

18e JAARGANG

10

16 MEI 1970

f 1.25

RADIO

electronica

ONAFHANKELIJK TIJDSCHRIFT VOOR PRAKTISCHE ELEKTRONICA

VERSCHIJNT TWEEMAAL
PER MAAND

**Modulatievorming
in
luidsprekers**

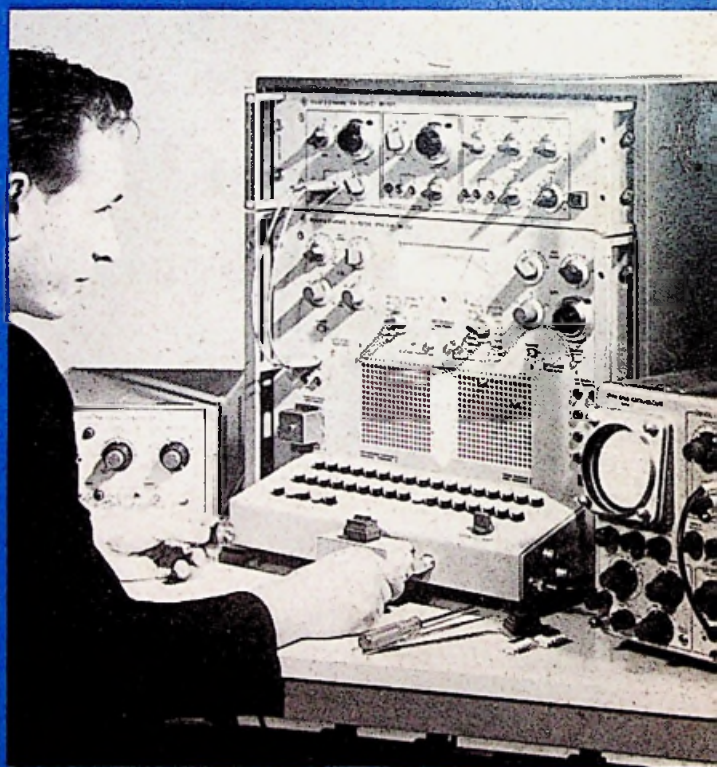
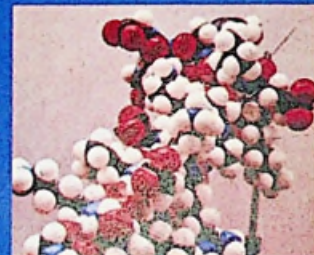
**Van
laagspanning
naar
hoogspanning
zonder transformator**

**Self-Scan
Panel Display**

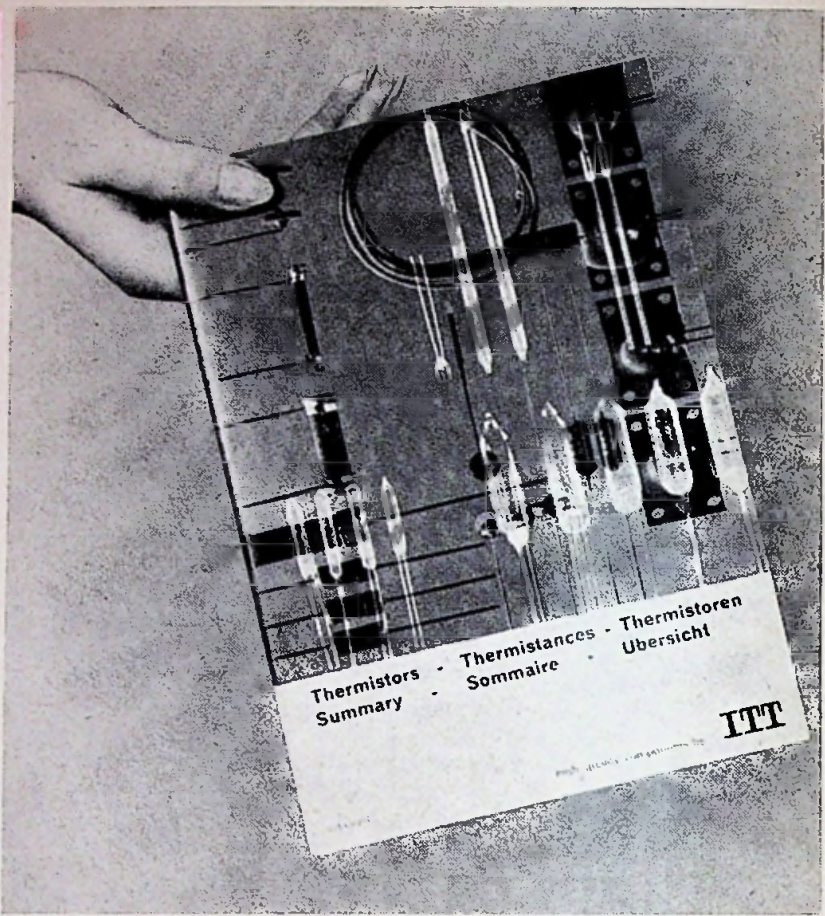
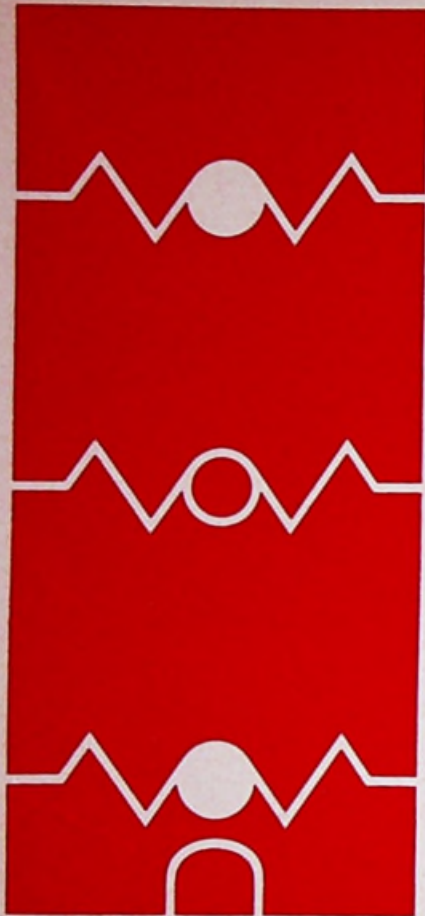
**Stereo
geluidsversterker
voor
hoofdtelefoon**

**Filters
zonder
spoelen**

**HF-monolytische
transistor array**



*IC-tester ICM voor digi-
tale en lineaire geïnte-
greerde schakelingen.
(foto: Rohde & Schwarz)*



22.083

Uw gids voor thermistors met wereldfaam

De Komponentengroep van ITT biedt een uitgebreid programma thermistors.

Wij fabriceren een serie temperatuurafhankelijke weerstanden met positieve en negatieve coëfficiënten in buis-, parel- en schijfvormige uitvoering.

Een aantal types wordt exclusief

door ITT vervaardigd.

Deze thermistors worden op grote schaal toegepast op het terrein van o.a. de temperatuurmeet- en regeltechniek.

De betrouwbaarheid van dit produkt is in vakkringen spreekwoordelijk.

Vraag vandaag nog de drie-

talige katalogus Nr. 6513/140 T aan :

ITT STANDARD Nederland
Postbus 4618

Henri ter Hallsingel 66
Rijswijk Z.H.

Tel. : (070) 907855

Telex : 32360

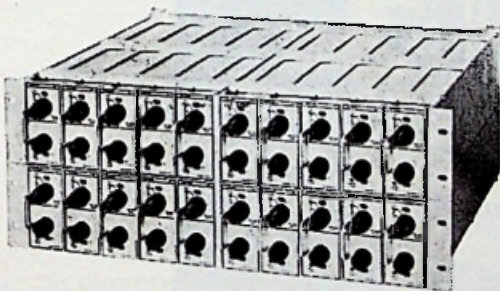
KOMPONENTEN **ITT**

DIGITALE PANEELMETERS



modellen: voor AC en DC, spanning en stroom meetbereiken: 20 mV fsd tot 200 V fsd in 5 ranges
20 μ A fsd tot 200 mA fsd in 6 ranges
uitlezing: resp. 3, 4 en 5 digits
resolutie: $\pm 10 \mu$ V resp. ± 1 nA
nauwkeurigheid: vanaf $\pm 1\%$ tot $\pm 0,01\%$
polariteitsindicatie: automatisch, uni- of bipolair
uitgang: BCD - 8.4.2.1. voor TTL en DTL Logic
triggering: in- en extern
aantal metingen: van 0 tot 60 per seconde
overbelasting: met indicatie en signalering

INSTRUMENTATIE VERSTERKERS



versterking: alle mogelijkheden, van 1 tot 5000, in stappen en/of continue, nauwkeurigheid: $\pm 0,01\%$
stabiliteit: $\pm 0,002\%$ / $^{\circ}$ C
niet-lineariteit: $\pm 0,005\%$ fsd
C.M.R.: 135 dB
offset current: $\pm 0,4 \mu$ V $\pm 0,5$ nA/ $^{\circ}$ C
bandbreedte: in decaden van 10, 30, 100 Hz ... tot 100 kHz
output: 10 V - 10 mA
options: active filteruitgangen 1, 2, 3 of 4 polig Bessel of Butterworth, cut-off frequencies: 10, 30, 100 Hz ... tot 100 kHz, galvanometer driver amplifier 10 V - 100 mA, oscillograph calibrator & switched input attenuator, input protection & output commutator switch.

ELTRON N.V.

ELEKTRONISCHE MEET- EN REGISTRATIE-
INSTRUMENTEN

ZEIST - TEL. 03404 - 11234

waarin opgenomen „ELECTRON DIGEST”, orgaan van het Internationaal Documentatie Centrum voor Elektronische Toepassingen (IDOCET) Antwerpen

N.V. UITGEVERSMIJ. Æ. E. KLUWER

Polstraat 10-12 - Postbus 23
DEVENTER - Tel. 0 5700 - 7 44 11
GIRO 86 12 21

BANKRELATIES:

Algemene Bank Nederland N.V., Deventer
Amro Bank N.V., Deventer

jaarabonnement f 20,80 (incl. 4 % O.B.)
buitenland f 24,- per jaar
losse nummers f 1,25 (incl. 4 % O.B.)

Luchtposttarieven op aanvraag

De in Radio Electronica opgenomen schema's en bouwbeschrijvingen zijn uitsluitend bestemd voor huishoudelijk en experimenteel gebruik - (octrooiwet)

REDACTIE: C. J. BAKKER

Medewerkers in Nederland en België o.m.:

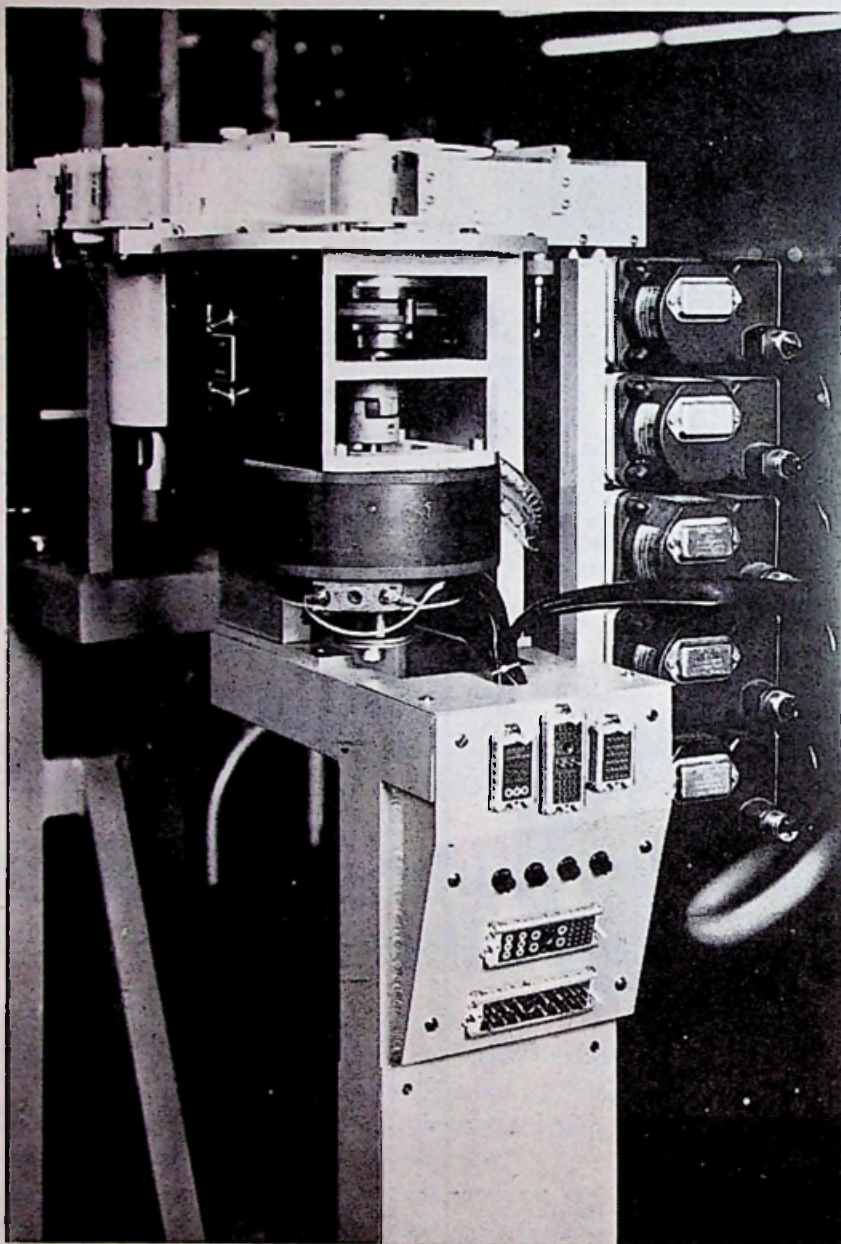
W. Arckens	C. A. J. v. d. Geer	G. R. Richter
W. De Boeck	C. Geilman	R. Rooman
W. M. G. v. Bokhoven	H. J. v. d. Heide	C. F. Ruyter
J. Bron	G. A. H. Hesp	H. Saeys
A. Callewaert	Th. v. d. Heuvel	J. M. Scholte
H. E. Charlouis	Th. J. M. Hille	D. Sleeman
H. Denis	F. Hofma	W. Stevens
W. W. Diefenbach	W. Jak	H. Vlutters
J. R. G. Van Dijck	J. H. Jansen	S. Vonk
C. L. Doesburg	H. Jekel	P. Vijzelaar
R. Y. Drost	M. Leeuwijn	H. A. O. Wilms
R. Everaert	W. M. van Lookk	W. de Wit
W. Everaert	C. v. d. Maal	P. v. d. Wyngaert
A. van Eyk	W. Olthoff	H. J. van Zwolle

Verkrijgbaar bij stationskiosken, boek- en radiohandelaren
Verschijnt tweemaal per maand

In dit nummer:

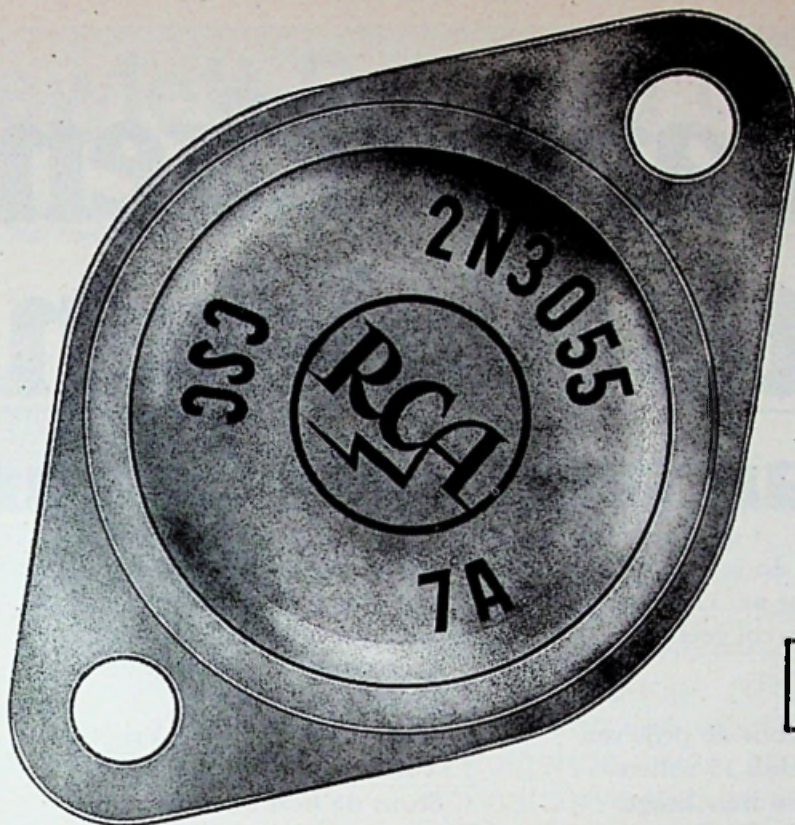
Salon International des Composants	
Electroniques	383
Symposium over geïntegreerde schakelingen	385
AE -Jaarnaal	386
Self-Scan Panel Display	387
Stereo-geluidsversterker voor hoofdtelefoon	390
Ingangsschakeling met zeer hoge ingangsimpedantie	391
Modulatievorming in luidsprekers (dl 1)	392
Van laagspanning naar hoogspanning zonder transformator	395
Filters zonder spoelen (dl 3)	399
Parallelschakeling van gelijkrichterdiodes	402
Communicatiesatellieten (dl 5)	403
Portable TV-opneeminstallatie van Akai	410
Philips video cassette recorder	411
Zo goed als alles over trafo's en smoorspoelen (dl XIII-4)	412
HF monolytische transistor array	415
Voor Handel en Industrie	417/8

Toepassing van SOURIAU Konnektor opbouwsysteem, serie 8140



S · E · B · S
NEDERLAND

EENDRACHTSWEG 68
ROTTERDAM-2
TELEFOON 010-13 25 64*
TELEX 24 0 50



RCA

2N 3055 het „werkpaard van de elektronica“

Terecht wordt dit RCA-type het „werkpaard van de elektronica“ genoemd, want hij valt op door zijn hoge dissipatie en lage verzadigingsspanning. Op grond van zijn „Hometaxial-Base“-konstruktie wordt een effectieve beveiliging tegen „Second-Breakdown“

bereikt. Deze silicium-npn-vermogenstransistor in TO-3 behuizing wordt naast zijn voor alle toepassingen nauwkeurig gedefinieerde arbeidsbereiken nog gekarakteriseerd door de volgende grensgegevens: $I_c = 15A$, $V_{ce0} = 60 V$., $P_t = 115 W$.

**Overweegt u eens,
uit welke stal uw „werkpaard
van de elektronica“ komt.**

**Wij hebben de prijs nu kunnen verlagen tot f 4.90 per stuk,
bij afname van 100 stuks.**

Overigens maakt RCA nog veel meer powertransistoren,
óók met „Hometaxial-Base“-konstruktie. Informeert u eens.

inelco

INTERNATIONAL ELECTRONICS COMPANY

AMSTERDAM Weerdestein 205 Tel. 441666 • BRUSSEL Gasthuisstr. 20-24 Tel. 112220

Schaar pakken. Gratis plakken.

(Maar dan wel: vóór 30 juni!)

Als u nu vlug een doos van
10 rollen Scotch tape nr. 33 bestelt,
doet 3M er gratis een rol geel bij.

Plus een rol rood.

Plus een rol blauw.

Dat betekent dat u voor de prijs van
10 rollen zwart, tijdelijk 13 rollen
Scotch isolatie-tape in huis krijgt.

Tape dus die elastisch is en voegzaam

en altijd blijft kleven en weerbestendig
en slijtvast en bestand tegen oliën,
zuren en alkaliën.

En zo'n rol van 3/4" x 66 ft kost
normaal 6 gulden 30.

Maar als u vlug bent krijgt u nu
13 rollen voor de prijs van 10.

Stuur de bon maar in naar 3M.

Wij zorgen dat-ie bij uw grossier komt.



Meneer, ik profiteer.

Stuur me dus meteen maar x 10 rollen

Scotch tape nr. 33 van 3/4" x 66 ft à 6,30

Gratis krijg ik dan van u x 1 rol geel

1 rol blauw

1 rol rood

Naam:

Adres:

Plaats:

Firmastempel: Naam grossier:

Handtekening.

Opsturen aan Minnesota Rooseveltlaan 55, Leiden.

Of meteen aan uw grossier. Bellen mag ook.

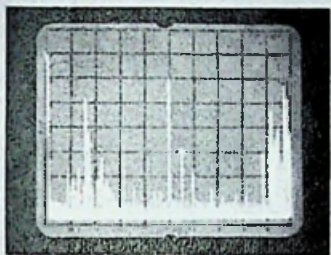
RET-1

3M
COMPANY



Hewlett-Packard geeft U nieuwe mogelijkheden bij Spectrum Analyse

5526



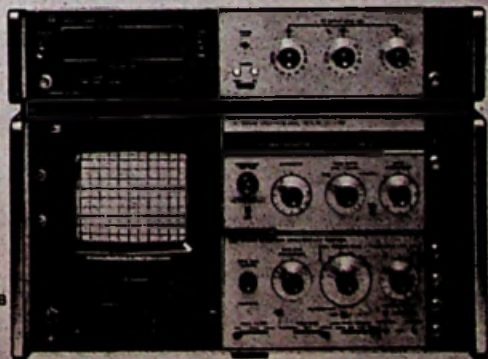
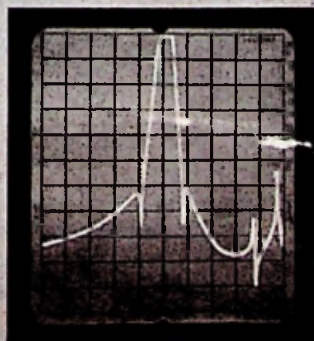
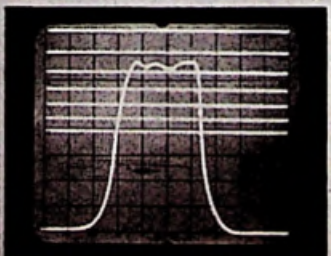
*Spectrum bewaking:
Frequentiemetingen met
spectrale weergave*

4980170



*Frequentie meting van
een fasegemoduleerde
draaggolf.*

Doorlaat van een kristalfilter



Volledige identificatie van een spectrum. De eerste twee afbeeldingen (links) laten zien hoe de 110-MHz Spectrum Analyzer van hp in combinatie met de nieuwe Tracking Generator/Counter, type 8443A, een volledig geijkte aflezing van de amplitude en een nauwkeurige digitale frequentie-uitlezing geven van weergegeven spectra. De volgende twee afbeeldingen laten de doorlaatcurve van een filter zien bij gebruik van de Tracking Generator/Counter en de Spectrum Analyzer als detector. Hierdoor is het dynamisch bereik 120 dB en de resolutie 20 Hz.

Onze nieuwe 8443A is alles wat U nodig heeft om Uw Spectrum Analyzer compleet te maken. Wilt U meer gegevens of een demonstratie, U kunt ons altijd schrijven of bellen.

Nederland: Hewlett-Packard Benelux N.V., Weerdestein 117, P.O. Box 7825, Amsterdam Z. 11, Tel. 42 77 77
België: Hewlett-Packard Benelux N.V., Vorstlaan 348, 1160 Brussels, Tel. 722240

HEWLETT *hp* PACKARD

FENLOW DIGITALE VOLTMETER SERIE 501 gepatenteerd „strobelocked integration“



- Common mode rejection : 150 dB
- Serie mode rejection : 100 dB
- Meetbereik : 1 microvolt - 1400 V
- Nauwkeurigheid : 0,01 %
- BCD-uitgang
- Automatische calibratie en polariteitsindicatie
- Plug-in units voor V Amp R en autoranging

nu f 1100,— goedkoper

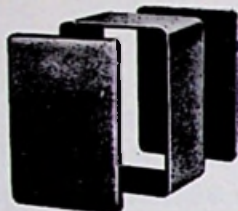
prijs f 6750,—

ELTRON N.V. ZEIST
TEL. 03404 - 1 12 34

Instrumentkasten Miniboxen

13 modellen - 28 maten
5 uitvoeringen

Uit voorraad
Zeer concurrerend
Vraag prospectus
met prijzen en maten



Mutron Internationaal N.V.

handelsonderneming en elektronica-lab.
Kapelstraat 16, Bussum
Telefoon 02159 - 1 84 14

Eerste Ned. KOFFIE-AUTOMAAT met vloeibare koffiemelk

Naam

Adres

Plaats

s.v.p. documentatie KOFFIE-AUTOMATEN
zenden van: LIMONADE-AUTOMATEN

Oók te HUREN

DE VOS

SCHOONHOVEN
Industrieterrein
01823-3146 (4 lijnen)

T.R.D. 600

een produkt van

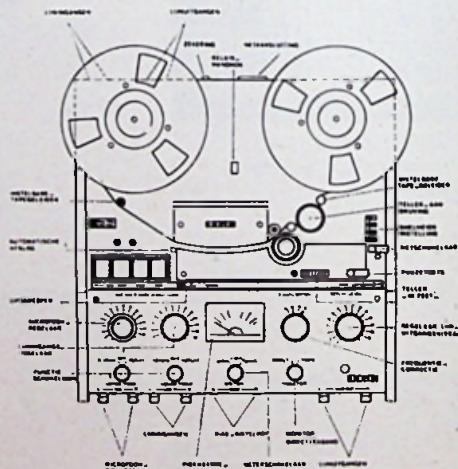
T A P E R E C O R D E R D E V E L O P M E N T - L O N D E N

Stereo-recorder voor professionele toepassing, ontwikkeld door studiomensen voor studiogebruik. Uitgerust met 3 Papst-motoren en 3 stereokoppen, leverbaar voor ofwel 38/19/9,5/4,75 ofwel 19/9,5/4,75/2,375 cm/sec, in voorversterkeruitvoering lijn-in/lijn-uit, zowel als in dekuitvoering; afstandbediening en regelbare ompoelsnelheid als extra's leverbaar.

Prijs dek f 2 265,—

Prijs complete machine f 2 800,—

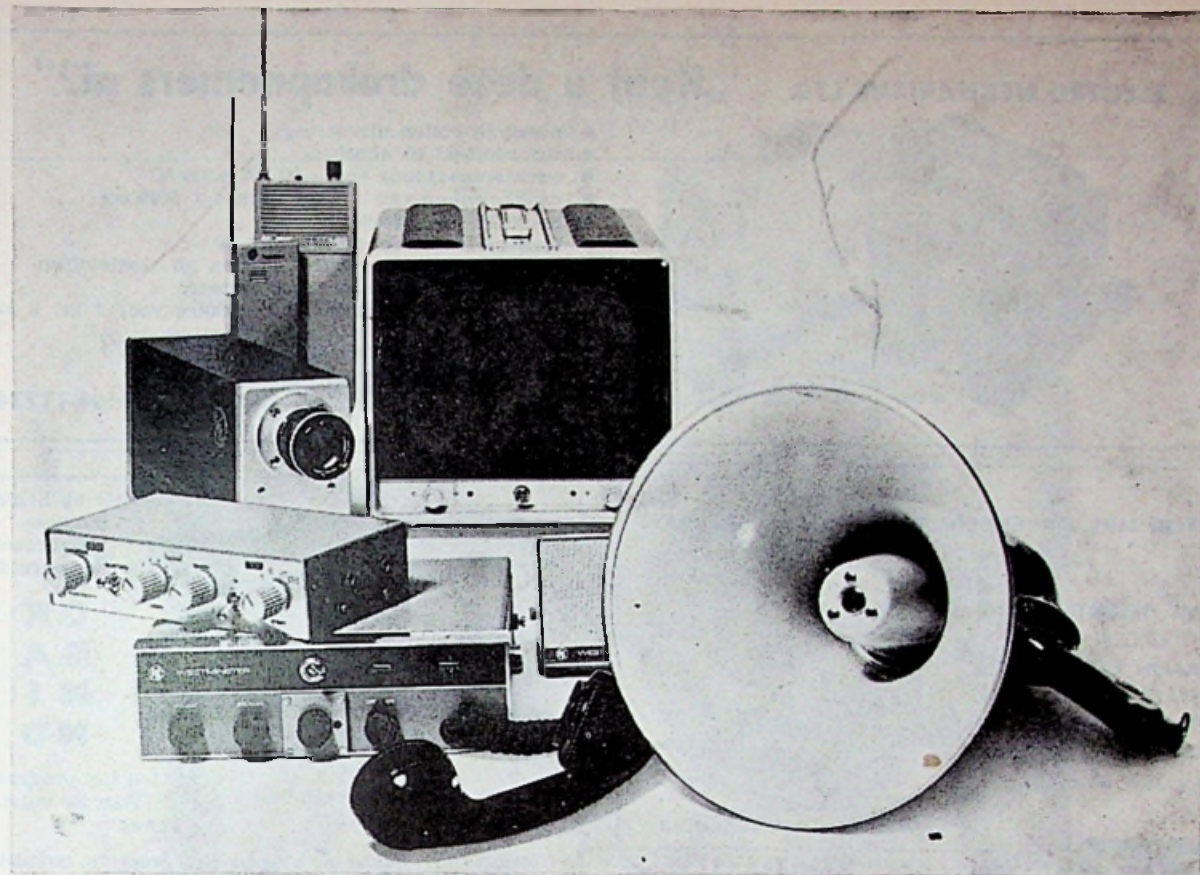
excl. BTW.



Alleenimport :

n.v. selectronic

prinsengracht 854-telefoon 226772-amsterdam - holland



Alleen leverbaar met ingebouwde ervaring

Als het om telecommunicatie gaat kunt u tegenwoordig kiezen uit een groot aantal mogelijkheden. Daar is niets tegen. Als u maar in het oog houdt dat ieder telekommunikatiesysteem zo goed is als zijn apparatuur. Dat u aan kunstzinnige kunststofkastjes niet kunt zien of, hoe en hoelang u op de inhoud ervan kunt rekenen. Niet kunt bekijken of uw investering, eruit komt. Moet afwachten hoe het straks gaat met service en zo. Allemaal dingen waar u erg goed over kunt praten met Vanandel.

Want Vanandel levert en installeert niet alleen telecommunicatie-apparatuur, ze weten er ook alles van. Alles van mobilo-, mari-, en portofoons, van bedrijfstelevisie, loudhailers, interkomsystemen en personenoproepinstallaties, van transistorversterkers, antennes en teleskopische masten. U moet toch eens bellen. Al is het maar om een ervaring rijker te worden.

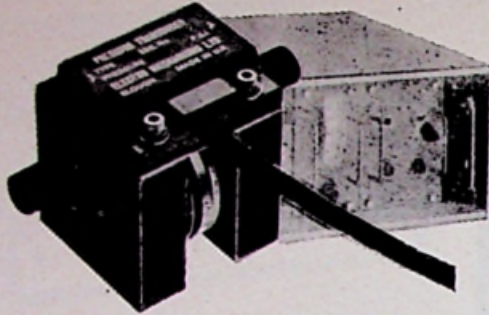
Afdeling Telecommunicatie,
Nieuw Mathenesserstraat 33,
Rotterdam. Telefoon (010)-264700

vanandel



ELECTRO MECHANISMS LTD.

„Kent u deze drukopnemers al?“

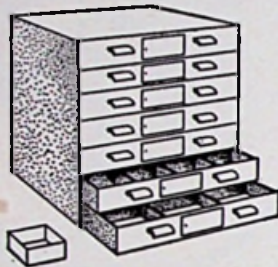


- roestvrij stalen uitvoering
- differentiaal en absoluut
- werkt temperatuur van -50 tot $+250$ °C
- drukbereiken van ± 5 tot en met ± 5000 psi
- lineariteit $\pm 0,25$ %
- hysteresis en repeatability $0,1$ %
- geschikt voor corrosieve gassen en vloeistoffen
- zeer robuust door inductief systeem
- eveneens laaggeprijsde versterkers voor 1 tot 6 kanalen

ELTRON N.V. ZEIST
TEL.: 03404-11234

VOOR HET OPBERGEN VAN 1001 ONDERDELEN

GRIJS GESPOTEN KASTJES
MET LADEN,
WAARIN UITNEEMBARE
METALEN BAKJES VAN
VERSCHILLENDE
AFMETINGEN. FORMAAT
 $38 \times 38 \times 38$ cm.



Brema

HANDELS- EN INGENIEURSBUREAU
AMSTERDAM, VALERUSSTRAAT 114, TELEFOON 72.07.52

het kleinste en lichtste
muziek-
instrument
ter wereld!



Bouwdoos
zonder kast
f 650,-
met kast
f 850,-

OR
GA
NI
NO

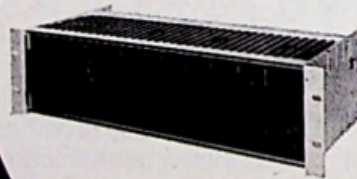
Uit het program
„Voor de vuist
weg“

Orgel, piano, clavecimbel,
spinet, enz.

NEONVOX - Budezand 4 Twello (post Wilp) Tel. 05712-2030



1



2

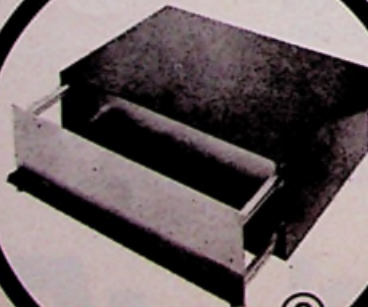
- 1 D-Serie Instrument kast.
Deze zeer mooie afgewerkte
kast wordt geleverd in
6 bouwhoogten vanaf 11"
Paneel 19"
Leverbaar met of zonder
handles met uittrekbare
steunen voor het hellend
opstellen.
Ventilatieleuven onder en
achter, kleur air force blue.

- 2 Kaartsysteem no. 3
Het meest universele
kaartrack standaard 19".
Maar door toepassing van
losse delen op elke ge-
wenste afmeting te leveren.
Ook voor kleine aantallen
tegen zeer lage prijzen.
Voor prototypes complete
kits uit voorraad leverbaar.
Attractieve kaart handles
type 10037.
Kleuren zwart - wit -
signaal rood - blauw -
groen.

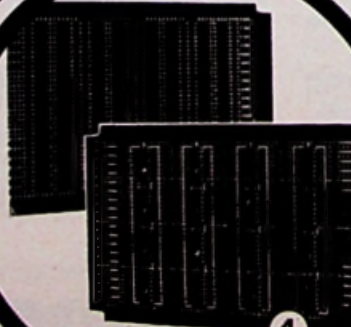
- 3 Chilworth Module Kasten.
Geschikt voor Modules
1" - 2" - 4" - 6" - 8" -
16".
Hoogten 5" - 7" - 8".
De kasten hebben een
paneelbreedte van 4" -
6" - 8" - en 16". Op een
paneelbreedte zijn weer
onderverdelingen mogelijk.
Op basis van boven-
genoemde Modules eveneens
19" Module Rack leverbaar.

- 4 Dual in line boards fibre
glass.
Voor montage en verbinding
integrated circuits, voor
ontwikkeling of produktie
waar veel variaties in de
opstelling voorkomen. Steek-
maat 2,54 mm.
Voorzien van connector
tongen 40 of 42 wegs (0,1") of
dubbelszijdig 22 wegs (0,156")

vero



3

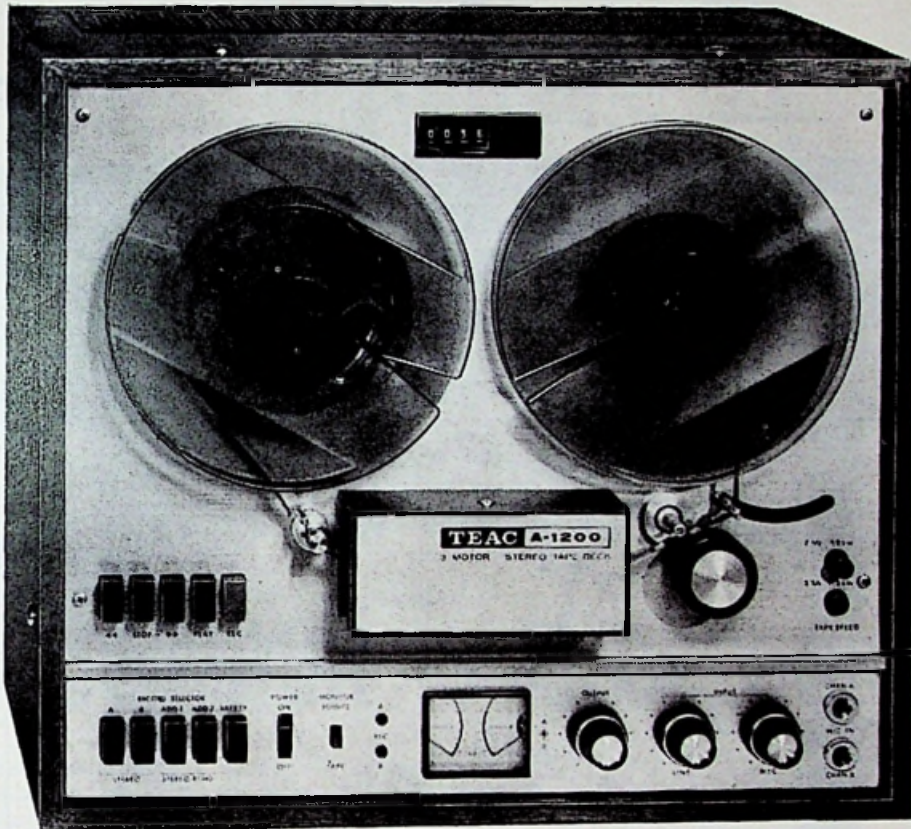


4

MULDER-HARDENBERG Michelangelostraat 10 Amsterdam Z.
Tel. 020-761002 (2 lijnen)
Postbus 7256 Telex 13131

TEAC

Hi-Fi- Stereo
op z'n best



Uitblinker

TEAC A 1200 is een uitblinker. Kijk eens om u heen, welke 4-sporen bandrecorders met drie motoren er zijn. En vergelijk dan - TEAC springt er aan alle kanten uit.

TEAC A 1200 is een apparaat van internationale topklasse. Zoals alle apparaten die TEAC heten. Want zij voldoen allemaal aan de hoogste eisen: TEAC betekent superkwaliteit.

Die leemte in de prijsklasse van TEAC A 1200 was u natuurlijk al lang opgevallen. Die is nu opgevuld. Met TEAC, de uitblinker van wereldformaat. Voor u en uw hobby: Hi-Fi-Stereo muziek. TEAC past bij u!

TEAC-

bandrecorders van 1340,- tot 2996,-.

Technische gegevens A 1200:

3 motoren - 3-kop-apparaat (voor hen die professionele duurzaamheid en weergavekwaliteit verlangen) - twee- of vier-sporen-uitvoering naar keuze - bandsnelheden: 19 cm/sec en 9.5 cm/sec. - mengbare ingangen - monitor voor controle van voor- en achterkant van de band - sporenwisselschakeling voor multiplay en echo-TEAC-symmetrie (symmetrische plaatsing van de bedieningselementen).

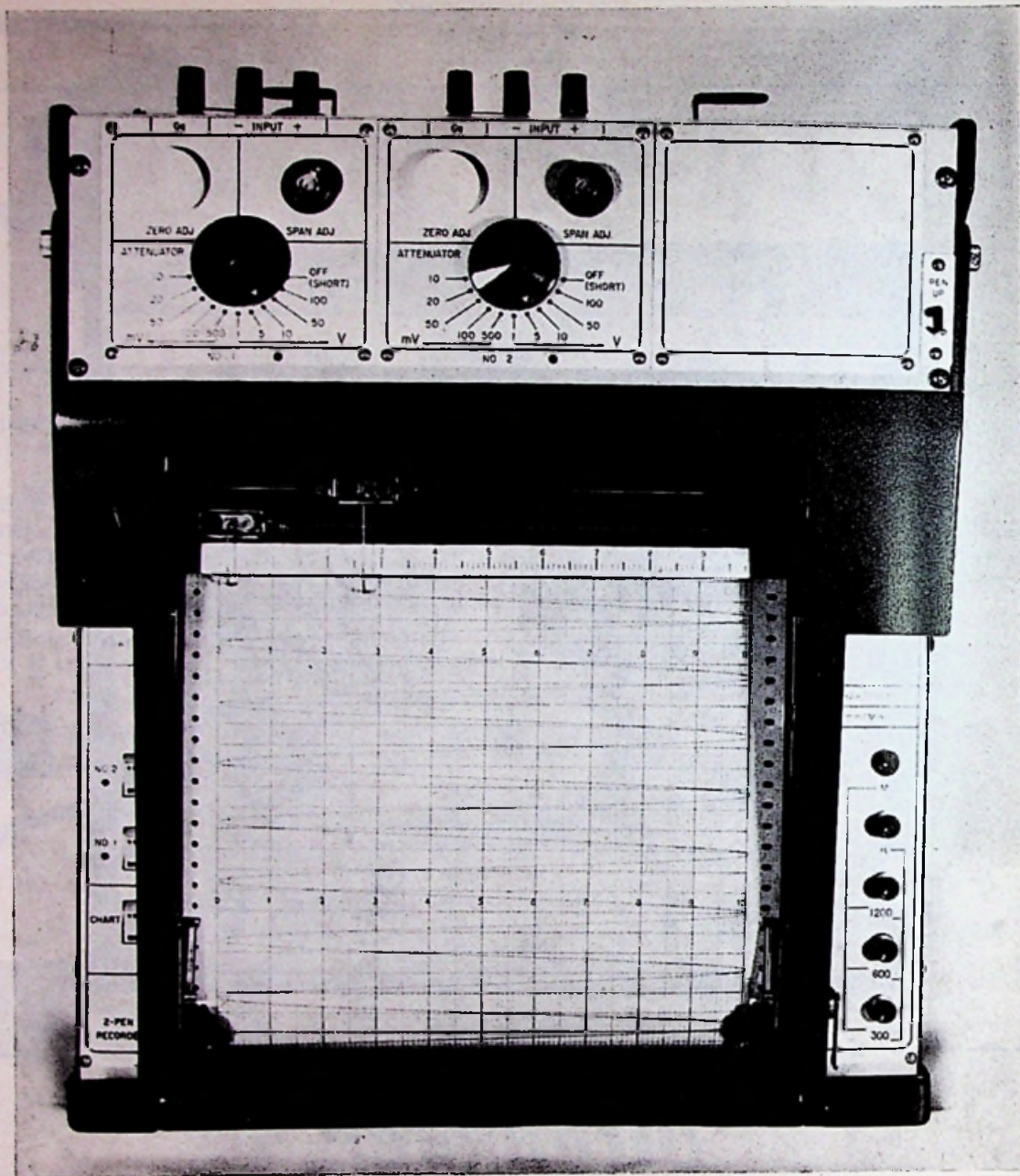
Vraag nadere inlichtingen over het uitgebreide TEAC-programma, dat thans verkrijgbaar is, bij de importeur:

inelco

INTERNATIONAL ELECTRONICS COMPANY

AMSTERDAM: A. J. Ernststraat 801, tel.: 421722 (Hoofdkantoor en showrooms) Showroom: Emmen, Weerdingerstraat 60, tel. 05910-13726. Showroom: Zeist, Jan Ligthartplein 53, tel. 03404-12596.

Importeur van de wereldmerken: Arena, Fisher, Trio, KLH, J. B. Lansing, Pickering, Voxson. Tevens leverancier van Lenco afspeelapparatuur.



COMPENSATIE-SCHRIJVER

Registreert maximaal 10 kanalen.

Elk kanaal wordt over de volle schrijfbreedte geregistreerd zonder enige onderbreking.

Elk kanaal is apart instelbaar voor gevoeligheid, nul-punt en span.

Wij zenden u graag uitgebreid documentatiemateriaal.

Schrijfbreedte: 250 mm.

Responsietijd: 1,0 - 0,5 - 0,25 sec/250 mm.

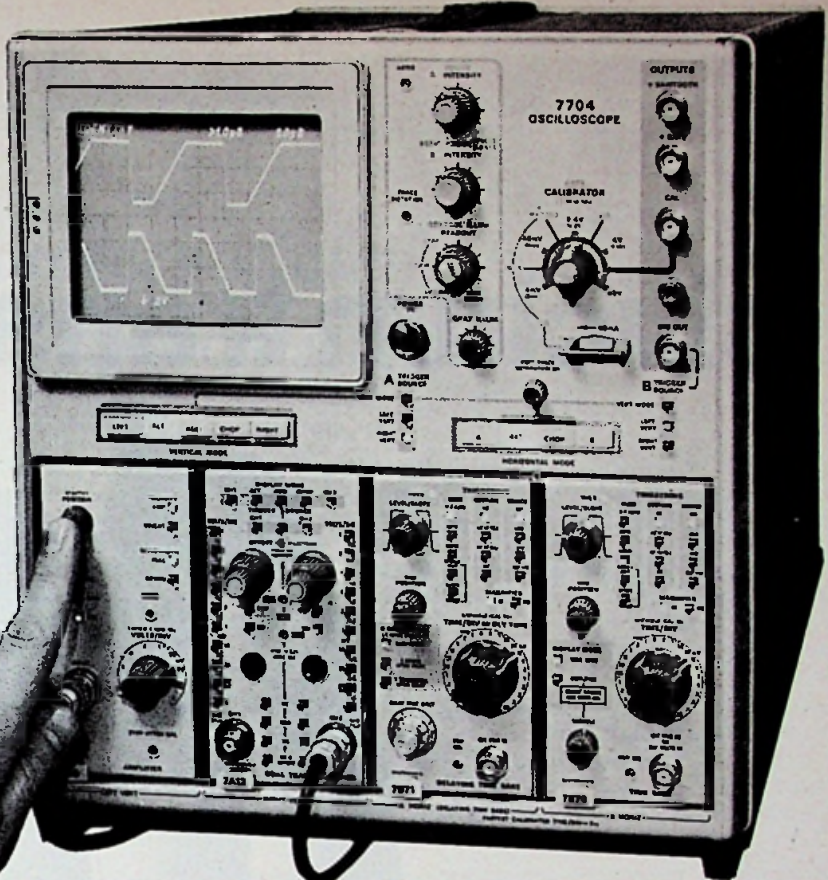
Gevoeligheid: 10 - 5 - 2,5 en 1 mV/250 mm naar keuze.

Met 10-staps verzwakker voor hogere signalen.

DÉPEX N.V. De Bilt, Steenstraat 85
Telefoon: 030 - 76 31 11 (5 lijnen)



7000 serie



De toekomst is al begonnen...

Dit is het gezicht van de scope van de toekomst.

Een drie of vier plug-in instrument met een meetcapaciteit groter dan ooit tevoren enige oscilloscope bezat en met een ruime reserve voor de opgaven van morgen.

Automatische, alfanumerieke weergave van ingestelde schaalfactoren op de KSB (d.i. fotograferen zonder geschrijf!), een verbeterde automatische triggering, dat zijn slechts twee van de vele vernieuwingen die deze scopes tot de scopes van de toekomst maken.

AMPLIFIER	BANDWIDTH		MIN DEFL FACTOR	PERFORMANCE FEATURED
	7704	7503/04		
7A11	150 MHz	90 MHz	5 mV/div	Low-capacitance FET Probe Amplifier
7A12	105 MHz	75 MHz	5 mV/div	Dual-channel Amplifier
7A13	100 MHz	75 MHz	1 mV/div	Differential DC Offset, High-Freq. CMRR Amplifier
7A14	50 MHz 105 MHz	45 MHz 75 MHz	1 mA/div	AC Current Probe Amplifier (2 current probes)
7A16	150 MHz	90 MHz	5 mV/div	Wide-bandwidth Conventional Input Amplifier
7A22	1 MHz		10 μ V/div	DC-Coupled, High Gain Differential Amplifier
**7S11	350 MHz - 14 GHz depending on Sampling Head		2 mV/div	Sampling Amplifier *Sampling head required
**7M11	2 GHz (175 ps)		X2 atten	**Passive Dual Delay Line Unit

Kies uit drie scopes en veertien plug-ins

TIME-BASE	MAIN-FRAME	FUNCTION	MAX SWEEP RATE	TRIGGERING FREQ RANGE
7B71	7704	Delaying Sweep	2 ns/div	DC - 200 MHz
7B70		Delayed Sweep & Ext Amplifier		
7B51	7504	Delaying Sweep	5 ns/div	DC - 100 MHz
7B50		Delayed Sweep & Ext Amplifier		
7B52	7503	Delayed & Mixed Sweeps	5 ns/div	DC - 100 MHz

Wij zullen U gaarne uitvoeriger inlichtingen zenden.

C.N. Rood n.v. ELECTRONICA

Cort van der Lindenstraat 13, Rijswijk (Z.H.) - Tel 070 - 99 63 60* - Postbus 4542


SIEMENS

silicium transistors



Uit voorraad
leverbaar zijn o.a.

BD 130 (2N3055)
BC 107 — BC 177
BC 108 — BC 178
BC 109 — BC 179

alsmede de equivalente
kunststofuitvoeringen in
de diverse stroom-
versterkingsgroepen.

**Componenten
van Siemens**



Wilt u
nadere
documentatie?
Bel u even 070-624041
Groep Componenten

Nederlandsche Siemens Maatschappij N.V., Postbus 1068, 's-Gravenhage, tel. 624041, telex 31373



Salon International des Composants Electroniques

De eerste „Salon” te Parijs werd gehouden in 1934 en sindsdien is er wel wat veranderd! In 36 jaren evolueerde niet alleen het tentoongestelde, doch ook de „image” van de organisatie. Pas vanaf 1958 heeft de Salon een internationaal karakter met 40 buitenlandse deelnemers op een totaal van 320!

En nu, in 1970, toonden 840 standhouders hun produkten in de Hall Monumental van het Parc des Expositions, waarbij 412 deelnemers uit 20 verschillende landen buiten Frankrijk waren. Nederland was met 7 stands vertegenwoordigd. De kwantiteit van bezoekers was dan ook navenant: ca 120 000 entreekaarten werden uitgegeven, waaronder 80 000 aan personen die direct het elektronische beroep uitoefenden.

Voor het eerst in zijn geschiedenis beantwoordde de Salon volledig aan zijn naam, want dit jaar zou men tevergeefs zoeken naar meetinstrumenten en elektro-akoestische zaken. Voor de meettechnici zal namelijk van 27 mei tot 4 juni a.s. een aparte tentoonstelling plaats vinden, „MESUCORA” genoemd, terwijl de elektro-akoestici reeds van 6 tot 11 februari j.l. aan hun trekken zijn gekomen op de Salon International des Techniques Audiovisuelles, Electroacoustiques et Electroniques.

Wat resteerde was dan ook echt de onuitputtelijke verzameling onderdelen (componenten), wij komen daarop nog terug. Het geheel zou in vier hoofdgroepen kunnen worden verdeeld:

- onderdelen (actieve-, passieve-, halffabrikaten en relais),
- materialen, die speciaal voor de elektronische industrie zijn vervaardigd,
- apparatuur voor de vervaardiging van gedrukte bedrading,
- uitgevers van tijdschriften en boeken op elektronisch gebied.

Ruim 28 000 m² oppervlakte besloegen de gezamenlijke standhouders van de hal, die iets meer dan 49 000 m² groot is. De rest werd ingenomen door de looppaden.

De algemene invoering en vervolmaking van gedrukte bedrading bij het ontwikkelen van nieuwe elektronische apparatuur heeft de fabrikanten van componenten welhaast gedwongen tot miniaturisatie. Ook qua vormgeving diende het produkt te worden aangepast aan de verschillende normen, die voor „printplaten” gelden. De veelheid van typen weerstanden, condensatoren, trimpotentiometers, ja zelfs geëteste zelfinducties is momenteel enorm uitgebreid. Daarnaast is de halfgeleiderstechniek wederom met ferme stappen vooruitgegaan. Om op dit gebied enige opvallende zaken te noemen: HF-transistoren voor het GHz-gebied met een vermogen van enkele watt zijn nu door diverse firma's leverbaar.

Geïntegreerde schakelingen penetreren hoe langer hoe meer de componentenmarkt. Voor TV-ontvangers vindt men IC's reeds een tijd lang voor de geluidsversterkertrappen en de 5,5 MHz MF-trap. Nu echter zijn ook de synchronisatietrappen en de afbuiggeneratoren binnenkort als IC leverbaar. Duidelijk is de trend naar centralisatie en combinatie op de ontvangermarkt herkenbaar.

Ook de dunnefilm-techniek is in opmars en zeer interessant was de produktietechniek, die in Parijs tot in de kleinste stappen werd getoond.

Weer een ander gebied is de opto-elektronica, waarmee men gemakkelijk tot galvanische scheiding van complexe circuits kan komen, daarmee allerlei storingsgevoelige lussen vermijdend. Het inkomende signaal wordt aan een lichtemitterende diode toegevoerd. De sterkte van het uittrekkende licht is een maat voor de signaalamplitude, het tempo van de lichtvariaties een maat voor de signaalfrequentie. Door een fototransistor naar dit licht te laten „kijken”, verkrijgt men het uitgaande signaal.

Zo zagen wij een demonstratie van opto-elektronische overdracht, waarbij frequenties tot 200 kHz aan de orde waren. Jammer was echter dat een inkomend sinusvormig signaal niet leidde tot een zuiver sinusvormig uitgangssignaal. Voor teldoeleinden was het huidige resultaat echter reeds ruim voldoende, aldus de fabrikant en aan de oplossing voor analoge technieken werd hard gewerkt. Op deze wijze zouden lusproblemen in b.v. elektro-akoestische mengschakelingen kunnen worden opgelost.

Motorola en Texas Instruments brengen al enkele typen opto-elektronische schakelingen op de markt, doch bij ITT was men wat voorzichtiger en wilde men wachten tot alle problemen waren opgelost. Bekende uitspraak: het maken van een laboratoriummodel of van een prototype is één ding, maar seriefabricage met al zijn spreidingen is heel wat anders!

Tenslotte deden wij (uiteeraard) navraag naar de nieuwe Franse beeldbuis voor kleurentelevisie, de z.g. *schaduw-roosterbuis*, welke ten opzichte van de huidige schaduw-maskerbuis een veel grotere helderheid zou kunnen opbrengen. Over deze buis hebben in allerlei tijdschriften meer of minder vage mededelingen gestaan zodat het ons hevig interesseerde, hoe nu wel precies de stand van zaken is op dit moment. Bij Sovirel zagen wij (weer!) de absoluut vlakke glasballon voor dit buistype staan, maar waar waren de ingewanden? Hiertoe zijn wij verwezen naar de (uiteindelijk) fabrikant, de grote firma Thomson-CSF. Nadat wij daar de juiste man hadden gevonden, bleek het volgende:

de buis zal op zijn vroegst einde 1971 in produktie worden genomen. De Franse fabriek is in aanbouw. Het probleem van de „microfonie” van het spanrooster heeft men onder de knie, rest nog een kleurzuiverheidsprobleem met het oog op nauwkeurige beamlanding. In Rusland zou men reeds met de produktie van deze buis zijn begonnen!

Tijdens de tentoonstelling werden in de gehoorzaal meer dan 30 lezingen gehouden door specialisten op het gebied van de micro-miniaturisatie, waarin vooral de technische vooruitgang op het gebied van onderdelenfabricage naar voren kwam.

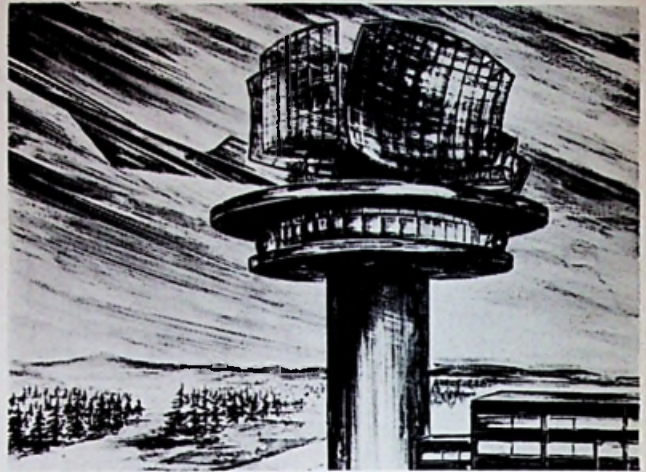


Ook vond van 6 - 10 april het Internationale Colloquium over voortschrijdende Micro-elektronica plaats, waar alle gebruikers van gedrukte schakelingen, ontwerpers en fabrikanten van deze produkten voorlichting gaven door middel van vele lezingen.

Zij tenslotte vermeld, dat in een latere editie van *RE* een aantal interessante stands van deze tentoonstelling zal worden toegelicht.

Algemene indruk van dit festijn:

Vele variaties in componenten, steeds voortschrijdende miniaturisatie en combinatie, massaproductie van IC's en andere technieken, verbetering van HF-halfgeleiders en opmars van de digitale schakeltechniek.



AEG-Telefunken gaat in opdracht van de Duitse Rijksluchtvaartdienst (BFS) voor de beveiliging en besturing van het luchtvaartverkeer zes radarinstallaties bouwen waarvan de eerste in Bremen zal worden opgesteld.

Met deze installaties van het type SRE-LL 1, kunnen vliegtuigen tot op een afstand van 315 km en een hoogte van 23 km worden waargenomen. Behalve voor toepassing bij het huidige luchtverkeer is hiermede ook reeds rekening gehouden met toekomstig verkeer in hogere luchtlagen. De ruggelings aaneengebouwde antennes zijn 9 meter hoog en 14,5 meter breed.

Het toerental kan continu worden gevarieerd tussen 2 en 7,5 omwentelingen per minuut. Tekening: AEG-Telefunken.

ATOOMONDERZOEK

In de wetenschap betreffende het atoom heeft de opbouw van de atoomkern nog vele geheimen. Om deze geheimen te ontsluiten worden overal ter wereld in kernonderzoeklaboratoria onderzoeken verricht.

Eén der grootste protonenversnellingsmachines staat in het Europese kernonderzoekcentrum CERN te Genève. Hierin worden de atoomdeeltjes door sterke magnetische velden in tevoren bepaalde banen geslingerd en zodanig versneld, dat zij met nagenoeg de lichtsnelheid een doel treffen. Van dit doel worden nieuwe deeltjes losgeslagen die op hun beurt de informatie verschaffen betreffende de kernopbouw.

Voor het zichtbaar maken van de secundaire deeltjes gebruikt men sterke magneetvelden die worden opgewekt door elektromagneten.

De foto toont een dergelijke 110 ton wegende elektromagneet die is opgesteld in de Berlijnse machinefabriek van AEG-Telefunken.

De stroom in de watergekoelde wikkelingen wekt in een luchtspleet van 50 cm een veldsterkte op van 18 000 Gauss.

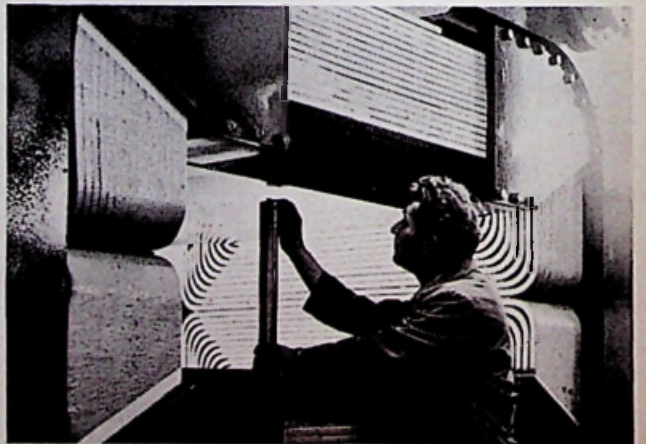


Foto AEG-Telefunken.

Symposium geïntegreerde schakelingen van National Semiconductor

De firma Koning en Hartman N.V., die de vertegenwoordiging heeft van National Semiconductor in Nederland, organiseerde op 9 april j.l. een symposium over geïntegreerde halfgeleiderschakelingen, waarbij het woord gevoerd werd door Bob Widler, directeur van geavanceerde halfgeleidercircuits en Floyd Kwamme productmanager microcircuits van NSC.

Floyd Kwamme was de eerste spreker, die mededelingen deed over nieuwe TTL-circuits met input-clamping en de mogelijkheden besprak om TTL te interfaceren met MOS. De MOSFET van het verrijksprincipe is een goede stroombron, die zich goed leent voor het sturen van TTL. Door het sturen uit een stroombron kan men de afklemstroom aan de ingang van het TTL-circuit beperken tot 6 mA.

Het voordeel van de klemdiode aan de ingang van een TTL-circuit is in het algemeen, dat men oscillaties, tengevolge van capacatieve en inductieve elementen bij de interface en bedrading kan wegdempen en de ingang hierdoor sneller de rusttoestand op het laagniveau bereikt.

Aan de orde kwam ook de mogelijke orbaarheid van uitgangscircuits bij TTL. Bij de totempaal-configuratie is „wired or” niet mogelijk, zoals insiders weten. Met een externe input evenwel kan men ervoor zorgen, dat bij het „orren” de bovenste transistor in de totempaal niet gaat geleiden. In deze situatie is het geen bezwaar meer uitgangen van TTL parallel te schakelen.

Hierna kwam Bob Widlar aan het woord, die nieuwigheden op het gebied van op-amps besprak. De nieuwe generatie op-amps kennen een veel lagere off-set, dank zij de toepassing van super-beta-transistoren, die een stroomversterking hebben liggend tussen 5000 en 10000. Deze transistoren mogen echter maar een lage collectorspanning voeren van 3 volt. In de nieuwe generatie op-amps, wordt dit bezwaar van lage toelaatbare V_{CB} opgevangen door de super-beta-transistor te laten volgen door een transistor in gemeenschappelijke basischakeling. In feite is op deze wijze een cascodeschakeling verkregen, waarbij de onderste transistor een a' heeft van 5000 tot 10000. De huidige op-amps met bipolaire ingangen en super-beta-transistoren zijn qua temperatuurstabiliteit beter dan op-amps met FET-ingangen.

Tenslotte kwam het gedrag van op-amps op printed circuits nog ter sprake. Bij de tegenwoordige bijzonder gevoelige IC's kunnen de lekstromen in de print de versterker dusdanig beïnvloeden, dat de voordelen van super-beta-schakelingen volledig te niet kunnen worden gedaan. Widlar geeft aan, hoe men een „guard” op de print kan aanbrengen en waarmee deze ringleiding rond de ingangen kan worden verbonden.

Na de lunch werd het onderwerp comparatoren behandeld. Deze schakelingen reageren als de spanningen aan de inputs een verschil te zien geven. De output van deze circuits is digitaal. Een zenerdiode, die de compensatie condensator vervangt begrenst de uitgangsspanning. Toepassingsgebieden voor comparatoren zijn de genoegzaam bekende schakelingen voor de symmetrische overbrenging van informatie, waarbij storende capacatieve inductie en ohmse elementen in de interface en



V.l.n.r.: Dick Murphy, Bob Widler en Floyd Kwamme.

aardlijnen van geen invloed zijn op de werking van de comparator, die immers slechts op verschillspanningen reageert.

In de sector MOS-techniek wordt door Kwamme nog eens de werking van de verrijks-MOSFET verklaard, terwijl daarna speciale circuits, zoals een MOS-clock ter sprake komt. MOSROMS van 1024 en 2048 bits zijn interessante circuits, waarmee blijkbaar alles te doen is. De organisatie binnen de chip is blijkbaar zo in te richten, dat men tellers met een ROM kan realiseren. Men gaat hierbij ongeveer als volgt te werk. Men leest met de klokpuls D1 het eerste woord uit en vindt hier de informatie om het tweede woord te selecteren. Op een D2 puls van de klok wordt vervolgens het tweede woord uitgelezen, waarin men vindt, dat het derde woord geselecteerd moet worden enz. Hier hebben we het voorbeeld van een teller gegeven, maar het is duidelijk, dat door het organisatie-schema binnen de chip iedere waarheidstabel gegeneerd kan worden.

Aan het einde van deze leerzame dag, kwam de spanningsstabilisator in de monolytische uitvoering nog aan de orde. Zenerdioden voor lage spanningen zijn niet temperatuurstabiel en geven ruis, hetgeen merkbaar is aan de uitgang van de voeding. De spanningsfrequentie in de vorm van de zenerdiode heeft men danook verlaten in de nieuwe generatie regulatoren en vervangen door een constante stroombron, waardoor lagere uitgangsspanningen kunnen worden gerealiseerd.

Blijkbaar is er behoefte aan laagspanningsstabilisatoren, die een wat groter vermogen rechtstreeks kunnen leveren. De aangewezen weg is hier de monoliet onder te brengen in een TO-3 huis en uit economische overwegingen het liefst met drie aansluitingen. We kunnen dan het huis van een TO-3 vermogenstransistor gebruiken.

Welnu NSC heeft een circuit ontworpen, dat inderdaad in een dergelijke omhulling met drie aansluitingen kan worden ondergebracht. Men heeft natuurlijk een aantal kunstgrepen moeten toepassen om het aantal aansluitingen tot drie te kunnen beperken. De kwestie van de te hoge doorlaatstroom werd opgelost door de doorlaattransistor (sensor) thermisch te koppelen. Wordt de transistorcombinatie te warm, dan wordt de sturing van de doorlaattransistor automatisch afgeknepen en valt de stroom terug naar een lage en veilige waarde. Beveiligingen van de schakeling achter de stabilisator geschiedt d.m.v. een zenerdiode, die hier de functie heeft van de bekende crowbar. Stijgt de uitgangsspanning tot een te hoge waarde dan gaat de zenerdiode geleiden en vernielt de doorlaattransistor. Het stabilisatie circuit moet men dan wel vervangen, maar de dikwijls veel kostbaarder schakelingen achter de stabilisator ondervinden geen schade.

Op de bijeenkomst waren ruim 400 personen aanwezig, een bewijs, dat er ook in ons land het een en ander met geïntegreerde analoge en digitale schakelingen wordt gedaan.

JHJ

Transistor met geheugenfunctie

De Japanse pers maakt melding van de ontwikkeling van een transistor die de functie kan vervullen van een geheuelement zoals de magnetische kern.

De research werd in 1968 verricht door Nippon Electric Cy. (NEC) die het nieuw gevonden fenomeen van „elektro-nenfixatie” toepaste in de Metal Alumina Semiconductor (MAS). Dit type van geheuelement dat het eerste is in zijn soort kan aldus het bericht, de informatie miljoenen jaren bewaren.

De nieuwe vinding zou inmiddels zijn gelanceerd tijdens een internationaal Seminar over halfgeleider-elektronica, dat in februari aan de universiteit van Pennsylvania is begonnen.

De informatie die in een MAS is opgeslagen kan met behulp van röntgenstralen of een elektronenbundel worden veranderd en kan als een elektronische stroom niet-destructief worden uitgelezen.

Ook is reeds een dood-geheugen (read-only) met 256 MAS-transistoren gerealiseerd. De toepassing van dit geheugen zou de gebruikskosten van een computer 10 maal kleiner maken en een nieuwe computer-generatie inluiden.

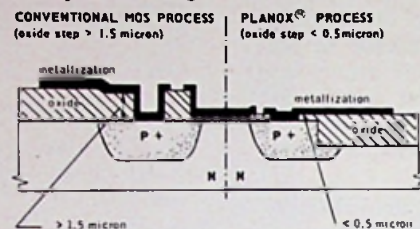
Laser geheugen

De computer achtergrond geheugens zoals magnetische schijven en trommels en in het bijzonder ook de magnetische band, hebben als grootste bezwaar dat zij t.o.v. de werksnelheid van de centrale machine zeer langzaam zijn. De snelheid wordt hoofdzakelijk beperkt door de grote acces tijden i.g.v. mechanische operaties.

Een ontwikkelingsgroep van het Wolfson Research Centre te Wales probeert de geheugensnelheid op te voeren door toepassing van laser-stralen. Er is een vijf-jaren-programma gestart voor de ontwikkeling van speciale film en laser-koppen, waarmee informatie kan worden geschreven en gelezen. De film zou bestaan uit een plat vlak dat door een elektronisch afgebogen laserstraal kan worden afgetast, zodat geen mechanische bewegingen meer nodig zijn. Men is reeds gestart met proeven aan een mica- en kwartsubstraat dat door hoogfrequente energie is voorzien van N-type ferriet materiaal met magneto-optische eigenschappen. Er wordt gewerkt met twee laserstralen één voor schrijven en één voor lezen d.m.v. een foto-cel waarmee de helderheid- en polarisatieveranderingen worden gedetecteerd. Dr. Arthur Green die de leiding heeft van de ontwikkeling verwacht dat de acces-tijd van een dergelijk geheugen ruwweg 10 x kleiner zal zijn dan van een schijf-geheugen, terwijl veel meer informatie in eenzelfde volume kan worden opgeslagen.

Nieuwe halfgeleider technologie

Onderzoekers van SGS te Milaan hebben op het terrein van de micro-elektronica een nieuwe methode ontwikkeld voor de vervaardiging van geïntegreerde circuits. De nieuwe methode PLANOX genaamd, leidt tot circuits met een grotere betrouwbaarheid en tot minder uitval bij de fabricage.



Voor de vervaardiging van IC's is silicium bij uitstek geschikt, waarbij het MOS (Metal-Oxide-Silicon) proces een veel toegepaste methode is geworden. Hierbij wordt iedere transistor gevormd door twee eilanden van P-diffusies in een substraat van slecht geleidend N-silicium. Hierover wordt een isolerende oxidelaag aangebracht, op de oxidelaag worden twee metalen aansluitstrippen opgedampt die ieder contact maken met één der beide eilanden. Deze aansluitingen zijn bekend onder de naam „Source” en „Drain”.

Tussen deze beide strippen wordt op het oxidelaagje gelijktijdig een derde aansluitstrip aangebracht. Deze aansluiting vormt dan de „gate”. Om voldoende lage drempelspanning te verkrijgen moet het oxidelaagje ter plaatse van de gate veel dunner zijn dan op de overige plaatsen. Het gevolg hiervan is dat de later aan te brengen metalen aansluitstrippen en verbindingen over relatief grote hoogteverschillen moeten worden opgedampt. De scherpe randen kunnen dan gemakkelijk aanleiding zijn tot slechte verbindingen en haarscheurtjes.

Het nieuwe proces nu streeft naar een zo vlak mogelijk oxideoppervlak, zodat aan deze problemen wordt tegemoetgekomen. Men bereikt dit door de dikkere delen van de oxidelaag niet op, maar in het silicium te leggen, b.v. door een voorafgaand oxidatieproces, waarbij onderliggend silicium wordt geabsorbeerd. Een tweede oxidatie-proces brengt de dunne isolatie lagen aan. De rest van de procedure verloopt op de voor MOS techniek gebruikelijke wijze.

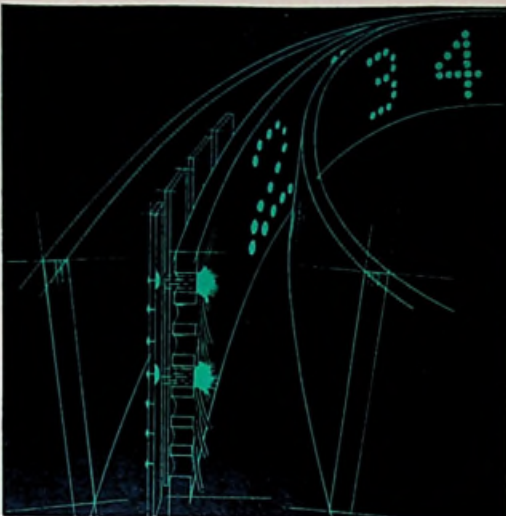
Londense hotels krijgen computers

Drie Londense hotels, de grootste in West-Europa, krijgen een volledig gecomputeriseerde boekhoud- en informatiedienst. Het systeem wordt ingevoerd in het Cumberland Hotel met 900 kamers, het Regent Palace Hotel met 1140 kamers en het Strand Palace Hotel met 775 kamers. Het nieuwe elektronische systeem stelt de bedrijfsleiding o.a. in staat hotelgasten op verzoek onmiddellijk hun rekening te presenteren en de kamerbezetting te voorspellen. (L.P.S.)

Onder 36 werkstukken uit de gehele bondsrepubliek werd deze affiche gekozen voor de Deutsche Funkausstellung 1970 die van 21 - 30 augustus 1970 te Düsseldorf wordt gehouden. De affiche verwijst ook naar de internationale tentoonstelling en festival HiFi, die gelijktijdig wordt gehouden.

Self-Scan Panel Display

Een systeem voor „low-cost”
presentatie van een middelgroot
aantal alpha numerieke symbolen



Met de toename van de elektronische automatisering blijkt de behoefte aan een goede communicatie tussen mens en systeem een der belangrijkste factoren te zijn. Voor een meervoudige besturing en presentatie van procesgegevens is echter in vele gevallen nog geen optimale oplossing gevonden. Waar slechts een beperkte hoeveelheid informatie tijdelijk moet worden weergegeven, of daar waar korte opdrachten moeten worden gegeven is een schrijvende bedieningseenheid of een post met een kathodestraalbuis veelal te groot en vooral ook (te) kostbaar. Een ontwikkeling, welke in dit probleem goeddeels een oplossing brengt, is die van de multi-cel display eenheden, waarbij een middelgrote hoeveelheid alpha-numerieke gegevens kan worden gepresenteerd. Deze presentatie geschiedt veelal door een karakter *) op te bouwen uit een matrix van 5×7 cellen.

Een der fabrikanten, die reeds gestart is met de produktie van een dergelijke indicator, is de Burroughs Corporation. Het gaat hier om een 16 positie alpha-numeriek uitlees-systeem, waarvan de prijs bij serie-produktie rond f 1500,— per stuk zal bedragen.

Combineert men dit systeem met een alpha-numeriek toetsenbord, dan ontstaat, afhankelijk van de besturings faciliteiten, een compleet computer terminal voor een prijs variërend tussen f 3000 tot f 5000.

Multi Cell Display

Op basis van een neon gasontladingssysteem is Burroughs er in ge-

slaagd een multi-cel indicator te ontwikkelen (fig. 1). De cellen zijn niet afzonderlijk opgebouwd, doch vormen een onderdeel van een totale structuur. Deze structuur is gebaseerd op het beginsel van een kruisselectie van anode geleiders en kathode geleiders.

De kathode geleiders bestaan uit relatief zware metalen strippen met elk 7 gaten voor de 7 cellen per kolom. In het onderhavige geval, een display met 16 letter- of cijferposities, zijn 111 kathodestrippen in

het systeem opgenomen. Daar elke kolom 7 verticale posities (cellen) heeft zijn voor de principiële werking 7 anodedraden nodig. Wordt één kathode- en één anodedraad gestuurd, dan zal een vooraf te bepalen cel ioniseren.

Bij het presenteren van een groot aantal verschillende symbolen bestaat geen bruikbare correlatie tussen de sturing van de verschillende kolommen (kathoden). Hierdoor is het noodzakelijk in plaats van een gelijktijdige sturing van de kathoden,

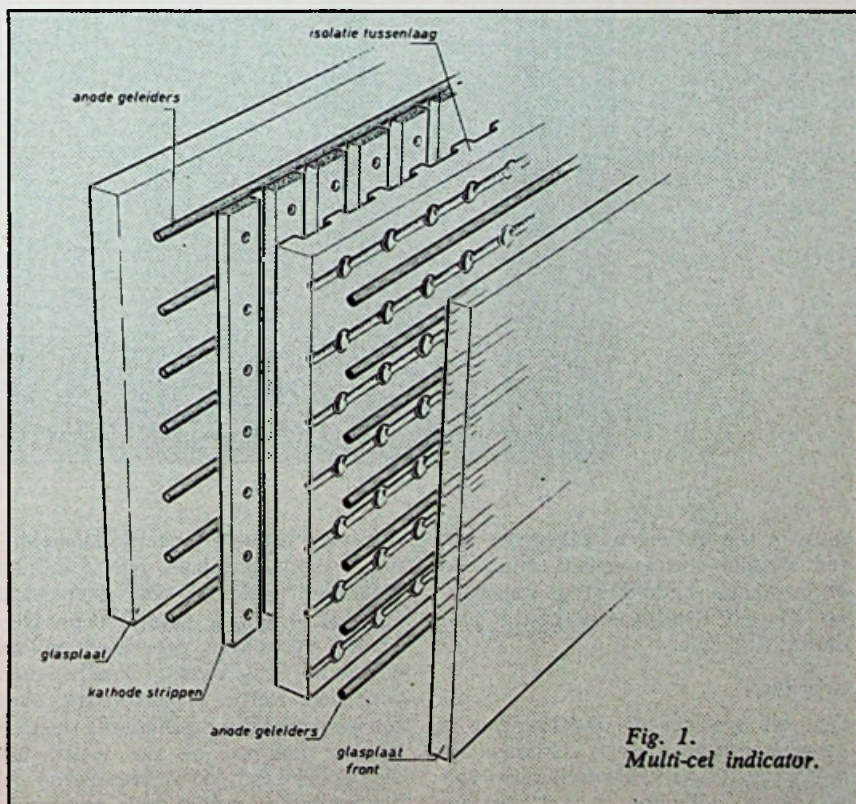
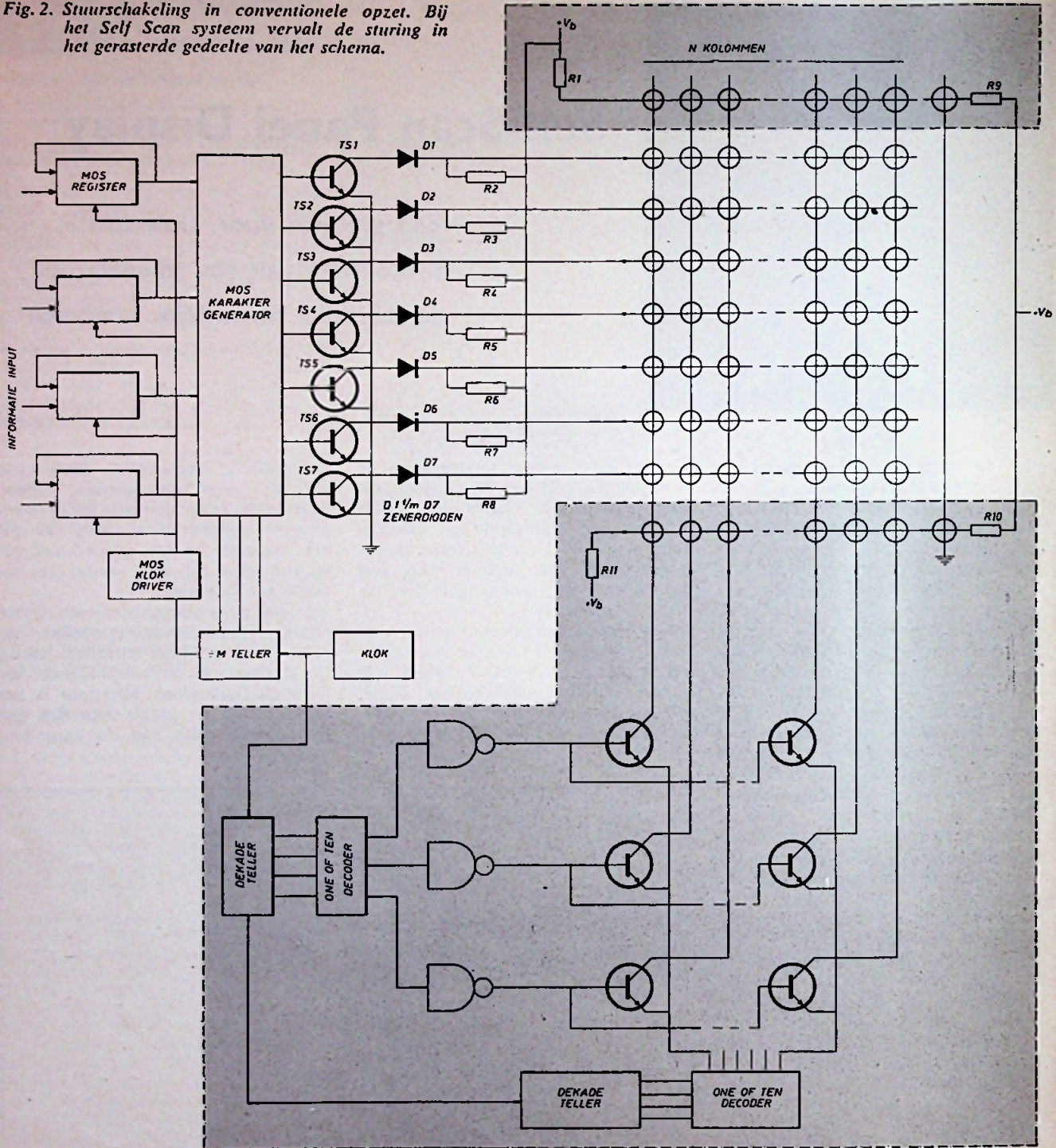


Fig. 1.
Multi-cel indicator.

* Karakter (Engels: Character) wordt o.a. in de computerwereld gebruikt voor cijfer- en lettersymbolen.

Fig. 2. Stuurschakeling in conventionele opzet. Bij het Self Scan systeem vervalt de sturing in het gerasterde gedeelte van het schema.



deze in tijd gezien, na elkaar te sturen. De scan-sturing vereist echter een groot aantal kathode-stuur-transistoren met de daarbij behorende decodering (fig. 2).

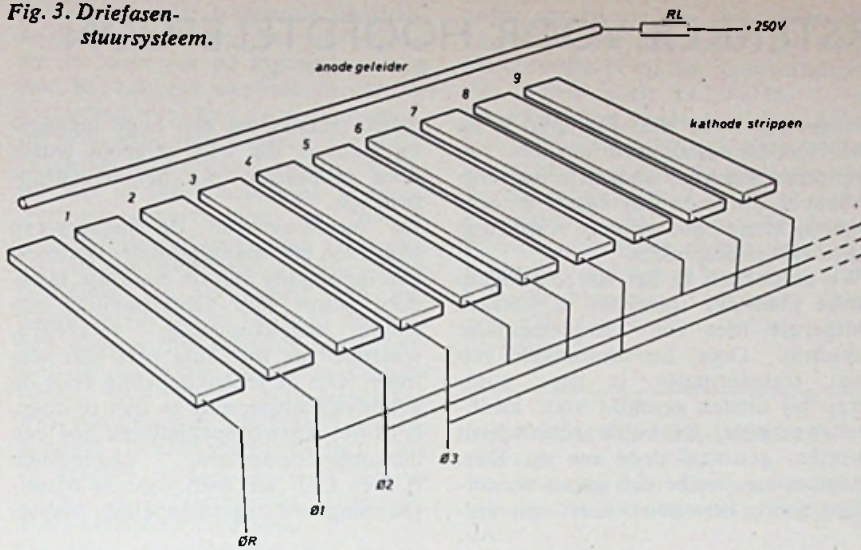
Self-Scan

Om dit systeem te ondervangen is de gedachte naar voren gekomen om d.m.v. de fysische eigenschappen van een neon indicator in het systeem

zelf een geconditioneerde scan-sturing te verwezenlijken. Hierin is men inderdaad geslaagd door toepassing van een drie fase stuursysteem (fig. 3). Dit systeem is gebaseerd op het volgende verschijnsel. Tracht men twee neon cellen in een matrix over één anodeleiding, gelijktijdig aan te sturen, dan zal de cel welke het dichtst bij een reeds geïoniseerde cel ligt sneller ontsteken door de grotere

fotonen-energie ter plaatse. Door deze ontsteking ontstaat echter een spanningsval over de gemeenschappelijke anodeweerstand, waardoor de verder afgelegen cel niet meer ontsteekt. Door toepassing van dit verschijnsel, in combinatie met een 3 fase stuursysteem, blijkt dat bij het aansturen van de volgende fase steeds de volgende kolom wordt ontstoken. Na het completeren van een

Fig. 3. Driefasen-stuursysteem.



volledige cyclus kan weer opnieuw worden gestart. door toepassing van een aparte reset sturing. (ØR).

Glow Spreading

Het is echter evident dat bij de voornoemde oplossing alle cellen in volgorde aangestuurd moeten worden, hetgeen een volledige „aansturing” van het display zou inhouden. Immers wil men voor het presenteren van informatie bepaalde cellen niet aansturen, dan zal een willekeurige andere cel van de betreffende kathode fase en anodedraad ioniseren. Om dit probleem te onder-
vangen is een dubbel anode systeem geïntroduceerd. Hierbij is een extra anode systeem aan de achterzijde van de kathoden aangebracht (fig. 1). Met behulp hiervan kunnen alle cellen via de 3 fase kathodesturing ook werkelijk aangestuurd worden zonder een zichtbare indicatie te geven. Door selectieve sturing van de 7 front anoden wordt de ionisatie door

de boring in de kathodestrip naar voren toe gerealiseerd. (Zie hiervoor de illustratie in de kop van dit artikel). Hierbij wordt tevens gebruik gemaakt van het feit dat de ionisatie zich over het gehele vrije kathode oppervlak verspreidt. Door de verhouding van de diameter van het gat in de kathode en de isolator groot te kiezen kan men een groot ionisatie oppervlak aan de voorzijde realiseren, terwijl de ionisatie aan de achterzijde van de kathode vrijwel onzichtbaar is.

Elektronische sturing

Nu men over een multi-cel display systeem van grote capaciteit beschikt (16 posities voor alpha-numerieke symbolen bij de Burroughs prototypen) dient men zich te realiseren dat het genereren van b.v. 64 verschillende symbolen in een 5 × 7 matrix een groot elektronisch systeem vereist.

Wil men n.l. om met een sturing

van 6 lijnen ($2^8 = 64$), 64 symbolen genereren, dan zal d.m.v. een code- of symboolgenerator het matrix patroon van deze 64 symbolen vastgelegd moeten zijn. Om dit te bereiken heeft men met vrucht gebruik kunnen maken van de momenteel beschikbare LSI-MOS geïntegreerde schakelingen, in welke technieken reeds standaard 1024 en 2048 bits „Read-Only memories” verkrijgbaar zijn. Door het vereiste symboolpatroon in een aantal van deze geheugens vast te leggen, is het gehele repertoire, inclusief de interne functiebesturing, met een zeer beperkt aantal IC's op te bouwen. Bij de 16 symbolen Self-Scan prototype displays, welke ongeveer 3 × 10 cm groot zijn is de complete elektronische sturing op slechts één printkaart opgenomen en op de achterzijde van de display eenheid aangebracht. Een blokschema van deze sturing is in fig. 5 weergegeven.

Systeem Capaciteit

Door combinatie van een middelgrote alpha-numerieke uitleeseenheid met een zeer compacte sturing, is een systeem ontstaan met een bijzonder groot toepassingsgebied. De door Burroughs aangegeven grootte, waarbinnen het systeem economisch het beste toegepast kan worden, ligt tussen 10 en 400 symbolenposities. Daaronder, is het beter losse indicatorbuizen te gebruiken; daarboven is, economisch gezien, een systeem met een kathodestraalbuis meer geschikt. Het gebied van de 10-400 posities is echter de grootte voor 70 tot 80 % van het aantal optische computer uitleessystemen. In combinatie met een toetsenbord is dit systeem een compleet „terminal”, eventueel met eigen geheugen.

(Vervolg blz. 391)

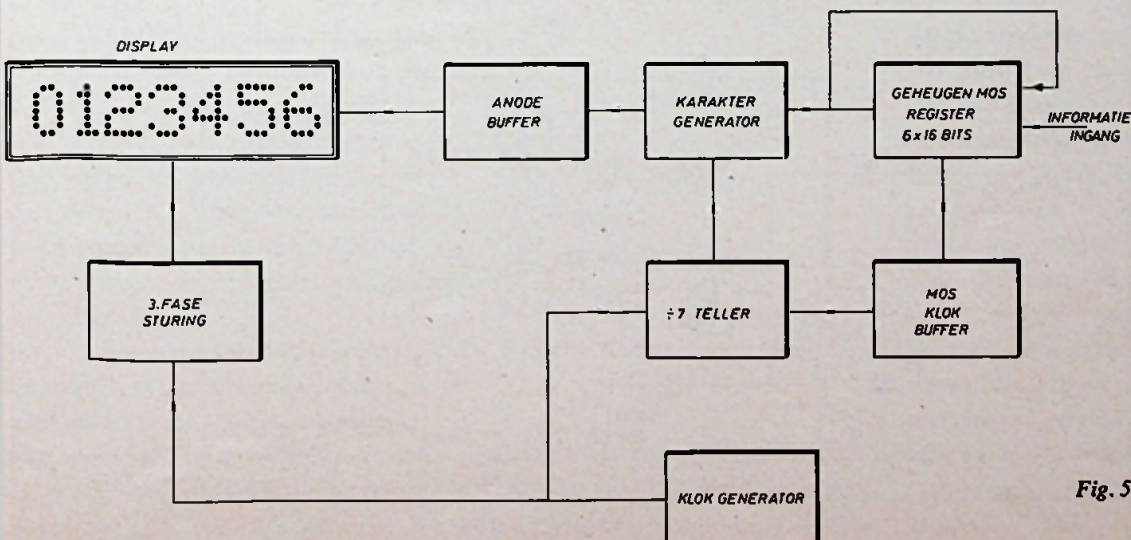


Fig. 5. Blokschema van de elektronische sturing.

ren en het liefst frequentie onafhankelijk, dan kan men tussen de uitgang en de basis van de ingangstrap nog een RC-netwerk aanbrengen. In de schakeling zijn deze extra componenten gestippeld weergegeven. De noodzakelijke spanningsval tussen de bases van de eindtransistoren teneinde overnemingsvervorming te voorkomen, wordt verkregen met twee dioden en een weerstand in serie. Deze conceptie ter verkrijging van een spanningsval tussen de twee bases is een algemeen gehanteerde schakeling. Aan de ingangen van beide kanalen vinden we twee sterkteregelaars, waarvan de assen met elkaar zijn gekoppeld (tandempotentiometer). Ook de aan/uit-schakelaar S1 is met de assen van de sterkteregelaar gekoppeld, zoals uit het schema blijkt.

De derde potentiometer R1, die we in de schakeling aantreffen is de zg. balansregelaar. De hier toegepaste balansregeling wordt veel gebruikt vanwege zijn eenvoud.

De ingangsweerstand van de versterkers is ongeveer 500 kΩ bij een frequentie van 1 kHz. De ingangsevoeligheid is 150 mV eff. voor een eindvermogen van 50 mW. De Versterker is dus geschikt voor een directe aansluiting op een kristalgroeftaster. Voor magneto-dynamische groeftasters is een extra voorversterker met frequentie-corrigerend netwerk noodzakelijk. Van deze versterkers zijn er reeds talrijke in ons blad beschreven. De beide versterkers kunnen worden gevoed uit twee droge 4,5 V platte batterijen in serie. De totale stroomafname ligt in de orde grootte van 15 mA. De batterijen gaan dus lang mee. Bij 50 mW is de vervorming in

ieder geval kleiner dan 5 %; bij 10 mW kleiner dan 0,4 %. De 3 dB-bandbreedte is bij een eindvermogen van 15 mW 50 Hz tot 30 kHz.

De schakeling, zoals deze door SGS-Fairchild werd gebouwd, werd ondergebracht op een montageplaatje met de afmetingen van 7,3 x 6,5 cm². Als montage materiaal kan Veroboard worden aanbevolen. Behuizingen van plastic of hout zijn te verkrijgen in de grote warenhuizen. Toegepaste pluggen zijn Dinpluggen, welke overal verkrijgbaar zijn.

SELF-SCAN PANEL DISPLAY

(Vervolg van blz. 389)

Toepassingen hiervoor juist in combinatie met het self-scan systeem zijn o.a.:

- Multi terminal control van proces computers.
- Multi terminal control bij telefonische orderregistratie en voorraadcontrole, enz.
- Meer posten besturing van wetenschappelijke meetopstellingen met direct gekoppelde computer.
- Kaartpnsstation waarbij eerst de kaartinformatie na het typen wordt herlezen alvorens deze te ponsen.

Bij deze toepassing dient te worden opgemerkt, dat het self-scan systeem tevens een mogelijkheid inhoudt tot de zogenaamde character-flow aanpassing. Hierbij wordt na één of meerdere scan cyclussen de informatie een kolom opgeschoven, zodat de informatie als het ware van rechts naar links over het beeld loopt als bij een lichtkrant. Deze character flow aanpassing wordt o.a. verkregen

Alpha numeriek karakter repertoire.

door een groter buffergeheugen toe te passen.

Op deze wijze is het mogelijk bij een 16 positie display, 80 of meer symboolposities in volgorde weer te geven.

Conclusie

Door de introductie van een eenvoudig en relatief goedkope multi-cel optische uitleeseenheid is de weg geopend voor een groot aantal nieuwe toepassingen op het gebied van computer uitlees posten. In combinatie met een toetsenbord vormt deze eenheid een volledig „terminal“. Speciaal door de mogelijkheid van alpha-numerieke informatieweergave is een beter interpreteerbare communicatie met computers mogelijk.

Door de snelle ontwikkeling van het hier beschreven display, bleek dat Burroughs juist voor de plaatsing van dit artikel reeds een 256 character positie systeem heeft uitgebracht.

In vergelijking tot de 16 character eenheid blijkt deze slechts 2,5 tot 3 maal duurder te zijn.

Literatuur:

Burroughs Bulletin 1161 Self Scan Panel Display.

Y. Chu Digital, Computer Design Fundamentals.

Mostek Character Generators and Shift Registers-Sprague Electric Co.

Ingangschakeling met een zeer hoge ingangsimpedantie

Voor sommige toepassingen is het dikwijls noodzakelijk de beschikking te hebben over een ingangsversterker met een zeer hoge ingangsweerstand. Een dergelijke schakeling vinden we in figuur 1. De schakeling bestaat uit twee trappen, waarin een veldeffect-transistor en een bipolaire transistor zijn opgenomen.

Door toepassing van het bootstrap-principe heeft de schakeling voor lage frequenties een ingangsimpedantie van ca 80 MΩ. De veldeffecttransistor is in de schakeling als sourcevolger opgenomen; de bipolaire transistor is

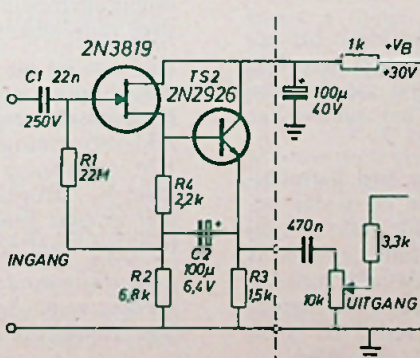


Fig. 1.

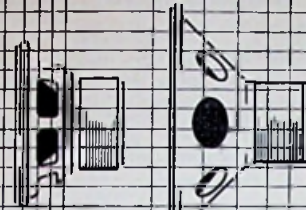
geschakeld als emittervolger. Dit betekent, dat de spanningsversterking altijd kleiner is dan 1 maar de uit-

gangsimpedantie van de schakeling is daartegen laag, hetgeen bepaald een voordeel is wanneer men met het uitgangssignaal een laag-impedante belasting met sturen. In feite is de schakeling dan ook op te vatten als een impedante-omzetter, want op de ingang kan men een signaalbron aansluiten met een hoge inwendige impedantie, terwijl aan de uitgang een signaal van vrijwel gelijke grootte beschikbaar is over een lage impedantie. De toegepaste transistoren zijn courant en in de radio-detailhandel verkrijgbaar.

modulatie

vervorming

in luidsprekers



DK 621.395.623.7

door PAUL W. KLIPSCH
(F.AES)vertaald door H. A. O. WILMS
(M.AES)

Redactioneel voorwoord

Na de boeiende discussie [A] omtrent een studie over dopplervervorming in luidsprekers van onze medewerker H. E. Charlouis [B], verscheen begin mei 1969 over hetzelfde onderwerp een artikel in het Amerikaanse audio-vakblad: „Journal of the Audio Engineering Society” van de auteur P. W. Klipsch. Deze naam is geen onbekende meer bij elektroakoestici in het algemeen en luidsprekerspecialisten in het bijzonder, want het gaat om dezelfde auteur van de bekende zg. Klipsch-hoorn uit de jaren 1941 [C].

Daar de heer Klipsch in zijn artikel overduidelijk aantoonde dat doppler-vervorming — hij noemt het FM-modulatievervorming — wel degelijk bestaat en in ex-

trema gevallen zelfs bizarre verhoudingen gaat aannemen, heeft de redactie Elektroakoestiek het nuttig geoordeeld de vertaal- en publikatierechten aan te vragen, welke bereidwillig werden verleend door de redactie JAES en de auteur zelf.

Bij het vertalen werden alle Engelse maten in metrische omgerekend, waarbij ook de gebruikte symboliek werd aangepast aan de meer bij ons gebruikelijke ISO-symbolen. Sommige Engels-Amerikaanse termen die een subjectieve beoordeling uitdrukken van bepaalde aspecten van wat men hoort, zijn zo soepel mogelijk vertaald, met volledigheidshalve in de voetnoot de oorspronkelijke Engelstalige uitdrukkingen. H.W.

Wanneer men een gewone direct stralende basluidspreker vergelijkt met een basluidspreker met hoornkoppeling, stelt men bij een luisterproef vast, dat de bashoornluidspreker „zuiverder” klinkt. Het verschil in kwaliteit schijnt te wijten te zijn aan modulatievervorming. Hiernavolgend wordt de wiskundige analyse van de modulatievervorming nog even in herinnering gebracht, gevolgd door een beschrijving van uitgevoerde spectrumanalyses, waarbij de luisterproeven een waardevolle subjectieve beoordeling opleveren. Daaruit wordt dan geconcludeerd dat de frequentiemodulatie in luidsprekers voor een groot deel verantwoordelijk is voor de vermindering van de onderscheidbaarheid der diverse muzikale partijen. Vermindering van de conus- of diafragma-uitwijkingen bij lage frequenties doet de FM-vervorming afnemen. Een goed ontworpen hoornkoppeling levert de grootste vermindering op, tegelijk met een verbetering van het uitgestraald vermogen in de bassen.

Inleiding

Het begrip *vervorming* is in principe bepaald als het opwekken van frequenties die oorspronkelijk niet aanwezig waren. Dit begrip is duidelijk verschillend van hetgeen men noemt „lineaire vervorming” of het niet-vlakke verloop van een weergavekarakteristiek.

Harmonische vervorming is het ontstaan van harmonischen van de oorspronkelijke frequentie en is bij beluistering in feite nog niet zó erg hinderlijk, zelfs niet bij hogere percentages, daar muziek zelf samengesteld is uit een groot aantal harmonischen. Modulatievervorming echter verwekt nieuwe frequenties die zich niet harmonisch verhouden tot de oorspronkelijke tonen en is bij kleine percentages reeds hoorbaar; dus . . . te mijden!

Amplitude-modulatie vervorming ontstaat bij elke niet-lineariteit dat harmonische vervorming oplevert; zij treedt te voorschijn als niet-harmonische som- en verschilfrequenties of zg. zijbanden, zodra er twee of meer frequenties worden gemengd. Het onderwerp van de

amplitudemodulatie is genoegzaam behandeld in werken over radiotechniek [1].

Er werd tot op heden reeds veel gedaan om de harmonische vervorming in luidsprekers te verminderen. Daar harmonische vervorming dezelfde oorzaak heeft als de AM-vervorming, kan men voorlopig concluderen dat de AM-vervorming van goede luidsprekertypen relatief klein is. Zulks betekent niet dat de AM-vervorming hier niet in acht genomen wordt; het hoofddoel van dit artikel is vooral gericht op de totale modulatievervorming.

Frequentie-modulatie vervorming ontstaat in een luidspreker wanneer het diafragma of de conus trilt bij een lage frequentie en daardoor wegens het dopplereffect

[A] H. A. van Hessen; H. E. Charlouis; C. L. D.: Nog eens: Dopplervervorming. — RE Jg. 17 — 1969 no. 3 — pag. 95-96.

[B] H. E. Charlouis: Dopplervervorming in luidsprekers. — RE Jg. 16 — 1968 — no. 12, pag. 1546-1547.

[C] P. W. Klipsch: A low frequency horn of small dimensions — JASA Vol. 13 — 1941 — pag. 137-144.

frequentieverschuivingen veroorzaakt van een gelijktijdig weergegeven hoge toon. Dit effect lijkt veel op het janken van een defecte magnefoon wanneer de bandsnelheid niet meer voldoende constant is binnen bepaalde grenzen.

Proeven met een excentrische toonas op een magnefoon tonen aan dat de jank (frequentie-afwijking) dat oploopt tot 0,35%, hinderlijk wordt als de modulerende frequentie 20 of 40 Hz bedraagt [2].

Het feit dat de magnefoonfabrikanten er alles op zetten om het jankpercentage onder de 0,1% te houden, bewijst dat men daar ook met dit probleem terdege rekening houdt. Veel hogere cijferwaarden zijn echter typisch voor luidsprekers.

Het dopplereffect of het principe van de toonhoogteverschuiving dateert reeds van 1842 [3]. Het bekende voorbeeld is dat van een voorbijrijdend voertuig, bijvoorbeeld een fluitende locomotief. Als zo'n voertuig een waarnemer voorbijrijdt, daalt de gehoorde toonhoogte. De waargenomen golflengten zijn evenredig veranderd met de verhouding van de snelheid van het bewegend object tot de voortplanting- of geluidssnelheid.

Een luidsprekerconus die moet trillen op twee frequenties, b.v. 32 en 1000 Hz, geeft aanleiding tot FM-vertorming. De conus die trilt op 1000 Hz nadert en verwijderd zich van de waarnemer op het ritme van de 32 Hz, waardoor een afwijking ontstaat van de gehoorde 1000 Hz-tonen, welke dan afhangt van de conussnelheid bij 32 Hz.

Als de conussnelheid bij die lagere frequentie 0,5% zou bedragen van de voortplantingssnelheid, dan zou de frequentie-afwijking van de hogere frequentie 0,5% zijn.

Totale modulatie vertorming is de combinatie van amplitude- en frequentiemodulatie.

Enkele opmerkingen vooraf

Twee luidsprekers, de ene een gewone direct stralende en de andere een bashoornluidspreker werden met elkaar vergeleken d.m.v. luisterproeven. Negentien van de twintig luisteraars oordeelden dat de bashoornluidspreker „zuiverder” klonk. Beide luidsprekers waren van dezelfde fabrikant. Beide hadden dezelfde midden- en hoge tonenluidsprekers, voorzien van gelijkwaardige hoornkoppelingen. Het luidsprekerstel met de direct stralende baseenheid bezat een grotere bandbreedte in de lage tonen met een afsnijfrequentie rond 30 Hz, terwijl het bashoornstelsel een afsnijfrequentie had van 45 Hz. Dus, indien de voorkeur van de luisteraars zou kunnen worden voorspeld op basis van de frequentiebandbreedte, zou die uitgaan naar het gewone direct stralend type. Het tegenovergestelde werd echter vastgesteld. Woorden als „transparant”, „doorzichtig”, „betere resolutie” en „onderscheidbaarheid” (1), waren toepasselijk voor de luidspreker met hoornkoppeling.

Metingen van de gewone harmonische vertorming (met één enkele sinustoon) toonden aan dat beide luidsprekertypen slechts verwaarloosbare vertormingen produceren bij de vermogenspercentages die voor de luisterproeven werden gebruikt. Beide soorten toonden eveneens een nauwkeurige lineariteit tot 120 dB-geluid, gemeten op 1,22 m afstand, hetgeen verder bewezen werd door het parallelisme van de weergeefkrommen bij 0,1, 1,0 en 10 W elektrisch ingangsvermogen. Hysteresis-effect e.a. waren zó verwaarloosbaar klein, dat ze niet konden worden nagemeten met de gebruikte apparatuur.

(1) oorspronkelijk heet dat: „the clarity of the inner voices”.

Hieruit blijkt dat per eliminatie van de voornaamste oorzaken, het verschil in de waargenomen luisterkwaliteit gezocht moet worden in de modulatievertorming.

Vroegere onderzoekingen aangaande FM-vertorming

Frequentiemodulatievertorming is sinds lang bekend geworden als een typische eigenschap van luidsprekers [4]. Wanneer twee frequenties worden uitgestraald door eenzelfde diafragma, dan zal de hogere frequentie f_2 frequentiegemoduleerd worden door de lagere frequentie f_1 , veroorzaakt door de doppler-verschuiving die ontstaat door de beweging bij de lagere frequentie. Deze frequentieverschuiving van de hogere frequentie is evenredig met de verhouding van de diafragmasnelheid bij de lagere frequentie en de voortplantingssnelheid van het geluid.

Indien $\hat{\xi}_1$ de maximale diafragma- of conusuitwijking is welke veroorzaakt wordt door f_1 , dan heeft men:

$$\xi = \hat{\xi}_1 \sin \omega_1 t \quad (1)$$

$$v = d\xi/dt = \hat{\xi}_1 \omega_1 \cos \omega_1 t \quad (2)$$

De piekwaarde van de conussnelheid is:

$$\hat{v}_1 = \hat{\xi}_1 \cdot \omega_1$$

De frequentie-afwijking van een gelijktijdig uitgestraalde hogere frequentie is evenredig met v_1/c ; dus:

$$\Delta f_2 = \hat{v}_1 / c \cdot f_2$$

en met $c = 340$ m/s wordt dit:

$$\Delta f_2 = f_2 \cdot \hat{\xi}_1 \cdot \omega_1 / 340 \quad (3)$$

Bijvoorbeeld, $\hat{\xi}_1 = 3$ mm, $f_1 = 30$ Hz of $\omega_1 = 186$, dan is $\hat{v}_1 = 186 \times 3 = 558$ mm/s = 0,558 m/s en is $\hat{v}_1/c = 0,558 : 340 = 0,0016$.

Indien $f_2 = 600$ Hz, dan is $\Delta f_2 = 0,0016 \times 600 = 1$ Hz. In dit voorbeeld zal de frequentie-afwijking aldus 1 Hz bedragen, wat er op neer komt dat f_2 periodisch varieert tussen 599 en 601 Hz.

Het bedrag van de frequentieafwijking of -zwaai is gemakkelijk te bepalen door eenvoudig de conusuitwijking te meten bij de laagste frequentie, waaruit men dan samen met de bekende waarde van f_1 de modulerende snelheid kan berekenen. De frequentieverschuiving is hier gelijk aan die snelheid vermenigvuldigd met de gemoduleerde frequentie, en dit alles gedeeld door de geluidssnelheid.

Beers & Belar [4] gaan uit van een andere uitdrukking voor FM-vertorming, waarin zij de effectieve amplitudewaarde van de zijbanden er bij betrekken.

Beers en Belar geven

$$d = 1,32 \cdot 10^{-3} \cdot \hat{\xi}_1 \cdot f_2 \quad [\%] \quad (4)$$

waarin: d = vertormingsfactor (totale effectieve waarde der zijbanden als percentage van de amplitude van f_2)

$\hat{\xi}_1$ = maximale conusuitwijking bij de lagere frequentie f_1 in mm;

f_2 = de gemoduleerde frequentie in Hz.

Voor het bovenstaand voorbeeld waar de conusuitwijking $\hat{\xi}_1$ 3 mm was en met $f_2 = 600$ Hz vindt men hier:

$$d = 1,32 \cdot 10^{-3} \times 3 \times 600 = 1,32 \times 1,8 = 2,4\%$$

Uitgaande van de principes van de frequentiemodulatie weet men dat de zijbanden samengesteld zijn uit de sommen verschilfrequenties tussen de hoogste frequentie f_2

en de modulerende frequentie f_1 , almede hun componenten van hogere orde; de zijbandfrequenties zijn:

$$f_2 \pm f_1 \\ f_2 \pm 2f_1 \dots \text{enz.}$$

Let wel dat hier de uitwijking $\hat{\xi}_1$ een factor is die de amplitude van de zijbanden bepaalt en dat de snelheid v_1 een gedeelte van de frequentieverschuiving van de gemoduleerde frequentie bepaalt.

FM-analyse

De vergelijking van frequentiemodulatie is gegeven o.m. door Terman [5]; in een licht gewijzigde vorm kan men schrijven:

$$E = \hat{E} \cdot \sin \left[\omega_2 t + \left(\frac{\Delta \omega_2}{\omega_1} \right) \sin \omega_1 t \right] \quad (5)$$

waarin: \hat{E} = de amplitude van de „draaggolffrequentie” m.a.w. hier de hoogste frequentie;

$\omega_2 = 2\pi f_2$; f_2 = gemoduleerde frequentie;

$\omega_1 = 2\pi f_1$; f_1 = modulerende (lagere)frequentie;

$\Delta \omega_2$ = maximum afwijking van de momentele frequentie f_2 .

Stel: $\hat{E} = 1$

$$m = \frac{\Delta \omega_2}{\omega_1} = \frac{(v/c) \omega_2}{\omega_1} = \frac{\hat{\xi}_1 \cdot \omega_1}{c} \cdot \frac{\omega_2}{\omega_1} \\ m = \frac{\hat{\xi}_1}{c} \cdot \omega_2 \quad (6)$$

dan is:

$$E = \sin (\omega_2 t + m \cdot \sin \omega_1 t) \quad (7) \\ = J_0 m \sin \omega_2 t + \\ + J_1 m [\sin (\omega_2 + \omega_1) t - \sin (\omega_2 - \omega_1) t] \\ + J_2 m [\sin (\omega_2 + 2\omega_1) t + \sin (\omega_2 - 2\omega_1) t] \\ + \text{enz.} \dots \quad (8)$$

Uitgedrukt in amplitudewaarden van de zijbanden [6], met $m \ll 1$, heeft men:

$$E_0 = J_0 m \approx 1 \\ E_1 = J_1 m \approx m/2 \\ E_2 = J_2 m \approx m^2/8, \text{ enz.} \dots \quad (9)$$

Met $c = 340$ m/s wordt dit:

$$E_0 = 1 \\ E_1 = 0,0092 \cdot \hat{\xi}_1 f_2 \\ E_2 = 43 \cdot 10^{-6} \cdot (\hat{\xi}_1 f_2)^2 \text{ enz.} \quad (10)$$

waarin E_1 de amplitudewaarde is van elk der twee zijbanden van 1^e orde; E_2 die van elk der twee zijbanden van 2^e orde, enz. ... De uitwijking $\hat{\xi}_1$ in bovenstaande formules dient uitgedrukt te zijn in m.

De formules (10) en (4) kunnen nu worden vergeleken. Beschouwt men de amplitude van een zijbandfrequentie van 1^e orde: $\hat{E}_1 = 0,92 \cdot 10^{-5} \cdot \hat{\xi}_1 f_2$ (10')

waarin $\hat{\xi}_1$ ditmaal in mm de maximum consuutwijking is veroorzaakt door f_1 ; indien de zijbanden van 2^e orde verwaarloosbaar klein kunnen worden geacht, dan kan men voor de effectieve waarde van de beide zijbandfrequenties van 1^e orde schrijven:

$$\tilde{E}_1 = 0,92 \cdot 10^{-5} \cdot \sqrt{2} \cdot \hat{\xi}_1 f_2 \\ = 1,32 \cdot 10^{-5} \cdot \hat{\xi}_1 f_2$$

hetgeen overeenstemt met de formule (4) van Beers en Belar, waarbij hun coëfficiënt $1,32 \cdot 10^{-3}$ uitgedrukt was in %. Met het cijfervoorbeeld van $\xi_1 = 3$ mm vindt men:

$$\hat{E}_1 = 0,017 \quad (\text{ongeveer } -35 \text{ dB}) \\ \hat{E}_2 = 0,00013 \quad (\text{ongeveer } -78 \text{ dB})$$

Twee zijbanden \hat{E}_1 van 0,017 vertegenwoordigen een effectieve waarde van:

$$\tilde{E} = 0,017 \times \sqrt{2} = 0,024$$

wat overeenstemt met de 2,4% dat met de Beers en Belar-methode wordt verkregen.

De uitdrukkingen (8) tot (10) bevestigen dat de zijbanden de frequenties $f_2 \pm f_1$, $f_2 \pm 2f_1$, enz. bevatten. Formule (3) toont aan dat deze zijbandfrequenties in feite bepaald zijn door de consuutwijking. Terman [5] geeft als verklaring dat de frequentieverschuiving de sinusgolfvorm zijdelings doet vervormen, waardoor andere sinusoidale componenten ontstaan.

Kwalitatief kan men haast niet aannemen dat slechts 1 Hz frequentie-afwijking zijbanden doet ontstaan op 30 Hz afstand, maar hun aanwezigheid is des te geloofwaardiger, wanneer men het kan bekijken op het scherm van een spectrum analysator.

Beers en Belar trokken hieruit verscheidene conclusies:

1. daar de vervormingsfactor stijgt met de frequentie f_2 , zal dit effect meer hinderen in „Hi-Fi”-toepassingen, zodat men daar beter 2 luidsprekers kan gebruiken, één voor de lage en één voor de hoge frequenties (er zij aangestipt dat in 1943 een zg. tweewegluidspreker over het algemeen in gebruik was in bioscoopzalen).

2. het is moeilijk FM-vervormingen naar waarde te schatten door middel van luisterproeven, omdat men dit effect niet gemakkelijk isoleren kan van andere vormen van vervorming;

3. FM-vervorming wordt waarschijnlijk ook nog gemaskeerd door andere soorten van vervorming.

Toen dit geschreven werd in 1943, de tijd van de AM-radio en de schellakplaten als voornaamste geluidstransmissieketens, was het waarschijnlijk ook wel juist dat FM-vervorming in luidsprekers gemaskeerd werd door andere soorten vervorming en ruis. Tegenwoordig heeft men versterkers met 0,05% vervorming, een FM-radio transmissiesysteem dat sommige vormen van vervorming – inherent aan het AM-systeem – vermijdt of sterk vermindert, en geluidsbandopnamen die een signaal/ruis-verhouding bieden gelijk of groter dan 55 dB; derhalve kan men vermoeden dat FM-vervorming in luidsprekers nu wel zowat de zwakste schakel is geworden in overigens hoog-kwalitatieve audioketens.

Totale modulatie vervorming

Amplitudemodulatie doet eenzelfde groep zijbanden ontstaan ($f_2 \pm f_1$, enz. ...) als FM-modulatie. Wanneer men gebruik maakt van een spectrum-analysator, is de gemeten amplitude van elke zijband de algebraïsche som van die twee soorten vervorming. Soms meet men voor de twee zijbandfrequenties $f_2 + f_1$ en $f_2 - f_1$ een verschillende amplitudewaarde. Zulks is waarschijnlijk te wijten aan een fazeverschil tussen de AM- en FM-componenten, zodat de algebraïsche som van de ene zijband kan verschillen met die van de andere. De algebraïsche som van beide componenten zal echter steeds een bepaalde effectieve waarde bezitten voor een bepaalde grootte van modulatievervorming. De algebraïsche som van alle zijbandcomponenten stemt overeen met de „totale modulatievervorming” voor een bepaalde combinatie der ingangssignalen.

Geen enkele klare en duidelijke methode om de AM-vervorming van de FM-vervorming te scheiden, is tot op heden beschreven. Doch aangezien het feit dat de twee soorten dezelfde zijbandfrequenties opwekken, is het feitelijk de totale modulatievervorming die de luisteraar waarneemt. Gelukkig kan de spectrumanalysator gebruikt worden om deze totale modulatievervorming te meten.

(Wordt vervolgd)

VAN LAAGSPANNING NAAR HOOGSPANNING ZONDER TRANSFORMATOR

praktijk uit het lab

C. A. VAN DER GEER M.I.E.R.E.
F.O.M.-INSTITUUT VOOR PLASMAFYSICA JUTPHAAS

In dit artikel de analyse van de conventionele spanningsverhogende gelijkrichter van fig. 1, de introductie van een nieuwe schakelmethode met analyse en tenslotte een schakeling voor een gelijkspanningsomvormer 20V-100V/45mA

Inleiding

De spanningsverhogende gelijkrichter wordt gebruikt voor het genereren van een hoge gelijkgerichte spanning uit een lage wissel- of blokspanningsbron. In deze toepassing vervangt het de transformator met dioden en afvlakcondensator. Een multivibrator kan de blokspanning leveren voor de spanningsverhogende gelijkrichter zodat het geheel werkt als een „gelijkspanningstransformator“ met dien verstande, dat deze „transformator“ alleen omhoog transformeert.

Voor een gelijkspanningsomvormer, volgens het bovenstaande principe, heeft men vrij veel dioden nodig. Dit is wellicht de reden, dat vroeger algemeen een andere weg werd gevolgd voor het verhogen van de gelijkspanning. De gelijkspanning werd eerst omgevormd tot een wisselspanning, de wisselspanning omhoog getransformeerd en tenslotte weer gelijkgericht en afgevlakt. Voor grotere vermogens is dit ook nu nog de voordeligste methode. Nu de prijzen van dioden laag zijn geworden, is het voor kleinere vermogens, enkele watt, soms goedkoper voor het omvormen een multivibrator met spanningsverhogende gelijkrichter te gebruiken. In elk geval heeft dit het voordeel, dat de omvormer kleiner en vooral lichter is dan die met transformator. Bij het ontwerpen van een gelijkspanningsomvormer volgens het multivibrator-spanningsverhogende gelijkrichter principe moet echter wel met kennis van zaken te werk worden gegaan. Daarom volgt hieronder de analyse in detail van het conventionele spanningsverhogende netwerk van fig. 1. Het blijkt daarbij dat de stroom, die het netwerk kan leveren, sterk afneemt bij het toenemen van het aan-

tal gebruikte secties. In fig. 1 zijn vijf secties getekend. Daarna volgt de wat verkorte analyse van een nieuwe type spanningsverhogende gelijkrichter, het zogenaamde parallel type fig. 5. Bij gebruik van dezelfde (ideale) onderdelen kan dit laatste netwerk veel meer stroom leveren, dan het serie type van fig. 1. Daar staat dan weer tegenover, dat de condensatoren een grotere spanning moeten kunnen weerstaan naarmate ze zich dichter bij de uitgang bevinden.

Analyse van het serietype spanningsverhogend gelijkrichternetwerk.

Hierna te noemen seriespanningsverhoger.

In Fig. 1 is de schakeling getekend voor vijf secties. Aan de ingang worden twee blokspanningsgeneratoren in tegenfase aangesloten. Wanneer de spanning op klem 1 +A volt is, dan is de spanning op klem 1' 0 volt en omgekeerd. De blokspanningen op de klemmen 1 en 1' worden doorgegeven door de condensatoren C_1 t/m C_5 resp. door C_1' t/m C_5' , zodat op de gehele bovenlijn en op de gehele beneden lijn blokspanningen aanwezig zijn. Zonder dioden en zonder belastingsweerstand zouden de amplituden van de wisselspanningscomponenten van de spanningen V_1 t/m V_5 en V_1' t/m V_5' , hierna aangeduid met ΔV_i en $\Delta V_i'$ ($i=1,2..5$), allen even groot zijn met de waarde A. Met de dioden vloeit er door elke diode steeds

wat lading weg, zodat de spannings-sprong steeds kleiner wordt naarmate men verder in de keten meet.

De wisselspanningscomponenten ΔV_i en $\Delta V_i'$ zijn in tegenfase. De grootte van de component neemt af bij grotere i.

De dioden zijn zo geschakeld, dat $V_i \leq V_{i+1}$ en $V_i' \leq V_{i+1}' \dots \dots \dots 1$) Immers wanneer V_i groter dreigt te worden dan V_{i+1} , geleidt de diode D_i' (De dioden zijn ideaal verondersteld). Zo ook wanneer V_i' groter dreigt te worden dan V_{i+1}' , geleidt D_{i+1} .

Echter wanneer V_i maximaal is, dan is V_i' minimaal en ook andersom.

Dit gecombineerd met 1) geeft $V_{i\max} = V_{i\min}$ en $V_{i\max}' = V_{i+1\min}$

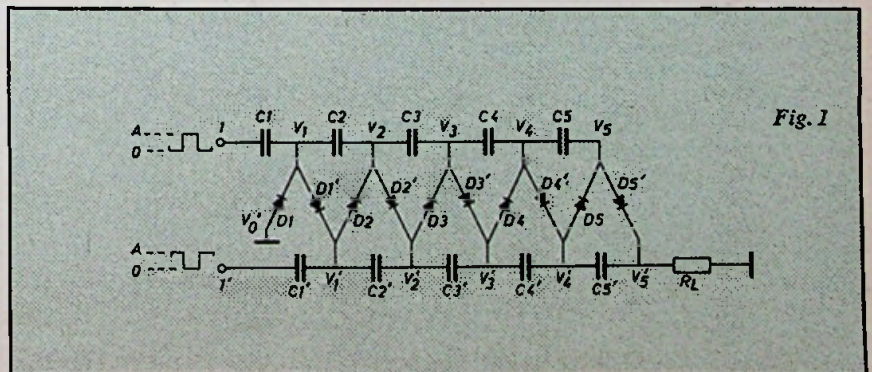
Nu is $V_{i\max} = V_{i\min} + \Delta V_i$ en $V_{i\max}' = V_{i+1\min} + \Delta V_i'$

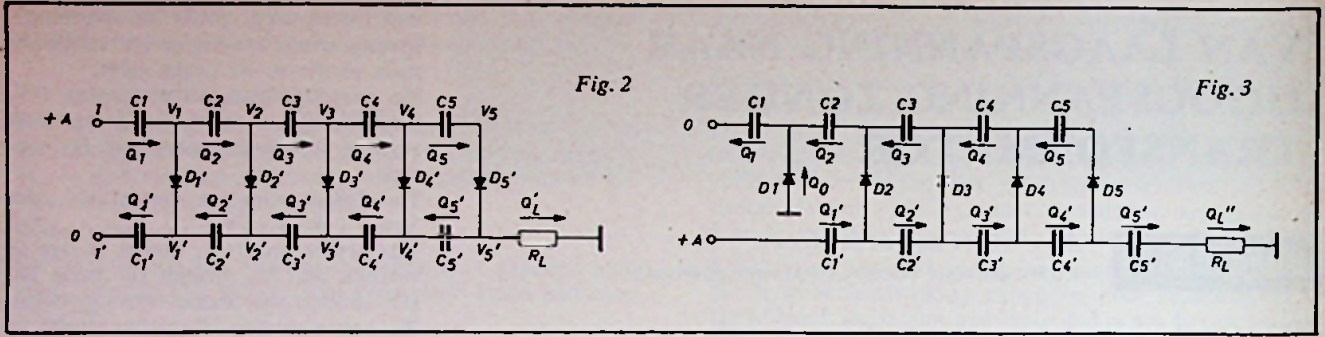
zodat $V_{i+1\min} = V_{i\min} + \Delta V_i$ en $V_{i+1\min}' = V_{i\min}' + \Delta V_i'$

Door in de voorlaatste vergelijking in te vullen $i=1$ t/m 5 vinden we, dat de maximale waarde van de uitgangsspanning $V_{5\max}$ gelijk is aan de som van alle amplituden van de wisselspanningscomponenten van V_1 t/m V_5 plus die van V_0' t/m V_5' plus de minimale spanning $V_{0\min}$. Wanneer als uitgangsklemmen worden beschouwd de anode van D_1 en de kathode van D_5' , dan zijn de uitgangsklemmen voor gelijkspanning van de ingangsklemmen geïsoleerd, zoals bij een transformator. In de voorbeelden is steeds de anode van D_1 geaard zodat $V_0 = \Delta V_0 = 0$. Wanneer de anode van D_1 wordt verbonden met klem 1' dan wordt de uitgangsspanning hoger, omdat dan $\Delta V_0 = A$ en niet 0. In dat geval is echter de uitgang niet meer voor gelijkspanning geïsoleerd van de ingang.

De gemiddelde waarde van de uitgangsspanning V_{uit} zal ongeveer gelijk zijn aan $\frac{V_{5\max} + V_{5\min}}{2}$

$$\text{zodat } V_{uit} = \left\{ \sum_{i=1}^{i=5} (\Delta V_i + \Delta V_i') \right\} - + \frac{1}{2} \Delta V_5'$$





Het probleem de uitgangsspanning te berekenen is nu gereduceerd tot het berekenen van de amplituden van de wisselspanningscomponenten ΔV_i en $\Delta V'_i$ op de condensatoren als functie van de belasting.

Beschouw de halve periode gedurende welke klem 1 positief is en klem 1' 0 volt. Eenmaal gedurende deze halve periode worden de V_i maximaal en de dioden D'_i zullen minstens een gedeelte van deze halve periode geleiden om te voorkomen, dat $V_i > V'_i$. Ondertussen staat op de kathoden van de dioden D_i de spanning $V_i > V_{imin}$, omdat V_{imin} pas wordt bereikt in de volgende halve periode en op de anoden de spanning $V'_{[i-1]} < V'_{[i-1]max}$. Omdat $V'_{[i-1]max} = V_{imin}$ blijven de dioden D_i gedurende deze gehele halve periode gesperd, zodat het vervangschema wordt als in fig. 2. Passen we nu de wet van Kirchoff toe voor de ladingen door de condensatoren, dan vinden we de volgende reeks vergelijkingen.

$$\begin{aligned} Q_1 - Q_2 &= Q'_1 - Q'_2 \\ Q_2 - Q_3 &= Q'_2 - Q'_3 \\ Q_3 - Q_4 &= Q'_3 - Q'_4 \\ Q_4 - Q_5 &= Q'_4 - Q'_5 \\ Q_5 - Q'_L &= Q'_5 \end{aligned}$$

Vervolgens beschouwen we de halve periode, gedurende welke klem 1 is 0 volt en klem 1' is + A volt. Op analoge wijze kan worden bewezen dat dan alle dioden D_i ten minste even geleiden en alle dioden D'_i gesperd blijven. Het vervangschema wordt voor deze halve periode als fig. 3.

Wanneer de schakeling enige tijd op de bron is aangesloten zullen de gemiddelde spanningen over de condensatoren niet meer veranderen. De ladingverschuivingen gedurende een halve periode moet dan gelijk zijn aan de ladingverschuiving in tegengestelde richting gedurende de andere halve periode. D_1 geleidt alleen gedurende deze halve periode. R_L geleidt gedurende beide halve perioden. Wanneer de evenwichtstoestand is bereikt, zal de gemiddeld aangevoerde lading door D_1 n.l. Q_0 per periode gelijk zijn aan de afgevoerde lading

per periode n.l. $Q_L = Q'_L + Q'_L$. Q_i in fig. 2 is gelijk aan Q_i in fig. 3. De volgende reeks vergelijkingen volgt uit fig. 3.

$$\begin{aligned} Q_1 - Q_2 &= Q_0 \\ Q_2 - Q_3 &= Q'_1 - Q'_2 \\ Q_3 - Q_4 &= Q'_2 - Q'_3 \\ Q_4 - Q_5 &= Q'_3 - Q'_4 \\ Q_5 &= Q'_4 - Q'_5 \\ Q'_5 &= Q'_L \\ Q'_L + Q''_L &= Q_L = Q_0 \end{aligned}$$

De uitgangsspanning bestaat uit een hoge gelijkspanning plus een veel kleinere wisselspanning. De uitgangsstroom is daarom vrij constant. Bij gelijke halve perioden sturing is daarom ongeveer $Q'_L = Q''_L = \frac{1}{2} Q_L$.

Samen met de vergelijkingen afgeleid uit fig 2 en 3, leidt dit tot het eenvoudige resultaat:

$$\begin{aligned} Q_5 &= Q_L & Q'_5 &= 0.5Q_L \\ Q_4 &= 2Q_L & Q'_4 &= 1.5Q_L \\ Q_3 &= 3Q_L & Q'_3 &= 2.5Q_L \\ Q_2 &= 4Q_L & Q'_2 &= 3.5Q_L \\ Q_1 &= 5Q_L & Q'_1 &= 4.5Q_L \end{aligned}$$

Gedurende een gehele periode levert achtereenvolgens spanningsbron +A aan klem 1 $5Q_L$ en de andere bron aan klem 1' $4.5Q_L$. De uitgang levert $1Q_L$. Hiermee is bewezen, dat de ingangsstroom 9.5 maal zo groot is als de uitgangsstroom. De ladingverschuivingen nemen lineair af naarmate men verder kijkt in het netwerk.

Uit fig 2 volgt:

$$\begin{aligned} Q_1/C &= A - \Delta V_1 & \Delta V_1 &= A - 5Q_L/C \\ Q_2/C &= \Delta V_1 - \Delta V_2 & \Delta V_2 &= A - 5Q_L/C - 4Q_L/C \\ Q_3/C &= \Delta V_2 - \Delta V_3 & \Delta V_3 &= A - 5Q_L/C - 4Q_L/C - 3Q_L/C \\ Q_4/C &= \Delta V_3 - \Delta V_4 & \Delta V_4 &= A - 5Q_L/C - 4Q_L/C - 3Q_L/C - 2Q_L/C \\ Q_5/C &= \Delta V_4 - \Delta V_5 & \Delta V_5 &= A - 5Q_L/C - 4Q_L/C - 3Q_L/C - 2Q_L/C - Q_L/C \end{aligned}$$

uit fig 3 volgt:

$$\begin{aligned} Q'_1/C &= A & \Delta V'_1 &= A - 4.5Q_L/C \\ Q'_2/C &= \Delta V'_1 - \Delta V'_2 & \Delta V'_2 &= A - 4.5Q_L/C - 3.5Q_L/C \\ Q'_3/C &= \Delta V'_2 - \Delta V'_3 & \Delta V'_3 &= A - 4.5Q_L/C - 3.5Q_L/C - 2.5Q_L/C \\ Q'_4/C &= \Delta V'_3 - \Delta V'_4 & \Delta V'_4 &= A - 4.5Q_L/C - 3.5Q_L/C - 2.5Q_L/C - 1.5Q_L/C \\ Q'_5/C &= \Delta V'_4 - \Delta V'_5 & \Delta V'_5 &= A - 4.5Q_L/C - 3.5Q_L/C - 2.5Q_L/C - 1.5Q_L/C - 0.5Q_L/C \end{aligned}$$

Fig. 3

Nu de ladingverschuivingen bekend zijn is het niet moeilijk de wisselspanningscomponenten ΔV_i en $\Delta V'_i$ uit te rekenen. Zeker niet wanneer alle condensatoren dezelfde waarde hebben.

We zien nu, dat de laatste sectie alleen dan nog zin heeft wanneer de uitgangsstroom zo laag is, dat ΔV_5 nog positief is. $I_L = f \times Q_L$. In dit geval moet I_L daarvoor kleiner zijn dan $AfC/15$. De maximale waarde van de uitgangsspanning is gelijk aan de som van alle wisselspanningscomponenten. We zien, dat de daling van de uitgangsspanning t.g.v. Q_L voor een groter deel wordt veroorzaakt door de eerste dan door de laatste condensatoren.

Hierbij nodig ik daarom de lezer uit de berekening uit te voeren voor ongelijke waarden van de condensatoren. Een eenvoudig resultaat wordt bereikt door te kiezen $C_1 = 5C$, $C'_1 = 4.5C$, $C_2 = 4C$,

$$C'_2 = 3.5C \text{ enz.}$$

De gemiddelde uitgangsspanning wordt, zoals eerder afgeleid

$$V'_{5gem} = \sum_{i=1}^{i=5} (\Delta V_i + \Delta V'_i) - \frac{1}{2} \Delta V'_5$$

Dat wordt dus hier bij gelijke waarden voor C:

$$V'_{uit} = 9.5A - 96.25 I_L / fC$$

We kunnen dit beschouwen als een spanningsbron $9.5A$ met inwendige weerstand $R_{uit} = 96.25/fC$.

Samenvatting seriespanningsverhoger

De seriespanningsverhoger bestaande uit vijf identieke secties met ideale onderdelen, gestuurd door blokspanningsgeneratoren met amplitude A en frequentie f , geeft de uitgangsspanning $V_{uit} = 9\frac{1}{2} A - 96,25 I_L / (f.C)$. De gemiddelde ingangsstroom is $9\frac{1}{2} I_L$.

$$R_{uit} = 96,25 / (f.C) \quad P_{in} = 9\frac{1}{2} \cdot A \cdot I_L;$$

$$R_{in} = A / (9\frac{1}{2} \cdot I_L);$$

$$R_L = V_{uit} / I_L = 9\frac{1}{2} \cdot A / I_L - 96,25 / (f.C).$$

$$(R_L + R_{uit}) / R_{in} = (9\frac{1}{2})^2$$

zoals bij een echte transformator.

Het door de seriespanningsverhoger afgeleverde vermogen

$$P_{uit} = (9\frac{1}{2} \cdot A - 96,25 \cdot I_L) / (f.C) I_L.$$

Het rendement is

$$\eta = 1 - 96,25 \cdot I_L / (f.C) \approx 1 - 10 I_L / (f.C)$$

$$= 50\% \text{ bij } I_L = f.C.A / 20.$$

V_{uit} is bij die waarde van I_L gedaald tot de helft van de open-klem-spanning.

$P_{in} - P_{uit}$ wordt niet gedissipeerd in het netwerk, maar in de inwendige weerstand van de blokspanningsgeneratoren ook wanneer deze R_i zeer klein is, want dan worden de piekstromen groter.

Controle: De schakeling uit fig. 1 werd gebouwd met $C = 100\text{nF}$ en aangesloten op de multivibratoren uit fig 4 met $f = 100\text{kHz}$ en $A = 20$ volt. De $V_{uit} I_{uit}$ karakteristiek is getekend in fig 6. Berekening van de stroomwaarde $I_L \frac{1}{2}$ waarvoor de uitgangsspanning is gedaald tot de helft van V_{uitok} geeft

$$I_L \frac{1}{2} = f.C.A / 20 = 10\text{mA}.$$

De meting levert $9,8\text{mA}$. Het gemeten rendement bij $I_L \frac{1}{2}$ is 30% i.p.v. 50% , maar bij de meting is de multivibrator dissipatie erbij gemeten.

Analyse van parallel type spanningsverhogend gelijkrichternetwerk

Hierna te noemen parallelspanningsverhoger.

Dit is de eerder vermelde nieuwe schakelmethode en getekend in fig. 5. Bij gebruik van allemaal gelijke condensatoren, dezelfde waarde, geeft de parallelspanningsverhoger een lagere uitgangswaarde. De condensatoren moeten echter een hogere spanning kunnen weerstaan en wel naar rechts oplopend tot aan de uitgangsspanning. De spanningen V_i en V'_i zullen weer variëren in het ritme van de aangelegde blokspanning. V_{imax} en V'_{imin} worden bereikt eenmaal gedurende de halve periode waarin klem 1 is $+A$ en klem 1' is 0 volt. V_{imin} en V'_{imax} worden bereikt gedurende de halve periode waarin klem 1 is 0 volt en klem 1' is $+A$ volt. De dioden zorgen er weer voor dat $V_{imax} = V'_{imin}$ en dat $V_{imin} = V'_{(i-1)max}$.

$V_{imin} = V'_{(i-1)min} + \Delta V'_{(i-1)}$. Gedurende de halve periode waarin V_i V_{imax} bereikt en $V'_{(i-1)}$ $V'_{(i-1)min}$ bereikt V_i in elk geval niet V_{imin} en $V'_{(i-1)}$ niet $V'_{(i-1)max}$. Zo blijven de dioden D_i gedurende deze gehele halve periode gesperd. Op analoge wijze kan worden bewezen, dat alle dioden D'_i gedurende de andere halve periode gesperd blijven.

Gedurende tenminste een deel van een halve periode geleiden de diode D'_i , door de condensatoren wordt een lading verplaatst en door R_L loopt de lading Q''_L . Gedurende tenminste een deel van de andere halve periode wordt lading verplaatst door de dioden D_i en loopt door R_L de lading Q''_L .

Wanneer de uitgangsstroom vrij constant is en de duur van genoemde halve perioden gelijk en wanneer door R_L gedurende een gehele periode de lading Q_L loopt dan moet

$$Q'_L = Q''_L = \frac{1}{2} Q_L.$$

Wanneer de evenwichtstoestand is be-

reikt, dan zal de ladingsverschuiving door een condensator, gedurende een halve periode, gelijk van grootte doch tegengesteld van teken zijn aan de ladingsverschuiving door die condensator, gedurende de andere halve periode. Verder zal het netwerk gemiddeld geen lading opnemen. Dus wanneer per periode door R_L de lading Q_L loopt, dan moet per periode door elke diode ook de lading Q_L stromen. Dus in het gedeelte van een halve periode dat een diode geleidt, gaat daardoor de lading Q_L , zodat de ladingsverschuivingen door alle condensatoren gelijk zijn aan Q_L , met uitzondering van die door de condensator C_5 . Immers Q'_5 gaat geheel door R_L en slechts gedurende een halve periode per periode. Dus

$$Q'_5 = \frac{1}{2} Q_L$$

alle andere Q 's zijn Q_L . Dit betekent voor de bron aan de bovenlijn, dat per periode $5 \cdot Q_L$ moet worden geleverd en voor de bron aan de benedenlijn $4\frac{1}{2} \cdot Q_L$. Dus evenals in de seriespanningsverhoger $I_{in} = 9\frac{1}{2} \cdot I_{uit}$.

Uit $V_{imax} = V'_{imin}$ en $V_{imin} = V'_{(i-1)max}$

volgt weer dat de maximale uitgangsspanning gelijk is aan de som van de amplituden van de wisselspanningscomponenten

$$V'_{5max} = \sum_{i=1}^{i=5} (\Delta V_i + \Delta V'_i)$$

De amplituden van de wisselspanningscomponenten zijn hier bijna allemaal gelijk, want

$$Q_i / C = A - \Delta V_i \text{ en } Q'_i / C = A - \Delta V'_i$$

zodat $\Delta V_i = \Delta V'_i = A - Q_L / C$ behalve V'_5 , deze is $A - \frac{1}{2} \cdot Q_L / C$

$$V'_{5max} = 10 \cdot A - 9\frac{1}{2} \cdot Q_L / C$$

De gemiddelde uitgangsspanning $V_{uit} = 9\frac{1}{2} \cdot A - 96,25 \cdot Q_L / C = 9 \cdot A - 92,5 \cdot I_L / f.C$.

Dit kan weer worden opgevat als een spanningsbron $9\frac{1}{2} \cdot A$ met inwendige weerstand $R_{uit} = 92,5 / f.C$. We zien

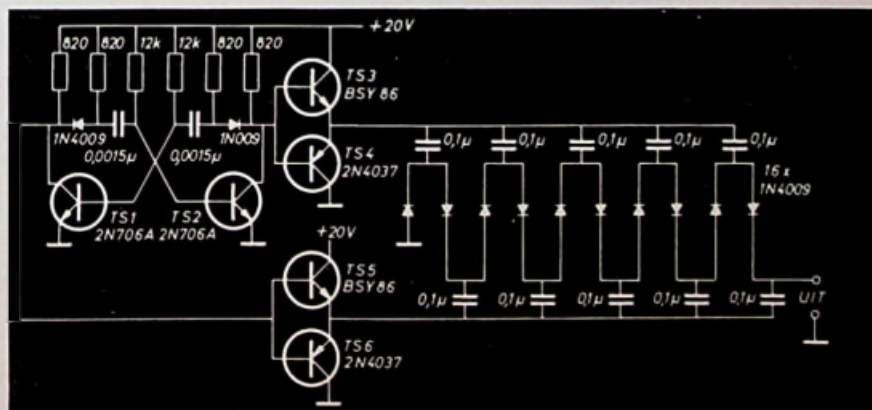


Fig. 4

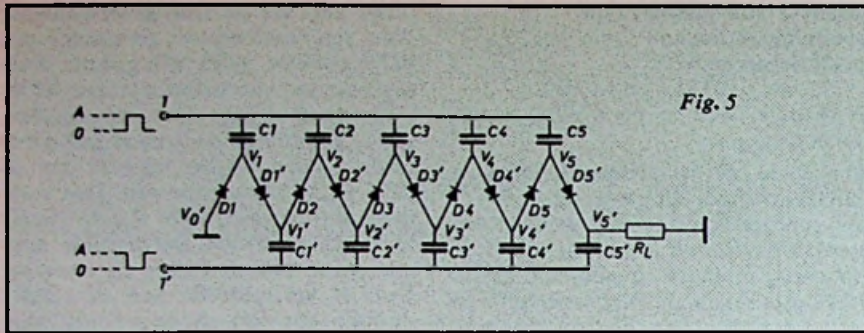


Fig. 5

dat R_{uit} ongeveer 10 maal lager is dan bij de seriespanningsverhoger. Het door de blokspanningsgeneratoren geleverde vermogen is weer $9\frac{1}{2} \cdot I_L \cdot A$. Het afgeleverde vermogen $P_{uit} = (9,5 \cdot A - 9,25 \cdot I_L / (f \cdot C)) \cdot I_L$ zodat het rendement ongeveer wordt

$$\eta = 1 - I_L / (f \cdot C \cdot A)$$

Samenvatting

parallelspanningsverhoger:

Voor vijf secties met ideale onderdelen

$$I_{in} = 9\frac{1}{2} \cdot I_L$$

$$P_{in} = 9\frac{1}{2} \cdot A \cdot I_L$$

$$V_{uit} = 9\frac{1}{2} \cdot A - 9,25 \cdot I_L / (f \cdot C)$$

$$P_{uit} = (9\frac{1}{2} \cdot A - 9,25 \cdot I_L / (f \cdot C)) \cdot I_L$$

$$R_{uit} = 9,25 / (f \cdot C); \eta = 1 - I_L / (f \cdot C \cdot A)$$

Controle: De gelijkspanningsomvormer waarvan het schema is getekend als fig. 4, maakt gebruik van de parallelspanningsverhoger. Het netwerk wordt gestuurd door de multivibrator TS1, TS2 via complementaire emittervolgers TS3, TS4 en TS5, TS6. De frequentie is 100 kHz. De dioden aan de collectoren van TS1 en TS2 sperren wanneer de collectorspanning

stijgt. De stroom door de collectorweerstand gaat dan geheel naar de complementaire emittervolger en niet naar de tijdbepalende condensator. De dioden van het spanningsverhogende netwerk zijn allen 100nF $A = 20 \text{ V}$. Berekening van de stroomwaarde waarbij V_{uit} is gezakt tot de helft van de open-klem-spanning: $I_L \cdot 1/2 = 1/2 \cdot f \cdot C \cdot A = 100 \text{ mA}$.

In de gemeten $I_L - V_{uit}$ karakteristiek fig. 7 zien we, dat $I_L \cdot 1/2$ slechts 45 mA bedraagt. Het verschil wordt verklaard uit het feit dat de multivibrator bij hogere uitgangstromen zwaar wordt belast. Het rendement bij $I_L \cdot 1/2$ is 47% i.p.v. 50%.

Slotopmerkingen:

Bij het ontwerpen van een gelijkspanningsomvormer zonder transformator gaat men als volgt tewerk. Gegeven zijn: de ingangsspanning A, de uitgangsspanning $n \times A$, het rendement of het verschil tussen de uitgangsspanning belast en onbelast.

$$\eta \approx V_{uit} / V_{ok}$$

Voor een redement van bijna 100% nemen we $1/2 n$ secties.

Voor $\eta = 50\%$ moeten we n secties nemen. De frequentie wordt zo hoog mogelijk gekozen, de schakeltijd van de transistoren moet echter klein blijven t.o.v. de rest van de tijd. Uit $\eta = 1 - I_L / (f \cdot C \cdot A)$ volgt dan een waarde voor C.

Deze waarde van C kunnen we dan gebruiken voor de parallelspanningsverhoger met allemaal gelijke waarden van C. Wanneer m secties worden gebruikt moet de proefspanning van C_m en die van C'_m minstens gelijk zijn aan $(m+1) \cdot A$. Wanneer de proefspanning problemen oplevert of leidt tot grote afmetingen van de condensatoren, kan de seriespanningsverhoger bij niet te grote waarde van m een oplossing bieden. Dezelfde uitgangskarakteristiek kan n.l. worden verkregen door gebruik van een seriespanningsverhoger met naar de ingang oplopende waarde van de condensatoren. C_i en C'_i moeten dan de waarde hebben $(m+1-i)^2 \cdot C$. Bij grote waarde van m valt men dus al gauw in de elektrolytische condensatoren. De proefspanning behoeft slechts A volt te zijn.

De dissipatie in de transistoren van de complementaire emittervolgers kan worden gereduceerd door het schakelen van een kleinere weerstand tussen de emittervolgers en het spanningsverhogende gelijkrichternetwerk. De grootte van deze weerstand moet dan ongeveer zijn $A/3 \cdot m \cdot I_L$. De bron moet ongeveer kunnen leveren

$$3 \cdot m \cdot I_L \cdot A \text{ piek.}$$

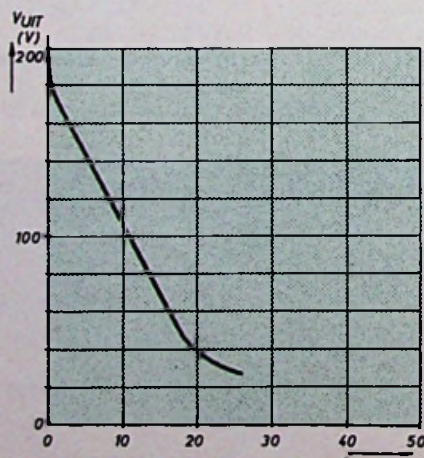


Fig. 6

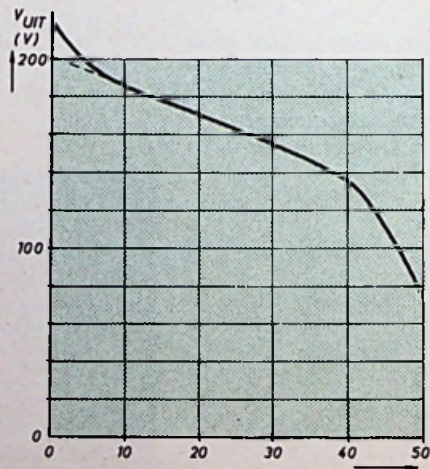


Fig. 7

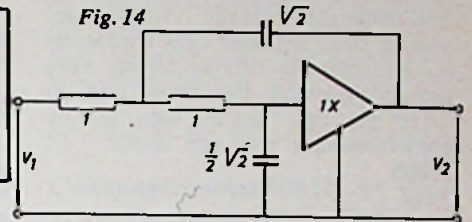
Filters zonder spoelen

ONTWERP VAN ACTIEVE RC-FILTERS MET LADDERNETWERKEN EN OPERATIONELE VERSTERKERS

W. M. G. VAN BOKHOVEN

DEEL 3

In de tweede aflevering (AE-24-'69 blz. 975) is een methode behandeld om actieve filters met R-C laddernetwerken te berekenen. Met behulp van deze methode zullen nu enkele praktische filters worden afgeleid. Tevens worden enige andere filtertypen besproken die in de praktijk veelvuldig worden toegepast.



Maximaal vlakke laagdoorlaat filters

(Butterworth filter)

Onder de laagdoorlaat filters is het Butterworth filter een filtertype, dat als kenmerk heeft, dat de dempingskromme binnen de doorlaatband zo vlak mogelijk verloopt. Deze demping gaat met toenemende orde van het filter de ideale dempingskromme steeds beter benaderen, zoals aangegeven in fig. 13, waarin met een stippe lijn de ideale karakteristiek is aangeduid. (De orde van het filter is gelijk aan de graad van de noemer van de overdrachtsfunctie).

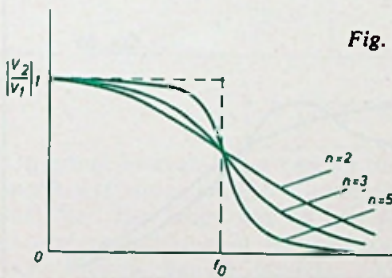


Fig. 13

Voor vele toepassingen in het audio-gebied benadert het tweede orde filter de ideale karakteristiek voldoende zodat we ons hiertoe beperken.

Voor dit tweede orde filter geldt de volgende overdrachtsfunctie

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{1}{p^2 + \sqrt{2}p + 1}$$

Indien we voor p weer j\omega invullen gaat de formule over in

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{1}{1 - \omega^2 + \sqrt{2}j\omega}$$

met $\omega = 2\pi f$ waarin f de frequentie van het aangelegde signaal is.

Daar we alleen geïnteresseerd zijn in de demping kunnen we volstaan met de modulus van V_2/V_1 te berekenen.

$$\begin{aligned} \left| \frac{V_2}{V_1} \right| &= \left| \frac{1}{1 - \omega^2 + \sqrt{2}j\omega} \right| = \\ &= \frac{1}{\sqrt{(1 - \omega^2)^2 + (\sqrt{2}\omega)^2}} = \\ &= \frac{1}{\sqrt{1 + \omega^4}} = \frac{1}{\sqrt{1 + (2\pi f)^4}} \end{aligned}$$

Aan de hand van deze formule zien we, dat bij $\omega = 0$, dus bij $f = 0$, de uitgangsspanning gelijk is aan de ingangsspanning en dat voor toenemende frequentie V_2/V_1 steeds kleiner wordt, zodat de uitgangsspanning hiervoor afneemt.

Een belangrijke grootte is de grensfrequentie f_0 waarbij de demping 3 dB wordt. In dit geval geldt $f_0 = \frac{1}{2\pi} = 0,159$ omdat hiervoor $\omega = 2\pi f = 1$ en daarmee

$$\left| \frac{V_2}{V_1} \right| = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

wat overeenkomt met 3 dB verzwakking.

Als we de demping α in dB nader beschouwen geldt per definitie

$$\begin{aligned} \alpha &= -20 \log \left| \frac{V_2}{V_1} \right| \\ &= -20 \log \frac{1}{\sqrt{1 + \omega^4}} \\ &= 10 \log (1 + \omega^4) \end{aligned}$$

Voor $\omega \gg 1$ is dus $\alpha = 40 \log \omega$. Hieruit volgt, dat wanneer ω een factor 10 toeneemt (een decade), de demping met 40 dB stijgt. Dit tweede orde filter heeft dus in de sperband een

afval van 40 dB/decade wat overeenkomt met 12 dB/octaaf.

De gewenste overdrachtsfunctie wordt nu gerealiseerd met het netwerk van fig. 14, zoals blijkt uit onderstaand berekeningschema.

	1	$\sqrt{2}$	1	$\frac{1}{\sqrt{2}}$
0	1	1	2	1
	\uparrow	$\sqrt{2}$	$\sqrt{2}$	$2\sqrt{2}$
				1

Er volgt dan $k_{11} = p^2 + 2\sqrt{2}p + 1$. Hieruit valt af te leiden

$$k_{11A} = p^2 + 2\sqrt{2}p + 1 - A \cdot \sqrt{2}p$$

Voor Voor $A = 1$ wordt dit dus

$$k_{11A} = p^2 + 2\sqrt{2}p + 1$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{1}{p^2 + \sqrt{2}p + 1}$$

Frequentie en impedantie transformatie

Het zal duidelijk zijn, dat het filter van fig. 14 niet zonder meer bruikbaar is, omdat het impedantieniveau zeer laag is evenals de grensfrequentie. Nu blijkt echter, dat de frequentie karakteristiek van een filter niet verandert als men alle impedanties in het filter met een zelfde factor k vergroot of verkleint.

De impedanties met een factor k vergroten betekent alle weerstanden k maal zo groot maken en alle condensatoren een k maal zo kleine capaciteitswaarde geven, dit laatste omdat de impedantie van een condensator omgekeerd evenredig is met zijn capaciteitswaarde.

Indien we dus het netwerk van fig. 14 op een impedantieniveau van 10 k\Omega willen brengen moeten we alle weer-

standen met 10.000 vermenigvuldigen en de capaciteiten hierdoor delen. Dit levert $R_1 = R_2 = 10 \text{ k}\Omega$ en $C_1 = \frac{\sqrt{2}}{10000} = 141 \text{ }\mu\text{F}, C_2 = 70 \text{ }\mu\text{F}$.

Het filter met deze elementen heeft op grond van het voorgaande nog steeds een grensfrequentie van 0,159 Hz, zoals door berekening via het schema direct aan te tonen is.

De volgende stap bestaat nu hierin, dat de grensfrequentie op de gewenste waarde gebracht wordt, welke stap frequentietransformatie wordt genoemd. Stel, dat men deze frequentie op 10 kHz wil hebben terwijl deze met de gegeven elementen nog op 0,159 Hz ligt; m.a.w. men wil de grensfrequentie met een factor $\frac{10000}{0,159} = 62\ 800$ maal vergroten.

Dit blijkt mogelijk te zijn door óf alle weerstanden 62 800 maal zo klein óf alle capaciteiten 62 800 maal zo klein te nemen. Het is nl. een bekend feit dat karakteristieke frequenties van een RC netwerk omgekeerd evenredig zijn met een RC-tijd, dus $f \propto 1/RC$ waaruit de bovenvermelde regel volgt.

In dit geval is het natuurlijk zinvol de capaciteiten te verkleinen omdat anders de weerstanden weer verlaagd zouden worden en de capaciteiten onhandelbaar groot zouden zijn. Men vindt dan $R_1 = R_2 = 10 \text{ k}\Omega$

(onveranderd), $C_1 = \frac{141 \cdot 10^{-6}}{62800} =$

2,24 nF en $C_2 = 1,11 \text{ nF}$. Met deze laatste elementwaarden heeft het filter dus een 3 dB grensfrequentie verkregen van 10 kHz. Uiteraard kan hierna nog, indien nodig, een impedantie transformatie uitgevoerd worden indien men het uiteindelijk verkregen niveau niet geschikt vindt. Belangrijk is dus, dat impedantie transformatie de frequentie karakteristiek van een netwerk onveranderd laat, terwijl frequentietransformatie juist de mogelijkheid biedt deze te wijzigen.

Om het voordeel van deze actieve filters duidelijk te doen uitkomen zijn in fig. 15 de demping van het actieve laagdoorlaatfilter en van een passief filter met dezelfde grensfrequentie met elkaar vergeleken. Duidelijk is waarneembaar, dat het actieve filter in de doorlaatband minder demping geeft dan het passieve terwijl het in de sperband juist sterker dempt. Een ander niet te verwaarlozen voordeel is, dat het actieve filter met iedere impedantie mag worden belast zonder dat de frequentie karakteristiek zich wijzigt hetgeen voor het passieve filter beslist niet het geval is.

Tchebycheff laagdoorlaat filters

Bij deze filtertypen is de doorlaatband niet maximaal vlak doch laat men een bepaalde rimpel in de demping toe, gemeten in dB. Als voorbeeld is in fig. 16 de demping van een Tchebycheff filter met 3 dB rimpel weergegeven samen met een But-

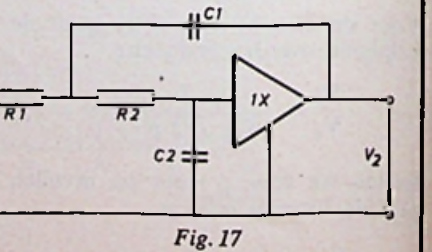
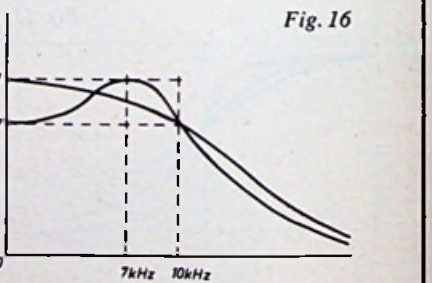
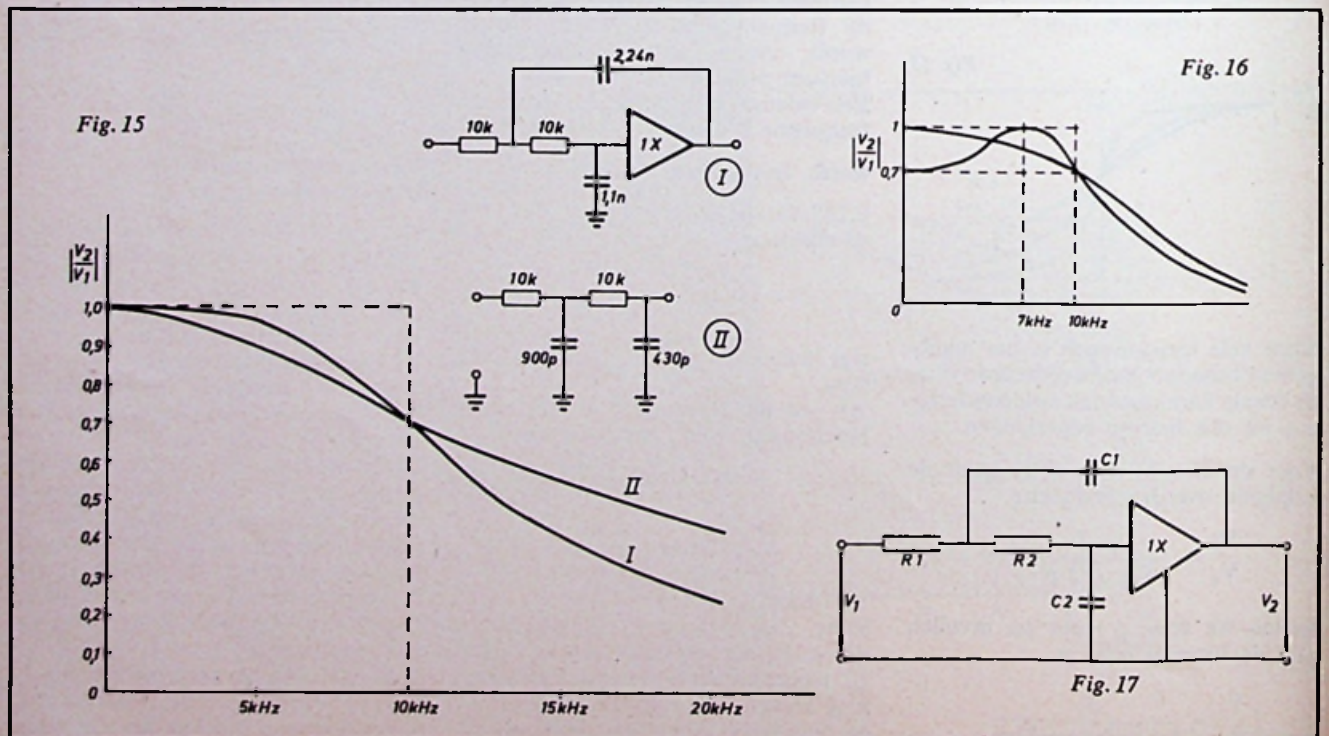
terworth filter met dezelfde grensfrequentie.

Voor een nadere afleiding van de overdrachtsfuncties van deze filters wordt naar de literatuur verwezen omdat een afleiding hiervan buiten het bestek van dit artikel zou vallen. Enkele eigenschappen mogen echter niet onvermeld blijven, waarvan de belangrijkste is, dat het filter in het sfergebied een snellere afval geeft dan de Butterworth filters. Daarnaast vertoont het filter in de doorlaatband eveneens een rimpel in de fase karakteristiek.

Vanwege de vele toepassingen zijn hieronder in een tabel de elementwaarden aangegeven voor Tchebycheff filters met verschillende rimpelwaarden en grensfrequentie van 10 kHz. Met de hiervoor aangegeven methode is men dan in staat door middel van een frequentie transformatie de waarden voor een andere grensfrequentie hieruit af te leiden. De elementen zijn geplaatst zoals in fig. 17 is aangegeven. Als speciaal geval is ook het Butterworthfilter in de tabel opgenomen, dat per definitie een rimpel van 0 dB heeft.

Rimpel	R_1	R_2	C_1	C_2
0 dB	10	10	2,24	1,11
1 dB	5	5	7,12	1,94
2 dB	5	5	8,2	1,66
3 dB	5	5	9,86	1,42

Weerstanden in $\text{k}\Omega$ en capaciteiten in nF.



Hoogdoorlaatfilters

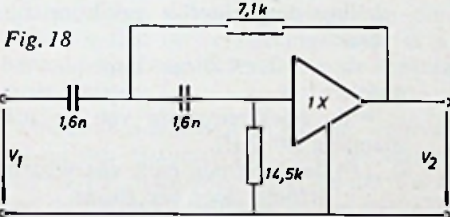
Naast de laagdoorlaatfilters worden ook hoogdoorlaatfilters in de audio-techniek vaak toegepast. In onze beschouwing is het echter niet nodig om voor deze filters een nieuwe berekeningsmethode te geven, omdat deze filters eenvoudig uit de laagdoorlaatfilters kunnen worden afgeleid door toepassing van een speciale frequentie transformatie.

Beschouw hiertoe de transformatie van ω_1^2 naar $\omega_h = \omega_0^2/\omega_1$ waardoor aan iedere frequentie ω_1 van het laagdoorlaatfilter een frequentie ω_0^2/ω_1 wordt toegevoegd. We kunnen bij verschillende ω_1 de bijbehorende ω_h bepalen en in de volgende tabel weergeven.

	ω_1	ω_h
Doorlaat band	0	∞
	$\frac{1}{2} \omega_0$	$2 \omega_0$
	ω_0	ω_0
Sper band	ω_0	ω_0
	$2 \omega_0$	$\frac{1}{2} \omega_0$
	∞	0

De doorlaatband van het laagdoorlaatfilter loopt van 0 tot ω_0 rad/s. Hiermee blijkt dus een ω_h overeen te komen lopend van ω_0 naar oneindig. Evenzo blijkt de sperband van het laagdoorlaatfilter over te gaan in een ω_h lopend van 0 tot ω_0 .

Fig. 18



Op grond hiervan is het nieuwe filter met hoekfrequentie ω_h een hoogdoorlaatfilter. Het enige wat nu nog rest is een verandering in het laagdoorlaatprototype aan te brengen zodanig, dat de hierboven vermelde frequentie transformatie plaats vindt. Voor filters van de hier behandelde configuratie blijkt dit mogelijk te zijn door de impedanties van de serietakken en de admittanties van de shunt takken te vermenigvuldigen met ω_0^2/p (zonder bewijs).

Als gevolg hiervan gaat een serietak met impedantie R over in een serietak met impedantie $\omega_0 R/p$. De weerstand R wordt dus vervangen door een condensator met capaciteit $C = 1/\omega_0 R$.

Evenzo gaat de admittantie van een shunttak pC over in een admittantie

pC. $\omega_0/p = \omega_0 C$. De condensator met capaciteit C wordt dus vervangen door een weerstand R met

$$R = 1/\omega_0 C.$$

De gehele procedure verloopt dan als volgt:

- Ontwerp een laagdoorlaatfilter met dezelfde grensfrequentie als van het gewenste hoogdoorlaatfilter m. b.v. de hiervoor aangegeven methode.
- Vervang iedere weerstand R door een capaciteit $1/\omega_0 R$ en iedere condensator C door een weerstand $1/\omega_0 C$.
- Breng het impedantieniveau weer op een geschikte waarde.

Als voorbeeld volgt hier een ontwerp van een maximaal vlak hoogdoorlaatfilter met grensfrequentie 10 kHz.

ad A. Het benodigde laagdoorlaatfilter met dezelfde grensfrequentie is reeds eerder bepaald (fig. 15).

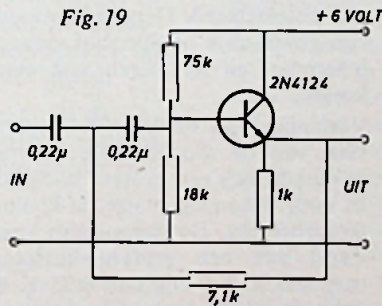
ad B. Voor de transformatie is ω_0 benodigd. Er geldt $\omega_0 = 2\pi f_0 = 2\pi \cdot 10.000 = 62.800$ rad/s.

Een weerstand R gaat dus over in een capaciteit $C = 1/62.800 \cdot R$ en een capaciteit C gaat over in een weerstand $R = 1/62.800 \cdot C$.

Dit levert $C_1 = 1/62.800 \cdot 10.000 = 1,6$ nF, $C_2 = 1,6$ nF alsmede $R_1 = 1/62.800 \cdot 2,24 \cdot 10^{-9} = 7,1$ k Ω en $R_2 = 14,5$ k Ω .

ad C. Het impedantieniveau lijkt redelijk zodat hierin geen wijziging hoeft plaats te vinden.

Fig. 19



Het uiteindelijk schema is weergegeven in fig. 18. Via deze methode en de tabel voor de laagdoorlaat Tchebychefffilters zijn eveneens hoogdoorlaatfilters met Tchebycheff karakter af te leiden.

Men ontwerpt dan aan de hand van de tabel een laagdoorlaatfilter met dezelfde grensfrequentie en rimpel als van het gewenste hoogdoorlaat indien nodig via een frequentietransformatie en voert daarna de procedure als vermeld onder B en C uit, waarna een hoogdoorlaatfilter met de gewenste eigenschappen is verkregen.

Een speciale toepassing van deze hoogdoorlaatfilters is het rumbelfilter van fig. 19 welk filter de frequenties beneden 70 Hz aanzienlijk verzwakt.

Enkele voorbeelden van andere typen actieve filters

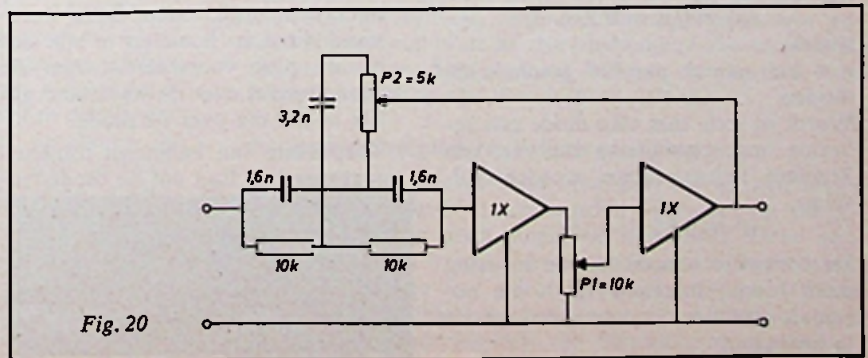
Tot slot volgen hier nog enkele actieve filters welke vaak toe te passen zijn op velerlei gebieden. Er wordt volstaan met het geven van schema's omdat zij meer als voorbeeld bedoeld zijn in de zin van „wat is er met actieve filters zoal mogelijk”. Met behulp van de eerder aangegeven transformaties kunnen de frequentie en impedantie dan naar behoefte veranderd worden.

I. Verstembbaar selectief filter voor uitfilteren van één bepaalde frequentie.

In fig. 20 is deze schakeling weergegeven waarbij met potentiometer P1 de selectiviteit kan worden ingesteld terwijl met potentiometer P2 de zeefrequentie gevarieerd kan worden. In de middenstand van P2 bedraagt deze 10 kHz. De Q-factor kan voor P1 in de bovenste stand tot grote waarden toenemen. De R en C waarden dienen op minstens 1% nauwkeurigheid te worden inclusief P2.

II. Equivalente schakeling voor een afgestemde kring gebruikt als banddoorlaat filter. In fig. 21 is deze schakeling weergegeven. De versterkers A1 en A2 dienen een zo

Fig. 20



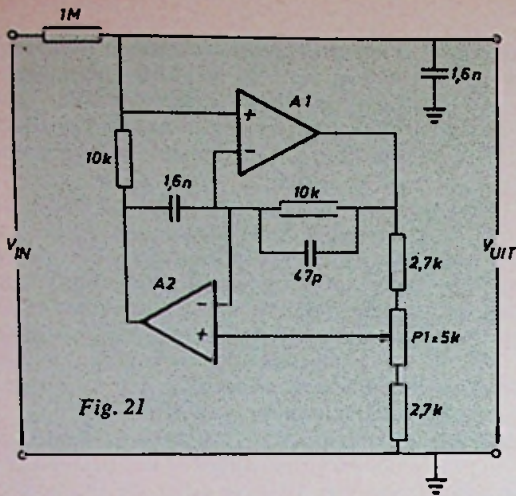


Fig. 21

groot mogelijke open-loop gain te bezitten. De μA 709 van Fairchild is hiervoor zeer geschikt. Beide versterkers moeten in frequentie gecompenseerd worden als 2-maal versterker aan de hand van de gegevens van de fabrikant. Met potentiometer P1 is de resonantie

frequentie een factor 3 verstembaar en voor P1 in de middenstand bedraagt deze 10 kHz. De bereikbare Q-factor wordt voornamelijk bepaald door de verlieshoek van de condensatoren en kan tot 1000 oplopen, hetgeen met een LC-kring nauwelijks haalbaar is. De principes van deze schakeling zijn voor het eerst in 1966 aangegeven door Riordan.

Slotopmerking

In de afgelopen drie afleveringen is gepoogd de mogelijkheden van actieve filters onder uw aandacht te brengen.

Deze actieve filters zullen in de toekomst in steeds sterkere mate hun passieve equivalenten gaan vervangen omdat men streeft naar miniaturisering van alle componenten in de elektronische schakelingen, filters inbegrepen. De passieve filters echter kun-

nen door de aanwezigheid van spoelen geen gelijke tred houden met de miniaturisatie van de overige elementen, terwijl de actieve filters dit nadeel niet bezitten. Het is echter niet zo dat deze actieve filters „zaligmakend” zijn. Er moet nog veel en gedegen onderzoek worden verricht naar geschikte synthesemethoden en structuren om de actieve filters even handelbaar te maken als met de passieve in dit opzicht het geval is.

Voor de gevoeligheid van de actieve filters voor variatie van de elementen is een grote hinderpaal voor een breder algemeen gebruik. Het ziet er echter naar uit dat men in de naaste toekomst dit euvel voldoende onder de knie kan krijgen, waarbij vooral voor de gyator synthese goede kansen weggelegd zijn.

Literatuur:

Riordan, *Simulated inductance*, *Electronics Letters*, jan. 67.

J. Storer, *Passive network synthesis*, *Mc Graw-Hill*, New-York.

PARALLELSCHAKELING VAN GELIJKRICHTERDIODEN

Wil men de betrouwbaarheid van een installatie vergroten of de vermogenscapaciteit opvoeren, dan kan men daarvoor gebruik maken van een parallelschakeling van dioden. Voorwaarde hierbij is echter dat de opbouw van de gelijkrichter en de elektrische bekabeling zo symmetrisch mogelijk zijn gehouden. Voorts kunnen onderlinge verschillen in elektrische karakteristieken van de dioden aanleiding geven tot een onevenredige stroomverdeling, met als gevolg te zware belasting en beschadiging van één of meer dioden. In het nu volgende zullen in kort bestek enkele maatregelen worden genoemd om dit risico zo veel mogelijk te beperken. Vermindering van de nominale diodestroom met een factor d. Hierbij kan in de meeste gevallen worden volstaan met een factor

$$d = 0,8 + 0,2/n$$

waarin:

n = het aantal parallel geschakelde dioden.

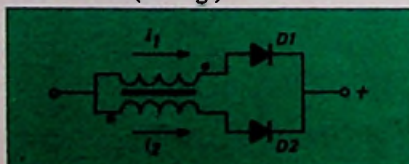
Wordt in serie met elke diode een zekering opgenomen, dan kan met een kleinere reductiefactor worden volstaan;

$$d' = 0,85 + 0,15/n$$

De nominale waarde van de zekering dient hierbij minstens $1,1 \times$ de nominale effectieve stroom van de diode te bedragen.

Als alternatieve methoden voor een kleinere diodestroom kunnen ook de volgende maatregelen worden getroffen.

1. Gebruik van dioden die speciaal op een zo gering mogelijke spreiding van hun elektrische karakteristieken zijn geselecteerd. Dergelijke dioden zijn gewoonlijk op speciaal verzoek leverbaar, zij het tegen wat extra kosten.
2. Verlaging van de bedrijfstemperatuur van de dioden door gebruik te maken van een grotere koelplaat of door op andere wijze de koeling te verbeteren. De thermische weerstand van een grotere koelplaat mag niet groter zijn dan $0,75 \times$ de voor de diode gespecificeerde nominale waarde.
3. In serie met elke diode wordt een weerstand opgenomen. Deze weerstand dient zo bemeaten te zijn dat bij de piek voorwaartsstroom de spanningsval over de weerstand gelijk is aan die over de diode.
4. Toepassing van balancerstransformatoren (zie fig.) om de diodestroom



men zo veel mogelijk te trekken. De zelfinductie van elke trafowikkeling dient hierbij gelijk te zijn aan:

$$L = 20/\omega \cdot \hat{i}_{nom}$$

waarin:

ω = de hoekfrequentie van de netspanning ($= 2\pi f$)

\hat{i}_{nom} = de nominale piek voorwaartsstroom door één diode.

L = zelfinductie uitgedrukt in henry.

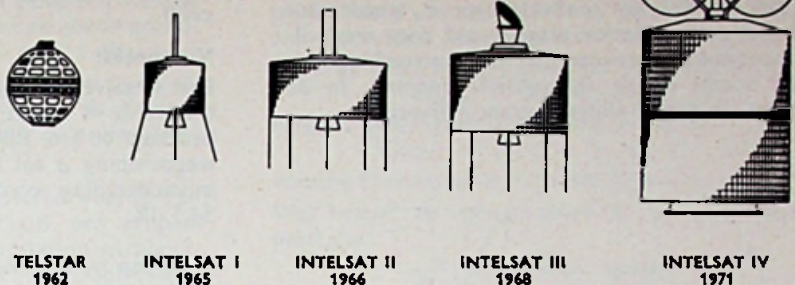
Een belangrijke wenk is verder, dat wanneer op een gemeenschappelijke koelplaat n dioden parallel worden geschakeld deze plaat een thermische weerstand moet hebben gelijk aan (of kleiner dan) $1/n \times$ de nominale waarde als gespecificeerd voor één diode.

Bron: Philips Application Note 4.

ELTRON N.V. vestigt zich in ZEIST

De firma ELTRON, importeur van elektronische meet- en registratieapparatuur, heeft zich door de snelle expansie en verkrijging van enkele nieuwagentschappen op het gebied van data loggers, instrumentatie versterkers en digitale paneelmeters genoodzaakt gezien te verhuizen naar een groter bedrijfspand.

Het nieuwe adres is thans: Boulevard Zeist. Tel. 03404 - 1 12 34.



Satellieten Techniek

DEEL 5

ENKELE THEORETISCHE ASPECTEN

Andere factoren, die bij de ontwikkeling van een grondstation een rol spelen

Het lage zendvermogen van de huidige stationaire satellieten, dat 10 á 30 watt bedraagt (zie deel 3), zal na de grote afstand van ca 36 000 km te hebben doorlopen, op aarde een signaal van ongeveer 10^{-18} watt tot gevolg hebben! Om van dit extreem lage niveau een bruikbaar signaal te kunnen maken, zijn gevoelige en scherp gebundelde antennes nodig, b.v. de paraboolantenne.

Zoals uit een volgend gedeelte van dit artikel nog zal blijken wordt de versterkingsfactor G van de parabool bepaald door zijn diameter en de frequentie, waarop hij moet werken.

Voor de frequenties 4 en 6 GHz, waarvan hier sprake is, zal bij een diameter van 26 m de versterking in vermogen ca 10^9 maal zijn, ofwel 60 dB. De openingshoek φ van de parabool bedraagt in dat geval ca 0,2 graad.

Na aldus door de parabool te zijn versterkt, zal de signaalsterkte zijn toegenomen tot (slechts) 10^{-12} watt of 1 picowatt, zodat een flinke naversterking in het ontvangstelsel vereist is.

Wat betreft de ruisbijdrage in dit uiterst geringe ontvangstelsel, speelt de stand van de station-parabool een grote rol (in deel 2 werd hierover reeds gesproken). Nu bepaalt de positie van een stationaire satelliet, ten opzichte van het waarnemingspunt op aarde, de stand van de aldaar geplaatste parabool en daarmee dus ook de atmosferische ruisbijdrage. De kosmische ruisbijdrage, zo zagen wij in fig. 15 van deel 2, kan voor de 4- en 6 GHz-gebieden worden verwaarloosd. Degelijke ruisbijdragen kunnen worden uitgedrukt in een *ruistemperatuur*, gerekend in graden Kelvin. Ook bleek in deel 2, dat voor loodrecht (in het zenith) gerichte parabolen de ruistemperatuur ca 20 °K kan zijn, doch voor horizontaal gerichte antennes wordt de atmosferische ruisbijdrage als gevolg van de aardse warmte 200 tot 300 °K.

Behalve deze ruisbijdrage in het ontvangen signaal zal elk type ontvanger ook nog een onvermijdelijke *eigen ruisbijdrage* leveren, welke zich sommeert bij de antenneruis. Deze feiten, gevoegd bij het extreem lage niveau

van het ontvangstelsel, vragen een ontvanger die zo weinig mogelijk eigen ruis produceert en bovendien een grote versterking levert.

De SHF-voorversterkers van dergelijke ontvangstelsels waren eertijds (rond 1963) uitgerust met z.g. *maser*trappen. De maser bestaat in dit geval uit kunstmatig gewonnen robijn, dat door een uitwendig elektrisch wisselveld een verhoogde elektronenstatistiek heeft verkregen (*Microwave Amplification by Stimulated Emission and Radiation*). Om de eigen ruis te bestrijden, koelt men dit kristal tot vrijwel het absolute nulpunt -273 °C, resp. 0 °K. Daartoe maakt men gebruik van vloeibare stikstof of vloeibaar helium. Van een gekoelde maser kan een eigen ruisbijdrage worden verwacht van ca 5 °K, hetgeen nagenoeg verwaarloosbaar is.

Nadeel van de maser is echter zijn beperkte bandbreedte (relatief grote Q !) en daar in het voorgaande reeds werd gesproken van de tendens naar grotere bandbreedten, verlaat men deze methode meer en meer en worden speciale, ruisarme breedbandversterkers toegepast, waarbij de elektrische en elektronische componenten worden „gestuurd” door het signaal. Het gevolg van dit schakelprincipe worden zij „parametrische” versterkers genoemd. Worden ook deze gekoeld, dan kunnen ruisbijdragen van ca 15 °K worden verwacht, wat nog alleszins bruikbaar is.

Ontvangstelsels voor *straalverbindingssystemen* behoeven niet te worden gekoeld, omdat hier de parabolen altijd horizontaal, langs het aardoppervlak zijn gericht en dus toch al de aardse ruisbijdrage van ca 300 °K zullen bevatten. Een systeem behoeft nu eenmaal niet minder ruisvrij te zijn dan de bron zelf is.

Transmissiedemping en Vrijewegdemping

Het signaal dat de satelliet uitstraalt, zal op zijn lange weg naar de aarde danig worden verzwakt (in omgekeerde volgorde geldt uiteraard hetzelfde). Deze verzwakking wordt bepaald door de afstand en de frequentie of golflengte van het uitgezonden signaal. Tussen zender (de satelliet) en ontvanger (grondstation) kent men verschillende soorten van verzwakking (demping).

Onder transmissiedemping verstaat men de verzwakking in dB tussen het effectieve uitgestraalde- en ontvangen vermogen, gerekend tussen de ingangs- resp. uitgangsklemmen van de ontvang-resp. zendtrappen.

Om de transmissiedemping te berekenen, maken we gebruik van fig. 40. Stel, het zendvermogen P_z wordt naar alle zijden met gelijke sterkte uitgestraald door een bolvormige, theoretische antenne met een versterkingsfactor 1. Men noemt dit de *isotropische antenne*. In de ruimte gezien, is het stralingsdiagram bolvormig.

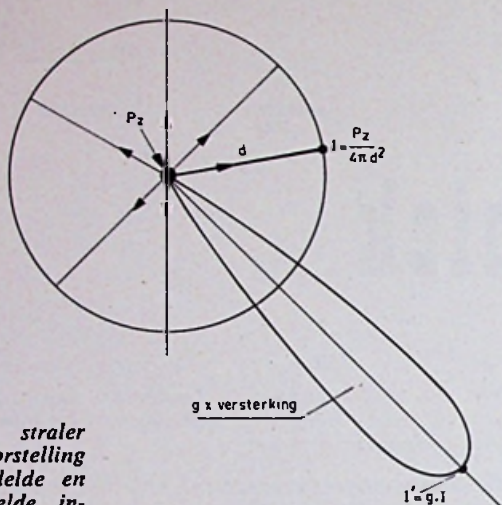


Fig. 40. Isotropische straler P_z met voorstelling van gebundelde en niet-gebundelde intensiteit I .

De intensiteit (of vermogen per eenheid van oppervlak), gemeten op een afstand d van de isotropische straler bedraagt dan

$$I = P_z / 4\pi d^2$$

Deze intensiteit heerst op alle plaatsen van dit bolvormige stralingsdiagram. Wordt nu, in plaats van een isotropische antenne met $G = 1$, gebruik gemaakt van een antenne met een bundelvormig stralingsdiagram, die een factor G_z versterkt (b.v. een parabool), dan wordt de intensiteit op dezelfde afstand d ook G_z maal groter:

$$I' = G_z \cdot I = G_z \cdot (P_z) / (4\pi d^2)$$

De isotropische ontvangantenne heeft een effectief antenne-oppervlak

$$A_{is} = c^2 / 4\pi f^2 = \lambda^2 / 4\pi \text{ (m}^2\text{)}$$

Is de ontvangantenne nu ook voorzien van een bundelvormig diagram met een versterkingsfactor G_o , dan wordt het effectieve antenne-oppervlak

$$A = (G_o \cdot \lambda^2) / 4\pi \text{ (m}^2\text{)}$$

Wordt deze ontvangantenne geplaatst in de hoofdlob van de zendantenne op een afstand d , dan bedraagt het ontvangen vermogen

$$P_o = I' \cdot A = (G_z \cdot P_z \cdot A) / 4\pi d^2 = (G_z \cdot P_z \cdot G_o \cdot \lambda^2) / (4\pi d^2 \cdot 4\pi)$$

zodat de verhouding tussen zend- en ontvangvermogen wordt:

$$P_z / P_o = (4\pi^2 \cdot d^2) / (G_z \cdot G_o \cdot \lambda^2)$$

De *transmissiedemping* L is nu 10 maal de logarithme van deze verhouding, ofwel

$$L = 10 \log (P_z / P_o) = 10 \log (4\pi^2 \cdot d^2) / (G_z \cdot G_o \cdot \lambda^2) \text{ (dB)}$$

en na herleiding ontstaat

$$L = 20 \log (4\pi d / \lambda) - 10 \log G_z - 10 \log G_o \text{ (dB)}$$

λ en d zijn hier beide uitgedrukt in meter!

Duidelijk herkent men beide versterkingsfactoren van de zend- en ontvangantenne, uitgedrukt in dB.

De overblijvende term $20 \log 4\pi d / \lambda$ noemt men de *vrijewegdemping*, vaak aangeduid met α , welke de vermogensreductie tussen twee isotropische antennes aangeeft.

Voorbeeld:

Een straalverbindingstraject werkt op een frequentie van 6 GHz ($\lambda = 5$ cm). De afstand tussen beide parabolen bedraagt 40 km. Elke parabool versterkt 43 dB. De vrijewegdemping α zal hierbij 140,5 dB bedragen, de transmissiedemping wordt 2 maal $43 = 86$ dB minder, ofwel 54,5 dB.

Voor een *stationaire satelliet*, die op 36 000 km boven de aarde staat, zijn deze dempingen veel groter. Voor een frequentie van 4 GHz ($\lambda = 7,5$ cm) wordt de vrijewegdemping ongeveer 195 dB of $0,3 \cdot 10^{20}$ maal! Nu zal duidelijk zijn dat, uitgaande van het kleine zendvermogen van de satelliet (ca 10 watt), als gevolg van deze demping het ontvangsignaal op aarde zo extreem klein wordt.

Vaak is het handiger, bij de berekening van de vrijewegdemping α niet uit te gaan van de golflengte λ , doch van de frequentie f .

Drukt men f uit in GHz en de afstand in meter, dan wordt

$$\alpha = 32,5 + 20 \log f \cdot d \text{ (dB)}$$

In Amerikaanse literatuur wordt de afstand d vaak in feet uitgedrukt, en de frequentie in MHz. Na herleiding vindt men hiervoor

$$\alpha' = 36,59 + 20 \log f \cdot d \text{ (dB)}$$

Voert men de vaste afstand van 36 000 km voor stationaire satellieten in, dan wordt de vorm voor de vrijewegdemping als volgt:

$$\alpha_{stat.} = 123,63 + 20 \log f \text{ (f in MHz)}$$

(Aan de hand van deze uitdrukkingen zijn enkele karakteristieken vervaardigd, die men in het aanhangsel achter dit artikel kan aantreffen).

Trajectdemping

Zend- en ontvangantennes zijn met hun respectievelijke trappen gekoppeld via golfgeleiders en aanpassingsfilters, die enige verliezen opleveren. Vanzelfsprekend tracht men deze verliezen zo gering mogelijk te houden, doch met een praktische waarde van 2 dB aan elke zijde dient men toch wel rekening te houden.

Telt men deze extra aanpasdemping op bij de transmissiedemping, dan vindt men de *trajectdemping*.

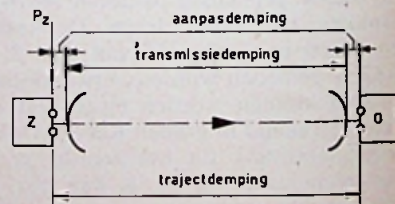


Fig. 41. Drie soorten demping bij een RF-verbinding.

In het hiervoor gegeven voorbeeld van een straalverbinding, waar de transmissiedemping 54,5 dB bedroeg, zou de trajectdemping dus ca 58,5 dB worden.

De drie soorten demping, zoals hier besproken, zijn aangegeven in fig. 41.

Systeemwaarde

Hieronder verstaat men de verhouding tussen het zendvermogen en het praktische ruisvermogen aan de ontvangeruitgang.

Deze waarde (in dB) is per communicatiesysteem gegeven. Voor „aardse” straalverbindingen geldt een waarde van 143,5 dB, voor stationaire satellieten en goede grondstations wordt dit aanzienlijk beter, n.l. ca 215 dB.

Men vindt nu het praktische ruisniveau in het gedetecteerde, laagfrequente (telefoon)-kanaal van de ontvanger, door het verschil te bepalen tussen de trajectdemping en de gegeven systeemwaarde.

Voor een stationair circuit met een systeemwaarde van 215 dB, een vrijwegdemping van 195 dB, een aanpassdemping van 2 maal 2 dB, een grondstation-paraboolversterking van 60 dB en een satelliet-paraboolversterking van 9 dB (zoals bij de Early Bird), wordt dat ruisniveau aan de uitgang van de ontvanger:

$$P_r = \{(195 - 60 - 9) + 4\} - 215 = -85 \text{ dBm}$$

De ruis ligt dan 85 dB onder het standaard referentieniveau van 1 mW. Fig. 42 geeft van deze situatie een duidelijk beeld.

Opgemerkt wordt dat hier duidelijk sprake is van twee verschillende soorten referentieniveau:

voor het thermische ruisniveau aan de uitgang van de ontvanger rekent men met 1 mW laagfrequent, terwijl voor transmissie- en trajectdemping wordt gerekend met een hoogfrequent referentieniveau van 1 mW.

Opn. Wordt van een andere modulatiemethode dan AM gebruik gemaakt, dan wordt de systeemwaarde (en dus de ruisafstand) nog vergroot met de z.g. *Noisepowerimprovementfactor* $K = 3 \text{ m}^2$.

Voor FM t.o.v. AM wordt $m = \Delta\omega/p$, zodat $K = 3 (\Delta\omega/p)^2$.

$\Delta\omega$ is hierbij de deviatie en p de hoogste modulatiefrequentie.

Niveautabel Intelsat 1

(Early Bird, via Goonhilly Downs 1)

Zenderuitgangsvermogen	1,4 watt	1,5 dBW
Antenneversterking satelliet		9,0 dB
Antenneversterking grondstation		57,0 dB
Vrijwegdemping a	(—)	195,0 dB

Signaalsterkte na de parabool — 127,5 dBW

(O dBW = 30 dBm)

(T) Ruistemperatuur atmosfeer + ontv. (55 °K)	17,0 dB*
(K) Constante van Boltzmann (1,38 · 10 ⁻²³ J/°K)	— 228,5 dBW
(B) Bandbreedte (3 MHz)	65,0 dB
„Beschikbaar” ruisvermogen	— 146,5 dBW

Draaggolf/signaal-ruisverhouding	19 dB
Verbetering t.g.v. FM-modulatie (K)	5 dB

Signaal/ruisverhouding aan ingang van ontvangsysteem	24 dB
--	-------

* opstraalhoek vanuit Goonhilly Downs ca 24 °.

Afleiding van de versterkingsfactor G en de openingshoek φ_t van een paraboolantenne

Wordt alle zendende of ontvangende straling vanuit het brandpunt gelijkmatig over de gehele oppervlakte van de parabool verdeeld, en met dezelfde sterkte, dan spreekt men van een belichting van 100 %. Dit is echter een theoretisch geval, het komt in de praktijk niet voor.

Voor de versterkingsfactor kan men schrijven

$$G_{\text{theor.}} = 20 \log (\pi \cdot D) / \lambda \text{ (dB)},$$

hetgeen gemakkelijk kan worden herleid tot

$$G_{\text{theor.}} = 20,34 + 20 \log D \cdot f \text{ (dB)},$$

waarbij D in meter en f in GHz zijn vermeld.

Wat betreft de openingshoek in dit theoretische geval, geldt dat:

$$\varphi_t^2 = 27\,000 / G, \text{ waaruit volgt}$$

$$\varphi_{t(\text{theor.})} = 16,4 / (f \cdot D)$$

met f in GHz en D in m

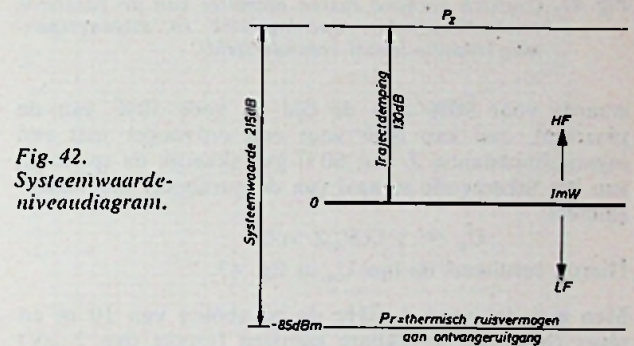


Fig. 42. Systeemwaarde-niveaudiagram.

In de praktijk echter neemt de belichting naar de rand van de parabool sterk af. Gerekend wordt met een totale reductie van 46 % voor de versterkingsfactor, zodat nu geldt:

$$G = 0,54 (\pi \cdot D / \lambda)^2, \text{ waaruit volgt}$$

$$G = 17,66 + 20 \log D \cdot f \text{ (dB)}$$

met f in GHz en D in m

Weer uitgaande van $\varphi^2 = 27\,000 / G$ kan men berekenen dat $\varphi_t = 21,3 / D \cdot f$ graden (zie ook fig. 36 in deel 4).

Verband tussen parabooldiameter, versterkingsfactor, openingshoek en uitgangsspanning.

Met behulp van het voorgaande kan gemakkelijk worden berekend, hoeveel de versterkingsfactor voor diverse paraboolformaten zal bedragen.

In fig. 43 is op de horizontale as de diameter van de parabool uitgezet, van nul tot 25 m. Bovendien zijn de formaten 2,5, 10 en 25 m nog eens opvallend aangegeven door een verticale lijn.

Door voor een aantal diameters de bijbehorende versterkingsfactor te berekenen ($G_{is} = 17,66 + 20 \log f \cdot D$) bij een frequentie van b.v. 4 GHz, kan de kromme G_{is} worden getekend.

Ook de bijbehorende openingshoek φ_t kan worden berekend voor diverse paraboolmaten ($\varphi_t = 21,3 / (f \cdot D)$). Zo komt men aan de snel dalende kromme φ_t .

Wat het ontvangen vermogen P_r , op aarde betreft, werd in het voorgaande reeds gezegd dat gerekend kan worden met een waarde van 10^{-18} watt (vóór de parabool). Als men nu even verwaarloost dat dit een waarde is waarop niet altijd mag worden gerekend, terwijl ook de tijd en de plaats een rol spelen (men eist een zekere

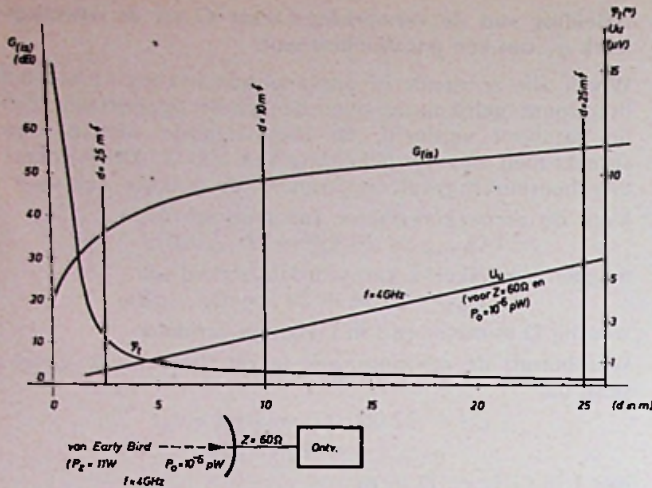


Fig. 43. Grafisch verband tussen diameter van de parabool, versterkingsfactor, openingshoek en uitgangsspanning (situatie ideaal verondersteld).

waarde voor 90% van de tijd en voor 50% van de plaatsen), dan kan men voor een ontvanger met een ingangsimpedantie Z van 60Ω gemakkelijk de spanning van het inkomende signaal (na de parabool) berekenen. Immers:

$$U_u = \sqrt{G \cdot P_0 \cdot Z} \text{ volt}$$

Hieruit resulteert de lijn U_u in fig. 43.

Men ziet dat voor 4 GHz de parabolen van 10 m en meer reeds zeer bruikbare signalen (groter dan $2 \mu\text{V}$) afgegeven. In het volgende tabelletje zijn alle waarden voor drie paraboolmeters opgevoerd ($f = 4 \text{ GHz}$):

D(m)	G(dB)	$\varphi_i(^{\circ})$	$U_u(\mu\text{V})$
2,5	37,66	2,13	0,59
10	49,66	0,53	2,35
25	57,66	0,213	5,9

Prestatiegetal G/T

Dit getal, in de Engelse communicatietechniek „Figure of merit” genoemd, en uitgedrukt in dB, geeft de verhouding aan van de totale vermogenswinst of versterking van de parabool (gemeten ten opzichte van een isotropische antenne), tot de antennetemperatuur aan de ingang van de eerste versterker.

$$\text{Prestatiegetal} = 10 \log G/T$$

Voorbeeld:

De versterking van een 30-m parabool bedraagt 10^6 maal, dus $G = 60 \text{ dB}$.

De temperatuur aan de ingang van de eerste versterker wordt bepaald op $35 \text{ }^{\circ}\text{K}$; ten opzichte van $1 \text{ }^{\circ}\text{K}$ is dit 35 maal of 15,5 dB.

Het prestatiegetal van dit systeem is dan $60 - 15,5 = 44,5 \text{ dB}$.

Uit deze waarde kan een beoordeling volgen van de versterking van een ontvangsysteem ten opzichte van zijn ruiswaarde.

Intelsat eist van elk grondstation dat aan verkeer met zijn satellieten gaat deelnemen, een prestatiegetal van 40,7 dB.

Dit moge op het eerste gezicht een merkwaardig getal lijken, het ontstond echter uit (destijds) praktische overwegingen.

Toen omstreeks 1963 het Intelsat-netwerk werd opge-

richt, moest om wille van het projecttempo zoveel mogelijk gebruik worden gemaakt van bestaande en leverbare apparatuur. Voor straalverbindingen gold (en geldt nog) een frequentie van 4 of 6 GHz en een deel van deze apparatuur kon worden toegepast voor satelliet-grondstations.

De standaard-paraboolantenne had destijds een diameter van 85 voet of 25,9 m.

De maser-versterker, eertijds veelvuldig toegepast, was de meest ruisarme versterker voor dit doel.

Met deze standaardparabool op een frequentie van 4 à 6 GHz, gevolgd door een maserversterker, werd bij een opstraalhoek van 5° een systeemtemperatuur van $50 \text{ }^{\circ}\text{K}$ bereikt. Deze waarde werd in hoofdzaak door de antenne geleverd; bij 5° opstraalhoek kan immers van het aardse oppervlak vrijwel geen ruisbijdrage worden verwacht.

Het belichtingsrendement van dergelijke ontvangssystemen werd aangenomen op 54%.

Voor 4 GHz wordt de versterking nu $G = 17,66 + 20 \log D.f. = 17,66 + 20 \log 25,9 \cdot 4 = 57,7 \text{ dB}$.

Voor de temperatuur geldt $T = 10 \log 50/1 = 17,0 \text{ dB}$, zodat het prestatiegetal wordt:

$$G/T = 40,7 \text{ dB}$$

Hierop heeft Intelsat zich gebaseerd en ieder deelnemend grondstation dient hieraan tenminste te voldoen.

Ruistemperatuur van het ontvangsysteem

In de eerste grondstations te Goonhilly Downs en Pleumeur-Bodou werden aanvankelijk maser-voorversterkers toegepast, welke in gekoelde toestand een zeer lage ruistemperatuur opleverden (ca $5 \text{ }^{\circ}\text{K}$).

Met de maser konden echter slechts relatief kleine bandbreedten worden bereikt (25 MHz), zodat bedrijf met meervoudige toegang hiermede niet mogelijk was. In een later stadium werden dan ook alle stations van parametrische versterkers voorzien, eveneens gekoeld, waarmede bandbreedten van 500 MHz mogelijk worden bij een ruistemperatuur van ca $20 \text{ }^{\circ}\text{K}$.

De koeling geschiedt veelal met behulp van vloeibaar helium, waarmede temperaturen van $-253 \text{ }^{\circ}\text{C}$ of $20 \text{ }^{\circ}\text{K}$ kunnen worden bereikt. Moderne systemen maken ook wel gebruik van z.g. gesloten koelgassystemen.

Ter vergelijking met het bovenstaande, geldt voor een normale TV-ontvanger een ruistemperatuur aan de ingang van ca $3200 \text{ }^{\circ}\text{K}$, overeenkomend met een ruisvermogen van $-126,6 \text{ dBW}$ bij 5 MHz.

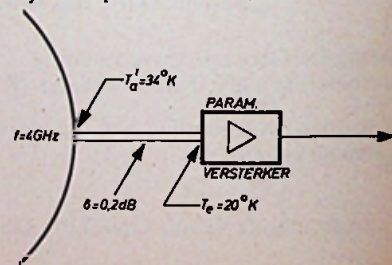
Met de huidige middelen kunnen ook tunneldiodeversterkers worden vervaardigd, die in ongekoele toestand bij 700 MHz een ruistemperatuur van $450 \text{ }^{\circ}\text{K}$ hebben, hetgeen overeenkomt met $-133,5 \text{ dB}$.

Tunneldiodeversterkers zijn interessant voor de ontwikkeling van ontvangssystemen aan boord van distributiesatellieten.

Ruistemperatuur van een moderne parametrische versterker, aangesloten aan een paraboolantenne

Staat een parabool met een diameter van 30 m op de ruimte gericht, waarbij de opstraalhoek (inclinatie) 5°

Fig. 44. Koppeling van een paraboolantenne via een golfgeleider met de ingang van de eerste versterker.



bedraagt, dan kan direct aan de uitgang van de parabool een ruistemperatuur van ca 34 °K worden gemeten. *Opm.* Dergelijke metingen vereisen steeds een opstraalhoek, die groter is dan 3°, omdat eerst dan de invloed van de aardse warmtestraling (17 á 20 °C of 290 °K) in de vorm van ruis wordt voorkomen.

Het paraboolsignaal wordt echter via een golfgeleider naar de versterker gevoerd, zie fig. 44.

Hoe goed ook geconstrueerd, toch zal die golfgeleider een weinig demping veroorzaken. Een praktische waarde is 0,2 dB.

De verliesfactor L, die altijd kleiner is dan 1, laat zich gemakkelijk uit de demping berekenen. Immers, een demping van 0,2 dB betekent een verzwakking van 1,05, zodat $L = 1 : 1,05$ of 0,952 wordt.

Noemt men nu de ruistemperatuur aan de parabooluitgang T_a en de omgevingstemperatuur van de golfgeleider is T_p (alles in graden K), dan kan met de volgende betrekking de ruistemperatuur T_a aan de uitgang van de golfgeleider worden bepaald:

$T_a = L \cdot T_p + (1-L) \cdot T_p$ (°K), zodat voor het hier genoemde geval geldt:

$$T_a = 0,952 \cdot 34 + (1-0,952) \cdot 290 = 46,3 \text{ °K.}$$

Blijkbaar is de ruistemperatuur als gevolg van de 0,2 dB demping met 12,3 °K toegenomen (Voor 0,1 dB demping is deze toename ca 6,5 °K).

In het voorgaande werd reeds vermeld, dat met een parametrische versterker bij 500 MHz-bandbreedte en een omgevingstemperatuur van 15-20 °K (gekoeld) een ruistemperatuur T_e aan de ingang van de versterker van ca 20 °K kan worden bereikt.

Hieruit volgt door somming van de ruis van antenne, golfgeleider en versterker voor dit ontvangststelsel een totale ruistemperatuur van $34 + 12,3 + 20 = 66,3 \text{ °K}$, hetgeen een zware eis mag worden genoemd.

Omgerekend is dit ongeveer 18 dB, een waarde die voor het Nederlandse grondstation als streefwaarde zou worden aangehouden.

AANHANGSEL

Naar aanleiding van de formules voor de vrijwegdemping, openingshoek, paraboolversterking en vereist zendvermogen, die in deze artikelenserie werden genoemd, zijn een zevental grafieken ontwikkeld. Voor wie snel een bepaalde waarde wil weten, als andere

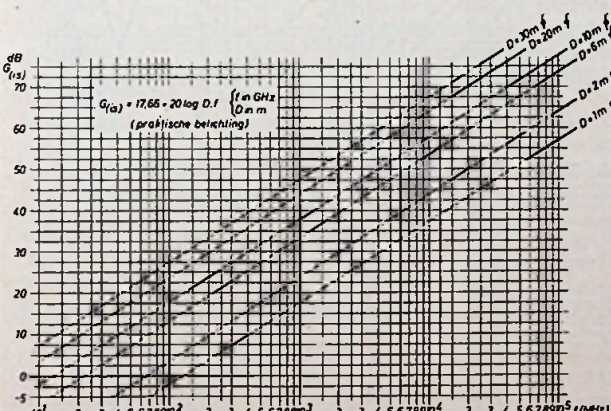


Fig. A-1. Versterkingsfactor van een parabool in dB ten opzichte van de isotropische straler, als functie van de frequentie en met de parabooldiameter als parameter.

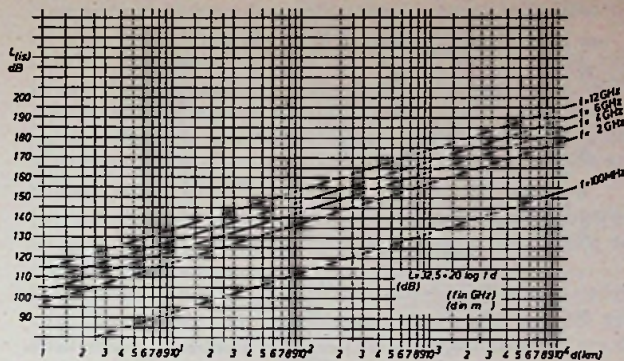


Fig. A-2. Vrijwegdemping tussen twee isotropische stralers als functie van de afstand tussen satelliet en aarde, met de frequentie als parameter.

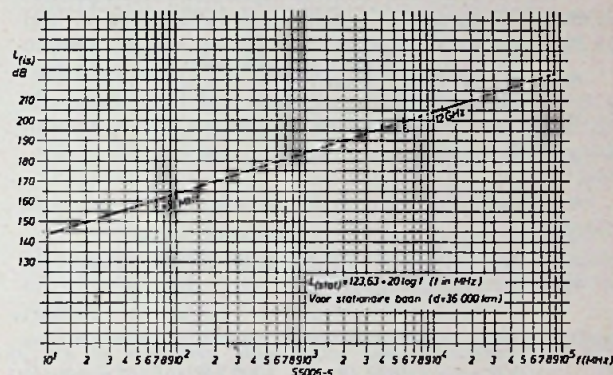


Fig. A-3. Vrijwegdemping tussen twee isotropische stralers voor een synchrone satelliet, als functie van de frequentie.

parameters bekend zijn, kunnen deze functies een groot gemak betekenen.

Zo ziet men in fig. A-1 de versterkingsfactor van een parabool, uitgedrukt in vermogens-dB ten opzichte van een isotropische antenne ($G = 1$), als functie van de frequentie, met de diameter als parameter. Hiervoor werden de waarden 30, 20, 10, 6, 2 en 1 m gekozen, waardoor zowel voor grote, gevoelige grondstationparabolen als voor kleinere typen de betreffende versterking kan worden afgelezen. Vooral als straks, rond 1980, de directe transmissie van satelliet tot woning een realiteit zou kunnen zijn, is het belangrijk ook de waarden voor kleine parabolen te kunnen aflezen.

Om dezelfde reden werd het frequentiebereik naar onderen verlengd tot in het VHF-gebied (de FM-band). De belangrijkste frequenties zijn met een verticale, iets dikkere lijn aangegeven (100 MHz, 1, 2, 4, 6 en 12 GHz).

Deze karakteristieken zijn berekend voor de z.g. praktische belichting van de parabool. Bekend is immers dat deze naar de randen van de parabool afneemt en, over de gehele oppervlakte gerekend, niet uniform is. Gerekend werd met een praktische belichting, welke 54% van de theoretische waarde bedraagt.

In fig. A-2 is de vrijwegdemping L afgebeeld als functie van de afstand satelliet-aarde, met de frequentie als parameter (100 MHz, 2, 4, 6 en 12 GHz). Deze vrijwegdemping geldt tussen twee isotropische antennes.

Fig. A-3 toont de vrijwegdemping L voor een syn-

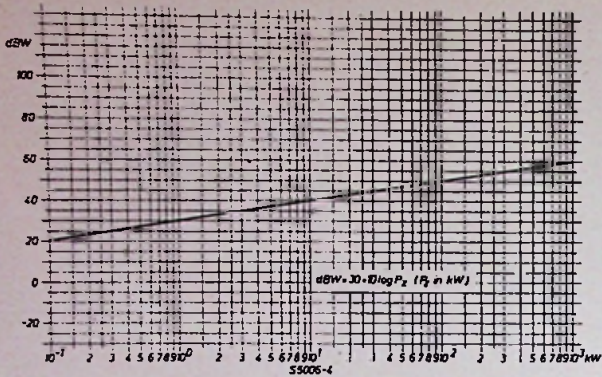


Fig. A-4. Verband tussen uitgestraald vermogen in kW en het aantal dBW (P_z van 100 watt tot 1000 kW).

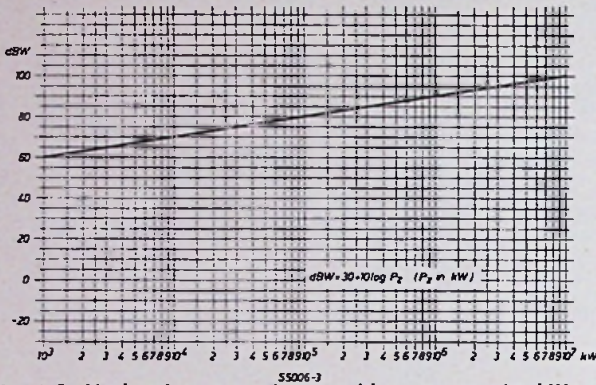


Fig. A-5. Verband tussen uitgestraald vermogen in kW en het aantal dBW (P_z van 1000 kW tot 10^4 megawatt).

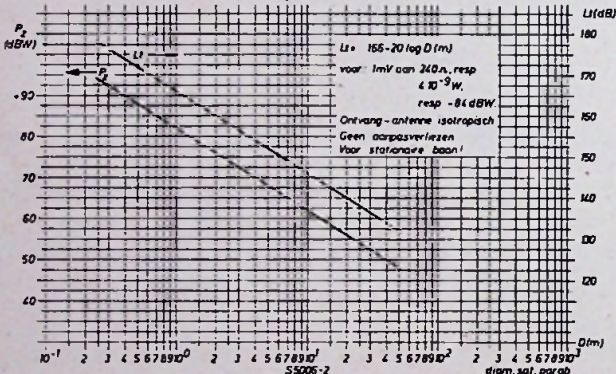


Fig. A-6. Vrijwegdemping L_{i1} , verminderd met de versterking van de satellietparabool G , levert de totale demping L_1 , als functie van de parabool diameter, voor een synchrone satelliet.

De lijn P_z toont het zendvermogen in dBW dat nodig is om in bovenstaande situatie een signaal van 1 mV te leveren aan een ontvanger met een ingangsimpedantie van 240 ohm. De ontvang-antenne wordt isotropisch verondersteld, zonder aanpasverliezen.

chrone satelliet, waarbij de afstand d dus ca 36000 km bedraagt, als functie van de frequentie. Ook hier werd het VHF-gebied in de frequentieschaal opgenomen, terwijl de meest gangbare frequenties met een merkteken in de karakteristiek zijn aangegeven. De demping L geldt ook hier tussen twee isotropische antennes!

De figuren A-4 en A-5 zijn bedoeld om het verband aan te geven tussen het uitgestraalde- of eindtrapvermo-

gen van de zender, en het aantal dBW (relatief tot 1 watt).

Het vermogen is hierbij uitgedrukt in kW.

Fig. A-4 toont het verband voor een vermogensbereik van 100 watt tot 1000 kW, terwijl fig. A-5 een bereik heeft van 1000 kW tot 10 000 MW.

Neemt men even aan dat de aardse ontvangantenne isotropisch is en aldaar geen aanpasverliezen optreden, dan is de som van de vrijwegdemping en de versterking van de satellietparabool *onafhankelijk* van de frequentie! Deze som is in fig. A-6 aangegeven als L_1 (totale verzwakking).

L_1 neemt bij verandering van frequentie evenveel toe als G zodat, voor een gegeven afstand, uitsluitend de diameter van de satellietparabool een rol speelt.

Voor een synchrone satelliet geldt dan:

$$L_1 = 165,97 - 20 \log D \text{ (dB)}$$

Een normale TV- of FM-ontvanger heeft een karakteristieke ingangsimpedantie van 240 Ω . Vraagt men bij b.v. *directe* ontvangst van de satelliet aan deze ingang een signaal van 1 mV, dan komt dit overeen met $4 \cdot 10^{-9}$ watt, resp. -84 dBW. Nog steeds wordt een isotropische ontvangantenne verondersteld.

Om nu in bovengenoemde situatie, gelet op de totale verzwakking L_1 , dit signaal van 1 mV te kunnen berekenen is een bepaald zendvermogen vereist. De tweede kromme in fig. A-6 geeft dit vermogen P_z in dBW.

Voorbeeld:

Voor een parabool met een diameter van 10 m zal de totale verzwakking L_1 bij een synchrone satelliet 146 dB bedragen.

Het zendvermogen P_z zal 62 dBW moeten zijn, om aan een ontvanger met een ingangsimpedantie van 240 Ω een signaal van 1 mV te kunnen afleveren. Omgerekend is dit vermogen dan 1600 kW.

Dit zijn uiteraard extreem grote bedragen, doch men vergete niet dat werd aangenomen met een isotropische ontvangantenne te werken!

Zodra met een ontvangparabool van enige importantie wordt gewerkt, daalt het kW-bedrag drastisch, doch wel zal uit deze berekening duidelijk zijn, dat het zendver-

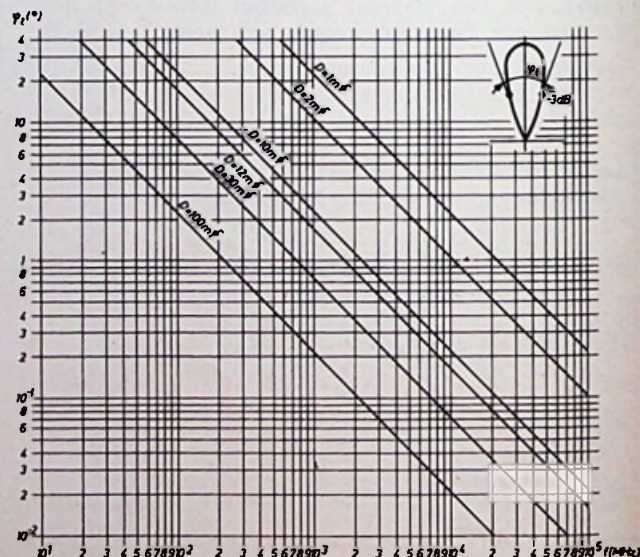


Fig. A-7. De openingshoek φ_1 van een parabool als functie van de frequentie voor diverse parabooldiameters.

mogen van een directe satelliet veel groter zal moeten zijn dan voor de huidige communicatiesatellieten (Intelsat-generatie) het geval is.

Fig. A-7 tenslotte geeft de *openingshoek* φ_t als functie van de frequentie voor diverse diameters van de parabool. Duidelijk is dat φ_t voor hoge frequenties en grote diameter zeer kleine waarden kan aannemen.

$$\varphi_t = \frac{21,3}{f \cdot D} \text{ (}^\circ\text{)}$$

f in GHz
 D in m

Nabeschuiving

Hiermede ben ik (voorlopig) aan het eind gekomen van deze serie artikelen over de techniek van communicatiesatellieten.

Mocht u, waarde lezer, van mening zijn dat met deze 5 afleveringen echt niet *alles* is verteld, dan zult u in mij een ferme medestander vinden!

Maar... de strekking van deze serie was, het corps van lezers te informeren over de status quo op dit gebied, enig inzicht in de toegepaste technieken en wat de naaste toekomst voor ons in petto heeft.

Detailonderwerpen, die waard zijn te worden uitgesponnen, zijn er legio; wellicht vind ik in de komende tijd gelegenheid hieraan de nodige aandacht te besteden.

Van het lanceren en plaatsen van de laatste exemplaren in de Intelsat III-generatie ligt de huidige technicus echt niet meer wakker!

Vermoedelijk zal zijn hartslag ook nauwelijks toenemen als straks, in 1971, de eerste van de Intelsat IV-serie zijn plaats op de 36000 km-baan zal innemen.

Wel zijn echter aller blikken gericht op 1974-1975, als immers de eerste Europese satelliet voor EBU-doeleinden mag worden verwacht.

Nog grotere, individuele interesse zou kunnen bestaan voor de „directe” satelliet, die omstreeks 1980 kan worden gerealiseerd, en die uw huisantenne *direct* gaat bestralen, zonder gebruik van een grondstation.

Geografische afstanden zullen, in de meest letterlijke zin worden gecompriemd door „onze” satellieten.

Informatie, die in vroeger tijden per kameel werd verstrekt (unilateraal), wordt getransformeerd in echte *communicatie*, waardoor contact van mens tot mens ontstaat (bilateraal) en men alleen maar gelukkiger kan worden, omdat elk woord kan worden gevolgd door een wederwoord!

Continue *informatie* leidt onherroepelijk tot absolute *isolatie*, terwijl communicatie de mogelijkheid biedt tot openlijk verkeer.

Satellieten kunnen, als men van goede wil is, een oplossing betekenen voor het bekende gezegde, dat de ene helft van de mensheid zich onduidelijk uitdrukt en de andere helft dat dan weer verkeerd interpreteert!

Niets is meer gevaarlijk dan dat de ene mens, overigens volkomen te goeder trouw, tracht uitsluitend *informatie* aan zijn medemens te geven, en daardoor de kans tot *communicatie* volledig mist.

Een isolatiepositie, een volledig „alleen zijn”, is dan het onvermijdelijke gevolg. De roepende in de woestijn kan zodoende, ook in 1970, weer actueel zijn!

Niemand heeft het recht en vermoedelijk ook niet de interesse, zich zodanig te isoleren, doch wel geldt dat: „Het recht van ieder mens, te weten hoe zijn buurman leeft,

Doet hem heel vaak beseffen, hoe goed hij het wel heeft”.

Ik zou het zeer op prijs stellen van u, lezer, te vernemen of u deze serie kon waarderen of niet. Gaarne uw reactie!

Bronvermelding:

Voor een gedeelte van deel 5 werd weer gebruik gemaakt van de verhandeling van J. W. A. van der Scheer, Ing., gepubliceerd in *Electronica en Telecommunicatie* 1968/12, pag. ET 177 e.v., alsook van de *Vacantieleergang* dd. 29 en 30 mei 1969, georganiseerd door het KIVI, afd. Elektrotechniek (TH-Delft). Onderwerp: „Telecommunicatie via Satellieten”.

Joegoslavië 74e lid van Intelsat

Op 24 februari heeft Joegoslavië zich aangemeld als lid van Intelsat, waardoor het aantal leden nu op 74 is gekomen. Het aandeel van Joegoslavië bedraagt 0.1%. Verder wordt gemeld, dat met hulp van de Verenigde Staten de communicatiefaciliteiten in dit land zullen worden gemoderniseerd. Hieronder valt eveneens de bouw van een Intelsat-grondstation.

Grondstations in Australië

Het nieuwe grondstation te Ceduna in Australië werd op 20 februari 1970 officieel geopend. Het werd gebouwd door de Overseas Telecommunications Commission (OTC) van Australië, de kosten bedragen ca 4 miljoen Australische dollars.

Met behulp van dit nieuwe station, dat samenwerkt met de Intelsat-3-satelliet boven de Indische Oceaan, wordt de eerste directe verbinding tussen Australië en Engeland onderhouden.

Drie andere stations op het Australische vasteland waren reeds eerder in bedrijf, nl. Moree en 2 stations te Carnarvon. Via Ceduna kunnen alle soorten van telecommunicatie plaats vinden, ook TV-uitzendingen.

Tijdens de openingsceremonie betekende een rechtstreekse kleuren-TV-verbinding van Engeland naar Australië het hoogtepunt.

Philippijnen krijgen tweede grondstation

Binnenkort zal een aanvang worden gemaakt met de constructie van een tweede grondstation op de Philippijnen. Het zal worden gebouwd naast het eerstgebouwde station, dat in 1968 operationeel werd, in Tanay, 40 km van Manilla verwijderd.

Het nieuwe station zal verbindingen onderhouden met het Midden Oosten, Europa en Afrika.

De paraboolantenne van dit station zal een diameter van 29 m hebben. De antenne wordt op wielen, roterend opgesteld. Ondanks zijn grote gewicht van 200 ton zal het gehele antennesysteem met een snelheid van 1 graad per seconde kunnen roteren en satellieten kunnen peilen met een precisie van minder dan 0,02 graad.

LUSTRUM VERON-RADIOKAMP

Het lustrumkamp wordt gehouden op het terrein van de „Stichting voor Zon

en Vrijheid” te Vierhouten op de Veluwe. De weg naar het kampterrein is aangegeven d.m.v. een VERON-bewegwijzering.

Het programma staat in het teken van de elektronische hobby nl. „Een fantastische vrije-tijdsbesteding om informatie, draadloos en niet-illegaal, te mogen uitzenden en ontvangen.

zaterdag 16 mei:

14.00 uur. Opening van het vijfde radiokamp, waarin opgenomen de herdenking van het 25-jarig bestaan van de VERON.

15.00 uur. Draadloze demonstraties met radio-modelbesturing door de KNVvL.

21.30 uur. Nachtelijke peiljacht voor „alles wat kan lopen” op 2 m (145 MHz).

zondag 17 mei:

11.30 uur: Spotnikjacht. Een peiljacht voor iedereen tussen 8 en 80 jaar.

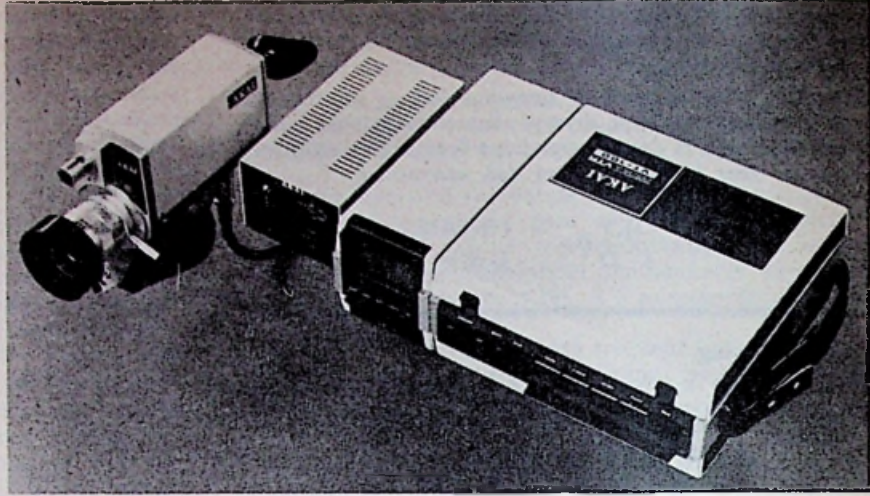
14.30 uur. Mobiele radiator voor „alles wat kan rijden” op 2 m. (145 MHz).

maandag 18 mei:

09.30 uur. Antenne vergelijkingswedstrijd, of wel „Wie gebruikt het beste, al of niet zelf ontwikkelde, antennesysteem.

Gedurende het kamp is het kampstation PA6AA op alle amateurfrequenties in de ether m.b.v. de modernste modulatie technieken, FM, SSB en RTTY.

Portabele TV-opneem- installatie van AKAI



In ~~AE~~ 18/1969 geven wij op pag. 721 een bericht over de videorecorder van AKAI de X 500 VT. De bandsnelheid is 28 cm per seconde, maar als hoofdvoordeel wordt genoemd, dat een veel goedkopere band van 6,3 mm kan worden gebruikt dan de speciaal voor video ontwikkelde 12,7 mm band. De hogere prijs voor de recorder wordt volledig gecompenseerd door die lage bandprijs. Het aantrekkelijke van deze recorder is wel, dat hij bovendien gebruikt wordt als een 4-sporen geluidsrecorder. Voor de geluidsregistratie wordt gebruik gemaakt van een tweetal videokoppen, geplaatst op een draaischijf, waardoor de snelheid t.o.v. de band verhoogd wordt tot 7,45 m/s. Voor de geluidsregistratie daarentegen gebruikt men de bekende cross-field koppen. Het is de verdienste van Akai, dat zij dit systeem tot bruikbaarheid heeft weten te brengen. Over dit systeem is geschreven in ~~AE~~ 2 van dit jaar op pag. 57.

Tot zover dit video-opneemsysteem, dat in de eerste plaats gedacht is om TV-uitzendingen blijvend vast te leggen, hetzij om te bewaren, hetzij om een uitzending niet te missen bij afwezigheid.

Bij ons recente bezoek aan de Akai fabriek in Tokio werd ons een nieuwe, spruit aan deze stam gedemonstreerd: een video-camera met draagbare recorder.

De recorder is speciaal bestemd voor video-opnamen en bevat tevens de mogelijkheden voor geluidsregistratie tijdens het opnemen, maar is niet gedacht als Hi-Fi-geluidsrecorder. Overigens is de inrichting geheel gelijk aan die van de stationaire recorder X 550 VT, zodat de met de draagbare recorder VT 100 opgeno-

men videobanden eveneens zonder meer via de stationaire recorder op onze TV-ontvanger kunnen worden afgespeeld. En omgekeerd. Want de draagbare installatie is voorzien van een los aan te koppelen monitor, met een klein beeldschermpje.

Het is op deze wijze b.v. mogelijk om een bandopname van een TV-uitzending op dezelfde band doorgaan- de aan te vullen met een eigen opname zonder behoeven te lassen.

De opneem-camera is in feite vrijwel even groot en maar iets zwaarder dan een gewone Super-8 filmcamera. In de zoeker ziet men het uitgespiegelde optische beeld. Om de camera licht te houden, heeft men bewust afgezien van een elektronisch zoekerbeeld.

Maar, zoals gezegd, dit is eventueel zichtbaar naast de recorder. Overigens behoeft men niet bevreesd te zijn voor over- of onderbelichtingen, want de camera is voorzien van de gebruikelijke automatische belichtingsregeling. Ter gewichtsbesparing kan men daarom die monitor ook wel thuislaten.

Toch is deze recorder beslist niet zwaar: 4,6 kg, plus 1,6 kg voor de monitor. De camera zelf weegt 1,9 kg, inclusief de handige greep. De kabel is enige meters lang, zodat men zonder bezwaar de recorder - plus monitor door een hulpje kan laten dragen. De voeding geschiedt door een ingebouwde accu-batterij van zwavelzuur-lood type, waarmee gedurende 40 minuten kan worden opgenomen.

De ingebouwde netvoeding heeft 8 uur nodig om de accu's weer op hun verhaal te laten komen, maar maakt het ook mogelijk om rechtstreeks op het net te werken, waarbij de onon-

derbroken speeltijd alleen nog maar bepaald wordt door de bandspullen. Die speeltijd is ca. 20 minuten voor een 13 cm spoel. Ook het geluid wordt op deze band opgenomen; het wordt opgevangen door een in de camera gebouwde richtmicrofoon die géén last heeft van camerageruis, want deze camera heeft immers geen motor.

De demonstratie van deze combinatie is verbluffend en overtuigend. Vooral het feit dat een opname, die enkele seconden tevoren buiten is opgenomen aanstands met een behoorlijke kwaliteit kan worden gereproduceerd heeft ons geïmponeerd.

Natuurlijk willen wij steeds meer: wanneer komt dit moois nu in kleuren? was de vraag die we stelden.

„Niet in afzienbare tijd” kon als antwoord worden beluisterd. Uiteraard der zaak gebruikt men de daar in Japan gebruikelijke TV-standaard (NARTB) van 525 lijnen bij 60 rasters, geïnterlineerd, terwijl de weergave plaats vond op een 58 cm zwart-wit TV ontvanger. Verwonderlijk is het, hoe het beeld, na overplaatsen van de band op de grote recorder (X 50 VT) aanstands goed synchroon loopt.

Eerlijk gezegd hebben we op dit punt moeilijkheden verwacht. Maar die bleven uit, zoals bij meermalen overplaatsen van de band duidelijk bleek. Natuurlijk kan de band vlug vooruit of vlug teruggespoeld worden.

Zoals de draagbare apparatuur thans is kan er geen opname vanuit de ontvanger mee worden vastgelegd; dat is tot nu toe voorbehouden aan de grotere broeder. Maar aan dat punt wordt gewerkt. In dat geval is de prijs van het geheel, die om de f 5000,— zou liggen, beslist aanvaardbaar.

Maar het bleek wel uit de gesprekken met de jonge, maar bijzonder begaafde ontwerper, dat men de voorkeur geeft aan een speciale band van 6,3 mm die ondanks zijn specialiteit toch nog belangrijk goedkoper is dan de videotape. De speeltijd van 4 uur wordt aan de korte kant bevonden.

Gelukkig konden we de ontwerper wijzen op het bestaan van de zilverzink accumulator, die bij gelijke afmetingen iets lichter is en bovendien de 5-voudige capaciteit bezit. Helaas vrij kostbaar is en zorgvuldig moet worden geladen. De importeur Fodor in Rotterdam vertelde dat er in ons land reeds meerdere sets verkocht zijn na de Voorjaarsbeurs.

Voor de goede orde wijzen wij op dergelijke inrichtingen uit Japan, o.a. die van Shibaden (zie *RE* 17 1969). In elegance, gewicht en afmetingen wint deze Akai het toch naar onze smaak, daarbij komt het feit dat de

Shibaden met een band van 12,5 cm werkt.

Hieronder volgen nog enkele technische gegevens:

Recorder VT 100

oplossend vermogen: > 200 lijnen
 signaal ruis video: 40 dB
 video input: 1,4 V p.p. op 75Ω
 audio input - 65 dB, op 600 Ω
 geluidsbandbreedte 100 - 10000 Hz
 signaal ruis geluid: 38 dB
 geluidsmonitor: hoofdtel. 600 Ω
 energieopname: 14 W bij opnemen
 voeding 12 V =: accu of netvoeding
 afmetingen: 112 x 263 x 255
 gewicht: 4,6 kg.

Video Monitor: VM 100

beeldbuisje: 3" afb. hoek 50°
 video input: 1,4 V, pp (neg. sync., 7,5 Ω)
 audio input: - 20 dB 5 kΩ
 speaker: 75 x 44 mm
 max output: 120 mW
 voeding: 12 V = (uit recorder)

energieopname: 1,8 W
 afmetingen: 98 x 263 x 112
 gewicht: 1,6 kg.

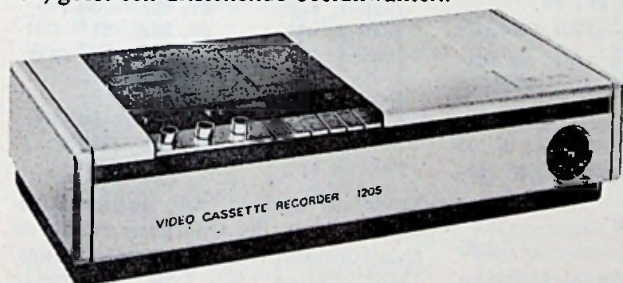
Net adapter - acculader VA 100
 netvoeding: 100 - 240 V Ω 50-60 Hz
 accu: 2 accu's van 6 V
 gebruiksduur: 40 min.
 laadtijd: 8 uur.

Opneemcamera VC 100

vidicon: 2/3 inch
 scanning: interlaced (syncpulsen uit recorder)
 horizont. opl.: > 400 lijnen
 signaal ruis video: 40 dB
 video output 1,4 V p.p. (volledig sig.)
 scène belichting: 100 - 100000 Lux.
 diafragmae: 1.8 of 5.6
 (in beide gevallen autom. belicht. reg.)
 optiek: zoom 10 - 40 mm - 1,8
 voeding: 9 V = uit recorder
 energieopname: 3,7 W
 afmetingen: 113 x 187 x 187
 gewicht 1,9 kg.

PHILIPS VIDEOCASSETTE-RECORDER

Door Philips zal tegen het einde van 1971 een videocassette-recorder op de markt worden gebracht, die geschikt is voor het opnemen en weergeven van zowel kleuren als zwart/wit televisieprogramma's. De recorder die op iedere televisieontvanger kan worden aangesloten, geeft een uitstekende beeldkwaliteit.



Indien gewenst kan de band worden gewist en onmiddellijk een nieuw programma worden opgenomen. De videocassette bevat genoeg band voor een speeltijd van 60 minuten. Evenals de audio Compact Cassettes is het inbrengen van de videocassette in de recorder zeer eenvoudig. De cassette kan op ieder moment worden uitgenomen geheel onafhankelijk van de bandpositie, terugspoelen is hiervoor niet nodig. De eenvoudige bediening is overigens een van de belangrijke aspecten van het Philips VCR systeem.

De afmetingen van de machine zijn vergelijkbaar met die van audio bandrecorders uit de middenklasse. De aansluiting van de VCR op een televisieontvanger is uiterst eenvoudig. Voor weergeven wordt gebruik gemaakt van de antenne aansluitingen. Voor opnemen is een ingebouwde afstemming in de VCR aanwezig. Een belangrijk voordeel voor de gebruiker is, dat de extra afstemming het mogelijk maakt naar een televisieprogramma te kijken terwijl gelijktijdig een ander programma wordt opgenomen. Videocassettes zijn uitwisselbaar, terwijl kleuren en zwart/wit cassettes volle-

dig compatibel zijn zonder reductie van de speeltijd bij kleurenweergave. Voor stereoweergave zijn twee geluidssporen beschikbaar. Deze sporen kunnen ook worden gebruikt voor commentaar in twee verschillende talen. Voor het na synchroniseren van ieder van de sporen onafhankelijk van elkaar en het stil zetten van het beeld kunnen voorzieningen worden getroffen.

Het VCR systeem maakt het mogelijk verschillende typen machines te realiseren. Zo zullen beschikbaar komen een goedkope zwart/wit speler voor minder dan \$ 300, een kleurenspeeler voor \$ 350 en een videocassette-recorder compleet met afstemming, opname en weergeve mogelijkheid voor ongeveer \$ 550.

Speciale uitvoeringen voor educatieve gebruikers kunnen eenvoudig worden gerealiseerd.

Belangrijke Europese fabrikanten als AEG Telefunken, Blaupunkt, Grundig, Loewe Opta en Zanussi hebben toegezegd het zelfde systeem, waaraan gezamenlijk wordt verder gewerkt, te hanteren. Het overleg met andere firma's is nog gaande. De videocassette-recorder maakt gebruik van een magnetische band, die is opgeborgen in een cassette ter grootte van een pocketbook.



zo goed als alles over

DEEL XIII-4

R. Y. DROST



trafo's en smoorspoelen

1.13. LEKZELFINDUCTIE en CAPACITEIT (Vervolg)

d. Formules

● Lekzelfinductie en aanverwante grootheden

Om een overzicht te kunnen geven van de vastheid van de koppeling van trafowikkelingen, noemen we eerste de daarbij te gebruiken grootheden en hun onderlinge betrekkingen:

$$\begin{aligned} \text{totale flux} &= \Phi \\ \text{lekflux} &= \Phi' \end{aligned}$$

Het voor P en S gemeenschappelijke deel van de flux is dan de gekoppelde flux

$$\Phi_k = \Phi - \Phi' \quad (1.13.1)$$

De totale flux geeft de betrekking:

$$L = N d\Phi / di \quad (1.13.2)$$

Voor de lekflux geldt op dezelfde manier:

$$L' = N d\Phi' / di \quad (1.13.3)$$

en voor de gekoppelde flux:

$$M = N_p d\Phi_k / di_s = N_s d\Phi_s / di_p \quad (1.13.4)$$

Hierin is de M de wederzijdse inductie.

En omdat $i_p : i_s = N_s : N_p$, is ook $N_p / i_s = N_s / i_p$. Daarom heeft de wederzijdse inductie M voor P en S dezelfde waarde.

De koppelfactor k geeft aan, hoe sterk P en S gekoppeld zijn. Dat kan natuurlijk nooit meer dan 100 % zijn, zodat k altijd tussen 0 en 1 ligt. Bij onze trafo ligt k heel dicht bij 1.

$$k = M / \sqrt{L_p \cdot L_s} \quad (1.13.5)$$

en voor een trafo met $N_p = N_s$ (en

dus ook $L_p = L_s$) wordt de formule voor de koppelfactor eenvoudiger, n.l.:

$$k = M / L \quad (1.13.6)$$

want $\sqrt{LL} = L$.

Uit de formules 1.13.3 en -4 volgt wederom:

$$\begin{aligned} k &= \Phi / \Phi_k = \Phi / (\Phi - \Phi') = \\ &= 1 - \Phi' / \Phi = 1 - L' / L \quad (1.13.7) \end{aligned}$$

Net als M heeft ook k voor de primaire en de secundaire wikkeling dezelfde waarde.

De totale lekzelfinductie, naar P of S omgetransformeerd, geeft de volgende betrekkingen:

$$\begin{aligned} L'_p &= 2L_p / (1-k) \text{ en} \\ L'_s &= 2L_s / (1-k) \quad (1.13.8) \end{aligned}$$

Een trafo op een normaal E-I-kern met vierkante doorsnede (zonder onderverdeling van de wikkelingen) geeft bij $\mu_r = 1000$ een verhouding $L/L' = \text{ca. } 300$. Daaruit volgt voor de koppelfactor $k = 1 - 1/300 = 0,997$ en dat scheelt niet veel meer met 1. Bij onderverdeling ter verlaging van L' komt k wel in de buurt van 0,999. Zetten we in die spoel een mu-metalen kern met bv. $\mu_r = 10000$, dan wordt L $10 \times$ zo groot, maar L' houdt dezelfde waarde, terwijl de koppelfactor 0,9999 wordt.

Bij deze sterke koppeling werken we liever met L' dan met k, of ook wel met de verhouding L/L' .

Het gebruik van k laten we over aan de HF-technici, want die werken meestal met zeer losse koppelingen, bv. in de buurt van 0,01.

Wat vooraf ging:

Deel 1-1, aug.	'68, blz. 925
1-2, sept.	'68, blz. 1048
1-3, okt.	'68, blz. 1217
1-4, dec.	'68, blz. 1548
1-5, jan.	'69, blz. 73
1-6, febr.	'69, blz. 146
1-7, apr.	'69, blz. 312
1-8, mei.	'69, blz. 397
1-9, juli	'69, blz. 527
1-10-1, sept.	'69, blz. 700
1-10-2, okt.	'69, blz. 815
1-11-1, nov.	'69, blz. 903
1-11-2, dec.	'69, blz. 985
1-12, jan.	'70, blz. 59
1-13-1, febr.	'70, blz. 158
1-13-2, mrt.	'70, blz. 229
1-13-3, apr.	'70, blz. 318

Door de invloed van de lekzelfinductie daalt de waargave van de transformator bij hoge frequenties. Deze daling is 3 dB (weergave $1/\sqrt{2} = 71\%$ van die in het rechte stuk), wanneer $X' = R$. Omdat L' in serie staat met R_i en R_u (figuur 1.13.3) is hier $R = R_i + R_u$, natuurlijk omgetransformeerd naar de kant, waarvoor ook de gebruikte waarde van L' geldt.

R is dan $\omega_0 L' = 2\pi f_0 L'$.

f_0 (en ω_0) is de kantelfrequentie, die in figuur 1.13.11 is aangegeven. De waarde ervan is:

$$\omega_0 = R/L' \text{ of } f_0 = R/2\pi L' \quad (1.13.9)$$

De tijdconstante

$$\tau = L'/R = 1/\omega_0 = 1/2\pi f_0 \quad (1.13.10)$$

De stijgtijd bij impulsweergave vinden we uit:

$$\begin{aligned} t_d &= 0,35 / f_0 = 2\pi \cdot 0,35 / \\ &\omega_0 = 2,2 \tau \quad (1.13.11) \end{aligned}$$

Fig. 1.13.12 laat dat zien.

2 Grootte van de lekzelfinductie

Zowel voor de gebruikelijke wikkelwijze met spoelen over elkaar, als voor de schijvenwikkeling met spoelen naast elkaar, kunnen we dezelfde formule gebruiken, mits we de afmetingen op analoge wijze definiëren. Bij de schijvenwikkeling heeft L' de neiging ca. 10 % hoger uit te vallen dan bij de gewone wikkelwijze. Dit valt echter vrijwel binnen de betrekkelijke onnauwkeurigheid van de experimentele formules, naast die van het vaststellen van lengte, breedte, dikte en spatie van de spoelen.

We definiëren de afmetingen als volgt:

Totale spoeldikte loodrecht op de grensvlakken is a.

De spoeldelen hebben een dikte van a_1, a_2, a_3 .

De spoelbreedte evenwijdig aan de grensvlakken is b.

voor schijven is dat de wikkelhoogte en voor spoelen over elkaar de wikkelbreedte)

Totale isolatiedikte is c.

Isolaties tussen de verschillende spoelen $c_1, c_2, \text{enz.}$

Gemiddelde windinglengte is l_w

Aantal grensvlakken tussen P en S is n

Windingtal van de beschouwde spoel is N.

Hieruit resulteert de eerste algemene formule:

$$L' = \frac{4,2 N^2 l_w}{n^2 b} (2nc + a) \cdot 10^{-9} [\text{cm}, \text{H}] \quad (1.13.12)$$

Hierin is c de (gelijke) isolatiedikte tussen elke twee tegen elkaar liggende spoelen. Als die dikten niet gelijk zijn, kan hiervoor de gemiddelde dikte worden genomen. In ieder geval is nc de totale isolatiedikte tussen de spoelen.

Voor enkele waarden van n zijn er bovendien speciale formules, die misschien een iets nauwkeuriger uitkomst geven.

Voor 2 spoelen ($n = 1$):

Over elkaar:

$$L' = \frac{12 N^2 l_w}{b} \left(c + \frac{a_1 + a_2}{3} \right) \quad (1.13.13)$$

Naast elkaar:

$$L' = \frac{13,4 N^2 l_w}{b} \left(c + \frac{a_1 + a_2}{3} \right) \quad (1.13.14)$$

Voor 3 spoelen, met $n = 2$

Over elkaar:

$$L' = \frac{3,4 N^2 l_w}{b} \left(c_1 + c_2 + \frac{a_1 + a_2 + a_3}{3} \right) \quad (1.13.15)$$

Naast elkaar:

$$L' = \frac{3,7 N^2 l_w}{b} \left(c_1 + c_2 + \frac{a_1 + a_2 + a_3}{3} \right) \quad (1.13.16)$$

Voor 5 spoelen naast elkaar:

$$L' = \frac{1,4 N^2 l_w}{b} \left(c_1 + c_2 + c_3 + c_4 + \frac{a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5}{5} \right) \quad (1.13.17)$$

In al deze formules staan de afmetingen in cm en de lek in H.

3 Capaciteiten

De algemene formule voor de capaciteit tussen twee evenwijdige geleiders met oppervlak A en afstand d, met ertussen een isolatiestof met een diëlektrische constante ϵ_r , is:

$$C = \epsilon_0 \epsilon_r A/d \quad [\text{F}, \text{m}^2, \text{m}] \quad (1.13.18)$$

De waarde van $\epsilon_0 = 8,9 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$. Dat is 8,9 pF/m.

Indien we voor de afmetingen iets handelbaarder eenheden gaan toepassen, bv. A in dm^2 en d in mm, krijgen we de formule:

$$C = 89 \epsilon_r A/d \quad [\text{dm}^2, \text{mm}, \text{pF}] \quad (1.13.19)$$

Twee platen van 1 dm^2 op een afstand van 1 mm, met lucht ertussen, geven ons dus een capaciteit van

89 pF en met een isolatiemateriaal ertussen, waarvan $\epsilon_r = 4$, wordt dat 89,4 = 356 pF.

De capaciteit tussen twee opeenvolgende lagen van een spoel, waarbij de spanning tussen twee opeenvolgende lagen gelijkmatig toeneemt van nul tot de dubbele laagspanning, is lager dan wanneer de spanning homogeen zou zijn.

Onder die omstandigheden is de effectieve capaciteit:

$$C_{\text{eff}} = C_1/3 \quad (1.13.20)$$

Bij serieschakeling van capaciteiten is de vervangingswaarde te vinden uit: $1/C_v = 1/C_1 + 1/C_2 + \text{enz.}$ (1.13.21)

Voor twee capaciteiten kunnen we dat omwerken tot:

$$C_v = (C_1 \times C_2)/C_1 + C_2 \quad (1.13.22)$$

Parallelschakeling van capaciteiten geeft de vervangingswaarde:

$$C_v = C_1 + C_2 + \text{enz.} \quad (1.13.23)$$

De afval van de frequentiecarakteristiek bij hoge frequenties is 3 dB (daling tot op 71 %, wanneer $X_c = R$, waarin R de parallelschakeling van de naar één kant omgetransformeerde R_i en R_{ii} is. In dit geval is $R = X_c = 1/\omega_0 C = 1/2\pi f_0 C$ en hierin is f_0 (of ω_0) de kantelfrequentie (zie figuur 1.13.11)

Deze frequentie vinden we met: $\omega_0 = 1/RC$ of $f_0 = 1/2\pi RC$ (1.13.24)

De tijdconstante

$$\tau = RC = 1/\omega_0 = 1/2\pi f \quad (1.13.25)$$

Tenslotte de stijgtijd bij weergave van een sprong. Daarvoor geldt hetzelfde als bij de LR-combinatie. Zie hiervoor formule 1.13.11.

4 Verband tussen magnetische en elektrostatiche grootheden:

Magnetische flux

Elektrostatiche flux

Elektrostatiche lading

Magnetische inductie

Diëlektrische verplaatsing

Magnetische veldsterkte

Elektrostatiche veldsterkte

Magnetische permeabiliteit

Diëlektrische constante

Zelfinductie (wederz. ind.)

Capaciteit

Inductieve reactantie

Capacitieve reactantie

Waarde van L (homogeen veld)

Waarde van C (homogeen veld)

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m} = 1,256 \cdot 10^{-6}$$

$$\epsilon_0 = 10^{-9}/4\pi c^2 = 8,9 \cdot 10^{-12}$$

$\mu_0 \cdot \epsilon_0 = 1/c^2$ waarin c = voortplantingssnelheid van elektromagnetische trillingen in vacuüm

Tijdconstante

Inductiespanning

Inductiestroom

Relatief vermogen

$$\Phi = LI$$

$$\psi = CU$$

$$Q = CU$$

$$B = \Phi/A$$

$$D = \psi/A = Q/A$$

$$H = I/l$$

$$E = U/d$$

$$\mu = L/I$$

$$\epsilon = C/I$$

$$L(M) = \Phi/I$$

$$C = C/U$$

$$X_c = 1/\omega C = 1/2\pi f C \quad \Omega$$

$$X_L = \omega L = 2\pi f L \quad \Omega$$

$$L = \mu_0 \mu_r A N^2/l \quad \text{H}$$

$$C = \epsilon_0 \epsilon_r A/d \quad \text{F}$$

$$H/m$$

$$F/m$$

weber (Wb)

coulomb (C)

coulomb (C)

Wb/m² = T

C/m²

A/m

V/m

H/m

F/m

Wb/A = Vs/A

C/V = As/V

$$c = 2,99792 \approx 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$\pi = L/R = RC$$

$$u = L di/dt = -d\Phi/dt$$

$$i = C du/dt = d\psi/dt = dQ/dt$$

$$W = 1/2 LI^2 = 1/2 CU^2$$

5 Resonantie

Bij resonantie van L met C is $X_L = X_C$ of $\omega_0 L = 1/\omega_0 C$ of $2\pi f_0 L = 1/2\pi f_0 C$

Daaruit volgt $\omega_0 L = 1/\omega_0 C$ of $2\pi f_0 L = 1/2\pi f_0 C$

Daaruit volgt:
 $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$ en $f_0 = 1/2\pi \sqrt{LC}$ (1.13.26)

Alleen voor een parallelkring met weerstand in de serie met de L-tak wordt de frequentie iets hoger. Voor kringen met hoge Q is die invloed te verwaarlozen en bij de kringen met lage Q, zoals die in onze transformatoren voorkomen, interesseert ons de juiste waarde van f_0 niet zo erg. Bovendien is die te vinden uit figuur 1.13.22. We gaan daar niet verder op in. De kwaliteits- of opslingerfactor $Q = X/R_s$, waarin R_s de serieweerstand van L of C is. De waarde van Q kan op verschillende manieren worden uitgedrukt:

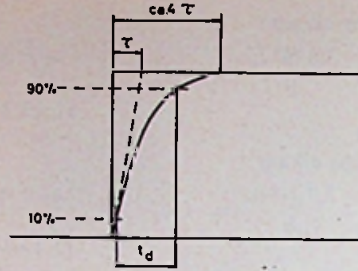


Fig. 1.13.24

$$Q = X_L/R_s = 2\pi f_0 L/R_s = \omega_0/R_s \quad (1.13.27)$$

En omdat bij resonantie $X_L = X_C$, is ook:

$$Q = X_C/R_s = 1/2\pi f_0 C R_s = 1/\omega_0 C R_s \quad (1.13.28)$$

De serieschakeling van L-C- R_s heeft bij resonantie een impedantie $Z_0 = R_s$. Dat is logisch, want X_C en X_L zijn dan evengroot en tegengesteld van fase, zodat ze elkaar precies op-

heffen. Er blijft alleen R_s over. De parallelschakeling van L-C- R_p heeft bij resonantie een $Z_0 = R_p$; dat is eveneens duidelijk, want $X_C = X_L$ en de fase van de stromen is juist tegengesteld. L en C geven hier samen een oneindig grote weerstand, waaraan R_p aan parallel staat.

Vaak hebben we te maken met zowel R_p en R_s , terwijl de formule voor Q alleen rekening houdt met R_s . We moeten daarom R_p omtransformeren tot R_s en dat gaat heel gemakkelijk.

$$R_s = L/CR_p \text{ en omgekeerd is } R_p = L/CR_s \quad (1.13.29)$$

De tot R_s omgerekende R_p noemen we R'_s en die staat in serie met de reeds bekende R_s , zodat we Q kunnen berekenen met $R_v = R_s + R'_s$.

De waarde van Q is dan:
 $Q = X/(R_s + R'_s) = 2\pi f_0 L/(R_s + L/CR_p)$ (1.13.30)

e) Rekenvoorbeelden

1 Onze vertrouwde EI-150 kern bewikkelen we met twee spoelen over elkaar. We geven ze elk ongeveer de halve wikkelruimte. We hebben dan:

gemidd. wikkellengte $l_w = 28$ cm
 nuttige wikkelbreedte $b_w = 7$ cm
 wikkelhoogten $a_1 = a_2 = 1$ cm
 isolatiedikte tussen de spoelen $c = 0,3$ mm,

hetgeen een gebruikelijke waarde is voor niet te hoge spanningen.

windingtallen $N_1 = 1000$,
 $N_2 = 400$

aantal grensvlakken $n = 1$

We berekenen L' zowel voor P als voor S en doen dat eerst met formule 1.13.10.

Voor de primaire resulteert dit in:
 $L' = (4,2 \cdot 10^6 \cdot 28)/7 (0,06 + 2) = 35 \cdot 10^{-3} = 35$ mH

Formule 1.13.11 geeft ons:
 $L' = (12 \cdot 10^6 \cdot 28)/7 (0,03 + 2/3) = 34 \cdot 10^{-3} = 34$ mH.

Dat klopt aardig. Voor de secundaire met $N_s = 400$, moeten we L'_p vermenigvuldigen met $0,4^2$ en dat wordt 5,6 resp. 5,4 mH.

2 Deze wikkeling gaan we onderverdelen, om de lek te verlagen. We berekenen de lek voor $n = 4$ en $n = 5$. De totale isolatiedikte wordt hierdoor groter, nl. met 3 resp. $4 \times 0,15$ mm. We rekenen daarom met een iets kleinere koperdikte, bv. met 1,9 cm.
 $n = 4$ geeft nu:

$$L'_p = \{ (4,2 \cdot 10^6 \cdot 28)/(16 \cdot 7) \} 2 \cdot 4 \cdot 0,03 + 1,9 \cdot 10^{-9} = 1,05 \cdot 2,14 \cdot 10^{-3} = 2,25$$
 mH

En voor $n = 5$ wordt dat:

$$L'_p = \{ (4,2 \cdot 10^6 \cdot 28)/(27 \cdot 7) \} 2 \cdot 5 \cdot 0,03 + 1,9 \cdot 10^{-9} = 0,67 \cdot 2,2 \cdot 10^{-3} = 1,5$$
 mH

De verbetering door de verdeling met $n = 4$ resp. 5 is niet veel kleiner dan het kwadraat van n . Reken dat maar eens na.

3 In dezelfde ruimte gaan we nu twee spoelen naast elkaar wikkelen. Dan is $b = 2$ cm, $a_1 = a_2 = 3,5$ cm. De rest blijft ongewijzigd.

Formule 1.13.10 geeft dan voor $N = 1000$:

$$L'_p = (4,2 \cdot 10^6 \cdot 28)/2 \times (2 \cdot 0,03 + 7) 10^{-9} = 420$$
 mH = 0,42 H.

Dat is 12 maal zo groot, als met de twee spoelen over elkaar heen gewikkeld.

4 Vervolgens een schijvenwikkeling. De wikkelbreedte wordt verdeeld in 6 kamers, waarbij we de tussenwanden op 1 mm dikte stellen. In die kamers wikkelen we om en om een stuk van P en een stuk van S, resulterend in $n = 5$. Met formule 1.10.13 krijgen we dan:

$$L'_p = (4,2 \cdot 10^6 \cdot 28)/(25 \cdot 2) \times (2 \cdot 5 \cdot 0,1 + 6,5) 10^{-9} = 20$$
 mH

Indien we nog 10% extra voor de schijvenwikkeling rekenen, komen we op 22 mH.

Tegenover voorbeeld 3 is de verbetering $420/22 = 19$ maal, in plaats van de theoretische waarde van $5^2 = 25$.

5 In voorbeeld 1 is het gemiddelde oppervlak van een laag $A_1 = b_w \times l_w = 7 \cdot 28 = \text{ca. } 200$ cm². Een isolatiemateriaal met $\epsilon = 4$ geeft bij een dikte van 1 mm een capaciteit $C = 89 \cdot 4 = 356$ pF of ongeveer 360 pF (zie formule 1.13.19).

De primaire met $N = 1000$ windingen zouden we kunnen wikkelen met draad 0,7 mm, waarvan ongeveer 90 windingen op een laag gaan, zodat we 11 lagen nodig hebben.

Met 0,1 mm isolatie per laag geeft dat 10 capaciteiten van 3600 pF in serie, maar omdat we de capaciteit per laag door 3 mogen delen, is de effectieve waarde van elke capaciteit maar 1200 pF. En die 10 capaciteiten geven dan $1200 : 10 = 120$ pF.

Voor de secundaire met 400 windingen kiezen we draad 1,1, hetgeen betekent, dat we met 57 windingen per laag 7 lagen nodig hebben. Dat geeft ons 6 capaciteiten in serie en met dezelfde isolatiedikte is in dit geval de wikkelcapaciteit $1200 : 6 = 200$ pF.

Tussen P en S (en tussen S en de kern) rekenen we met een isolatiedikte van bv. 1 mm, hetgeen ons capaciteiten van elk 360 pF oplevert en aan de binnenkant, met een spoelkoker van 2 mm dikte, hebben we dan nog 180 pF.

(Vervolg blz. 115)

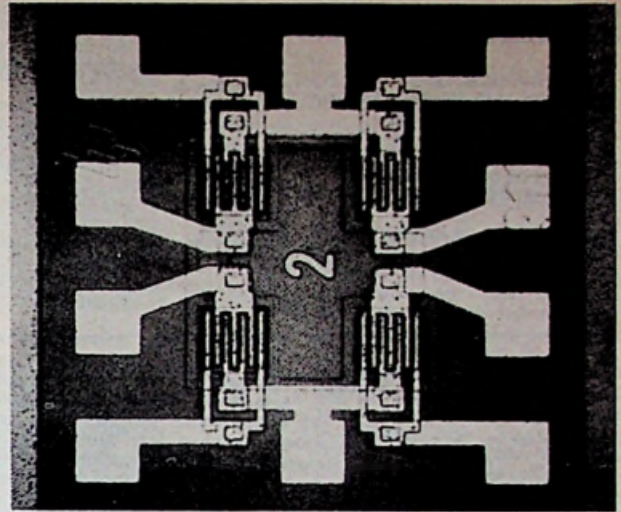
HF monolitische transistor Array

Bij het ontwerp van hoog-frevente schakelingen vormen de parasitaire capaciteiten en inducties een bandbreedte beperkend probleem. In deze gevallen is integratie tot een monolitische schakeling, waarbij de zeer korte en dunne geleiders zeer weinig parasitaire reactanties presenteren, een oplossing die met discrete componenten niet is te bereiken.

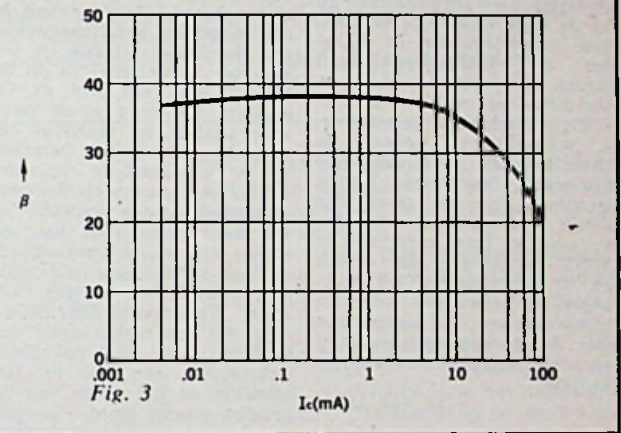
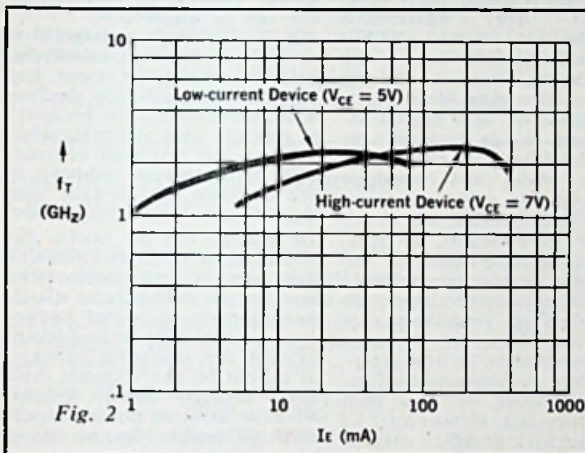
Volgens deze techniek heeft Hewlett-Packard vier transistoren op een chip tesamen gebracht. Waarbij door ondiepe diffusies de capaciteit tussen collector en substraat zeer klein is en goede frequentie-eigenschappen zijn verkregen.

Ir tegenstelling tot de 20 à 200 pF tussen collector en koellichaam voor de gebruikelijke montagewijze van discrete transistoren wordt hier een capaciteit bereikt van ongeveer 0,6 pF.

Uit de grafiek van figuur 2 blijkt dat f_T tot een stroom van 400 mA in het microgolfg gebied reikt. Blijkens fig. 3



Afb. 1



neemt bij kleine stromen de gelijkstroom versterking niet snel af. Voor schakeltoepassingen is dit een prettige eigenschap, daar gedurende het gehele schakeltraject een grote versterkingsfactor aanwezig blijft. Men heeft dan ook emitter gekoppelde logische schakelingen gemaakt met een doorlooptijd die kleiner is

dan 0,5 ns. Doordat transistoren op één chip een zeer hechte thermische verbinding hebben en bijzonder goed gepaard zijn lenen zij zich zeer goed voor toepassing in gebalanseerde versterkers, zoals gebruikt in de HP183A oscilloscoop.

Uit HP-journaal/Sch.

TRAFO'S EN SMOORSPOELEN

(Vervolg van blz. 414)

Bekijken we figuur 1.13.13, waarbij we C_w verwaarlozen, dan meten we over de primaire klemmen ten eerste de primaire wikkelcapaciteit van 120 pF. Daar komt de omgetransformeerde secundaire capaciteit van 200 pF bij. En omdat de trafoverhouding $T = 2,5 : 1$ is, wordt dat $200 \cdot 2,5^2 = 32$ pF; samen $120 + 32 = \text{ca. } 150$ pF. Wanneer we de tegen elkaar liggende kanten van P en S als „koud” beschouwen, komt er nog bij: de capaciteit van P tegen de kern van 180 pF en de omgetransformeerde capaciteit van S tegen de kern van $360/2,5^2 = 60$ pF. De totale capaciteit aan de primaire is dan:

$$C_p = 150 + 180 + 60 = 390 \text{ pF.}$$

Met de in voorbeeld 1 berekende lelzelfinductie van 35 mH vinden we de volgende resonantiefrequentie:

$$f_0 = 1/2 \pi \sqrt{LC} =$$

$$= 1/2 \pi \sqrt{35 \cdot 10^{-3} \cdot 390 \cdot 10^{-12}} =$$

$$= 1/2 \pi \sqrt{13,5 \cdot 10^{-12}} = 1/2 \pi \cdot 3,66 \cdot 10^{-6}$$

$$= 10^6/23 = 43,5 \text{ kHz.}$$

Om die resonantie te dempen tot $Q = 1$, hebben we een serieweerstand nodig van:

$$R_{ser} = 2\pi fL/Q =$$

$$= 2\pi \cdot 43,5 \cdot 10^3 \cdot 35 \cdot 10^{-3} = 9500 \Omega$$

6 Met de twee spoelen naast elkaar (voorbeeld 3) zijn alle wikkelbreedten de helft en daarmee ook de capaciteiten. Bovendien hebben we het dubbele aantal lagen, zodat de

wikkelcapaciteiten bijna vier maal zo klein worden. Totaal hebben we dan 155 pF (reken maar na) en dat geeft met de hoge lelzelfinductie van 0,42 H een resonantiefrequentie van 20 kHz. De verlaging van C heeft dus de verhoging van L' niet goed kunnen maken.

Voor $Q = 1$ hebben we een serieweerstand nodig, die we op dezelfde manier berekenen als in voorbeeld 5 en die is 52 kΩ.

Reken dat ook maar eens na. En als er dan toch eenmaal gerekend moet worden is het wel interessant, om dezelfde soort berekeningen eens op te zetten voor een kleine kern, bv. E-I-48 \times 16 mm. Veel succes.

(Wordt vervolgd.)

DENNEWITZ R. D.

Integrierte Schaltungen in der Unterhaltungs-Elektronik
 Uitgave: Franzis-Verlag, München, 1970
 124 p. (14 x 20,3 cm) 135 fig.
 Prijs: DM 19,80

Niet alleen een verlaging van de fabricagekosten, maar vooral ook een verbetering van de bedrijfszekerheid was verantwoordelijk voor het feit dat nu ook in de „amusements-elektronica“ en zelfs in de huishoudapparaturen de geïntegreerde schakeling geleidelijk wordt ingevoerd. Vandaar dan ook dat door de auteur de noodzaak werd aangevoeld om door deze alleszins goedverzorgde uitgave de elektronici een overzichtelijke inleiding tot deze nieuwe techniek aan de hand te doen. Na het wezen van de „integratie“ der diverse onderdelen te hebben uiteengezet, wordt een overzicht gegeven van de verschillende integratietechnieken en van de wijze waarop de verschillende bouwelementen in dikkefilm- en vliefsilmschakelingen worden geïntegreerd.

Wat uitvoeriger wordt stilgestaan bij de monolithische geïntegreerde schakelingen, waarna de schakeltechniek met dergelijke IC's wordt beschreven. Vooral interessant zijn de meer dan twintig toepassingsvoorbeelden die worden beschreven en de „MOS“-technologie, die weldra ook de zwart-wit- en KTV-ontvangers in belangrijke mate zal vereenvoudigen. Zo komen dan ook de toekomstperspectieven van deze moderne technologie aan bod.

Ir Van Dijk

HELZAJN J.

Principles of Microwave Ferrite Engineering
 Uitgave: Wiley-Interscience, London, 1969
 258 p. (16 x 23,5 cm) geill.
 Prijs: 90 s/net

De studie van ferrieten voor de microgolftchniek dateert van ca 1960, toen enkele inleidende werken op dit gebied voor de eerste maal verschenen en de aandacht trokken op dit geheel nieuwe gebied van de elektronentechnologie. Dit boek wil vooral de sindsdien op dat gebied gemaakte vorderingen in detail behandelen en vooral de verschillende aspecten van de microgolfferrietenstudie integreren in een degelijk-beredeneerd theoretisch studieraam.

Vooral wordt in deze studie aandacht besteed aan twee voornaamste toepassingen: de ferriet-isolator en de ferriet-circulator. De „isolator“ is een 2-poortstelsel dat toelaat de microgolffenergie, nagenoeg onverzwakt in de ene richting door te sturen, terwijl in de andere richting een belangrijk vermogenverlies ontstaat. Deze isolator steunde vroeger in hoofdzaak op het principe van de Faraday-rotatie, een principe dat de laatste tijd werd

vervangen door de „resonantie-isolator“ en door de 3-poort ferriet-circulator, waarvan een van de poorten wordt afgesloten door een passende belasting.

Over heel deze techniek geeft dit boek uitvoerig uitsluitel op het niveau van de HTS.

Ir Van Dijk

OLLENDORFF Fr.

Erdröstre
 Uitgave: Birkhauser Verlag, Basel (Zwitserland) 1969
 481 p. (16,5 x 24 cm) 294 fig.
 Prijs: 72 Zwits. Franken

Er zal wel geen gearde elektrische installatie voorkomen, waarvan geen stroom, geweld of ongewild, in de aarde overgaat. Vandaar dan ook dat de terugwerking van deze stromen op de hele installatie en de invloed hiervan zo belangrijk is voor de technische veiligheid van het hele bedrijf, namelijk voor het leven van de aldaar werkende mensen, dat geen verantwoordelijk ingenieur zich aan de plicht kan onttrekken vooraf precies te berekenen. Daartoe vindt hij die mogelijke aardstroomvelden dan de nodige fysische en wiskundige „Unterlagen“ in dit belangrijk werk van prof. dr. Ollendorff. Uitvoerig wordt hierin voor student en practicus een methode uiteengezet, waarmee zij de onmiddellijke oplossing van de voornaamste aardstroomproblemen kunnen oplossen, terwijl hen tevens voor het realiseren van veilige aardleidingen en hun verbindingen alle nuttige aanwijzingen worden verstrekt. Waar vooral, naar de mening van een groot aantal deskundigen, het aantal ziekenhuis-elektrocutes van jaar tot jaar toeneemt en de meeste van die gevallen moeten worden geweten aan het optreden van aardfouten en lekstromen, zal vooral voor alle daarbij betrokken elektro-technici de studie van uit boek van bijzonder belang zijn.

Ir Van Dijk

WOLSKY S. P. & ZDANUK E. J.

Ultra micro Weight Determination in controlled Environments
 Uitgave: Interscience Publishers, London, 1969
 511 p. (15,5 x 23,5 cm) 219 fig.
 Prijs: 187 s/net

Dank zij de elektronica worden de grenzen van het meetbare naar kleinere en kleinere waarden verschoven. Zo bijv. voor wat de bepaling van het gewicht betreft, komt men er nu toe ultra-micro-kleine massa's te bepalen met een wondere precisie. Dit boek is in feite een compendium van de fijnste weegtechnieken, die door verschillende specialisten op dit gebied tijdens de laatste conferenties werden voorgesteld. In een eerste deel wordt de theorie van de microbalansen uiteengezet, terwijl het tweede deel enkele belangrijke toepassingen ervan beschrijft en het derde deel een overzicht brengt van de commerciële uitvoeringen van dergelijke fijnweeginstrumenten.

Vooral de kwarts-oscillator speelt bij de realisatie van deze microweegtechnieken een belangrijke rol en daarop wordt dan ook door verschillende specialisten nader ingegaan. Er wordt daarbij in dit boek voldoende informatie verstrekt om de belangstellende technici toe te laten op een „doe-het-zelf“ manier een interessante praktische ervaring in deze moderne technieken op te doen.

Ir Van Dijk

BADEN FULLER A. J.

Microwaves
 Uitgave: Pergamon Press, Oxford, 1969
 289 p. (13 x 19,7 cm) geill.
 Prijs: 35 s/net

We mogen wel zeggen dat de microgolftchniek, als kind van wereldoorlog II, de laatste twintig jaar, niet alleen als medium voor de radar, maar ook als algemene telecommunicatietechniek en meer in het bijzonder voor zijn industriële toepassingen (magnetronovens o.m.) een fantastische evolutie heeft doorgemaakt. Ieder elektronicus moet dan ook dit toekomstrijke ontwikkelingsgebied een warm hart toedragen en dat zal hij alleszins leren door deze paperbackuitgave die hem degelijk introduceert in de techniek der transmissielijnen, de elektromagnetische velden met hyperhoge frequenties, de golfeleidertransmissie (rechthoekige en cirkelvormige uitvoeringen), de geleidende transmissie-media, de ferriet-media, de plasmatechniek en de elektronenstraaltechniek, de oscillatoren en versterkers voor deze hoge frequenties, de keuze der componenten, de attenuator-, circulator- en isolatortechnieken, de meettechniek bij deze hoge frequenties, enz. Meteen leert hij in dit leerboek praktisch omgaan met het Smith-diagram, met vectoranalyse en de Maxwell-vergelijkingen. Dus een studieboek voor de hogere technici.

Ir Van Dijk

CHIANG Hai Hung

Basis nuclear Electronics
 Uitgave: John Wiley & Sons, Ltd. Chichester, 1970
 342 p. (10 x 23,5 cm) geill.
 Prijs: 140 s/net

Zonder de elektronica zou de kernenergetische techniek zeker nooit die hoge vlucht hebben genomen, die zij nu kent en zou vooral de veiligheid en de stabiliteit van de kernreactoren niet die volmaaktheid hebben bereikt. Vandaar dan ook dat de nucleaire elektronica de laatste jaren tot een geheel nieuwe tak van de elektronicaaboom is ontwikkeld, waarover we in dit boek een vooral op de reactorpraktijk steunende uiteenzetting krijgen.

Vooraf worden de voornaamste componenten en netwerken verklaard: RC en RCL-netwerken, de impulsformatoren, de vertragslijnen, de operationele versterkers, de schakelnetwerken en logische ketens, de flip flops, de monostabiele multivibratoren en de binaire „adders“.

In een tweede hfk komen de impulsversterkers en de éénkanaal-analysatoren aan de beurt, terwijl hfk 3 de meer-kanalenimpulshoogte-analysatoren onder de loep neemt. Hfk 4 behandelt dan enkele typische nucleaire alfataellers, de exponentiële impuls-generatoren, de oscilloscopen, enz. Ook de toepassing van de geïntegreerde schakelingen in die instrumenten werd niet over het hoofd gezien.

Ir Van Dijk

Bandrecorder, techniek en zelfbouw
 door W. Jak
 224 pag's, f 15,50

Bij uitgeverij De Muiderkring N.V. te Bussum verscheen het boekje „Bandrecorder techniek en zelfbouw“ van de bekende auteur W. Jak. Na lezing kunnen wij vaststellen dat de auteur een belangrijke poging heeft gedaan om de amateur op begrijpelijke wijze voor te lichten betreffende het nog steeds „magische“ opneem- en weergeefproces van de magnefoon.

Hij is er zeker in geslaagd al is er hier en daar wat onvolledigheid te constateren, maar hoe kan dat anders. Na de theoretische uiteenzetting bevat het boekje gegevens over versterkerschakelingen van bestaande commerciële apparatuur en resulteert in een complete documentatie voor de zelfbouw van een magnefoon.

De nadruk van het boekje ligt voornamelijk op de elektronische kant van de zaak, mechanische aspecten om elektronische tekortkomingen op te heffen ontbreken, maar dit acht ondergetekende niet een overgroot bezwaar, al zal dat bij een volgende druk zeker aandacht moeten krijgen. Voor de amateur dus een voortreffelijk boekje, dat wij graag bij u aanbevelen.

C.L.D.

NIEUWE UITGAVEN

Lineaire versterkers in geïntegreerde schakelingen
 door T. J. M. Hille
 104 pag's - 96 fig.
 Uitg. Kluwer - Deventer

Praktische Elektronica dl. 3
 door W. van Bussel
 180 pag's - 155 fig.
 Uitg. Kluwer - Deventer

Geluidsversterkers met transistoren
 door D. C. van Diedenhoven
 84 pag's,
 Uitg. Kluwer - Deventer

Transistoren - theorie en praktijk, dl. 5
 door J. H. Jansen
 2e druk, 96 pag's,
 Uitg. Kluwer - Deventer

Communicatie voor de amateur, dl. 2, Ontvangers
 door F. A. S. Sterrenburg
 264 pag's, f 15,—
 Uitg. De Muiderkring - Bussum

IC-Handboek
 180 pag's, f 12,90
 Uitg. De Muiderkring - Bussum

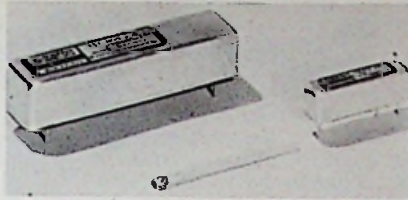
Het transistorknutselboek
 door H. Roeten
 2e druk - 224 pag's - 105 fig.
 Uitg. Kluwer - Deventer

Nieuws voor Handel, Industrie en Laboratorium

REED-RELAIS met INGEBOUWDE STUURTRAP

Met 1 mW ingangsvermogen wordt het relais 108 RO5 208 gegarandeerd voor 20×10^6 schakeloperaties bij 6 W en 100×10^6 bij 3 W.

De afmetingen van $30 \times 8,5 \times 11$ mm maken toepassing in halfgeleidercircuits goed mogelijk, waar het als schakel



tussen logische elektronica gestuurd uit RTL, DTL, of TTL en elektrische apparatuur kan dienen.

De 151 RO5 209, een grotere broer, kan dezelfde hoeveelheid schakel operaties verrichten, echter met een te schakelen vermogen van resp. 50 W en 25 W.

De afmetingen zijn dan ook $65 \times 15 \times 15$ mm.

fabrikant: Compagnie Industrielle Française des Tubes Electroniques

(C.E.F.T.E.).

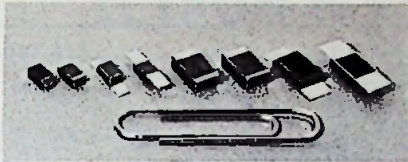
Sch.

TANTALEX CHIP CONDENSATOREN

Sprague Electric heeft een tantalum-condensator in chip uitvoering gebracht, type 193D, speciaal ontworpen voor hybridecircuits en voor printed circuit toepassingen waarbij een zeer geringe hoogte is gewenst.

De chips zijn volledig ingegoten, wat zeer goede mechanische eigenschappen oplevert en een waarborg is voor een buitengewone stabiliteit onder extreme werkomstandigheden.

Door het ingieten wordt verhoging van de lekstroom, dissipatie factor en im-



pedantie vermeden, die tijdens de bevestiging op de substrate optreden.

De chip kan op een substrate of op een printed circuitboard worden bevestigd door dipsolderen, reflow solderen of volgens conventionele bevestigingsmethoden.

Waar minimum inductie is gewenst of waar praktisch geen ruimte beschikbaar is, wordt het type chip zonder aansluitdraad aanbevolen. Bij dit type is een bevestigingsstrip aangebracht.

De minimale hoogte maakt het mogelijk om de chips toe te passen in samenstellingen die ingegoten worden in dual in line packages (D.I.P.). Uitvoeringen met de aansluitstrip 90° gebogen ten opzichte van de as van de condensator zijn verkrijgbaar op speciaal verzoek.

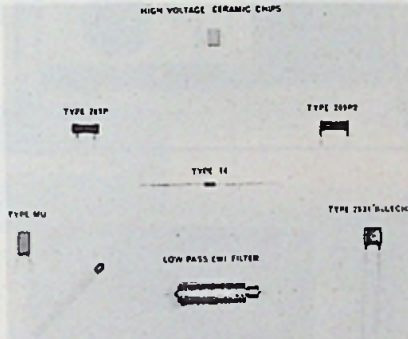
Vert. Nederl: Inelco, Amsterdam.

België: SEBS, Brussel.

COMPONENTEN voor GEDRUKTE SCHAKELINGEN

Er bestaan tegenwoordig al veel elektronische componenten die speciaal ontworpen werden voor het plaatsen op gedrukte schakelingen. Dit was echter nog niet algemeen voor de weerstanden met goede stabiliteit. ERIE heeft hierin voorzien door de introductie van insteekkoolweerstanden type 209P en 209P2, verglaasde metaalweerstanden BLUE CHIP 7531, 7581, 7582, 7583, BLOK-koolweerstanden MU en miniatuurkoolweerstanden type 14.

Aan het programma werden ook monolijstisch keramischechips toegevoegd van



het hoogspanningstype die kunnen werken tot spanningen van 3 kV gelijkspanning en waarvan de afmetingen $7,1 \times 4,9 \times 2,3$ bedragen.

Verder werd het filterprogramma uitgebreid met een onderdoorlatend filter voor elimineren van stoorsignalen afkomstig van hoogfrequentbronnen en elektromagnetische interferenties. Het is een type dat werkt bij netspanningen van 220/240 V. Dit filter van het coaxiale type is slechts 29,6 mm lang en heeft een diameter van 9,5 mm. De aardaansluiting is uitstekend verzorgd. De verzwakking bedraagt 5 dB bij 15 kHz en stijgt tot 60 dB bij 1 MHz en hoger.

Vert. Gavazzi Billman, Amsterdam.

H.S.-SILICIUMGELIJKRICHTERS

Electronic Devices Incorporated EDI introduceert een KVF (kilovolt flatpack) serie van hoogspanningssiliciumgelijkrichters met een inverse piekspanning van 5 tot 25 kV. De staafvormige constructie en de coaxial geplaatste aansluitdraden maken deze KVF-gelijkrichter



bijzonder geschikt voor compacte schakelingen. De stroomklasse van 500 mA is een welkome aanvulling van de bekende EDI 100 mA BCD-patronen zowel als voor de 1 amp. KVP- en de 3 amp KHP-blokken die industriële en militaire toepassingen vinden.

Vert. Rodelco, Den Haag.

REGELTRANSFORMATOR met GESCHIEDEN WIKKELINGEN

Philips heeft een regeltransformator met gescheiden wikkelingen geïntroduceerd, die speciaal bedoeld is voor laboratoria, servicewerkplaatsen en onderwijsdoel-einden. Deze regeltransformator wordt geleverd in twee uitvoeringen; nl. als tafelmanier en als inbouwmanier.

Tussen de primaire en de secundaire wikkeling is een elektrostatische afscherming aangebracht waardoor het te regelen circuit galvanisch gescheiden is van de netaarde. Bovendien is een smeltvei-



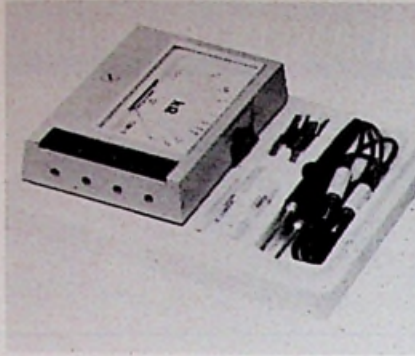
ligheid in het uitgangscircuit opgenomen. De uitgangsspanning kan worden geregeld van 0 V tot 237 V. De nominale uitgangsstroom heeft een grootte van drie ampère.

De uitgangsspanning kan worden afgelezen op de grote voltmeter, die in het zijpaneel is gebouwd. Vooraan is een dubbel stel parallel geschakelde contactbussen. Dit is bijzonder praktisch voor zeer nauwkeurige metingen, terwijl eventueel een stel contactbussen beschikbaar is voor het iken van de ingebouwde voltmeter.

OHMMETER van POOLS FABRIKAAT

De weerstandsmeters, OM-1 en OM-2 van de Poolse fabriek ERA, hebben meetbereiken van resp. 50 Ω tot 10 M Ω en 0,5 Ω tot 100 k Ω , in drie bereiken, waarbij de batterijspanning resp. 9 V en 4,5 V bedraagt.

De grootste nauwkeurigheid, beter dan $\pm 4\%$ van de gemeten waarde, wordt verkregen bij aflezingen in het midden van de schaal. De nulstelling vindt plaats door middel van een knop, waarmee de magnetische shunt over de pool-schoenen van het draaispoelinstrument wordt aangebracht.



De meters moeten in horizontale stand worden gebruikt.

Enige technische gegevens:

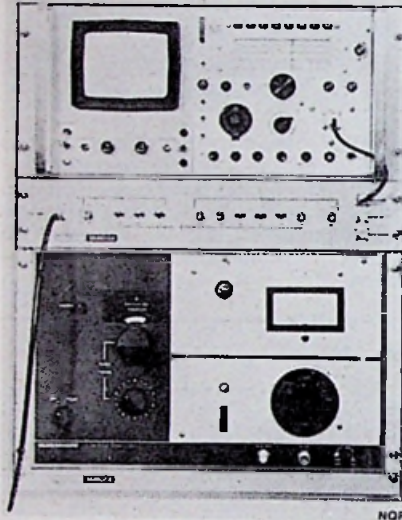
meetinstrument,	draaispoel, klasse I
schaallengte,	80 mm.
schaalhoek,	92°
wijzerlengte,	44 mm.
proefspanning,	500 V.
Toel. temp. gebied,	+10 °C tot +30 °
toel. vochtigheid,	80 % RH
afmetingen,	122 x 90 x 45 mm.
Fabrikant: Zakłady Wytórcze Przymiarów Pomiarowych „ERA” Polen.	

Vert.: Berg & Burg, Breukelen. Sch.

NQR-1A

NQR spectrometrie verschaft informatie over moleculaire structuur en vult NMR analysemethoden aan doordat het iets zegt over de plaats waar kernen niet gebonden zijn. Tevens biedt het een veelbelovende methode voor de niet-destructieve bepaling van onzuiverheden in de grootte van 0-5000 ppm, in het bijzonder in chloor of broom bevattende stoffen.

De Wilks NQR-1A is gebaseerd op een door Bell Telephone ontwikkeld instrument. Er zijn echter belangrijke verbeteringen in aangebracht, o.a. door het oorspronkelijke mechanische servo-systeem te vervangen door een geheel getransistoriseerd, elektronisch coherent regelsysteem.



Drie super-regeneratieve oscillatoren bestrijken het frequentiegebied van 5 tot 350 MHz. De resonantie wordt gemoduleerd door een wisselend magnetisch veld. Dit veld produceert Zeeman lijnverbreiding gedurende de halve modulatieperiode, waardoor een gelijkstroomversterking en synchrone demodulatie kan worden toegepast.

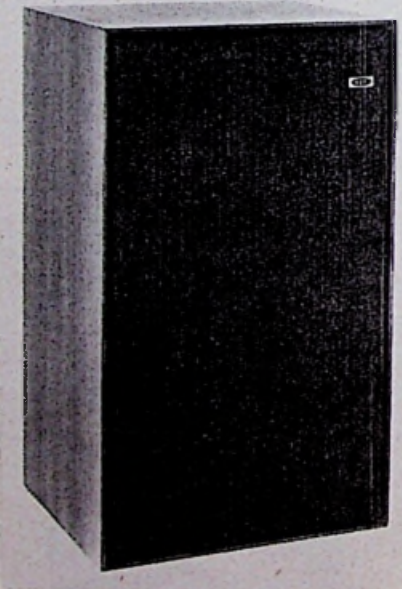
Speciale oscillatoren en een Dewarvat zijn beschikbaar, waardoor metingen in vloeibaar stikstof kunnen worden gedaan. Een zijband-onderdrukkingsaccisiore en een FM-oscillator, teneinde het N¹⁴ frequentiegebied te onderzoeken, zijn in ontwikkeling.

Vert. Nederl.: Techmation, Schiphol-Oost

„CHORALE”, EEN NIEUWE MINI-WEERGEVER VAN KEF

Vorige maand werd aan de Engelse pers en handel een nieuwe aanwinst in het repertoire van de befaamde onderneming KEF voorgesteld: een kleine „boekenplankweergever”, welke de naam „Chorale” kreeg. De serie omvatte reeds twee vrij kleine weergevers, de Cresta en de Celeste, welke laatste enkele jaren geleden een modificatie onderging. De belangstelling voor de zg. mini-weergevers heeft zich inmiddels bestendig en het spreekt vanzelf dat de fabrikant gezocht heeft naar een nieuw type, dat de bestaande serie kan aanvullen. Er viel op het gebied van de kleine weergevers, waarvoor pas in het afgelopen decennium belangstelling ontstond, vanzelfsprekend nog veel ontwikkelingswerk te verrichten. Juist in het assortiment mini-weergevers, waarin door alle luidsprekerfabrikanten één of enkele typen leverbaar zijn, komen zeer grote kwaliteitsverschillen voor. Een groot deel van het aanbod bestaat uit typen welke alleen maar in de handel worden gebracht om een aandeel in de markt te bezitten; slechts enkele van de weergevers zijn geconstrueerd, volgens de bijzondere beginselen, die aan dit type weergevers ten grondslag behoren te liggen.

Het lijkt eenvoudig geen twijfel dat de nieuwe „Chorale”, na de ervaringen met de reeds bestaande weergevers en de



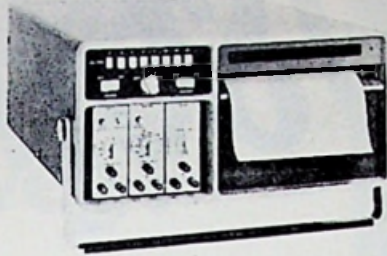
intensieve onderzoeken, die aan de lancering van deze nieuwe telg vooraf zijn gegaan, een bijzondere plaats in het repertoire zal gaan innemen. Wanneer de Chorale hier op de markt is, zal het zeker lonen hem eens te beluisteren. Het hart van de weergever bestaat uit een 20 cm luidspreker met een bijzonder

conusmateriaal, door KEF „Acoustilene” genaamd, waarmee het frequentiegebied van 55... 3500 Hz wordt verzorgd. Acoustilene is een rubberachtig polystyreen met een elastisch laagje van een PVA/PVC polymeer, dat een dempende werking vervult en, dat een luidspreker een bijzonder strakke frequentie karakteristiek verleent. De karakteristiek zou binnen ± 2 dB recht zijn in het frequentiegebied, dat door deze wordt toegepast en die bij talloze muziekliefhebbers om de fraaie, weinig gekleurde weergave van het middengebiet wordt geprezen.

De nieuwe 20 cm luidspreker in de Chorale draagt het type nummer B 200. De resonantiefrequentie bedraagt in de lucht ca. 26 Hz. De conus is in rubber opgehangen. Voor het magnetische veld wordt een ca. 600 g zware anisotrope ferritmagneet toegepast. De weergave van het frequentiegebied boven 3500 Hz wordt waargenomen door de T 27, een koepelluidspreker die tot de „gevestigde” typen mag worden gerekend. Voor de verdeling van het frequentiespectrum wordt gebruik gemaakt van een zeven elementen tellend scheidingsfilter met de aanduiding DN 13. De afmetingen van de Chorale bedragen 47 x 28 x 22 cm; hij heeft een belastbaarheid van 20 W en de aanpassing is 8 Ω .

Vert. Nederl.: Transtec, Rotterdam.
België: Televic, Brussel.

MIDWESTERN INSTR. - NIEUWSTE - DIRECT SCHRIJVENDE MEERKANAALSRECORDER



model LCR

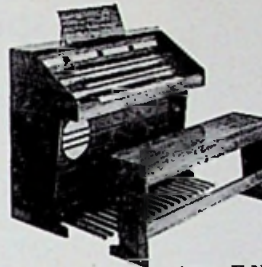
- elektronisch servo-gestuurd papiertransport van 5 - 2000 mm/s
- leverbaar in 3-, 8- en 14-kanaalsuitvoering
- frequentiebereik alle kanalen 0 - 2000 Hz recht
- universele toepassing door plug-in signal conditioning units
- max.gevoeligheid van 0 - 2 kHz is $100 \mu\text{V}/\text{div.}$, — R, = 1 M Ω
- uitsturing per kanaal is 10 cm — beveiligd tegen overbelasting
- geijkte spanningsmeting van 250 mV - 500 V/cm
- geijkte stroommeting van 250 μA - 500 mA/cm
- elektrische nul- en schaalinstelling per kanaal
- elektronische tijdlijnen over volle 15 cm papierbreedte
- meetraster en kanaalidentificatie
- prijs incl. 3 galvanometers f 6600,—

ELTRON N.V. ZEIST
TEL. 03404 - 11234

JESSE ELECTRO-APPARATEN- EN TRANSFORMATORENFABRIEK

- transformatoren tot 300 kVA - 100 kV
- complete voedingsapp. en gelijkrichters
- isolatie- en kabelmeetapparaten
 - AEG Seleen- en siliciumcellen
- direct uit voorraad, 24 uur service

LEIDEN - VERVERSTRAAT 8 - 0 1710-2 03 80



NIEUW!
Nu een 3 klavieren elektronisch-transistor orgel, systeem Dr. Böhm. Als bouw pakket geheel compleet, met bouwschema en beschrijving.

TYPE D.N.T. 2 x 5 oktaven klavier, 8 voetmaten per klavier, 30-tonlig pedaal, 5 voetmaten, 54 registers.

type F.N.T.

TYPE F.N.T. 3 x 5 oktaven klavier, 9 voetmaten per klavier, 30-tonlig pedaal, 7 voetmaten, waaronder een 32, 58 registers.

Vraagt geïllustreerde prospectus. Alleenverk. voor Nederland. **ELEKTRONISCH ORGEL IMPORT Dr. Böhm.** Showroom: Laan van Meerdervoort 458, Den Haag, Tel. 63 25 50.

MORGANITE Cermet Trimpotmeters

BELANGRIJKE PRIJSVERLAGING

* 100+ prijs kan afgegeven worden door diversen typen en diverse waarden gecombineerd te bestellen. (Voorraad Amsterdam)



Type 84
15 Omw. L = 19 mm, br. 4,83 mm
H. 8,6 mm, steekmaat 2,54 mm.
Range vanaf 10 Ohm - 2 M Ohm,
vermogen 1 Watt 25° C.
Zeer gunstig oplossend vermogen.
* 100 + f 5.95 netto p. st.



Type 80
25 Omw. L = 32 mm, br. = 5 mm,
H. 8,13 mm, steekmaat 2,54 mm.
Range vanaf 10 Ohm - 2 Meg Ohm,
vermogen 1 Watt 70° C.
Zeer gunstig oplossend vermogen. Professionele uitvoering.
* 100 + f 8.35 netto p. st.



Type 81 E
Enkelslag ϕ 6,35 mm, H. = 6,35 mm, steekmaat 2,54 mm. Range vanaf 10 Ohm - 1 Meg Ohm, vermogen 0,5 Watt 70° C. Zeer gunstig oplossend vermogen.
* 100 + f 6.35 netto p. st.

MULDER - HARDENBERG

Michelangelostraat 10 - Amsterdam-Z
Telefoon 020-761002 (2 lijnen)
Postbus 7256 Telex 13131

CAMBION

Meest uitgebreide serie speciale componenten, experimenteerborden en thermoelectrics

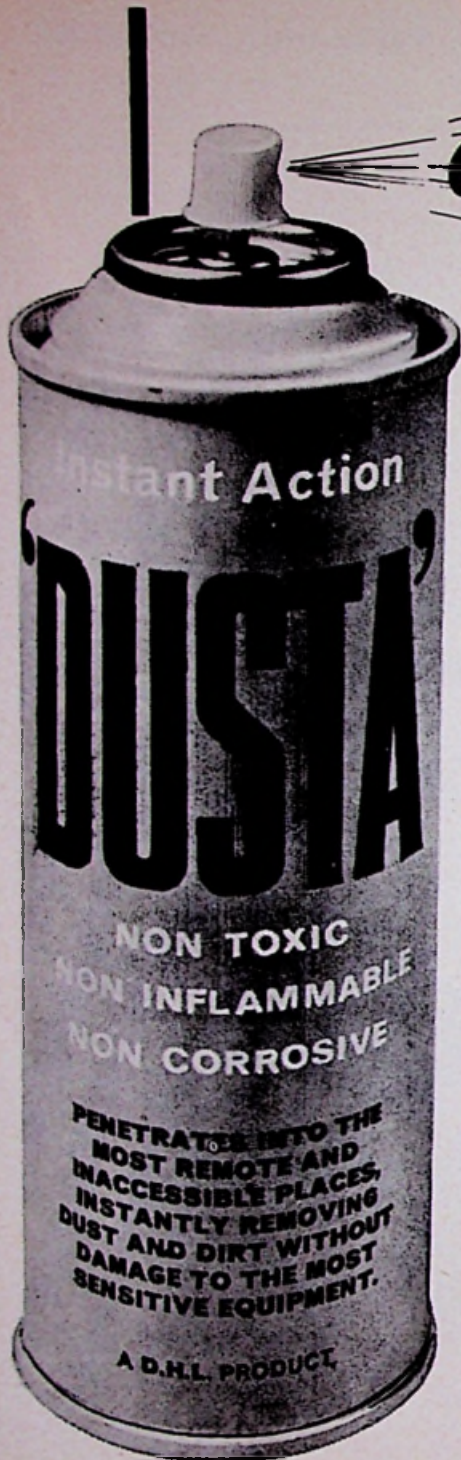
Catalogi en prijslijst op aanvraag

gebouw 64 Schiphol Oost

Telefoon 020-173727

TECHMATION

GIGANTISCH



**zijn de voordelen van onze
spuitbussen voor toepassing
in de elektronica!!**

GOLDEN * DISC CLEANER grammofoonplaten afspelen zonder ruis door stof en met minder slijtage.

FREEZA * bliksemsnel de lastige „af en toe“ fouten vinden in een elektronische schakeling.

KONTAKT KLEENA * uw schakelaarkontakten en potentiometers weer feilloos door een veilige reiniger. (anti-static.)

E.H.T. SEELA tegen sproei- en coronaverschijnselen bij TV-hoogspanningstrafo's en voor het „sealen“ van antenneverbindingen buiten.

DUSTA * het zuiverste gas om uw fijnste apparatuur te reinigen (horloges, camera's, miniatuuronderdelen, enz.).

* niet ontvlambaar.

Vraagt of uw leverancier ze heeft of informeer direct bij de importeur.

**VAN
REIJSSEN
DELFT**

**POSTBUS 213 - TEL. 01730 - 3 09 40
GASTHUISLAAN 214 - TELEX 32624**

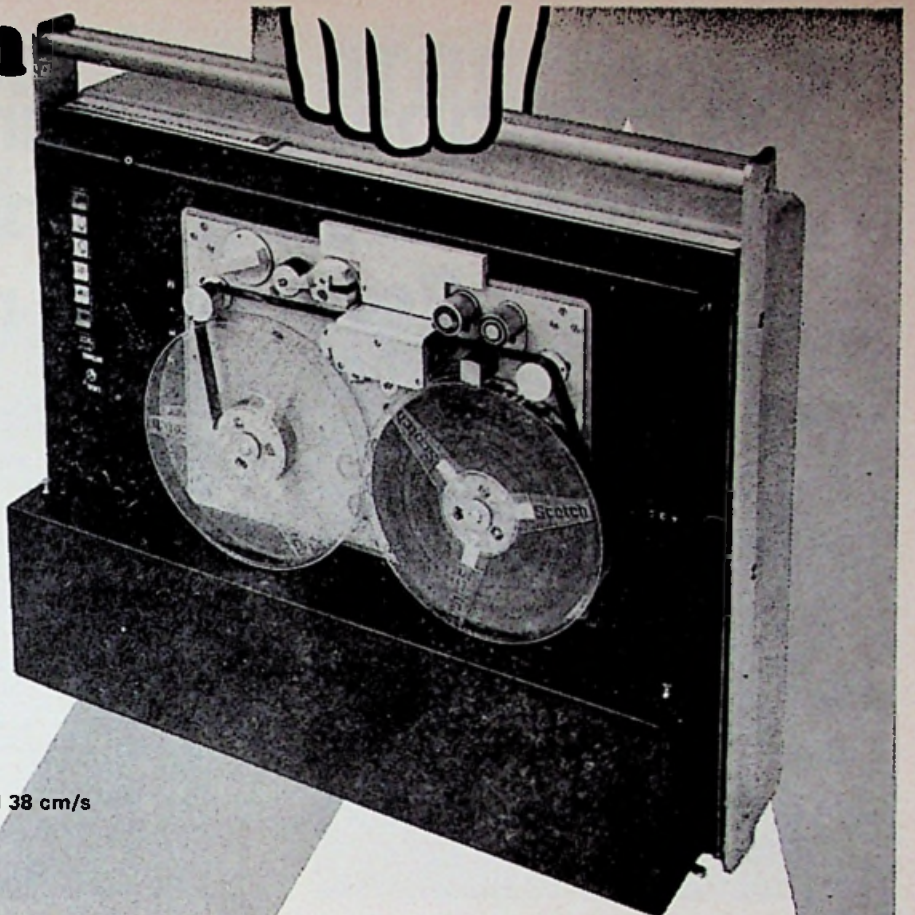
Iedereen loopt er mee weg!

Geen wonder, de EPI 2 is de enig werkelijk draagbare instrumentatie-recorder (weegt slechts 20 kg) die batterij en lichtnet gevoed werkt.

De EPI 2 - ook op afstand te bedienen - functioneert in elke gewenste stand en is stofdicht af te sluiten.

ENTHOUSIAST? Na het lezen van de technische gegevens bent U zelfs wild enthousiast. Daarom demonstreren wij U de EPI 2 ook zo graag!

wow en flutter: 3‰ bij de snelheid 38 cm/s
 starttijd : 0,6 sec
 spoeltijd : 3 minuten
 band : $\frac{1}{2}$ " (12,7 mm)
 aantal sporen : 7 (IRIG) of 8
 afmetingen : 558 x 435 x 200 mm
 voeding : 110-127-220 V, 50 tot 400 Hz, gelijkspanningen tussen 6 en 28 V



AMPLITUDEMODULATIE EN FREQUENTIEMODULATIE

AM (direct)			FM		
Snelheid cm/s (IPS)	bandbreedte (± 3 dB)	signaal/ ruis (dB)	draaggolf	bandbreedte/ ($\pm 0,5$ dB)	signaal/ ruis (dB)
76,00 (30)	0,2 .. 120 kHz	24	54 kHz	0 .. 10 kHz	43
38 (15)	0,15 .. 60 kHz	22	27 kHz	0 .. 5 kHz	42
19 ($7\frac{1}{2}$)	0,1 .. 30 kHz	21	13,5 kHz	0 .. 2,5 kHz	41
9,5 ($3\frac{3}{4}$)	0,06 .. 15 kHz	20	6,75 kHz	0 .. 1,25 kHz	40
Ingangsspanning	1 V _{eff}			$\pm 1,4$ V (modulatie $\pm 40\%$)	
Ingangsimpedantie	20 k Ω (150 pF)			100 k Ω (150 pF)	
Vervorming	1%			1%	
Lineariteit	1%			1%	
Stabiliteit	1%			$\pm 0,5\%$ (2 uur)	
Uitgangsspanning	1 V _{eff}			$\pm 1,4$ V	
Uitgangswaerstand	600 Ω			100 Ω	

Vraagt demonstratie of inlichtingen



**METERFABRIEK
DORDRECHT**

postbus 42 - lijnbaan 12
 telefoon 01850 - 43055*

Dit draagbare instrument produceert nog signalen als andere alleen maar ruisen.

... en de toepassingen zijn onbegrensd. Hij heeft een geweldige dynamiek: de signaal/ruisverhouding bij FM - opname met een snelheid van 15/16" per seconde is 46 dB (of 200: 1 als U dat liever heeft).

U kunt de recorder krijgen met elke gewenste combinatie van FM en directe kanalen. Elk type heeft drie elektrisch omschakelbare snelheden. Directe opname gaat tot 60 kHz; FM tot 5 kHz. Zonder enig extra filter komen de signalen helder en duidelijk door. Het fasevergrendeld

servogestuurde aandrijfsysteem waarborgt minimale flutter en nauwkeurige bandsnelheden. Teneinde de grootst mogelijke stabiliteit te verkrijgen zijn alle onderdelen voor het bandtransport gemonteerd op een nauwkeurig nabewerkt aluminium gietstuk.

Anderø pluspunten zijn de zelfbijstellende remmen en ingebouwde ijking. Prijzen vanaf f 17.232 excl. BTW.

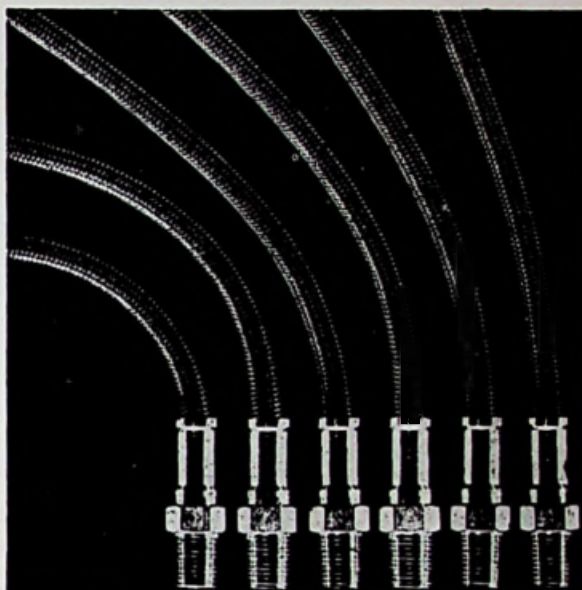
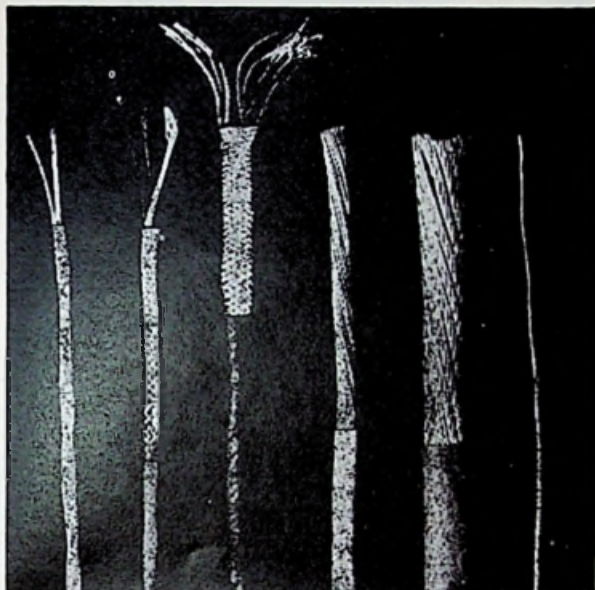
Wilt U hem eens in 't echt zien? Geef ons even een telefoontje.

Nederland: Hewlett-Packard Benelux N.V.
Weerdestein 117, Amsterdam Z. 11, Tel. 42 77 77
België: Hewlett-Packard Benelux N.V.
Vorstlaan 348, 1160 Brussels, Tel. 72 22 40

HEWLETT  PACKARD



Een compleet programma TEFLON[®] producten



De zweedse en franse HABIA-fabrieken leveren vele met uiterste precisie vervaardigde TEFLON[®] producten voor industriële toepassingen. Met veel bedoelen wij zo'n 1.000 verschillende produkten in diverse standaarduitvoeringen.

Is deze keus nog te klein, dan levert HABIA volgens Uw specificaties.

De mogelijkheden zijn praktisch onbegrensd.

Denkt U eraan bij het invullen van de coupon de produktengroep aan te geven waar U belang in stelt.

De prompt toegezonden documentatie is dan zoveel mogelijk daarop afgestemd.

COUPON

- draad en kabel
- verwarmingskabel
- spaghetti-tubing
- flexibele hogedrukslang
- glasvezeldoek
- staf, buis, plaat, folie, enz.
-

firma: _____

afdeling: _____

t.a.v.: _____

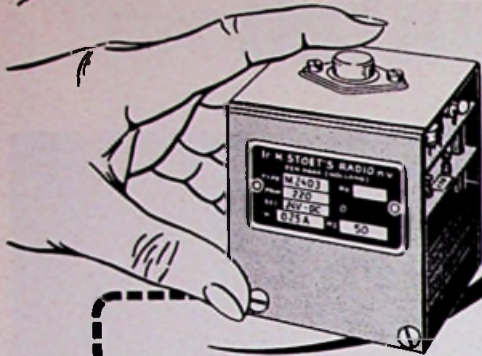
adres: _____

TEFLON[®] is een geregistreerd handelsmerk van Du Pont de Nemours.



HABIA N.V.
Marsingel 40b, Breda,
telefoon (01600) 41891, telex 54262

MAXI-VOEDING IN MINI-FORMAAT



M 1204

12 V/0,34 A. D.C.
61 × 54 × 83 mm.

- Voor voeding van I.C.'s
- Grote stabiliteit :0,01 %
- Hersteltijd 10 μsec.
- Statisch afgeschermd transformator
- Ult voorraad leverbaar
- Lage prijs: v.a. f 160,- excl. BTW.

Mini-voedingen worden vervaardigd voor vele spanningen en stromen.

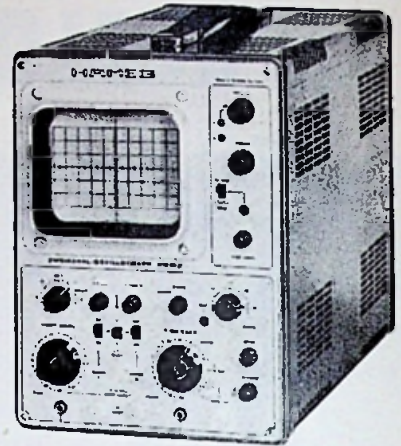
* Vraag onze brochures M&SM.



Ir. H. STOET'S RADIO n.v.

ORIONSTRAAT 4 - DEN HAAG - HOLLAND - TELEFOON (070) 839785

HAMEG OSCILLOSCOPEN



Voor Radio- en T.V.-service, laboratoria, technische opleidingen.

Diverse typen, vanaf f 448,- (excl. BTW) uit voorraad.

(de HM107 is ook als bouwset leverbaar)

★ **AIR-PARTS N.V.** ★

HAAGWEG 149 - RIJSWIJK (ZH)

TEL. (070) 98 93 92

AUDAX

TOEPASSING:

PROF. - INDUSTRIEEL
PROF. - Hi-Fi
INTERCOMSYSTEMEN
PUBLIC ADRESSYST.



MAATGEVEND OP ELK GEBIED

WFR17



30 - 10 000 Hz

T30PA16



30 - 9000 Hz

F11RAG



100 - 8000 Hz

WFR24



18 W
20 - 5000 Hz



2TW2TW9

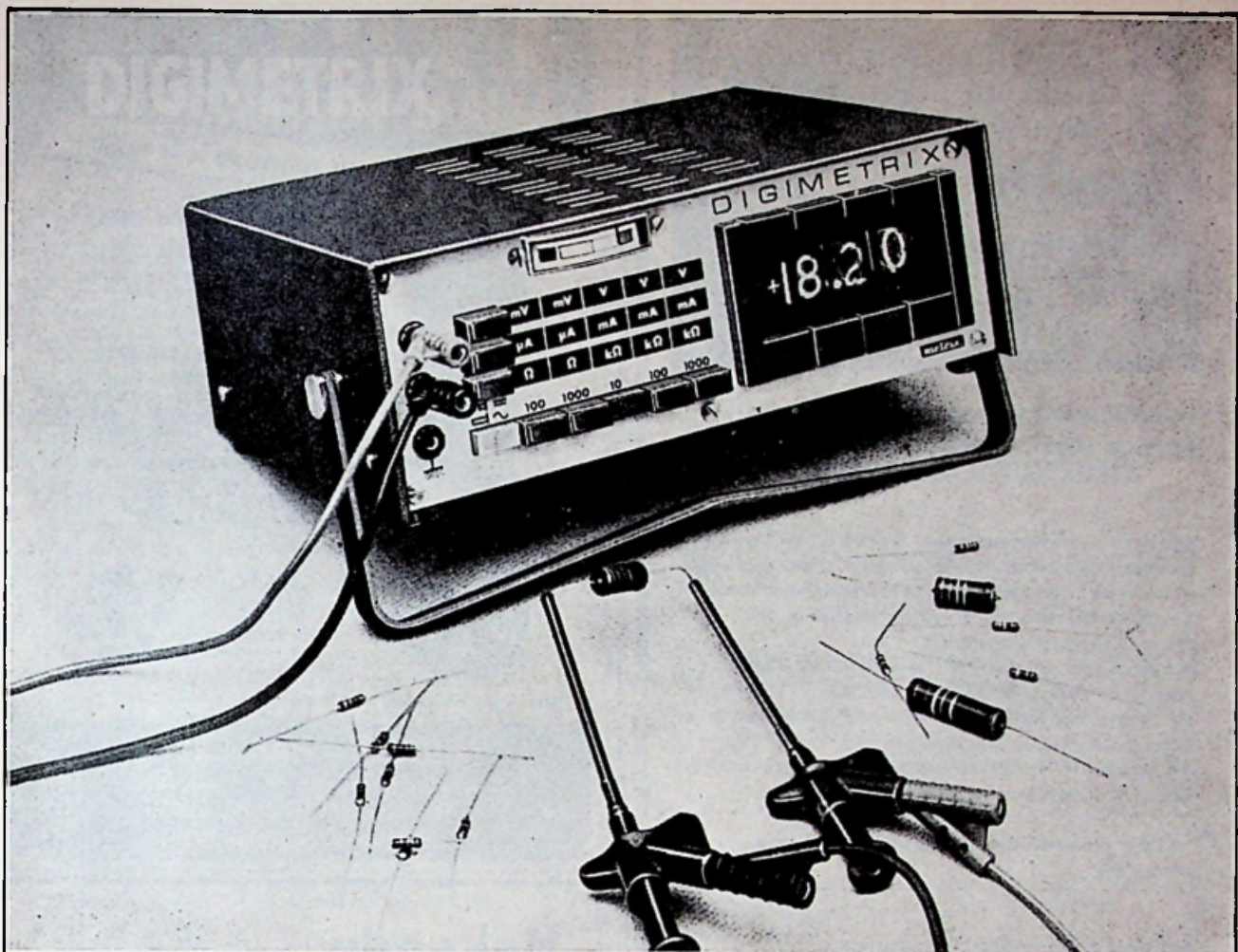


CIS

Vraag uitvoerige catalogus.

CLOFIS België: 539, Stwg. op Brussel Overijse — Tel. 02/57 18 05.

CLOFIS Nederland: J. A. Gimberg, Jan ten Brinkstraat 89, Den Haag. Tel. 070 - 98 77 58.

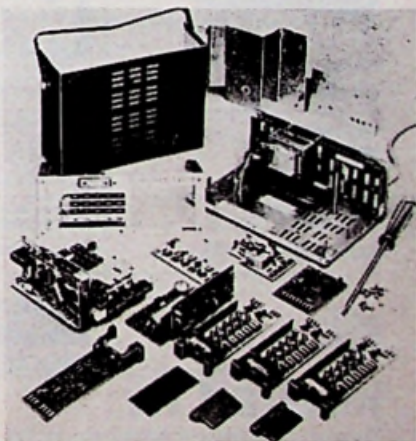


Digitale multimeter DX703A DIGIMETRIX

- 25 volledig beveiligde bereiken
- 100 mV kleinste meetbereik voor $V=$ en $V\sim$
- 10 M Ω constante ingangsweerstand
- Tevens analoge aanwijzing

De beveiliging tegen bedieningsfouten in alle meetbereiken en de bijzonder eenvoudige bediening, vooral dankzij de analoge aanwijzing, maken de DIGIMETRIX DX703A tot een universeel bruikbaar instrument dat met 3 digits + 1 overrange gelijk- en wisselspanningen en -stromen alsmede weerstand meet in 25 meetbereiken

f1195,- netto (excl. BTW)
uit voorraad leverbaar.



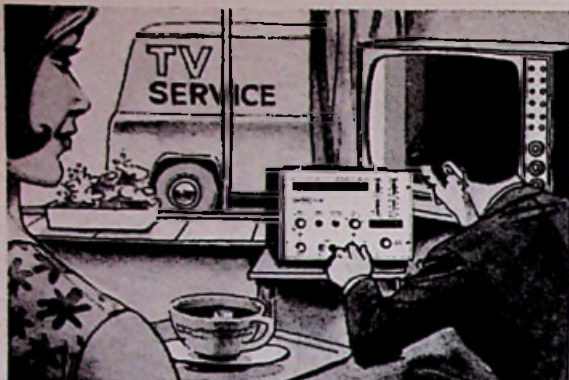
Gemakkelijk te onderhouden door toepassing van losse insteekprints.

Uitgebreide technische gegevens verkrijgbaar bij de importeur:

GERLACH

TECHNISCH HANDELS- EN ADVIESBUREAU
POSTBUS 4596 - RIJSWIJK (Z.-H.) TEL.: 070 - 98 56 72

metrix

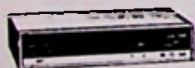


nordmende meetapparatuur geeft uw service meetbaar meer resultaat.

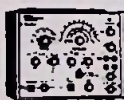
Met deze kleurbalkengenerator* regelt u bij uw klant zowel zwart-wit- als kleurentelevisie feilloos in. U maakt er een uitstekende indruk mee. Bekijk de prestaties en oordeel zelf. Kleurbalkengenerator FG 387: voor VHF, UHF en MF kleurbalkensignaal volgens EBU-norm 8 trappen, gerangschikt naar aflopende helderheid naar keuze rood, groen of blauw beeldvlak. HF uitgang: VHF band I, III en MF / UHF band IV en V uitgangsspanning continu regelbaar 4% variatie van lijn/rasterfrequentie signaal/impulsverhouding regelbaar.

* Er is al een nordmende KTV-konvergentiegenerator vanaf f 265,-

Een greep uit het omvangrijke programma:



konvergentiegenerator
GG 388



service-wobulator SW 370/1



oscillograaf TO 368



buisvoltmeter URV 356/1



koelrad nv

Maalderij 19, postbus 45, Amstelveen, tel. 020-45 16 55, telex 13011

Bon

In open enveloppe (ongefrankeerd) zenden aan:
Koelrad nv, antwoordnummer 45, Amstelveen

Naam

Adres

Plaats

vraagt geheel vrijblijvend uitvoerige inlichtingen over nordmende meetapparatuur.

Code RE4

ETRI

THE FAN SPECIALIST

AXIAAL VENTILATOREN

Uit voorraad leverbaar!



type HP 84 - Ref. 110VX
220 V 50 Hz. 18 liter/sec.
2700 t/min. Afm. 86 x 86 mm.
Inbouwdiepte slechts 25 mm
incl. motor. Netto f 48.-



type HP 114 - Ref. 96XG
220 V 50 Hz. 48 liter/sec.
2700 t/min. Afm. 120 x 120 mm.
Inbouwdiepte 41 mm. Eveneens
leverbaar als langzaamloper.
Opbrengst 22 liter/sec.
Ref. 98XH leverbaar extra plat
= 25 mm. f 48.- netto
96 XL 1500 omw. f 48.- netto
96 XG f 42.50 netto



type HP 145 - Ref. 120VZ
220 V 50/60 Hz. 110 liter/sec.
2770 t/min. Afm. 152 x 162 mm.
Inbouwdiepte slechts 38 mm
incl. motor. Netto f 62.50

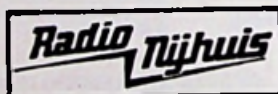
alle types uitgevoerd met kogellagers

MULDER - HARDENBERG

Michelangelostraat 10 - Amsterdam-Z
Telefoon 020-761002 (2 lijnen)
Postbus 7256 Telex 13131

Bekende adressen te:

Enschede



AFDELING RADIO
Oldenzaalsestraat 94-96
Tel. 1 51 69

Den Haag

„Radio Gerrése”

Regentesseplein 27-30-31,
Den Haag - Tel. 070 -
32 59 16

Elektronisch centrum voor de radio-amateur. Gespecialiseerd in onderdelen, o.a. de Philips service-onderdelen uit voorraad leverbaar; ook goedkope buizen.

Leeuwarden

RADIO BOUWMAN

voor alle onderdelen

Wortelhaven 87
Tel. 05100 - 2 82 14 - 3 38 04

Ouderkerk a. d. Amstel

TRANSISTORRADIO'S

in 36 verschillende uitvoeringen. Vraagt gratis toezending van folder of reizigersbezoek bij:

PETERS ELECTRONICS

Amsteldijk N 138
Ouderkerk a.d. Amstel



Technische Hogeschool Delft

Bij de Centrale Elektronische Dienst is plaats voor een

Medewerker op HTS-niveau

die zal worden belast met het uitvoeren van marktonderzoek aan elektronische componenten. Een uitgebreide kennis op dit gebied is voor de C.E.D. onontbeerlijk.

Naast technische zaken spelen hierbij ook commerciële aspecten een rol.

Deze sterk groeiende Dienst houdt zich namelijk bezig met het ontwikkelen, vervaardigen, modificeren en repareren van elektronische apparatuur voor de Technische Hogeschool Delft en hierbij worden de modernste componenten toegepast.

De opgedane know-how zal moeten worden gebruikt voor:

- het informeren en adviseren van C.E.D.-medewerkers, maar daarnaast ook van andere T.H.-collega's,
- het zorgen voor een verantwoorde collectie componenten in het C.E.D.-magazijn,
- het, in de naaste toekomst, opzetten van een centraal componentenmagazijn voor de gehele Technische Hogeschool Delft.

Nadere informatie over de functie kunnen telefonisch worden ingewonnen bij ir. W. Timmerman, 01730 - 3 32 22, toestel 6228 of 171.

Aanstelling zal geschieden in het rangenstelsel der technische ambtenaren met uitloop tot de rang van technisch hoofdambtenaar 1e klasse.

Salariëring volgens rijksregeling.

A.O.W.-premie komt voor rekening van de Technische Hogeschool.

Directe opnemings in welvaartsvast-pensioenfonds.

Schriftelijke sollicitaties te richten aan het Hoofd van de Afdeling Personeelszaken, Julianalaan 134 te Delft, onder vermelding van nr. E 7006/42106 in de rechterbovenhoek van de brief.

BECKER DELFT N.V. is een moderne, internationaal snelgroeiende onderneming, opgenomen in het Amerikaanse AMBAC-concern, met Nederlandse vestigingen in Delft en Groningen.

Wij zijn fabrikant van wetenschappelijke apparatuur — op het gebied van de gaschromatografie — voor laboratorium, medische en proces toepassingen, met sterke nadruk op de automatisering.

Voor onze afdeling elektronische service zoeken wij een bekwame

Elektronica-monteur

met een opleiding op NERG-niveau of studerend daarvoor.

Hij zal worden ingeschakeld bij de enkelstuks- of kleine-seriefabricage en reparatiewerk van onze geavanceerde elektronische apparatuur, waarin veelvuldig gebruik wordt gemaakt van de moderne elektronische componenten, zowel op digitaal als op analoog gebied.

Sollicitaties voor deze goed gehonoreerde functie gaarne aan onze afdeling Personeelszaken.



BECKER DELFT N.V.,

Vulcanusweg 259,

DELFT.

Postbus 219.

Telefoon 01730 - 2 59 03.

FUNK-TECHNIK

- Het beste Duitse vakblad
- Verschijnt tweemaal per maand
- Komt met de nieuwste ontwikkelingen
- Publiceert bouwschema's
- Altijd actueel - uitvoerig - betrouwbaar
- Abonnementsprijs DM 68 per jaar.

Abonnees op Radio-Elektronica krijgen aantrekkelijke reductie

Inlichtingen worden U gaarne gegeven door

N.V. UITGEVERSMACHTSCHAAP

Æ. E. Kluwer

Technische tijdschriften

Polstraat 9, Postbus 23, Deventer.

Tel. 0 5700 - 7 44 11 t.s.l. 314.



Bij de Centrale Elektronische Dienst kan worden geplaatst een

Elektronicus

(UTS-E of Elektronica-technicus NERG)

die zal worden belast met het onderhoud van elektronische apparatuur, voornamelijk op het gebied van oscilloscopes.

Door de Technische Hogeschool worden vele en sterk uiteenlopende systemen van meet-oscilloscopes aangeschaft. De keuring en het onderhoud hiervan geschiedt door technici, die kunnen beschikken over de modernste hulpapparaten en meetinstrumenten op dit gebied.

Door centralisatie van deze specialistische werkzaamheden binnen de Hogeschool neemt het aanbod van oscilloscopes bij deze Dienst sterk toe, zodat uitbreiding van de groep Oscilloscopes en Televisie noodzakelijk is geworden.

Niet alleen de sollicitanten die naast hun kennis reeds ervaring hebben in het onderhouden van professionele apparatuur, doch ook degenen met veel belangstelling en een goede theoretische ondergrond zullen gaarne voor een gesprek worden uitgenodigd.

Informaties kunnen worden ingewonnen bij ir. M. H. van Erk, tel. 01730 - 3 32 22, toestel 235, b.g.g. 172.

Salariëring volgens rijksregeling, afhankelijk van opleiding, leeftijd en ervaring. A.O.W.-premie komt voor rekening van de Technische Hogeschool. Directe opnemng in welvaartsvast-pensioenfonds.

Schriftelijke sollicitaties te richten aan het Hoofd van de Afdeling Personeelszaken, Julianalaan 134 te Delft, onder vermelding van nr. E 7007/35692 in de rechterbovenhoek van de brief.



Het Fysisch Laboratorium RVO-TNO, Oude Waalsdorperweg 63, 's-Gravenhage vraagt voor de researchgroep Radiocommunicatie een

ELEKTRONICUS

(radiotechniek)

met diploma NERG (elektronica-technicus) of een gelijkwaardig diploma.

Geboden wordt een interessante werkkring in de radiocommunicatieresearch.

Voor de desbetreffende functie liggen de werkzaamheden o.a. in de meting en bestrijding van radiostoorsignalen, onderhoud en ontwikkeling van speciale meetapparatuur en het uitdenken en beproeven van meetmethodes.

Van de gegadigden wordt verlangd dat zij aanleg en belangstelling hebben voor onderzoekswerk en zowel in teamverband als zelfstandig kunnen werken. Men moet bereid zijn zich verder theoretisch en praktisch te bekwamen. Kennis van de Engelse taal is vereist.

Schriftelijke sollicitaties met uitvoerige gegevens, o.a. leeftijd, opleiding, ervaring en lopende studies kunnen worden gericht aan de Directeur van het Fysisch Laboratorium RVO-TNO, Postbus 2864, 's-Gravenhage.

ELEKTRONISCHE DEURSLOTBEVEILIGING

Met een veiligheidsdeurslot, een elektrische grendel en een elektronisch bedieningspaneel met 50 deurknoppen heeft de Franse fabriek Emile Chauvat een kluisbeveiliging met 125 000 combinaties ontwikkeld.

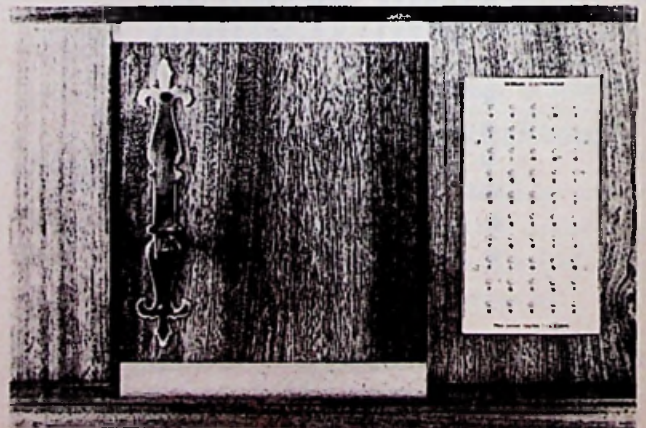
De elektronica van dit systeem kan ieder elektrisch slot of elektrische grendel bedienen zonder dat daarbij gebruik behoeft te worden gemaakt van een sleutel.

Door het zonder meer aanraken van de drukknoppen, het kiezen van een verkeerde combinatie of het forceren van het slot treedt de alarminstallatie in werking, terwijl het in een vooraf vastgestelde volgorde indrukken van drie bepaalde knoppen het systeem activeert.

Binnen enige seconden kan een andere combinatie worden gekozen door het verschuiven van kleine pallen achter het drukknoppeneel.

Het systeem zal worden tentoongesteld op de Nationale Hardware Show in New York van 12 tot 15 oktober 1970.

Sch.



ERRÉTJES

90 cent per regel
Abonnees eenmaal per jaar
de eerste 3 regels gratis
Administratiekosten f 0,60

Aangeboden

GELUIDSINSTALLATIE m.
70 W versterker, Philips,
type EL6420 en drie 30 W
boxen f 800,-. W. Lambert,
Joh. de Kortstraat 43, Eer-
sel.

17 complete JAARGANGEN
RE te koop aangeboden
tegen f 5,- per jaargang.
Tel. 023 - 31 38 84.

TAPARECORDER Uher
Royal de Luxe, 2 st. platen-
sp. Thorens TD125A, 2 st.
Heco Discmaster 40 W luid-
spr. boxen, 2 st. luidspr. Ph.
Bombardon, alsmede div.
50 W verst. en luidspr. Semi-
prof. mengtafels en disco-
theken, volgens nieuw Stu-
dio Sound System. TELA-
COM elektr. en geluids-
techn., Fluwijnstr. 24, Eind-
hoven. Tel. 040 - 43 59 71.

Prof. 120 W VERST. +
afz. voorverst. + twee 60 W
boxen: f 750,-. Buisvoltme-
ter GM6017 f 80,-. Scoop
f 75,-. Toongenerator (20
kHz) f 40,-. 81 sporen stereo-
toonband, spelend, kast half
klaar f 200,-. Prof. micr.
f 90,-. 2 micr.standaards à
f 25,-. Micr.hengel f 20,-.
Alles met documentatie.
Tel. 023 - 31 45 28.

GARRARD p.u. SP25H,
nieuw, met B. + O.-element
SP8 f 250,-. 2 x 20 W Hi-Fi-
stereoversterker, nieuw,
f 200,-. 2 boxen, palissander,
40 W, Hi-Fi, 70 x 40 x 30
cm, per stuk f 100,-. Trans-
mare-tuner, nieuw, stereo,
FM - L - M - K, f 200,-.
Draadloze intercom, 2 km,
per 2 stuks f 75,-. Tokai-
Walkie-Talkie, 27 mc/s, 7-
15 km, per paar f 500,-. 2 m-
zender, 2 W, miniatuur Sem-
co f 50,-. 2 m-ontvanger,
min. Semco f 75,-. Ham-
mond-nagalmveren f 12,50.
J. L. M. Meijer, Wilhelmina-
str. 39, Epen (L.).

Personeel

Biedt zich aan: JONGE-
MAN, 27 jaar, opleiding en
ruime ervaring op het ge-
bied van elektronica, puls-
regel- en meettechniek.
Zoekt afwisselende, zelf-
standige, goed gehonoreerde
baan. Brieven onder num-
mer RE 2075.

LIPS ALUMINIUM N.V. - DRUNEN

heeft in haar modern opgezette aluminiumfabriek
dringend behoefte aan

3 regeltechnici

Zij zullen worden belast met het regeltechnisch
onderhoud van de zeer gevarieerde elektronische
apparatuur in de aluminium-sektor. Er wordt
voornamelijk in 3-ploegendienst gewerkt, met
dien verstande, dat de zondag altijd vrij is.

De gewenste opleiding: Bemetel, instrumen-
vakman, of MTS-elektrotechniek. Sollicitanten,
die de applicatie-cursus meet- en regeltechniek
volgen, genieten de voorkeur.

Behalve een goede salariëring en uitstekende
sociale voorwaarden, kan een woning binnen
redelijke termijn in het vooruitzicht worden gesteld.

Wie belangstelling heeft voor deze functie met
zeer goede toekomstmogelijkheden wordt ver-
zocht schriftelijk te solliciteren bij:
afdeling Personeelszaken Lips N.V., Drunen.



Gevraagd

Geloso- en Philips-MEM-
BRAANLUIDSPREKERS,
haspels (ex army), veldte-
lefoonkabel. Haarlem, Sten-
tor Kloosterstraat 37. Tel.
023 - 25 04 94.

„VAN PUNT NAAR VIER-
DE DIMENSIE“, door Eg-
mont Colerus. Hollandse
vertaling. L. Beerman, Gooi-
laan 153, Den Haag.

Met een personeelsadvertentie in

RADIO ELECTRONICA

*bereikt u de gehele elektronische
sector in ons land*

Advanced Semiconductor Materials N.V.

has immediate opening at our headoffice in Bilthoven for:

Commercially Oriented electronic technician

to fill vacancy of sales-coordinator between offices and customers throughout Europe.

Requirements:

- fluent command English and German.
- sales administration experience.
- age 25—40 years.

Write to: Advanced Semiconductor Materials N.V., Soestdijkseweg 328, Bilthoven, phone 030 - 78 50 45.

THE NATIONAL CASH REGISTER COMPANY

In het NCR Engineering Laboratory in Utrecht, dat zich snel uitbreidt, houdt men zich bezig met de ontwikkeling van elektronische apparatuur, zoals o.a. apparatuur voor tekenherkenning (automatisch lezen). Een leesapparatuur bestaat zowel uit analoge als digitale elektronica.

Voor het analoge gedeelte, dat in belangrijke mate de kwaliteit van het leesapparaat bepaalt, wordt gezocht een

Elektronicus

op HTS-niveau met ervaring in het ontwikkelen van analoge schakelingen.

Sollicitaties te richten aan:

NCR ENGINEERING LABORATORY

DROMMEDARISLAAN 17 — UTRECHT

TEL. 030 - 88 47 14



SIGNETICS KOMT ALS EERSTE MET IC's IN PLL

Signetics International Corporation heeft twee nieuwe geïntegreerde circuits aangekondigd, de eerste in hun soort, die als een volledig systeem op één „chip“ (67 bij 75 mm) kunnen worden beschouwd. Deze IC's kunnen de frequentie van een signaal verdubbelen en FM en AM zonder afgestemde circuits demoduleren.

Deze nieuwe produkten zijn de eerste van een groep „phase locked loop“ (PLL) lineair geïntegreerde circuits en zullen erdaags worden geïntroduceerd. Het frequentiegebied van de circuits, die worden aangeduid als NE560b en NE561b, ligt tussen 1 Hz en 30 MHz. Deze circuits werken met signalen van 100 μ V tot 1 V, doch bij voorkeur met een ingangssignaal van 5 mV. In de V.S. is de verkoopprijs per 100 of meer \$ 18 voor de NE 560b en \$ 22 voor de NE561b. De prijzen voor Europa zullen binnenkort worden bekend gemaakt.

COMMUNICATIE OP HOOG NIVEAU IN ARNHEM

Op het terrein van de KEMA staat het hoogste bouwwerk van Arnhem en omgeving. Deze 108 meter hoge blikvanger is een betonnen toren, gebouwd voor de Samenwerkende Elektriciteits Productiebedrijven (SEP), als een centraal punt in het bewakingsnet voor het sterkstroom koppelnet.

Daar in dit gebied de ontvangst der beide Nederlandse TV-netten te wensen overliet, kwam de PTT op het idee met de SEP te gaan onderhandelen over het reserveren van ruimte in de toren ten behoeve van televisie zenders. Het resultaat was dat enkele verdiepingen beschikbaar werden gesteld en de NOZEMA aan de Duitse Standard Elektrik Lorenz ITT (SEL) de opdracht gaf twee televisiezenders te leveren, met een vermogen van 2 kW ieder. De zenders worden momenteel geïnstalleerd door Ships Radio Service, Schiedam, in samenwerking met SEL. Het betreft modern opgezette apparatuur waarin men dank zij een uitgebreid gebruik van transistoren tevergeefs naar radio-buizen zal zoeken. Voor het uitsralen van de opgewekte energie dient een door de Italiaanse firma Complementi Elettronici vervaardigde antenne-installatie. Deze omvat een 10 meter hoge antennemast, die als één geheel boven op de toren moest worden geplaatst.

NIEUWE VERTEGENWOORDIGING

Klaasing Electronics heeft de vertegenwoordiging verkregen van de Franse fabriek SFER-NICE. Deze fabriek maakt o.a. metaalfilmweerstand, kool- en draadgewonden potentiometers, cermet trimpotmeters, precisie draadgewonden weerstanden, weerstanden voor grotere vermogens en dunne filmschakelingen.

MTS-ers et

De Centrale Directie der PTT vraagt voor de Centrale Afdeling Transmissie technisch personeel met diploma MTS, afd. Elektrotechniek

- a. voor meet- en testwerkzaamheden aan elektronische apparatuur in versterkerstations, met standplaats 's-Gravenhage Utrecht, Eindhoven of Zwolle. Aan deze functie zijn veelvuldig meerdaagse dienstreizen verbonden.
- b. om opgeleid te worden tot tekenaar ten behoeve van ontwikkeling, montage en onderhoud versterkerstations, met standplaats 's-Gravenhage.

Leeftijd voor de in a en b genoemde functies bij voorkeur tussen 21 jaar en 30 jaar.

Vestiging in of in de naaste omgeving van vorengenoemde standplaatsen is vereist. Het aanvangssalaris bedraagt tussen f 707,- en f 877,- bruto per maand, afhankelijk van leeftijd en ervaring. De AOW-premie komt voor Rijksrekening. De vakantie-uitkering bedraagt 6% van het jaarsalaris. Na de verplichte opleiding bestaan goede promotiekansen. Schriftelijke sollicitaties te richten aan het bureel Personeelszaken van de hoofddirectie Telegrafie en Telefonie, De Ruyterstraat 5 te 's-Gravenhage.



**CENTRALE
DIRECTIE**

700529

THE BRITISH EMBASSY in THE HAGUE

invites applications for the post of Commercial Officer in the Commercial Department of the Embassy.

The Commercial Officer will be one of a team of seven. His main duties will be to advise British exporters about sales prospects for their products in the Netherlands and to help them to meet prospective agents, distributors and customers. The work requires a high degree of initiative and the ability to work effectively with little supervision.

Applicants may be of Dutch or British nationality. They must be fluent in speaking and writing Dutch and English. They should not be over 35 years of age and should already have had commercial experience with a Dutch company, preferably, but not necessarily, dealing in electrical or electronic products, technical or scientific instruments or other capital equipment. They should already be earning a salary of upwards of Fls. 1500 a month.

An applicant holding a recognised commercial diploma would have an advantage.

The appointment, after satisfactory probation and subject to options for earlier termination on either side, would be for a period of from five to ten years.

Applications should be made in writing, in English, to the First Secretary (Commercial), The British Embassy, Lange Voorhout 10, The Hague, stating age, qualifications and experience. Applications will be acknowledged and applicants informed whether they will be required to attend for interview.

Applicants should be prepared to supply references as to character and qualifications when requested.



**TECHNISCHE HOGESCHOOL
EINDHOVEN**

**AFDELING DER
ELEKTROTECHNIEK**

Bij de groep elektromechanica bestaat plaatsings-
mogelijkheid voor een

HTS-er-E.

die in samenwerking met wetenschappelijke en
technische medewerkers van de groep betrokken
zal worden bij onderzoek op het gebied van de
sturing van elektrische machines door middel van
halfgeleiderschakelementen.

Nadere inlichtingen kunnen worden verkregen bij
ir. P. van Oosterhoudt, telefoon 040 - 43 32 22, toe-
stel 3569, b.g.g. toestel 3555.

Schriftelijke sollicitaties met vermelding van num-
mer V 2034 te richten aan het hoofd van de cen-
trale personeelsdienst van de technische hoge-
school, Insulindelaan 2, Eindhoven.

MEDISCHE INSTRUMENTENHANDEL

EIGA N.V.

TE DEN HAAG

heeft interessante functies met goede
toekomstmogelijkheden beschikbaar voor

Elektronici

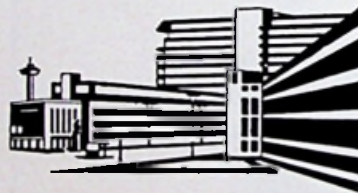
Opleiding elektronica-technicus NERG.
Rijbewijs BE. Leeftijd tot 30 jaar.

Sollicitaties en inlichtingen

Eikstraat 1, telefoon 070 - 60 19 21.

*Met een personeelsadvertentie in
RADIO ELECTRONICA
bereikt u de gehele elektronische
sector in ons land*

**ACADEMISCH
ZIEKENHUIS
DIJKZIGT
ROTTERDAM**



Voor het THORAXCENTRUM vragen wij een

hts-er-e

De taak zal gericht zijn op afregel-, ontstorings- en
onderhoudswerk ten behoeve van de apparatuur
op medisch gebied.

De kandidaat zal in een team met artsen en verpleeg-
kundigen werkzaam zijn.

Daarom wordt van hem verwacht dat hij zowel in
teamverband als zelfstandig kan werken, initiatief
bezit en bereid is om onregelmatige diensten te
verrichten.

Salaris volgens rijksregeling nader overeen te komen.
De premie AOW/AWW komt ten laste van het
ziekenhuis.

Sollicitaties te richten aan het hoofd van de afdeling
personeelszaken, Dr. Molewaterplein 40, Rotterdam,
onder vermelding van het vacaturenummer MN/ 58

WIJ ZIJN EEN SNEL GROEIENDE FIRMA OP HET GEBIED VAN AUDIO-VISUELE APPARATUUR

Ter uitbreiding van onze service-afdeling
zoeken wij op korte termijn een

Radiotechnicus

Onze gedachten gaan uit naar een enthousiaste medewerker
met een ruime praktische ervaring, goede contactuele eigenschappen
en een redelijke kennis van de Engelse taal.

Minimumopleiding radiomonteur NERG.

Niet jonger dan 25 jaar.

Geboden wordt een zelfstandige en zeer gevarieerde functie
met een goede honorering en, bij gebleken geschiktheid,
zeer veel kansen om mee te groeien.

Sollicitaties, die uiteraard vertrouwelijk zullen worden behandeld,
schriftelijk of mondeling na telefonische afspraak aan

TANDBERG RADIO N.V.,

Stationsweg 76, Den Haag. Tel. 070 - 64 29 33.

NEDERLANDSE OMROEP STICHTING

DE TECHNISCHE DIENST — TELEVISIE — met rond 500 medewerkers,
belast o.m. met het ontwerpen, installeren, bedienen en onderhouden van
beeld-, geluid- en filminstallaties voor kleuren-televisie-studio's zoekt een

Technisch medewerker

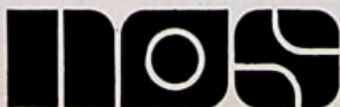
niveau HTS-elektronica ten behoeve van de

afdeling Ontwerp

Hij zal na een inwerkperiode worden belast met het zelfstandig ontwerpen
en samenstellen van projecten, gebruik makend van standaard-apparatuur
en/of zelf ontwikkelde onderdelen.

Naast kennis van de elektronica is een goed inzicht vereist in het gebruik
van de omvangrijke technische uitrusting.

Daartoe wordt een veelvuldig contact met de gebruikers onderhouden.



Uw schriftelijke sollicitatie kunt u zenden aan de afd. Personeelvoorziening
N.O.S., Postbus 10 te Hilversum onder nr. TT/8.



Technische Hogeschool Delft

Bij het Laboratorium voor Elektronische Instrumentatie van de Afdeling der Elektrotechniek kan worden geplaatst een

Elektronicus

met belangstelling voor het onderwijs.

Zijn taak zal in hoofdzaak bestaan uit het assisteren van de met het onderwijs belaste medewerker. Dit houdt o.a. in het behulpzaam zijn bij het verzorgen van collegedictaten en het ontwerpen en uitvoeren van collegedemonstraties. Daarnaast zal ook tijd beschikbaar zijn voor research.

De gedachten gaan uit naar een elektronicus met HTS- of daaraan gelijkwaardig diploma.

Nadere inlichtingen kunnen worden ingewonnen bij drs. R. J. Veen, tel. 01730 - 3 32 22, toestel 6518, b.g.g. 6466.

Salariëring volgens rijksregeling, afhankelijk van opleiding, leeftijd en ervaring.

A.O.W.-premie komt voor rekening van de Technische Hogeschool.

Directe opneming in welvaartsvast-pensioenfonds.

Schriftelijke sollicitaties te richten aan het Hoofd van de Afdeling Personeelszaken, Julianalaan 134 te Delft, onder vermelding van nr. E 7008/43059 in de rechterbovenhoek van de brief.



NUCLEAR-CHICAGO EUROPA N.V.

A SUBSIDIARY OF G. D. SEARLE & CO.

vervaardigt complexen kernfysische meetapparatuur. Ter uitbreiding van onze afdeling final test zoeken wij een

Elektronicus

voor de eindcontrole en afregeling.

Vereist niveau ETS, MTS of NERG. Ervaring in digitale en analoge pulstechnieken strekt tot aanbeveling.

Wij verzoeken reflectanten die een toekomst zien in ons middelgroot, snelgroeiend bedrijf, hun sollicitatie te richten aan

NUCLEAR CHICAGO EUROPA N.V.

Donker Curtiusstraat 7, Amsterdam-W.

Telefoon (020) 16 26 66, toestel 02.

TECHNISCHE HOGESCHOOL



TWENTE

Afdeling der Elektrotechniek.
Bij de leerstoel meettechniek en instrumentatie (prof. ir. D. Bosman) is plaats voor een

HTS'er (E)

die zal worden belast met:

- assistentie bij de practica in het laboratorium;
- onderzoek van en metingen aan (elektronische) schakelingen en componenten bestemd voor meetapparatuur.

Inpassing geschiedt in het rangenstelsel voor technisch ambtenaar.

Sollicitatiebrieven met vermelding van personalia en verkregen ervaring te richten aan de afdeling personeelszaken van de hogeschool, postbus 217 te Enschede, met vermelding van no.

EL 7031

NIEUW VAN ANALOG DEVICES.

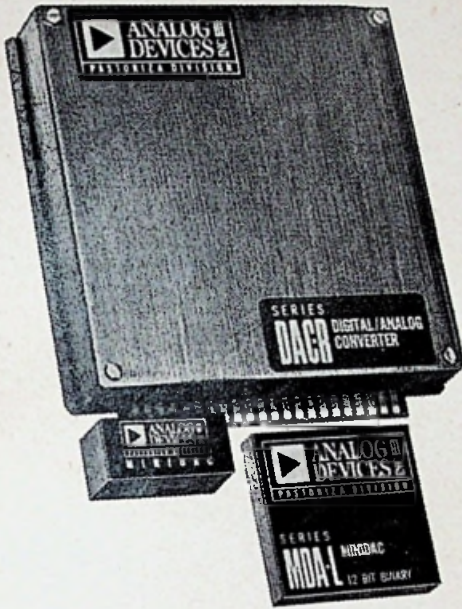


Model 260: Non inverting input chopper-versterker. Ingangsimpedantie: $10^9 \Omega$, drift: $0,1 \mu V/^\circ C$ en $10 pA/^\circ C$. Ruis: $0,15 - 0,4 \mu V$ rms. De totale gecombineerde drift over een bereik van $10^\circ C$ bij een bronimpedantie van $10 k\Omega$ is minder dan $2 \mu V$.

Prijs voor type J en K resp.: **f 283,— en f 355,—**

Model 184: Chopperless low drift differential operational amplifier. $1,5-0,5$ of $0,25 \mu V/^\circ C$. Ruis: $1 \mu V$ t-t DC.

Prijs per stuk (1 - 9) resp.: **f 216,—, f 288,— en f 360,—**



DAC15-R: 15 bit D/A-converter compleet met interne referentie, laddernetwerk, ingangsregister en uitgangsversterker. **UITGANGSTRANSIENTS KLEINER DAN 1 LSB (LEAST SIGNIFICANT BIT).**

Prijs: **f 4 750,—**

DAC-10H: 8 of 10 bit D/A-converter geheel compleet met o.a. interne referentie, ladder en schakelaars. Is intern door de fabriek afgeregeld tot $0,05 \%$ nauwkeurig en kan hierdoor zonder meer in de schakeling worden opgenomen. De vereiste voedingsspanning is $\pm 15 V$.

Prijs: **f 360,—**

μ -DAC: Monolytische D/A-omzetter voor 8, 10, 12 of 16 bits. Momenteel enige monolytische D/A op de markt. Deze uitvoering blijft over het gehele temperatuurbereik, $-55^\circ C$ tot $+125^\circ C$ binnen 1 LSB nauwkeurig.

MDA-F. Zeer snelle 8 of 10 bit D/A-omzetter. Settling time: 40 nanosec. ($0,05 \%$ of final value).

Prijs: circa **f 1 600,—**



Hierlangs afknippen.

Naam :
 Titel : Afd.:
 Firma/Inst. :
 Tel. :
 Straat :
 Woonplaats :

Indien u nog speciale wensen heeft, kunt u deze hieronder kenbaar maken.



KLAASING ELECTRONICS n.v.

SARPHATISTRAAT 52
 AMSTERDAM - C
 Tel.: 020 - 92 84 44/92 84 45

Uitvoerige documentatie, welke U telefonisch of door middel van afgedrukte antwoordkaart kunt aanvragen, zullen wij U graag toezenden.

KLAASING ELECTRONICS N.V.

Sarphatistraat 52,
 Amsterdam-C.
 Tel. 020 - 92 84 44 en 92 84 45.



kan ongefrankeerd worden verzonden



ANTWOORDKAART

MACHTIGING 1820

AMSTERDAM 1004



KLAASING ELECTRONICS N.V.

SARPHATISTRAAT 52
AMSTERDAM - C
Tel.: 020 - 92 84 44/ 92 84 45
Telex: 1 64 34

U KUNT DE VOOR U INTERESSANTE DOCUMENTATIE VIA ONDERSTAANDE ANTWOORDKAART AANVRAGEN DOOR HET CORRESPONDERENDE HOKJE AAN TE KRUISEN.

ALGEMENE LITERATUUR EN APPLICATIES

