verandert m.a.w. wanneer dit $\vec{H}$ -veld door nul gaat; vandaar dat deze velden in de tijd 90° zijn verschoven.

Hoofdstuk 6: Staande- en lopende golven. 6.1 Lopende golven.

De golven uit de figs. 1.1 en 1.2 zijn echte „lopende” golven; ze gaan uit van de zender naar de ontvanger en we nemen aan, dat er vanuit de ontvanger geen

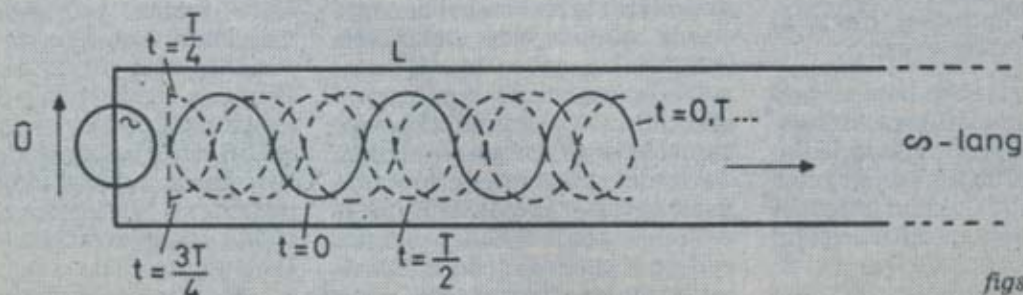
reflectie optreedt. Uiteraard is dit maar een aanname; in de praktijk zullen wel degelijk reflecties optreden, die met de binnenkomende golven gaan samenwerken (interfereren) waardoor een bepaalde, vaste golfvorm kan ontstaan, die we „staande” golven noemen. Indien we de werking van een antenne ook maar enigszins willen doorgronden, dan is wat meer kennis van deze golven onontbeerlijk.

Zoals we als algemeen bekend mogen veronderstellen, kunnen we een wisselspanning voorstellen door een draaiende lijn of vector ter grootte van de maximale waarde $\vec{U}$; dit is in fig. 6.1.1 en 6.1.2 nader voorgesteld.

Ten tijde $t = 0, t = T, 2T, \dots$ staat de vector geheel naar rechts; deze draait nu rond met de hoeksnelheid $\omega (= 2\pi f)$ zodat ten tijde $t = T/4$ de vector verticaal staat, ten tijde $t = T/2$ naar links wijst etc.; volgens fig. 6.1.2 verkrijgen we de ogenblik- of momentele waarde van de wisselspanning $AB = U \sin \omega t$, door uit het punt A een loodlijn neer te laten op OB ; de lengte van deze loodlijn geeft de momentele waarde van de wisselspanning weer.

Sluiten we nu deze sinusvormige wisselspanning op een (oneindig) lange lijn aan, dan krijgen we een soortgelijk verschijnsel als in de figs. 1.1. en 1.2; de golven „reizen” langs de lijn en worden niet gereflecteerd, daar de lijn „oneindig” lang is; hier hebben we te maken met „echte” lopende golven.

In feite worden er door de bron U steeds weer nieuwe golven uitge-



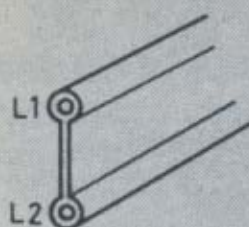
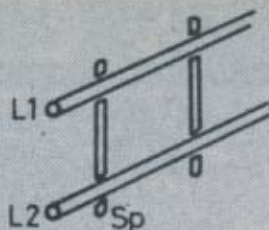
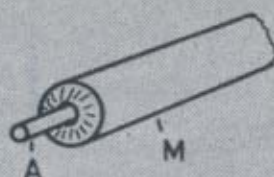


fig. 6.1.3a twin-lead



feeder fig. 6.1.3b



coax fig. 6.1.3c

zonden, waarvan de maximale waarden steeds gelijk zijn; zouden we met een voltmeter (die de maximale of effectieve waarde aanwijst) langs de lijn gaan, dan zouden we overal dezelfde spanning meten; die geldt evenzeer voor de stroom, die in de draden loopt. Hierbij moeten we aannemen, dat de lijn zelf „ideaal” is m.a.w. geen verliezen bezit.

Een dergelijke tweedraads- of coaxiale leiding kan verschillende gedaantes aannemen, in de figs. 6.1.3a t/m 6.1.3c zijn er enkele weergegeven.

In fig. 6.1.3a is het bekende „twin-lead” weergegeven, dat op grote schaal voor FM en TV ontvangst wordt toegepast; in fig. 6.1.3b is de „open” feeder-line weergegeven met de spacers of afstandsstukken S_p ; deze lijn wordt veel bij zenders in het h.f. en ook nog wel in het v.h.f. gebied gebruikt; tenslotte is in fig. 6.1.3c de bekende coaxiale-kabel weergegeven, die zowel voor zenden als voor ontvangst in vrijwel alle golfgebieden wordt toegepast.

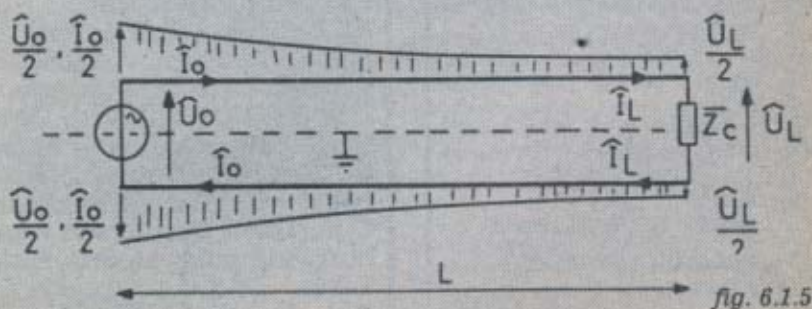
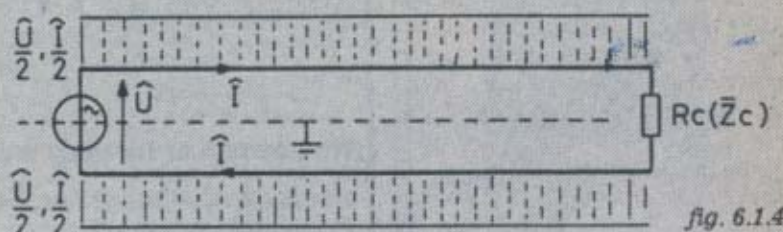
Nu is een oneindig lange lijn, zoals die wordt voorgesteld in fig. 6.1.3 in de praktijk niet uitvoerbaar; we mogen de lijn echter doorknippen, mits we deze afsluiten met zijn karakteristieke weerstand R_c ; de lijn gedraagt zich net, alsof deze oneindig lang zou zijn en aan de ingang vinden we weer de weerstand R_c , evenals dat in fig. 6.1.3 het geval zou zijn. De waarde van deze karakteristieke weerstand R_c hangt geheel van de kabel-constructie af; bij een lintkabel ligt deze tussen 150 en 300 Ohm (meestal 300

Ohm), bij een open feederlijn tussen 300 en 600 Ohm en bij een coax-kabel tussen 50 en 150 Ohm. Bij het beschouwen van een lintkabel of feederlijn nemen we aan, dat deze symmetrisch is t.o.v. aarde - dit zal ook meestal wel het geval zijn. Het verloop van de spanning - en stroom langs de kabel kunnen we nu aangeven in de vorm van een grafiek boven en onder de kabel, waarbij ieder de helft voor zijn rekening neemt; daar de spanning en stroom constant blijven, bestaat de grafiek gewoon uit twee rechte lijnen; deze zijn in fig. 6.1.4 afgebeeld.

De karakteristieke weerstand R_c is in feite dan alleen een „zuivere” weerstand, indien de lijn- of kabel echt ideaal is, m.a.w. geen verliezen heeft; bij een verliesge-

vende kabel (zoals deze in de praktijk feitelijk steeds voorkomt) mogen we feitelijk niet spreken van een karakteristieke weerstand R_c , doch van een karakteristieke impedantie z_c ; de afsluitweerstand heeft een „complex” karakter gekregen. Gelukkig is het verschil tussen R_c en z_c als regel zo klein, dat we met een weerstandsafsluiting kunnen volstaan, stellen we echter zeer hoge eisen aan de reflectie-vrijheid van de lijn, dan moet er aan het einde wel degelijk „aangepast” worden.

In fig. 6.1.5 is het geval afgebeeld, dat de lijn, of kabel wel verliezen heeft; deze verliezen ontstaan door koperverliezen in de geleiders (hoofdzakelijk huid- of skin-effect), door verliezen in het diëlec-



tricum en door (ongewenste) uitstraling.

De spanning- en stroom nemen nu geleidelijk af volgens een exponentiële lijn (een e-macht, waarbij e het grondtal is van het natuurlijke logaritmenstelsel), vandaar dat we het verlies in decibel per meter mogen uitdrukken; is het verlies of de demping bijvoorbeeld 0,2 dB/m en is de kabel 10m lang, dan is het éénmalig verlies 2 dB; gebruiken we echter eenzelfde kabel voor zenden- en ontvangen, dan bedraagt het verlies echter 4 dB!

ADVERTEERDERS LET OP!

de sluitingsdatum
voor
uw advertenties in het

SEPTEMBER
NUMMER
VAN ABC

is 24 juli!

graag uw materiaal
spoedig opzenden!

Overzicht van de ABC prints (t/m sept. 1981)

PRINTNUMMER	PRINT	PRIJS
A 906	Dimmer	8,30
A 912	Luxe Lichtorgel	9,45
A 916a	Unlemeter	17,85
A 917	Melodiebel	21,80
A 919	Timer	14,20
A 922a	Digitale Toerenteller	27,60
A 925	Hazejacht	14,90
A 926	Transistortester	7,10
A 927	Digitale klok	13,60
A 928	R-C meter	8,90
A 932	Troevendobbel	12,40
A 1002a	2 1/2 Digit DVM	19,75
A 1004	Functiegenerator	16,75
A 1005	Digi Power	16,00
A 1006	CV Pompegelaar	17,40
A 1009	Frekwentiemeter	11,10
A 1010	EL Multimeter	17,00
A 1012	Schakelklok	21,00
A 1014	Boormachineregelaar	17,00
A 1015	Thermostaat	17,50
A 1016	27 MHz ontvanger	19,80
A 1017	Stereobasisbreedteregelaar	14,95
A 1018	Digi-Timer	33,60
A 1020	Hoog Midden Laag filter	22,90
A 1022	Drievoudige Dimmer	19,95
A 1023	3 DIGIT DVM	17,90

Prints te bestellen door overmaking van het vermelde bedrag plus verzendkosten op girorekening 4408212 t.n.v. Printservice MK, Postbus 10584, Den Haag.

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

Attentie: Van vele ABC-bouwontwerpen zijn tegenwoordig AMROH-bouwpakketten te verkrijgen of te bestellen bij alle onderdelenhandelaren in Nederland.

We noemen er hier een aantal op:

Groningen: Okaphone, Groningen - Leo, Stadskanaal.
Friesland: Adema, Heerenveen. Drente: Andries, Assen - Ypma, Veendam - Crescendo, Emmen. Overijssel: Nijhuis, Zwolle Enschede Almelo Hengelo - Centrum, Zwolle - Hobby El, Hengelo - Ten Koppel, Zwolle. Gelderland: Tekaat, Arnhem - Van Hove, Veenendaal - Eijlander, Ede - Smink, Harderwijk. Utrecht: Centrum, Utrecht - Centrum, Amersfoort - Display, Utrecht - Velt, Bussum. N-Holland: Elco, Alkmaar - Kleinhout, Haarlem - Muco, Amsterdam. Z-Holland: DIL, Rotterdam - Boogerd, Rotterdam - Stuut en Bruin, Den Haag - Gerrése, Delft. N-Brabant: Cohen, Breda - Ben van Dijk, Uden Den Bosch - Supershop, Mill - Radiobeurs, Tilburg. Limburg: Meuris, Sittard - Vogelzang, Heerlen - Baur, Venlo.

TELEC

telex 77223 telec nl, postgiro 3371900
Bank Mees & Hope Groningen, rek. no. 21 11 00 285
giro van de bank no. 802919

Steenilstraat 40
9711 GP GRONINGEN tel: 050-129374

Verzendings- en verzendkosten voor rekening koper
Prijsverandering en uitverkoop voorbehouden

KRISTALLEN

1.000	MHz	12,50
1.6384	MHz	25,—
1.8432	MHz	17,50
2.000	MHz	15,—
2.400	MHz	15,—
2.4576	MHz	13,50
3.2768	MHz	8,75
3.6864	MHz	12,75
4.000	MHz	9,75
4.194304	MHz	5,25
4.9152	MHz	10,—
6.000	MHz	8,25
7.040	MHz	10,—
8.000	MHz	8,25
8.6016	MHz	10,—
9.6000	MHz	15,—
10.000	MHz	10,75
18.000	MHz	7,50
20.245	MHz	25,—
38.666	MHz	25,—
41.5000	MHz	25,—
104.65	MHz	25,—

deze lijst is slechts een momentopname, uitverkoop voorbehouden
Wijze van bestellen van kristallen:
bij vooruitbetaling op onze girorekening nr. 3371900 + f 1,30 portokosten of per brief met ingesloten ondertekende girokaart, betaal- of eurocheque. Denk hierbij ook om f 1,30 portokosten.

AANBIEDING
1.000 MHz kristal
NOG STEEDS VOOR f 12,50



AANBIEDING PHILIPS LUIDSPREKERS
AD 0141T4/TB, tweeter 75 Watt 14,50
AD 12100/PB, woofer 75 Watt 85,—
AD 12100/MB, woofer 75 Watt 85,—
AD 0211/SQB, middentoner 90 Watt 48,50
AD 8061/WB, woofer 60 Watt 39,50



KABEL

meeraderige professionele flexibele kabel

o.a. geschikt voor interface, P.A. en video toepassingen

12 adrig individueel afgeschermd	7,50 p/m
18 adrig individueel afgeschermd	8,50 p/m
25 adrig individueel afgeschermd	15,— p/m
20 adrig totaal afgeschermd	7,50 p/m
37 adrig totaal afgeschermd	14,50 p/m
38 adrig totaal afgeschermd	14,50 p/m
40 adrig totaal afgeschermd	15,— p/m
58 adrig totaal afgeschermd	17,50 p/m

VARIABLE CONDENSATOREN

Wij hebben voor u op voorraad tegen gunstige prijzen:

4 x 500pF, gelagerd Jackson, prof.	22,50
3 x 500pF, gelagerd Jackson, prof.	15,—
1 x 60pF, spatie 5mm	7,50
1 x 100pF, spatie 5mm, ker. isolatie	7,50
2 x 30pF, klein, VHF toepassingen	3,50

OPGELET, ZEER SCHERPE PRIJZEN:
1 x 500pF + 1 x 250pF, met vertraging
2,50 per stuk
BIJ 10 STUKS 1,50
BIJ 100 STUKS 0,75

WIJ HEBBEN OOK EEN GROTE SORTERING IN:
silver mica C's, hoogspanning C's, trimmers, HF
vermogenstransistoren enz. enz. enz.

DIGITALE PANEELMETER (LCD)

f 99,50 (gebouwd)

afmeting: 64 x 40 mm. 13 mm hoge cijfers

spanning: 6-12 Volt, 1mA

Uitgebreide technische gegevens en schema's
worden u op aanvraag gratis toegestuurd.

DIGITALE THERMOMETER MET LCD-DISPLAY NU IN PRIJS VERLAAGD

Deze digitale thermometer is uitgevoerd met de nieuwe temperatuur sensor KTY 10 van Siemens.
De voeler wordt met 2-aderige kabel aangesloten, zonder afscherming. Zonder bijstelling kan de kabel tot ± 30 meter worden verlengd. Voeding 9 Volt batterij. De sensor KTY 10 is ook los leverbaar. Uitgebreide technische gegevens en schema's worden u op aanvraag gratis toegezonden.

f 127,50

SCHATZOEKERS/ METAAL- DETECTORS



Prijzen vanaf f 149,50
tot f 2250,— incl. BTW

o.a. uit voorraad leverbaar
C-Scope TR-200 245,—
VLF Fisher 960D 862,50
Q-Tone 3 295,—
C-Scope TR-650D 495,—
VLF-553D 1557,—
Arado 120B 2250,—

Uitgebreide documentatie wordt U op aanvraag gratis toegesonden. Een telefoontje of briefkaart is voldoende.

Tevens vragen wij wederverkopers voor heel Nederland. Gunstige condities..



CATALOGUS TELEC 80/81

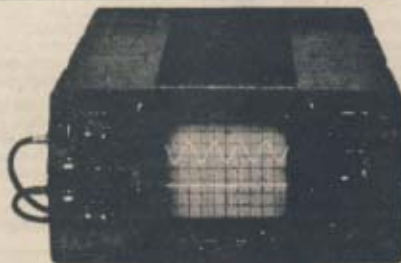
Wilt u meer weten over het assortiment van TELEC, alle informatie hierover vindt u in onze professionele catalogus van bijna 300 pagina's uitgevoerd in A4 formaat met foto's en uitgebreide beschrijving.

prijs f 17,50

gratis verkrijgbaar voor bedrijven, instellingen, overheid enz. Deze catalogus moet dan schriftelijk worden aangevraagd.

TELEQUIPMENT OSCILLOSCOPEN

bij ons nú nog in
voorraad,
voor de oude prijs:



D-1010, 10 MHz, twee kanalen, incl. probes f 1299,— incl. BTW
D-1015, 15 MHz, twee kanalen, incl. probes f 1699,— incl. BTW
GRIP UW KANS NU DEZE SCOPES NOG IN VOORRAAD ZIJN,
nieuwe prijsverhogingen zijn zeker te verwachten, min. 30%.

REINAERT ELECTRONICS

uw adres voor
elektronica en deskundig advies

Blasiusstraat 14-16 Tel. 020-947218
1091 CR Amsterdam 020-658051
Openingssteden
maandag t/m vrijdag 9-18 uur
zaterdag 9-13 uur

**IN DE PERIODE VAN
10 T/M 24 JULI WEGENS
VAKANTIE DAGELIJKS
(OOK OP DONDERDAG)
VAN 9-15.30 UUR GEOPEND**



MAAK ZELF EEN NACHTKIJKER

Wij leveren alle onderdelen voor zelfbouw van een infrarood nachtkijker uit voorraad, eventueel met bouwbeschrijving en uitgebreide gegevens. De leverbare infrarood converterbuizen zijn 1P25A f 131,50; 6032 f 165,—; 6914 f 395,—; 6929 (afhankelijk van toestand f 335,— tot f 650,—); 6381 of IC16 f 495,—. Onze goedkoopste image intensifier voor passieve restlicht-nachtkijkers is de XX1080 en kost f 985,—. Complete infraroodkijkers worden eventueel aan de hand van uw wensen samengesteld of kant-en-klaar op voorraad gehouden vanaf f 1265,—; stereokijkers vanaf f 2850,— en M3 sniperscopes kosten f 2975,— (dit zijn geweertescopes met IR-schijnwerper etc.). Miniatuur hoogspanningsvoedingen voor nachtkijkers kosten f 197,50 (5kV) tot f 395,— (15kV instelbaar). Enige defecte miniatuur-IR-kijkers van het type MSW-V-35 zijn, zolang de voorraad strekt, à f 465,— verkrijgbaar. Restlicht-fotocamera nieuw; 80.000x versterking; f 11.800,—. Een overzichtsfolder van ons infrarood programma wordt u op aanvraag gratis toegezonden.

NIEUWE BOUWDOZEN

Brandstofverbruiksmeter voor auto of boot (0...24 liter/uur) f 86,50 (compl. gebouwd f 146,50); antenneversterker AV300 20...300 MHz 20dB 4-16 V f 19,40; miniatuurzender MT11 85...110 MHz 6-15 V met microfoon f 28,95; miniatuurzender HS101 middengolf 900...1600 kHz 3-5 V f 49,80; zenderversterker (lineair) B45 25...30 MHz met aut. elektronische zend/ontv.-schak. 3 W in/18 W uit (of 0,5 W in/7 W uit) 12 V compl.m.kast f 99,95; miniatuur-ontvanger ME032 middengolf 550...800 kHz 4,5-9 V f 29,90; miniatuur-ontvanger HE05 luchtvaart en FM 88...135 MHz 9-13 V f 44,60; 27 MHz ontvangconverteer (25...30 MHz bruikbaar) f 55,—; compl. set onderdelen, objectieven, hoogspanning, enz. voor zelfbouw infrarood nachtkijker f 725,— (compl. gebouwd f 1265,—); tijdschakelaar/computerklok 24-uurs met 4 gescheiden uitg. 2 A/220 V en 21 schakelprogr.p. week, compl.m.keyboard, displays, enz. f 246,50; solderstation 40 W 50...400°C f 172,50; freq.-teller/periodometer 0...10 MHz 8-digit f 289,50; set onderdelen voor "computer"-filter Honeywell f 58,50; LBS 01 reflectie-infraroodsluis (beveiliging, deuropener, enz.) max. 3 m, 220 V f 195,50 (compl. gebouwd f 295,—); funktiegenerator 0,1...100.000Hz in 6 bereiken, sinus-kantel-driehoek, 9-12 V f 268,50; miniatuur stopwatch 8-digit 9 V f 169,50. Zoekt u iets anders? Bel ons even, we hebben ca. 30.000 soorten artikelen voorradig. Postorders vanaf f 25,—; vanaf f 100,— zijn de verzendkosten tot 1000 gram voor onze rekening. Wilt u zelf een infrarood nachtkijker bouwen of bent u geïnteresseerd in speciale aanbiedingen? Vraag dan onze gratis folder aan.

ALLE PRIJZEN ZIJN EXCLUSIEF 18% BTW.

JAPANESE TRANSISTORS EN IC's



UITSLUITEND VOOR
DE HANDEL
EN UIT VOORRAAD
LEVERBAAR

AVERA

POSTBUS 6804 4802 HV BREDA

TELEFOON **076-130424**



LFP

Machtige modules



VERSTERKER- MODULES

KANT-EN-KLAAR
GARANTIE: 2 JAAR!
Voorversterker HY6 en HY66.
Eindversterkers: 15W, 30W, 60W,
120W en 240W sinus.
Hoge kwaliteiten, lage prijzen,
bijv. 30W kost slechts f 67,—.
Alle zijn meervoudig beveiligd.
Uitstekende geluidskwaliteit.
Voedingen ook leverbaar, de
meeste met ringkerntrafo.
Dit zijn de meest verkochte kom-
plete versterker-modules in Ned.!



RINGKERN- TRAFO'S

Deze nieuwe ringkerntrafo's bie-
den veel voordelen t.o.v. de oude
rechthoekige blikpakkettrafo's:
GEWICHT + HOOGTE gehalveerd.
MAGN. STROOVELD veel kleiner,
dus min. brominductie.
NULLASTSTROOM zeer laag.
SNEL te monteren: slechts 1 bout.
HOGE betrouwbaarheid, want L.L.P.
gebruikt prima materiaal.
UIT VOORRAAD: meer dan 60
types van 30 tot 500 VA.
LAGE prijzen, bijv. 30 + 30 V 5A
kost slechts f 98,—.

Verkrijgbaar bij meer dan 50 winkels in Nederland.
Meer gegevens worden op aanvraag gratis toegezonden.
Bel even, ook 's avonds en zaterdag:

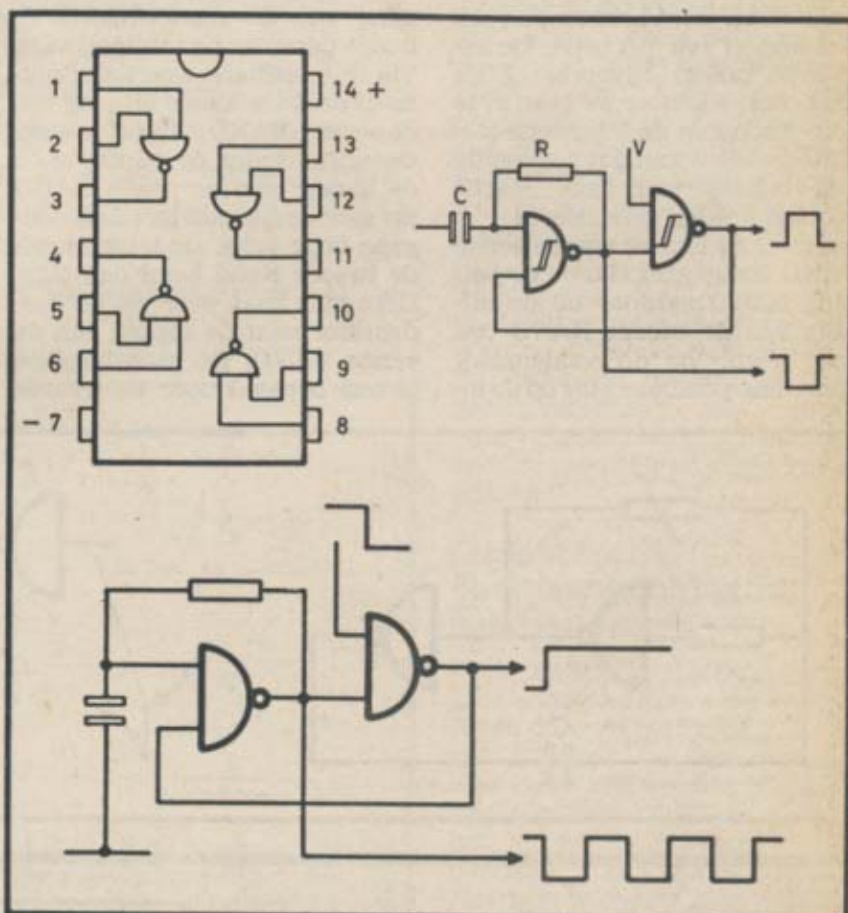
RODEL Geluidstechniek b.v.
Steinwegstraat 37, 7491 KJ Delden, tel. 05407-2024.

Pulsgever

In een aantal gevallen willen we een kleine puls omzetten in een puls van een gegeven lengte. Dat doen we met een one-shot. Met de CD 4093, een 4-voudige schmitt-trigger Nand-poort is dat gemakkelijk te realiseren.

De pulsduur is ongeveer gelijk aan het RC-product. Dus 0,1 sec. voor $R = 1\text{ M}$ en $C = 0,1\text{ }\mu\text{F}$ en 10 seconden voor $R = 10\text{ M}$ en $C = 1\text{ }\mu\text{F}$. Voor C mogen bij deze hoge R-waardes geen elco's gebruikt worden. Die hebben teveel lekstroom.

Als het ingangscontact hoog staat is de uitgang laag. Gaat deze ingang kortstondig laag, dan komt er een hoog puls van de gegeven lengte op de uitgang. Laten we de ingang echter laag, dan blijft de uitgang hoog. De eerste NAND begint echter als multivibrator te werken en er ontstaat een pulstrein op zijn uitgang.



avanti® antennas

ASTRO PLANE
AV - 101

SIGMA II
AV - 170

SIGMA IV
AV - 174

BOMBEECK

CB
UNIVERSUM
MARC

ANTENNES
B.V.

Importeur van: Avanti Antennes
Midland en Wipe
C.B. apparatuur

Hoogstraat 90 - Eindhoven - Telefoon 040 - 441834
ONBETWIST DE ANTENNESPECIALIST

Natuurlijk voeren
wij een compleet
C.B. programma.

Diverse andere merken P.T.T.-goedgekeurde MARC-apparatuur uit voorraad leverbaar.
3, 4, 5, 8 Elements 3 meter antennes UNIVERSUM

Oscillator met twee nands

In de elektronica hebben we vaak een signaal van een bepaalde frequentie nodig, bijvoorbeeld als klok-puls. Wanneer we geen al te hoge eisen aan de frequentie-stabiliteit stellen kan dat eenvoudig met behulp van twee NAND poorten worden gerealiseerd.

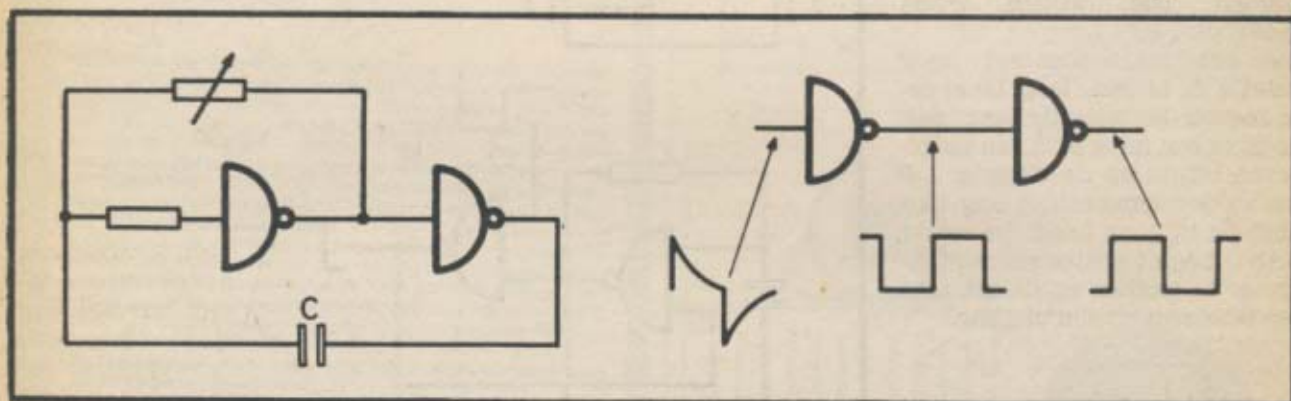
Wanneer de ingang van de eerste NAND hoog gaat, komt de uitgang laag. Daardoor zal de uitgang van de tweede NAND ook hoog gaan. Via de condensator komt deze positieve puls op de in-

gang van de eerste NAND en houdt daarmee de toestand vast. Via de (regelbare) weerstand ontlaaft de laagstaande uitgang van de eerste NAND echter de condensator. Zodra de spanning op de ingang van de eerste NAND ver genoeg gedaald is, zal zijn uitgang hoog gaan. De uitgang van de tweede NAND komt dan laag. Deze puls gaat weer via de condensator naar de ingang van de eerste NAND. De herhalingsstijd is dus bepaald door de waarde

van de condensator en de weerstand. Deze ruwweg gelijk aan het product van deze twee. Een condensator van $1 \mu\text{F}$ en een weerstand van 100 k leveren dus ongeveer 10 Hz op.

Aangezien de ingangsspanning van de eerste NAND tussen $+2 \text{ X}$ en -1 X de voedingsspanning op en neer gaat, beveiligen we de poort met een weerstand van 100 k .

De spanningen op de in- en uitgangen zien er als volgt uit:



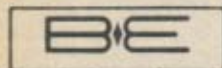
ENERGIE BESPAREN

RUIM f 100,00 BESPARING PER JAAR OP UW
ELECTRICITEITSREKENING

MET DE CV-MAT
CV-KETEL

COMPLEET
BOUWPAKKET

SCHAKELKLOK FL 69,- INCL.
KAST EN
VERZ.KST



ELEKTRONICA-HOBBY

GASTHUISSTRAAT 80 WINTERSWIJK

TE BESTELLEN DOOR OVERN.
VAN f 69,- OP GIRO 2388700
TNV BE pb161 WINTERSWIJK

tel. 05430 - 14799

postgiro 2388700

Stichting Open Studio

vraagt in het kader van de
werkgelegenheidsverruimende maatregel

2 technici

(HTS of MTS) bekend met video

40-urige werkweek. Werkzaamheden:
reparatie van videoapparatuur. Daarnaast kan
mee gedacht worden over: inrichting,
uitbreiding, aanpassing en verbetering van
audio-visuele apparatuur.

De maatregel geldt voor een jaar; vereist is
inschrijving bij het arbeidsbureau.

Informatie: Stichting Open Studio,
videowerkgroep, Zoutkeetsgracht 114, 1013
LC Amsterdam. Tel.: 020-243704 of 243720.

Zener-dioden

Zener-dioden zijn componenten die geschikt zijn voor meerdere toepassingen, o.a. kunnen spanningen worden gestabiliseerd, begrensd en gezeefd; zij kunnen in elektronische schakelingen spanningen verschuiven maar kunnen ook als referentie-element dienst doen. Voor de elektronica-amateur is het de moeite waard om de opbouw en de werkwijze van deze veelzijdige „achterwaartsrijder” te leren begrijpen.

„Zener-dioden zijn silicium dioden met een relatief lage en gedefinieerde doorslagspanning in sperrichting”. Ondanks de beknoptheid van deze zin bevat het een hoeveelheid aan informatie die er apart moet worden uitgelicht.

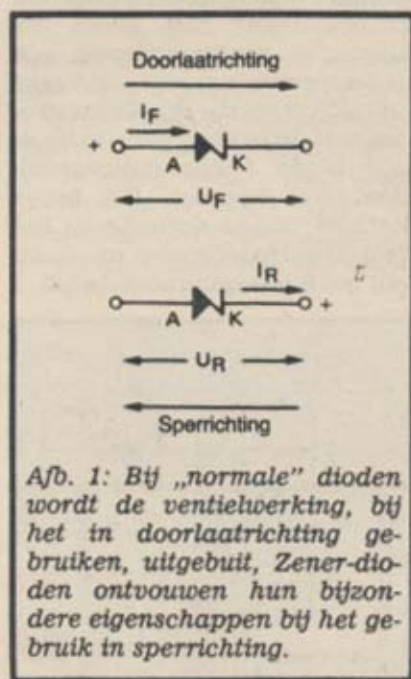
Werking in sperrichting

Normaal worden dioden in doorlaatrichting gebruikt, met de positieve spanning aan de anode. Er loopt dan een conventionele stroom van de anode naar de kathode, doorlaatstroom genoemd, aangegeven met I_F (F van forward = voorwaarts). Over het diode-gebied ontstaat hierdoor een spanning, de doorlaatspanning aangegeven met U_F .

Wordt een normale diode in sperrichting aangesloten d.w.z. met de min aan de anode, dan mag er in theorie geen stroom gaan lopen, immers de diode moet sperren! Jammer genoeg komen theorie en praktijk niet altijd met elkaar overeen, er loopt dan ook een, weliswaar zeer kleine, stroom genoemd sperstroom I_R (R van reverse = achterwaarts).

Doorslagspanning

Komt de in sperrichting aan-



gesloten spanning boven de sperspanning U_R uit, in de databladeren aangegeven als de maximale waarde, dan doorbreekt de sperspanning de junctie in het halfgeleider materiaal en de daarvoor veroorzaakte lawine-achtig verloopende sperstroom vernietigt de diode. Voor de bekende silicium diode 1N4148 wordt in de databladeren bijvoorbeeld aangegeven dat de sperspanning maximaal 75 V mag bedragen bij een

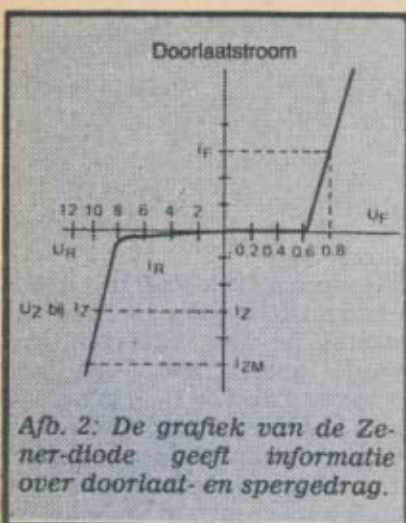
sperstroom die kleiner of gelijk is aan 5 micro-ampère. De spanning waarbij de sperlaag doorbroken wordt noemt men dan ook doorslagspanning U_{BR} , in het Engels aangeduid als Breakdown Voltage (to break down = instorten). Bij het bestuderen van databladeren moet men er vooral rekening mee houden dat de doorlaatspanning U_F en de doorslagspanning U_{BR} twee geheel verschillende begrippen zijn. Bij normale dioden ligt de doorslagspanning niet exact vast, hetgeen wordt veroorzaakt door de spreiding in het fabricageproces.

Gedefinieerde doorslagspanning in sperrichting

Door het halfgeleidermateriaal juist te kiezen en door een doelgerichte dotering met vreemde atomen kan men de doorslagspanning in de hand houden. Hierdoor wordt het mogelijk om tijdens het fabricageproces de doorslagspanning al te bepalen. Daarmee benadert men de kern van de zaak.

De Zener-diode

De naam is van de Engelsman Zener afkomstig, die het gedrag van deze dioden in 1934 voor het eerst beschreef. Zener-dioden onderscheiden zich niet van normale dioden wanneer men ze in doorlaatrichting aansluit, de grafiek in afb. 2 levert hiervoor het bewijs. De doorlaatkromme (het rechter deel) geeft het gedrag van de doorlaatspanning weer als functie van de doorlaatspanning U_F . I_F is erg laag tot een bepaalde doorlaatspanning U_F , ongeveer 0.6 V. Wordt de spanning dan nog



meer verhoogd dan knikt de kromme stijl naar boven, de doorlaatstroom wordt snel groter. Deze stroom moet worden beperkt, anders zal hij de diode vernietigen. Dit kan d.v.m. een weerstand gebeuren, die de stroom begrenst. Gebruikt men de diode achterwaarts, in sper-richting (min aan de anode), dan wordt praktisch het spiegelbeeld van de kromme verkregen op de linkerkant van afb. 2. De sperstroom bedraagt slechts enige μA ; tot aan het bereiken van de doorslagspanning verandert hij nauwelijks, daarna loopt hij zeer snel op. Ook bij Zener-dioden wordt de sperstroom met I_R aangegeven, dat echter slechts tot het begin van het knikpunt geldt. Bij het bereiken van de Zenerknik volgt er een naamsverandering, van daar af heet hij Zenerstroom I_Z . I_Z bezit de onstui-mige eigenschap om zeer snel op te lopen totdat de diode de geest geeft door overbelasting. Een externe maatregel in de vorm van een weerstand moet de stroom in rustiger banen leiden. Daarbij moet worden opgemerkt dat I_Z veel lager ligt dan I_F , m.a.w. de toelaatbare stroom in doorlaat is veel hoger dan die in sper.

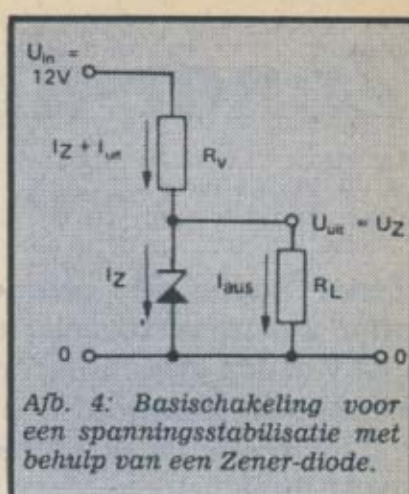
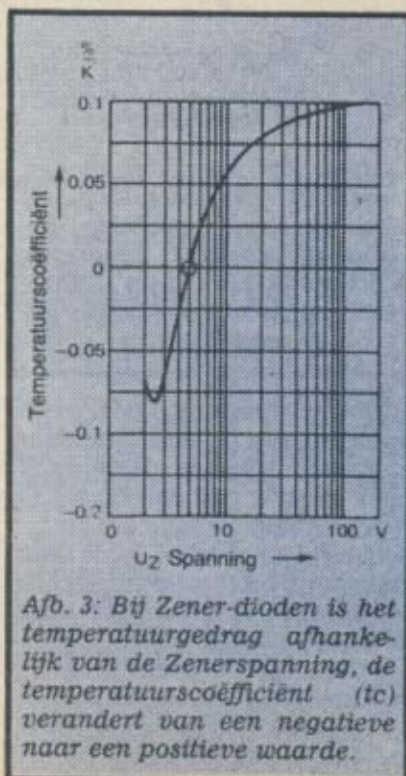
Zenerspanning U_Z

De doorslagspanning U_Z hangt af van het fabricageproces, het gebruikte materiaal en de stroom I_Z . Daardoor laat U_Z zich binnen

een breed gebied door fabricage-maatregelen vast leggen. Bij het gebruikelijke type is U_Z in fijne stapjes onderverdeeld van 2,4 tot 33 V. Er bestaan natuurlijk ook typen met een hogere Zenerspanning. In het doorslaggebied bezit de grafiek een relatief steil verloop, er is echter altijd een licht verloop vast te stellen t.o.v. de verticale as. Hieruit is op te maken dat er voor iedere I_Z ook een bepaalde U_Z is, de Zenerspanning verandert als functie van de Zenerstroom. Daarom geven de fabrikanten in hun datablinden aan bij welke stroom I_Z de spanning U_Z is gemeten.

Temperatuurgedrag van de Zener-diode

Jammer genoeg „schommelt“ de Zenerspanning niet alleen als functie van de Zenerstroom, ook de temperatuur oefent een sterke invloed uit op U_Z . Bij siliciumdioden met de p-n-overgang in doorlaat is de temperatuurs-coëfficiënt (tc) negatief. Dit hangt sterk af van de dotering en het gebruikte materiaal en uiteraard van het fabricageproces. In afb. 3



wordt weergegeven dat Zener-dioden zich heel anders gedragen, de kromme geeft de tc weer als functie van de Zenerspanning. Bij spanningen onder de 5.1 V is de tc negatief en in het gebied tussen de 5.1 en de 7 V wordt de tc nul (het omcirkelde gebiedje in afb. 3). De exacte spanningswaarde waarbij de tc nul is hangt van de Zenerstroom af, boven deze spanning wordt de tc positief. Bij U_Z groter dan 25 V verandert hij in verhouding lang zo veel niet meer. Samenvattend: U_Z schommelt als functie van de temperatuur, en dat dan ook nog type-afhankelijk naar boven of naar beneden. Daarmee wordt tevens verklaard waarom de 6.8 V Zener-diode zo populair bij de ontwerper is, want in de buurt van de 6.8 V is de tc nul.

Stabilisering

Mag men met Zener-dioden nog wel van stabilisatie praten, wanneer vooral allerlei instabiliteits-oorzaken zijn opgesomd? Het antwoord is een eensluidend „ja“, als toelichting daarop dient afb. 4. Het handelt daarbij om een schakeling die bij een ingangsspanning $U_{in} = 12V$ een stabiele uitgangsspanning $U_{uit} = U_Z = 6.8V$ moet afgeven. De belasting R_L trekt een stroom $I_{uit} = 5mA$, I_Z is eveneens 5 mA gekozen. De totale stroom die door de voorschakelweerstand R_v loopt bedraagt dan 10 mA. Nu komt de heer Ohm er aan te pas om de grootte

van de voorschakelweerstand te bepalen;

$$R_v = \frac{U_m - U_z}{I_{\text{min}} + I_z} = \frac{12 - 6,8}{0,01 + 0,01} = \frac{5,2}{0,02} = 260 \text{ Ohm}$$

De keuze valt op de dichtstbijzijnde waarde in de e-reeks: 510 Ohm. De uitgangsspanning staat „als een paal“, zolang er geen schommelingen in de ingangs-

spanning en in de belastingsstroom plaatsvinden; de zaak wordt wat bedenkelijker zodra dit wel het geval is. Schommelt de stroom door R_v tengevolge van ongunstige omstandigheden tussen de 10 en de 28 mA, dan moet R_v anders worden gedimensioneerd en wel voor de maximale stroom van 28 mA. Daarmee wordt

$$R_v = \frac{5,2}{0,028} = 185,7 \text{ Ohm}$$

(gekozen wordt 180 Ohm).

Al naar gelang de belastingsstroom moet de Zener-diode t.o.v. het in het vorige voorbeeld berekende 5 mA in het ongunstigste geval nog eens 18 mA opnemen (bij Iuit min. = 5 mA). Laten we daarom het uitvergroete deel van de grafiek in afb. 5 eens bekijken.

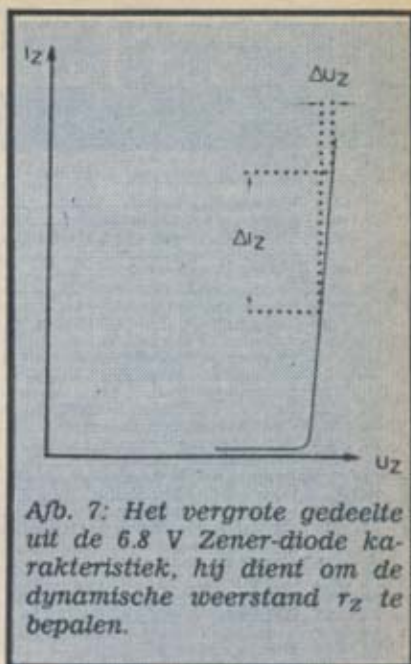
Met behulp van de wet van Ohm kan worden bewezen dat voor ieder punt op de grafiek een andere inwendige Zenerweerstand wordt verkregen, want uit iedere stroomverandering volgt een spanningsverandering. Alles is in beweging, de inwendige Zenerweerstand is dynamisch.

Dynamische inwendige weerstand r_z

De dynamische weerstand van een Zener-diode wordt gedefinieerd als de verhouding van de spanningsverandering Δu_z t.o.v. de stroomverandering Δi_z :

$$r_z = \frac{\Delta i_z}{\Delta u_z}$$

Δ = Griekse letter „Delta“ = D. r_z wordt in de databladeren vermeld, in ons voorbeeld verkrijgen we $r_z = 8 \text{ Ohm}$. De te verwachten schommeling van de gestabiliseerde spanning kan met de volgende formule worden berekend: $\Delta u_z = r_z = 8,0,018 = 0,144 = 144 \text{ mV}$. Deze waarde is in vele gevallen aanvaardbaar, vooral wanneer men weet dat iedere stabilisatieschakeling met Zener-dioden gelijktijdig een goede bromonderdrukking bij gelijkgerichte spanningen vormt. Voor de overblijvende bromspanning op

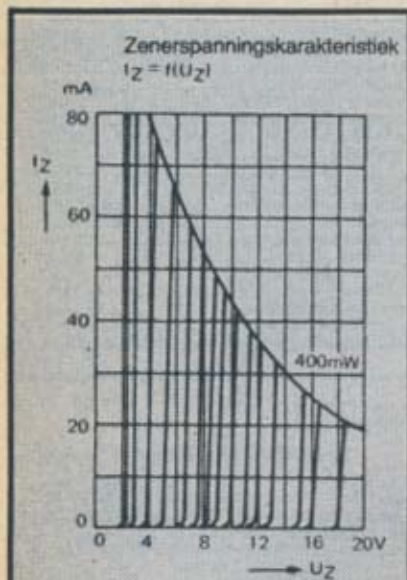


Afb. 7: Het vergroete gedeelte uit de 6.8 V Zener-diode karakteristiek, hij dient om de dynamische weerstand r_z te bepalen.

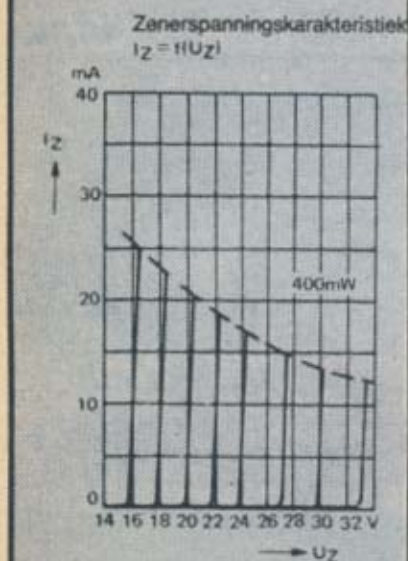
de gelijkspanning vormt de lage dynamische weerstand van de Zener-diode een soort van afvlakcondensator. Zonder het wiskundig af te leiden vormt de hier gevonden waarde van $r_z = 8 \text{ Ohm}$ bij een bromspanning van 100 Hz, een capaciteit van $200 \mu\text{F}$. Het voorbeeld bevat tevens de spelregels voor de dimensionering van stabilisatie-schakelingen met Zener-dioden, waarbij de waarde van r_z het aanknopingspunt vormt voor de doeltreffendheid van de stabilisering.



Afb. 8: Boven in deze afbeelding zijn de in het binnen- en buitenland gebruikte schema-symbolen voor de Zenerdioden weergegeven. Onder wordt de afmeting van een 400 mV Zener-diode aangegeven in een glasbehuizing.



Afb. 5: Doorslagkromme van de gebruikelijkste 400 mV Zener-dioden. Ter verduidelijking van de werkwijze worden in de databladeren de U_z en de I_z assen positief aangegeven.



Afb. 6:

CENTRUM B.V.

RADIO-ELECTRONICA

Vinkenburgstr. 6 UTRECHT
TELF. 030-319636 TELEX 40867

PHILIPS BOUWPAKKETTEN

A 6702	Ruitwissersautomat	22,50
A 6814	Elektronische Autolichtverdikker	12,50
A 6828	Transistorschakelaar voor automatisch parkeerlicht	9,50
H 6715	Elektronische schakelaar	10,00
H 6815	Elektronische schakelaar	15,00
NL 1304A	Hoogfrequent oscillatoreenheid	30,00
NL 1304B	Hoogfrequent oscillatoreenheid	30,00
NL 1306	Zoekafstemming	25,00
NL 1319	Aanraakschakelaar	25,00
NL 1380	FM-afstemeenheid met diode-afstemming	45,00
NL 2701	Universele spanningsverlager	12,50
NL 2703	Stabilisatie-eenheid	20,00
NL 2707	Regelbare gestabiliseerde voedingseenheid	50,00
NL 2720	Gestabiliseerde voedingseenheid	50,00
NL 2921	Productdetectoreenheid	20,00
NL 2922	FM-demoduletoerenheid	25,00
NL 2923A	Hoogfrequent bandfiltereenheid	20,00
NL 2923B	Hoogfrequent filtereenheid	13,50
NL 2924	Hoogfrequent diode mengeenheid	17,00
NL 2925	Middenfrequent versterker en AM detectoreenheid	25,00
NL 2929	Hoogfrequent mengeenheid	24,00
NL 2929B	Hoogfrequent mengeenheid	27,00
NL 2933	HF-kristal oscillatoreenheid	21,50
NL 2934	Hoogfrequent regelenheid	14,50
NL 2935	S-meter en AVC-eenheid	27,00
NL 2936	Hoogfrequent afstemeenheid 0-30MHz	34,50
NL 2938	Hoogfrequent versterker	16,50

NL 3405	Stereo-voorversterker met elektronisch volume en balansregeling	25,00
NL 3406	Stereo-toonregelenheid met elektronische regeling	22,00
NL 3407	4 x 11 Watt versterker	19,75
NL 3408	6 Watt versterker met I.C.	19,75
NL 3415	Stereo-presentie-eenheid met elektronische regeling	25,00
NL 3606	60 Watt Hi-Fi eindversterker	50,00
NL 3610	120 Watt Hi-Fi eindversterker	75,00
NL 3702	Hi-Fi FM afstemeenheid	135,00
NL 3708	Microfoon voorrangseenheid	20,00
NL 3719	Voedingseenheid	60,00
NL 4102	Luidsprekingscheidingfilter 500 Hz	21,50
NL 4111	Luidsprekingscheidingfilter 5000 Hz	13,00
NL 4121	Luidsprekingscheidingfilter 2000 Hz 6/8 dB	7,50
NL 4122	Luidsprekingscheidingfilter 2000 Hz 6/12 dB	9,50
NL 4131	Drieweg luidsprekingscheidingfilter 500/4000 Hz, 6/6/12dB	25,00
NL 5132	Regelbare RC-toongenerator	50,00
NL 7110	Muziekgenerator	11,50
NL 7111	Vibrato-eenheid	7,50
NL 7227	Regelbare gestabiliseerde voedingseenheid	34,00
NL 7311	Stereo-toonregelenheid	36,00
NL 7410	Regelbare gestabiliseerde voedingseenheid	34,00
NL 7417	2 x 9 Watt stereo-voorversterker	85,00
NL 8102	Luidsprekingscheidingfilter 500 Hz, 12/12 dB	25,00
NL 8111	Luidsprekingscheidingfilter 5000 Hz, 12/12 dB	13,00
NL 8121	Luidsprekingscheidingfilter 2000 Hz, 6/8 dB	12,50
NL 8122	Luidsprekingscheidingfilter 2000 Hz, 6/12 dB	9,50
NL 8131	Drieweg luidsprekingscheidingfilter 500/4000 Hz, 6/6/12 dB	25,00



**TOERENTELLER
COMPLEET
39.50**

KANAALKIEZER

Nieuw
om te bouwen
tot 70 cm.
ontvanger. Com-
pleet met
schema **12.50**

ITT universeelmeter GL-18



SPECIFICATIONS

Ranges:	18
DC Voltage	0-5-25-125-500-1000V (20,000 OHMS/V)
AC Voltage	0-10-50-250-1000V (10,000 OHMS/V)
DC Current	0-50 μA, 0-250mA (250mV)
Resistance	0-2K-20K-2Meg (center scale 24)
Decibels	-20 to +62 dB in 4 ranges
Output	0-10-50-250-600 volts
Accuracy:	±3% of full-scale, DC voltage and current ±4% of full-scale, AC voltage ±3% of scale length, Resistance
Sensitivity:	20,000 ohms/volt DC 10,000 ohms/volt AC
Meter Movement:	77 mm, 2-color, mirrored scale, 37 μA movement
Battery:	Requires one type 'AA' penlight cell for Ohms function
Leads:	1,200 mm tip jack style
Size:	130 mm x 90 mm x 39 mm (HWD)
Weight:	280 g.

43,50

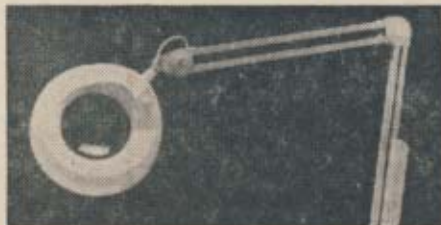
Junior computer

Bouwset compl
298.-

Voeding
69.-

Juniorboek I
22.00

Juniorboek II
25.50



Luxo-Loupe lamp LFM 101

geschikt voor 220V-50hz
22 Watt circline ronde
TL-buis voor schaduwvrij licht. V.S.A. inge-
bouwd.
Wordt compleet geleverd
met TL en tafellemp **212.-**



Linear voor 2 mtr. en 3 mtr.

20 W	109.-
30 W	139.-
60 W	199.-

LEVERINGSVOORWAARDEN:

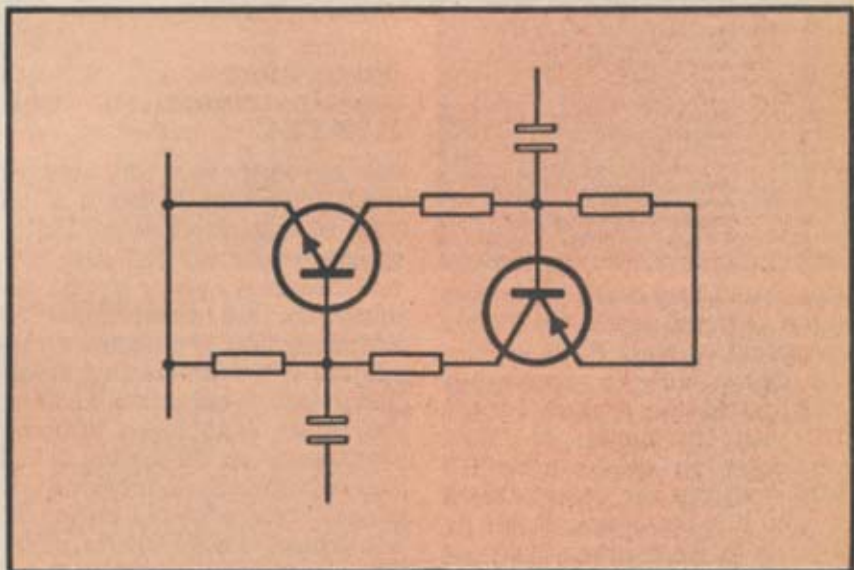
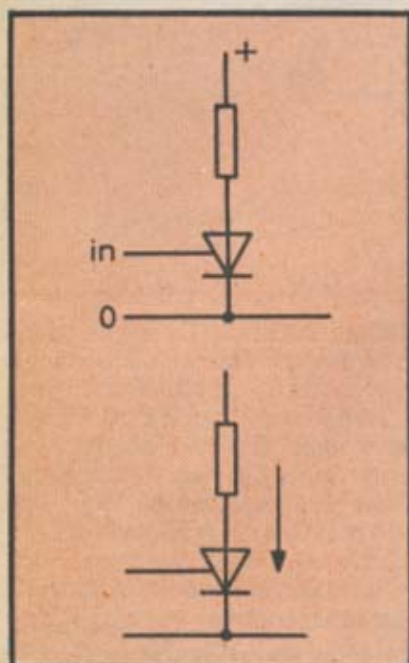
onder rembours + 7,50 - bij vooruitbetaling per bank N.M.B. 68-71-14624 of per giro 370274 + 3,50 verzendkosten.

Thyristor met transistoren

De eigenschappen van een thyristor zijn dat hij normaal geen stroom doorlaat. Zodra er echter een puls op de gate komt gaat hij geleiden en blijft in geleiding zolang er spanning op de anode staat. De zaak werkt dus als een soort geheugen.

In een aantal gevallen willen we de thyristorwerking behalve aanzetten ook uit kunnen zetten. Dat

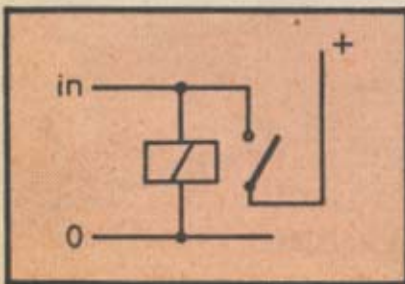
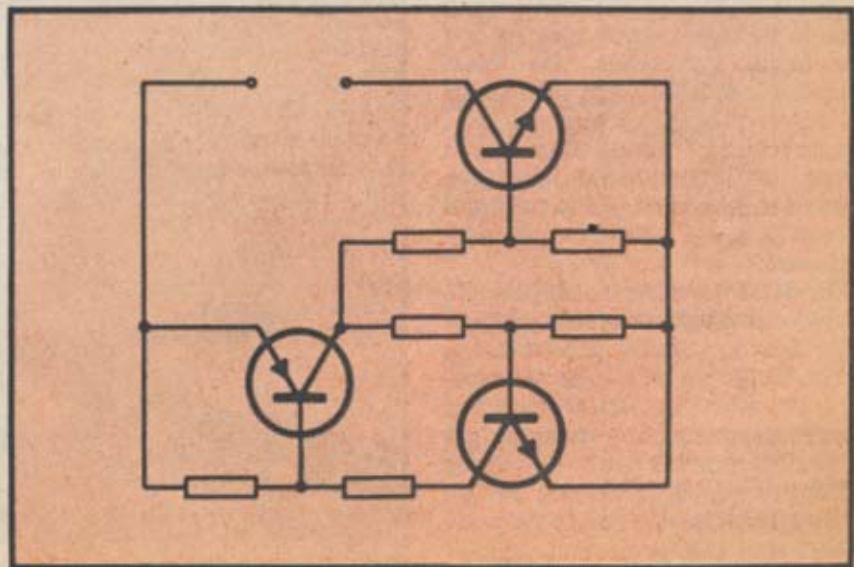
gaat met een thyristor erg moeilijk. In dat geval maken we van twee transistoren gebruik.



Een plus puls op de onderste of een min puls op de bovenste transistor zetten de zaak aan. Maar met een min puls op de onderste of een plus puls op de bovenste is

de zaak ook weer uit te zetten. Vermogen kunnen we hiermee alleen schakelen als we er een power transistor achter hangen.

In feite kunnen we een dergelijke werking ook met een relais maken. Het maakcontact van het relais houdt de spoel onder spanning. Voor het uitzetten van het relais kunnen we in serie met de spoel een tweede contact opnemen.



Componentennieuws

Marantz nieuwjes



Het betreft hier een viertal apparaten, te weten de PM 750 DC een tweemaal 80 Watt RMS versterker, de SD 3510 een zogenoemde slim line cassette deck, de PM 550 DC een tweemaal 65 Watt versterker en tenslotte de SD 5010 wederom een cassette deck in slim line uitvoering. Enige interessante kenmerken van de hierboven genoemde apparaten zijn: De PM 750 DC bezit een onafhankelijke opname keuze schakelaar waarmee het mogelijk wordt om een programma op te nemen van de radio terwijl er naar een plaat wordt geluisterd. Wat voor de audiofiel van belang is, is de ingebouwde moving-coil element versterker. De twee laatste puntjes zijn de twee LED-vermogen meters die een nauwkeurige aanduiding geven van het uitgestuurde vermogen en de ingebouwde grafische equaliser met vijf banden voor ieder kanaal.

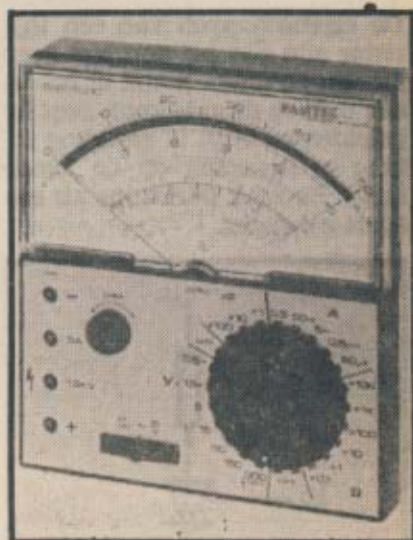
De SD 3510 vormt een cassette systeem van slechts 73 mm hoogte, het frequentie gebied loopt van 30 Hz tot 17,5 kHz voor metaal banden. Het apparaat bevat een elektronisch gestuurde gelijkstroommotor met een hoog koppel, een fijnafstelling om de voormagnetisatie aan te passen. De PM 550 DC is op een paar klei-

ne verschillen na identiek aan de eerder genoemde PM 750 DC, dit geldt evenzo voor de SD 5010.

Marantz, Auguste van Zandstraat 45, 1080 Brussel.

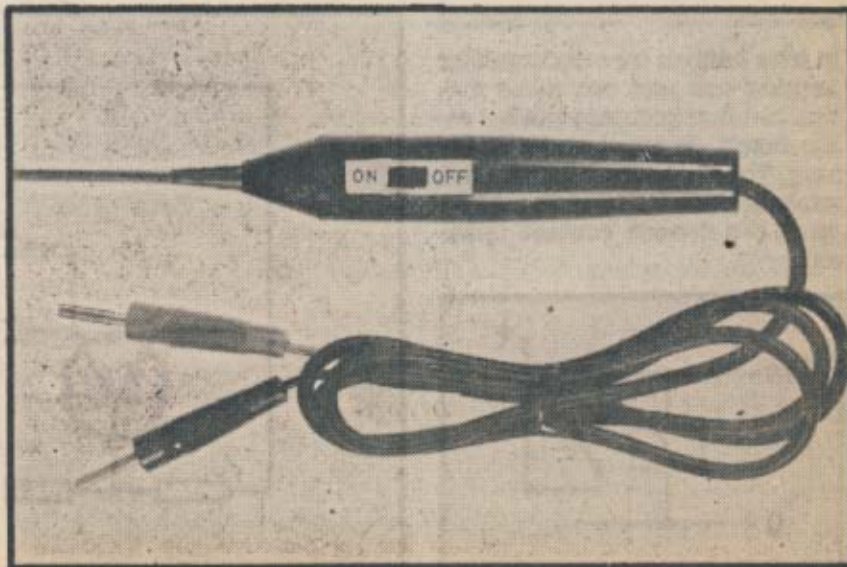
Twee nieuwe meetinstrumenten van PANTEC

Als opvolger voor de analoge multimeter type Dolomiti is de PAN 3000 geïntroduceerd. De ingangsgevoeligheid van deze meter bedraagt voor zowel gelijkstroom als wisselstroom 20 kOhm per Volt, is elektronisch tegen 220 Volt overbelasting beveiligd. Naast de gebruikelijke indeling zoals spannings-, stroom-, weerstands- en dB-meting is het met deze meter ook mogelijk om capaciteiten te meten en wel in het gebied van 0,5 nF tot 5 nF. Het tweede nieuwtje is niet zo zeer een meter dan wel een toebehoren voor een meter, het is de temperatuurvoeler Model TPO29 welke op alle multimeters, zowel analoge als digitale, kan worden aangesloten. De nauwkeurigheid



hangt sterk van de gevoeligheid van de gebruikte meter af, aangegeven wordt dat plus en min twee procent wordt verzekerd bij meters met een gevoeligheid die zelfs hoger ligt dan 40 kOhm per Volt. Het meetgebied loopt van -50 tot plus 150 graden Celsius.

Carlo Gavazzi Nederland nv, Willem Barentszstraat 1, 2315 TZ Leiden.



De introductie van de eerste micro-radio-cassette-recorder



De CS-MI is de eerste draagbare stereo micro-radio-cassette recorder in de wereld. Deze Alwa introductie is uiterst compact en weegt bijna niets. In dit apparaatje wordt een stereo FM/AM ontvanger gecombineerd met een stereo opname en weergave deel voor micro-cassettes, dit cassette gedeelte is tevens geschikt voor metaalbanden. Het uitgangsvermogen bedraagt tweemaal 700 mWatt, waarbij de twee 66 mm ronde luidsprekers voor een goed geluid zorgen. Als extra's worden genoemd de cue en review, elektronische pauze toets, geruisloos afslagmechanisme en de digitale bandteller.

Rank Audio Visual bv, Postbus 555, 1180 AN Amstelveen.

De printgat speurder



De firma Zi-Tech is met een unieke zak-loupe gekomen, eentje

waarmee men in staat wordt gesteld om in één blik de totale toestand van het printgat te bepalen. Het geboorde gat wordt daarmee gecontroleerd op kwaliteit en toestand: de wanden worden bekeken of de doormetalisatie goed is gegaan, oneffenheden, spiraliseratie, rafels of bramen. Een automatische scherpstelling wordt verkregen door de loupe op de printplaat te plaatsen. Het vergrotende prisma geeft een rondom indruk van de gatwand, er worden namelijk negen beelden over 360 graden geprojecteerd. De loupe is in twee uitvoeringen te verkrijgen en wel een voor printplaten zonder componenten, de ZP en een, de ZPR, voor printen met componenten.

Radikor Electronics bv, Postbus 50006, 1305 AA Almere.

Soldeer brugjes



Bij het testen en ontwikkelen van elektronische schakelingen komt het veelvuldig voor dat bestaande verbindingen moeten worden gesplitst. Een hulpmiddel hiervoor wordt gevormd door de draadbrugstrip LBB 126. De strip heeft 24 bruggen en het aantal benodigde brugjes is makkelijk af te knippen. Uiteraard is de verbroken verbinding weer snel te niet gedaan door eenvoudig de verbroken plaats dicht te solderen. De soldeeraansluitingen zijn volgens de IEC-norm in een 2,54 maal 5,088 inch-raster aangebracht.

Siemens Nederland nv, Postbus 16068, 2500 BB Den Haag.

Coaxiale connectoren

De traditionele connectoren volgens DIN 416/8/622 zijn veelvuldig overbelast door de steeds groter wordende informatie stroom.

Door Siemens wordt er een alternatief geboden door middel van de nieuwe BW7 R6 die in plaats van 21 lf contacten niet meer dan 8 coaxiale contacten telt. Deze coax-contacten zijn uit de 1,0/2,3-serie afgeleid. Dankzij hun geringe afmetingen is een rastermaat van 7,5 mm mogelijk.

Siemens Nederland nv, Postbus 16068, 2500 BB Den Haag.

Dolucky

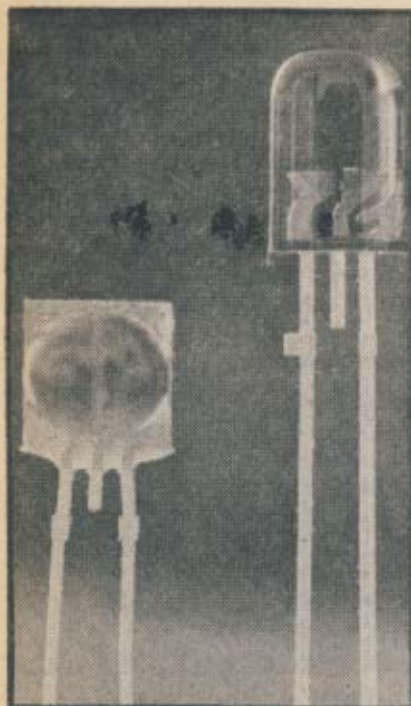


Dolucky is een motor bediende ratel schroevendraaier, dat specifiek is ontwikkeld om het verwijderen en plaatsen van schroeven tijdens onderhoudswerkzaamheden te vergemakkelijken en te versnellen. Zolang de optredende krachten niet te groot worden dan doet de motor het werk, gaat dit te ver dan maakt de gebruiker het werk af door dit stukje gereedschap op de normale manier te gebruiken dat wil zeggen als een gewone ratel schroevendraaier. Dit stukje gereedschap is licht in gewicht en erg gebruikersvriendelijk.

Radikor Electronics bv, Postbus 50006, 1305 AA Almere.

Twee infrarood diodes in één behuizing

Met twee chips in één behuizing kunnen LED's en LED-uitlezingen van rood naar groen worden omgeschakeld, dit was reeds bekend maar nu zijn er ook zulke dubbel-diodes verkrijgbaar voor het infrarood stralingsgebied. Doordat het stralingsvermogen hierdoor wordt vergroot, wordt het mogelijk om grotere afstanden te overbruggen, of om met minder zenddiodes te werken. Er zijn twee typen beschikbaar, de LD 272 die radiaal straalt en de



LD 273 die axiaal ten opzichte van zijn parallelle aansluitingen straalt. Beide uitvoeringen zijn in kunststof behuizing onder gebracht.

Siemens Nederland nv, Postbus 16068, 2500 BB Den Haag.

RS 250 een nieuwe hi-fi combinatie



Dit door Siemens gelanceerde systeem combineert vier afzonderlijk elementen met elkaar. Dit zijn een cassette-deck, ontvanger, versterker en een platenspeler in een behuizing. Het systeem kan worden aangesloten op speci-

aal hiervoor ontwikkelde tweeweg luidspreker boxen RL 250. Het stereo cassette-deck is geschikt voor alle typen banden inclusief de metaal uitvoering, hij is tevens voorzien van een Dolby-ruisonderdrukkingssysteem alsmede een balans regelaar. De versterker geeft twee maal 30 Watt bij vier Ohm impedantie.

De omschakeling van mono naar stereo gebeurt automatisch en wordt op de ontvanger aangegeven. De stereo ontvanger beschikt over drie golf-gebieden, FM, MG, en LG en bezit zes FM-voorkeuze toetsen. De tuner is voorzien van een AFC en heeft een ingebouwde ferriet antenne voor de midden- en lange-golf ontvangst, een VU-meter geeft de veldsterkte aan. De platenspeler is half-automatisch en is voorzien van snaar aandrijving. De toonarm is statisch uitgebalanceerd en bezit een magnetisch element AT 71 van Audio Technica met diamant naald, heeft een antiskating-inrichting en een armlift.

Siemens Nederland nv, Postbus 16068, 2500 BB Den Haag.

Robuuste meervoudige toets met geringe inbouwdiepte

De nieuwe professionele M-toets met vier wisselkontakten van Rudolf Schadow - deel uitmakend van de ITT Componenten Groep - heeft een inbouwdiepte van slechts 27 mm. Dit schakelcomponent kan ook worden geleverd met twee, zes of acht wisselkontakten, waarbij de schakelwijze onderbrekend (breek-voor-maak) of overbruggend (maak-voor-breek) kan zijn. De M-toets kan worden voorzien van aansluitingen voor directe opname op een gedrukte bedradingskaart of voor losse bedrading. Ook kan de toets worden uitgevoerd als dubbelrijige toets met twee niveaus, waarbij mechanische voorzieningen als sperren, centrale nulstelling of groepsgewijze nulstelling kunnen worden getroffen. Met een eenvoudige knop of als verlichte toets is dit component door

zijn robuuste constructie geschikt voor intercoms, buispostinstallaties, meetinstrumenten en in medische apparaten. De toets heeft een dubbelzijdige contactgeleiding volgens het mescontactprincipe, waarbij de zwevende contactbruggen een gelijkmatige contactdruk verzekeren. De maximale schakelstroom bedraagt 1A bij een schakelwisselspanning van 250 V. De afstand tussen de knoppen is 17,5 mm; als levensduur kunnen 10^5 schakelacties worden aangenomen.

Nieuwe hoofdredacteur voor Elektuur



Elektuur heeft per 1 mei een nieuwe hoofdredacteur gekregen. De heer Bob van der Horst, de oprichter en gedurende twintig jaar hoofdredacteur van het tijdschrift, heeft besloten deze functie neer te leggen. Voor hem in de plaats is de heer Paul Holmes benoemd. De nieuwe hoofdredacteur is al sinds 1972 bij de uitgeverij en is in deze periode onder andere chef van de ontwerp afdeling geweest. De afgelopen jaren is hij de rechterhand geweest en als plaatsvervanger van Van der Horst nauw betrokken bij de hoofdredactie. De redactie van Elektronica ABC wenst de nieuwe hoofdredacteur veel succes in zijn nieuwe functie, en hoopt dat Bob van der Horst van zijn komende rustperiode kan genieten.

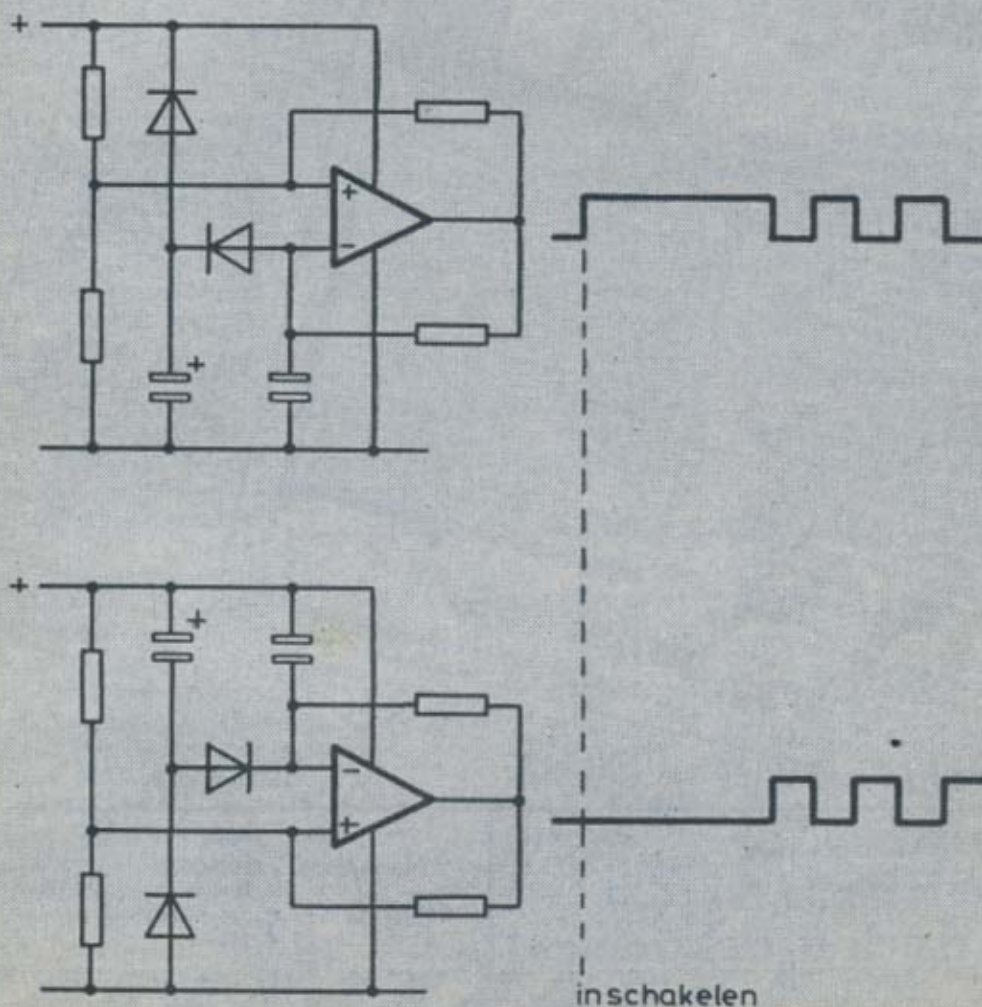
Multivibrator met inschakelvertraging

In sommige gevallen willen we een multivibrator hebben die pas enige tijd na het inschakelen begint te werken.

In dat geval hebben we geen aparte one-shot vertragingsschakeling nodig, want dat is met de multivibratorschakeling zelf al te doen. Op het moment dat we de

voedingsspanning aanvoeren zijn de condensatoren ongeladen. De min-uitgang is dus laag en de uitgang van de opamp hoog. Via de diode moet over de weerstand ook de elco worden opgeladen. Dat kost tijd. Zodra de spanning boven de drempelspanning is gekomen klapt de uitgang om. De elco wordt nu echter niet meer

ontladen dus is de ontlaadtijd kort. Ook de oplaadtijd is kort want de elco is nog steeds opgeladen. Hoewel een elco zich een heel klein beetje ontladst door zijn lekstroom is dat normaal zo weinig dat het verschil tussen de op- en ontlaadtijden van de kleine condensator niet te merken zijn.



Micro-processor
6502
Let op

32,50

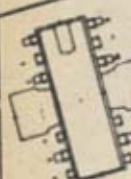
Hoofdtelefoon „stunt” Sennheiser-Telefunken

type TH300
ongeveer gelijk
aan HD424

39,50

Stunt

moderne matzwarte uitvoering
adviesprijs + 150,- Op is Op



TCA 830 TELEFUNKEN

4 Watt
eindversterker IC

2,50

10 stuks
100 stuks

20,-
190,-

DIGITALE AFSTEMMING

Van uw TV in beeld
AY-3-8330
met doc.

9,90

RAM
Speciaal
4116-150 NS
10 stuks

11,-
99,-

Telefunken microfoon
TD14

19,50

Digitale afstemming
Van uw TV TUNER met
documentatie
ER1400 + MEM 4956 +
AY-3-8203

59,-

Nieuw: Inbouw linear
voor Marc bakken
Type 1 = 2 watt
type 2 = 5 watt

19,90
29,50

Stereo
FM-AM
modules =
Topkwaliteit
van Nordmende
met
aansluit-
gegevens
wij geven
deze
2 modules
bijna
kado

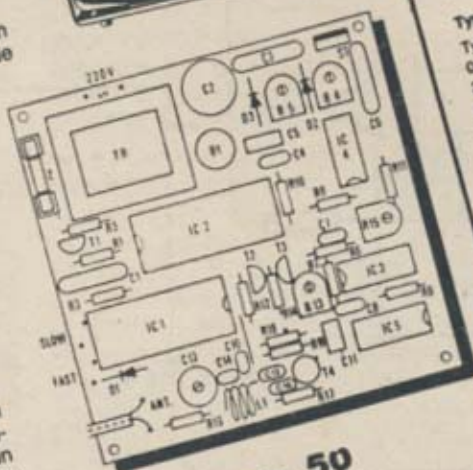
99,-
per
set

print-joenit

T.V. klok

De Tijd op uw T.V. scherm
Direct aan te sluiten op
uw antenne-ingang

Het zal u zo langzamerhand niet zijn
ontgaan dat de reeds 30 jaar bestaande
traditionele blauwe kijkpijp,
alias TV-scherm, recentelijk
voor meer doeleinden wordt
toegepast dan alleen maar
het weergeven van de
programma's van onze veel
besproken omroepzuiden.
Variërend van informatie-
verschaffing door middel van
teletext, viditel of aansluit-
teletext, op de eigen huiscompu-
ter, tot aan het afspelen van
zelfgemaakte of vooropge-
nomen programma's op de
videorecorder, om maar van
het brede scala aan televi-
siespelletjes te zwijgen, is in
dit verband het gebruik van
beeldschermen in het dage-
lijkse leven niet meer weg te
denken. De TV-klok is opge-
bouwd rond een tweetal Na-
tional IC's namelijk de MM
5318 en de MM 5841.



prijs: 109.50

I.c. mm 5318+5841 ook los verkrijgbaar 25,-

STUNT: 5-VOUDIGE DRUKSCHAKELAAR
4 toetsen 4x wissel 2,50
2x wissel 2,50
10 stuks 22,50
100 stuks 195,-



RPM TRAFO'S TOPKWALITEIT, EN GEIMPREGNEERD!

Type 6-24

0-6-8-10-12-14-16-18-24
volt
6-24-0,5 23,-
6-24-1 24,-
6-24-2 28,-
6-24-3 34,-
6-24-4 40,-
6-24-6 50,-
6-24-10 62,-

Type 5-25

Typ
0-5-8-11-13-15-17-19-21-
23-25-V 28,-
5-25-1 32,-
5-25-2 46,-
5-25-4 56,-
5-25-6 72,-
5-25-10 82,-

Type 6-30

Typ
0-6-8-10-12-14-16-18-24-
30 40,-
6-30-3 50,-
6-30-5 62,-
6-30-8 82,-

Type 6-60

Typ
0-6-12-18-24-30-36-42-48-
60 40,-
6-60-1,5 50,-
6-60-2,5 62,-
6-60-4 82,-

VANAF 25 stuks
10% korting

Scholen-bedrijven
en instellingen
prijs aanvragen

Postorders: * Tel. 070-295624

* Postbus: 53197-Den Haag

* Giro: 4354087

* Verzendkosten: 5,-

* Trafo verzendkosten betaalt u bij ontvangst

mi

meek it elektronica

Winkelverkoop: JAN GORIS

* Binnenwatersloot 18a

* Tel. 015-130489

* Delft

Voedingen voor elektronische apparatuur

S. J. Hellings

Hoofdstuk 15: De toepassing van OpAmp's met FET-ingangen in gestabiliseerde voedingen

Hoofdstuk 15.1. Inleiding

Tot nu toe hebben wij in de behandelde schakelingen steeds ons „werkpaard”, de $\mu A 741C$ toegepast; ondanks de vele goede eigenschappen van dit IC heeft dit toch wel enige beperkingen, die voor algemene toepassing zeer bezwaarlijk zijn; gelukkig staat de techniek van de halfgeleiders geen ogenblik stil (al zou men zo nu en dan wel eens een kleine adempauze wensen), zodat we nu over IC's met sterk verbeterde eigenschappen kunnen beschikken.

Zolang een afzonderlijke negatieve spanning ter beschikking staat (zoals dit in de schakeling van fig. 12.1.1. het geval is) geeft de toepassing van de OpAmp $\mu A 741C$ geen enkel probleem; de uitgangsspanning kan „soepel” vanaf nul-V geregeld worden. Lang niet in alle gevallen echter staat deze extra negatieve spanning ter beschikking; vaak moet een bestaande positieve (of negatieve) spanning gestabiliseerd worden, zonder dat daarbij een extra negatieve (resp. positieve) ter beschikking staat.

Nu bestaan er steeds methodes, om deze negatieve spanning op te wekken - bijvoorbeeld met behulp van een afzonderlijke oscillator, waarvan de wisselspanning wordt gelijkgericht - doch een dergelijke complicatie is meestal ongewenst; een voeding dient eenvoudig, goedkoop en betrouwbaar te zijn.

De $\mu A 741C$ is gebaseerd op de „gewone bipolaire” transistor-techniek; zoals bekend gaat een diode of transistor eerst geleiden, als de „grenslaagspanning” tussen anode en kathode (of tussen basis en emitter) is overschreden - zie hiervoor ook fig. 5.1.3.; het grote voordeel van de Veld-effect (FET) halfgeleiders is nu, dat een dergelijk verschijnsel zich daar niet voordoet. Deze halfgeleiders reageren „direct” (dus zonder drempel) op de aangelegde spanningen.

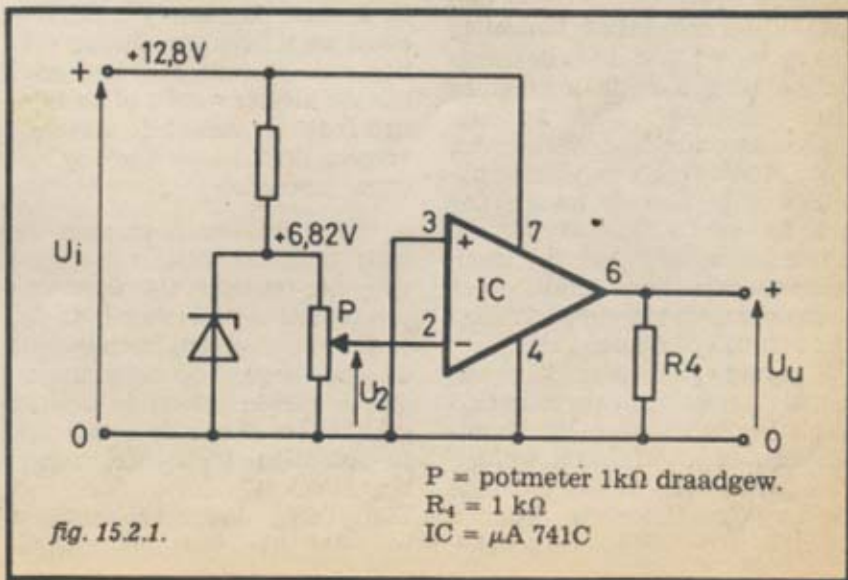
De ingang van de $\mu A 741C$ bestaat uit een balansschakeling volgens fig. 8.2.1.; teneinde stroomgeleiding in de transistoren mogelijk te maken, moet de basis positief zijn t.o.v. de emitter (of omgekeerd, de emitter negatief t.o.v. de basis). Hiervoor zorgt de extra negatieve spanning aan de gemeenschappelijke emitter-weerstand R_E . Bij de „gebruikelijke” voedingsspanningen van + en -15V kan de uitgangsspanning van de OpAmp zwaaien tussen ca. + en -14V.

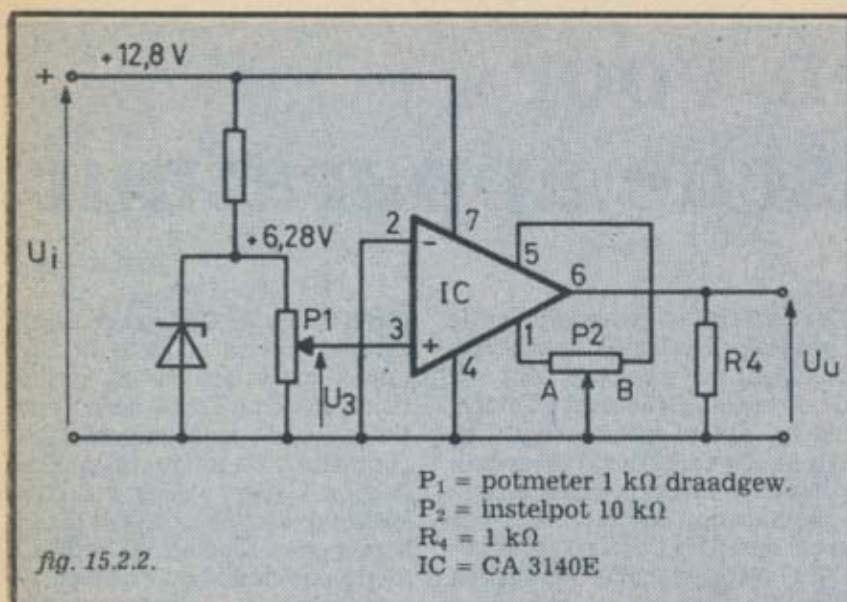
Gaan we nu de OpAmp eenzijdig aarden, dan wordt deze in feite onjuist toegepast; de ingangsbalansschakeling krijgt geen negatief meer, de transistoren zitten „potdicht”, de uitgangsspanning is hoog. Leggen we een positieve spanning aan de - (inverterende) ingang, dan moeten we eerst de drempelspanning overwinnen, alvorens het IC „open” gaat. Het „veld-effect” IC type CA 3140 bezit dit nadeel niet en is daarom uitermate geschikt om in geregelde voedingen zonder negatief te worden toegepast.

Hoofdstuk 15.2. Metingen aan beide type IC's

Teneinde de grootte en de invloed van deze drempelspanning eens nader te bestuderen, werden de meetopstellingen volgens figs. 15.2.1. en 15.2.2. gemaakt.

In beide schakelingen worden de OpAmps „tegen aarde” gemeten; in beide bestaat de mogelijkheid, bij „symmetrische” voeding de





uitgangsspanning exact op nul-V te brengen en wel met behulp van de compensatie-potentiometer P_2 in fig. 15.2.2. (zie ook fig. 11.1.3.). Wordt de OpAmp „tegen aarde” gevoed, dan heeft deze compensatie geen nut en wordt daarom weggelaten; bij „symmetrische” voeding daarentegen is dit een nuttig hulpmiddel om de uitgangsspanning U_u exact op nul terug te brengen.

In de schakeling van fig. 15.2.1. met μA 741 bedraagt de uitgangsspanning voor $U_2 = 0$ gelijk aan $U_u = 11.74V$, ca. 1V onder de voedingsspanning derhalve. Voeren we de spanning U_2 geleidelijk op (waarbij U_1 steeds nul blijft), dan „slaat” de schakeling plotseling om bij $U_2 = 1.82V$; dit is de drempelspanning aan de ingang. In feite moeten we 2x de grenslaagspanning overwinnen, wat direct volgt uit het balansprincipe aan de ingang (zie ook fig. 8.2.1.). Daarbij zakt de uitgangsspanning tot de minimum-waarde van 1.76V; deze waarde is slechts weinig afhankelijk van de voedingsspanning. Als gevolg van deze vrij hoge minimale waarde van de uitgangsspanning moet deze bij shunt-stabilisatie „verlaagd” worden met behulp van diodes teneinde de regeltransistor te kunnen „dichtzetten” (zie ook de schake-

ling van fig. 13.1.3.). Bij serie-stabilisatie daarentegen volgens fig. 5.3.2. betekent dit, dat bij een „terugkoppelverhouding” van 1:1 de uitgangsspanning niet onder de drempelspanning kan dalen, bij $\beta = 1/2$ niet onder 2x de drempelspanning etc.; dit betekent een ernstige beperking in het regelgebied, terwijl tevens het verband tussen de stand van de regelpotentiometer P en de uitgangsspanning niet langer lineair is (zie ook fig. 7.1.10.). Zodra de naar de OpAmp teruggevoerde spanning onder de drempelspanning komt „slaat deze dicht” en is verdere regeling niet mogelijk. Teneinde hieraan wat tegemoet te komen, kunnen we bijvoorbeeld de referentiespanning veel hoger kiezen (waardoor het „gat” relatief kleiner wordt) of we kunnen regelen „vanuit de uitgang” volgens fig. 7.1.4., een weinig elegante methode.

Al deze problemen kunnen we fraai omzeilen door toepassing van de OpAmp CA 3140; de meetopstelling hiervoor is in fig. 15.2.2. weergegeven; hierbij wordt de positieve ingangsspanning aan de niet-inverterende uitgang gelegd, terwijl hier de compensatie-potentiometer P_2 wel aangebracht wordt.

Zijn beide ingangsspanningen nul, dan kan de uitgangsspan-

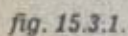
ning of hoog, of laag zijn, afhankelijk van de stand van P_2 . De minimale uitgangsspanning bedraagt slechts 0.002V, de hoogste waarde 10.78V.

Staat P_2 in de middenstand, dan is het mogelijk, dat de uitgangsspanning één van beide waarden aanneemt; is deze hoog, dan zal de stand van P_1 geen invloed meer uitoefenen. Gaat de loper van P_2 in de richting van punt 5, dan wordt de schakeling „laag” bij $U_1 = 0$ en $U_2 = 0$; bij een hele kleine positieve waarde van U_1 „slaat de uitgangsspanning” om; van een drempelspanning is hier geen sprake. Beweegt de loper van P_2 in de richting van punt 10, dan wordt de uitgangsspanning „hoog”; de stand van P_1 heeft dan geen invloed meer.

Dat de uitgang zowel „hoog” als „laag” kan zijn voor beide spanning nul is een effect, waarmee we in bepaalde schakelingen terdege rekening moeten houden; er kunnen zodoende „startproblemen” optreden. Voor onze toepassingen is echter dit IC vrijwel ideaal; geen drempelspanning, een zeer lage minimale uitgangsspanning, zeer hoge ingangsweerstanden (10^{12} Ohm!), geringe temperatuur-invloed etc.

Hoofdstuk 15.3. De toepassing van CA 3140E in een serie-stabilisatie schakeling

Gezien de vele voordelen van toepassing van deze OpAmp werd hiermede een regelbare en gestabiliseerde voeding gebouwd met de volgende bereiken: $U_u = 0-5V$, $0-10V$ (1A) en $0-20V$ (tot 15V 1A; daarboven $I_{max} = 0.5A$). Hierbij wordt weer dezelfde voeding toegepast als in de voorafgaande schakelingen (zie ook figs. 10.1.1. en 10.1.2.); weliswaar wordt een kleine modificatie aangebracht, die nader zal worden beschreven. Het principe-schema van de schakeling is weergegeven in fig. 15.2.1. het bijbehorende montageplan in fig. 15.3.2.



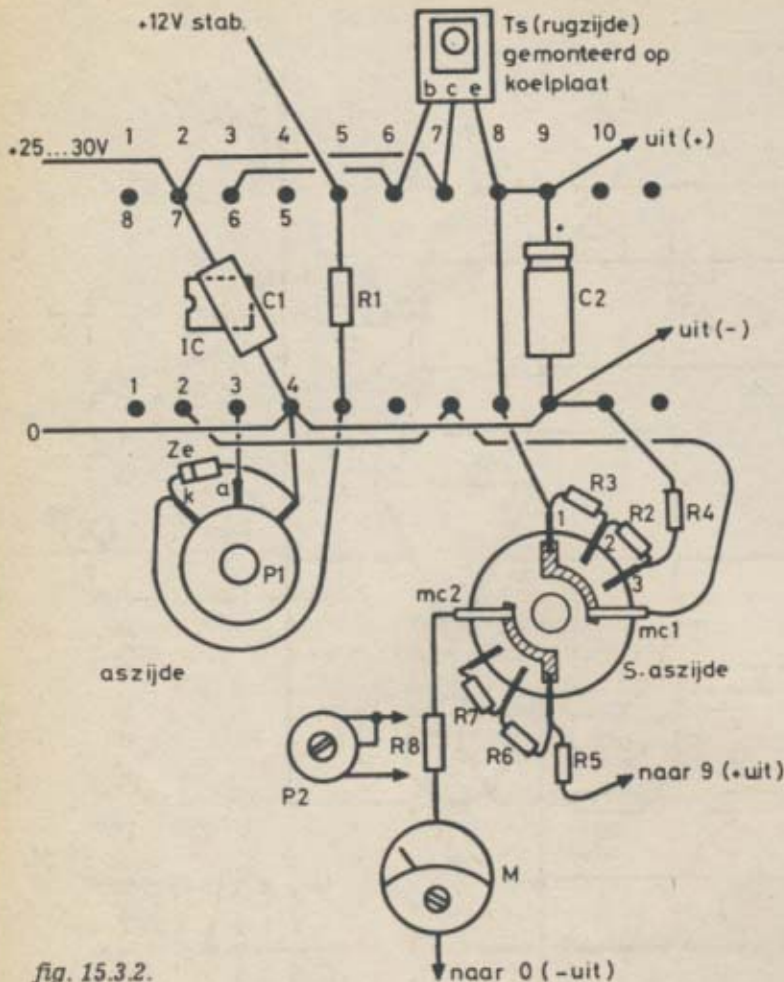


fig. 15.3.2.

De schakeling zelf verschilt in principe niet van die, weergegeven in fig. 12.1.1., zodat nadere uitleg hier niet vereist is. Met behulp van het ene dek van de keuzeschakelaar S_1 kan het bereik gekozen worden, terwijl het andere dek gebruikt wordt voor het omschakelen van het meterbereik. Hierbij is uitgegaan van een meetsysteem van 1 mA bij een eigenweerstand van 150 Ohm; uiteraard is dit hele meetsysteem „facultatief”.

In plaats van de vaste serie-weerstand R_8 kan ook een „trimpot” P_2 toegepast worden, waarmee de aanwijzing van de meter nauwkeurig afgeregeld kan worden volgens de aangelegde spanning. Het eerste bereik loopt van 0-6.79V, het tweede van 0-13.67V, het derde van 0-20.3V.

Bij een ingestelde spanning van 10V neemt de spanning tussen nul- en vollast (1A) af met 20 mV; deze variatie is vrijwel geheel te wijten aan een kleine variatie in de referentie-spanning als gevolg van de „daling van de voedings-spanning tussen nul- en vollast van ca. 30 tot 20V. Bij een spanning van 10V en een stroom $I_u = 1/2A$ verandert de uitgangsspan-

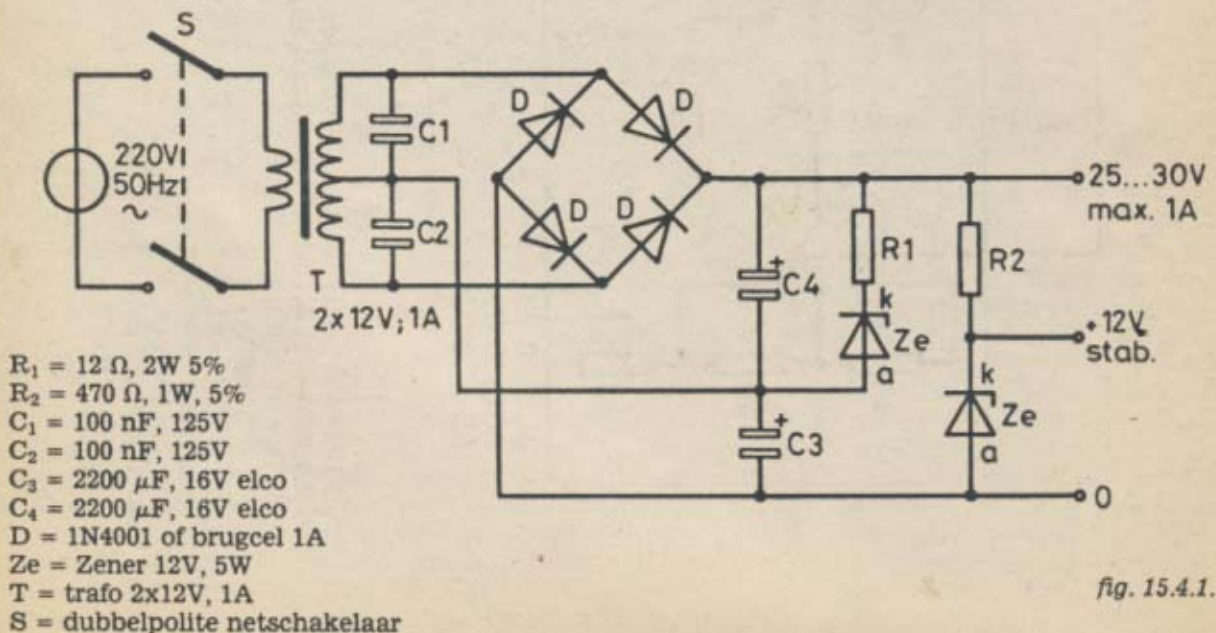


fig. 15.4.1.

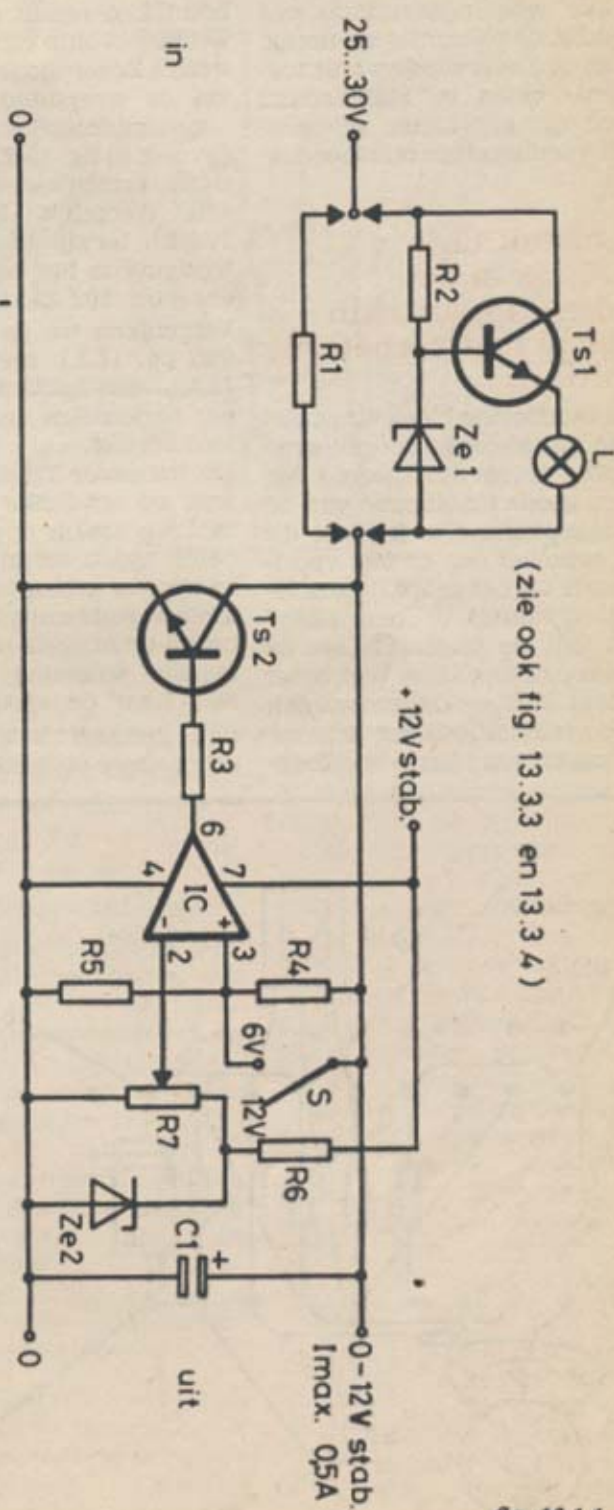


fig. 16.1.1.

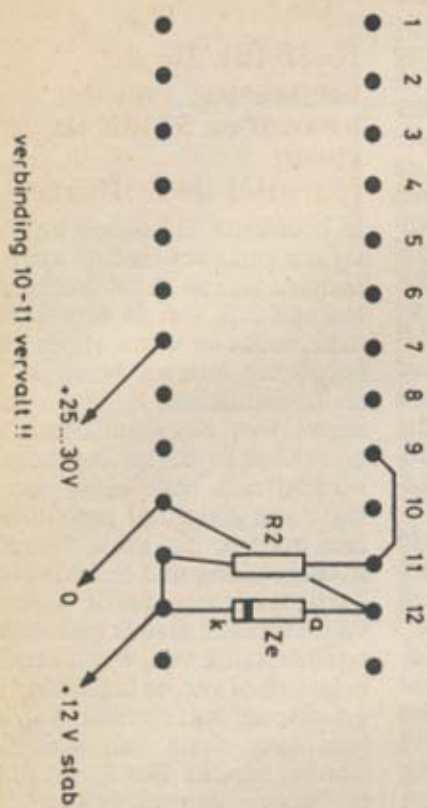


fig. 15.4.2.

R1: 250 Ω dr. 25 W
 R2: 330 Ω 5W 5% dr.
 R3: 1k Ω 1/2 W 5%
 R4 = 470 Ω 1/2 W 5%
 R5 = 470 Ω 1/2 W 5%
 R6 = 560 Ω 1/2 W 5%
 R7: pot.m. 10k Ω lin.
 Ze1: 3.2V zener 1W
 Ze2: 6.8V zener 1W
 C1: 1000 μ f elco 16V
 S: schak. enkelp. aan/uit
 IC: CA 3140E
 TS1: 2N 3055
 TS2: BD 131 op koelplaat ca. 200 cm²
 L: Lampje 6V 5W

ning slechts 10 mV tussen een netspanning van 160 en 260V.

Als gevolg van de sterke daling in de ingangsspanning van dit „zwakke” voedingsapparaat was het nodig, de referentie-spanning, die aan de Zener-diode wordt toegevoerd, beter te stabiliseren; hiertoe was een kleine wijziging in het voedingsapparaat noodzakelijk.

Hoofdstuk 15.4. Wijziging in het voedingsapparaat in verband met verbeterde stabilisatie

Bij de beproeving bleek alras, dat de aan de referentie toegevoerde spanning teveel fluctueerde om tot een goede stabilisatie van de uitgangsspanning te komen; dit is nu eenmaal een nadeel voortvloeiende uit het feit, dat deze referentiespanning „betrokken” wordt van de ongestabiliseerde ingangsspanning. Een veel beter resultaat kan verkregen worden door de referentie-Zener te „voeden” vanuit een aparte voedings-

bron; in de meeste gevallen echter is deze complicatie niet „lo-nend”.

De +12V gestabiliseerd wordt nu betrokken vanuit de voeding en wel met behulp van de reeds aanwezige Zener-diode, die nu echter via de weerstand R_2 door de „hoogspanning” van 25V wordt gevoed; in fig. 15.4.1. is het gewijzigde principieschema aangegeven (vergelijk hiermede fig. 10.1.1.), terwijl in fig. 15.4.2. de wijziging in het bedradingsschema (t.o.v. 10.1.1a.) is aangegeven. Vergelijken we de schakelingen van fig. 12.1.1. met die van fig. 15.3.1., dan hebben we met minder onderdelen een beter resultaat bereikt.

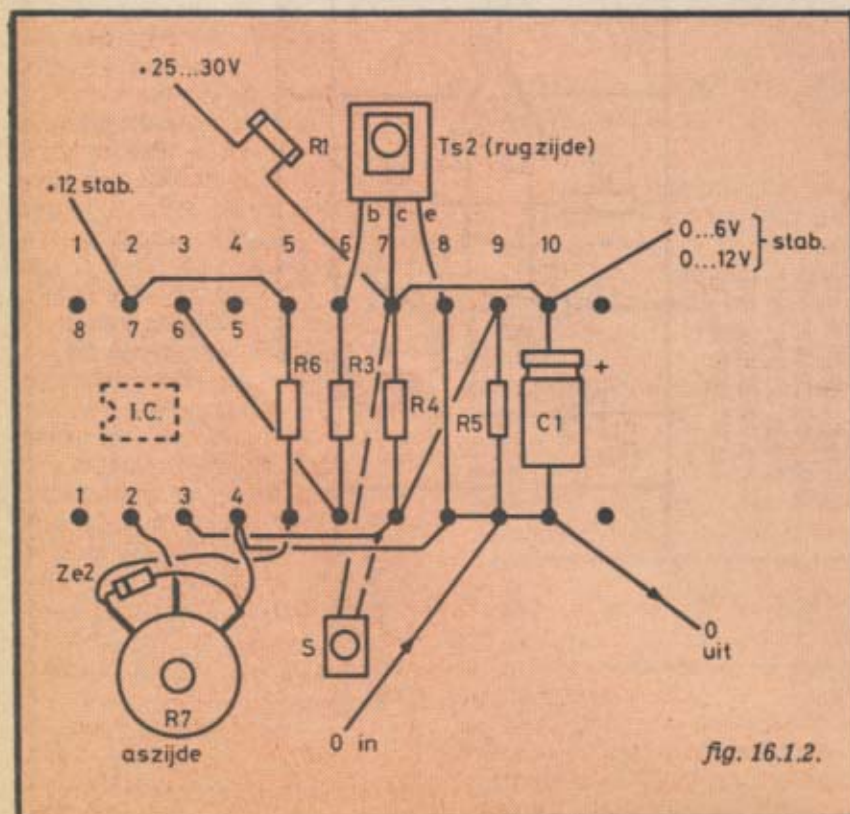
De transistor TS dient uiteraard weer op een flinke koelplaat (totaal werkzaam oppervlakte aan beide zijden tenminste 200 cm²) te worden gemonteerd; de maximale warmte-ontwikkeling treedt op bij de hoogste stroom (1A) en laagste spanning (bijvoorbeeld 5V). Daar de voedingsspanning dan „gedaald” is tot ca. 21V, zal de warmte-ontwikkeling in TS

gelijk zijn aan: $P_d (21-5) \times 1 = 16W$.

Hoofdstuk 16; de toepassing van de opamp ca 3140E in de shunt (parallel-)stabilisator

In hoofdstuk 13 hebben we reeds kennis gemaakt met de voor- en nadelen van de shunt-stabilisatie ten opzichte van de serie-stabilisatie, zodat we hier met een korte verwijzing kunnen volstaan. De shunt-stabilisatie is alleen maar zinvol voor het stabiliseren van betrekkelijk kleine vermogens, waarbij zeer hoge eisen aan de mate van stabiliteit gesteld kunnen worden; het grote voordeel, in vergelijking met de serie-stabilisatie is immers, dat de belasting op de voeding steeds constant is, onafhankelijk van de uitwendige belasting of van de ingestelde uitgangsspanning; hierdoor kan een zeer hoge mate van stabiliteit worden bereikt. Het IC CA 3140E is door zijn specifieke eigenschappen uitermate geschikt voor toepassing in shunt-stabilisatie; de minimale uitgangsspanning is zo laag (enkele tientallen millivolts), dat de regel-transistor zonder meer kan worden dichtgezet; de extra diodes in fig. 13.1.3. - die dienen om de uitgangsspanning te verlagen - zijn hier derhalve overbodig. Bij het opregelen van de instel-potentiometer neemt de uitgangsspanning eveneens geleidelijk toe; het 'gat' tussen nul en 1,72V - zoals dit zich bij de μA 741C voordoet - is hier niet aanwezig. In fig. 16.1.1. is het principieschema aangegeven, in fig. 16.1.2. het bijbehorende bouwplan.

In serie met de voedingsbron (waarvan de schakeling overeenstemt met die in figs. 15.4.1. en 15.4.2.) kan of de serie-weerstand R_1 of de 'constante-stroom' schakeling volgens figs. 13.3.3. en 13.3.4. aangebracht worden. Deze laatste schakeling verdient de voorkeur, omdat daarbij de door de voeding geleverde



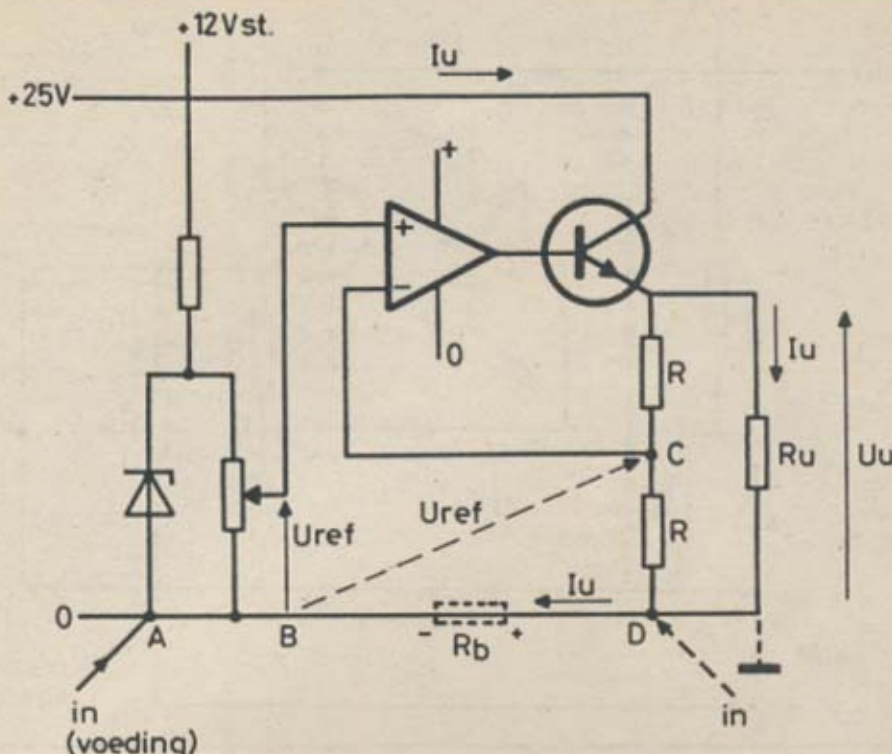


fig. 16.2.1.

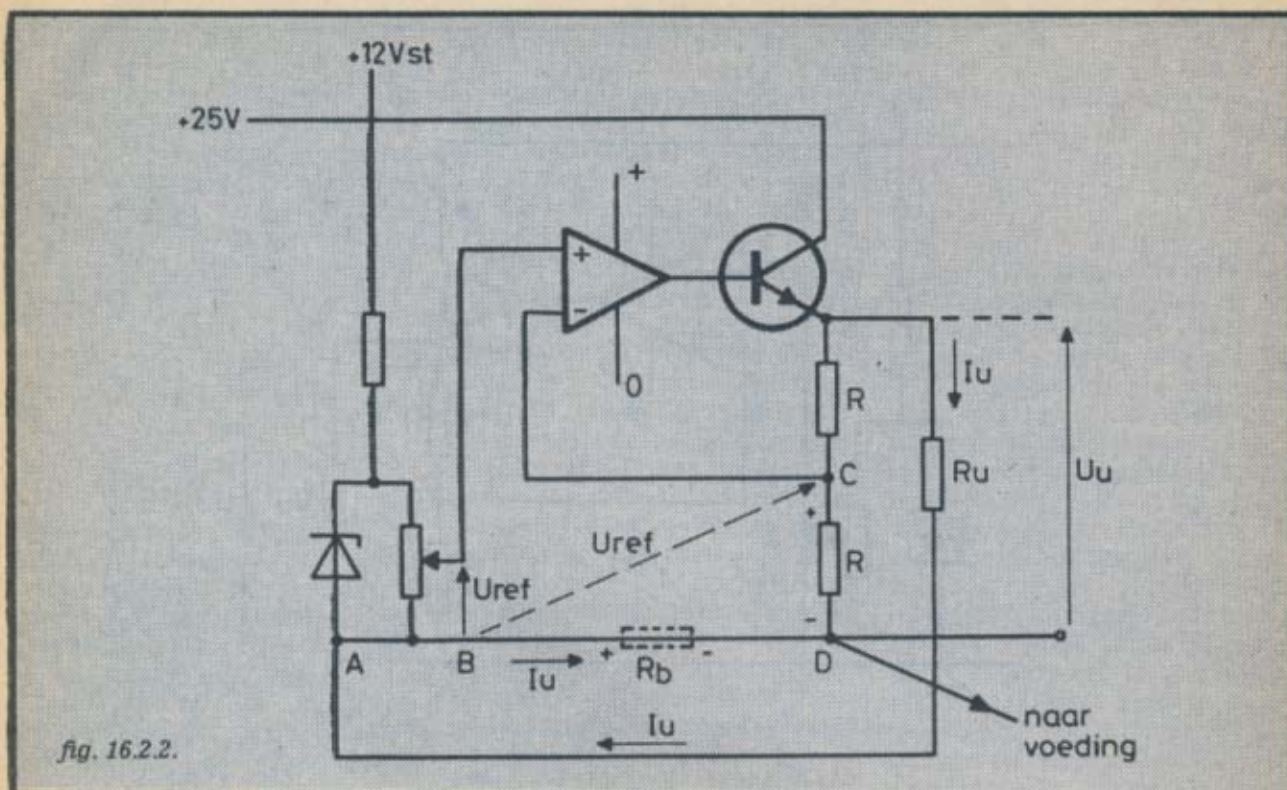
stroom constant blijft, ook bij verlaging van de uitgangsspanning. Bij toepassing van een serie-weerstand zal deze stroom moeten verdubbelen voor een uitgangsspanning van nul-V. Beide transistoren (TS1 en TS2) kunnen op één koelplaat gemonteerd worden; de totale warmteontwikkeling in beide transistoren is nl. constant. Bij de metingen werd de constante-stroom-bron toegepast; de resultaten waren a.v.: 10V-bereik: $U_{u \max} = 13,38V$, $U_{u \min} = 0,187V$. Spanningsvariatie bij belasting van 0 tot 0,5A (10V): $\Delta U_u = 3 \text{ mV}$. Invloed van de netspanningsvariaties (ingesteld 10V, 0,5A) tussen 210 en 260V afwijking kleiner dan 10mV. In onbelaste toestand: ΔU_u kleiner dan 10 mV tussen 160 en 260V. 5-V bereik: $U_{u \max} = 6,81V$, $U_{u \min} = 0,187V$. Spanningsvariatie bij belasting tussen 0 en 0,5A (5V ingesteld): $\Delta U_u = 2 \text{ mV}$. Invloed van de netspanningsvariatie bij $U_u = 5V$ en $I = 0,5A$: ΔU_u kleiner dan 10mV bij een netspanning tussen 160 en 260V. Brom en ruis: minder dan 1mV_{eff}.

Hoofdstuk 16.2: enkele problemen bij de montage en de bedrading van de onderdelen-opstelling

Bij de stabiliteits-metingen werden afwijkingen gevonden, die aanvankelijk niet verklaard konden worden aan de hand van de theorie van de schakeling, de tolerantie van de onderdelen etc.; na enig nogal tijdrovend speurwerk werd ontdekt, dat de weerstand in de bekabeling en de keuze van de aansluitpunten voor de voedingsspanning de boosdoeners waren. In de figs. 16.2.1. en 16.2.2. zijn twee veel voorkomende (serie) stabilisatieschakelingen weergegeven:

De stroom, afkomstig van de voeding, gaat via de transistor, via R_u en de 'aard'-leiding D-A naar de bron terug; hierbij nu geeft de weerstand R_b van de aardleiding aanleiding tot abnormale spanningsverliezen en daarmee afnamen van de stabiliteit. De referentie-spanning, die staat tussen

de looper van de potentiometer en B, staat ook tussen de punten C en B, daar de ingangsspanning van de OpAmp weer nul gedacht mag worden. In de weerstand R_b treedt nu een spanningsverlies $I_u R_b$ op, welke verlies in serie staat met de spanning over deze weerstand neemt derhalve af met I_u . R_b en daardoor daalt de uitgangsspanning evenredig. Nu lijkt het spanningsverlies in een draadje niet veel, doch indien we in mV gaan meten, speelt dit wel degelijk een rol. Een montage-draad van 0,4 mm heeft over een lengte van 10 cm een weerstand van 13 mOhm; bij een stroom van 1A neemt de uitgangsspanning over R derhalve af met 13 mV, over beide weerstanden met 26 mV! Ten einde een dergelijke spanningsval te vermijden moeten we ervoor zorgen, dat de stroom I_u niet door de 'aardleiding' gaat; daartoe moet de stroom, die teruggaat naar de bron, afgenomen worden vanaf het punt D. Door de aardleiding vloeien nu alleen de kleine stromen naar de OpAmp en naar de



referentie-schakelingen, waardoor het spanningsverlies te verwaarlozen is. In alle gevallen verdient het aanbeveling, de stroomvoerende leidingen voldoende 'dik' te kiezen. Zouden we de aansluitpunten van de voeding en van de uitwendige stroom I_u van plaats verwisselen, dan ontstaat de situatie van fig. 16.2.2.; de draadweerstand R_b wordt nu in omgekeerde richting doorlopen. De spanning over R (tussen C en D) neemt nu juist toe bij stroomtoename; de uitgangsspanning U_u neemt toe bij de belasting (overcompensatie).

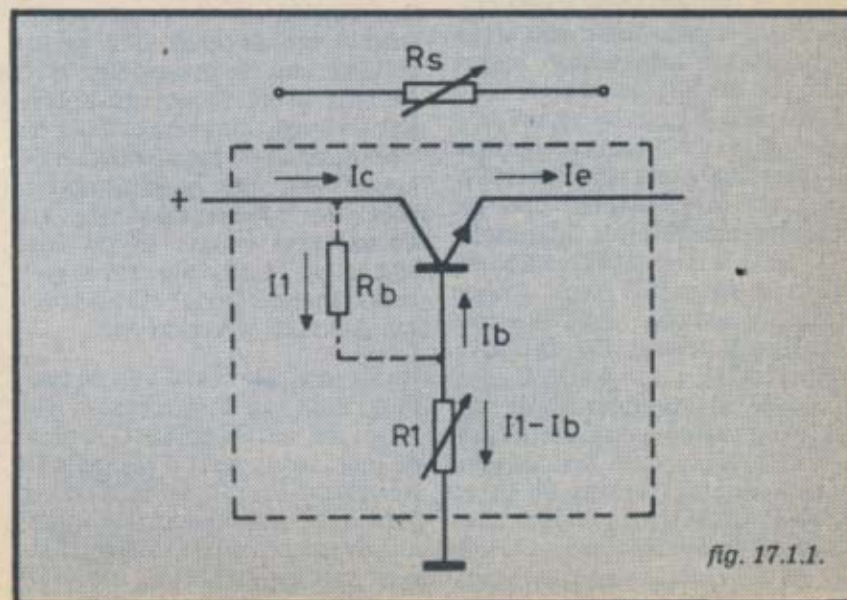
In wezen komt deze situatie overeen met die, weergegeven in fig. 9.1.4. Ten einde deze problemen te vermijden doet men er verstandig aan, de terugkomende leiding van de uitwendige stroomkring en de afgaande (negatieve-) leiding naar de voeding op één punt aan te sluiten.

Hoofdstuk 17: het omkeren van de regeltransistor

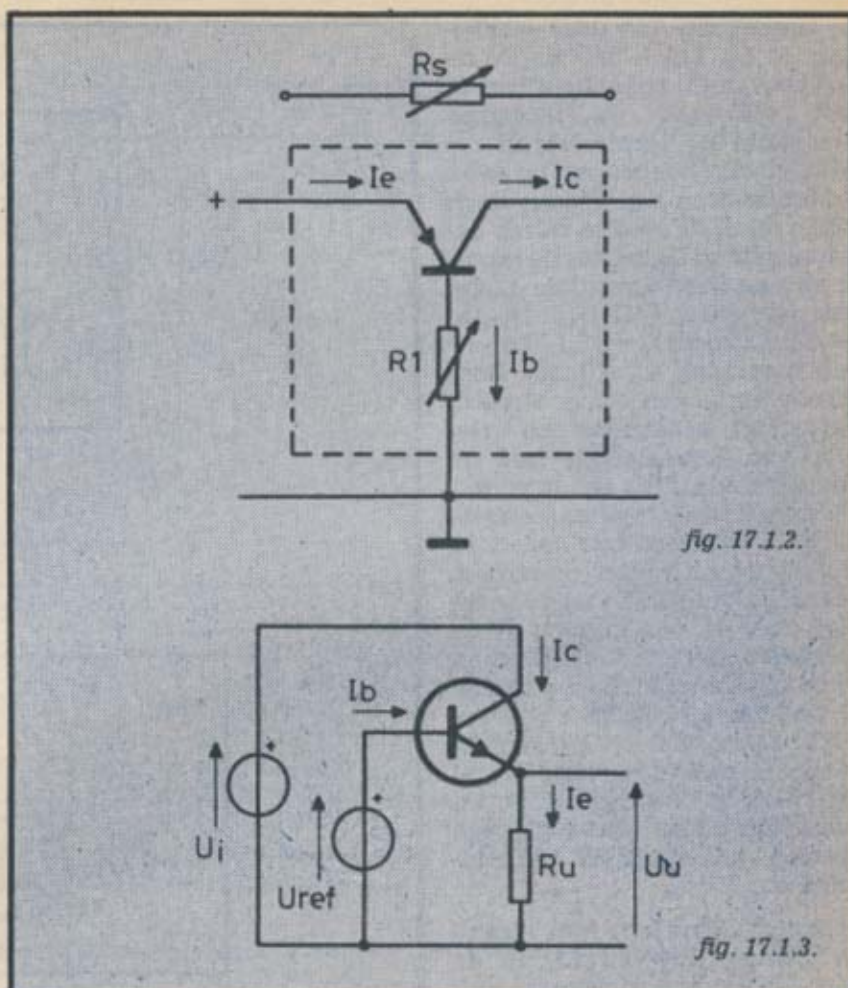
Tot nu toe hebben we de regel-

transistor steeds aangesloten met de collector aan de ongeregelde spanning en de emitter aan de geregelde spanning; de toegevoerde basisstroom bepaalde de stroom door de transistor (zie ook fig. 8.1.3.). Nu is dit volstrekt geen wet van Meden en Perzen; in principe kan de regeltransistor evengoed (of soms nog beter) precies andersom worden aangeslo-

ten, nl. met de collector aan de gestabiliseerde spanning en met de emitter aan de ingangsspanning; wederom bepaalt de toegevoerde basisstroom de stroom door de regeltransistor en daarmee tevens de uitgangsspanning. In de figs. 17.1.1. en 17.1.2. zijn de twee mogelijkheden in principe aangegeven: In fig. 17.1.1. is de 'conventionele'



opstelling afgebeeld; hierbij moet uiteraard een NPN-transistor worden toegepast. Deze schakeling bezit in feite twee nadelen: a. De spanning tussen basis en 'aarde' loopt mee met de gestabiliseerde spanning; deze kan liggen tussen U_{max} en 'nul', waardoor het moeilijk wordt, bij lage spanningen voldoende basisstroom te 'leveren'; b. Daar de basisstroom 'in' de basis moet vloeien, dient er steeds een basis-weerstand R_b aanwezig te zijn (met uitzondering bij de toepassing van een OpAmp voor de sturing) ten einde voldoende stroom in de basis te kunnen leveren. Deze weerstand nu verkleint de 'lusversterking' (verslechtert de mate van stabiliteit) en vergroot aanzienlijk de dissipatie in de regelweerstand R_1 . De stroom I_1 door R_b splitst zich in twee delen, nl. het deel I_b door de basis van de regeltransistor (nodig voor het voeren van de emitter-stroom I_e) en het deel $I_1 - I_b$, wat door de regelbare weerstand R_1 vloeit. De grootste toelaatbare waarde van R_b wordt bepaald door de maximale stroom, die er bij de hoogste uitgangsspanning nog mag vloeien. Bij een emitterstroom van 1A, een spanningsverschil van 5V tussen de voedingsspanning en de gestabiliseerde spanning en een stroomversterkingsfactor van 24x moet de basisstroom $1/25 = 40$ mA bedragen, zodat R_b niet groter mag worden dan $5/40$ kOhm = 125 Ohm. Voor een nul-V uitgangsspanning moet de basis tot aardpotentiaal omlaag gehaald worden; bij een ongestab. spanning van 30V zal dan door R_b een stroom van $30/125 = 240$ mA vloeien, een groot energieverlies derhalve. Ten einde dit verlies te vermijden en de stabiliteit te vergroten, wordt meestal tussen R_b en de basis van de regeltransistor nog een emitter-volger als 'stroomversterker' opgenomen (zie ook fig. 8.2.3.). Bij sturing met behulp van een OpAmp kunnen zowel R_b als R_1 vervallen (zie ook fig. 15.3.1.) waardoor de 'nadelen' van de schakeling van fig. 17.1.1. vrijwel geheel verdwijnen; dit is



dan ook een van de redenen, dat in combinatie met OpAmp's de schakeling van fig. 17.1.1. het meeste wordt toegepast. Daar de regeltransistor alleen maar als variabele-weerstand moet werken, kunnen we deze ook omdraaien volgens fig. 17.1.2. De regelweerstand R_1 functioneert nu tevens als basis-weerstand R_b , zodat deze 'energie-verslindende' weerstand kan vervallen. Met de simpele weerstand R_1 kunnen we met heel weinig energie-verlies de stroom; I_c in de uitgang sturen, daar $I_c = X_e I_b$. De voordelen van de schakeling van fig. 17.1.2. t.o.v. die, weergegeven in fig. 17.1.1. zijn: a. De regeling kan geschieden met een hoog rendement, daar door de regelweerstand alleen de basis-stroom I_b vloeit; b. Daar de basis nu niet langer 'meeloopt' met de geregelde spanning, varieert hiervan de

spanning slechts weinig ten opzichte van 'aarde'; hierdoor is een betere regeling van de basisstroom mogelijk; c. Door het ontbreken van R_b is de lusversterking groter, waardoor ook de mate van stabilisatie vergroot kan worden. Daar de aansluitingen van de transistor verwisseld zijn, is nu een PNP-transistor vereist; aanvankelijk was hierin weinig keuze in Si-techniek, doch thans is er keuze in overvloed. De beide schakelingen zijn in de figs. 17.1.3. en fig. 17.1.4. nog even afzonderlijk weergegeven.

Hierbij is de schakeling van fig. 17.1.3. de 'conventionele'; de uitgangsspanning $U_u = U_{ref} U_{be}$; hierbij wordt echt de uitgangsspanning gestuurd. Kijken we vanuit de uitgang 'in' de schakeling, dan zien we de lage uitgangsimpedantie van de emitter-volger; dit is een aantrekkelijk

ke eigenschap van deze schakeling. In fig. 17.1.4. hebben we de positie van de spanningsbron U_i met die van de uitgangsspanning U_u verwisseld; in het basis-circuit hebben we nu geen spanningsbron meer nodig, doch hierin regelt de grootte van de basis-weerstand R_b tevens de grootte van de uitgangsstroom I_c . De basis-stroom $I_b = U_i - U_{be} : R_b$. De uitgangsstroom $I_c = \beta \cdot I_b$. De uitgangsspanning $U_u = I_c \cdot R_u$. Deze schakeling is een echte 'stroom-gestuurde' schakeling en vertoont, in tegenstelling met de voorafgaande, juist een hoge uitgangsspanning, wat voor de stabilisatie uiteraard een nadeel is. Maken we nu echter de stroom door R_b afhankelijk van de spanning over R_u , dan kunnen we de constante stroom 'omzetten' in een constante spanning, waarmee we juist het gewenste doel bereikt hebben. Het ligt erg voor de hand, de basis-weerstand R_b in fig. 17.1.4. te vervangen door een transistor, die van het NPN-type is; een en ander is in fig. 17.1.5. afgebeeld.

Deze schakeling is vrijwel 'ideaal' te noemen; door sturing in de (zeer kleine) basisstroom I_{b1} van de stuurtransistor TS_2 kunnen gemakkelijk de grote stroom I_c sturen. Bij een $I_{c \max}$ van 2A, een stroomversterkingsfactor van 25 voor TS_1 en 100 voor TS_2 bedraagt de benodigde stroomsturing I_{b1} slechts $2000/2500 = 0,8$ mA. Bij toepassing van een OpAmp voor sturing moeten we enige voorzorgen in acht nemen, daar een OpAmp wel stroom kan leveren, doch niet kan 'opnemen'; teneinde aan dit bezwaar tegemoet te komen, moet weer een basis-weerstand R_b in fig. 17.1.6. aangebracht worden. Door R_b vloeit nu de totale stroom $(I_1 + I_b)$. Neemt I_1 toe, dan stijgt het potentiaal van P; I_b neemt af en daarmee I_c en de uitgangsspanning $I_c \cdot R_u$. De Zener-diode Z_e is hier noodzakelijk, daar anders de hoogste spanning van de OpAmp, welke steeds ca. 1,5V lager ligt dan de -spanning, niet voldoende is om de transistor

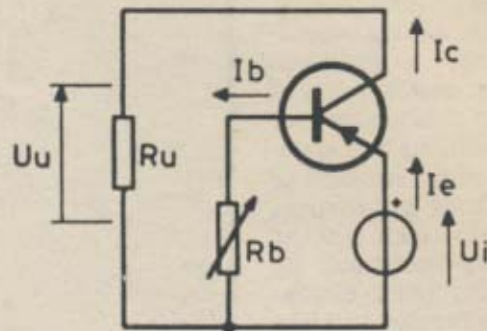


fig. 17.1.4.

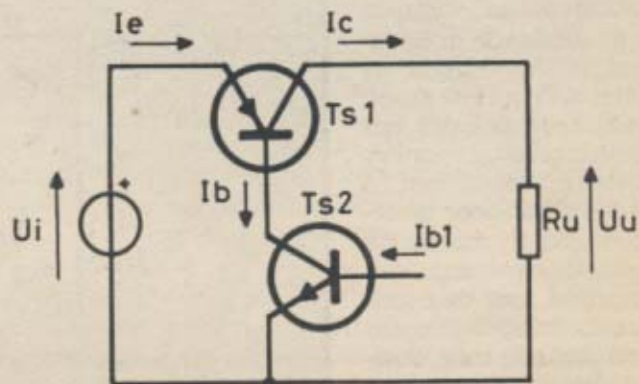


fig. 17.1.5.

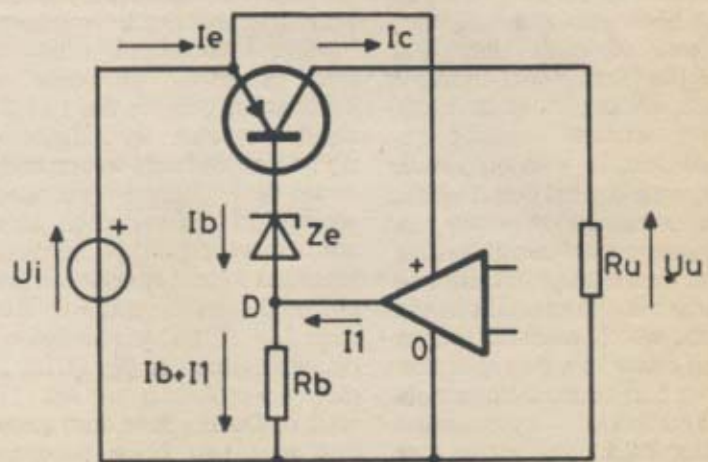


fig. 17.1.6.

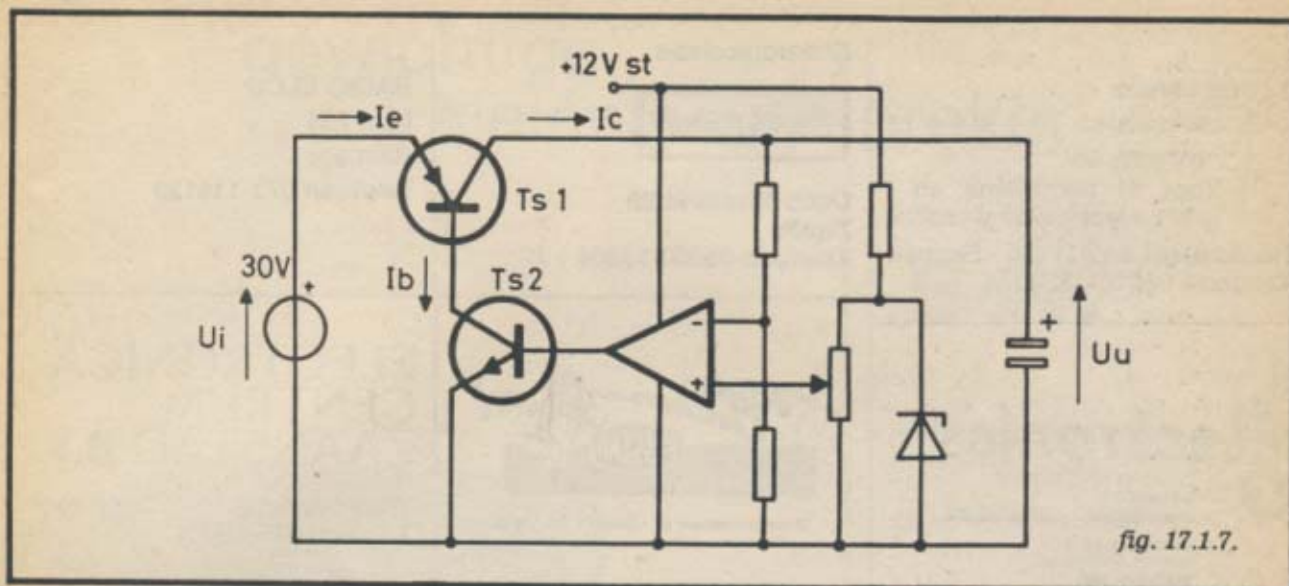


fig. 17.1.7.

'dicht' te zetten. De grootste basis-stroom, die ooit kan vloeien, treedt op bij $I_1 = 0$; deze zal dan gelijk zijn aan: $I_b = U_i - U_{be} - U_x : R_b$.

Hieruit resulteert weer een tamelijk lage waarde van R_b met als gevolg, dat de OpAmp veel stroom over deze lage weerstand moet leveren ten einde de regel-

transistor dicht te zetten. Al met al is direct sturing met een OpAmp hier weinig aantrekkelijk, vandaar dat meestal een combinatie van OpAmp met transistor wordt toegepast; het principe hiervan is in fig. 17.1.7. weergegeven:

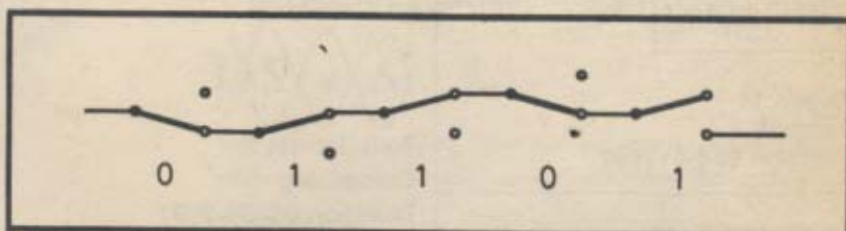
Na het voorafgaande zal deze schakeling weinig nadere toelich-

ting van node hebben. Tot aan TS_2 werkt de schakeling geheel als de shunt-stabilisator volgens fig. 16.1.1. Deze schakeling is welhaast 'ideaal' te noemen; de lusversterking is zeer hoog, de OpAmp kan met lage spanningen werken (12V stabiel), waardoor deze erg goed beveiligd is.

Cijfercode met schakelaars

Als we ergens een elektrisch apparaat hebben waarvan we niet wensen dat onbevoegden het inschakelen, dan kunnen we dit beveiligen met een sleutelschakelaar. Maar dat heeft als nadeel dat je altijd een sleutel moet hebben. Met een rijtje schakelaars kun je echter ook je eigen codeslot maken.

Omdat schakelaars maar twee standen bezitten, is de code binair. Een 0 betekent omlaag en een 1 omhoog. Het totale aantal mogelijke combinaties bedraagt een veelvoud van twee. Met 1



schakelaar hebben we 2 mogelijkheden, met 2 schakelaars 4, met drie schakelaars 8 enz. Met 5 schakelaars hebben we 32 mogelijkheden. Om die allemaal te proberen kost even tijd. Stel dat we de code 01101 gebrui-

ken. Dan sluiten we schakelaars aan volgens de afbeelding.

Op deze manier kun je eenvoudig zelf bepalen door de verbindingen te solderen wat je code wordt.

BEKENDE ADRESSEN ★ BEKENDE ADRESSEN ★ BEKENDE ADRESSEN ★ BEKENDE ADRESSEN

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

Elektronicahuis



Oude Vismarkt 29
Zwolle
Telefoon 05200-13804

RADIO ELCO
Laat 166
Alkmaar
Telefoon 072-116123

**L
Electronics**
MARO-CB APPARATUUR
SCANNERS
ELEKTRONIKA-ONDERDELEN
Europalaan 44
9501 CW Stadskanaal
Tel. 05990-10004



**ELECTRONICA
CENTRUM
ZAANSTAD B.V.**

Warmoesstraat 15, Wormerveer
Telefoon 075-282941

RADIO OKAPHONE
Oude Ebbingestraat 60/
Groningen
Telefoon 050-126819

AMROH - MUIDERKRING
PHILIPSDEALER
AMTRON-bouwpakketten
POLYKIT-dealer

ELEKTRONIKA



RADIO GRAMMOFOON BANDRECORDERS TELEVISIE
Jansbuitensingel 2 - Arnhem - Tel. 085-454518

Z **ZOUTMAN
ELECTRONICS**

Hoofdstraat 122
Alphen aan de Rijn
Telefoon 01720-75858

Elektronicahuis



De Heurne 30-32
Enschede
Telefoon 053-315169



ELEKTRONIKA, bouwpakket
service, radio en tv

Wageningen Nieuwstraat 3
Telefoon 08370-12444



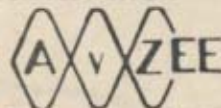
D.I.L. ELEKTRONICA
Mijnsherenlaan 108
3081 CH Rotterdam
Telefoon 010-854213

Elektronicahuis



Telgen 11
Hengelo
Telefoon 074-917567

Elektronica, hobby, model
en creativiteit



Tollenstraat 7
Culemborg
Telefoon 03450-3007



Thomas á Kempisstraat 126
Zwolle
Telefoon 05200-32357

Elektronicahuis



Marktstraat 12
Almelo
Telefoon 05490-19191

RITON ELEKTRONIKA
Binnenweg 197
Heemstede
Telefoon 023-282573

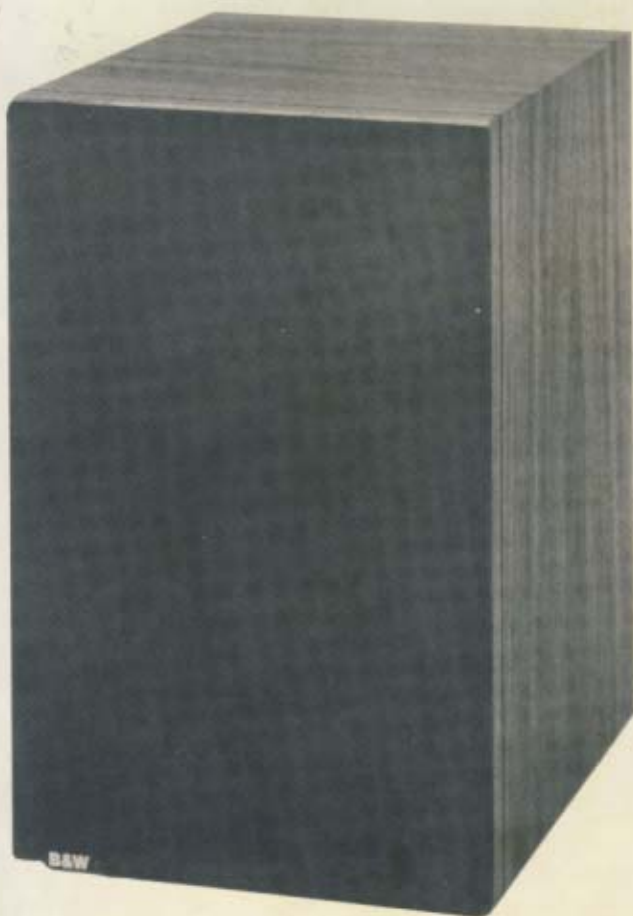
Radio Beurs

Karnemelkstraat 10
Breda
Telefoon 076-133772

Bijzonder "gewichtige" kleinste luidspreker van

DM 12

B&W



Typisch een luidspreker
waarvan er beslist geen 12
in een ons gaan maar
slechts één in 9,6 kg.

Toch wel handzaam:

355 mm hoog, 220 mm breed, 270 mm diep.

En handelbaar zonder veel gevaar.

goed voor versterkers van 15 watt en meer: elektronisch
beveiligd. Uw grote versterker rustig blijven gebruiken.

Maar bovenal in klein bestek.

een zeer doorwrocht ontwerp dat resulteert in weergave op
hoog niveau.

Onopvallend, bescheiden om te zien.
Opvallend mooi om naar te luisteren.



Een vorstelijke aanwinst voor de
reeds tweemaal onderscheiden
B & W familie.

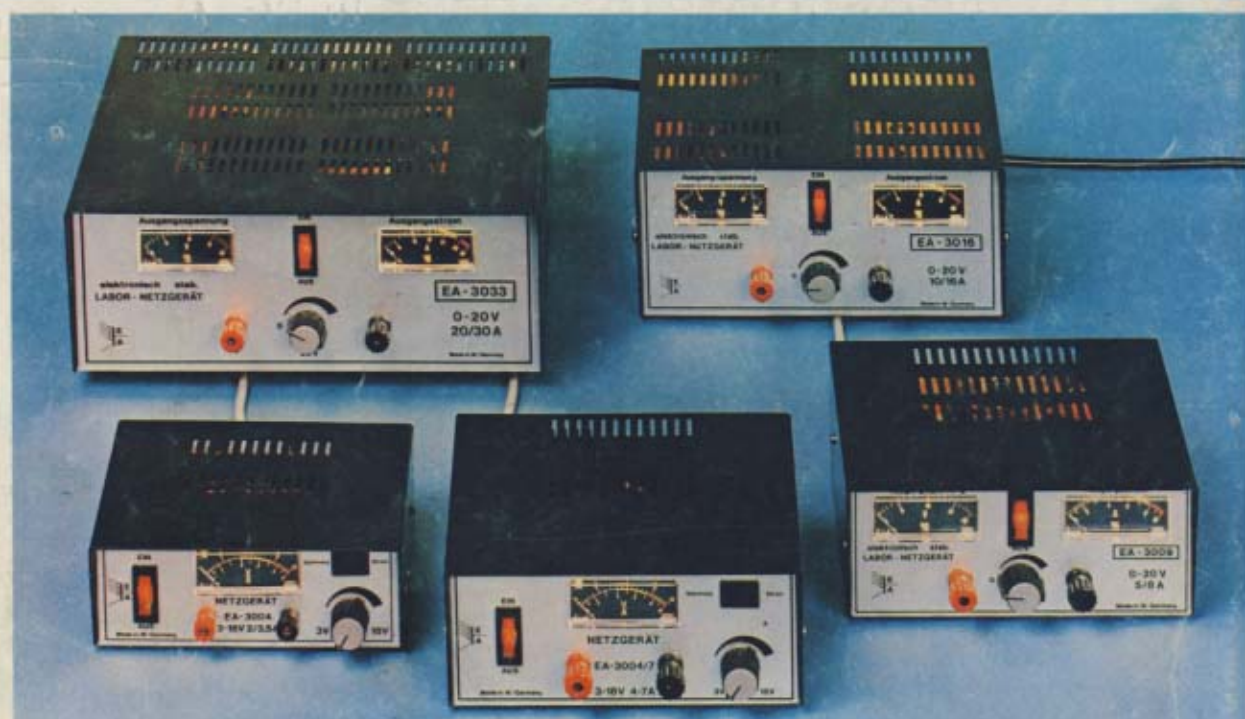
Hoewel hij zich gemakkelijk op de boeken-
plank thuisvoelt, dient voor een goede
objectieve demonstratie de DM12 bij voorkeur
vrijstaand te worden opgesteld. **Niet** v r boven
oorhoogte of op de grond of geperst tussen
andere luidsprekers!

Voor een minimum aan reflecties wordt de
vloerstandaard STAV-12 warm aanbevolen.

Enkele trekken uit het signalement.

lage tonen eenheid:	BM150/12, bextrone conus, diameter 150 mm, spreekspoel diameter 26 mm.
hoge tonen eenheid:	TW26, dome tweeter diameter 26 mm, totale bewegende massa 0,3 g.
wisselfilter:	15 elementen, derde orde Butterworth netwerk.
nominale impedantie:	8 ohm, laagste punt 6,4 ohm.
gevoeligheid:	1 watt voor 85 dB op 1 m afstand bij 300 Hz.
max. geluidsdruk bij 1 kHz:	106 dB op 1 m afstand.

leverbaar in walnoten, teak, of "black ash",
speciale uitvoering: rosewood.



WOLFSEN-VOEDINGEN VOOR CB-ERS EN ZENDAMATEURS

Het type EA-voedingenprogramma van Wolfesen telt meer dan 140 verschillende voedingen. Voedingen voor specifieke industriële toepassingen, maar ook voor de hobbyist. EA ontwikkelde een speciale serie voor CB-ers en zendamateurs. Uiterst gevoelige apparatuur met een zeer geringe rimpelspanning, gegarandeerd kortsluitvast en met elektronische temperatuurcontrole. Netspanning: 220 V - 50/60 Hz.

EA 3004

uitgangsspanning: 3-18V
continustroom: 2A
stroombegrenzing: > 3,5A
f 181,50

EA 3004/7

uitgangsspanning: 3-18V
continustroom: 4A
stroombegrenzing: > 7A
f 236,50

EA 3009

uitgangsspanning: 0-20V
continustroom: 5A
stroombegrenzing: > 8A
f 286,—

EA 3016

uitgangsspanning: 0-20V
continustroom: 10A
stroombegrenzing: > 16A
f 418,—

EA 3033

uitgangsspanning: 0-20V
continustroom: 20A
stroombegrenzing: > 30A
f 679,80

De typen 3004 en 3004/7 zijn traploos instelbaar van 3-18V, de typen 3009 - 3016 en 3033 van 0-20V. Spanning en stroomsterkte

kunnen worden omgeschakeld en zijn af te lezen op een verlichte meter. Bij overbelasting of kortsluiting schakelt het apparaat automatisch uit, na ca. 10 seconden is de voeding weer bedrijfsklaar.

EA 3002

uitgangsspanning: 10-15V
DC instelbaar
continustroom: 2,5A
stroombegrenzing: > 3,5A
f 99,—

EA 3006

uitgangsspanning: 10-15V
DC instelbaar
continustroom: 6A
stroombegrenzing: > 8A
f 172,70

EA 3011

uitgangsspanning: 10-15V
DC instelbaar
continustroom: 10A
stroombegrenzing: > 13A
f 346,50

prijs
incl. BTW



WOLFSEN ELECTRONICS BV

Ged. Nieuwesloot 111-115, 1811 KR Alkmaar. Tel. 072-124216*/128055. Telex 57572 Wolfs NL

BON

Zenden aan Wolfesen Electronics b.v. - Ged. Nieuwesloot 111-115, 1811 KR Alkmaar
☐ Stuur u mij onder rembours. type EA
 naam: _____
 adres: _____
 plaats: _____
 Vraag onze dealerlijst.
 Voor handelaren bieden
 wij interessante
 mogelijkheden