

ELEKTRONICA

81 / 12

A·B·C

F 3,00 / Bfr. 53



★	Experimenten met de Analoge trainer	★	Gehoorapparaat	★
★	Luchtverkeersleiding	★	Equalizer	★
		★	Radiocommunicatie	★

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

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

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

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



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

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

Vraag **vandaag nog** documentatie aan!

BON voor méér informatie

Stuur mij (gratis) nadere documentatie over:

Elektronica (basis-kennis) *)

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

Naam: _____

Adres: _____

Woonplaats: _____

In open enveloppe
zonder postzegel
sturen aan:
Uitgeverij
De Muiderkring bv
Antwoordnummer 224
1400 VB Bussum

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

Redactie

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

Medewerkers

J. H. Boschma
C. J. Both
M. Th. W. ter Burg
C. A. J. Casander
J. v. Damme
Ir. S. J. Hellings
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
Monique Alandt

Voor België

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

Druk: drukkerij Onnes bv,
Amersfoort.

Abonnementsprijs f 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. 37, december 1981

In dit nummer

- 3 Luchtverkeersleiding
- 13 Equalizer — *SV - Toonregeling*
- 23 Deze maand in Radio Bulletin
- 23 Vragenuur
- 25 Experimenten met de analoge trainer-1
- 30 Gehoorapparaat *van Siemon*
- 41 Radiocommunicatie
- 51 Experimenten met de analoge trainer-2
- 54 Het relais *in niet doord*
- 57 Voedingen voor elektronische apparatuur

Bij de voorpagina

De omslag toont de equalizer, die helaas niet
kan worden gebruikt bij deze oude koffergram-
mofoon, doch thuis bij uw Hifi-installatie of in
combinatie met uw autoradio veel genoeg
kan verschaffen. De bouw van deze vijfvoudige
toonregeling vindt u op pagina 13 e.v.

(Foto Aaldrik van Utteren)

Lijst van adverteerders

- | | |
|-------------------|---------------------|
| II Muiderkring | 40 Centrum |
| 2 Vogelzang | 46 Muiderkring |
| 11 Nijhuis | 50 Telec |
| 12 Amroh | 53 Rodel |
| 24 Meek it | 53 Hifi Shop |
| 27 Muiderkring | 53 Klove |
| 29 ABC-tjes | 63 Muiderkring |
| 35 Avera | 64 Bekende Adressen |
| 35 EA Electronics | III De Boer |
| 35 Reinaert | IV EA Electronics |

Vogelzang vooruit in tijd en assortiment!

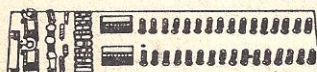
We are the best of all!



MONO-VU

Eigenschappen: • 12 LED's • lichtstroom i.p.v. lichtpunten
• 12V DC voeding • ingangsimpedantie: nominaal 10K Ohm
• ingangsgevoeligheid: regelbaar van 100 mV tot 10V volle schaal • opgenomen stroom max. 250 mA.

39



STEREO VU-LED

Eigenschappen: • lichtpunten • 2 x 16 LED's • voeding: 12V DC • ingangsimpedantie: nominaal 10K Ohm • ingangsgevoeligheid: regelbaar van 100 mV tot 10V volle schaal • opgenomen stroom: 50 mA.

59



1 DIGIT COUNTER

Een digit teller, die latch, reset en output op een zeer eenvoudige manier biedt. Het IC is de vervanging van 7490-7475-7447 en de serieversterker. Technische gegevens:
- Spanning: 5V DC.
- Stroomopname: max. 200 mA.
- TTL-techniek.
- 12 mm. display

25

LET OP!!!
**Kemo
BOUWKITS**

Elektronische kanarie **29,50**
2 Watt FM-zender **14,50**
1 kan. lichtorgel **14,50**
3 kan. lichtorgel **29,50**
6 kan. lichtorgel **49,50**
dimmer **29,50**
scherm schakelaar **29,50**

EEN KOMPLETE SINUS-BLOKGOLF GENERATOR ALS BOUWSET



handykit

HANDYKIT HKG-250 FREKVENTIEBEREIK:

20 Hz tot 200 Hz
200 Hz tot 2 KHz
2 KHz tot 20 KHz

UITGANGSSPANNING:

- sinusgolf: 4 uitgangsniveaus, regelbaar van 0 tot effectieve waarde 1V, 0.1V, 0.01V, 0.001V
- blokgolf: 4 vaste uitgangswaarden t.w. 6V, 0.6V, 0.06V, 0.006V

UITGANGSIMPEDANTIE
Sinus: 600 Ohm
Blok: 60 Ohm

STUJTIJD BLOKGOLF:
0.2 uV, sec. bij 200 KHz.

HARMONISCHE
VERVORMING: (sinusgolf)
0.2% boven 200 Hz
0.5% van 20 Hz tot 20 KHz

AFMETINGEN:

breedte: 249 mm.
hoogte: 112 mm.
diepte: 170 mm

VOEDING:
220 Volt - 50 Hz

198

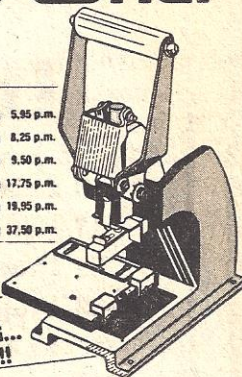
SPECTRA-STRIP

Wij maken met onze
FLAT-CABLE-PERS
Uw computer-kabel op maat!

FLAT-CABLE	10-polig	3,95 p.m.	FLAT-CABLE	10-polig	5,95 p.m.
GRJIS			GEKLEURD		
FLAT-CABLE	14-polig	5,50 p.m.	FLAT-CABLE	14-polig	8,25 p.m.
GRJIS			GEKLEURD		
FLAT-CABLE	16-polig	6,25 p.m.	FLAT-CABLE	16-polig	9,50 p.m.
GRJIS			GEKLEURD		
FLAT-CABLE	25-polig	9,75 p.m.	FLAT-CABLE	25-polig	17,75 p.m.
GRJIS			GEKLEURD		
FLAT-CABLE	34-polig	13,25 p.m.	FLAT-CABLE	34-polig	19,95 p.m.
GRJIS			GEKLEURD		
FLAT-CABLE	64-polig	24,75 p.m.	FLAT-CABLE	64-polig	37,50 p.m.
GRJIS			GEKLEURD		

Wij hebben een compleet
assortiment computer connectors
en flat-cables.

**LET OP
BIJ VOGELZANG...
DE SENSATIE!!!**



SINCLAIR ZX80 COMPUTER

Dank zij de ZX 80 van Sinclair komt de computer binnen ieders bereik. Met behulp van uw eigen TV en cassette-recorder kunt U de ZX 80 volledig laten functioneren. Wordt compleet geleverd met aansluitsoorten en een instructieboek, dat u leert programmeren in basis. Het intern geheugen (1K) is voldoende voor zo'n 100 regels basis!

AANBIEDING 299

VELLEMAN



DIGITALE
THERMOMETER
• 3 digit (12 mm) • precisie
0.1°C • temp. -10°C tot
70°C • inclusief sensor in
dit behuizing

99

FM TUNER

Van hoge kwaliteit, voorzien van A.F.C. en muting.

- freq. 88-108 MHz
- voeding 12V
- stroom ± 75 mA
- gevoeligheid s/n 20dB
- 1.2 uV
- M.F. 10.7 MHz

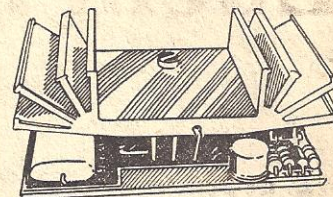
89

INFRAROED DETECTIE- SYSTEEM

- bestaat uit zender en
ontvanger.
- spanwijdte ± 10 m.
- ideaal voor combinatie
met alarmcentrale.

Zender
Ontvanger

**49
59**



TRANSISTORONTSTEKUNG

De voordelen van transistorontstekung zijn slaan door iedereen gekend. Economie op alle terreinen. De ontwikkelingen in het vervaardigen van hoogspanning- en vermogenshalstransistoren zijn erg ver gevorderd onder druk van de automobiliseerbaarheid. Deze ontstekung is dan ook uitgerust met een speciaal daartoe ontwikkelde "Darlington" en is 100% betrouwbaar.

39



COMPLEX SOUND GENERATOR

(Sirene, enz....). Met deze eenvoudige kit kunt U verschillende geluidseffecten maken. Standaard is sirene voorzien, maar met minieme wijzigingen zijn allerlei varianten mogelijk. Ideaal voor disc-jockeys, enz....
Technische gegevens:
• voeding: 9 tot 12V DC
• output: LS-uitgang 8 Ohm en A.F.-uitgang • voor mengpaneel en versterker
• afmetingen: 70 x 45 mm.

34



50 HZ XTAL GENERATOR

Het speciale van deze 50Hz generator is dat hij mag aangesloten worden op spanningen tussen de 5 en 20 Volt, en dat de uitgangsblokgolf dezelfde amplitude heeft als de aangelegde spanning. Een ideale aanvulling voor onze UP Timer Kit en alle andere 50Hz klokken.
Technische gegevens:
• XTAL Freq.: 3.2768 Mc.
• voeding: 5 tot 20V.
• afmetingen: 50 x 44 mm
• stroomopname: ± 5mA.

40

LET OP!!!



LCD FREQUENTIE UITLEZING

• liquid crystal display • 5 digit • KHz en MHz-indikatie
• alle frequentie-bereiken tot 108 MHz (LW-MW-SW en FM)
• 8-12 Volt voeding
• hoge ingangsgevoeligheid 40 Mv. p kristal-gekalibreerde teller • universeel gebruik studio's, CB en alle ontvangers.

149

TE GEK!!!

MICRO-PROCESSOR TIMER-KIT

• voeding 12 V = • 4 schakeluitgangen • 0.1 schakelprogramma's.
Enkele voorbeelden?

- Stel dat U 's vridags wilt gewekt worden om 7 u. en dat U uw koffie wilt klaar hebben om 7u.30, alsook uw gekookt ei, dat precies 4 min. kooktijd nodig heeft. Maar 's zaterdags wilt U pas om 9u.30 gewekt worden en dan wilt U dat uw bad volgelopen is en de koffie klaar moet zijn om

10u.30 enz. U hebt een weekendhuisje en U wilt iedere vrijdagmiddag de verwarming inschakelen. Daarbij wilt U dat iedere maandag woensdag - vrijdag uw planten een minuutje water krijgen en dat er iedere avond van 7u. tot 11u. een licht-aangestakeld wordt tegen diefstal.

Dit zijn natuurlijk heel simpele en grote voorbeelden. De timer kan nog veel meer, maar dat laten we aan uw fantasie over

239

Voor elektronika en hobby



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.

Eindhoven, Heerlen, Maastricht.

Luchtverkeersleiding

Wat de relatie is tussen de moderne elektronica en de mens bleek enige tijd geleden uit het verkeersleidersconflict in de Verenigde Staten. Vrijdag 7 augustus om 11.30 uur wilden de Nederlandse luchtverkeersleiders niet langer een „airway-clearance” afgeven voor de vluchten naar Amerika. Preciezer uitgedrukt: zij wilden de kisten klaren tot het Amerikaanse luchtruim. Verder vonden ze te gevaarlijk. „’s Ochtends”, aldus de secretaris van het Nederlandse luchtverkeersleiders-gilde Rinus Schutten, „hoorden wij met grote zekerheid dat op één dag 44 incidenten plaatsvonden, waarvan een groot aantal rampen hadden kunnen zijn. Dat kunnen voor hetzelfde geld 44 rampen zijn!” Ronald Reagans idee om medisch afgekeurd personeel, gepensioneerd, mensen zonder een goede ervaring, het luchtverkeer af te laten wikkelen, vindt de secretaris maar niets. „De situatie is bij de huidige drukte ronduit gevaarlijk. Goed, een oplossing is minder vliegtuigen de lucht insturen, maar daar is het reizigersvervoer niet mee gediend”.



De luchtverkeersstoren van Schiphol. Boven op staat onder een koepel de „slecht-weer” radar.

En zoiets gebeurt van de ene op de andere dag. De Amerikaanse vereniging voor verkeersleiders krijgt niet zijn zin bij de CAO-onderhandelingen, de verkeersleiders gaan staken en worden onverwijld op straat gezet. Rinus Schutten: „Het duurt jaren voordat die kennis weer aanwezig is. Alleen de opleiding duurt al drie jaar”. Het is duidelijk dat de mens een onmisbare schakel is bij het bedienen van super-nauwkeurige - in dit geval - verkeersgeleidingsapparatuur. De bekende kreet „machines-zijn-nauwkeuriger-dan-mensen” blijkt dus niet in iedere situatie op te gaan. Nog steeds is het de mens die tot in de puntjes geperfectioneerde systemen laat werken. Dat was zo in de tijd van Louis Blériot en Charles Lindbergh en zo zal het ook in de toekomst zijn.

Historie

Kijken we terug in de tijd, dan zien we dat de luchtvaart in een periode van vijftig jaar enorme

ontwikkelingen heeft doorgemaakt. Toen Blériot in 1909 als eerste over het Kanaal vloog zonder een enkel navigatie-instrument aan boord, moest het

Grote ontwikkelingen

Het luchtvaarttijdperk voor de tweede wereldoorlog wordt gekenmerkt door sneller, hoger en veiliger vliegen. Achtereenvolgens werden de volgende stadia doorlopen:

- Vliegen op zicht in eenvoudige toestellen beneden het wolkendek, zonder de mogelijkheid contact met de grond op te nemen. Navigeren aan de hand van merktekens op het aardoppervlak, zoals spoorlijnen, wegen en rivieren.
- Ontwikkeling van instrumenten om „blind” te vliegen, zoals het gyrokompas en de kunstmatige horizon. De vlieger kon zijn toestel boven het wolkendek brengen en daar blijven. Er was geen grondzicht nodig. Wel was men afhankelijk van de instrumenten en van instructies vanaf de grond.
- Ontwikkeling van de automatische piloot.
- Radiotelefonie of radiotelegrafie in vliegtuigen, contact met grondstations voor het verkrijgen van informatie die voor de veiligheid van belang is, zoals peilingen, positiebepalingen, meteorologische informatie, waarschuwingen voor gevaarlijk weer (mist, onweer, ijsafzetting, storm enz.), waarschuwingen voor botsingsgevaar met andere vliegtuigen, betere navigatiemogelijkheden door het nemen van peilingen op radiobakens. Tot slot instructies over het zo veilig en efficiënt mogelijk vliegen.

woordje verkeersleiding nog worden uitgevonden. Zelfs Lindbergh legde in 1927 zonder radio 5800 kilometer tussen New York en Parijs af. Een landkaart, kompas, horloge en een eenvoudige hoogtemeter, daar moest hij het mee doen. Op zicht vliegen, een kaart op de knieën en speurend naar herkenningstekens op de grond. Een rivier, een kanaal, een spoorlijn... soms werden die punten met vreugdekreten begroet en raakte men de weg kwijt dan was het dichtstbijzijnde weiland de landingsbaan!

Radio

Eerst in 1930 was er sprake van geregeld radiotelefonisch contact tussen vliegtuigen en grondstations. Dat was bijna 20 jaar na het eerste radiocontact dat met luchtschepen werd gelegd! In die periode kwam ook de radiotelegrafie, een communicatiemiddel dat tot het begin van de vijftiger jaren werd benut, opzetten. Het oude morse-alfabet speelt tot op de dag van vandaag nog een rol bij de identificatie van radionavigatiehulpmiddelen. Zodra echter de radio-installatie aan boord verscheen, breidden de contactmogelijkheden zich aanzienlijk uit. Met de radio kon ook een peiling worden genomen op een radiostation en/of radiobaken. Het was een eerste stap op weg naar een veilige verkeersbegeleiding. Aan het begin van de jaren dertig kwam een ontwikkeling op gang, die minstens even zo belangrijk was. Zowel het gyrokompas als de zogenaamde kunstmatige horizon werd in gebruik genomen. Voor het eerst werd het mogelijk blind te vliegen. Een laaghangend wolkendeek hield een vliegtuig niet langer aan de grond. Het betekende wel dat de vlieger meer steun van de grond nodig had om zijn weg te vinden. Immers, op de grond kijken om zich te oriënteren was er niet meer bij!

Een derde uitvinding, de ontwikkeling van de automatische piloot, vergemakkelijkte tenslotte



In de verkeerstoren zit de assistent-verkeersleider die de piloot vertelt wanneer hij zijn motoren moet starten, welke baan hij moet nemen, wat voor weer het is enz.



Ook zit hier de 'ground-controller' die het vliegtuig naar zijn plaatsje op het platform dirigeert. Een assistent staat in verbinding met gronddiensten als bewaking, brandweer, enz.

de taak van de vlieger. Dit instrument zorgt er voor dat een vliegtuig zijn eenmaal ingestelde koers en hoogte houdt, zonder ingrijpen van de piloot. De ontwikkeling van het gehele navigatiesysteem in de luchtvaart zette zich daarom in de jaren dertig snel voort. Er kwamen grond-

peilers en boordpeilers. Langs bepaalde routes werden navigatiebakens ingericht. Eenvoudige zenders zonder ingewikkeld antennesysteem, die in alle richtingen een bepaalde toon uitstraalden. Tenslotte kwamen er landingsbakens (de eerste op Schiphol in 1933), die de verleng-

Eurocontrol

Met de komst van de straalvliegtuigen maakte men zich zorgen over de verwerking van dit verkeer. Deze zorg was gebaseerd op het gegeven dat deze vliegtuigen op grote hoogten vlogen. Kleine landen als Nederland en België worden in een paar minuten „ongezien” gepasseerd en dat zou aanleiding kunnen geven tot coördinatieproblemen tussen de verschillende verkeersleidingcentra. Duitsland, Frankrijk, Engeland, Ierland en de Benelux hebben in 1963 in Brussel Eurocontrol opgericht. Deze organisatie neemt de verkeersleidingsdiensten in het hogere luchtruim boven 24.500 voet (ongeveer 8000 meter) voor haar rekening. Inmiddels zijn door Eurocontrol opgericht een beproevingscentrum te Brétigny (Frankrijk), een opleidingsinstituut voor verkeersleiders en technici te Luxemburg en een verkeersleidingscentrum bij Maastricht voor het hogere luchtruim boven Noord- en West-Duitsland en de Benelux. Sinds 1977 is een verkeersleidingscentrum bij Karlsruhe in gebruik voor het hogere luchtruim van Midden- en Zuid-Duitsland. Het centrum bij Maastricht heeft in 1972 de verkeersleiding in het hogere luchtruim boven België op zich genomen. In 1974 is daar het hogere luchtruim boven Noord-Duitsland bij gekomen.

de as van de landingsbaan markeerden door het uitzenden van een toon. Bij afwijking van de as ging die over in strepen (rechts) of punten (links). Een dergelijk baken bleek een uitstekend hulpmiddel die de piloot de mogelijkheid gaf op de juiste koers de landingsbaan aan te vliegen. Met de toepassing van deze mogelijkheden bereikte de luchtvaart in de jaren dertig een nieuwe fase in haar ontwikkeling. De vlieger was niet meer volledig op zichzelf aangewezen, maar maakte in toenemende mate gebruik van radionavigatiesystemen en van de informatie die hem over de radio bereikte. Iedereen spande zich in om de communicatie en het instrumentarium zo veel mogelijk te verbeteren en uit te breiden.

Radar

Na de tweede wereldoorlog ruimen verrekijker en kladblok langzaam maar zeker het veld voor de radar. Het belang van het „radio-detecting-and-ranging” systeem is nu zo groot geworden, dat de moderne luchtvaart niet meer zonder kan. De radar volgt niet alleen de vliegtuigen tijdens het starten, het landen of in de lucht, maar biedt de vliegers de kans

(met zijn boordradar) gegevens te verzamelen over het weer in de gebieden die hij moet doorkruisen. De werking van de radar is in principe eenvoudig: Radiogolven met een kleine golflengte worden uitgezonden en teruggekaatst door metalen voorwerpen die zij ontmoeten. De reflecties worden geselecteerd, zodat alleen overblijft van wat van belang is voor de waarnemers. Als kleine oplichtende stipjes worden de toestel-

len zichtbaar op de ronde radarschermen die in de controlecentra staan opgesteld. In de moderne straalvliegtuigen is uiteraard ook de nodige apparatuur aangebracht voor het ontvangen en zenden. De zogenoemde transponder heeft onder meer tot taak de ontvangen grondsignalen versterkt terug te sturen, zodat er een duidelijke stip op de radarschermen ontstaat. Tegelijk zendt deze apparatuur een code mee, waardoor het vliegtuig kan worden geïdentificeerd. De radarverkeersleiders weten zo met welk vliegtuig zij te doen hebben.

Dit systeem heet Secondary Surveillance Radar (SSR) en geeft zelfs hoogte-informatie en de grondsnelheid van het vliegtuig door aan de verkeersleider.

Voor de navigatie zijn radiobakens in gebruik (zie ook Elektronica ABC 1980/7-8). Er zijn twee typen: Het ene is een eenvoudige rondstralende zender die een ongericht radiosignaal uitzendt waarmee de vlieger met behulp van zijn boordpeiler (radiokompas) zijn richting ten opzichte van een baken kan bepalen. Het tweede type is moderner en zendt in alle richtingen een verschillend signaal uit. Dit zogenoemde VHF-omni-directional-range-ba-



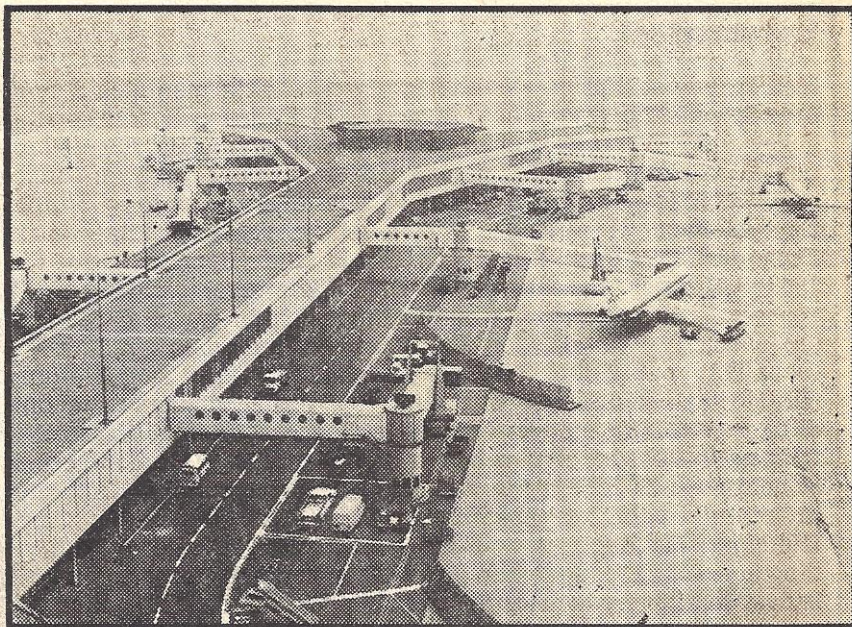
...teamwork in de toren...

ken (VOR) vereist een VOR-ontvangstinstallatie aan boord van het vliegtuig om de ontvangen signalen te ontcijferen. Het berust op fasevergelijking van het door het VOR-baken uitgezonden fase-veranderlijke en vaste signaal. In combinatie met het VOR-baken is thans aan boord van de meeste verkeersvliegtuigen een installatie in gebruik, die de gezagvoerder een onmiddellijke indicatie geeft van de afstand tot het betrokken VOR-baken. Dit DME-systeem berust op het meten van het tijdsverschil tussen het uitgezonden en terugontvangen signaal.

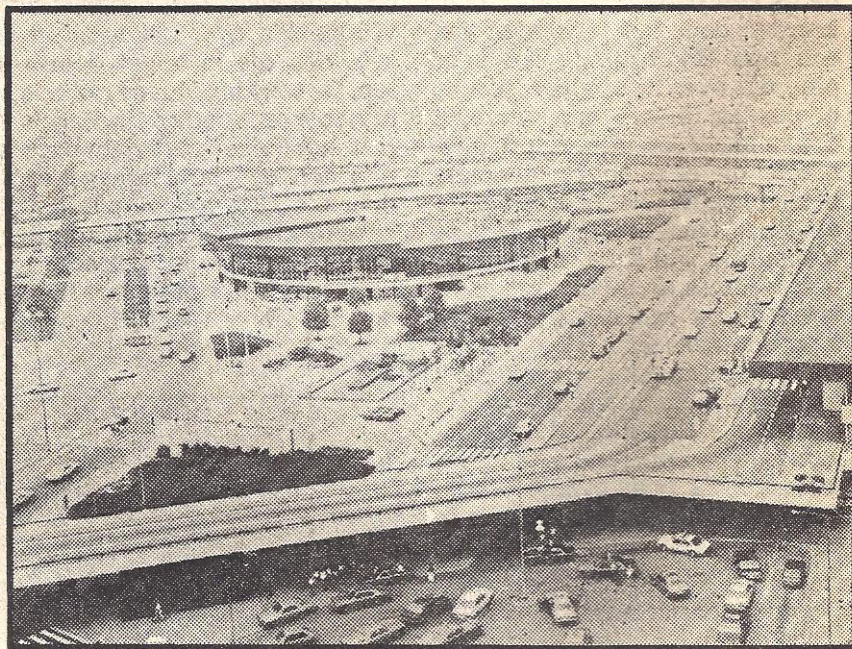
Het naderen van een landingsbaan van een vliegveld gebeurt via een Instrument-Landing-Systeem (ILS). Het ILS is een hulpmiddel om de baan op de juiste koers en vervolgens de juiste dalingslijn te naderen. Voor de eigenlijke landing is nog steeds grondzicht nodig, hoewel de limieten daarvoor afnemen. Afhankelijk van de grond- en boordapparatuur wordt nu geland met 400 meter zicht bij een wolkenhoogte van 100 voet (ongeveer 30 meter). Overigens worden de weerslimieten vastgesteld per type vliegtuig. De vier hoofdlandingsbanen van Schiphol zijn alle uitgerust met het ILS systeem. De vliegvelden Groningen, Rotterdam en Zuid-Limburg hebben zo'n systeem op hun zuid-west baan.

Groei

Het luchtverkeer is in een kwart eeuw enorm gegroeid. Het aantal propellervliegtuigen (zuigermotor-turboprops) neemt af en het aantal straalvliegtuigen toe. Rond 1960 kwam dit type vliegtuig in de lucht en nu vliegen de snelste met een gemiddelde van 900 kilometer per uur op een hoogte die kan variëren van 8 tot 12 kilometer (kruisen op grote hoogte bespaart brandstof). In de luchtlagen daaronder kruisen weer andere toestellen en dit alles hoopt zich op bij de internationale luchthavens die zij op hun



Het uitzicht van de toren over de start-landingsbanen.



...en over de aankomst- en vertrekhal.

route aandoen. In 1978 werden rond Schiphol 187.960 vliegbewegingen geteld. Dit aantal plus het aantal vliegtuigen dat Nederland overvliegt geeft een totaal van 260.000! Dat alles vliegt onder en boven elkaar, stijgt, daalt, raakt af en toe zijn koers kwijt enz. enz. Er zijn daarom regels opgesteld om botsingen te voorkomen en de belangrijkste is het houden

van afstand. Dit begrip wordt in luchtverkeerskringen separatie genoemd. Om een veilige separatie te krijgen met in verticale richting tot 29.000 voet tussen de vliegtuigen altijd een hoogteverschil van 1000 voet (300 meter) zitten. Daarboven is het 2000 voet. In horizontale richting wordt tussen de vliegtuigen op dezelfde route een interval van

tenminste 5 minuten of 30 zeemijlen aangehouden. Een andere vorm van scheiding tussen vliegtuigen is deze na de start of het passeren van een bepaald radiobaken te laten uitwaaiëren.

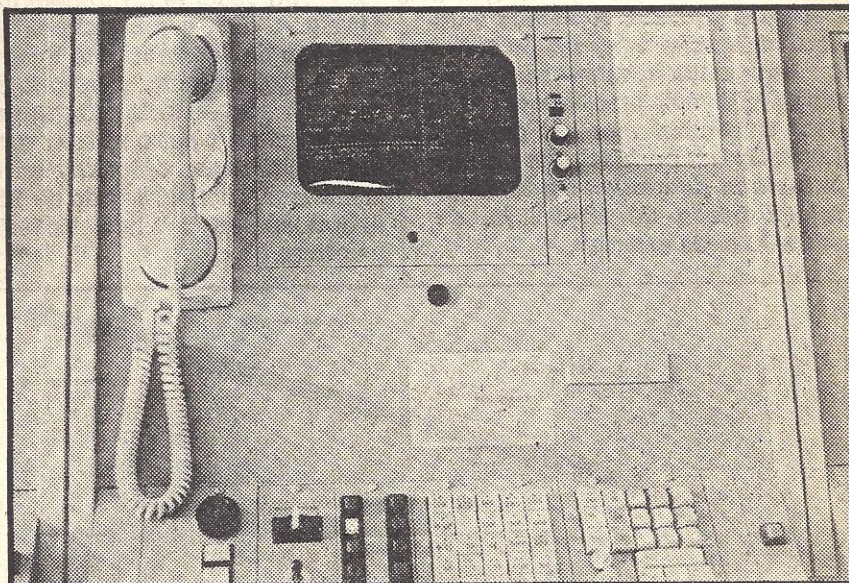
Tijdens klim- en daalvluchten worden niveaus waarop andere, vaak langzamere vliegtuigen zitten, gepasserd. In drukke verkeersgebieden leidt de verkeersleider met behulp van radar de vliegtuigen naar hun bestemming. De minimum separatie bedraagt dan gemiddeld 5 zeemijlen, ongeveer 9 kilometer (geldt voor verkeer dat binnen een straal van 30 zeemijlen van de radarantenne vliegt).

Verdeling luchtruim

Om een goede greep te krijgen op het luchtverkeer is het luchtruim in verschillende gebieden verdeeld. Zo ontstonden verkeersgebieden boven de oceanen, luchtwegen tussen de grote luchthavens en rondom de luchthavens naderingsverkeersgebieden en plaatselijke verkeersgebieden. Een deel van het luchtruim werd uitsluitend bestemd voor de burgerluchtvaart en de vliegtuigen werden in bepaalde banen geleid. Tussen de internationale vliegvelden bestaan nu luchtwegen, denkbeeldige kokers met een breedte van 18 kilometer en een bepaalde onder- en bovengrens. Zo'n luchtweg noemt men een algemeen verkeersgebied (Control Area). De luchtwegen monden bij grote luchthavens uit in een soort verkeersplein: een cirkelvormig gebied met een doorsnee van 40 tot 90 kilometer (Terminal Control Area). Tenslotte zit daarvoor een cilinder (plaatselijk verkeersgebied of Control Zone), die de verbinding vormt tussen het vliegveld en de Terminal Control Area. De luchtverkeersleiders brengen de vliegtuigen uit de verschillende luchtwegen achter elkaar in het naderingsgebied, vervolgens naar het plaatselijke verkeersgebied en laten ze daarna één voor één



Bij de algemene verkeersleiding (Control Area) bestaat het team uit drie mensen.

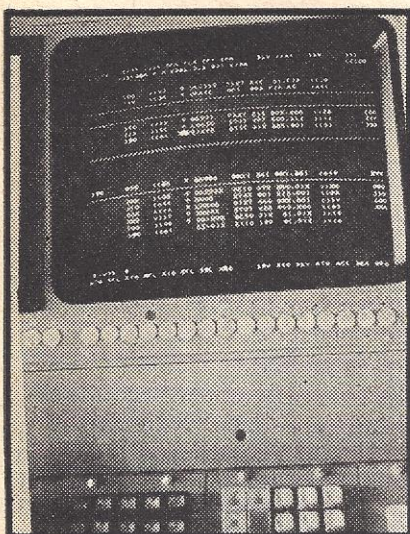


Een assistent(e) tikt het vliegplan in het geheugen, belt vluchtgegevens door naar de eerstvolgende controlepost (als de kist vliegt), wordt gebeld wanneer een vliegtuig naar het door dit te-

am gecontroleerde gebied vertrekt en heeft inzicht in actuele informatie als weer, verkeersdrukte, operationele status van het systeem enz. De foto toont een gedeelte van haar „werkplaats”.

landen. De vertrekkende vliegtuigen loodsen ze tegelijkertijd door de „cilinder” van de Control Zone via de Terminal Control Area naar de luchtweg die hen naar de juiste bestemming brengt. Om-

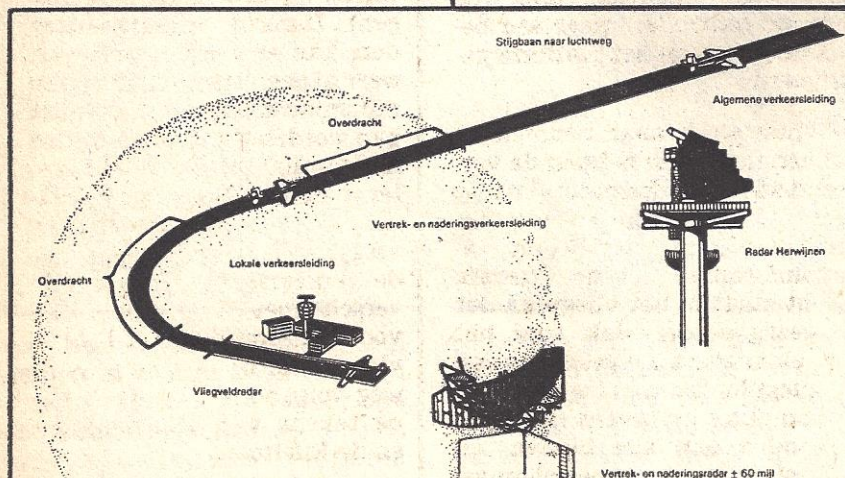
dat het verkeer in een luchtweg zich in beide richtingen langs de as beweegt is de capaciteit beperkt en moet de verkeersleider steeds hoogte-separatie toepassen. Dit geeft bij druk verkeer



De Electronic Data Display Man plant de aankomende en vertrekkende vliegtuigen. Hij of zij signaleert wanneer de vliegtuigen te dicht op elkaar zitten en geeft correcties aan, die worden doorgegeven door de Radar Verkeersleider. Deze controleert op zijn radarscherm of de „stipjes” op zijn aanwijzingen reageren. Hij of zij is ook verantwoordelijk voor de daden van het gehele team. Op het beeldscherm van de foto staan de aankomende vliegtuigen boven de stippellijn, de vertrekkende eronder.

ICAO en IFATCA

De groei van het verkeer in de lucht en de toenemende snelheid kondigden zich reeds in de tweede wereldoorlog aan. Men zag in dat de beveiliging van dit verkeer grote problemen zou geven. Voor de oorlog was men in Amerika en in Europa begonnen met het oprichten van verkeersleidingsdiensten, doch voor de toekomstige wereldluchtvaart op grote schaal was een nieuwe aanpak nodig. In 1944 kwamen vertegenwoordigers uit 52 luchtvaartlanden in Chicago bij elkaar om daar de International Civil Aviation Organization (I.C.A.O.) op te richten. Thans zijn vrijwel alle landen die over een eigen luchtvaart beschikken lid van deze organisatie. In Chicago kwam men overeen dat de hoofddoelstelling, te weten de bevordering van het internationale luchtverkeer, onmiddellijke internationale standaardisatie van luchtverkeersbeveiligingsprocedures en een betere uitrusting van vliegtuigen en grondhulpmiddelen vereiste. In onderlinge samenwerking diende het luchtverkeer boven ieder land te worden begeleid en beveiligd. In Nederland is de Rijksluchtvaartdienst, een onderdeel van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat, met deze taak belast. Verkeersleiders van de directie Luchtverkeersbeveiliging van de RLD zitten achter de radarschermen en bedienen de gecompliceerde technische apparatuur. In de overige landen zijn soortgelijke diensten ingesteld en de werkwijzen van al die diensten zijn op voorstel van de ICAO gestandaardiseerd. De luchtverkeersleiders zelf zijn in Nederland en in andere landen verenigd in een Gilde of een verkapte vakvereniging. Al deze verenigingen (bij elkaar uit 62 verschillende landen) zitten in de International Federation of Air Traffic Control (IFATCA). Dit overkoepelende orgaan houdt jaarlijks congressen waar met name de ontwikkelingslanden veel baat bij hebben. Veel informatie omtrent het opzetten van een luchtbeveiligingsdienst, keuze van apparatuur, opleiding en dergelijke komt op die manier beschikbaar. In 1982 wordt de 21ste jaarvergadering in Amsterdam gehouden en is het Nederlands Luchtverkeersleiders Gilde gastheer.



Verschiede radarsystemen overlappen elkaar. Vliegveldradar geeft informatie via de beeldschermen aan de lokale verkeersleiding in de toren (Control Zone). De vertrek- en naderingsverkeersleiding (Terminal Control Area) maakt gebruik van de tussen de landingsbanen geplaatste Terminal Radar. De algemene verkeersleiding tenslotte maakt gebruik van de Lange Afstands Radar (LAR), die staat opgesteld in Leerdam.

vertragingen. Er wordt nu zo veel mogelijk éénrichtingsverkeer toegepast. Dit vraagt echter om bredere luchtwegen. In een klein gebied als Nederland heeft men daarom het begrip luchtweg verlaten en in plaats daarvan verschillende sectoren ingesteld, waarin de routes lopen van tegenoverkomend klimmend en dalend verkeer.

Verkeersleiders

Het team verkeersleiders dat zetelt in de verkeerstoren van Schiphol verzorgt het binnenkomen en vertrekken van de vliegtuigen in de Control Zone. Zij maken daarbij gebruik van een midden tussen de landingsbanen geplaatste „Terminal Radar” en eventueel bij slecht weer van een bovenop de verkeerstoren onder

een koepel geplaatste „slecht-weer Radar”. Zodra een vliegtuig deze Zone heeft verlaten wordt de bewaking van het toestel overgedragen aan de zogeheten vertrek-verkeersleider die de Terminal Control Area beheert. Deze draagt op zijn beurt het vliegtuig over aan de radarverkeersleider van één van de vijf Control Area's. Deze werkt in een team van drie mensen. Eén bewaakt het verkeersplan in het gebied dat aan het team is toegewezen (planner of verkeersleider), een ander zit achter het radarscherm en geeft instructies aan de vliegers en een derde assisteert beiden

met informatie verkregen van andere verkeersleidingsdiensten, luchthavens enz. De verkeersleiders in de Control Area maken gebruik van Lange Afstand Radar (LAR in Leerdam). Zij klaren de vliegtuigen tot aan het aangrenzende luchtverkeersgebied, dikwijls bepaald door de landsgrens.

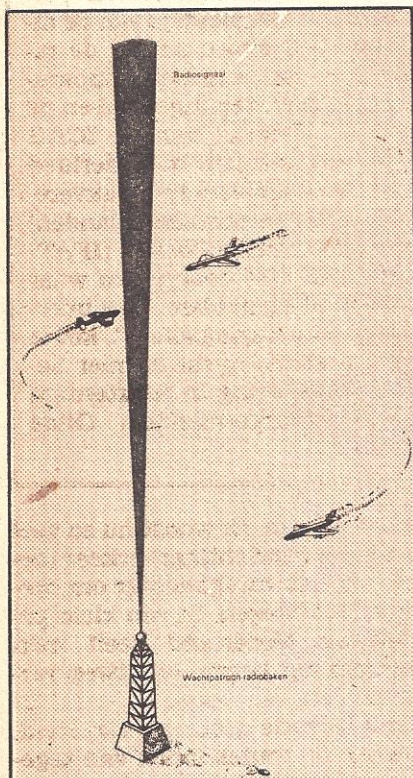
Voor het binnenkomend verkeer verloopt de procedure iets anders. De verkeersleiders die de toestellen vanaf de landsgrenzen begeleiden, geven de vliegtuigen zo spoedig mogelijk aan een verkeersleider die een wachtgebied beheert. Hiervan zijn er drie. Deze verkeersleiders ordenen de vliegtuigen met voldoende separatie in hun wachtgebied en dirigeren een konstante hoeveelheid toestellen naar de baan. Zodra de toestellen daarbij het wachtgebied verlaten en het naderingsgebied binnen vliegen, worden ze overgedragen aan het team dat het naderingsgebied beheert. Deze laatste eenheid brengt de vliegtuigen achter elkaar in de juiste volgorde voor de landingsbaan, waarna ze worden overgenomen door de verkeersleider in de toren. Eenmaal op de grond wordt het vliegtuig door de „ground-controller” naar een bepaalde plaats op het platform gedirigeerd.

Om hun werk naar behoren te kunnen uitvoeren hebben de verkeersleiders informatie nodig over de vliegtuigen die vertrekken, landen of overvliegen. De basisinformatie voor iedere vlucht staat in het vliegplan dat de gezagvoerder vlak voor het vertrek inlevert. De gegevens van dit vliegplan worden ingevoerd in de computer en tevens per telex verzonden aan alle binnen- en buitenlandse luchtbeveiligingsdiensten waarmee het vliegtuig op zijn route te maken krijgt. Vlak voor vertrek wordt de vlucht door de planverkeersleider „gepland” op welke hoogte het vliegtuig onze landsgrens mag passeren, daarbij rekening houdend met het andere (overvlie-

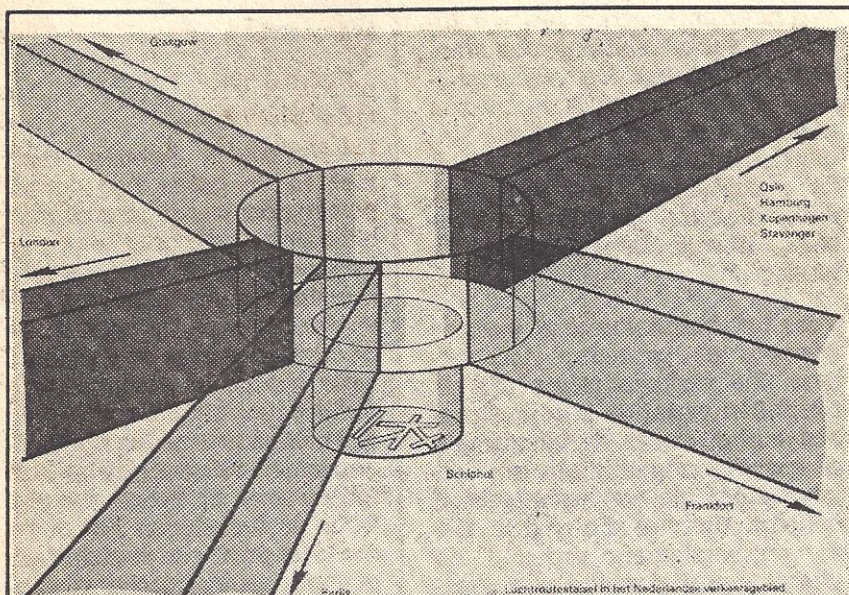
Er wordt wat geroddeld daarboven...

Luchtreizigers hebben vaak niet in de gaten hoe achter hun rug om wordt „geroddeld” of beter gezegd: over het vliegtuig waar ze inzitten. Korte Engelse zinnnetjes flitsen heen en weer tussen de cockpit en de controleruimte op de grond. Deze centra houden ook onderling met elkaar contact en begeleiden iedere dag opnieuw duizenden vliegtuigen op hun routes over de gehele wereld. Door de luchtlagen boven ieder land prikt een onzichtbaar net van elektronische verbindingen, radiosignalen en radarecho's. Aan de ene kant staan de verduisterde geleidingscentra op de grond, aan de andere kant is er het oor van de vlieger. Onmerkbaar voor de passagiers, die hoogstens in de verte de condensstreep van een ander vliegtuig waarnemen. Een vliegtuig, waarvoor de verkeersleider zorgt dat zij niet te dicht in de buurt komt van een ander en keurig haar beurt afwacht bij het landen (of stijgen). Dankzij de verkeersleiders kan er worden gevlogen, weer of geen weer. Zelfs bij een minimum-zicht van 150 meter kan worden gepland en bij een horizontaal zicht van 100 meter mag de piloot nog vertrekken. Op zijn instrumenten en volgens de aanwijzingen van de verkeersleider. Een wereld verschil met Blériot die in 1909 voor het eerst over het Kanaal vloog. Blik op oneindig en de weg volgend aan de hand van de tekens van vissersbootjes en de Eiffeltoren....

gend) luchtverkeer. Deze stroom berichtgeving wordt aangevuld met telefonische meldingen over de voortgang van de vlucht. Vlak voor vertrek wordt bijvoorbeeld de eerstvolgende controlepost waar het vliegtuig zich moet mel-



Is het druk dan worden de vliegtuigen direct aan een verkeersleider gegeven die een wachtgebied beheert. In Nederland zijn verschillende van die gebieden. De vliegtuigen draaien daar rondjes tot ze toestemming krijgen hun weg te vervolgen. Nadat het wachtgebied verlaten is, komen ze onder de hoede van de naderings-verkeersleiding (Terminal Area).



Het luchtroutestelsel in het Nederlandse verkeersgebied. De 5 armen zijn de Control Area's, de grote cilinder het gebied beheert door Terminal Control Area verkeersleiders en de kleine cilinder is de Control Zone.

den, gebeld en de juiste vertrektijd plus geplande hoogte doorgegeven. Vanaf dat moment wordt

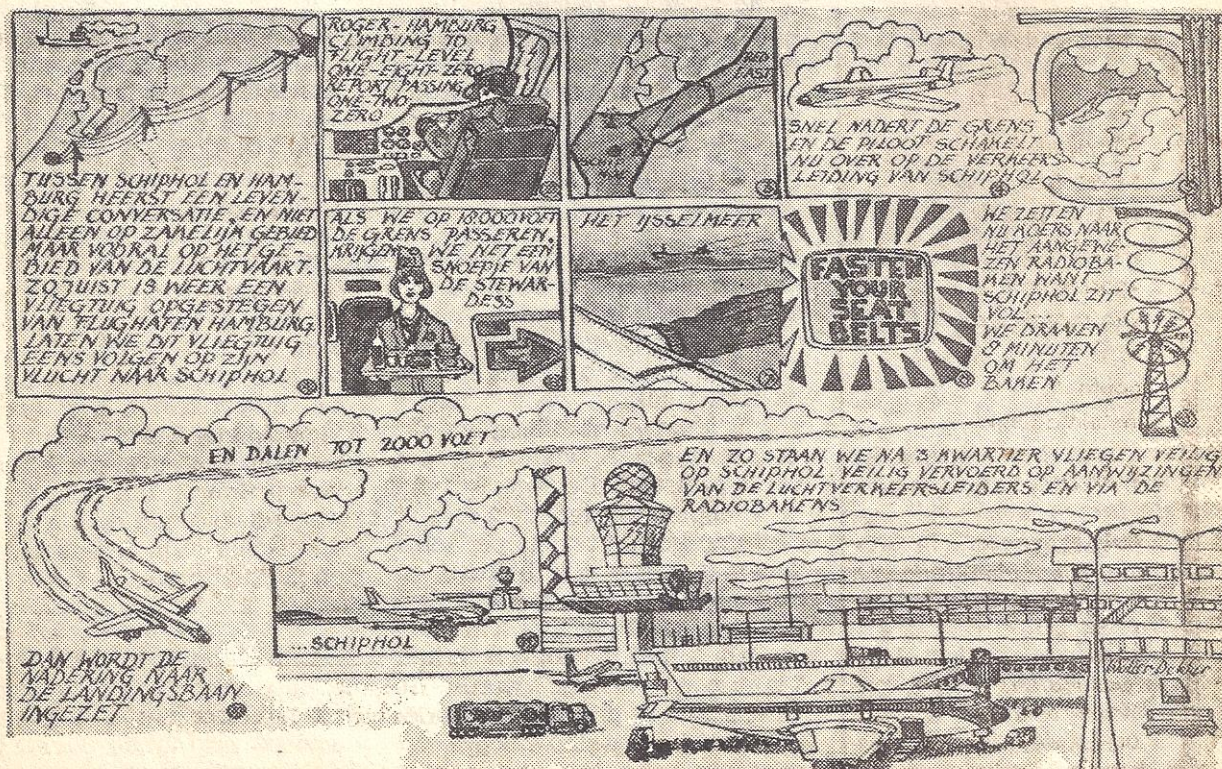
het vliegtuig ingepland in het schema van de volgende post. Dit gaat net zo lang door tot het

vliegtuig op zijn plaats van bestemming is gekomen.

Al die gegevens moeten systematisch worden geordend. Het verwerken, berekenen en verspreiden van de vliegplangegevens gebeurt met computers. Om het computersysteem, gesloten televisiecircuit (radarbeelden worden op video opgenomen voor eventuele reconstructie bij ongevallen; dit gebeurt ook bij het gesproken woord dat op tapes wordt vastgelegd), telexen en telefooncentrales tegen storing te beschermen is alles dubbel uitgevoerd. Zo staan er bij de verkeersleiding op Schiphol twee computers die regelmatig elkaars taken overnemen. Valt er één uit dan draait de ander verder.

Coördinatie

Buiten de luchtwezen speelt zich in het algemeen een ander soort verkeer af, hoofdzakelijk militair vliegverkeer. Door nauwe samenwerking tussen Rijksluchtvaartdienst, de Koninklijke Marine en



...even van Schiphol naar Hamburg...

de Koninklijke Luchtmacht werd het mogelijk burgerverkeer buiten de luchtwegen onder leiding te plaatsen van militaire verkeersleiders.

SARP

Om de groeiende stroom luchtverkeer te kunnen blijven verwerken gebruikt de Rijksluchtvaartdienst een nieuw informatieverwerkend systeem bij de naderings-verkeersleiding. Dit systeem maakt, behalve van de vliegplaninformatie, rechtstreeks gebruik van de informatie van de radar. Deze beide informatiebronnen worden door de computer gecorreleerd en op overzichtelijke wijze op het radarscherm van de verkeersleiders gepresen-

teerd. Het systeem (SARP fase 1 = Signaal Automatic Radar-Data Processing) werd in 1973 geïnstalleerd. Een jaar later nam de naderings-verkeersleiding op Schiphol het in gebruik. Een soortgelijk systeem (SARP fase 11), maar nu bestemd voor de algemene verkeersleiding in combinatie met de naderings-verkeersleiding, werd in 1977 geïnstalleerd. Dit systeem is begin dit jaar in gebruik genomen. Tja, dan de vraag of Amerika-vliegen veilig is. Reagan zegt van wel. Ook al zijn er te weinig mensen die fatsoenlijk met de radarschermen overweg kunnen, informatie kunnen doorspelen en met de vliegtuigen contact kunnen onderhouden. Toch is het veilig. Hoe kan dat? Het

antwoord is eenvoudig: decimeer de hoeveelheid vluchten en de paniek is voorbij. Dan hoeft men geen aanwijzingen te geven dat het ene vliegtuig voor het andere moet uitwijken omdat beide toestellen op dezelfde hoogte zitten. Dan gebeurt het niet dat vliegtuigen op elkaars staart zitten. Ieder luchtruim is veilig wanneer er maar een paar vliegtuigen per dag overkomen. Of de vliegtuigmaatschappijen, de cateringbedrijven, hotels en last but not least de reizigers daar zo gelukkig mee zijn is een andere vraag...

*Tekeningen: Walter Dekker,
Verkeer en
Waterstaat,
Den Haag.*

Sinterklaas Aanbiedingen

Mini werkbankje speciaal voor nauwkeurig printwerk

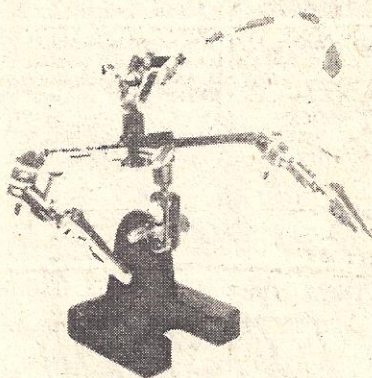
voorzien van
vergrootglas, met 7
kogelgewrichten voor
optimale
instelmogelijkheden.

f 24,-

Printboormachine

met 4 spantangen van 0,2-3,2
mm Ø 9-18V 1,2A 12000 u/min.

f 35,-



Electronica Huis



Vergrootglas

met verlichting (2x penlite bat.)
Vergrootglas 4 cm Ø

f 7,50

Trimsleutelset

bestaande uit 4 delen, 8
mogelijkheden.
zeshoekig 2/2, 6/3 mm.
vierkant 1,5 mm.
schroevendraaier 0,6x 1,5/
0,8x 2,5/ 1,0 x 2,5 mm.

f 9,90

Enschede, De Heurne 30-32 Tel.: 053-315169
Hengelo Telgen 11

Almelo Marktstraat 12
Zwolle Oude Vismarkt 29 Tel.: 05200-13804

Alle prijzen zijn incl. BTW, zonder verzendkosten Rembours + 7,50
Bij vooruitbetaling op giro 821971 + 4,-

ABC BOUWPAKKETTEN

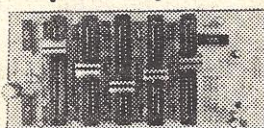
Nu sterk in prijs verlaagd!



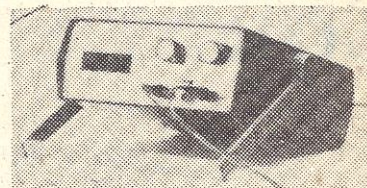
Star War

Een spannend spel met flitsende ruimteschepen (LED's) compleet met laserschoten en ruimtelijke explosies. De geluidseffecten klinken precies zoals we van TV en film gewend zijn. Compleet met schakelaars, potmeter en o.a. 8 LED's.

Graphic equalizer



Een 5-voudige toonregeling voor hifi-installatie in de auto. Ideaal te combineren met set 1037: STEREOPOWER BOOSTER, 2x20 Watt eindversterker. Zie voor verdere gegevens het artikel in deze ABC. Compleet met 5 schuifpotmeters en knoppen.



Digitale Universeelmeter

Spanningsbereiken AC/DC 100mV - IV - 10V - 100V - 1 kV ingangsweerstand 10 M nauwkeurigheid $\pm 1\%$ ± 1 digit

Stroombereiken AC/DC 1mA - 10 mA - 100mA - 1A max. spanningsval 0.1 Veff 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

Alarminstallatie voor auto en thuis.

CENTRALE. De centrale werd in de vorige ABC beschreven. Om de auto te beveiligen kan hiermee worden volstaan: hij wordt simpel aangesloten op de binnenverlichting. Compleet met uitvoerige beschrijving, print, LED en relais voor claxon- of sirene-aansluiting.

VOORPOST. Met een of meer voorposten breiden we de alarmcentrale uit tot een professionele en storingvrije alarminstallatie voor thuis. Compleet met print en LED's.

Accuconditiometer



Compleet met solide accu-klemmen!

Dit service-apparaat meet de Ri van de accu en is om te schakelen naar spanningsmeting. Extra benodigd is een 100 uA draaispoelmeter. In de handleiding worden de begrippen conditie, inwendige weerstand en Ah (Ampère uur) van de accu nader toegelicht.

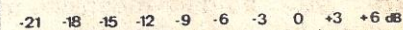
Digitale thermometer met geheugen

Twee temperatuurvoelers houden twee verschillende temperaturen in de gaten, bijv. binnen- en buitentemperatuur. De ingebouwde geheugenfunctie maakt het mogelijk de laagste of hoogste temperatuur te registreren, die binnen een bepaalde periode is opgetreden.



Technische gegevens
Bereiken: $-9,9 \dots +99,9^\circ \text{C}$
en $-55 \dots +125^\circ \text{C}$
Nauwkeurigheid: $\pm 0,1^\circ \text{C}$
Voelerafstand: > 10 meter
Voeding 5V gestab. en 7,15V ref. (set 1001)

VU-meter met twee kleuren LED-schaal



- sneller dan een draaispoelmeter.
- ingebouwde piekdetector.
- bereik -21 dB...+6 dB.
- streep- of stipuitlezing.
- moderne smalle schaal door toepassing van speciale VU-LED's.
- voedingsspanning 5,20 V.
- ingangsgevoeligheid 5 mV.

★★ Vraag de nieuwe ABC-bouwpakketten folder in de winkel ★★

Digi-Toer

Toerenteller met digitale uitlezing.



Twee superheldere displays geven het toerental van de motor aan in de auto, motorboot of op de motorfiets. Deze digitale toerenteller is simpel te bouwen en aan te sluiten. Er zijn slechts 3 aansluitpunten: plus, massa en onderbreker. Ingebouwd in het Teko kastje D 12 (zwart met rood transparant front) ontstaat een compact instrument, dat fraai op of onder het dashboard wordt gemonteerd.

27 MHz-ontvanger



Ideaal voor iedere 27 MHz-enthousiast: deze ontvanger voor alle 22 PTT Marc kanalen. Terwijl met de bak wordt getokkeld 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 „bakkies“. De ontvanger is uitgerust met een kanalenkiezer, een volumeregelaar en een signaalsterktometer.

1.5 A-Voeding

Spanning 1,2...ca. 20 V gestabiliseerd

Ideaal voor CB!!

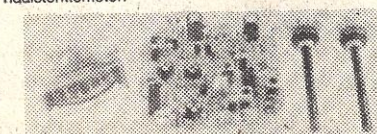
Gezien het veelzijdige karakter van deze voeding is hij in vele toepassingen inzetbaar. Hij wordt geleverd als een 1.5 Amp voeding, die d.m.v. een instelpotmeter instelbaar is van 1.2 tot ca. 20 V. Voorts is deze voeding te gebruiken als een degelijke laboratoriumvoeding met stroom/spanningmeter.

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 aftellende 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.



3 Digit DVM



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

TECHNISCHE GEGEVENS

Nauwkeurigheid beter dan 1%. Ingangsgevoeligheid: 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.

Stereobasisbreedteregelaar



Door middel van een elektronische truc is deze stereobasisbreedteregelaar in staat de luidsprekerboxen als het ware verder van elkaar te schuiven of juist meer naar elkaar toe te brengen. De compacte print met schuifpotentiometer wordt aangesloten op de TAPE-monitor aansluiting van uw Hi-Fi versterker of op de autoradio.

PRIJSLIJST

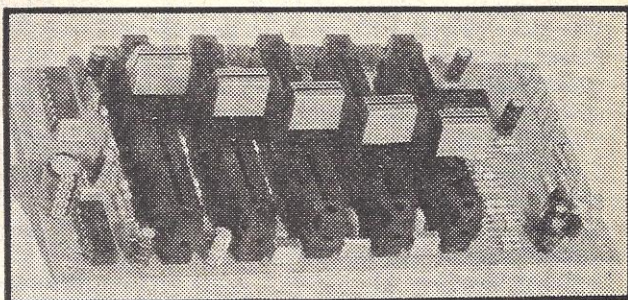
908 MD Voorversterker	29.85
920 Contactloos Relais	24.90
922 Digi. Toerenteller	59.80
931 Power Booster	73.50
1001 Inbouwvoeding	29.90
1006 CV Pompegelaar	84.00
1008 50 Hz XTalgenerator	48.00
1012 Schakelklok	99.00
1014 Boormachineregelaar	39.85
1015 Thermostaat	42.20
1016 27 MHz ontvanger	78.00
1017 Stereobasisregelaar	25.75
1018 Digitale Timer	99.90
1019 Graphic Equalizer	69.00
1020 Hoog-midden-laag filter	59.00
1022 Drievoudige dimmer	46.30
1023 3 Digit DVM	79.00
1024 Digi. universeelmeter	59.90
1026 Toonregeling	35.50
1027 1 1/2 Amp voeding	25.70
1028 Star War	59.90
1031 LED VU-meter	39.00
1032 Digi. Thermometer	69.85
1033 Sinusgenerator	57.60
1035 Accuconditiometer	37.40
1037 Stereo Power Booster	59.85
1041 Alarmcentrale	44.50
1042 Alarmvoorpost	19.90

Prijzen in guldens; prijswijzigingen voorbehouden.

Equalizer.

Een vijfvoudige toonregeling.

Letterlijk betekent een equalizer: egalisator of vlakmaker. Hetgeen er vlak gemaakt moet worden, betreft de frequentiekarakteristiek van een audio-installatie. Aan het begin en einde van de audio-keten ontstaan de meeste hobbels in de frequentie karakteristiek. Het begin van de audio keten is de pick-up, band- of cassette-recorder, of tuner. Met name de band- en cassette-recorder leveren een niet geheel vlakke karakteristiek. Aan het eind van de keten komen de luidsprekers. Samen met de akoestiek van de kamer zijn deze verantwoordelijk voor de grootste bergen en dalen in de frequentie karakteristiek. Een equalizer moet er voor zorgen dat ondanks de niet ideale akoestiek toch de verschillende tonen even veel versterkt de oren bereiken. De zogenaamde grafische equalizer bestaat uit een aantal schuifregelaars, waarmee de versterking of verzwakking van een bepaald frequentie-gebied ingesteld kan worden. Aan de stand van de schuiven kan men ongeveer de ingestelde frequentie karakteristiek van de equalizer aflezen. Hoe meer schuiven zo'n equalizer heeft hoe be-



ter men een bepaalde afwijking kan corrigeren. Het instellen van de equalizer moet eigenlijk met meetapparatuur gebeuren en is in principe eenmalig. Alleen als men de kamer verandert, moet het opnieuw gebeuren. De laatste tijd ziet men steeds vaker dat de equalizer niet als vlakmaker eenmalig ingesteld wordt, maar als uitgebreide toonregeling als smaakmaker dienst doet. Voor deze toepassing heeft men niet zoveel schuiven nodig, meer dan vijf (stereo) is alleen maar lastig instellen omdat het frequentie gebied erg klein wordt. Onze vijfvoudige grafische equalizer (stereo) is ideaal als uitgebreide toonregeling voor thuis en in de auto. Als vlakmaker is hij minder geschikt, maar kan er in de praktijk wel voor worden gebruikt.

bouwontwerp

Vijfvoudige toonregeling

Een gebruikelijke stereo installatie heeft naast een volume en balansregelaar meestal een knop voor laag en een knop voor hoog. Met deze knoppen kan men de lage en de hoge tonen ten opzichte van de midden tonen versterken of verzwakken. In de meeste gevallen voldoet zo'n toonregeling uitstekend. Veel eisende muziekliefhebbers kennen en gebruiken echter de equalizer. Dit apparaat werd in eerste instantie ontwikkeld om een zo'n vlak mogelijke frequentie-overdracht te krijgen van (versterkte) signaalbron naar de oren. De grootste boosdoener is de luidspreker-combinatie en de zaal- of kamer-akoestiek. Een van de betere luidsprekerfabrikanten (Bose) levert bij zijn luidsprekers standaard een equalizer. Met speciale meetapparatuur waar onder een meetmicrofoon, wordt de overdracht en de frequentie karakteristiek zo vlak mogelijk in gesteld met de equalizer. Een uitgebreide equalizer voor dit doel bevat gauw 10 of 12 schuiven per kanaal. Dus 20 of 24 op een compleet apparaat. Er worden echter ook kleinere uitvoeringen gebruikt, die echter niet zozeer als vlakmaker gebruikt worden maar meer als smaakmaker. Met name in de auto worden deze equalizers gebruikt. Omdat op de meeste autoradio's geen of een gebrekkige toonregeling zit, wordt daarvoor de equalizer gebruikt. In de praktijk blijkt zo'n equalizer als toonregeling erg prettig te werken. Vooral als deze niet te veel frequentiegebieden heeft (bijv. 5) en tegelijk links en rechts regelt net als bij de gewone toonregeling. Een vijfvoudige toonregeling is dus niet alleen in de auto, maar ook in de (huis)kamer van harte aan te bevelen. Onze equalizer verschilt van de kant en klare

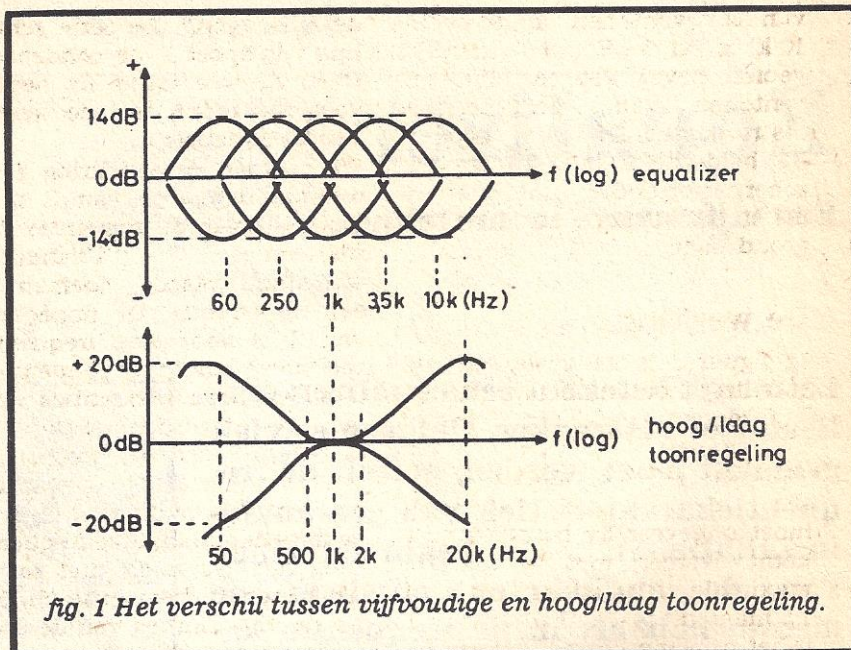


fig. 1 Het verschil tussen vijfvoudige en hoog/laag toonregeling.

(auto) equalizer door een hogere versterking en verzwakking en wat eigenlijk het belangrijkste is: behoorlijke schuiven. De meeste auto-equalizers hebben schuifjes die slechts 2,5 cm. kunnen schuiven. Het is bij die dingen erg moeilijk een bepaalde verzwakking of versterking in te stellen. De bediening lijkt op die van een drie-standen-schakelaar. Maximaal versterkt of maximaal verzwakt met een middenstand. Voor huiskamergebruik kan dit natuurlijk niet (in de auto gaat dit vanwege de beschikbare ruimte nog wel). Daarom worden er hier schuiven met een schuifweg van 4 cm. gebruikt. Er zijn nog grotere schuifpotmeters (ca 6 cm. schuifweg), maar die vergen in de praktijk net te veel inbouw ruimte (vooral in de auto) en regelen niet eens fijner. Een toonregeling met 5 werkgroepen regelt zo prettig omdat men er bepaalde groepen muziekinstrumenten mee kan versterken of verzwakken. Het geluid wordt dus niet hoger of lager, maar men laat bepaalde instrumenten meer op de voorgrond komen of onderdrukt

ze juist. Vergelijk in figuur 1 de regelkarakteristiek van de equalizer met die van de conventionele toonregeling. De frequentiegebieden zijn zo gekozen dat ze precies op elkaar aansluiten. De gebieden worden aangegeven met de frequentie die in het midden van het gebied ligt. De werkgroepen zijn:

60 Hz: van 30 tot 120 Hz, dit is het frequentiegebied van de zware jongens. De contrabas, de basgitaar, drums en de lage tonen van een pijpenorgel. Hiermee regelt men dus de massieve bassen.

250 Hz: van 120 tot 500 Hz, dit zijn de kleine basinstrumenten en het gebied van de boventonen van de zware bassen. Als we omhoog regelen krijgen we een volle bas. Verzwakken we dit gebied dan ontstaat er een transparantere basweergave.

1 kHz: van 500 tot 2k Hz, het gebied van de stemmen en de zang. Ook de grondtonen van piano en gitaar.

3,5 kHz: van 2 kHz tot 6 kHz, het gebied van de elektrische gitaar en het koper (trompet e.d.) ook

van de boventonen van de piano. 10 kHz: van 6 kHz tot 14 kHz, dit gebied bevat voornamelijk boventonen van voorgenoemde instrumenten. Dit gebied bepaalt de helderheid van het geluid, scherper of doffer dus. De triangel en het bekken hebben er hun grondtonen.

De werking.

In figuur 1 is aangegeven wat de equalizer moet kunnen presteren. Vijf frequentiegebieden afzonderlijk kunnen versterken of verzwakken of onverzwakt door laten. De maximale versterking moet ongeveer 5x bedragen, dit komt overeen met 14 dB. De maximale verzwakking bedraagt 1/5 maal, dit is -14 dB. In figuur 2 is het prinsieschema van een regelaar getekend. De schuifpotmeter wordt tussen de plus- en min-ingangen van een op-amp aangesloten. De loper van de potmeter is via een seriekring (C, L en R_z) met massa verbonden. De ingangsspanning U_i wordt via een weerstand R op de plusingang aangesloten. De uitgang van de op-amp wordt via zo'n zelfde weerstand R teruggekoppeld op

de min-ingang. De serie schakeling van spoel L, de condensator C en de weerstand R_z bepalen voor een groot deel de werking van de equalizer.

We noemen de seriekring Z. De weerstandswaarde van Z is afhankelijk van de frequentie. Zo'n frequentie afhankelijke weerstandswaarde noemen we een impedantie. De impedantie van Z is voor lage frequenties zeer hoog, omdat de condensator C alleen hoge frequenties doorlaat. Voor hoge frequenties is de impedantie ook zeer hoog omdat de spoel alleen lage frequenties doorlaat. Als we dit zo stellen zou de impedantie bij elke frequentie hoog zijn. Nu is dit niet zo. Bij een bepaalde frequentie (f_0) heffen de impedanties van de spoel en de condensator elkaar precies op en is de weerstand bij die frequentie 0 ohm. De frequentie f_0 wordt de resonantie of nulfrequentie genoemd. In figuur 3 is de impedantie Z afhankelijk van de frequentie getekend. Bij lage en hoge frequenties is de impedantie hoog door toedoen van respectievelijk de condensator en de spoel. Bij f_0 is de impedantie minimaal we houden daar alleen

de weerstand R_z over. In figuur 3 staat bij f_0 de formule voor deze frequentie: f_0 is 1 gedeeld door 2 phi maal de wortel uit L maal C. In figuur 4 is getekend hoe dit impedantie verloop van Z voor de gewenste verzwakking en versterking kan zorgen. In figuur 4a staat de loper van de potmeter op de plus-ingang van de op-amp. De weerstandswaarde van de potmeter tussen de ingangen van de opamp heeft geen invloed op de werking van de op-amp, alleen de stand van de loper is van belang. In figuur 4a is de potmeter voor de duidelijkheid weggelaten. De uitgang is nu alleen via R met de -ingang verbonden en de op-amp werkt nu als 1x versterker voor het signaal op de plusingang. Hier staat via de spanningsdeler R en Z de ingangsspanning U_i . Voor frequenties die veel hoger of veel lager zijn dan f_0 is Z zeer hoog en wordt de ingangsspanning onverzwakt (1x) doorgegeven. In de buurt van f_0 is de impedantie lager en wordt het ingangssignaal verzwakt doorgegeven. Bij f_0 is Z het laagst en is de verzwakking het grootst. Deze bedraagt $R_z / (R + R_z)$. Deze waarde leggen we ongeveer op 1/5 zo-

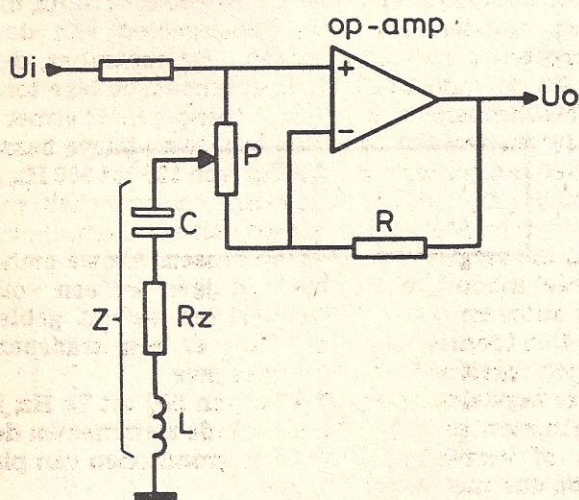


fig. 2 Het principe van de equalizer.

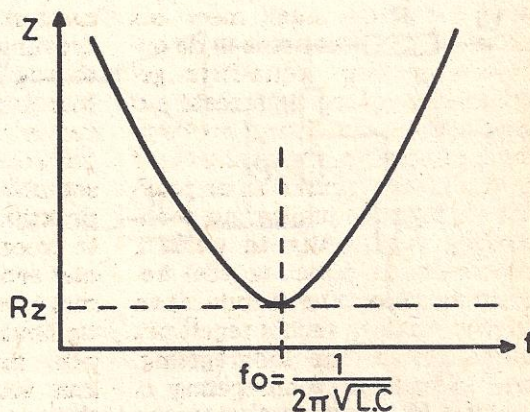


fig. 3 Het impedantie verloop van Z.

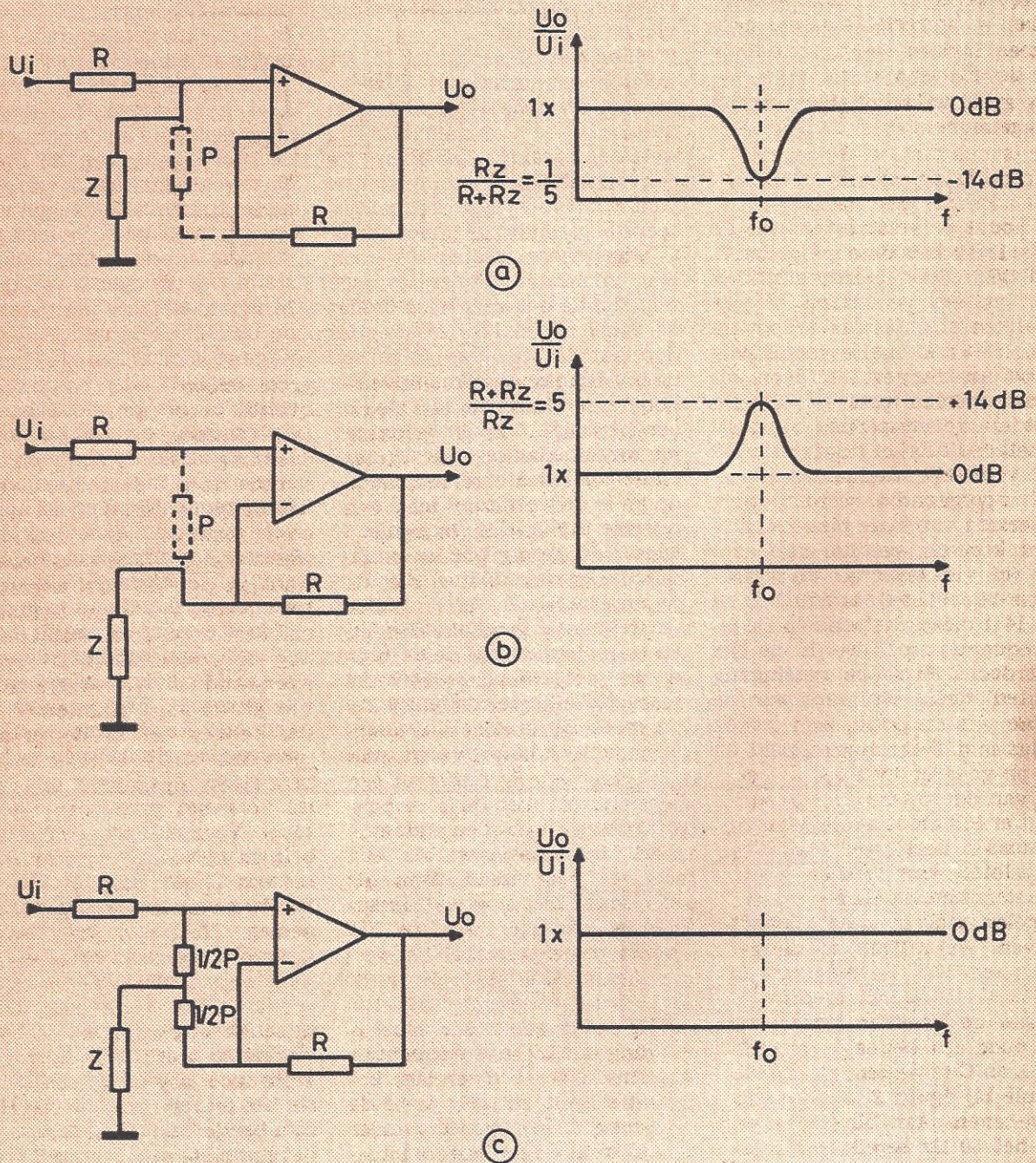


fig. 4 Het regelbereik van een sectie van de equalizer.

dat we een verzwakking van -14 dB hebben. In figuur 4b is de andere uiterste stand van de potmeter getekend. De potmeter zelf hebben we weggelaten omdat deze geen invloed heeft. Voor frequenties die ver van f_0 afliggen is Z erg groot en wordt U_0 volledig teruggekoppeld via R . De versterking is daarom $1x$. Bij frequenties rond f_0 is Z kleiner en wordt er een kleiner deel teruggekoppeld zodat de versterking groter is dan 1. Bij f_0 is deze maximaal: $(R+R_z)/R_z$. Deze waarde is ongeveer 5 wat een versterking van 14 dB oplevert. In figuur 4c is de potmeter in de middenstand getekend. In dit geval is de verzwakking (uit figuur 4a) even groot als de versterking (figuur 4b) hetgeen betekent dat het signaal voor alle frequenties een maal doorgegeven wordt. Een versterking van 0 dB. Met de potmeter kunnen we elke versterking (of verzwakking) instellen tussen -14 dB ($1/5x$) via 0 dB ($1x$) tot +14 dB ($5x$). Dit geldt voor de nulrequentie f_0 , die bepaald wordt door L en C . Zoals we al opmerkten heeft de weerstandswaarde van de potmeter tussen de plus en min aansluiting van de op-amp geen invloed op de werking van de op-amp. Het is zelfs zo dat er een groot aantal potmeters tussen deze twee ingangen aangesloten kan worden. Deze potmeters kunnen elk een andere f_0 regelen, zoals in figuur 4 is aangegeven. We krijgen zo de gewenste regeling, die in figuur 1 is getekend. De middenfrequentie (f_0) van de bereiken leggen we vast door een bepaalde waarde voor L en C te nemen, zie ook de formule bij figuur 3. Als we aan het rekenen gaan blijkt dat we voor het 60 Hz bereik een spoel van 1,5 H (= henry: eenheid van zelfinductie). Dit is een erg hoge waarde. In de praktijk kunnen we spoelen tot ongeveer 0,1 H kopen. We kunnen zo'n spoel ook zelf proberen te maken, maar we

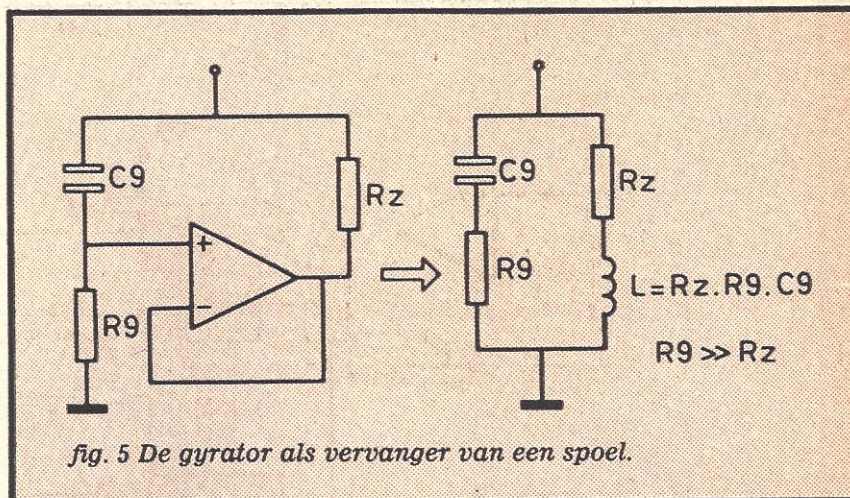


fig. 5 De gyrator als vervanger van een spoel.

moeten dan honderden wikkelingen (met de hand!) om een kleine potkern leggen. Er is gelukkig een betere methode om grote spoelen (en ook kleine) te maken. Dit gaat elektronisch met een „gyrator” schakeling. In figuur 5 is zo'n schakeling getekend. Ze bestaat uit een op-amp die als spanningsvolger of buffer (versterking $1x$) geschakeld staat. Aan de ingang van de buffer hebben we een spanningsdeler die gevormd wordt door C_9 en R_9 . De buffer zorgt ervoor dat deze spanningsdeler niet belast wordt. Aan de uitgang van de buffer zit een weerstand die met C_9 is verbonden. Tussen dit punt en massa reageert de schakeling als een spoel, in feite niet alleen als spoel, maar met nog wat onderdelen er om heen. Als we het schema vergelijken met het vervangingsschema met de spoel, dan zien we dat de spoel inplaats van de buffer komt. Een spoel is een ding dat bij lage frequenties veel stroom trekt of een lage impedantie heeft en naar mate de frequentie hoger wordt minder stroom trekt en een hogere impedantie krijgt. De stroom die de gyrator opneemt wordt bepaald door de spanning over R_z . Bij lage frequenties laat C_9 niet veel signaal door en is de spanning over R_z vrij hoog en er loopt een

grote stroom. Hoe hoger de frequentie wordt des te meer signaal laat C_9 door en hoe kleiner de spanning over R_z wordt. De stroom neemt daardoor ook af, net als bij een spoel. In serie met onze (fictieve) spoel staat de weerstand R_z , dit is geen bezwaar want we hebben zo'n weerstand toch nodig, zie figuur 2. Parallel aan deze onderdelen staan echter nog de condensator C_9 en de weerstand R_9 . Als we R_9 echter veel groter (ca. $100x$) nemen dan R_z , hebben we in de praktijk geen last van ze. Voor de liefhebbers staan bij figuur 5 de formules voor het berekenen van de spoel. Voor een spoel van 1,5 H hebben we voor C_9 een condensator van 22 nF nodig, als we voor R_9 100 k ohm en voor R_z 680 ohm nemen. Helemaal geen gekke waarden, voor zo'n grote waarde van de spoel. Een ander voordeel van de gyratorschakeling is dat de schakeling nu geen inductieve storing en brom oppakt, wat een grote spoel nogal makkelijk doet. Nu het principe van de equalizer zo'n beetje bekend is, kunnen we het complete schema van figuur 6 gaan bekijken. Bij de onderdelen staan even en oneven nummers, de even nummers zijn voor het rechter kanaal en de oneven nummers voor het linker kanaal. Deze beide kanalen zijn identiek

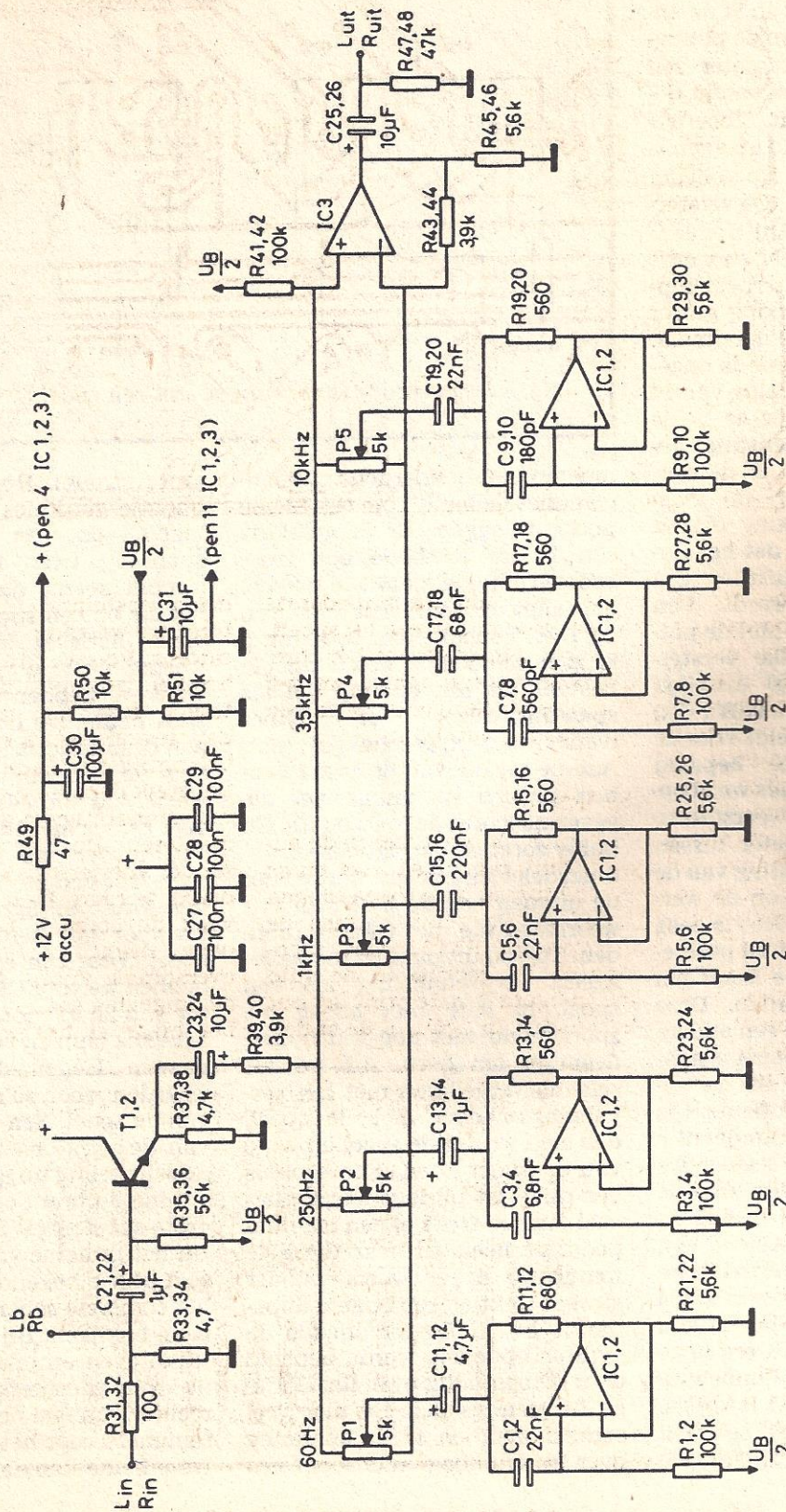


fig. 6 Het schema van de equalizer.

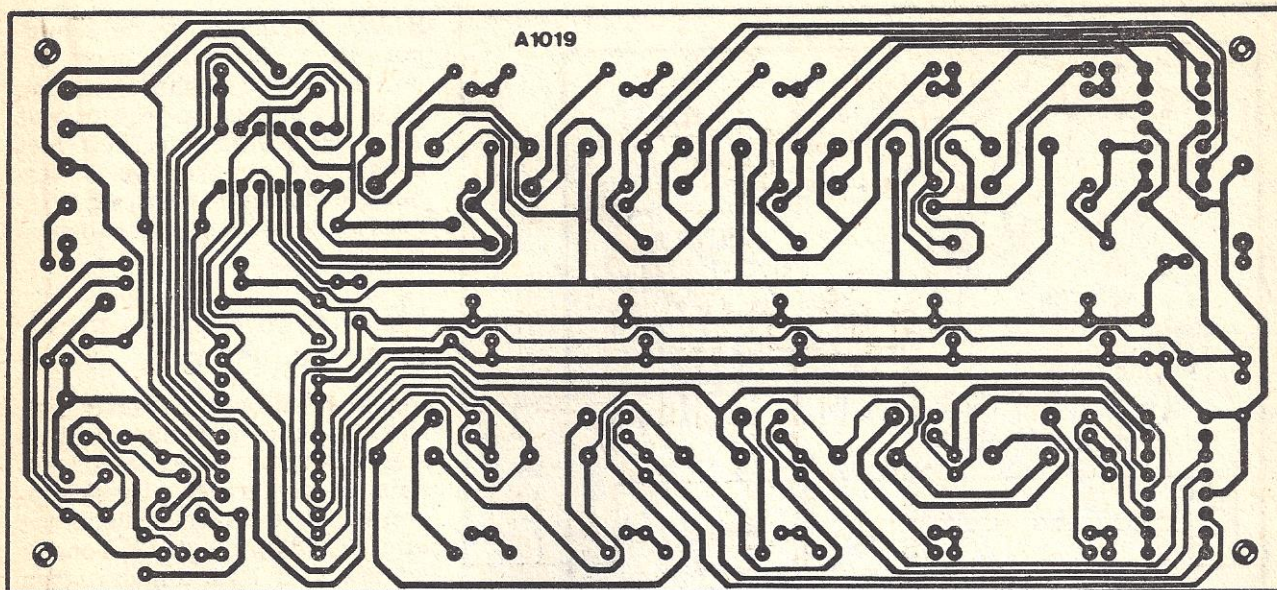


fig. 7 De printlay-out.

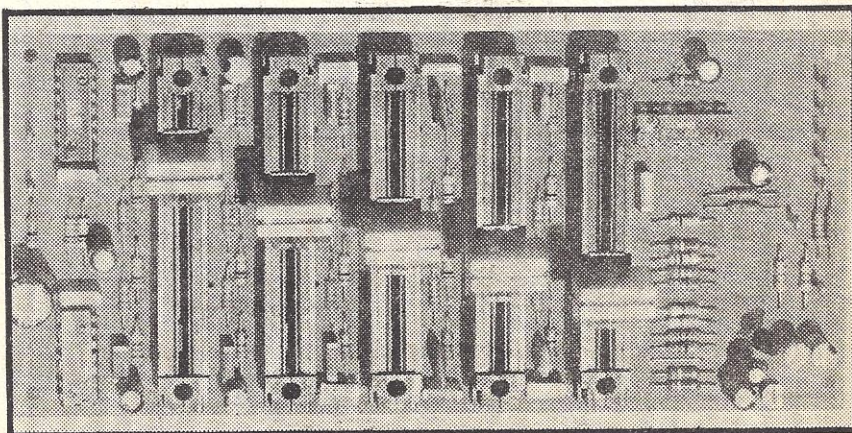
en worden bediend door stereoschuifpotmeters. De potmeters worden tussen de plus en min ingang van de laatste op-amp. aangesloten. De overige op-amps vormen de gyratorschakelingen. Aan de ingang vinden we een emitter volger rond T1,2 die (indien gewenst) voor een hoogohmige ingang kan zorgen. De weerstanden R31,32 en R33,34 zijn afhankelijk van het gebruik in de auto of thuis, zie verder de bouw. We hebben een voedingsspanning, die tussen 10 en 15 V in kan liggen (in de auto is dit de accu). Deze voedingsspanning wordt ontstoord door R49 en C30. Met R50 en R51 wordt een instelspanning gemaakt voor de op-amps en T1,2, deze bedraagt ongeveer de halve voedingsspanning. C31 zorgt voor de ontstoring van deze spanning. De weerstanden die we in figuur 2 en 4 met R aangegeven hebben worden hier gevormd door R41,42 en R43,44. R_z is de weerstand van 680 of 560 ohm bij de gyrator. Als we met deze waarden de maximale verzwakking en versterking uitrekenen, komt er een hogere waarde uit. Voor R_z moeten we echter een hogere waarde nemen

omdat de uitgangsimpedantie van de op-amp ook een rol speelt. R_z wordt dan ongeveer 1 k ohm. Met deze waarde komen we wel op een versterking van 5x en een verzwakking van 1/5 x.

De bouw

We kunnen de equalizer in de auto of thuis gebruiken. Het enige verschil tussen deze toepassingen is dat we bij gebruik thuis de weerstanden R33,34 niet monteren en bij gebruik in de auto wel. In figuur 7 is de print lay-out getekend en in figuur B de onder-

delen- opstelling. Het eerst monteren we weerstanden en condensatoren. Voor C11,12 en C13,14 gebruiken we tantalium condensatoren, deze zijn nauwkeuriger dan gewone elco's en dat is hier belangrijk omdat ze het frequentiebereik bepalen. Vergeet niet de drie draadbruggen op de print te monteren. De drie IC's kunnen zonder voetjes op de print gesoldeerd worden. Deze voetjes zijn vaak de oorzaak van storingen door slecht contact of door overspraak. Vooral in een trillende omgeving zoals de auto, komt het maar al te vaak voor. Als



— bouwontwerp —

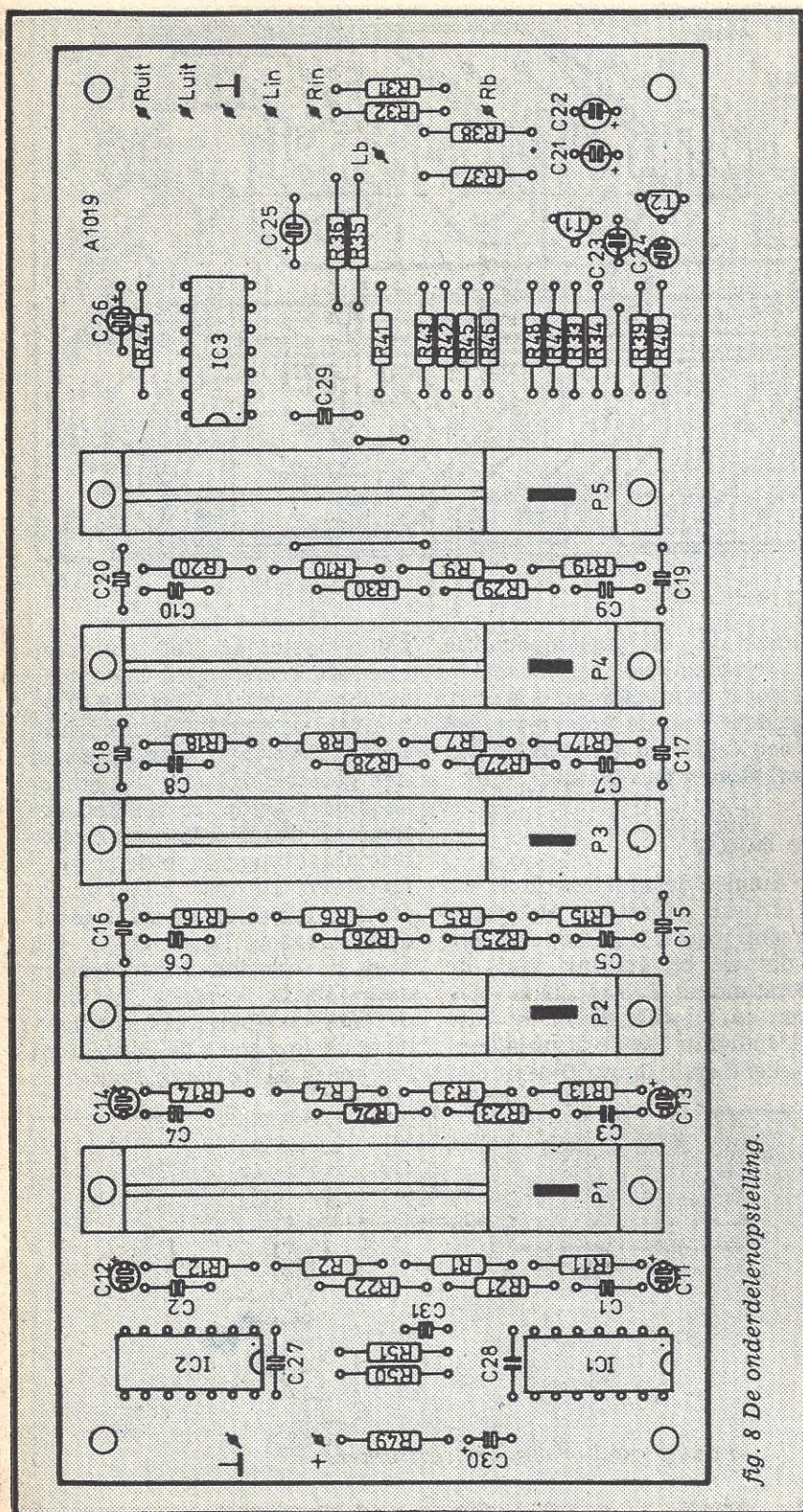


fig. 8 De onderdelenopstelling.

laatste monteren we de schuifpotmeters, als men de goede type's van bijv. radiohm heeft dan passen ze meteen op de print, wat een hoop bedrading scheelt. Met aansluitlipjes maken we de verbindingen naar de print, afhankelijk van de volgende twee toepassingen.

Inbouw in de auto met power booster.

Een fraaie uitbreiding van de muziekinstallatie in de auto. Met de stereo booster uit ABC 81/9 komen de klankregel-eigenschappen van de equalizer volledig tot hun recht. Op de stereo booster worden voor R1,2 draadbruggen gemonteerd. R3 en R4 worden niet gemonteerd, deze plaatsen blijven open op de print. De booster versterkt nu ongeveer 60x wat nodig is voor de juiste werking van de equalizer. In figuur 9 is getekend hoe de power-booster (A1037) en de equalizer aangesloten worden. Op Rin en Lin komen de (luidspreker) uitgangen van de auto-radio of cassette-speler. Als de verbindingen langer worden dan ca. 10 cm., kan men beter afgeschermd snoer gebruiken voor de verbindingen. Let goed op hoe de afscherming van de snoeren verbonden wordt. De afscherming wordt bijv. niet met de massa van de luidspreker uitgangen verbonden. In figuur 9 is een bypass-schakelaar getekend. Met deze schakelaar in de bypass stand wordt de equalizer overgeslagen, deze schakelaar kan men ook weg laten. De uitgangen Lb en Rb gebruiken we niet en Ru en Lu gaan direkt naar de ingangen van de power-booster. De schakelingen worden alleen bij de power-booster met de massa van de auto verbonden. In de plus kan men een smoorspoel van ca. 1 mH (4A) opnemen als men last heeft van storing. Een elco van 1000 micro F (16V) is dan ook nodig. Het is

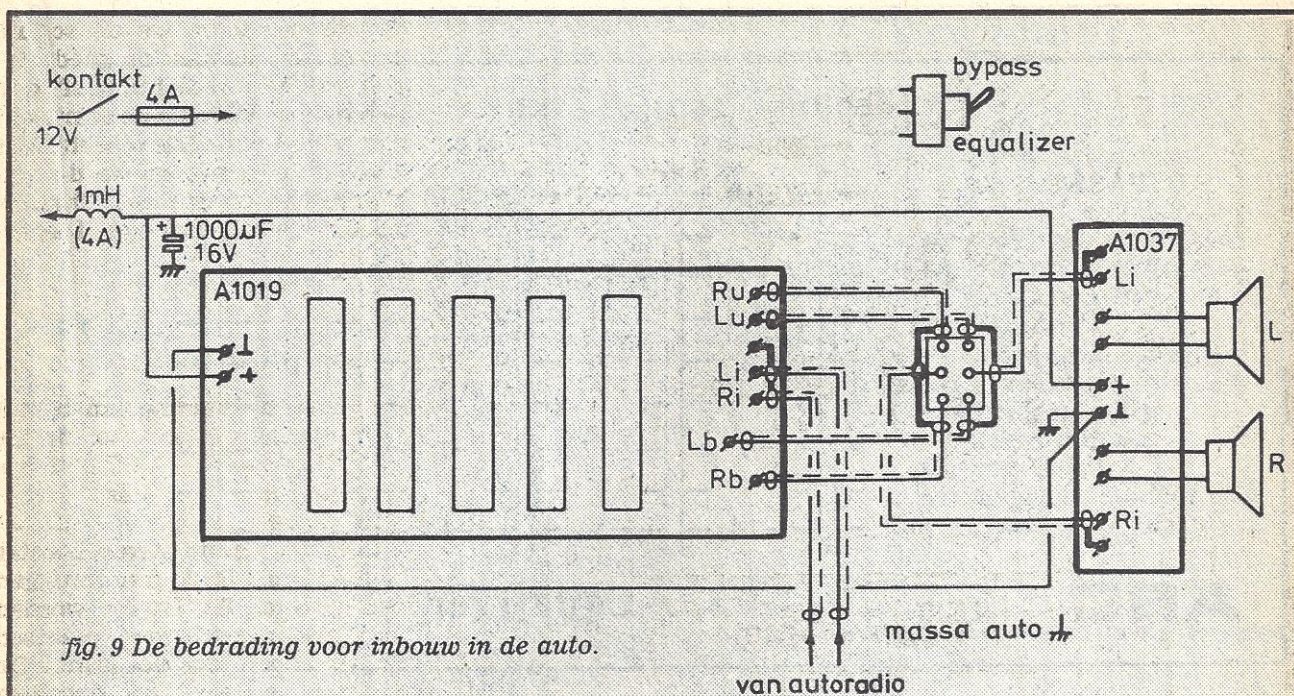


fig. 9 De bedrading voor inbouw in de auto.

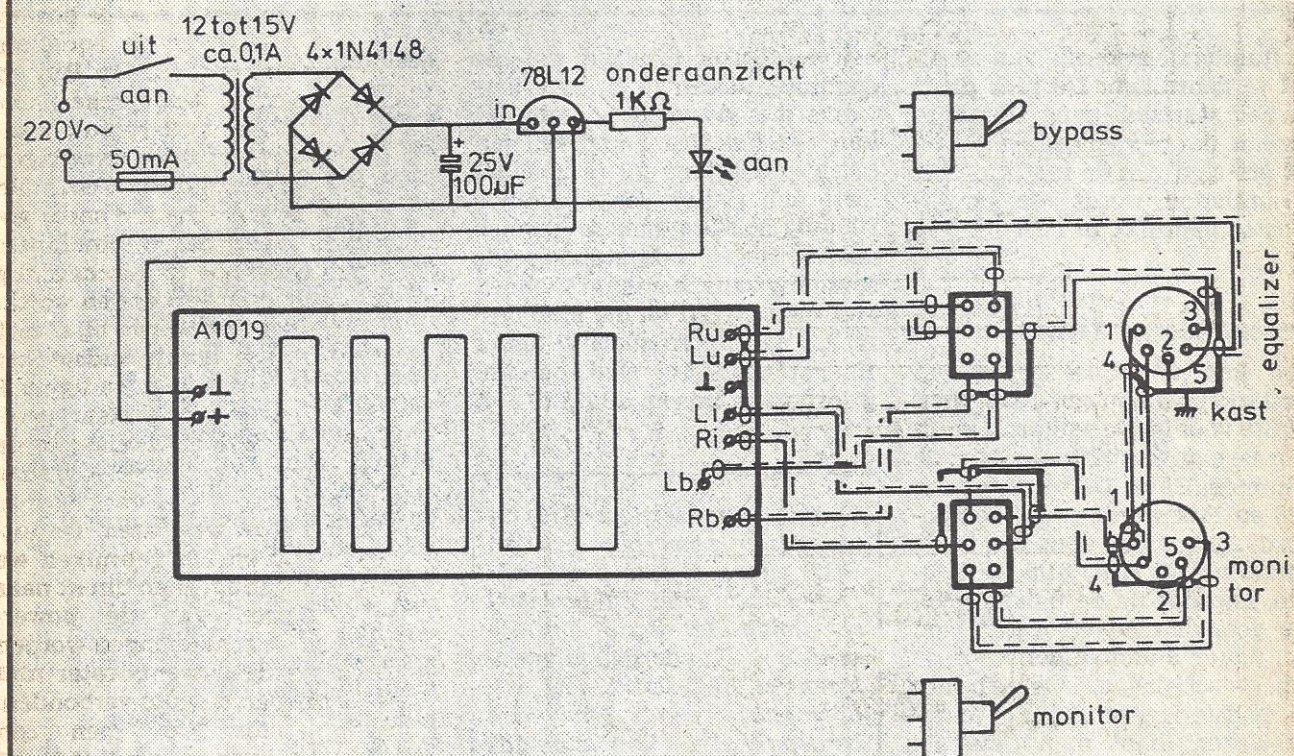


fig. 10. De bedrading voor aansluiting op de monitor van een versterker.

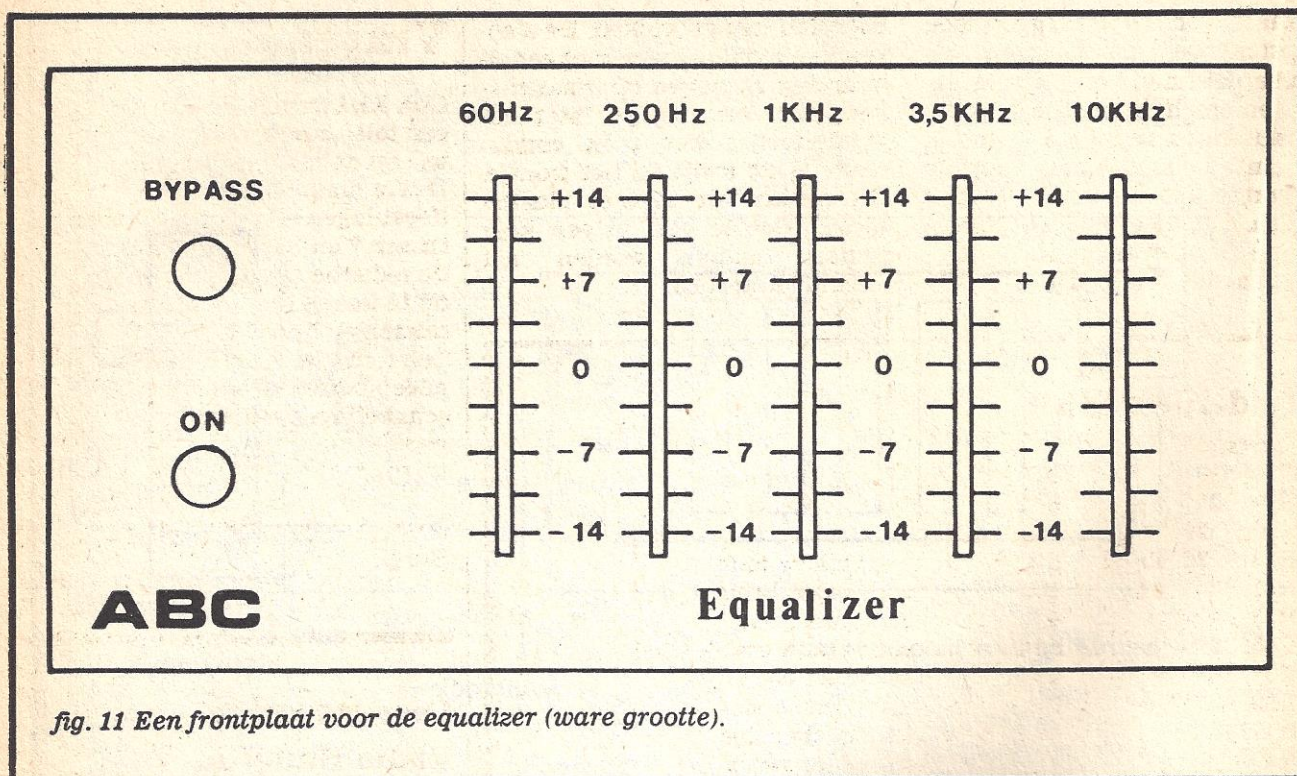


fig. 11 Een frontplaat voor de equalizer (ware grootte).

verstandig de zekering van 4A altijd te gebruiken. De plus dient na het startslot aangesloten te worden, om te voorkomen dat na het afzetten van de motor de accu ontladen wordt (de powerbooster gebruikt in rust ca 0.15 A).

De equalizer thuis

Men kan de equalizer in een versterker inbouwen als daar ruimte voor is. De equalizer komt voor de eindversterker na bijv. de volumeregelaar. De weerstanden R33 en R34 worden niet gemonteerd. Als men de equalizer in de versterker uit ABC 81/5 wil bouwen, kan dat na de balans regelaar voor de eindversterker. Men kan figuur 9 aanhouden voor de bypass-schakelaar. Als men hier de booster gebruikt als eindversterker, dient men deze als eindversterker te bestukken, zie ook de beschrijving van de powerbooster als eindversterker. In

een versterker is altijd wel een spanning tussen 10 en 15 V aanwezig die als voeding gebruikt kan worden. De equalizer verbruikt hoogstens 20 mA, zodat men zich weinig zorgen om de voeding hoeft te maken. Als men alleen een ongestabiliseerde spanning van meer dan 15 V heeft kan men er een kleine stabilisator op aansluiten zoals in figuur 10 getekend is. De spanning wordt op de 'in' van de 78L12 aan-

Van de Equalizer (set 1019) en de stereo powerbooster (set 1037) zijn complete bouwpakketten met print en bouwbeschrijving te koop bij de meeste onderdelenhandelaars in Nederland. Het is overigens raadzaam een bouw pakket te kopen omdat de juiste schuifpotmeters niet overal los te koop zijn.

gesloten. Deze hoeft niet gekoeld te worden. Als er plaats in de versterker is of men wil de equalizer liever apart hebben, dan kan men het aansluitschema uit figuur 10 gebruiken. De versterker dient dan wel een echte monitoraansluiting te hebben. Met „echt” wordt bedoeld dat de monitor-uitgang even groot is als het signaal van monitor in. De monitoraansluiting van de versterker wordt met de DIN plug „equalizer” verbonden met behulp van een 5-aderig DIN snoertje. De monitor-plug op de equalizer dient nu als nieuwe monitor aansluiting voor bijv. de bandrecorder. De pluggen zijn van soldeerzijde getekend. Let ook hier op de aansluiting van de afschermingen. De (metalen) kast wordt alleen bij de equalizer-plug met de massa van de schakeling verbonden. Men kan de bypass schakelaar eventueel weer weglaten. Lb en Rb worden dan niet aangesloten. Men kan

— bouwontwerp —

inplaats van DIN pluggen ook tulpstekertjes en pluggen gebruiken. Pennen 1 en 4 zijn de linker en rechter monitor „uit” aansluitingen en 3 en 5 de monitor „in” aansluitingen. Voor de afwerking kan figuur 11 van pas komen. Dit idee voor een frontplaatje is op ware grootte afgebeeld zodat men het ook als

boorplan kan gebruiken. De sleuven kan men uitzagen met een figuurzaag en netjes op maat maken met een vijltje. Met afwrijflettertjes kan men verklaarde tekst kwijt op het frontje. Dit dekken we af met plastic-spray. Niet te veel in een keer spuiten anders worden het „afdrijf” lettertjes.

Onderdelenlijst:

weerstand:

R1t/m10, 41, 42	100 k ohm bruin zwart geel
R11, 12	680 ohm blauw grijs bruin
R13t/m20	560 ohm groen blauw bruin
R21t/m30, 45, 46	5,6 k ohm groen blauw rood
R31, 32	100 ohm bruin zwart bruin
R33, 34 ★)	4,7 ohm geel violet goud
R35, 36	56 k ohm groen blauw oranje
R37, 38	4,7 k ohm geel violet rood
R39, 40, 43, 44	3,9 k ohm oranje wit rood
R47, 48	47 k ohm geel violet oranje
R49	47 ohm geel violet zwart
R50, 51	10 k ohm bruin zwart oranje

alle weerstanden 1/4 W.

★)alleen monteren bij gebruik in de auto.

condensatoren:

C1, 2	22 nF MKM
C3, 4	6,8 nF MKM
C5, 6	2,2 nF MKM
C7, 8	560 pF
C9, 10	180 pF
C11, 12	4,7 micro F 16 V, tantaal elco
C13, 14	1 micro F 16 V, tantaal elco
C21, 22	1 micro F 16 V, elco
C15, 16	220 nF MKM
C17, 18	68 nF MKM
C19, 20	22 nF MKM
C23, 24, 25, 26, 31	10 micro F 16 V, elco
C30	100 micro F 16 V, elco
C27, 28, 29	100 nF

diversen:

T1, 2	BC547B
IC1, 2, 3	CA324
P1, 2, 3, 4, 5	5 k ohm, stereo schuifpot, lineair, 4 cm schuif weg, printmontage.

9 printsoldeer ogen.

print A1019

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.

Deze maand in Radio Bulletin

VERON-zender PAØAA 20 jaar in Sassenheim
Rectificatie
Autoradio-IC's. Deel 3
Compacte eierwekker ontworpen met TI-59
Industrieel nieuws
Postfading voor Revox A77
Antenne met afstandbediening
Teleradio's in opmars
Omschakelbare uitlezing voor de UAA170
Voor u gelezen
De „gelukkige inzenders” van RB's jubileum-enquête
Automatische dia-overvloeier
Audionieuws
Aktiviteitenrevue
Aktief filter voor faselineaire weergevers
Frequentiewijzer
Telefonie. Honderd jaar in Nederland
Microgebeuren
Grafisch display. Monitor voor de KIM
ASCII-monitor. Universeel voor 1802. Deel 3
Telefoonklapper met automatisch toetsenbord. Deel 2
Labbus. Modulair computersysteem
VLSI-chip van 32 bits

— **bouwontwerp** —

**200 m²
DUMPVERKOOP!**
ELKE ZATERDAG van 10.30-15.30 uur.

adres: **Meek it elektronica.**
Industrieterrein Houtwijk,
Dekkershoek 27
Den Haag- (Loosduinen).

FM 12

nieuw

- ★ 12 Watt uitgangsvermogen
- ★ ingebouwde powerindicatie
- ★ 75 uS pre-emphasis netwerk
- ★ gestabiliseerde oscillator
- ★ afstembereik 90-105 MHz
- ★ frequentie fijnregeling
- ★ mogelijkheid tot vermogensbeperking



Printjoenit-printen.

CB 5

5 Watt inbouw linear
voor MARC-bakken

29.50

19.90

CB 2

idem 2 Watt

M 66

ombouwprint voor
MARC-66 kanalen

69.50

249.-

PRINTJOENIT
3 meter sensatie
Stereo P.L.L. f.m. zender -
studio kwaliteit

NIEUW

Techn. gegevens
voeding - 12 volt
stroomverbruik - 1 Amp.
R.F. zendvermogen - 3-5 watt
Spurious signals (Harm) Beter dan
-50 dB
Kanaalscheiding - beter dan 40 db.
stabiliteit 200Hz.

Slechts enkele stuks

Totaal

± 200 componenten waarvan
Dioden 2
Torren 4
Fets 2
Dual fet 1
I.C. 8
Kristal 2

en natuurlijk getest en afgeregeld.

595.- in kast

P.S. Wilt u de door U gewenste frequentie opgeven bij uw bestelling?
Afstemgebied ± 2 mhz.

Binnenkort leverbaar:
Printjoenit HYCOM Set

Op Eurokaart mono Hycomprint

165.00
69.50

**Stereo-set
aanbieding**

375.-

PRINTJOENIT
prof. kristalgestuurde
stereo coder
met pre-emphaas..... 125.-



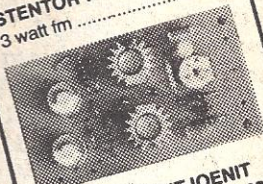
PRINTJOENIT
SUPERSTENTOR



STENTOR PRINTJOENIT
5 watt fm
de enige echte 55.-



STENTOR PRINTJOENIT
3 watt fm 29.50



Super fm PRINTJOENIT
babyfoon 29.50



Postorders: ★ Tel. 070-295624

★ Postbus: 53197-Den Haag

★ Giro: 4354087

★ Verzendkosten: 5.-

★ Trafo verzendkosten betaalt u bij ontvangst

mi

meek it elektronica

Verkoop:

elke zaterdag van

10.30-16.00 uur. 16

Noortheysstraat

Voorschoten,

tel. 01717-6444.

Winkel

JAN GORIS

verkoop:

★ Binnenwatersloot 18a

★ Tel. 015-130489

★ Delft

Postorders uitsluitend 070-295624

Experimenten met de analoge trainer - 1

Jos Verstraten

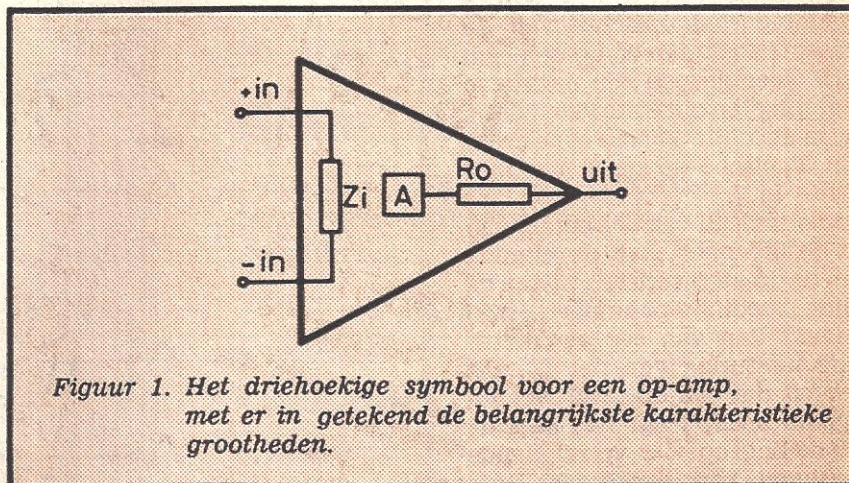
Wat is een op-amp?

Overbodige vraag, misschien, maar een serie zoals deze hoort nu eenmaal met het antwoord op deze vraag te starten. En, wie weet, misschien steekt u er toch nog iets van op. Een operationele versterker is een geïntegreerde schakeling, opgebouwd uit weerstanden, dioden, transistoren en soms één condensatortje, die door haar interne structuur ideaal is voor het versterken van spanningen.

Naast de noodzakelijke voedingsaansluitingen en enige hulpaansluitingen heeft een op-amp steeds twee ingangen en een uitgang. Eén ingang noemt men de niet-inverterende of positieve, de andere is de inverterende of negatieve ingang. Een op-amp is in wezen een verschilversterker: hij versterkt het spanningsverschil dat optreedt tussen zijn beide ingangen. Zo'n schakeling wordt gekenmerkt door een aantal eigenschappen, die schematisch voorgesteld worden in figuur 1.

In de eerste plaats de versterkingsfactor A , een waarde die aanduidt hoe vaak de op-amp het spanningsverschil tussen beide ingangen versterkt. De waarde van die versterkingsfactor van de op-amp zelf (die men dan ook vaak de open-lus versterkingsfactor noemt, dus de versterking zonder beïnvloeding van schakelingen rond het IC) is zeer groot. Hoe groter, hoe beter en vandaar dat er op-amps in de handel zijn die liefst een half miljoen maal versterken! Een „normale” op-amp, zoals de 741, is wat bescheidener: zijn open-lus versterking ligt rond de 200.000.

Dat is een onvoorstelbaar grote waarde: een spanningsverschil



Figuur 1. Het driehoekige symbool voor een op-amp, met er in getekend de belangrijkste karakteristieke grootheden.

van 1 mV tussen de ingangen zou theoretisch tot een uitgangsspanning van 200 V leiden, als de opamp dergelijke spanningen zou kunnen opwekken! In de praktijk zal men dan ook meestal maatregelen moeten treffen, om de versterking van de schakeling aan banden te leggen.

De tweede belangrijke grootheid is deingangsimpedantie, in de figuur voorgesteld door Z_i . Dat is de schijnbare weerstand, die men tussen de beide ingangen aanwezig acht. Het heeft geen zin een ohmmeter aan te sluiten, de genoemde grootheid is wel aanwezig, maar niet met een dergelijke methode te meten.

Z_i is dan ook niet onder de vorm van één weerstandje in het IC aanwezig, maar is het resultaat van de werking van de ingangstrap van de schakeling. Deingangsimpedantie bepaalt wel de „last”, die voorgaande schakelingen van het IC ondervinden. Is Z_i laag, dan zal het IC een grote stroom trekken uit de voorgaande schakeling, wat natuurlijk niet zo ideaal is. Vandaar dat ook deze eigenschap van op-amps zo groot mogelijk moet zijn. Tegenvoor-

dig maakt men operationele versterkers, met een Z_i van 1500 M-ohm! Dat zijn de zogenaamde BiMOS versterkers, opgebouwd met FET's aan de ingang. De 741 is ook hier vrij bescheiden: deingangsimpedantie is „slechts” 2 M-ohm.

Een laatste belangrijke eigenschap is de uitgangsweerstand R_o . Ook dit is een schijnbare weerstand, niet als dusdanig aanwezig, maar zich uitend als de uitgang van het IC wordt belast. Deze belasting (bijvoorbeeld een volgende trap) vraagt stroom van de op-amp, en het gevolg is dat over de R_o een spanning valt. De uitgangsspanning van de op-amp daalt. Hoe lager de uitgangsweerstand, hoe kleiner de spanningsdaling en hoe minder problemen er kunnen ontstaan. Vandaar de eis, dat R_o zo laag mogelijk moet zijn. Voor de 741 geldt een waarde van 75 ohm.

Samengevat kunnen we stellen, dat een operationele versterker wordt bepaald door zijn versterkingsfactor, die zo groot mogelijk moet zijn, zijningangsimpedantie, die ook zo hoog mogelijk

moet zijn en zijn uitgangsweerstand R_o , zo laag mogelijk.

De sturing van een op-amp

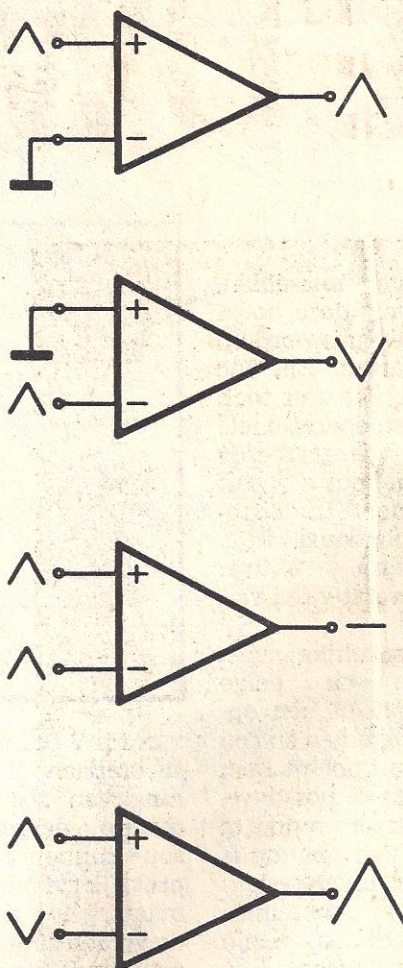
Meestal wordt een op-amp symmetrisch gevoed. Dat wil zeggen dat we op de positieve voedingsaansluiting een positieve spanning (ten opzichte van de massa) aansluiten en op de negatieve voedingspen een negatieve spanning ten opzichte van massa, die in absolute waarde even groot zijn. Typische waarden: ± 12 V of ± 15 V.

Onder invloed van de spanningen op de ingangen, kan de uitgang van de op-amp variëren tussen de beide voedingspanningen, men spreekt dan van een symmetrische uitsturing van het IC. Uit het feit dat een op-amp twee ingangen heeft, volgt dat men de schakeling op vier verschillende manieren kan aansturen. Deze zijn getekend in figuur 2.

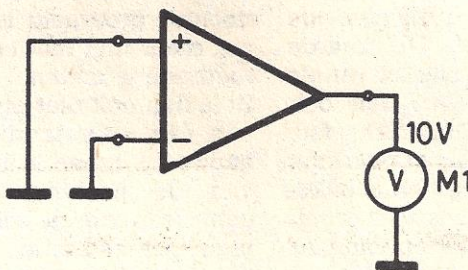
Als de negatieve ingang met de massa wordt verbonden en het te versterken signaal aan de positieve ingang wordt aangeboden, dan zal de uitgang in fase met de ingangsspanning variëren. Als de ingangsspanning stijgt, dan zal ook de uitgangsspanning stijgen. Legt men de positieve ingang aan de massa en voert men het ingangssignaal toe aan de negatieve ingang, dan zal de uitgangsspanning in tegenfase zijn met de ingang. Stijgt de ingangsspanning, dan zal de uitgangsspanning dalen.

Een derde sturing gaat uit van de gelijke spanningen op beide ingangen. Omdat de op-amp een verschilversterker is en er in dat geval geen spanningsverschil tussen beide ingangen bestaat, zal de uitgang geen signaal leveren.

De vierde sturing gaat uit van tegengestelde signalen op beide ingangen. Als de spanning op de positieve ingang stijgt, dan zal tegelijkertijd de spanning op de negatieve ingang dalen. Het spanningsverschil tussen de ingangen is dan steeds maximaal, en zo zal het ook gesteld zijn met de uit-



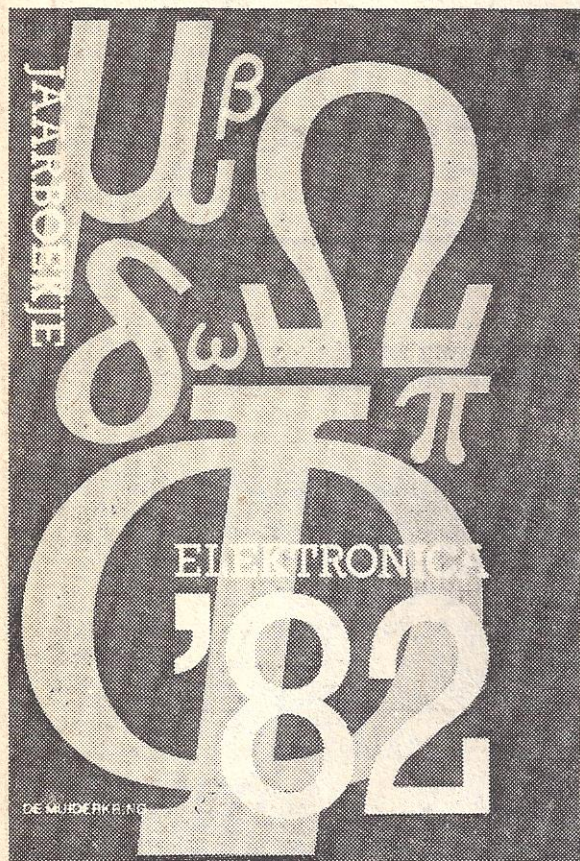
Figuur 2. Vier verschillende sturingsmogelijkheden van opamps zijn hier aangegeven.



Figuur 3. Een experimentje, waarmee we kunnen kijken of de schakeling inderdaad nul volt op de uitgang levert, als er geen verschilspanning tussen de beide ingangen staat.

NIEUW

De 35ste editie is uit!



jaarboekje

ELEKTRONICA '82

ruim 200 pagina's interessante informatie 'om steeds bij de hand te hebben'.

Een greep uit de inhoud:

- agenda
- beursdata
- schakelingen
- computerinformatie
- teletekst
- tabellen en overzichten etc.

bestelnummer 017-801
ISBN 90 6082 217 X

prijs f 10.-

porto f 2.10

Verkrijgbaar bij de boekhandel, radiohandel en kiosken.

(Indien niet verkrijgbaar, belt u even De Muiderkring.)

Uitgeverij De Muiderkring B.V.

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



gangsspanning. Uiteraard zijn de getekende schakelingen zeer sterke vereenvoudigingen: zou men de op-amp zo gebruiken, dan zou door de grote versterkingsfactor van het IC de uitgang bij het geringste spanningsverschil tussen de ingangen vastlopen tegen een van de voedingsspanningen.

Praktische versterkerschakelingen met operationele versterkers zijn alleen mogelijk door het inlassen van tegenkoppelingen. Door weerstanden tussen de uitgang en de negatieve ingang kan men de A van de op-amp terugbrengen tot bruikbare waarden.

Het eerste experiment

In de vorige paragraaf stelden we dat een op-amp niet versterkt, als beide ingangen dezelfde spanning voeren. Dat kunnen we even uitproberen op de trainer, door bijvoorbeeld beide ingangen met de massa te verbinden. Het schema van dit schakelingetje is getekend in figuur 3, de bedrading van het experimenteerprintje volgt uit figuur 4. Tussen de soldeerlipjes A, F, D, H en I worden draadjes gesoldeerd, de ingangen 1 en 4 gaan naar de massaansluitingen. Een van de drie meters wordt aangesloten op uitgang 5, de meterschakelaar staat op „10 V”.

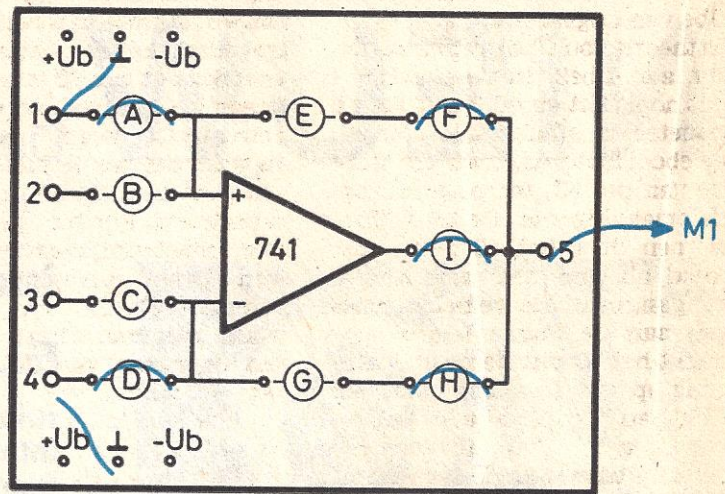
Als we nu de trainer inschakelen, stellen we vast dat de naald van de meter in de hoek vliegt. De uitgangsspanning van de schakeling is niet nul, zoals het zou horen, maar ongeveer + 10 V of - 8 V.

Hoe kan dat?

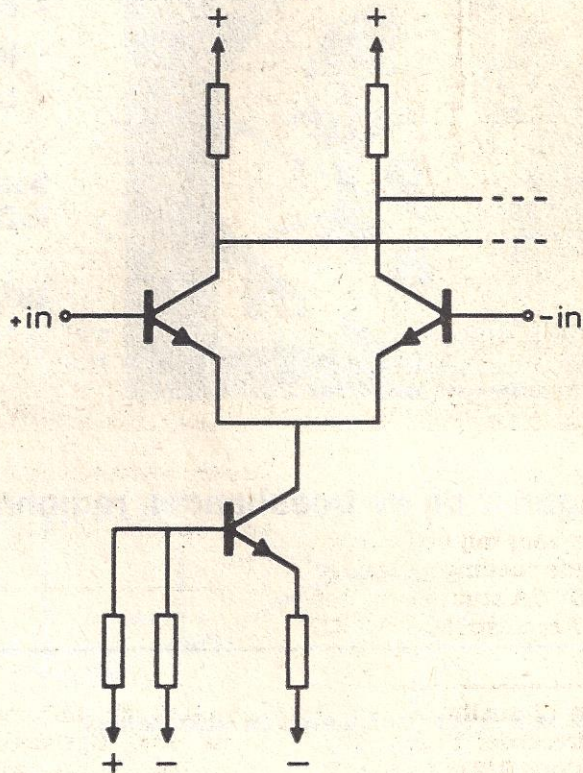
Een slechte eigenschap van operationele versterkers speelt ons parten: de offset.

Wat is dat?

Kijk even naar figuur 5, een eenvoudige voorstelling van de ingangstrap van een op-amp. Twee transistoren T1 en T2 zijn geschakeld als verschilversterker, dus met gemeenschappelijke emitteraansluiting. De basis van de ene vormt de positieve ingang van de op-amp, de basis van de andere de negatieve ingang. Beide transistoren geleiden, dus tus-



Figuur 4. De aanpassing van de experimenteerprint voor het eerste experiment.



Figuur 5. Uit dit fundamentele schema van de ingangstrap van een op-amp volgt de verklaring van het offset-verschijnsel.

sen de basis en de emitter staat de normale geleidingsspanning Ube van ongeveer 0,7 V.

In theorie zou Ube1 gelijk moeten zijn aan Ube2. In de praktijk is dat nooit het geval, want die parameter is afhankelijk van een heleboel factoren, zoals constructie van het IC, temperatuur van de omgeving, etc. De twee Ube's worden door het IC geïnterpreteerd als een deel van het ingangssignaal. Als we beide ingangen aan de massa leggen, dan denkt het IC dat de positieve ingang op een spanning staat van Ube1 en de negatieve op een spanning van Ube2. Het geringste verschil tussen beide grootheden wordt 200.000 maal versterkt en leidt tot het volledig positief of

negatief uitsturen van de schakeling. Vandaar de + 10 V of - 8 V aan de uitgang van het IC.

De offset is zeer ongewenst en vandaar dat alle IC enige aansluitingen hebben, waarop een instelpotmetertje wordt aangesloten en waarmee we de offset kunnen compenseren. Op de rand van de experimenteerprint hebben we zo'n offsetcompensatie opgenomen. Draai voorzichtig aan dit potentiometertje. Op een bepaald moment vliegt de naald van de meter van de ene hoek van de schaal naar de andere. Dat punt is de goede instelling van de offsetcompensatie. Het is het overgangspunt van een positieve offset naar een negatieve. Dat we de uitgang van het IC niet

op nul kunnen regelen is logisch. Zelfs een rest-offset van een fractie van een millivolt wordt 200.000 maal versterkt en stuurt de uitgang van de schakeling naar een van de voedingsspanningen.

Besluit

Een operationele versterker is een zeer goede versterker. Deze eigenschappen hebben wel als nadeel dat men met de „naakte” schakeling niet zo veel kan doen. In vrijwel alle gevallen zal men door het opnemen van weerstandsnetwerken tussen de in- en uitgangen de op-amp moeten dwingen dat te doen wat we ervan verwachten.

ABC-tjes

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

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

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

ABC'tjes gevraagd

Wie heeft er voor mij een schema van een goede voeding (getest) regelbaar 0-30V 2A stuur naar: Rob Roeleveld, Acaciastr. 92, 2565 KD Den Haag.

Vier sporen (2 snelheden $9\frac{1}{2}$ + 4.75). Bandrecorder Philips type 4308 of Aristona 9123 of ander type met 2 snelheden, 4 sporen. Ook zoek ik oude radio's ± 1930-1940 en oude meetapparaten J. Reurink, Zuiderzeestraatweg 196, 8096 CG Oldebroek, tel.: 05253-1260.

Bouwschema van een eenvoudige 2-meter ontvanger R. v. Stokkom, Kerkstr. 29, 4141 AT Leerdam.

ABC'tjes aangeboden

Compleet 27 MC basisstation, Major 4000 Basisbak, Antenne GPA 5/8, kabel voor slechts f 400,-, tel.: 08343-708 (E)

Siemens comm. ontv. Funk 745 E 301, 1,5-30 MHz, 7 banden, 220 V., f 495,-, G. Verhoef, Emmastraat 113, Pijnacker, tel.: 01736-3534.

J.V.C. Radio cass.recorder type RC 250 ± 6 mnd. oud f 110,-. Tel.: 010-187217, na 18.00 uur (K)

FM-zender, 5 traps (bly 87A-8W) in zware behuizing, incl. Freq.regeling + Powerregeling + relais + koelblok prijs f 200,-. Tel.: 02510-36256. (S)

Apple 2 plus 48k disk. dr. epson mx80 + interf. + disk + prog's (2 mnd. oud) prijsopg. box 72 3000 AB Rotterdam, dhr. Bayer.

Heathkit 0-12 scoop 5 mc i.z.g.st. f 285,- Heathkit vtvm im-13 i.z.g.st. f 135,- één koop f 400,-. Tel.: 03408-84782 (T).

Enkele M&J pneum. tijdrel. type VZP3 instelb. tot 2 min. in of uitsch. vertr. stuursp. 220V 50 Hz. schak. verm. 220V 3,5A via enkel pol. wissel. Tel.: 03408-84782.

1 Kleuren videorecorder IVC. 711P inclusief 6 banden en microfoon; 2 Philips mengversterkers EL 6415; 1 D.C. power supply + H.P. 0-1600 V -0,5 mA.; 1 memory oscilloscoop. J. Könings, Postbus 773, 6130 AT Sittard.

Gehoorapparaat,

bestemd voor zwaar gehorgestoorden, voor rond de vijftig gulden!

S. J. Hellings

Inleiding: De aanleiding tot dit ontwerp was de ontevredenheid met de huidige situatie op het gebied van de miniatuur gehoorapparaten: hoge prijzen (zo tussen de 500 en 1000 gld!), lastig inbrengen, slecht bedieningscomfort en, last but not least, zeer matige prestaties; dit, nog afgezien van de lange wachttijden bij de specialisten.

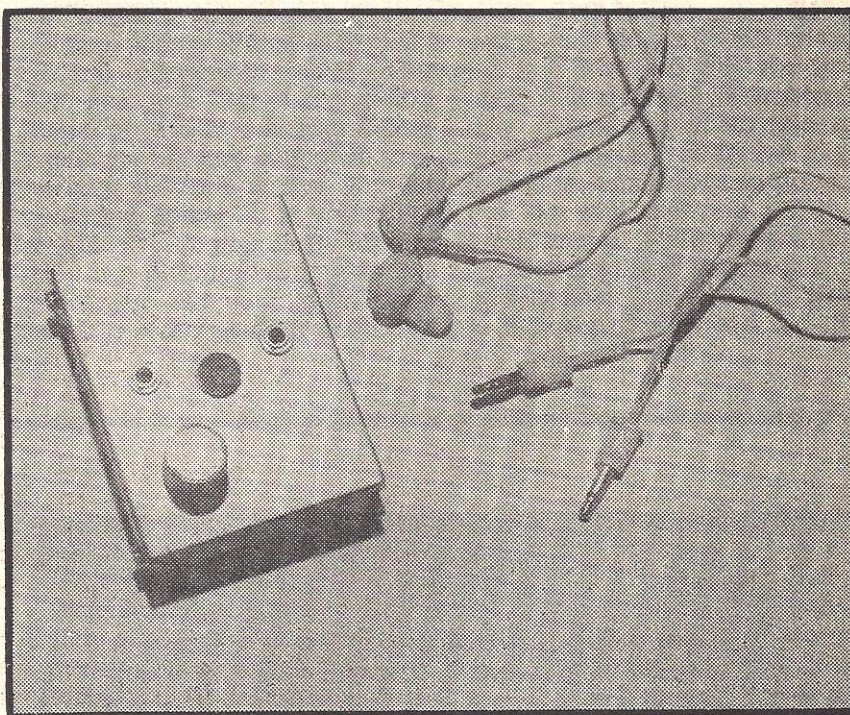
We hebben vrijwel allen de ontwikkeling van de gehoorapparatuur kunnen volgen; eerst waren er de aparte kastjes met de oorstukken, toen verdween het microfoon- en versterkerdeel achter het oor en nu gaat zowat alles in de gehoorgang; daartussen hebben we nog de fase van de hoorbrillen gehad, die echter niet zo bijster succesvol was.

Welhaast een ieder wordt in zijn familie of kennissenkring geconfronteerd met ouder wordende mensen en helaas, de ouderdom komt nog steeds met gebreken; niet één, maar meer gelijktijdig. Eén van de meest frequent optredende narigheden is de achteruitgang van het hoorvermogen, de ouderdomsdoofheid.

Deze ontstaat als regel door verkalking van de drie kleinste beentjes, die ons lichaam rijk is, nl. de gehoorbeentjes, hamer, aambeeld en stijgbeugel. Deze zorgen ervoor, dat de geluidstrillingen vanaf het trommelvlies naar het ovale venster worden overgebracht; bij toenemende verkalking gaat dit transport steeds slechter met als gevolg: doofheid.

De kenmerken van de ouderdomsdoofheid zijn:

a) Afname van de absolute oor gevoeligheid;



b) Afname van de hoogste frequentie, die nog waargenomen kan worden;

c) Afname van de gehoordynamiek doordat de „ruimte” tussen de gehoorgrens en de pijngrens steeds kleiner wordt;

d) Afname van het vermogen, meer gesprekken gelijktijdig te volgen, er treedt een soort „overspraak” in het oor op.

Uiteraard hebben de medische en de technische specialisten zich ook over dit probleem gebogen met als resultaat: fraaie apparaatjes, die vrijwel onzichtbaar achter het oor geborgen kunnen worden. Hierbij is in het bijzonder de nadruk op de esthetische kwaliteiten gelegd, waardoor de technische kwaliteiten helaas in

de verdrukking zijn gekomen. Voor oudere mensen spelen de esthetische overwegingen nog maar een zeer ondergeschikte rol; zij verlangen allereerst een gehoorapparaat, waarmee zij ook inderdaad kunnen horen. Hierbij moeten wij terdege rekening houden met de andere kwalen, die maar al te vaak de ouderdom bedreigen, zoals rheuma, artritis en meer van dit lieflijks; hierdoor worden de bewegingsmogelijkheden van de handen en vingers vaak sterk beperkt.

De fraaie, kostbare en haast onzichtbare apparaatjes zijn voor de wat oudere generatie volmaakt ongeschikt en wel om de volgende redenen:

a) Veel te geringe afstand tussen

— bouwontwerp —

microfoon en telefoon, waardoor bij een iets te hoge instelling van de volumeregelaar snel „rondzingen” optreedt.

b) Zeer kleine microfoon met een overeenkomstig gering opvangend vermogen.

c) Lastige bediening van volumeregelaar en aan/uit schakelaar; groot risico van batterijleeglopen bij niet-gebruik.

d) Lastig verwisselen van de batterij door veel te kleine afmetingen hiervan.

e) Zeer beperkte levensduur van de batterij bij veelvuldig gebruik.

f) Lastig aanbrengen van het gehele apparaat achter de oorschelp; ligt het telefoontje niet geheel goed in de gehoorgang, dan gaat het geheel direct fluiten.

g) Voor zwaar gehoorgestoorden is de bereikbare versterking te klein (door het gevaar van rondzingen) terwijl ook het beschikbare uitgangsvermogen te gering is.

Met het oog op deze waslijst werd van een geheel andere propositie uitgegaan, waarbij vooral de technische aspecten een grote rol speelden; tevens werd de geringere mobiliteit en de geringere tactiliteit van de oudere generatie in aanmerking genomen.

Afgezien van de esthetische aspecten hadden de oude kastjes vele voordelen: microfoon, versterker en batterijen konden veel forser uitgevoerd worden, versterking en vermogen konden aanzienlijk hoger gekozen worden en de opstelling kon veel gunstiger gekozen worden. Uiteindelijk dient de microfoon zo dicht mogelijk bij de spreker te zijn en zo ver mogelijk van de eigen stem; bij de huidige miniatuurtjes is dit precies andersom. Ook hier geldt de regel, dat aan de miniaturisatie grenzen gesteld worden; we worden nu eenmaal niet met kleinere oortjes en kleinere vingertjes geboren! Integendeel, zou men haast zeggen, ge-

zien de snelle groei van de gemiddelde lengte van de nieuwe generatie!

Bij de „echte” ouderdomsdoofheid gaat de gevoeligheid van beide oren min of meer gelijkmatig achteruit; toch wordt dan in vele gevallen met één gehoorapparaat volstaan (ook uit financiële overwegingen, vergoeding door Ziekenfondsen etc.) wat een bijzonder slechte oplossing is. De richtingsgevoeligheid van het oor gaat grotendeels verloren, de geluiden vloeien gemakkelijk samen, het hele klankbeeld wordt vervalst door timbre-verschil tussen de beide oren. Veel beter, maar ook veel kostbaarder is het aanbrengen van twee gehoorapparaten, die daarom ook twee maal bediend moeten worden, batterijen verwisselen, kortom alle ellende in duplo.

Gezien alle narigheid, die ik helaas van al te dichtbij moest aanschouwen, besloot ik radicaal de knoop door te hakken en een geheel aangepast ontwerp op te zetten. In de praktijk is gebleken, dat voor mensen, die bij de miniatuurtjes geen baat vonden, opeens weer een geheel nieuwe wereld openging en wel zodanig dat ze weer aan het normale maatschappelijke verkeer konden deelnemen. Daarbij worden de wat grotere afmetingen graag in de koop meegenomen.

De uitgangspunten waren:

a) De mogelijkheid de microfoon daar te plaatsen, waar deze thuishoort, nl. zo dicht mogelijk bij de spreker en zo ver mogelijk weg van de eigen stem;

b) Groot maximaal uitgangsvermogen; over een telefoon met $R = 7 \text{ Ohm}$ kan niet minder dan 700 mW worden ontwikkeld!

c) Grote versterking, waardoor grote gevoeligheid (versterking ca. 2000-voudig);

d) Klasse-B eindversterking, waardoor een geringe

leegloopstroom en lange levensduur van de batterij;

e) Grote, gemakkelijk verkrijgbare en goedkope batterij (9V clip-type);

f) Mogelijkheid van monaurale, binaurale en stereoweergave. Op ieder apparaat kunnen twee telefoons aangesloten worden voor „binauraal” horen, of er kunnen twee apparaten „in stereo” gebruikt worden. Dat geeft een enorme verbetering in onderscheidingsvermogen, terwijl met behulp van beide volumeregelaars aan de gehoor karakteristieken kan worden aangepast;

g) Gemakkelijke bediening van de volumeregeling en gemakkelijk batterijverwisseling;

h) Automatische uitschakeling van de batterij bij het verwijderen van de plug(gen).

i) Lange levensduur van de batterij, daar deze tot een spanning van 4V nog bruikbaar is. De levensduur van een batterij wordt nl. niet alleen bepaald door de afgenomen stroom, maar ook door de minimaal toelaatbare spanning.

k) Geringe prijs, zowel in aanmaak als in onderhoud.

l) Geheel afgeschermd tegen uitwendige velden;

m) Uitermate robuuste constructie, geheel „shockproof”.

Het ontwerp

In fig. 1 is het principe-schema van de schakeling afgebeeld:

Als microfoon wordt een condensator-microfoon met een ingebouwde FET-versterker toegepast; deze micro heeft een resonantie bij ca. 2,2 kHz, goed in overeenstemming met het maximum van de oorgevoeligheid. De FET-voeding moet terdege ontkoppeld worden teneinde terugwerking van de uitgang naar de micro te voorkomen; met dit probleem werd in het begin heel wat moeite ondervonden! De verster-

bouwontwerp

ker is in twee delen gesplitst, nl. in een voorversterker (IC 1, LM 358 (N)) en in een hoofdversterker (IC 2, LM 386 (N)); beide types IC zijn ontworpen om „tegen aarde” te kunnen werken. In het eerste IC wordt het signaal ca. 100x versterkt, welke versterking bepaald wordt door de tegenkoppeling van R_3/R_2 ; de condensator C_4 geeft de nodige tooncorrectie, waarbij nog een aanpassing aan het audiogram van het oor mogelijk is. Voor optimaal functioneren moeten de uitgang en de beide ingangen ongeveer op de halve batterijspanning ingesteld worden; hiervoor zorgt de combinatie R_5 - R_6 - R_4 . Dit is het beste te controleren aan de hand van symmetrisch „clipping” van IC1 bij oversturing; hieruit bleek voor R_6 de optimale waarde van 68 kOhm.

De uitgang van IC 1 wordt via C_6 en de potentiometer (sterkteregeelaar) P naar de ingang van de „eindversterker” IC 2 gevoerd; dit is een klasse-B versterker met een geringe ruststroom, zeer gunstig voor de levensduur van de batterij en de portemonnaie van de gebruiker. Uitwendige tegenkoppeling wordt aangebracht door R_8 - R_7 . De tegenkoppeling wordt achter de scheidingscondensator C_9 afgenomen, waardoor de waarde van C_9 met het oog op de lagere frequenties, beperkt gehouden kon worden. De „inwendige” tegenkoppeling, die hier ongewenst is, wordt via C_7 kortgesloten.

Direkt aan de uitgang is het stabilisatienetwerk R_9 - C_8 aangebracht; deze combinatie is zo gekozen, dat in combinatie met een dynamisch oortelefoontje met een weerstand van 7 Ohm en een zelfinductie van $47 \mu\text{H}$ een constante uitgangsimpedantie wordt verkregen (Boucherot-netwerk). De gehele schakeling is zo effectief, dat de uitgangsspanning vrijwel niet varieert door het al dan niet aansluiten van de be-

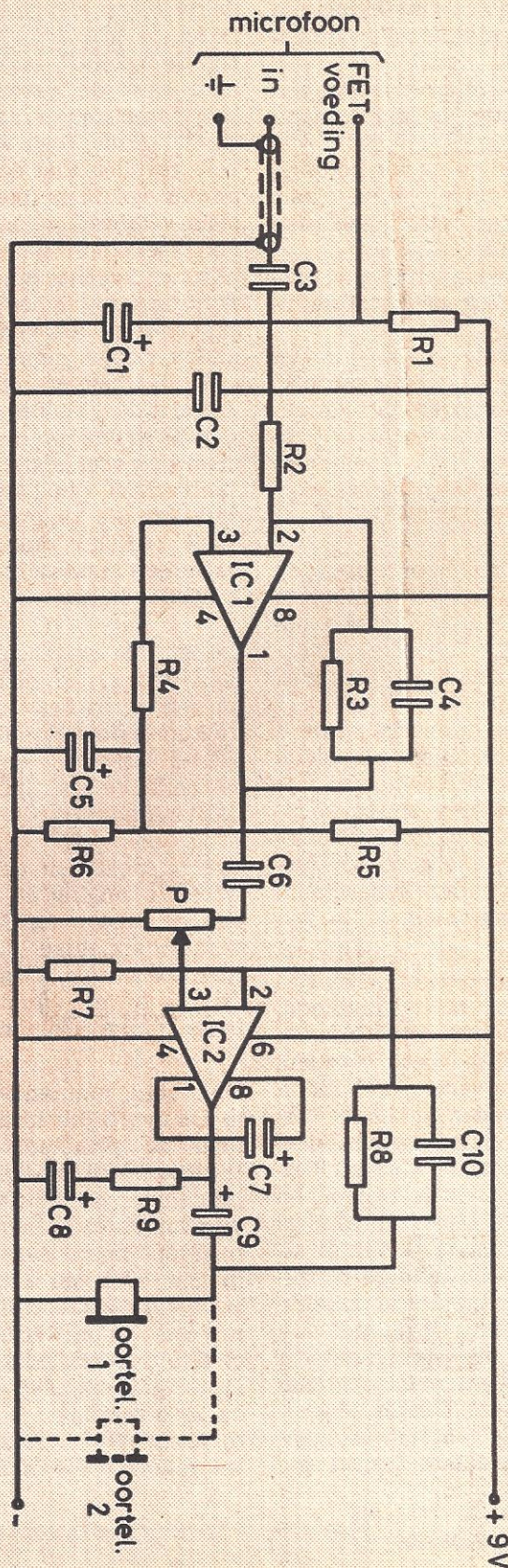
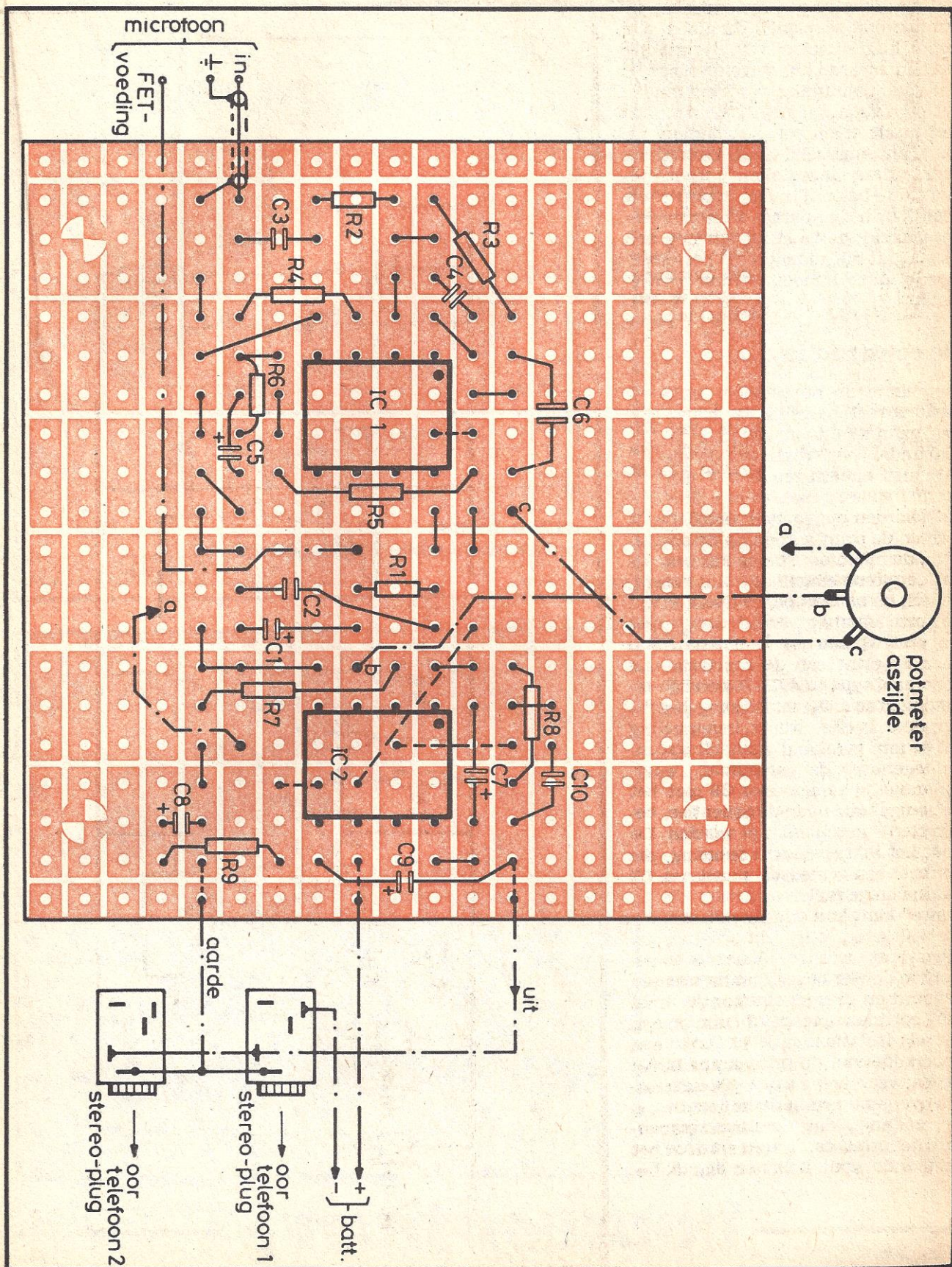


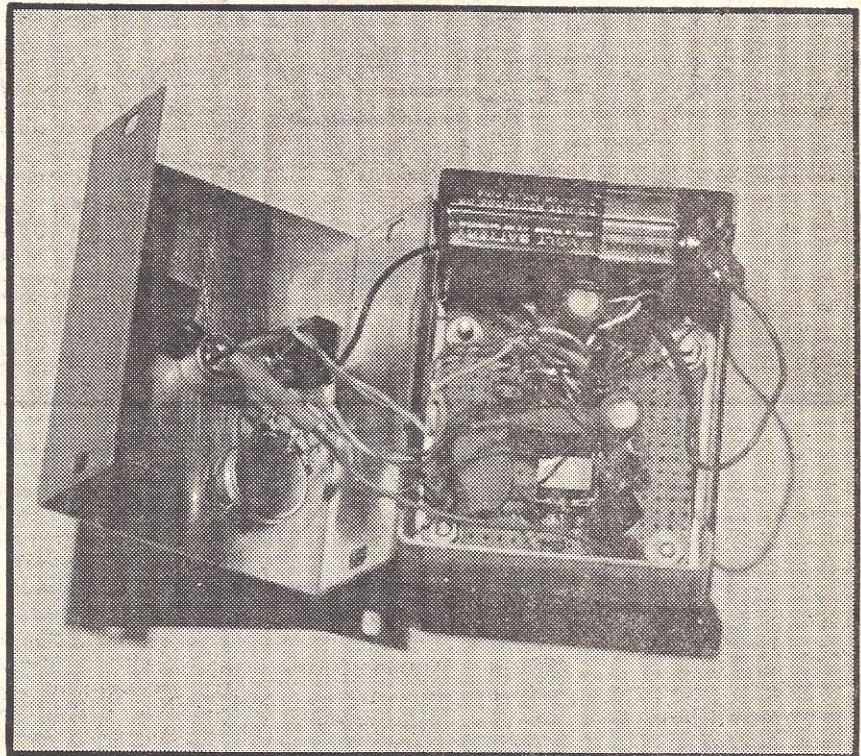
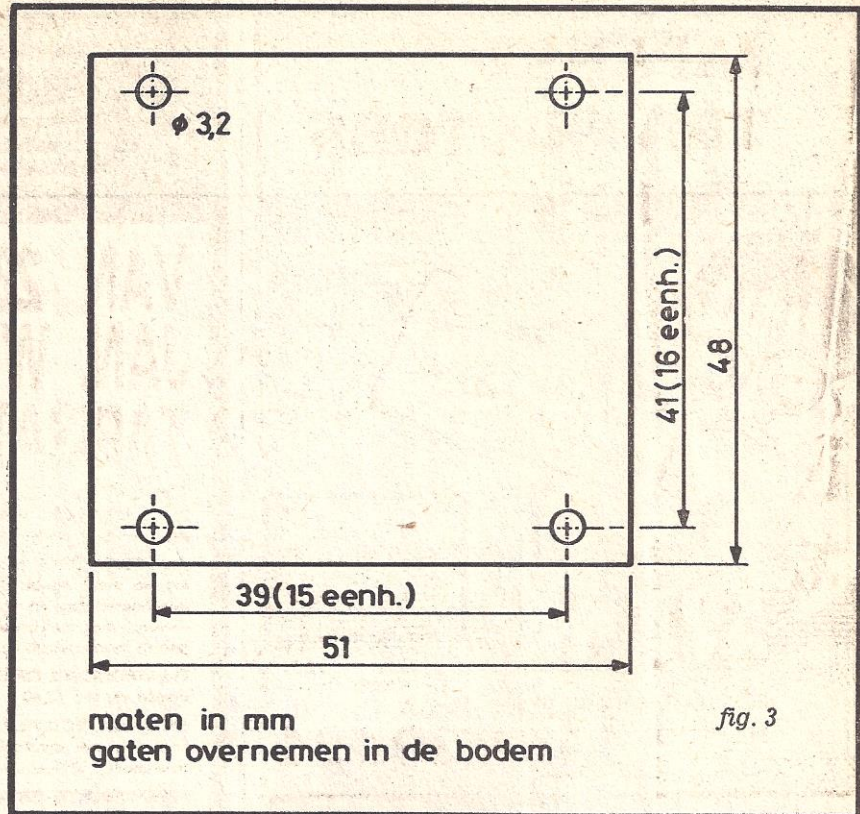
fig. 1



lasting. Behalve een dynamische kunnen ook zeer goed de (goedkope) kristaltelefoons toegepast worden; hiervan kunnen er gerust twee aan de uitgang worden aangesloten voor „binauraal” horen. Het inschakelen van de voeding gaat „automatisch” via de plug 1; zodra deze ingestoken wordt, gaat de -batterij naar „aarde”, waardoor het apparaat wordt ingeschakeld; de 2e klink schakelt niet, zodat bij „monauraal” horen steeds klink 1 moet worden gebruikt.

De constructie

Ten einde de hoeveelheid blikwerk zoveel mogelijk te beperken, gaan we uit van een in de radiohandel verkrijgbaar doosje (Al) met afmetingen 6 x 7 cm; hierin kan het geheel vrijwel „ideaal” worden opgeborgen. De batterij en de print komen op de bodem, de microfoon, beide klinken en de volumeregelaar aan het deksel; de batterij past precies in de korte afmeting van het doosje. Na veel wikken en wegen werd voor de print een „europrintje” genomen, type 2,54/1/4/A met afmetingen 80 x 48 met drie gaatjes per eiland; deze wordt ingekort tot 51 mm gerekend vanaf de zijde tegenover de connector. De „eilandjes” liggen evenwijdig aan de „lange” zijde van de print. Het afkorten geschiedt eenvoudig door het inkrassen aan beide zijden met een gereedschapsmes en daarna enige malen omzetten; de „ruwe” kant kan daarna met een zoetviltje en wat schuurpapier bijgewerkt worden. Vervolgens worden de vier bevestigingsgaten geboord en overgenomen op een dun pertinax (prespaan) plaatje, dat als isolatie-plaatje onder de koperzijde van de print komt te liggen; vervolgens worden de gaten overgenomen in de bodem en wel zodanig, dat de linkerzijde van de print ca. 1 mm van de opstaande kant komt te liggen;



— bouwontwerp —

JAPANESE TRANSISTORS EN IC's



UITSLUITEND VOOR
DE HANDEL
EN UIT VOORRAAD
LEVERBAAR

AVERA

POSTBUS 6804 4802 HV BREDA

TELEFOON **076-130424**

Nieuw! Bearcat[®] 150FB



de goedkope computerscanner

10 kanalen – digitale uitlezing van kanalen en frekwenties –
3 banden verdeeld over 5 frekwentiegebieden – eenvoudig
te programmeren – veelzijdig vingertip-toetsenbord –
scansnelheid 20 kan. per sec. – vertraging per kanaal in
en uit te schakelen (ca. 2 sec.) – aansluiting voor externe
buitenantenne en inclusief telescoopantenne.

bereik: 66 - 88 MHz. **gevoeligheid:** 4 m-band: 0.5 μ V;
144 - 148 MHz. 2 m-band: 0.5 μ V;
148 - 174 MHz. 70 cm-band: 0.8 μ V;
440 - 470 MHz. Voor EA Exclusiefdealers, zie
470 - 512 MHz. onze advertentie op de achterpagina.

ELECTRONICS BV

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

REINAERT ELECTRONICS

uw adres voor
elektronica en deskundig advies

Blasiusstraat 14-16
1091 CR Amsterdam

Tel. 020-947218
020-658051

Openingstijden:
maandag t/m vrijdag 9-18 uur;
donderdag 9-21 uur

VAN 25 DEC. T/M 4 JAN. WEGENS INVEN- TARISATIE GESLOTEN

TEMPERATUUR-GEREGLDE SOLDEERBOUT type PT-302 voor
270°C met longlife stift; binnen één minuut op juiste temperatuur
waarna verbruik daalt tot 8W bij 220V; isolatie $\geq 400\text{M}\Omega$; f 58,60.

ALARMCENTRALE type 1510 prof. uitv.; eenvoudig zelf aan te
leggen met uitgebr. doc.; compl. set voor 220V met acculader,
gescheiden dag- en nachtcircuits, afstandbediening, sirene, brand-
melder, magneetcontacten, enz. f 766,50. Eenvoudige uitvoerin-
gen in modulvorm vanaf f 124,50.

ELEKTRONISCHE SIRENE 6...18V 130dB/m f 255,-; andere uitvoe-
ringen vanaf f 72,80.

METAAALDETECTOREN diverse modellen van f 455,- tot f 3120,-;
Forer 30 met discriminator ferrous/non-ferrous, en waterdichte
zoekspoel f 1280,-

COMMUNICATIE-ONTVANGER BCL-1 170kHz...30MHz in 6 berei-
ken met documentatie en schema's f 695,-

LABORATORIUMVOEDING 0-50V 0-3A; kortsluitvast; spannings-
variatie $\leq 0,1\%$; rimpel $\leq 2\text{mV}$; met meters f 597,50; idem 0-60V
0-5A f 895,-.

DOPPLER SNELHEIDSMETER meet digitaal de snelheid van vele
objecten, van tennisballen tot vrachtauto's; snelheden van 30...230
km/uur in 3 decimalen met geheugen; voeding 12V; miniaturuitv.
met handgreep; frequentie 10GHz; f 980,-.

PASSIEF INFRAROED bewakingsapparaat; bereik 35m; voeding
10-15V 35mA; 134x72x62mm; relaisuitgang; f 597,50.

ELEKTRONISCHE GLASBREUKMICROFOON voor ramen e.d. 12V
met relaisuitgang f 76,90.

AUTO-ALARM met 8A uitgang, zeer eenvoudig aan te brengen
zonder extra contacten of gaten; geen vals alarm; 12V 35mA
f 124,50; kast hiervoor f 12,90; radiografisch draadloos stil alarm
hiervoor met 1 km reikwijdte f 465,50.

COMPUTERVOEDING prim. 190...250V $\approx$; sec. 3,6V/2A + 10V/3A +
10V/3A + 30V/2A + 30V/5A; met doc. en schema f 337,50.

STEREO INFRAROED NACHTKIJKER DUMP f 625,-; vele andere
typen voorradig vanaf f 465,- (defect) tot f 2975,-. Losse IR-buizen
vanaf f 131,50 tot f 695,- en losse image intensifiers vanaf f 985,-
tot f 3800,- voor z.g. beeldversterkers; versterking tot 80.000x.

QUADROFONIE-DEMODULATOR CD-4 splinternieuw van Grundig;
voor inbouw met schema's, testplaat, enz. f 68,50.

INFRAROED ZENDER + ONTVANGER voor beveiliging e.d.; max.
50m; voeding 6...18V; relaisuitgang f 395,-.

DIGITAAL CODESLOT voor 15...30V $\approx$ of 22...30V $\approx$; wordt geacti-
veerd zodra juiste drie cijfers ingetoetst zijn; f 92,40.

UNIVERSEELMETER GT-101 met 20 meetbereiken, transistor-
en batterijtest; hFE meting; miniaturuitv. 20k Ω /V f 99,50.

RINGKERNTRAFO primair 220V; sec. 80V/1A + 15V/1,5A +
4,5V/2A + 2x30V/1A + 6V/0,5A f 42,50.

ZOEKT U IETS ANDERS? Bel ons even, we hebben ca. 30.000
soorten artikelen voorradig. Postorders vanaf f 25,-. Ook ontwer-
pen en bouwen we naar uw specificaties allerlei elektronische
schakelingen, eventueel met prijsopgave vooraf.

ALLE PRIJZEN ZIJN EXCLUSIEF 18% BTW.

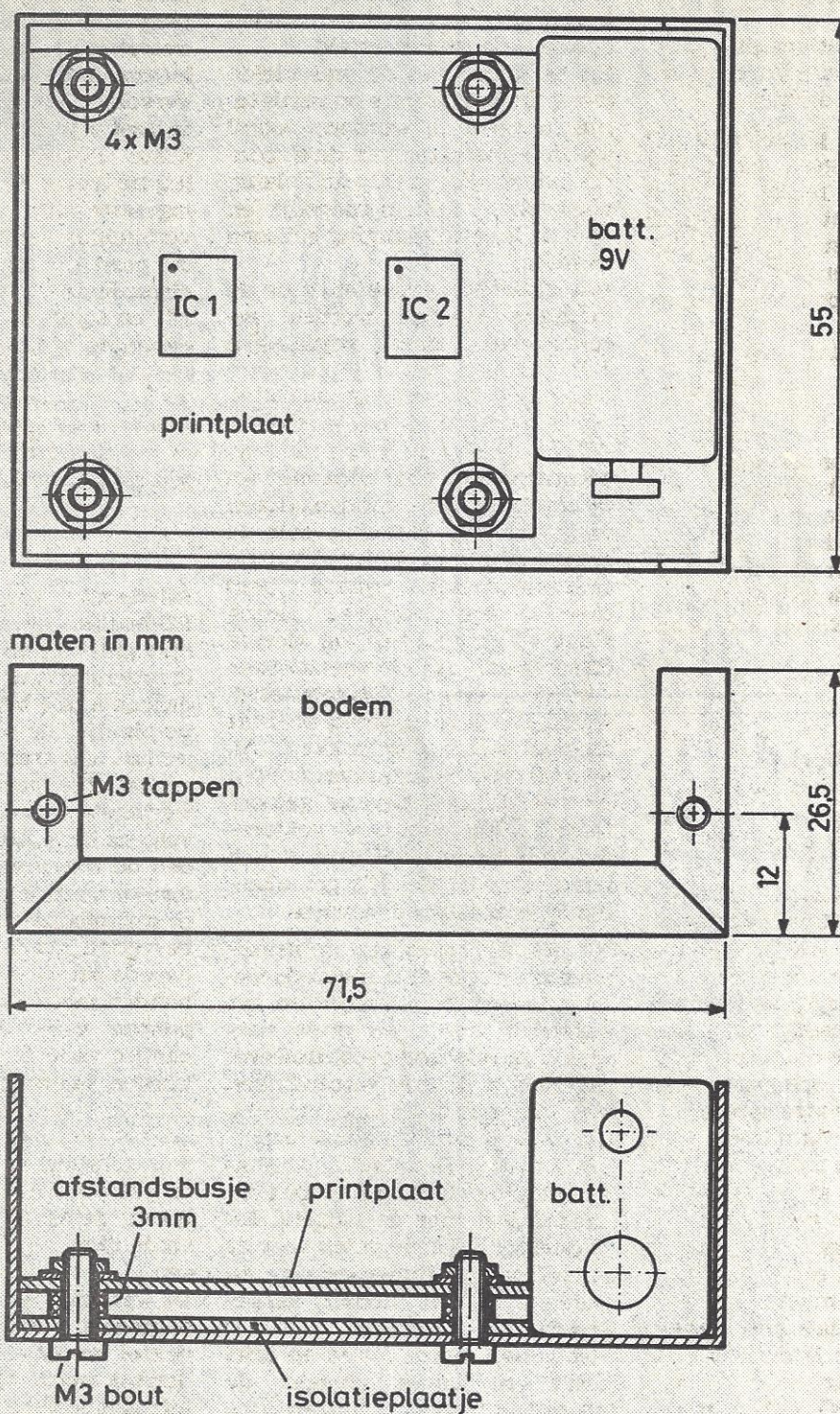


fig. 4

bouwontwerp

hierdoor wordt aan de andere zijde de batterij automatisch „klem” gezet.

In fig. 2 is de printtekening weergegeven, in de figs. 3 t/m de overige de constructiedetails.

Na een weekje puzzelen is de print-layout volgens fig. 2 tot stand gekomen; nadat de print op maat gebracht is en geboord, worden allereerst de beide IC-voeten gemonteerd en wel in het midden van de print volgens de lay-out van fig. 2. Daarna worden de doorverbindingstrippjes gemonteerd met als „oriëntatie” de beide IC-voeten; deze worden van 0.7 mm vertind koperdraad gemaakt met uitzondering van de „lange” doorverbinding A, die aan de onderzijde van geïsoleerd draad vervaardigd is. Het grootste deel van de stripjes bevindt zich aan de bovenzijde (epoxyzijde), een klein aantal aan de koper-zijde.

Het solderen van deze print moet met de uiterste zorg geschieden om ongelukken te voorkomen; het solderen zelf moet volgens fig. 6 geschieden met aan de ene zijde van de draad een „schone” boutpunt, aan de andere zijde het soldeertin (60 tin/40 lood). Dat de bout thermostatisch geregeld moet zijn, spreekt welhaast vanzelf. Bij het vloeien moeten we niet meer soldeer toevoeren dan strikt noodzakelijk is teneinde overbrugging tussen de eilanden te voorkomen; de boutpunt moet steeds met zorg schoongeveegd worden aan een natte spons.

Na ieder paar verbindingen worden de uiteinden na het solderen zo kort mogelijk afgeknipt en de sporen tussen de gesoldeerde eilanden met zorg doorgehaald door middel van een scherp pincet of derg. Ook moet er goed op gelet worden, dat geen gaten dichtvloeien, die later nog voor de montage nodig zijn.

Zijn de beide IC-voeten en de stripjes aangebracht, dan wordt alles nog minitueus gecontroleerd

onder een loupe of bril, die minstens 5x vergroot; daarna wordt alles nog met een stalen borsteltje licht geborsteld.

Bij de keuze van de onderdelen dient tot het uiterste op miniaturisatie gelet te worden; vooral zijn de afmetingen van de el. condensatoren C1 en C9 van belang; alles moet zo klein mogelijk en voor de laagste spanning gekozen worden!

Alle onderdelen moeten voor de montage terdege worden gecontroleerd, daar wijzigingen achteraf zeer moeilijk uitvoerbaar zijn. Alle weerstanden worden op hun waarde nagemeten en de isolatie van de condensatoren gecontroleerd; voor controle van de elektrolytische condensatoren dient men er rekening mee te houden, dat aan de -klem van de universeelmeter (zwarte pen) meestal een positieve lading staat en omgekeerd! De meeste onderdelen - ook de weerstanden - worden „staande” gemonteerd, waarbij deze strak tegen de print moeten worden getrokken. Alleen bij grotere afstanden worden de weerstanden liggend gemonteerd; hierbij moeten we voldoende ruimte boven de printvoeten houden, zodat de IC's gemakkelijk ingezet kunnen worden.

Na het afknippen van de draad-einden, het doorhalen van de isolatie tussen de eilandjes en het borstelen wordt de print nogmaals nauwkeurig gecontroleerd; nu worden de drie verbindingen voor de microfoon aangebracht, het drie-aderig snoer naar de potentiometer, de beide aansluitingen naar de klink no. 1 en de clip-aansluiting voor de batterij. Inmiddels zijn ook de gaten voor de microfoon, volumeregelaar en klinken in het deksel aangebracht.

Het geheel wordt losjes op tafel gezet en zonder pluggen de weerstand tussen de batterijclips gemeten, waarbij weer op de polariteit van de meetstiften gelet

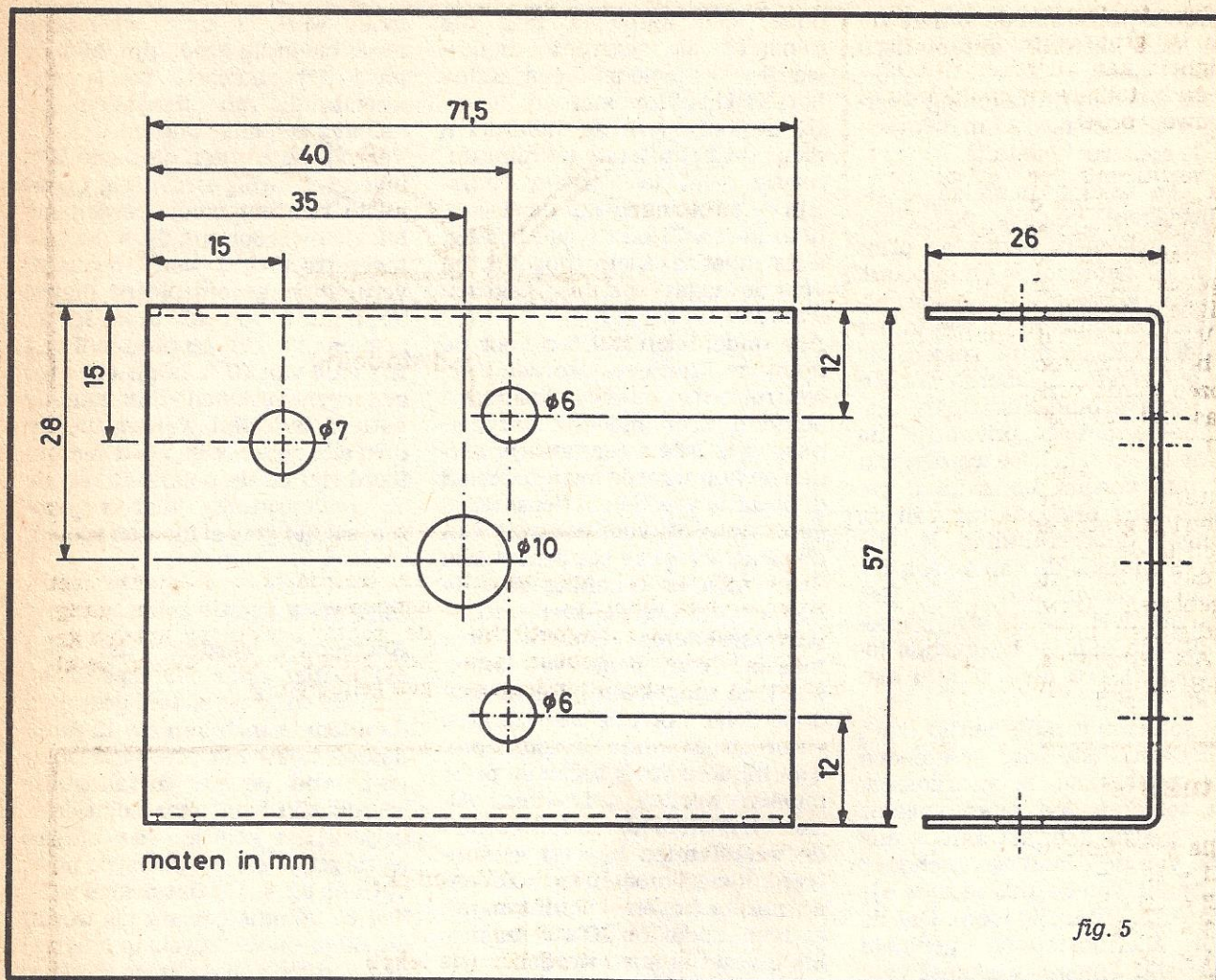
moet worden; deze weerstand moet oneindig groot zijn. Met de plug (1) ingezet moet een weerstand van tientallen kiloOhms gemeten worden.

Vervolgens worden de beide IC's ingezet waarbij zorgvuldig op de juiste richting moet worden gelet; zie hiervoor ook fig. 4. Met de ingezette plug 1 wordt de aardverbinding gecontroleerd (aarde op punt 4 van IC 1 en IC 2), alsmede de +9V op punten 8 van IC1 en 6 van IC 2. Is dit alles tot genoegen verlopen, dan kan de batterij ingeclippt worden en, indien alle onderdelen goed gemonteerd zijn en de polariteit van de el. condensatoren juist is gekozen, zal het geheel moeten spelen.

Het samenstellen.

Allereerst worden de vier M3-boutjes door de respectievelijke gaten in de bodem gestoken (boutlengte incl. kop ca. 12 mm), daarna komt het prespaan-isolatieplaatje, de vier afstandsbusjes (dit zijn transistor-isolatie-ringetjes), het printje, vier onderlegringetjes en de moertjes, alles volgens fig. 4. Op het deksel worden de volumeregelaar (as wordt ingekort tot de gewenste lengte), de microfoon en de beide klinken bevestigd, alsmede de batterij; de tweede klink wordt nu doorverbonden met de overeenkomstige punten van klink 1. De vier gaatjes voor de Parkerschroefjes worden M3-doorgetapt; voor de sluiting worden bij voorkeur M3-boutjes met een gekartelde kop gebruikt ten einde het batterijverwisselen te vergemakkelijken; de lengte van het draad-einde dient ca. 4-5 mm te bedragen.

De werking van het geheel wordt nogmaals beproefd, waarna de deksel voorzichtig op het onderstuk wordt aangebracht; hierbij moet er in het bijzonder op gelet worden, dat de draadboomjes goed vrijlopen en dat de bei-



de klinken geen onderdelen raken; mocht dit wel het geval zijn, dan kunnen deze zo nodig iets gedraaid worden.

De microfoon is hier „klem” gezet in het deksel, ofschoon dit geen ideale oplossing is; bij verschuiving van het doosje treden vrij sterke geruisachtige geluiden op, wat niet aangenaam is; veel beter is het de microfoon min of meer te isoleren van het deksel door toevoeging van geluiddempend materiaal.

Voor de bevestiging van het doosje op de kleding zijn geen bijzondere maatregelen getroffen, daar dit grotendeels een kwestie van smaak is; de ene wil het met een

clip bevestigen, de andere met een snoer om de hals, de derde wil het apparaatje (bij voorkeur via een sponsje) op tafel zetten, etc.

Het gebruik van het gehoorapparaatje

Zoals we in de inleiding reeds even aangetipt hebben, kunnen we het apparaatje op drie verschillende manieren toepassen nl. „mono” (met één oortelefoon), „binaural” (met twee oortelefoontjes) of in „stereo” met twee apparaatjes. In alle gevallen geldt, dat het maximale vermogen van dit apparaatje zo groot

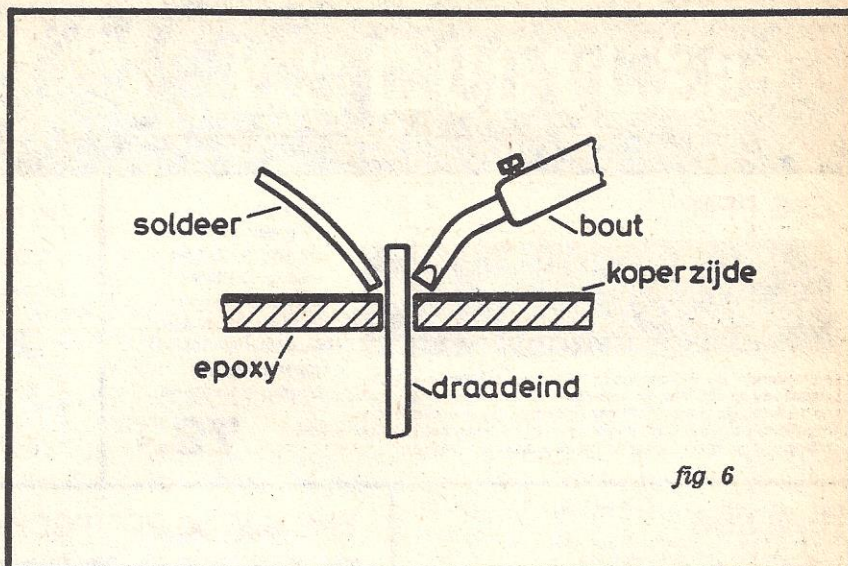
is, dat het beslist niet de bedoeling is, dit steeds te gebruiken, daar gehoorbeschadigingen daarvoor beslist niet uitgesloten zijn; men beschouwe dit uitsluitend als hulpmiddel voor het volgen van conversatie, als dit langs de normale wegen niet mogelijk is. Mono kan men toepassen, indien één oor ondersteund moet worden; hierbij is het timbreverschil tussen het „goede” oor en het versterkte hinderlijk, alsmede de vervalsing van het richteffect. Ook kan het apparaatje mono gebruikt worden, als er slechts één bruikbaar oor over is. Zijn beide oren in ongeveer gelijke mate achteruitgegaan, dan is het horen

— bouwontwerp —

met twee telefoons verre te prefereren. Bij grote verschillen in gevoeligheid kan voor het „beste” oor een instelbare verzwakker ingebouwd worden.

Een verrassend goed effect kan verkregen worden door twee apparaatjes „in stereo” te gebruiken, waarbij de volumeregelaar aangepast kan worden aan de gevoeligheid van het betreffende oor. Vooral indien de afstand tussen beide microfoons vrij groot gekozen wordt, verkrijgt men een verrassend richteffect en een „ruimtelijke” weergave, waardoor de verstaanbaarheid ten eerste wordt bevorderd.

Gezien het grote beschikbare vermogen is de kans niet uitgesloten, dat de kristaltelefoon wordt „opgeblazen”, terwijl ook oorbeschadigingen niet zijn uitgesloten. Als begrenzers kunnen twee mini-Si.diodes (bijvoorbeeld BA



173) „kop en staart” aangebracht worden over de uitgang.

De hier toegepaste magnetische of kristaltelefoons hebben een zeer slecht akoestisch rendement

o.a. doordat het oorstukje niet aangepast is aan de gehoorgang; de „echte” oorstukjes worden geheel gemodelleerd volgens de eigen gehoorgang.

Stuklijst

Alle weerstanden 1/4W, 5% tenzij anders vermeld.

R1 = 10 k

R2 = 1,5 k

R3 = 150 k

R4 = 100 k

R5 = 100 k

R6 = 68 k (inst. op symm. clipping)

R7 = 1 k

R8 = 22 k

R9 = 10 Ohm; 1/2W, 5%.

P = Potmeter 22 (25) kOhm, lineair miniatuur

Microfoon: 10 mm condensator met FET-versterker.

Telefoon(s): 2x magnetisch (R = 7 Ohm; L = 47 μ H) of kristaltelefoons.

Electrische gegevens:

$U_{u \max}$ bij 1000Hz op 7 Ohm: 2,3V eff.

$U_{batt. \min}$ = 3,18V. - 3 dB punten: ca. 320 en 7800Hz
Versterking: ca. 1800 x

C 1 = 100 μ F, 12V mini-elco

C 2 = 100 nF ker.

C 3 = 220 nF ker.

C 4 = 150 pF ker. (zie tekst)

C 5 = 10 μ F 12V El. cond.

C 6 = 100 nF ker.

C7 = 10 μ F 12V El. cond.

C 8 = 1 μ F 12V tant. El. cond.

C 9 = 100 μ F 12V mini El. cond.

C10 = 47 pF (ker).

Voeding: 9V „Duracell” clip. batt.

IC 1: LM 358 (N)

IC 2: LM 386 (N)

2 x Stereo-klink voor telefoon

2 x IC-voet; 2 x 4 cont. DIL.

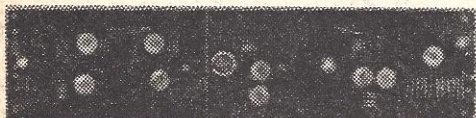
bouwontwerp

CENTRUM B.V.

RADIO-ELECTRONICA

Vinkenburgstr. 6 UTRECHT
TELF. 030-319636 TELEX 40867

EPS PFM

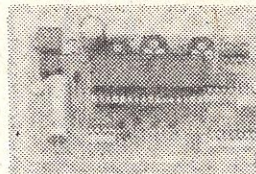


professionele 3W FM zender: 'n vrijlopende oscillator op 50Mhz, verdubbeld op 100 Mhz, 2e transistor (100 Mhz afgestemd) ontlast de oscillator, via 'n doorlaatfilter naar 3e trap, nog eens versterkt en uitgefilterd naar 't Pi-filter. Alle trappen zijn volledig hoogfrequent ontkoppeld en afgeschermd. Bestist zéér exact af te regelen.

Techn. geg.:
RF power: 3,5 W
ant. uit.: 50 - 75 Ohm
voeding: 10 - 15 V
ing. imp.: 100 Kohm
ing. gev.: 150 mV max.
frequentie: 90 - 108 Mhz
102 Mhz afgestemd
afmeting: 215 x 50 mm.

79.-

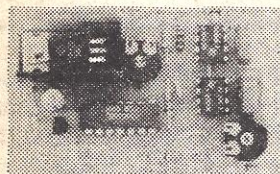
EPS DVM 4 UNIVERSELE Digitale Voltmeter



Voedingsspanning:
15 VAC
Opgenomen stroom:
ca. 80 mA
Uitlezing:
4 digits LED
Spanningsbereiken:
2,20 en 200 VDC

57.50

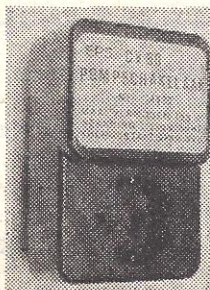
EPS LDG



12V lichtdimmer, voor aan te sluiten op 'n akku.
Zodra 't licht gedimd wordt neemt 't stroomverbruik af.
Afrekening:
van 0 - volle lichtsterkte of van 1/2 - volle lichtsterkte.
Vermogen: 50W - 12V
Rendement: tot 90% besparing!

32.00

EPS C.V. 80 POMPSCHAKELAAR



Deze C.V. Pompschakelaar bespaart energie; de pomp wordt telkens uitgeschakeld wanneer de C.V. ketel stilstaat, laat de C.V. pompschakelaar iedere dag de pomp ca. 20 min. draaien, dit voorkomt vastzitten van de pomp.

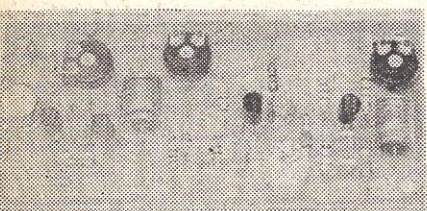
De C.V. Pompschakelaar verdient zich binnen 1 jaar terug. De pomp draait ook als de ketelthermostaat en/of droogkookbeveiliging verbroken zijn. De print voldoet aan de KEMA en GIVEG eisen.

Technische gegevens: voedingsspanning: 220 VAC 50Hz
thermostaatspanning: 24 VAC 50 Hz
Max. Schakelvermogen: 100 Watt
nadraaitijd: ca. 20 min.

Opgenomen vermogen van de C.V. Pompschakelaar ca. 1/2 Watt.
N.B. De Print dient nog in het kastje gemonteerd te worden.

67.50

EPS VIDEO PATROONGENERATOR



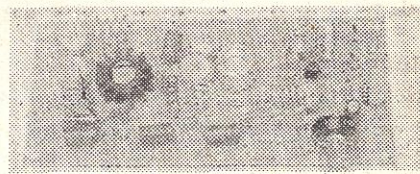
Deze patroongenerator is speciaal ontwikkeld voor de EPS televisiezender. Het opgewekte signaal bestaat uit een vertikaal balkenpatroon, met een in acht gradaties verlopende helderheid.

Het videosignaal is voorzien van lijnsynchronisatiepulsen. Ook is er een audiosignaal van ca. 100Hz aanwezig.

Voedingsspanning: 12V

43.50

EPS NFM 5-7 watt fm zender

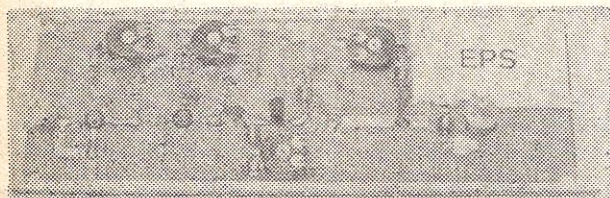


De NFM 7 is een zeer stabiele Hi-Fi FM Hobbyzender. De ca. 100 MHz wordt bereikt via een vrijlopende oscillator, afgestemd op 50 MHz en een verdubbeltrap. M.b.v. de opgebouwde potmeter is een afstemming van 2MHz mogelijk. Ook is gezorgd voor een goede hoogfrequent ontkoppeling.

Techn. gegevens: RF power: 5-7 Watt
frequentie: 92-108 MHz
ant. uitgang: 50-75 Ohm
voedingsspanning: 9-12 Volt.
inge. gevoeligheid: ± 70 Volt.
ing. impedantie: 100 K Ohm.
V.F.O.: 2 MHz.

67.50

TELEVISIEMEETZENDER EPS, TV 1 TV 2



De televisiezender bestaat uit twee printen, nl. een video-modulatorprint en een UHF zenderprint.

Specificaties:
Primair freq. bereik: Band IV (TV 1) en Band V (TV 2)
Output: Max. 2 V open spanning.
Frequentiestabiliteit: Binnen 250 kHz na 10 min.
Videobandbreedte: Groter dan 8 MHz (zonder geluid)
Harmonischen onderdrukking: Beter dan 30 dB.
Voeding: 12 Volt / 150 MA nominaal.
Bereik: 500-5000 meter.
Geschikt voor kleur.
Uitgangsimpedantie: 50-75 Ohm.

175.-

LEVERINGSVOORWAARDEN:

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

Radiocommunicatie

S. J. Hellings

Hoofdstuk 10. Wat voor signalen brengen wij over?

Hfdst. 10.1. Inleiding.

In die goede oude tijd was het aanbod aan signalen, dat we via de radioweg moesten overbrengen, nog niet zo groot, in hoofdzaak waren dat de „analoge” signalen (spraak e.d.) en de „binaire” (ook wel onjuist genoemd „digitale”), zoals morseseinen, telex, facsimile (weerkaarten, foto's); dat was het dan wel zo ongeveer. Tegenwoordig is het aanbod onvoorstelbaar toegenomen, vooral in de „binaire” hoek - de „data-modems” voor het overbrengen van computer-informatie, de video-overdracht, de impuls-modulatie-systemen en wat niet al.

Ten einde natuurgetrouwe overdracht van de aangeboden signalen mogelijk te maken, moet het signaal zowel aan de zend- als aan de ontvangzijde onvervormd doorgelaten worden; dit houdt in, dat alle frequentie-

componenten van het signaal gelijkmatig versterkt dienen te worden. Voor een verstaanbare spraak moet ten minste een band van 300-3400Hz doorgelaten; hieruit volgt een „bandbreedte B” van $3400 - 300 = 3100\text{Hz}$.

Onder de bandbreedte B van een systeem verstaan we het verschil van de hoogste frequentie ($f_{\max}$) met de laagste frequentie ($f_{\min}$), waarbij aan beide zijden de versterking tot $1/2\sqrt{2}$ -maal ($0,7x$, - 3dB) is afgenomen; $B = (f_{\max} - f_{\min})$. Deze benodigde bandbreedte hangt in sterke mate af van de soort van het aangeboden signaal; voor de getrouwe overdracht van een TV-beeld is heel wat meer bandbreedte nodig dan voor een morse-signaal. De bandbreedte moet voldoende groot gekozen worden om een goede overdracht van het signaal mogelijk te maken, anderzijds niet groter dan strikt nodig is, omdat anders de kwaliteit van de verbinding onnodig slechter wordt. (De ruis neemt evenredig toe met de bandbreedte!).

Het principe van iedere radio-verbinding is in fig. 10.1.1 weergegeven:

In feite willen we met iedere verbinding „informatie” overdragen; deze „informatie” - of het nu beeld, geluid e.d. betreft, moet eerst in bruikbare, elektrische signalen omgezet worden. Deze „randapparatuur”, ook wel converter- of transducer genaamd - zullen we hier niet verder bespreken, daar dit buiten het bestek van deze serie valt.

In de voorafgaande hoofdstukken hebben we gezien, dat alleen hoogfrequente-signalen geschikt zijn voor draadloze overdracht - voor de C.B.'ers en de klasse-D amateurs zitten we zo tussen 27 en 145 MHz. Daar de aangeboden informatie veel lagere frequenties bevat moeten we deze eerst op een hoogfrequente „drager” (een draaggolf) moduleren en dit geheel de ruimte insturen; dit proces is in fig. 10.1.1 schematisch afgebeeld. Na het modulatieproces moet het signaal nog versterkt worden om overdracht met een

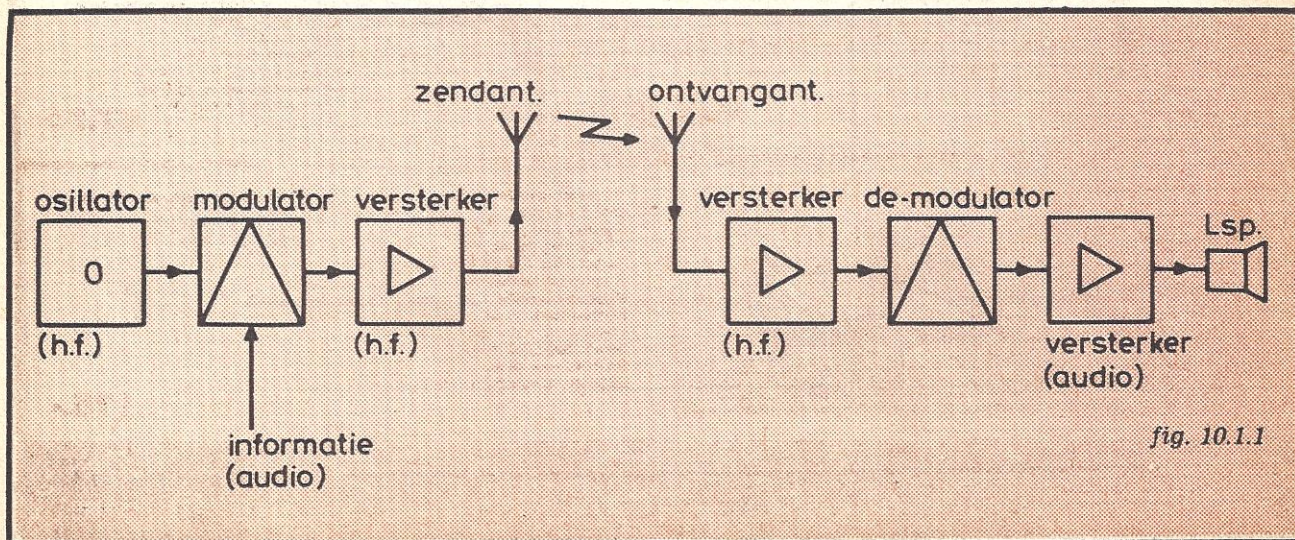


fig. 10.1.1

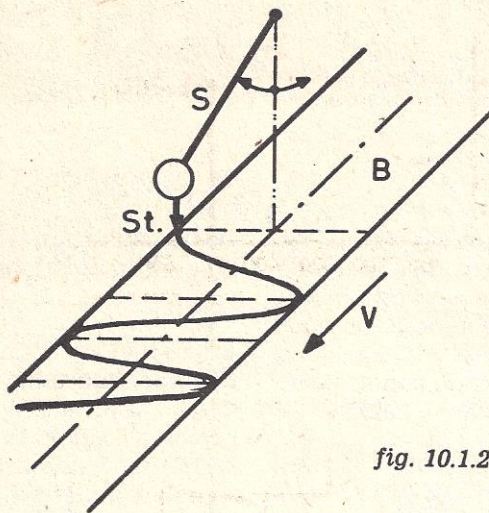


fig. 10.1.2

voldoende kwaliteit mogelijk te maken.

Na ontvangst wordt het gewenste signaal eerst hoogfrequent versterkt en daarna ge-demoduleerd (ook wel genoemd „gedetecteerd”), ten einde de oorspronke-

lijke informatie weer terug te krijgen. Na audio-frequente versterking kan het signaal via de luidspreker hoorbaar gemaakt worden. Een dergelijke ontvanger, waarbij het signaal op de oorspronkelijke frequentie wordt

versterkt, noemt men een „recht-uit” ontvanger; dit type wordt nog slechts in beperkte mate toegepast.

In hoofdstuk 8.2 hebben we kunnen leren, dat in het stralingsveld de elektrische- en de magnetische veldsterkte beide sinusvormig met de tijd verlopen; dit, in tegenstelling met het inductieveld, dat in principe iedere vorm kan vertonen. Dit houdt echter gezins in, dat alleen „sinusvormige” informatie zou kunnen worden overgebracht; ieder periodiek - niet sinusvormig - signaal kunnen we immers ontbinden in een groot aantal sinusvormige „componenten”, die ieder voor zich weer overgedragen kunnen worden, vooropgesteld, dat de „bandbreedte” van zender, ontvanger en antennes voldoende groot is.

Het ontstaan van een sinusoïde hebben we reeds in fig. 6.1.2 weer gegeven; in de figs. 10.1.2 en 10.1.3 is dit nog verder toegelicht.

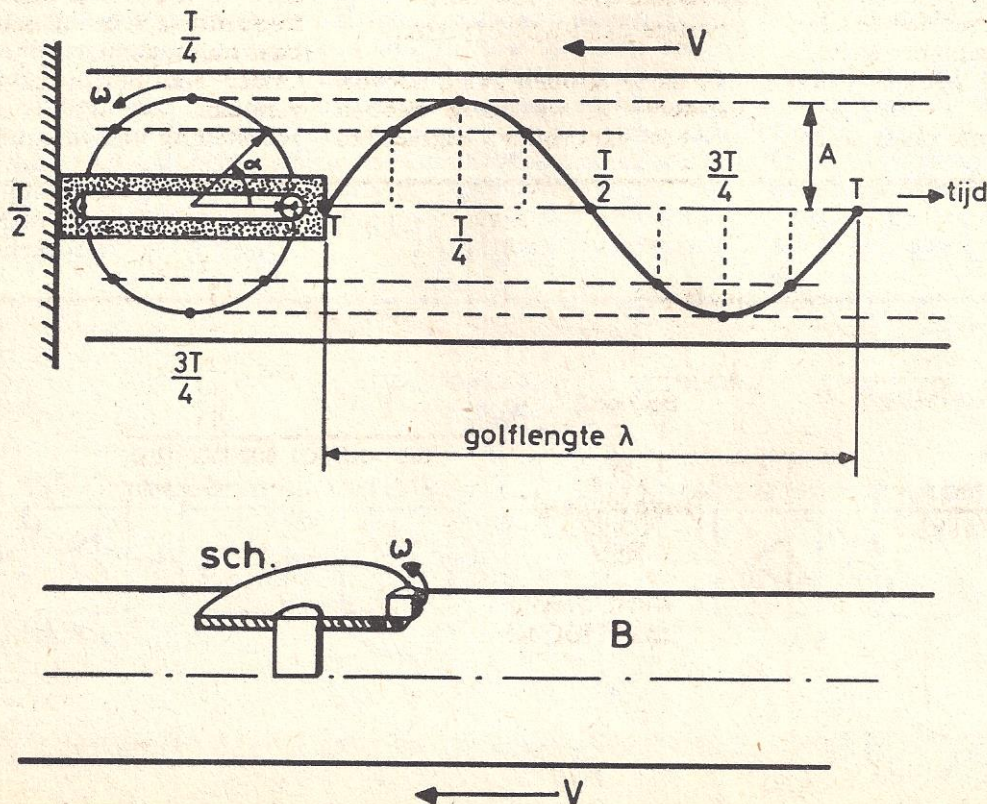


fig. 10.1.3

Brengen we aan de slinger S een schrijfstift St, dan zal deze op de „lopende” band B bij slingeren een sinusoïde optekenen; hierbij moet aan de slinger uiteraard steeds een beetje energie toegevoerd worden, om de slingeren met dezelfde amplitudo in stand te houden, daar anders een „gedempte” trilling wordt geregistreerd. De „slingertijd” of periodeduur T hangt alleen af van de lengte L van de slinger en van de zwaartekracht G , doch niet van de massa m van de slinger.

Meestal echter wordt een sinusoïde afgeleid van een draaiende „vector” waarvan de lengte overeenkomt met de amplitude (uitwijking) van de sinusoïde, terwijl deze vector gelijkmatig rondraait met de hoeksnelheid ω ; in één periode (T) van de wisselspanning is deze vector juist éénmaal rondgeweest; in fig. 10.1.3 is dit nader aangegeven. Aan de buitenzijde van het wiel is een schrijfstift St aangebracht; draait nu het wiel gelijkmatig rond met de snelheid ω en de papierstrook B met de snelheid v , dan wordt een sinusoïde beschreven. Bij een papiersnelheid v m/sec. wordt de golflengte $\lambda = v.T$.

In de „vrije” ruimte plant de golf

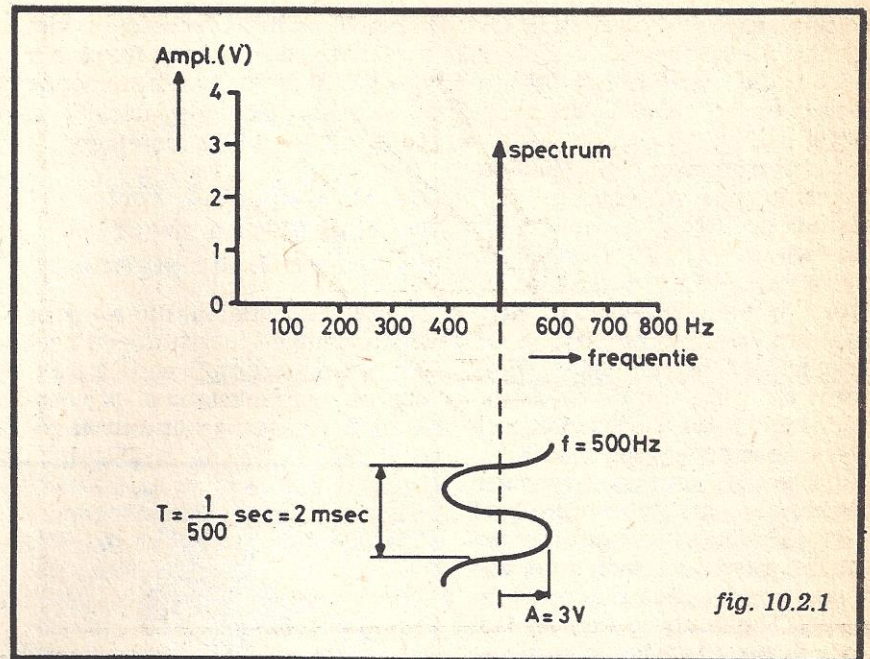


fig. 10.2.1

zich met de lichtsnelheid c voort, zodat de golflengte:

$$\lambda = c.T = \frac{c}{f} \text{ (m)}$$

Hierin is de frequentie $f = \frac{1}{T} \text{ (Hz)}$

Hoofdstuk 10.2 Het frequentie-spectrum.

Om na te kunnen gaan, hoeveel bandbreedte we nodig hebben om het aangeboden signaal zo

natuurgetrouw mogelijk te versterken, moeten we eerst eens onderzoeken, wat de belangrijkste frequentie-componenten in het te overbrengen signaal... in feite wel zijn; ten einde

deze te kunnen bepalen, is het frequentie-spectrum een onmisbaar hulpmiddel.

Onder een frequentie-spectrum verstaan we een grafische voorstelling van de grootte (am-

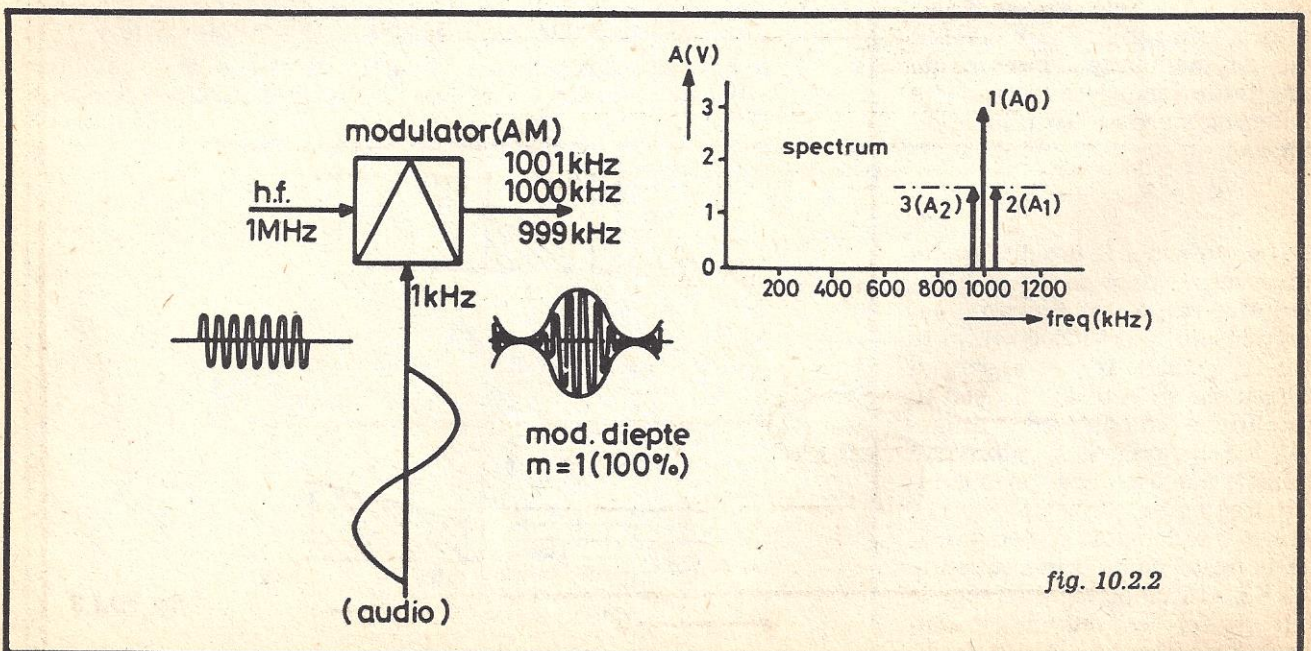


fig. 10.2.2

plitudo) van de betreffende frequentie afhankelijk van de plaats, die deze frequentie inneemt; in fig. 10.2.1 is dit nader toegelicht.

Het spectrum van een enkelvoudige sinusoïde volgens fig. 10.2.1 bestaat slechts uit één enkele lijn ter lengte van 3V, terwijl de plaats bepaald wordt door de horizontale frequentieschaal. Hierbij is het volstrekt niet nodig, dat deze schaal bij 0 begint; vaak wordt ter wille van de duidelijkheid slechts een beperkt frequentiebereik aangegeven.

Gaan we een draaggolf met een frequentie van bijvoorbeeld 1 MHz ($\lambda = 300\text{m}$) amplitude-moduleren met een frequentie van bijvoorbeeld 1 kHz, dan ontstaat bij 100% modulatie een signaal zoals in fig. 10.2.2 is aangegeven. Door het modulatie-proces ontstaan twee „extra”-frequenties, die resp. 1 kHz onder en boven de draaggolfrequentie van 1 MHz liggen, de z.g.n. „zijbanden”. Het spectrum van het uitgezonden signaal bestaat derhalve uit de draaggolf (A_0) de bovenzijband (A_1) en de onderzijband (A_2). Alle drie frequenties zijn zuivere „sinussen” met constante amplitude het modulatie-patroon ontstaat door het samentellen van deze drie frequenties.

De grootte van de draaggolf (A_0) blijft steeds gelijk, onafhankelijk van de modulatie-diepte m ; de amplitude van iedere zijband (die onderling steeds gelijk zijn) is gelijk aan:

$$A_1 = A_2 = \frac{m}{2} \times A_0$$

De bandbreedte B , om dit signaal onvervormd door te laten, loopt derhalve van A_1 tot A_2 ; in ons geval dus van 1001 tot 999 kHz of te wel $B = 2\text{kHz}$. In het algemeen mogen we stellen, dat bij een in amplitude-gemoduleerde draaggolf de benodigde bandbreedte gelijk is aan 2 x de hoogste modulatiefrequentie.

In het midden-golf gebied wordt de hoogste modulatie-frequentie tot 4,5 kHz beperkt; daarvoor is een zender- en ontvangerbandbreedte van $2 \times 4,5 = 9\text{ kHz}$ toereikend.

Voor het overbrengen van spraak is een hoogste frequentie van 3,5 kHz toereikend; zodoende is voor het „hoogfrequente” traject $2 \times 3,5 = 7\text{ kHz}$ toereikend.

Hoofdstuk 10.3. Het spectrum van meer samengestelde signalen.

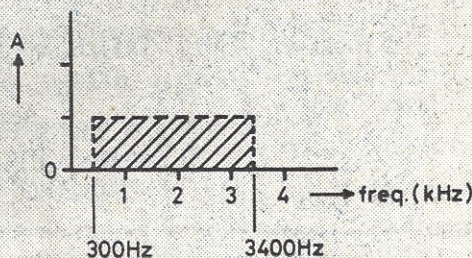
De meeste signalen, die we over willen brengen, bezitten een heel wat meer gecompliceerd karakter; een spraaksignaal bijvoorbeeld bevat een groot aantal ge-

lijktijdig optredende frequenties, waardoor het samengestelde signaal een zeer grillig karakter vertoont (fig. 10.3.1).

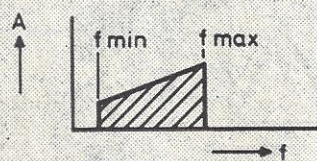
Voor een redelijke spraakweergave is een frequentie-band van 300-3400 Hz toereikend; al deze frequenties vallen in het spectrum, dat in fig. 10.3.2a) symbolisch is aangegeven. Hierbij speelt de grootte van de verschillende componenten geen rol; dit zou ook niet kunnen, daar deze ieder ogenblik veranderen. Ten einde steeds na te kunnen



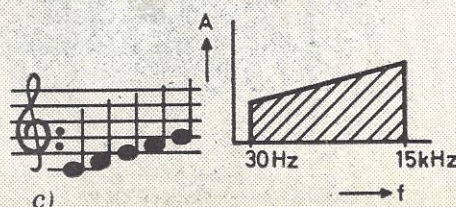
fig. 10.3.1



a)



b)



c)

fig. 10.3.2

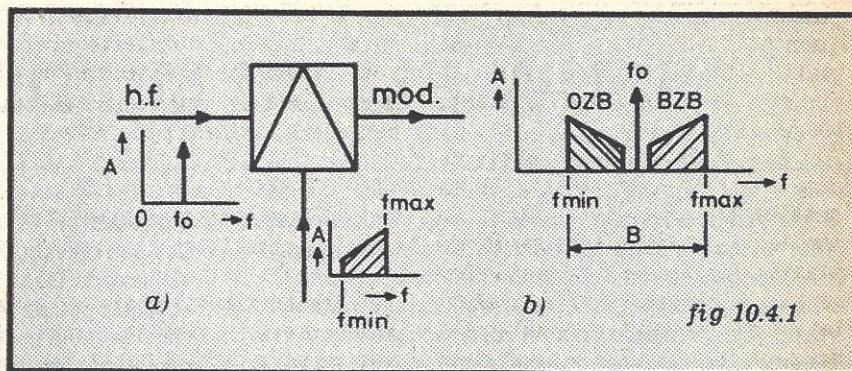
gaan, waar de „lage” en waar de „hoge” kant is van een dergelijke spraakband, geeft men die aan met een schuin „dakje”; aan de „lage” zijde van het dakje bevinden zich de laagste frequenties, aan de „hoge” zijde van het dakje de hoogste modulatie-frequenties. Men noemt een dergelijke spraakband een „rechte” ligging. (fig. 10.3.2b)

Voor het overbrengen van muziek in HiFi kwaliteit hebben we heel wat meer bandbreedte nodig; de onderste frequentie ligt hierbij op 30 Hz, de hoogste op 15 kHz! Ten einde een dergelijk signaal onvervormd te kunnen transporteren, hebben we aan de „hoog-frequentie” zijde van zender en ontvanger een bandbreedte van $2 \times 15 \text{ kHz} = 30 \text{ kHz}$ nodig.

Hoofdstuk 10.4. Het scheiden van de zijbanden.

Voeren we een spraakband toe aan een in amplitude gemoduleerde zender, dan ontstaat een „dubbel-zijbandsignaal” met draaggolf volgens fig. 10.4.1b)

Aan de modulator in fig. 10.4.1a) voeren we aan de ene zijde de draaggolf toe met een „spectrum-frequentie” f_0 , aan de andere zijde de over te brengen spraakband, gaande van $f_{\min}$ tot $f_{\max}$; volgens fig. 10.4.1b) ontstaat nu een samengesteld signaal, bestaande uit de draaggolf f_0 , de



onderzijband (O.Z.B.) en de bovenzijband (B.Z.B.). Hierbij bevindt zich de onderzijband in de „omgekeerde” of inverse ligging, de bovenzijband daarentegen in de „rechte” ligging.

Een dergelijk signaal wordt veelal in de omroep toegepast, daar de benodigde ontvangers met een hele eenvoudige demodulator (detector) kunnen volstaan. Ook is de bediening van een dergelijke ontvanger uitermate simpel.

Voor het overbrengen van de gewenste informatie hebben we een dergelijk groot „spectrum” in het geheel niet nodig; in wezen is dit maar verspilling van de kostbare ruimte in de „aether” en een grote energieverspilling. Alle informatie, die we nodig hebben, bevindt zich immers reeds in één van de twee zijbanden, zodat voor het overbrengen van de hele informatie met slechts één zijband (hetzij de onder-, of de bo-

venzijband) kan worden volstaan; het overige is in feite overbodig en zelfs schadelijk!

Bij volle modulatie ($m = 100\%$) bevat iedere zijband $1/4^e$ deel van de energie van de draaggolf; zenden we slechts deze ene zijband uit, dan hebben we bij volle modulatie slechts het $1/4^e$, gedeeld door $1,5 = 1/6^e$ deel nodig van het „volledige” signaal.

Dit geldt bij volle modulatie; bij kleinere modulatie-dieptes wordt de besparing nog veel groter! Bij uitzending van spraaksignalen e.d. wordt een geweldige energiebesparing verkregen, omdat alleen dan uitgezonden wordt, zolang er ook inderdaad wordt gesproken; bij een dubbel-zijband zender daarentegen gaat de draaggolf steeds door, ook al wordt er in alle talen gezwezen! Voor de normale communicatie op de hogere frequenties wordt vrijwel uitsluitend enkelzijband toegepast, vooral voor grotere

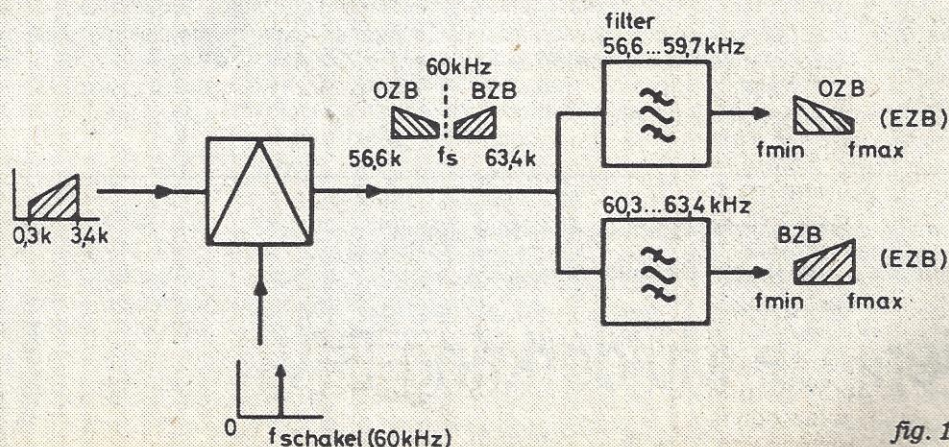


fig. 10.4.2 a)

NIEUW BIJ DE MUIDERKRING

BOUWEN en meten

I. Sinclair

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

ISBN 9060822129

Bestelnr. 004404

Hfl. 18,50

porto 4,-

Bouwen en luisteren

I. Sinclair

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

ISBN 9060822137

bestelnr. 004405

Hfl. 22,50

porto 4,-

De kortegolf, Internationale omroepgids

G. J. Both

Dit boek bevat een gedetailleerde opsomming van alle voor West-Europa bestemde omroepuitzendingen op de lange- midden- en kortegolf.

ISBN 9060822242

bestelnummer 006610

Hfl. 14,50

porto 2,10

Diode equivalents

A. M. Hoebeek

Deze uitgave wil de gebruiker behulpzaam zijn bij het zoeken naar een vervangtype voor een bepaalde diode (inclusief thyristoren, diacs, lichtgevende en lichtgevoelige halfgeleiders met uitzondering van fototransistoren).

ISBN 9060821785

bestelnummer 008806

Hfl. 24,50

porto 5,-

TTL int. circuits, part I

A. M. Hoebeek

Dit IC handboek weet op eenvoudige wijze informatie te verschaffen over de karakteristieke waarde van geïntegreerde schakelingen. Daartoe zijn 814 typen uit de TTL 7400 serie (7400 t/m 74132) opgenomen. De opgave geschiedt d.m.v. vervangtypen, symbolen, aansluitingen en andere belangrijke parameters.

ISBN 9060821777

bestelnummer 008807

Hfl. 37,50

porto 5,-

TTL int. circuits, part II

A. M. Hoebeek

Door middel van vervang-typen, symbolen, aansluitingen en andere belangrijke parameters wordt in dit deel informatie gegeven over de karakteristieke waarden van geïntegreerde schakelingen, de typen 74141 t/m 74298.

ISBN 9060822226

bestelnummer 008808

Hfl. 37,50

porto 5,-



Computers, een begrijpelijke gids in het computergebeuren

Voor velen, jong en oud, is een computer nog een magische verschijning hoewel iedereen er bijna dagelijks direct of indirecte mee te maken heeft. In dit 32 pagina's tellende boekje wordt „stap voor stap” de werking en toepassing van de moderne computer beschreven waarbij uiteraard de geschiedenis en ontwikkeling niet wordt vergeten. Ook deze uitgave is weer aangevuld met een aantal leuke „computer”-experimenten en spelletjes die de jonge lezer met eenvoudige middelen kan doen.

ISBN 9060822218

Bestelnummer 015603

Hfl. 9,50

porto 2,10

Al deze uitgaven zijn verkrijgbaar bij radiozaken en boekhandel

(Indien niet verkrijgbaar, belt u even De Muiderkring).

Uitgeverij De Muiderkring B.V.

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



vermogens en afstanden; de voordelen van enkelzijband t.o.v. dubbelzijband zijn:

- a) Grote energiebesparing aan de zenzijde; bij spraak-informatie bedraagt het gemiddeld opgenomen vermogen slechts ca. 15% van een dubbelzijbandzender.
- b) Daar slechts de halve bandbreedte aan de ontvanger vereist is, zal de storingsgevoeligheid aanzienlijk minder zijn; de ontvangstkwaliteit is beter.
- c) Geen last van de z.g.n. „selectieve” fading aan de ontvanger. Deze fading ontstaat, doordat de beide zijbanden en de draaggolf iets ongelijke looptijden hebben in de ionosfeer (zie ook fig. 9.4.7), waardoor deze „uit faze” raken. Er ontstaat nu een soort overmodulatie aan de ontvangerzijde, waardoor het signaal, behalve sterk verzwakt, ook zeer sterk vervormd wordt; de spraak wordt onverstaaanbaar en de muziek ongenietbaar. De kwaliteit van een E.Z.B. (enkelzijband) verbinding is derhalve aanzienlijk beter; er treedt echter wel „normale” fading op, ontstaan door interferentie van de „directe” straal met de door de ionosfeer teruggekaatste straal; deze is echter veel minder hinderlijk dan de selectieve fading.
- d) Met een „normale” ontvanger is E.Z.B. niet te beluisteren, zodat een zekere geheimhouding optreedt. Deze geheimhouding kan nog versterkt worden door „manipuleren” met de spraakband, zoals onderverven in stukjes, deze stukjes weer „om te keren”, etc.; zodoende wordt „geheimtelefonie” verkregen, welk systeem vroeger op internationale radio-verbindingen werd toegepast.

Echt afdoende voor geheimhouding zijn deze methodes echter niet; met een tape-recorder, diverse filters en wat geduld kunnen deze gesprekken „achteraf” steeds ontcijferd worden. Moderne impuls-modulatiemethoden zijn zo geraffineerd, dat de betreffende codes vrijwel niet te breken zijn.

Het nadeel van een E.Z.B.-verbin-

ding is wel, dat de ontvanger veel gecompliceerder is dan een D.Z.B.-ontvanger; voor communicatie, waarbij als regel slechts één zender samenwerkt met één ontvanger, speelt dit prijsargument geen grote rol; wel echter voor omroepoepassingen, waarbij duizenden ontvangers naar één zender luisteren. Overigens kan men met succes met zeer speciale E.Z.B.-ontvangers ook naar een „gewone” D.Z.B.-uitzending luisteren, waarbij de draaggolf en één zijband weggesneden worden; hierdoor wordt de ontvangstkwaliteit, door de afwezigheid van selectieve fading, zeer gunstig beïnvloed. Daar de onderste frequenties van de modulatie zeer dichtbij de draaggolf liggen, zijn zeer scherpe filters vereist.

Bij een „echte” enkel-zijband zender gaan we uit van een iets ander type modulator, een „ring-modulator”, die alleen de beide zijbanden geeft, zonder echter de oorspronkelijke draaggolf, die hier ongewenst is; een en ander is in fig. 10.4.2 afgebeeld. De draaggolfrequentie wordt hier de „schakelfrequentie” genoemd en is op 60 kHz gekozen. Er ontstaan na modulatie twee zijbanden (OZB en BZB), die met behulp van twee doorlaatfilters gesplitst kunnen worden in één onderzijband in inverse ligging en één bovenzijband in rechte ligging. Een van beide kunnen we nu voor onze uitzending verder versterken en zonodig opnieuw moduleren en filteren ten einde tot de definitieve zendfrequentie te geraken. Aan de ontvangzijde moet men weer een stukje van de oorspronkelijke draaggolf hebben, om, samen met de ene zijband, weer een volledig signaal te „reconstrueren”; een dergelijk afgeleid signaal heet de „piloot”. Bij officiële „vaste” verbindingen op daartoe uitgezochte frequenties worden nauwkeurige afspraken gemaakt betreffende de ligging van de uitgezonden zijband en de frequentie van de meegezonden piloot; bij de amateur-verbindingen wordt er als regel geen piloot

meegezonden en moet men deze aan de ontvangerzijde zo goed en kwaad als dit gaat, weer „reconstrueren”.

Een „gewone” amplitude-detector is onbruikbaar voor de demodulatie van E.Z.B.-signalen, daar deze signalen zowel variëren in amplitude (de „sterkte” van de informatie) alsmede in frequentie (overeenkomende met de frequentie van de informatie); een normale amplitudedetector (of gelijkrichter) kan alleen maar de sterkte weergeven, niet echter de frequentie!

Bij het moduleren met het gecompliceerde spraaksignaal kan men de amplitude van het spectrum niet meer weergeven, daar dit ieder ogenblik verandert; wel is dit mogelijk, indien met slechts één frequentie wordt gemoduleerd; dit is in fig. 10.4.3 weergegeven.

Hierbij gaan we uit van een „informatie” frequentie van 1000 Hz en een schakelfrequentie f_2 van 100 kHz; beide worden gelegd aan een ringmodulator, ook wel „balansmodulator” genoemd. Deze twee signalen worden nu met elkaar vermenigvuldigd met als resultaat, dat er alleen twee zijbanden ontstaan (resp. van 99 en 101 kHz) doch geen draaggolf. Bekijken we het signaal op de oscilloscope, dan zien we, dat dit steeds door nul gaat, ongeacht de grootte van het aangelegde modulatie-signaal; dit is een goede controle, dat de draaggolf f_2 geheel onderdrukt is.

Deze twee zijbanden kunnen we weer met behulp van een tweetal doorlaatfilters gescheiden worden, zodat twee „gewone” sinusoiden worden verkregen, de onderzijband met een frequentie van 99 kHz en de bovenzijband met 101 kHz.

De oorspronkelijke „toon” van 1000 Hz kunnen we alleen terugvinden, indien we de oorspronkelijke draaggolf of piloot (100 kHz) weten; een „gewone” detector zou immers bij de ontvangst van deze wisselspanning alleen maar een gelijkspanning afgeven, waaraan we niets hebben. Gaan

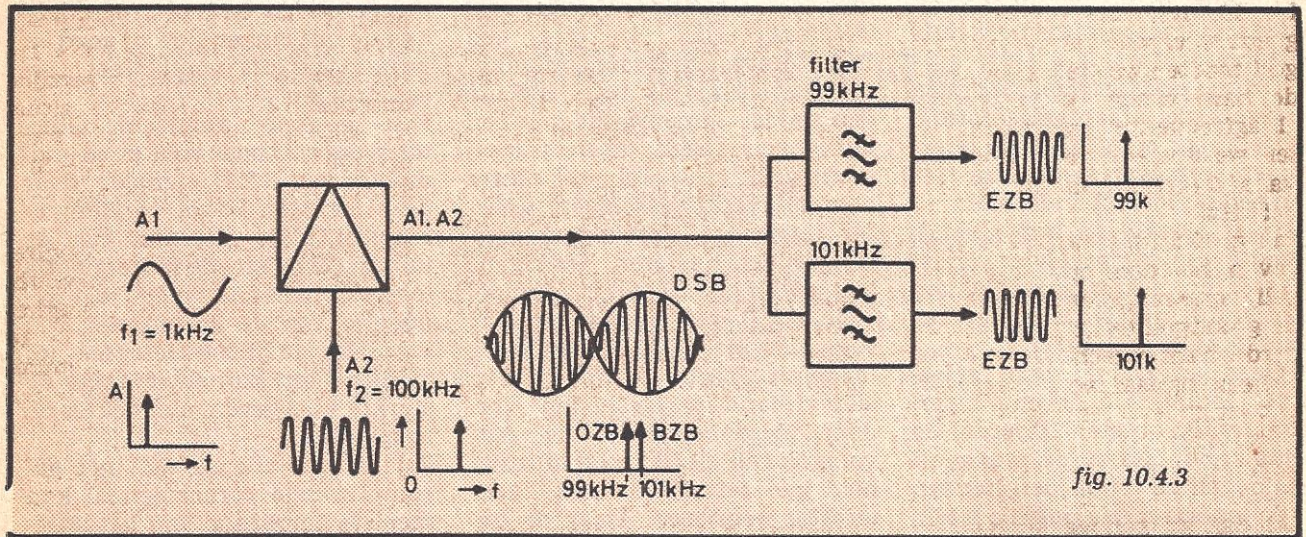


fig. 10.4.3

we aan de ontvangzijde weer een piloot „bijmengen”, dan kunnen we iedere frequentie krijgen; bij amateur-overdracht zonder piloot moeten we daarom aan de ontvangzijde zolang „vogelen” met de plaatselijke oscillator (meestal de „beat-oscillator”) tot een verstaanbare spraak wordt verkregen. Voor toon- of muziek-overdracht is een dergelijk systeem geheel ongeschikt, daar iedere verschuiving van de bijgemengde frequentie een evengrote verschuiving in de uitgaande audio-frequentie veroorzaakt! (de oudjes onder ons zullen zich nog wel de „Mexicaanse hond” herinneren!).

Hoofdstuk 10.5 De overdracht van vierkantsgolven.

Tot nu toe hebben we steeds aangenomen, dat het aangeboden modulatie-sigitaal een min of meer sinusvormig karakter bezat; in deze moderne tijd van de overdracht van computer-informatie, van video-informatie, van impuls-modulatie-systemen etc., zijn impulsvormige signalen aan de ingang van de modulator heel gewoon. We kunnen rustig stellen, dat de moderne communicatie-systemen steeds meer de richting van impuls-overdracht gaan; dit geeft uiteraard consequenties voor de bandbreedte, die we moe-

ten reserveren in zender en ontvanger.

Als voorbeeld nemen we eens de overdracht van een vierkantsgolf, ofschoon dat in de praktijk vrijwel niet zal voorkomen, daar deze alleen „frequentie”-informatie bevat en verder niets.

De hier afgebeelde vierkantsgolf gaat vanaf 0-V (toestand „0”) tot +2V (toestand „1”). Een dergelijk signaal kan bijvoorbeeld afkomstig zijn van een morse-sleutel, een teletype, e.d. Ook kan een vierkantsgolf symmetrisch zijn t.o.v. de nullijn, waarbij we ook twee toestanden kunnen onderscheiden, nl. +1 en -1V.

In fig. 10.5.1a) is een vierkantsgolf afgebeeld met een frequentie $f = 1000\text{Hz}$ ($T = 1\text{ m/sec.}$) en met een amplitudo van +2V. Deze vierkantsgolf nu kunnen we ons opgebouwd denken uit een reeks van cosinusfuncties die alle een oneven aantal malen de oorspronkelijke frequentie bevatten; zo onderscheiden we de grondgolf (1 kHz), de derde harmonische (3 kHz), de vijfde harmonische (5 kHz) etc. Dat hier sprake is van cosinus- en niet van sinusfuncties komt alleen maar, doordat we het „nulpunt” ($t = 0$) midden in het positieve deel van de vierkantsgolf hebben gekozen. In het spectrum (fig. 10.5.1b) en c) onderscheiden we allereerst de gelijkspanningscomponent A_0 ; dit is de „gemiddelde” waarde

van deze vierkantsgolf. Onder de gemiddelde waarde van een wisselspanning verstaan we die „denkbeeldige” waarde, die tot aan de nul-lijn eenzelfde oppervlakte vertegenwoordigt als de „echte” wisselspanning. Daar bij een vierkantsgolf dit oppervlak steeds in twee gelijke moottjes wordt opgedeeld, is de gemiddelde waarde hier $2/2 = 1\text{V}$. In het spectrum staat A_0 dus bij 0-Hz. Als volgende component krijgen we de „grondgolf” A_1 ; de frequentie hiervan is gelijk aan die van de vierkantsgolf (1000 Hz), terwijl de amplitude gelijk is aan $2/\pi \times 2 = 1,27\text{V}$. De tweede harmonische (A_2) ontbreekt, evenals iedere verdere even harmonische, met een vierkantsgolf kunnen we derhalve niet in frequentie verdubbelen!

De derde harmonische ($A_3 = 3000\text{Hz}$) heeft een negatief teken; dit hangt samen met de beginfase van de cosinus-functie (zie ook fig. 10.4.d) en is voor ons verder niet van betekenis; de amplitudo hiervan is $1/3^e$ deel van die van de grondgolf of te wel $1,27/3 = 0,41\text{V}$. De vijfde harmonische ($A_5 = 5\text{ kHz}$) heeft weer een positief voor-teken; de waarde hiervan bedraagt $1/5^e$ deel van die van de grondgolf of te wel $1,27/5 = 0,254\text{V}$.

Zetten we al deze waardes positief uit, dan ontstaat het eigenlijke spanningspectrum volgens

fig. 10.5.1c); voor een voldoende goede weergave van de vierkantsgolf moeten we stellig tot de vijfde harmonische gaan. Voor de „laagfrequente” overdracht moeten we dus een band versterken vanaf 0 (gelijkspanning) tot $5 \times 1 = 5 \text{ kHz}$!

In fig. 10.5.1d) is nog even aangegeven, hoe door optelling van de gelijkspanningscomponent A_0 , de grondgolf ($= 1,27 \cdot \cos \omega t$) en de derde harmonische ($= -0,41 \cdot \cos 3\omega t$) een signaal wordt verkregen, dat enige overeenkomst met de oorspronkelijke vierkantsgolf vertoont. Tellen we hierbij nog de vijfde harmonische ($= 0,254 \cdot \cos 5\omega t$), dan krijgen we een zeer goede benadering van de oorspronkelijke golf.

In sommige gevallen wordt ook wel een „vermogenspectrum” afgebeeld, waarbij alle waarden positief zijn; hierbij moeten we alle

spanningswaarden kwadrateren, daar het vermogen evenredig met het kwadraat van de spanning toeneemt ($P = \frac{U^2}{R}$). Een dergelijk spectrum loopt sneller af dan een spannings-spectrum!

De vierkantsgolf van fig. 10.5.1a) kunnen we niet zonder meer uitzenden; hiervoor is nu eenmaal een hoogfrequent signaal nodig. We kunnen deze vierkantsgolf moduleren op een draaggolf door deze twee eenvoudigweg met elkaar te vermenigvuldigen; in fig. 10.5.1e) is dit nader aangegeven met in fig. 10.5.1f) het bijbehorend spectrum.

In dit geval is als draaggolfrequentie 100 kHz gekozen; het hele spectrum van fig. 10.5.1c) „verschuift” nu over deze afstand en wordt „gespiegeld” naar de onderzijde. De gelijkspanningscomponent (1V) wordt verdubbeld in waarde (2V) en verschuift

naar 100 kHz, de grondgolf ($f = 1 \text{ kHz}$) verschuift nu naar $100 + 1 = 101 \text{ kHz}$ etc.). Aan de onderzijde ontstaat geheel eenzelfde situatie, waarbij de frequenties resp. op $(100 - 1) = 99 \text{ kHz}$, $(100 - 3) = 97 \text{ kHz}$ komen te liggen, etc.

De bandbreedte aan de „hoogfrequente” zijde wordt nu verdubbeld t.o.v. die aan de „laagfrequente” zijde; $B = 10 \times 1 = 10 \text{ kHz}$; deze bandbreedte is minimaal vereist in het h.f.-deel om een redelijke weergave van de vierkantsgolf te verkrijgen. Legt men het h.f.-signaal van fig. 10.5.1e) aan een „gewone” amplitudo-detector (een gelijkrichter, in feite), dan krijgen we de oorspronkelijke vierkantsgolf van fig. 10.5.1a) weer terug, zij het dan, dat we over de „oorspronkelijke” amplitudo geheel in het duister tasten.

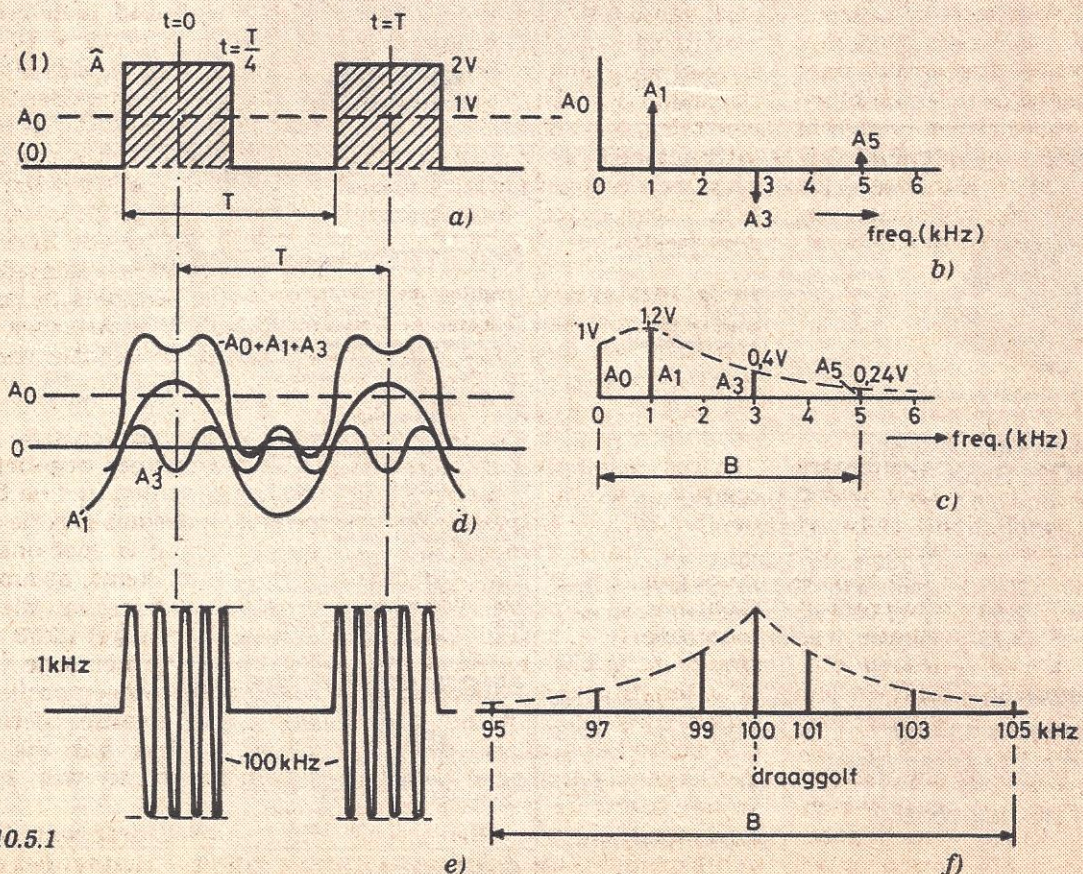


fig. 10.5.1

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

Verzending onder rembours, verzendkosten voor rekening koper.
Prijzverandering en uitverkocht voorbehouden.

OSCILLOSCOPEN

HAMEG SCOPES

HAMEG 203 - 8, twee kanalen, bandbreedte 0-20 MHz, adviesprijs **f 1298,-**
incl. BTW bij ons - korting 10%

HAMEG 412 - 5, twee kanalen, bandbreedte 0-20 MHz, adviesprijs **f 1948,-**
incl. BTW bij ons - korting 10%

HAMEG 512 - 8, twee kanalen, bandbreedte 0-50 MHz, adviesprijs **f 3150,-**
incl. BTW bij ons - korting 10%

uitgebreide technische gegevens worden u op aanvraag gratis toegezonden

TRIO OSCILLOSCOOP

CO 1303 D, 5 MHz, hobbyscoop, adviesprijs f 583,- excl.
TELEC PRIJS ZOLANG DE VOORRAAD STREKT **f 449,15 excl. BTW**

TELEQUIPMENT OSCILLOSCOOP

D-1015, 15MHz, 2 kanalen, INCLUSIEF 2 PROBES
TELEC PRIJS ZOLANG DE VOORRAAD STREKT **f 1440,- excl. BTW**

PROBES, uit voorraad leverbaar:

1:1 - 39,50 incl. BTW 1:10 - 49,50 incl. BTW 1:1/1:10 - 59,50 incl. BTW

KRISTALLEN

100 kHz	22,75	5.000 MHz	7,-
262.144 kHz	27,50	6.000 MHz	8,25
455 kHz	25,-	6.144 MHz	10,-
1.000 MHz	12,50	6.553.600 MHz	7,-
1.000.800 MHz	25,-	7.040 MHz	10,-
1.6384 MHz	25,-	8.000 MHz	8,25
1.721 MHz	25,-	8.6016 MHz	10,-
1.843.200 MHz	17,50	9.600 MHz	15,-
2.000 MHz	15,-	10.000 MHz	10,75
2.400 MHz	15,-	10.700 MHz	10,-
2.457.600 MHz	15,-	14.318.180 MHz	7,50
2.562.500 MHz	15,-	16.000 MHz	7,50
3.000 MHz	10,-	17.734.500 MHz	15,-
3.276.800 MHz	8,75	18.000 MHz	7,50
3.579.545 MHz	5,-	18.432 MHz	7,50
3.686.4 MHz	12,75	20.000 MHz	7,50
4.000 MHz	9,75	20.245 MHz	25,-
4.194.304 MHz	5,25	22.032 MHz	7,50
4.433.619 MHz	5,-	22.118.400 MHz	7,50
4.915.200 MHz	6,-	27.000 MHz	7,50
		32.000 MHz	7,50
		37.546.750 MHz	25,-
		38.666 MHz	25,-
		41.500 MHz	25,-
		48.000 MHz	7,50
		100.000 MHz	16,50
		104.65 MHz	25,-

aanbieding

**1 MHz
kristal
f12,50**



DIGITALE THERMOMETER

MET LCD-DISPLAY (gebouwd) **f 127,50**

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. f 2,50 per stuk. van ± -50° tot ± +175°C

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

NIUW IN ONS ASSORTIMENT

AMIDON RINGKERNEN

Voor eenvoudig h.f. spoelen en baluns te maken.
Hoge Q; gering strooiveld. Leverbaar o.a.

T 50-serie	2,95	T 130-serie, T 200-serie (b.v. baluns tot 300 MHz, 1 kW) f 9,95 -
T 68-serie	2,95	f 15,00. Voor breedbandtoepassingen, b.v. ferrietoroiden
T 80-serie	3,75	FT 50/FT 37-serie f 2,95.

FOLIETRIMMERS 0 - 9 pF 0 - 170 pF vanaf f 1,00

MICATRIMMERS 1,5 - 20 pF 60 - 180 pF **f 2,25**

VALVO KER. STAAFTTRIMMERS
(UHF-toepassingen) 0,6 - 4 1 - 9 pF **f 0,75**

DIVERSE TRANSISTOREN

BF900	f 2,95	binnenkort leverbaar o.a.:
BF905	3,75	
BF961	2,50	BFR91, BFW17, BFR34,
BFW92	2,50	BFO28, BFT66.

HF VERMOGENSTRANSISTOREN

w.o. BLY-serie Motorola MRF243 f 125,-; MRF646 f 125,-
2N6080 serie etc. etc. etc.

DOORVOERCONDENSATOREN

v.a. 27 pF tot 1 nF **f 0,25**
chipcondensatoren v.a. 13 pF **f 0,25**

COAXCONNECTOREN

C-BNC-N-SMA-SMC-Subminix met verloop /
koppelstukken v.a. **f 2,75**

COAXKABEL, w.o.

RG213	3,- p/m	
RG58	1,- p/m	Daarnaast vele andere typen kabel, w.o. ook 50/75 Ohm bedradingscoax.
H43	2,50 p/m	
1,8 mm teflon coax	1,- p/m	

Eddystone gietalu-doodsjes

v.a. f 6,50

Teko doosjes (vertind)

v.a. f 5,95

COMPUTERAPPARATUUR

PERSONAL COMPUTER ACORN ATOM 699,- excl. BTW.

Nu leverbaar uit voorraad, bouw pakket 8K + 2K RAM
Aan te sluiten op een gewoon TV toestel, uitbreidingsmogelijkheden tot 12K + 12K, zelfs uiteindelijk tot 16K + 40K.
FLOATING POINT BASIC ROM

49,50 per stuk incl. BTW 18%

Wordt geleverd met duidelijke instructies. De onderdelen worden volledig gegarandeerd. Prijzen hiervan kunnen fluctueren in verband met koerswisselingen. Vraag altijd naar de laatste prijzen.



SINCLAIR ZX 80, f 395,- incl. BTW

incl. voeding

binnenkort leverbaar ZX 81,
binnenkort ook leverbaar de VIC 20 van Commodore.

PRINTERS merk EPSON

leverbaar uit voorraad:

PRIJZEN EXCL. BTW 18%

Epson Matrix Printer Model MX-80	f 1755,-	TELEC KORTING - 10%
Epson Matrix Printer Model MX-80, type II	1845,-	TELEC KORTING - 10%
Epson Matrix Printer Model MX-80 F/T	1945,-	TELEC KORTING - 10%
Epson Dot Matrix Plotter Printer Model MX-82	1945,-	TELEC KORTING - 10%
Epson Matrix Printer Model MX-100	2745,-	TELEC KORTING - 10%

OPTIONS

PRIJZEN EXCL. BTW 18%

8120	- TRS 80 Interface	f 120,-
8220	- TRS 80 Interface kabel	106,-
8221	- TRS 80 Expansion kabel	106,-
8130	- Apple Interface	179,-
8230	- Apple Interface kabel	75,-
8132	- Apple Interface, MX-80, type II, MX-82 en MX-100	200,-
8231	- Apple Interface kabel, MX-80, type II, MX82 en MX-100	75,-
8141	- Serial Interface	160,-
8241	- Serial Interface kabel	80,-
8160	- IEEE 488/PET Interface	162,-
8260	- IEEE 488/PET Interface kabel	71,-
8360	- HP 80 Modellen Interface	162,-
8xxx	- Parallel Interface kabel	79,-
88xx	- Papierrolhouder voor MX-80 F/T	60,-

MICROPROCESSOR IC's

M 4044	16,25	P 8155	41,00	Z-80-A-DMA	129,50
(= MM 5257)		P 8156	41,00		
M 5101-450	14,50	M 6551	57,95	Z-80-A-PIO	36,95
MM 5257	19,30	M 6800	23,75	Z-80-CPU	35,25
M 1702-450	27,50	M 6802	27,00	Z-80-CTC	27,95
M 2758	37,50	M 6809	83,25	Z-80-DMA	78,50
T 12532	65,35	M 6810	11,75	Z-80-PIO	27,95
(TMS 2532)		M 6821	12,50	6502	29,75

AANBIEDING RAMS

2114 (200ns) 8,50 per stuk, incl. BTW 4116 (200ns) 7,50 per stuk, incl. BTW

Experiment met de analoge trainer - 2

Jos Verstraten

De op-amp als buffer

Buffers zijn schakelingen, die het aan de ingang aangeboden signaal zo min mogelijk beïnvloeden, maar wel als een soort impedantie-transformator werken. Deingangsimpedantie van een buffer is zeer groot, de uitgangsweerstand zeer laag. De spanningsversterking is gelijk aan één. Buffers worden daar gebruikt, waar rechtstreekse koppeling van de ene schakeling aan de andere problemen zou kunnen geven. Het bekendste voorbeeld van een buffer is de emittervolger, vaak toegepast om kleine, gevoelige signalen, zoals de uitgangsspanning van een plattendraaier, over een lange kabel te transporteren.

Met op-amps kan men ook buffers maken, wat vrij logisch is als men zich even de vrij hoge in- en vrij lage uitgangsimpedantie van het IC voor ogen haalt. De fundamentele schakeling van een opamp buffer is de eenvoud zelve: het te bufferen signaal wordt aan de positieve ingang aangeboden, de negatieve ingang is rechtstreeks gekoppeld met de uitgang. In figuur 1 is een testschema getekend, waarmee we de eigenschappen van de buffer kunnen opsporen. Aan de ingang sluiten we een van de gelijkspanningsuitgangen van de trainer aan, geschakeld op het ± 10 V bereik. De drie meet-schakelingen staan eveneens op het ± 10 V bereik. De weerstand R1 wordt vast aangebracht, R2 wordt zo in de schakeling opgenomen, dat we hem desgewenst even met de uitgang van het IC in contact kunnen brengen. Figuur 2 geeft de bedradingsofzet van het experimenteerprintje. Bij het aanschakelen

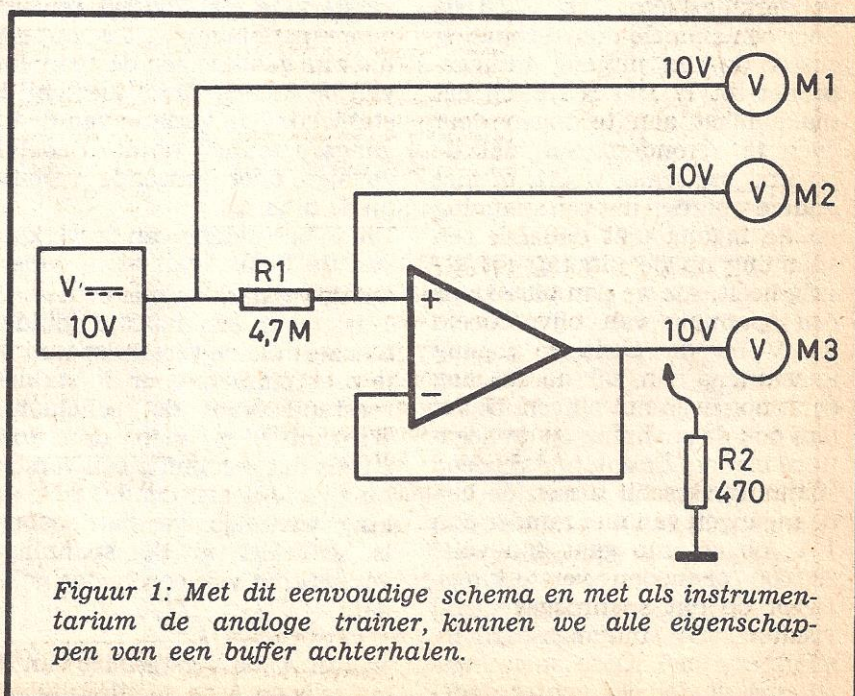
van de voedingsspanning zullen we zien, dat alle meters dezelfde spanning aanduiden.

Wat kunnen we hieruit afleiden? In de eerste plaats dat de spanningsversterking van de schakeling gelijk is aan één. 2 V aan de ingang geeft 2 V aan de uitgang. In de tweede plaats, dat deingangsimpedantie van de schakeling blijkbaar zeer hoog is. De positieve ingang vraagt zo weinig stroom van de ingangsspanning, dat er over de toch zeer grote weerstand R1 geen meetbare spanningsval optreedt. Zou dat wel het geval zijn, dan zou M2 een lagere spanning aangeven dan M1. Uit dat spanningsverschil zouden we de stroom door R1 kunnen berekenen en bijgevolg ook deingangsimpedantie van de buffer.

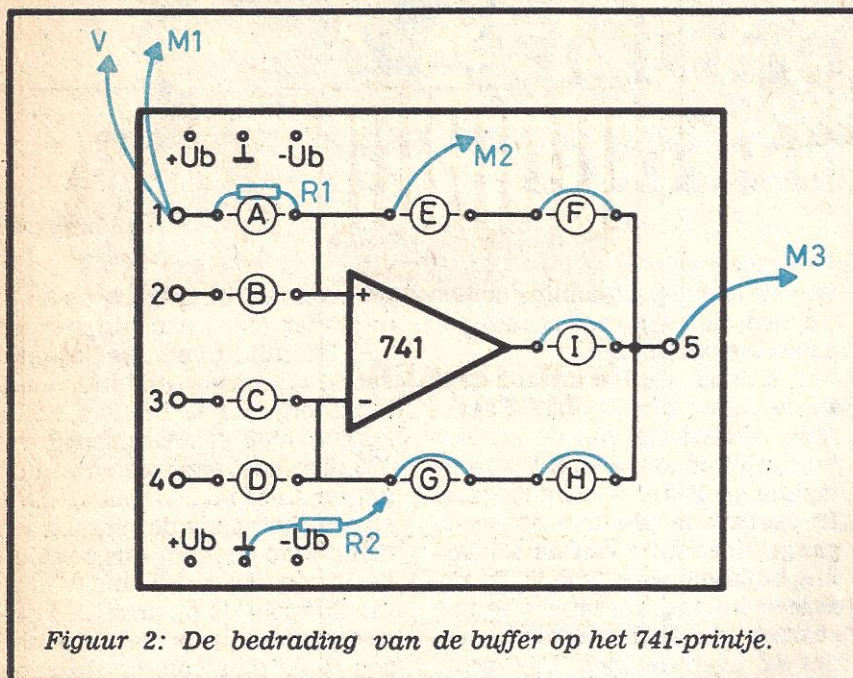
Stel de ingangsspanning van de schakeling in op +5 V, verbindt het vrije einde van de weerstand

R2 even met de uitgang en let op de meter M3. De naald verroert niet. Hieruit kunnen we besluiten dat de uitgangsweerstand van de buffer erg laag is. Immers, de belasting met een weerstand van 470 ohm doet een stroom van ongeveer 10 mA vloeien. Deze stroom komt uit de uitgang van de op-amp en loopt dus ook door de inwendige weerstand van de uitgang van de op-amp. Als deze weerstand bijvoorbeeld 10 ohm zou zijn, dan zou er door het aansluiten van de belastingsweerstand een spanningsval van 0,1 V aan de uitgang ontstaan, iets wat we zonder meer op M3 zouden zien. Nu verroert de naald van de meter niet eens, waaruit volgt dat de inwendige weerstand van de buffer erg laag is.

Kortom, een buffer heeft een spanningsversterking van 1, een zeer hogeingangsimpedantie en een zeer lage uitgangsimpedan-



Figuur 1: Met dit eenvoudige schema en met als instrumentarium de analoge trainer, kunnen we alle eigenschappen van een buffer achterhalen.



Figuur 2: De bedrading van de buffer op het 741-printje.

tie. Theoretisch komt het er op neer, dat de waarde van de ingangsimpedantie van de „naakte” op-amp vermenigvuldigd wordt met de versterkingsfactor van het IC en de waarde van de uitgangsweerstand van de „naakte” op-amp gedeeld door dezelfde factor.

Hoe kunnen we dit gedrag verklaren? Hoe is die ontzettend hoge versterkingsfactor van 200.000 door een simpele doorverbinding tussen in- en uitgang teruggebracht tot 1? Dat is fysisch het makkelijkst aan te tonen door even te veronderstellen dat de op-amp erg traag werkt, of met andere woorden dat een spanning op de ingang niet dadelijk een spanning op de uitgang tot gevolg heeft. Als we dan plotsklaps een spanning van bijvoorbeeld +1 V op de positieve ingang aansluiten, dan zal de uitgang eerst nog even nul blijven. Dat is dan ook de spanning op de negatieve ingang. Er ontstaat dus een spanningsverschil tussen de beide ingangen van niet minder dan 1 V, de op-amp gaat zijn volle 200.000 eenheden versterkingsfactor op dat spanningsverschil loslaten. De uitgangsspanning stijgt erg snel. Deze spanningsstijging vinden we echter dade-

lijk terug op de negatieve ingang. Het gevolg is, dat het spanningsverschil tussen de beide ingangen steeds kleiner wordt. Op een bepaald moment is de uitgangsspanning gestegen tot bijna +1 V. Dan ontstaat er een spanningsverschil tussen de positieve en negatieve ingang van een fractie van een volt. Dat onnoemelijk kleine spanninkje levert, na versterking met 200.000, een uitgangsspanning op, die op een haar na gelijk is aan de spanning van de ingang. Deze toestand is stabiel, iedere variatie van de ingangsspanning wordt dadelijk gevolgd door eenzelfde variatie op de uitgang.

Uit de bespreking van de werking van de buffer, valt af te leiden, dat de versterking niet echt exact 1 is, maar een haartje minder. Dat zeer kleine verschilspanninkje zorgt immers voor de stabiele toestand van de schakeling. Waarom zegt men dan toch steeds dat een buffer een versterking van 1 heeft? Omdat de afwijking werkelijk verwaarloosbaar is. Officieel is de spanningsversterking van een buffer gelijk aan:

$$A' = \frac{A}{1 + A}$$

waarin A' de versterking van de buffer is en A de versterking van

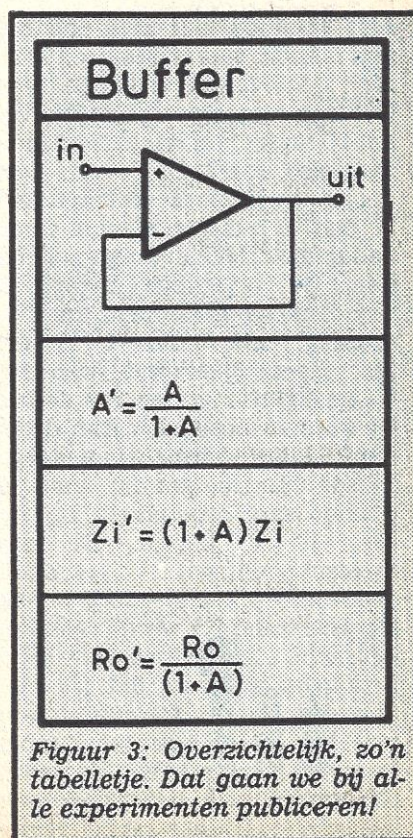
de op-amp zelf. Vul deze formule maar eens in voor een 741 met zijn A van 200.000!

$$A' = \frac{200.000}{200.001} = 0,99999999$$

Een muggenzifter, die daar geen 1 van wil maken!

Uit deze bespreking volgt een belangrijke eigenschap van opamp's. De schakeling zal steeds streven naar een minimaal spanningsverschil tussen zijn beide ingangen. Omdat dit spanningsverschil niet eens echt meetbaar is, zegt men dat een op-amp er steeds voor zorgt dat beide ingangen op dezelfde spanning komen. Alle schakelingen rond op-amps kunnen met deze eenvoudige regel worden verklaard, let maar op bij de volgende experimenten.

In de tabel van figuur 3, tenslotte, zijn alle eigenschappen van een buffer overzichtelijk gegroepeerd. De symbolen met accent duiden op eigenschappen van de totale schakeling, de symbolen zonder accent op eigenschappen van de op-amp zelf.





IMPORT-
EXPORT-
PRODUCTION OF

QUARTZ CRYSTALS Printassemblage en Communicatie apparatuur.

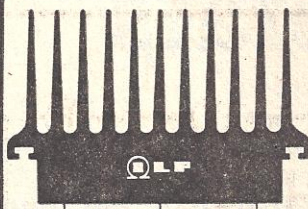
STOCKVOORRAAD

500.000 stuks
toepassing in scanners, mobilfoons,
microprocessors, industrie- en
amateurapparatuur

LEVERTIJD 5 DAGEN

spoedopdrachten binnen 24 uur
mogelijk

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



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 eenvoudig beveiligd.
Uitstekende geluidskwaliteit.
Voedingen ook leverbaar,
de meeste met ringkerntrafo.
Dit zijn de meest verkochte komple-
te versterker-modules in Ned.l



RINGKERN- TRAFO'S

Deze nieuwe ringkerntrafo's bieden
veel voordelen t.o.v. de oude recht-
hoekige blikpakkettrafo's:
GEWICHT + HOOGTE gehalveerd.
MAGN. STROOVELD veel kleiner,
dus min. brominductie.
NULLASTSTROOM zeer laag.
SNEL te monteren: slechts 1 bout.
HOGE betrouwbaarheid, want I.L.P.
gebruikt prima materialen.
UIT VOORRAAD: meer dan
70 types van 30 tot 625 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

I.L.P. IMPORTEUR VOOR DE BENELUX
STEINWEGSTRAAT 37
7491 KJ DELDEN, TEL. 05407 - 20 24

HIFI SHOP - HOBBY SHOP

enorme sortering halfgeleiders, IC's en
hobby onderdelen, monacor, technische
boeken, antenne's, 27 MC apparatuur
scanners:

- 2 banders met kristallen va f 195,—
- 3 banders computer va f 395,—
- 3 banders etc. va f 495,—

kristallen:

meer dan 1000 op voorraad à f 7,95
scramble decoders: compleet f 65,—
hobby computers:

- sinclair Z 80 f 499,— excl. btw
- acorn kit f 875,— excl. btw

PET-CBM interface tussen PET-CBM

en vele printers zoals OKI-80,
CENTRONICS 779 en EPSON'S
kompleet f 350,— excl. btw

**OFFICIAL APPLE DEALER
VOOR NOORD-NEDERLAND**

HIFIshop

Noordkade 78 - Drachten - Tel. 05120-13091

ADVERTEERDERS LET OP!

de sluitingsdatum
voor
uw advertenties in het

**JANUARI
NUMMER
VAN ABC**

is al 24 november

graag uw materiaal spoedig opzenden!

KNIP DIT UIT S.V.P.

maand	sluitingsdatum advertentiemateriaal	verschijnt 1982
januari	24 nov. '81	21 dec. '81
februari	23 dec. '81	22 jan.
maart	29 jan. '82	26 febr.
april	26 febr. '82	26 mrt.
mei	25 mrt. '82	23 apr.
juni	26 apr. '82	28 mei
juli	27 mei '82	25 juni
augustus	25 juni '82	23 juli
september	30 juli '82	27 aug.
oktober	27 aug. '82	24 sept.
november	24 sept. '82	22 okt.
december	29 okt. '82	26 nov.
januari 1983	23 nov. '82	20 dec.

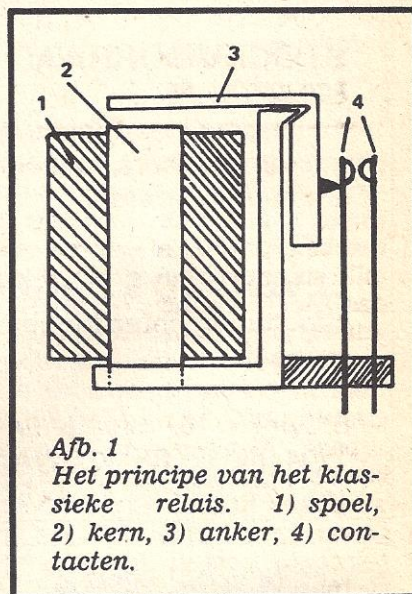
Het relais

In dit artikel wordt een component behandeld waar velen onder ons nogal sceptisch tegenover zullen staan. In ieder geval gaat dit op voor veel volbloed elektronici. Het bedoelde component heet: relais! De steens des aanstoets ligt hem in het feit dat het om een van de laatste componenten gaat die nog mechanisch werkt. Dat betekent dat er zich altijd wat binnenin beweegt. En dat dertig jaar na de uitvinding van de transistor en de andere halfgeleiders zoals thyristoren en triacs! Men zou toch geloven dat het relais al lang niet meer nodig is. Toch worden zij nog steeds in vele schakelingen toegepast, vaak als het enige mechanische component. Waarom? Dit artikel moet de antwoorden gaan geven.

Grondbegrippen

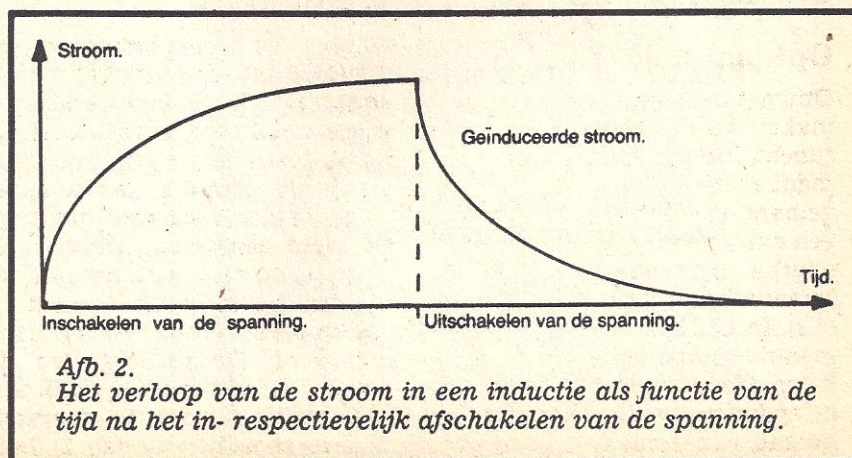
Een klassiek relais bestaat uit de spoel met de ijzeren kern en het anker met de contacten (afb. 1). Wanneer door de spoel een stroom loopt ontstaat er een magneet veld. Het anker wordt aangetrokken, hij beweegt de contacten. Dat vormt het principe! Dit gaat voor bijna alle relais op. Echter geeft het magneetveld reeds een nadeel. Het moet eerst sterk genoeg zijn om het anker te kunnen bewegen. Dit gebeurt niet direct, want de spoel vormt een inductie en bij inducties is het volgens de natuurwetten zo dat de stroom langzaam oploopt totdat het zijn eindwaarde heeft bereikt (afb. 2). De sterkte van het magneetveld is van de stroom afhankelijk en daarom duurt het een moment voordat deze sterk genoeg is om het anker aan te trekken. Nu volgt het tweede probleem: het anker moet bewegen, wat inhoudt een versnelling, met andere woorden er is weer een be-

paalde tijd nodig om dit voor elkaar te krijgen. Voordat de contacten uiteindelijk sluiten gaat er de tijd voorbij om het magneetveld op te bouwen plus de anker versnellingstijd. Dit wordt de opkomvertraging genoemd. Schakelt men de spanning af dan komt het anker los van de kern. Bekijkt men dit als functie van de tijd dan blijkt dat er enige tijd voorbij gaat, voordat de contac-

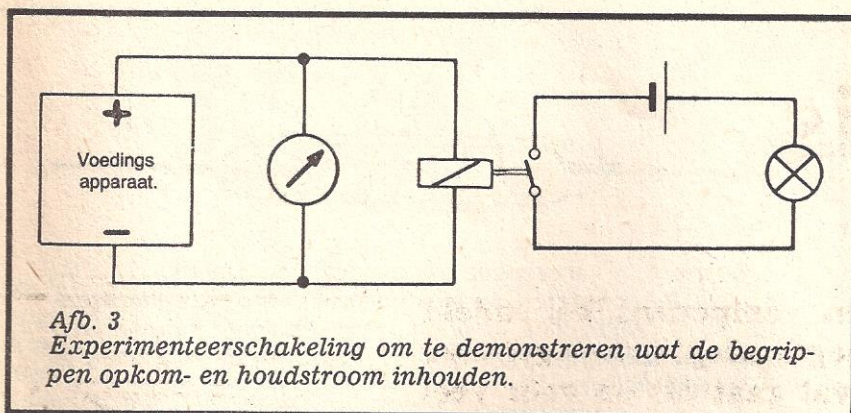


Afb. 1
Het principe van het klassieke relais. 1) spoel, 2) kern, 3) anker, 4) contacten.

ten zich openen. In het magneetveld van de spoel zit namelijk energie opgeslagen welke eerst moet verdwijnen om het veld af te bouwen. Dit proces komt uitvoerig onder de kop 'vrijlooptdiode' aan bod. In ieder geval neemt het enige tijd in beslag en moet bovendien het anker wederom worden versneld. Men noemt dit de afvalvertraging. Uit deze twee redenen (opkom- en afvalvertra-



Afb. 2.
Het verloop van de stroom in een inductie als functie van de tijd na het in- respectievelijk afschakelen van de spanning.



Afb. 3

Experimenteerschakeling om te demonstreren wat de begrip-
pen opkom- en houdstroom inhouden.

ging) volgt dat het gebruik van relais slechts in langzame schakelingen is toegestaan. Langzaam betekent dat het niet op een tien milli-seconden aankomt. Een ander nadeel vormen de beperkte schakelmogelijkheden. Waarmee wordt bedoeld dat het aantal werkzaamheden beperkt is. De grens wordt door de contacten bepaald. Met belast bedoelt men het apparaat dat door het relais wordt geschakeld. Bij de fabricage van het relais let men goed op het contactmateriaal van de contactpunten, want hier loopt de stroom tenslotte door. Meestal bestaan deze uit speciale legeringen zoals goud-nikkel, platina-zilver en wolfram-zilver. Met deze legeringen tracht men de contactsluitage, ook wel inbranden genoemd, te onderdrukken. Relais bezitten nog een nadeel waarop men moet letten, ze mogen niet al te snel heen en weer worden bewogen. De contacten kunnen hierdoor gaan veren en daardoor ongewenste verbindingen tot stand brengen.

Opkom- en houdstroom

Om met deze begrippen kennis te maken wordt het volgende experiment doorgevoerd. De benodigheden hiervoor zijn een regelbare voeding, een voltmeter, een extra spanningsbron met een daarbij passende lamp en uiteraard een relais (geen reedrelais). In afb. 3 is weergegeven hoe men de componenten moet schakelen. Men verhoogt nu langzaam de spanning van het voedingsapparaat, vanaf nul volt totdat het

relais aantrekt en de lamp gaat branden. Wanneer daarna de spanning wordt verlaagd, verwacht men dat het relais afvalt. Echter, het relais speelt in deze niet mee, eerst als de spanning een belangrijk stuk is gedaald valt het af. Hoe komt dat? De verklaring hiervoor ligt bij de luchtspleet die zich tussen het anker en de kern bevindt. Om het relais aan te kunnen trekken moet een zodanig magneetveld worden opgebouwd dat deze de luchtspleet als het ware overbrugt. Dit wordt door een hoge stroom (opkomstroom) respectievelijk hoge spanning verkregen.

Wanneer de luchtspleet wegvalt doordat het anker is aangetrokken, kan de stroom worden verlaagd. De stroom waarbij het relais nog met zekerheid is aangetrokken, wordt de houdstroom genoemd.

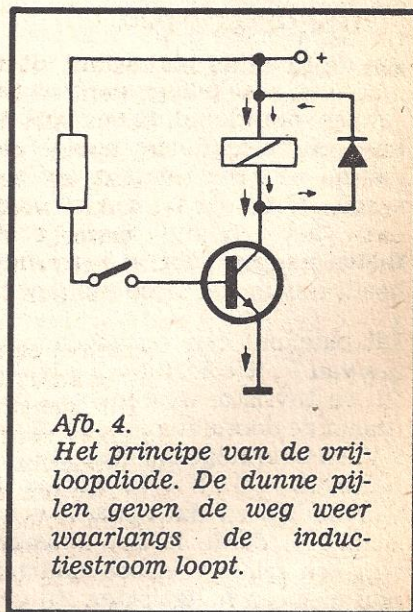
Vrijloopdiode, bescherming tegen vernietiging

Het is al ter sprake geweest dat er energie ligt opgeslagen in het magneetveld van een aangetrokken spoel. Zodra het relais afvalt, komt deze energie vrij, wordt namelijk de spanning van de spoel weggenomen, dan wekt het magneetveld een inductiestroom in de spoel op die ergens naartoe zal moeten lopen. In afb. 4 wordt hij via de zogenoemde vrijloopdiode afgevoerd. De richting van de geïnduceerde stroom is gelijk aan die van de stroom die daarvoor door de spoel liep (zie afb. 2). Der-

halve is de diode goed aangesloten, de stroom kan wegvloeien. Wordt de vrijloopdiode weggelaten dan zal er in de schakeling van afb. 4 het volgende gebeuren: de in de spoel geïnduceerde stroom kan nergens naar toe, waardoor automatisch de geïnduceerde spanning wordt verhoogd. Hoe hoger de weerstand is des te groter de spanning zal worden bij een bepaalde stroom. De spanning wordt tenslotte zo hoog dat de transistor doorslaat en wordt vernietigd. Met een schakelaar voor de transistor in de plaats gebeurt er ongeveer hetzelfde. Er ontstaat een vonk, zodra de schakelaar wordt geopend. In eerste instantie deert het de schakelaar niet, echter een hogere slijtage is wel het gevolg door het zogenoemde inbranden. Met andere woorden ook hier moet een vrijloopdiode worden toegepast.

Relais bezitten ook voordelen

Tot nu toe is de vraag; waarom worden relais nog steeds toegepast? niet beantwoord. Veel meer



Afb. 4.

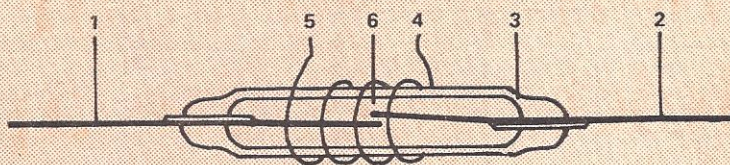
Het principe van de vrijloopdiode. De dunne pijlen geven de weg weer waarlangs de inductiestroom loopt.

werden de aspecten belicht waarom men ze niet moet toepassen: opkom- en afvalvertraging, een begrenst aantal schakelmogelijkheden, vibratie gevoeligheid en tenslotte de vrijloopdiode. Te-

genover deze nadelen bezit het relais toch enige niet te overtreffen voordelen, die voor de gelijke prijs onmogelijk kunnen worden gerealiseerd. Als eerste de volledige scheiding tussen de stuurschakeling en de uitgang. Er bestaat geen elektrische verbinding van de spoel naar de contacten, zelfs niet als het relais het zou begeven. Bij halfgeleiders ligt dat even anders, wanneer een thyristor bijvoorbeeld zou doorbranden kan het gebeuren dat er bij de gate plotseling 220 volt naar buiten komt. Wat zou de daaraan verbonden elektronica wel niet zeggen!!? Men moet daar een opto-coupler met de benodigde elektronica toepassen of een transformator moeten bijbouwen om het zonder relais te kunnen stellen, en wat is de prijs hiervoor? Een ander voordeel dat men met geen ander middel kan verkrijgen is de overgangsweerstand, deze ligt in de bijna astronomische orde van grootte van 10^7 tot 10^{14} Ohm. Bij een transistor of thyristor lopen er altijd nog enige micro-Ampères.

Onovertroffen is eveneens de contactweerstand, welke ligt tussen de 10 en de 100 mOhm. Stel maar een schakeling voor waar 5 Ampère door loopt. Deze schakeling wordt eerst door een relais en daarna door een thyristor aangeschakeld. Verder nemen we aan dat het relais een contactweerstand van 100 mOhm heeft, dus in het slechtste geval.

Dit betekent een vermogensverlies van $I^2 \cdot R = 5^2 \cdot 0,1 = 2,5$ Watt. Bij de thyristor daarentegen bedraagt de doorlaatspanning bijna 2 V. Het vermogensverlies is derhalve $I \cdot U = 5 \cdot 2 = 10$ Watt, het viervoudige en dat spreekt voor zich. Ten derde is het omgaan met een relais veel eenvoudiger dan met een halfgeleider. Zij geven niet direct de geest wanneer de spanning verkeerd om wordt aangelegd of als deze wat te hoog wordt gekozen. Dat betekent dat men met een relais in het algemeen schakelingen kan opbouwen die veel eenvoudiger zijn.



Afb. 5.

Schematische weergave van een reedrelais. 1) en 2) aansluitcontacten, 3) glasbuisje, 4) en 5) spoelaansluitingen, 6) contacten. In plaats van een spoel kan ook een permanent magneet worden toegepast om de contacten in beweging te zetten.

De ontwikkeling staat niet stil

Tot zover de voordelen van het relais. Zij tonen dat het vaak juist is om een relais te gebruiken, temeer omdat de ontwikkeling niet bij opa's klappercontacten is stil blijven staan. Er zijn nogal wat ideeën verwerkt in de loop van de tijd. Als voorbeeld is de levensduur die door toepassing van nieuwe contactmaterialen voortdurend gestegen. Terwijl toendertijd de relais slechts alleen in de berichtgeving bij de PTT werden toegepast, worden zij heden ten dage in allerlei apparatuur ingezet waar elektronica in zit verwerkt, evenals in de lucht- en ruimtevaart. De halfgeleider concurrentie heeft ertoe geleid dat er steeds kleinere en lichtere relais werden ontwikkeld.

Het reedrelais

De ontwikkeling heeft bijvoorbeeld een bepaald type relais voortgebracht die bijzonder snel schakelt en zeer klein kan worden gefabriceerd. Het gaat hierbij om het type dat bekend staat als reedrelais. Het behoort tot de groep relais met gas beschermde contacten. Dat wil zeggen dat de contacten in een glasbuisje zijn ingesmolten, welke met een beschermingsgas is gevuld. Het gas zorgt ervoor dat het inbranden wordt verminderd en tevens worden de vonken beter geblust dan in de lucht. Dankzij het hermetisch afgesloten glazen buisje kan dit type relais ook in zogenoemde

explosie gevaarlijke ruimten worden toegepast. Er kan een explosie ontstaan tengevolge van vonken. Hoe worden de contacten eigenlijk bewogen? Wanneer men de contactveren uit een magnetisch materiaal vervaardigt, kan het relatief zware anker van het normale relais vervallen, het veld beïnvloed dan direct de veren. Men bereikt hierdoor kortere schakeltijden, immers de langzame massa van het anker is weg. De contactveren worden door of het magnetische veld van een spoel of door een permanent magneet bewogen. Deze reedrelais zijn zo klein te fabriceren dat ze zelfs in een zestienpolige IC-behuizing passen. Men ziet dat het relais zich in de ontwikkeling heeft aangepast en zijn moderne componenten geworden. Zelfs van mechanische aard zal het relais op de juiste plaats toegepast dat component blijken te zijn. Niet altijd vormt een volledige elektronische uitrusting de beste oplossing.

Voedingen voor elektronische apparatuur

S. J. Hellings

Het is wel duidelijk, dat de uitgangsstroom van het I.C. begrensd moest worden, zonder daarbij de goede werking aan te tasten; de oplossing hiervoor is in fig. 21.2.3. afgebeeld. Zodra de emitterstroom I_{e2} van TS2 sterk toeneemt, zal de spanningsval over R_e eveneens sterk toenemen; de totale spanning $U_{e2} + U_{b2}$ van TS 2 wordt nu groter dan U_d ; deze laatste diodes gaan geleiden, zodat de stroom van het I. C. niet langer in de basis van TS2 terecht komt, maar via de diodes D naar aarde afvloeit.

In fig. 21.2.4 is het principe-schema van de gestabiliseerde voeding weergegeven met in fig. 21.2.5 het bijbehorende bedradingsschema.

Daar hier een Zener-spanning van 6,8 V wordt toegepast, zal de maximale uitgangsspanning U_{umax} gelijk zijn aan:

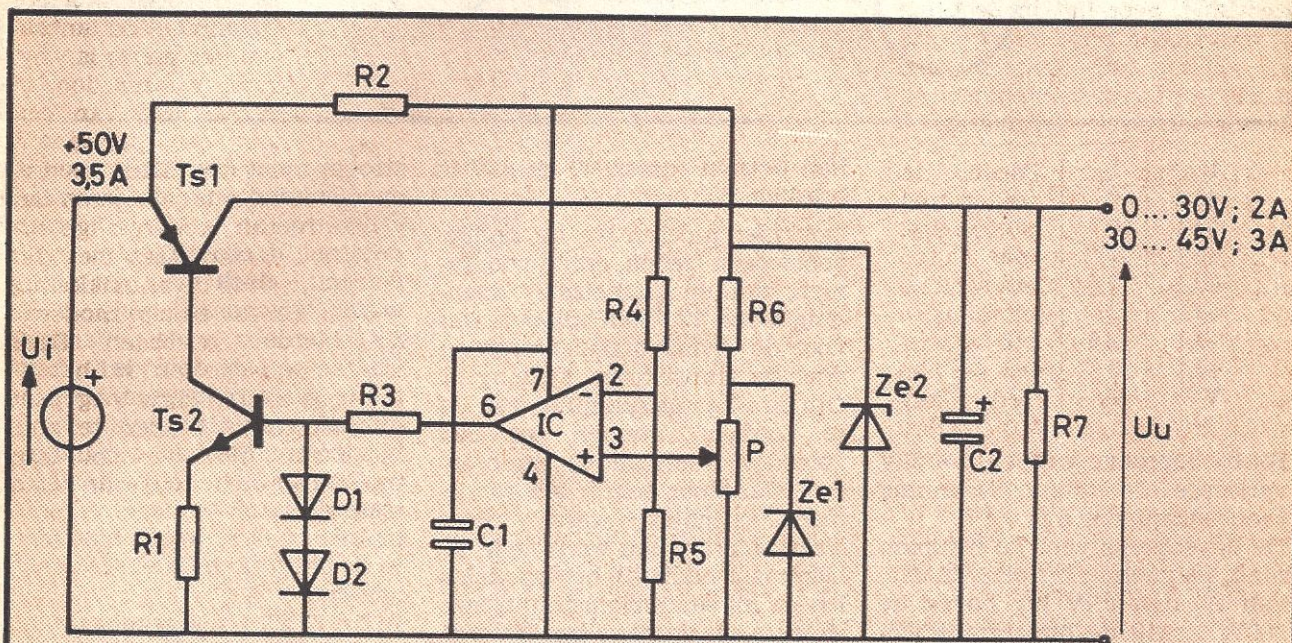
$$U_{umax} = R_4 + R_5 \cdot 6,8 \text{ V.}$$

$$= \frac{3170}{470} \cdot 6,8 = 45,86 \text{ V.}$$

Dit komt zeer goed overeen met de gemeten waarde van 46,4 V.

Deze schakeling kan zeer goed uitgebreid worden met meer bereiken, met grof-fijn regeling en met spanningsmeting volgens fig. 19.2.1.; na het voorafgaande zal dit wel geen problemen opleveren. Ook kan hier een stroombegrenzing volgens fig. 20.3.3. toegepast worden, waarbij de referentiespanning bij het overschrijden van een bepaalde stroomwaarde automatisch wordt verlaagd.

De praktijkbeproeving leverde de volgende resultaten:



C1=0,1 uF/125V
C2=1000 uF/63 V elco
R1=22, 0,5W
R2=1800, 1W
R3=2200, 0,5W
R4=2700, 0,5W
P=10k lin.
R5=470, 0,5W

R6=820, 0,5W
R7=220, 10W draadgewonden
D1=D2=1N4001
TS1=TIP 36A
TS2=BD 131
TS1 gemonteerd op koelplaat 3 mm dik groter dan 200 cm²
TS2 gemonteerd op koelplaat 1 mm dik groter dan 10 cm²
IC=CA 3130E of CA 3140E

fig. 21.2.4

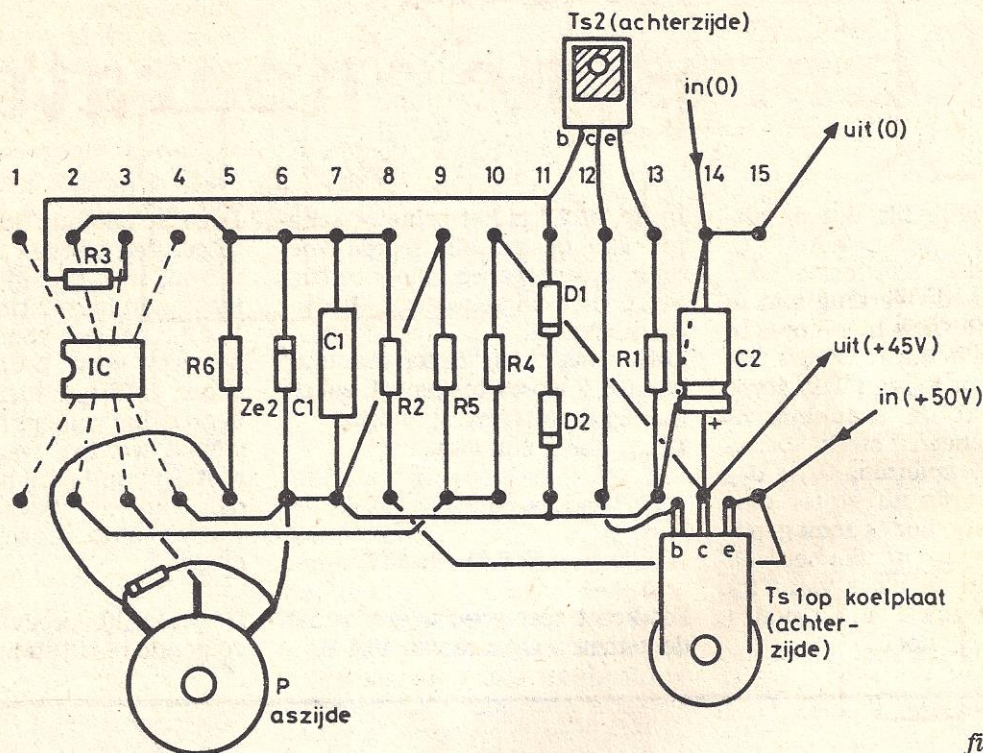


fig. 21.2.5.

U_u	I_u	U_i
40,1	0	54
40,1	0,5	51
40,1	1	49,
40,1	1,5	48,
40,1	2	45
40,1	2,5	42
40,1	3	41
V	A	V

Bij de beproeving met $U_u = 20V$ varieerde de uitgangsspanning eveneens minder dan 0,1 V

De bovengrens voor de netspanning, behorende bij een variatie van U_u met 0,1V lag boven de 260V, terwijl de ondergrens van de netspanning vrijwel uitsluitend bepaald wordt door die waarde, waarbij U_i kleiner wordt dan de gevraagde U_u . Bij een instelling van U_u bijvoorbeeld op 45V ligt deze ondergrens veel hoger dan bij een instelling van U_u op 30V!

De bijbehorende voeding is in fig. 21.2.6 aangegeven; iedere voeding, die bij een uitgangsstroom van 3,5 A een spanning

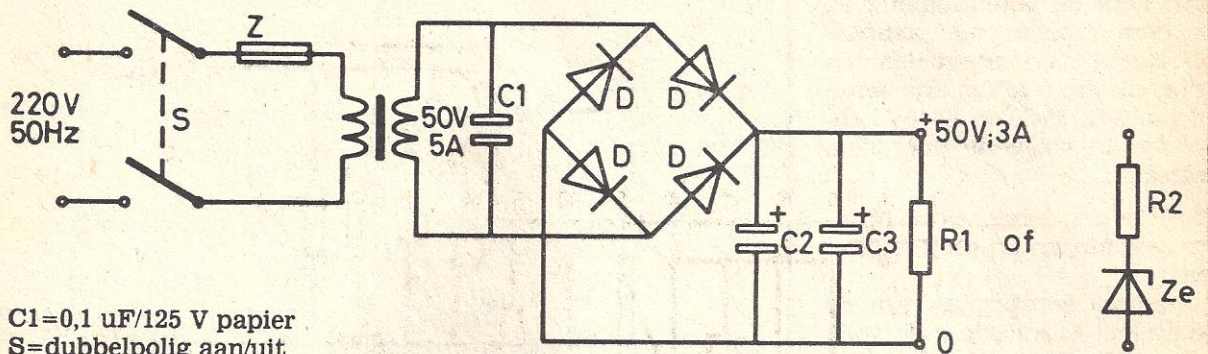
kan leveren tussen 47 en 55V is bruikbaar.

Ook hier moeten we de nodige voorzorgen treffen, om te voorkomen, dat de „onbelaste” spanning tot ca. 77 V kan oplopen, wat voor de afvlakcondensatoren en voor de transistoren te hoog is. Om de uitgangsspanning wat „af te toppen” kunnen we een „bleeder” weerstand R_u aanbrengen, waardoor echter het rendement slechter wordt; deze weerstand hebben we in feite alleen maar nodig bij het inschakelen en bij een onbelaste uitgang. Beter is het daarom, een Zenerdiode voor 50V, in serie met een weerstand aan de uitgang op te nemen. Deze combinatie werkt alleen bij onbelaste uitgang; zodra de uitgangsspanning onder de 50V daalt, slaat de Zener af en blijft alle stroom beschikbaar voor de uitgang van de voeding. Bij de keuze van de voedingstransformator moeten we er wel rekening mee houden, dat deze een veel grotere (wissel)

stroom moet kunnen leveren als overeenkomt met de gevraagde gelijkstroom! Dit verschil ontstaat, doordat de stroom niet continu, doch in „impulsen” wordt afgenomen volgens fig. 3.3.; hierdoor is de „effectieve” waarde van de door de transformator geleverde stroom bijna het dubbele van de gevraagde gelijkstroom! Met dit verschijnsel moeten we bij het ontwerp van de transformator terdege rekening houden; helaas wordt hier tegen in de praktijk maar al te vaak gezondigd!

In fig. 21.2.7 is aangegeven, welke wijziging in de schakelingen volgens fig. 21.2.4. en fig. 21.2.6 noodzakelijk zijn, om een energiebesparende schakeling te verkrijgen:

Behalve in de voeding zijn er ook enige wijzigingen in de stabilisatie-eenheid vereist; de maximale waarde van de uitgangsspanning wordt immers bepaald door de combinatie R4-R5, terwijl de variatie tussen de minimale



$C1 = 0,1 \mu\text{F}/125 \text{ V}$ papier

S = dubbelpolig aan/uit

D = 1N5404

R = 220, 15 W draadgewonden of 22, 10W draadgewonden met zenerdiode

$Z_e = 50\text{V}$, 20 W zenerdiode (BZY93-C51)

Fig. 21.2.6

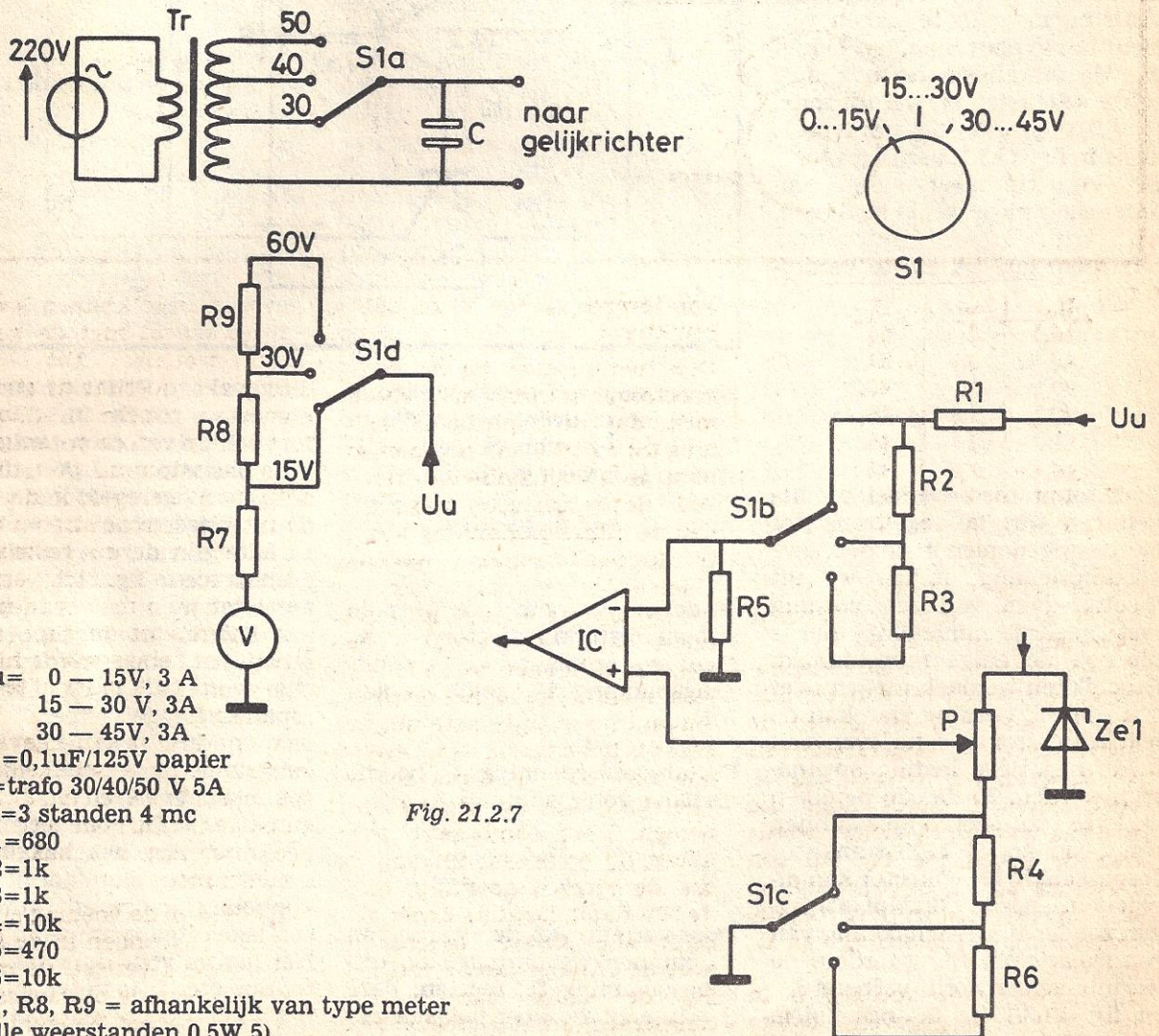


Fig. 21.2.7

$U_u = 0 - 15\text{V}, 3 \text{ A}$

$15 - 30 \text{ V}, 3 \text{ A}$

$30 - 45\text{V}, 3 \text{ A}$

$C1 = 0,1 \mu\text{F}/125\text{V}$ papier

T = trafo 30/40/50 V 5A

S1 = 3 standen 4 mc

R1 = 680

R2 = 1k

R3 = 1k

R4 = 10k

R5 = 470

R6 = 10k

R7, R8, R9 = afhankelijk van type meter

(Alle weerstanden 0,5W 5)

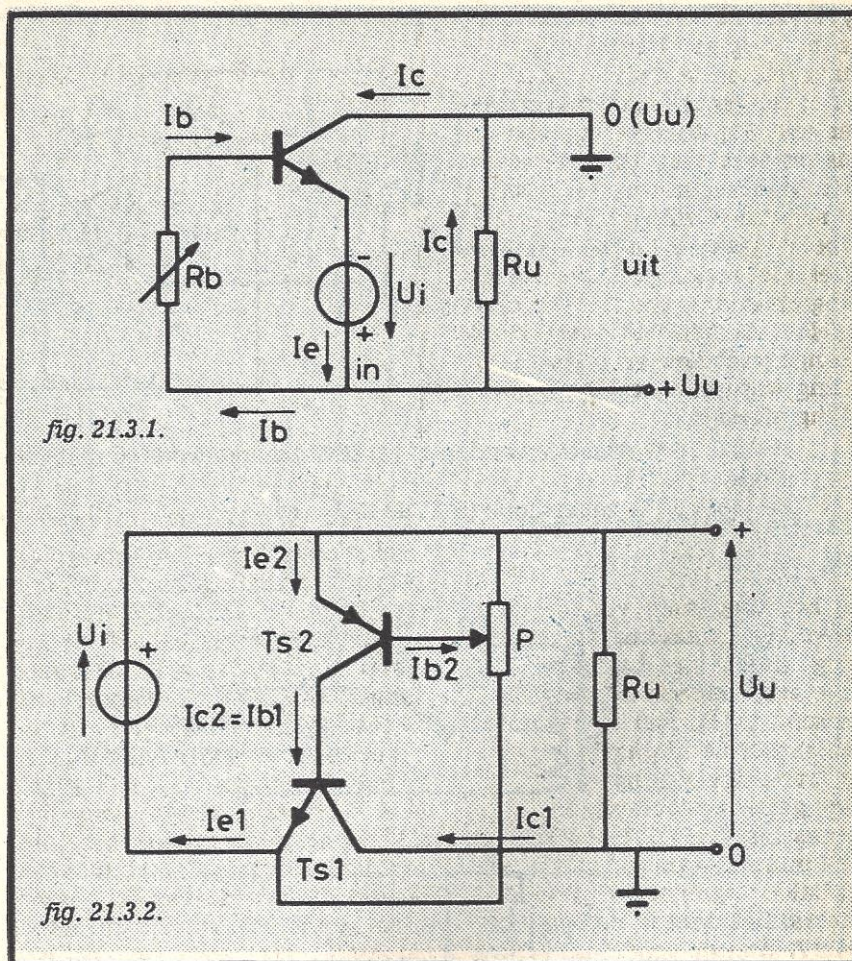
en de maximale waarde bepaald wordt door de potentiometer P; ook deze moeten we „aanpassen”. Door het onderverdelen van het bereik van 0-45V in drie bereiken van 0-15, 15-30 en 30-45V hebben we de volgende voordelen verkregen:

- a) Energiebesparing, vooral bij lagere spanningen en grotere stromen;
- b) Kleinere verwarming van de regeltransistor, waardoor de volle stroom (3A) ook op de laagste bereiken gehandhaafd kan blijven;
- c) Nauwkeuriger instelling van de uitgangsspanning, daar het gehele „bereik” slechts 15V bedraagt in plaats van 45V!

Teneinde deze nauwkeurige instelling mogelijk te maken, verdient het aanbeveling, het bereik van de uitgangsmeter ook mee om te schakelen en wel tot max. 15V, 30V en 60V; dit principe is reeds in fig. 15.3.1. aangegeven. De gebruikte meervoudige omschakelaar moet wel in staat zijn, de vrij grote transformatorstroom (ca. 5A eff) te verdragen.

21.3 Het opnemen van de regeltransistor in serie met de negatieve voeding.

In de tot nu toe behandelde schakelingen was de regeltransistor steeds opgenomen in de positieve voedingsleiding; indien we uit moeten gaan van een voeding met „geaarde minleiding, dan is dit ook de enige mogelijkheid. Beschikken we daarentegen over een „eigen” voeding, dan kan de regeltransistor in feite evengoed in de negatieve leiding opgenomen worden. Hiermede bereiken we twee voordelen: a) We kunnen een „goedkope” NPN-transistor toepassen; b) De collector kan direct aan „aarde” (koelplaat) liggen zonder tussenschakeling van een isolatie-plaatje, waardoor de warmte-afvoer wordt verbeterd. In fig. 21.3.1. is de principiële schakeling aangegeven, in fig. 21.3.2. de nadere uitwerking.



De werking van deze schakeling komt geheel overeen met die in fig. 17.1.4 is beschreven; de basisstroom I_b is weer gelijk aan:

$$I_b = \frac{U_i - U_{be}}{R_b}$$

de collectorstroom I_c is weer de stroomversterkingsfactor X_e maal zo groot, terwijl de uitgangsspanning U_u gelijk is aan $I_c \cdot R_u$.

De uitgangsspanning U_u wordt derhalve gelijk aan:

$$U_u = \alpha_e \cdot R_u \cdot \frac{U_i - U_{be}}{R_b}$$

Door variatie van de waarde van R_b kunnen we derhalve de uitgangsspanning U_u regelen; deze R_b variëren we weer langs „elektronische” weg door hiervoor een transistor te nemen; dit moet in

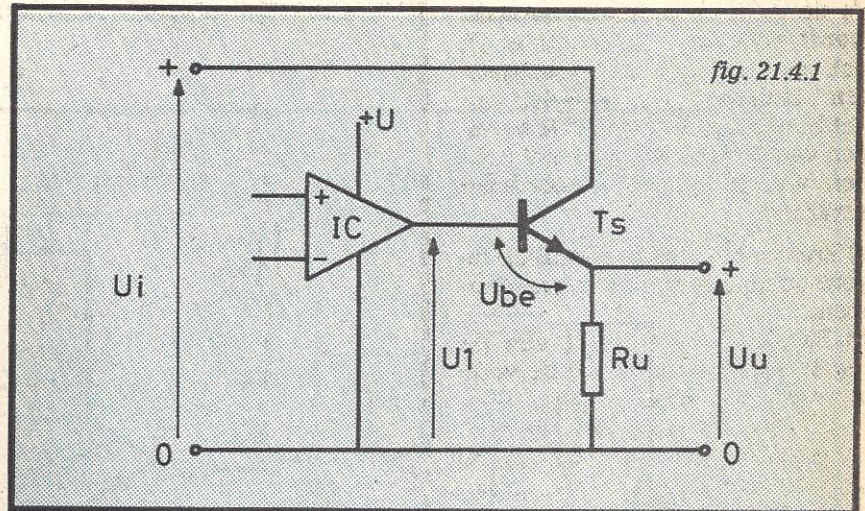
dit geval een PNP zijn; zodoende komen we tot fig. 21.3.2. waarbij met behulp van de potentiometer P de basisstroom I_{b2} en daarmee $I_{b1} = I_{e2}$ geregeld kan worden; de uitgangsstroom $I_{c1} = \alpha_{e1} \cdot I_{b1}$. In feite zijn deze schakelingen evenals die in fig. 21.2.2 - stroomregelsystemen met „van nature” een HOGE uitgangsimpedantie, terwijl het „emissor-volger” principe van fig. 17.1.3. juist een „spanningsregelsysteem” is met van nature een LAGE uitgangsimpedantie, wat voor een spanningsregelsysteem veel gunstiger is. De hoge uitgangsimpedantie van het stroomregelsysteem moet dan door de tegenkoppeling „omgezet” worden in een lage uitgangsimpedantie. Het lag nu voor de hand, de potentiometer P te vervangen door het I.C. overeenkomstig fig. 21.2.1; helaas was dit geen succes. Een I.C. van het hier toegepaste

type kan nl. wel stroom leveren, doch weigert hardnekkig ook maar iets op te nemen; blijkbaar is het zaliger te geven dan te ontvangen. Bij toelevering van de basisstroom van TS2 verschuift de uitgangsspanning van het I.C. in negatieve zin, waardoor TS2 „open” gaat, evenals TS1; het bleek niet mogelijk te zijn, de uitgangsspanning tot nul terug te regelen. Gezien het betrekkelijk geringe voordeel van deze schakeling werd van verdere ontwikkeling afgezien.

21.4. De toepassing van emitter-volgers voor hogere spanningen.

Bij het toepassen van de emitter-volger schakeling aan de uitgang moet de basis-spanning t.o.v. aarde steeds iets hoger zijn (verschil is U_{be} van de regeltransistor) dan de uitgangsspanning; bij transistor-sturing zal dit als regel geen bezwaar opleveren. Bij toepassing van I.C.'s echter is de maximale uitgangsspanning aan bepaalde grenzen gebonden; meestal ligt deze in de buurt van 30-33V. Hieruit volgt, dat de uitgangsspanning niet hoger zou kunnen worden dan 29-32V, wat voor sommige toepassingen te laag is. In fig. 21.4.1 is deze situatie aangegeven.

Het ligt voor de hand, tussen het I.C. en de regeltransistor een „e-

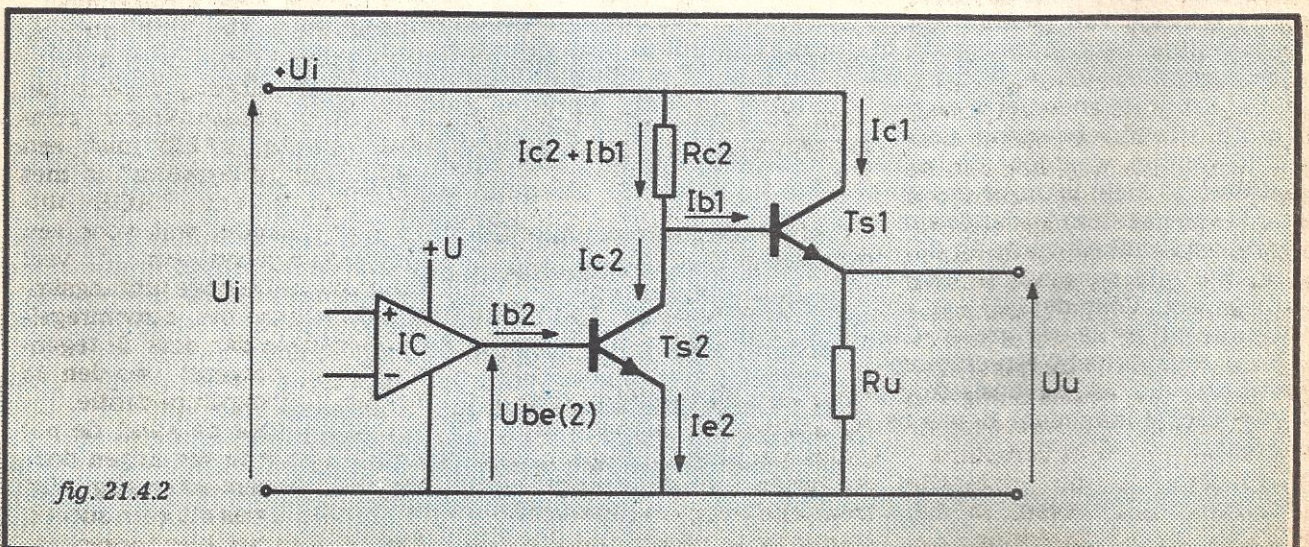


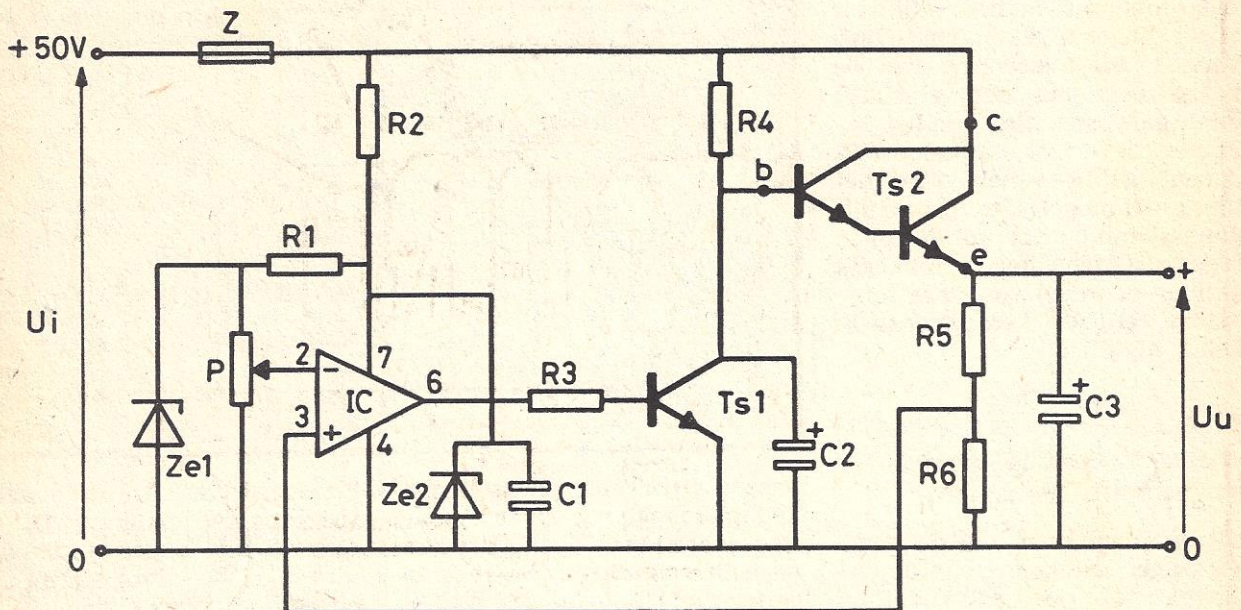
missor-basis” (gem. emitter-schakeling) schakeling op te nemen, waardoor het I.C. slechts een kleine gelijkspanning behoeft te leveren; dit is in de fig. 23.4.2 nader aangegeven. Het I.C. behoeft nu slechts de kleine stroom I_{b2} te leveren en de lage spanning U_{be2} . In feite komt deze schakeling geheel overeen met die van fig. 8.1.3, waarbij we weer dezelfde problemen ontmoeten bij de keuze van de waarde van R_{c2} ; door deze weerstand vloeien nl. twee stromen, en wel de collectorstroom I_{c2} en de basisstroom I_{b1} . Stel, dat de uitgangsstroom 2A moet bedragen en de stroomversterkingsfactor van TS1 gelijk is aan 40x, dan moet I_{b2} 50 mA worden; wensen wij, dat de maximale uitgangsspanning U_u niet

kleiner wordt dan 5V onder de toegevoerde spanning U_i , dan mag R_{c2} niet groter worden dan $\frac{5}{5} \text{ kOhm} = 100 \text{ Ohm}$; hierbij is de collectorstroom I_{c2} even verwaarloosd.

Wensen wij de uitgangsspanning U_u tot vrijwel nu 1V te doen dalen; door R_{c2} en door de transistor vloeit dan een stroom $I_{c2} = \frac{50}{100} = 500 \text{ mA}$! In deze weerstand wordt dan 25W in warmte ontwikkeld, welke energie geheel verloren gaat. Bij instelling op de halve uitgangsspanning en zonder stroomafname aan de uitgang krijgt TS 2 de meeste warmte-ontwikkeling; deze moet dan 6,25W kunnen dissiperen!

Het zal wel duidelijk zijn, dat dit geen aanvaardbare schakeling is; gelukkig is er een uitweg uit dit





$U_u = 0-15 \text{ V}, 2 \text{ A}$
 $15-25 \text{ V}, 2,5 \text{ A}$
 $25-35 \text{ V}, 3 \text{ A}$
 $35-45 \text{ V}, 4 \text{ A}$
 $R_1 = 820, 0,5 \text{ W}/5\%$
 $R_2 = 1800, 1 \text{ W}/5\%$
 $R_3 = 2200, 0,5 \text{ W}/5\%$
 $R_4 = 470, 12 \text{ W draadgewonden}$
 $R_5 = 2700, 0,5 \text{ W}/5\%$
 $R_6 = 470, 0,5 \text{ W}/5\%$

$P = 10 \text{ k lin.}$
 $IC = CA 3130E \text{ of } CA 3140E$
 $C_1 = 0,1 \text{ uF}/125 \text{ V pap/polyst.}$
 $C_2 = 25 (27) \text{ uF}/50(63) \text{ V elco}$
 $C_3 = 100 \text{ uF}/63 \text{ V elco}$
 $Z = \text{zekering } 4 \text{ A (snel)}$
 $Ze_1 = 6 \text{ V}, 8,1 \text{ W zener}$
 $Ze_2 = 12 \text{ V}, 5 \text{ W zener}$
 $TS_1 = BD 137 \text{ (koelplaat } 10 \text{ cm}^2)$
 $TS_2 = TIP 141 \text{ (koelplaat } 220 \text{ cm}^2 \text{ of BDX 65)}$

fig. 21.4.3

dilemma en wel door toepassing van Darlington-transistoren bij voorkeur in combinatie met een „constante-stroom” leverancier. Het principe van de Darlington-schakeling hebben we reeds in hoofdstuk 18 uitvoerig besproken; het grote voordeel is de zeer grote stroomversterking (500 à 2000-voudig), waardoor de basisstroom zo klein is (in de grootteorde van enkele mA), dat de emitter-basis-schakeling van fig. 21.4.2 nu wel met succes kan worden toegepast. Voor de TIP 141 bijvoorbeeld is de α_e groter dan 500x, zodat zelfs bij een uitgangsstroom van 5A de basisstroom nog slechts maximaal 10 mA bedraagt!

Indien de maximale uitgangsspanning niet meer dan 2,5V onder de ingangsspanning mag lig-

gen, volgt hieruit een waarde van $R_{c2} = 250 \text{ Ohm}$; hiervoor kan een waarde van 270 Ohm toegepast worden. Bij een ingangsspanning van 50V en een uitgangsspanning van 0V, wordt in deze weerstand toch nog $\frac{2500}{270} = 9,25 \text{ W}$ in warmte omgezet, zodat hiervoor een 270/15W type wordt gekozen. De versterkertransistor TS2 krijgt weer de maximale dissipatie bij halve uitgangsspanning $\frac{(25)^2}{270} = 2,31 \text{ W}$ zodat een voldoende grote koelvleugel vereist is.

In fig. 21.4.3 is het principe van de schakeling weergegeven en in fig. 21.4.4. het bijbehorende montageplan.

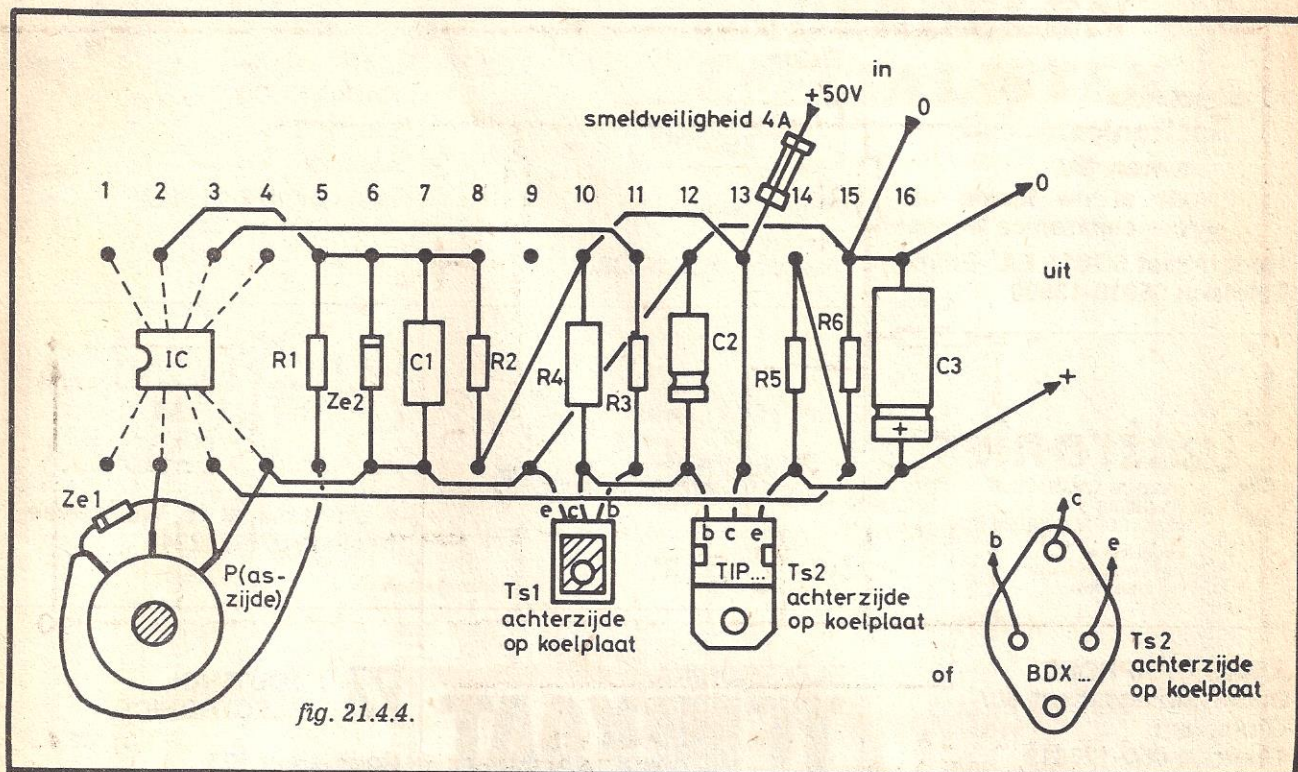
De meeste resultaten waren als volgt:

Netspanning 225V. $U_{u \text{ min}} = 0,034 \text{ V}$; $U_{7 \text{ max}} = 46,7 \text{ V}$ onbelast.

I	U_i	U_u	U_u	U_u
0	55	44,8	39,9	20,6
0,5	54	44,8	39,9	20,6
1	52	44,8	39,9	20,6
1,5	50	44,8	39,9	20,6
2	48	44,7	39,9	20,6
2,5	46	44,2	39,9	20,6
3	44		39,9	20,6

Brom en ruis aan de uitgang: Kleiner dan 1 mV_{eff}.

Voor een nauwkeurige bepaling van de spanningsvariatie aan de uitgang werd de differentiële of compensatie-methode toegepast; de uitgangsspanning werd gemeten tegen een nauwkeurig gestabiliseerde spanning. Op het 30V bereik bleek de totale variatie bij een stroomvariatie van 0-3A gelijk te zijn aan 6 mV, zodat de inwendige weerstand slechts 2 miliohm bedraagt!



KADO-IDEE!

Verras uw man,
zoon, vriend of neef
met een abonnement,

ELEKTRONICA A.B.C.

en u krijgt
GRATIS een
handige
ABC-VERZAMELBAND/

t.w.v. f 12.50 (U betaalt alleen de porto f 4.-).



Ja, ik wil de ABC-verzamelband

SCHENKER

Naam.....

Adres.....

Postcode.....

Plaats.....

Schenkt een jaarabonnement op
Elektronica ABC aan:
à f 31.- voor 11 nummers

Naam.....

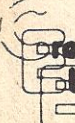
Adres.....

Postcode.....

Plaats.....

In open enveloppe zonder postzegel sturen aan: De Muiderkring b.v. - Antwoordnummer 224 - 1400 VB Bussum

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**
MARC-CB APPARATUUR
SCANNERS
ELEKTRONIKA-ONDERDELEN
Europalaan 44
9501 CW Stadskanaal
Tel. 05990-19004



**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

 **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

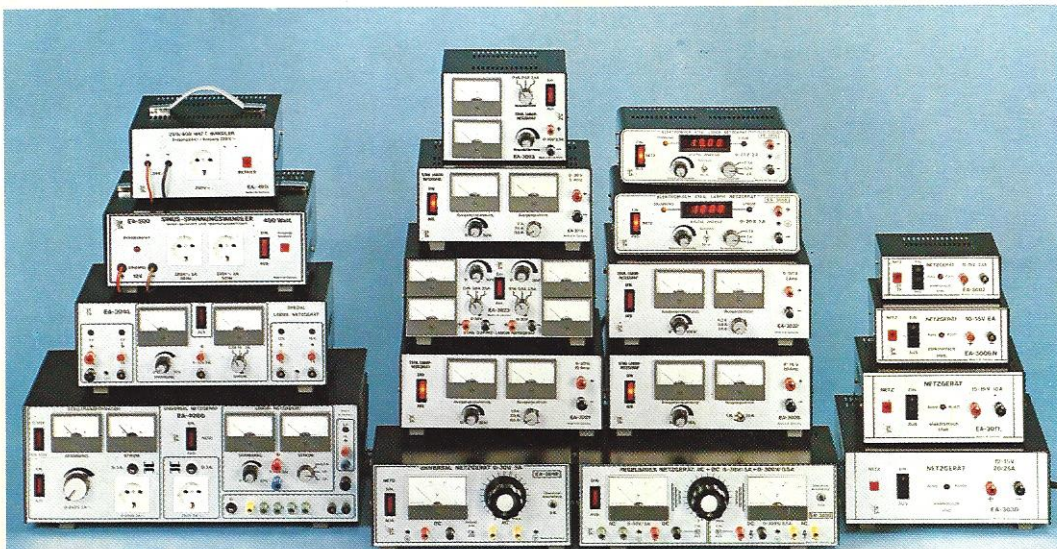
387N	2,50
391N60	5,50

KLEINE BERG 39-41, 5611 JS EINDHOVEN 040-448229
ZUID KONINGINNEWAL 58, 5701 NT HELMOND 04920-35289
VOORSTRAAT 431, 3311 CT DOORDRECHT 078-148757

Zoveel toepassingen... Zoveel voedingen...

EA Electronics heeft sinds kort een vestiging in Nederland. Wel zo gemakkelijk. Rechtstreeks van de fabriek, snel bij u in huis en directe service.

Voortaan het enige adres voor de handelaar in de Benelux voor het volledige EA-programma voedingen, omvormers, meetapparatuur, antennes en accessoires, portofoons, mobilifoons en microfoons. Bovendien heeft EA Electronics het alleenrecht verworven voor de verkoop van de Bearcat computerscanners.



Onze filosofie? Een breed en diep assortiment. Uitsluitend hoogwaardige kwaliteit. Wij geven dan ook op vele apparaten 2 jaar omruil-garantie. En service... Levering uit voorraad, dus "gisteren". Bovendien interessante marges.

Wij zijn bezig een exclusief dealernet op te bouwen in de Benelux.
Interesse? Bel of schrijf ons.

EA 3002

uitgangsspanning: 10-15 V DC instelbaar
continustroom: 2,5 Amp.
stroombegrenzing: boven 3,5 Amp.
schakelt het apparaat automatisch af.

EA 3012/15

uitgangsspanning: 10-15 V DC instelbaar
continustroom: 10 Amp.
stroombegrenzing: boven 15 Amp.
schakelt het apparaat automatisch af.

EA 3020

uitgangsspanning: 0-15 V DC instelbaar
continustroom: 20 Amp.
stroombegrenzing: 5 A en 20 A
omschakelbaar.

EA 3006

uitgangsspanning: 10-15 V DC instelbaar
continustroom: 6 Amp.
stroombegrenzing: boven 8 Amp.
schakelt het apparaat automatisch af.

EA 3005

uitgangsspanning: 0-15 V DC instelbaar
continustroom: 5 Amp.
stroom in 3 stappen instelbaar.
Rimpelspanning 0,4 mV

Netspanning voor alle apparaten 220 Volt
50/60 Hz.

Alle apparaten voldoen aan de VDE-0411
normen.

EA EXCLUSIEF DEALERS
● ALKMAAR: Wolfsen Electronics ● ALMELO: Radio Nijhuis ● AMERSFOORT: Radio Centrum - De Wild ● AMSTERDAM: Booms Electronicum - Eddy's Electroshop ● APELDOORN: Fa. Sterk ● BEDUM: Mecom ● BERGEN OP ZOOM: Beneco ● BEVERWIJK: Radiodokter ● DEN BOSCH: Desire Camp ● BREDA: Polak's Discount - Radio Jacobs ● BRUNSSUM: Kremers ● BUSSUM: Radio Velt ● DELFT: E.C.D. - Goris ● DEVENTER: Fa. Sterk ● ECHT: Hover ● EINDHOVEN: Vogelzang ● ENSCHEDE: Radio Nijhuis - Reimerink ● ERMELO: Fa. V.E.S. ● FERWERD: I.B. Ferwerd ● FRANEKER: Radio Tinga ● 'S GRAVENZANDE: Koenen ● DEN HAAG: Rueb - Stuut en Bruin ● HAARLEM: Blue Cat Electronics ● HARLINGEN: Van Der Veen Electro ● HEERLEN: Vogelzang ● HELMOND: HiFi Stereocentrum ● HENGLO: Radio Nijhuis ● HILVERSUM: H & G ● JOURE: Radio Rijpkema ● KAMPEN: Delta Electronics ● KOUDUM: Zeko ● LEEUWARDEN: Bouwman ● LEIDEN: L.C.L. ● MAASTRICHT: Vogelzang ● MIDDELBURG: Brammetje Dump ● NUNSPEET: Hobbyshop Hans ● ROERMOND: HiFi Stereocentrum ● ROSENDAAL: H & B ● ROTTERDAM: ABE - Alcor - Alpha Electronics - Radio Jacobs ● SCHAESEBERG: Kremers ● SCHAGEN: Zonneveld ● STEENWIJK: Radio Beute ● TILBURG: P. Kennis Electronisch Centrum ● UTRECHT: Polak's Discount ● VENLO: De Amerikaan - HiFi Stereocentrum ● VENRAY: HiFi Stereocentrum ● VLISSINGEN: Brammetje Dump ● IJMUIDEN: De Vilder ● ZAANDAM: Prijzenkraker ● ZWOLLE: Radio Nijhuis.



EA ELECTRONICS BV

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

14 w
60 min
60 sec
50 per
3000
18000 0
14
72
18
2520000