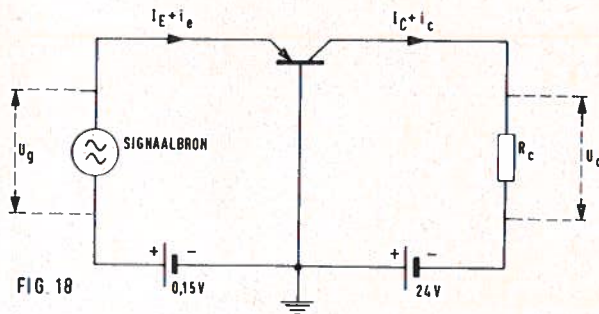




15 SEPTEMBER 1964

(Vervolg van blz. 139)

In het meinummer van deze jaargang is met enkele getalvoorbeelden aange-  
toond, dat een transistor in staat is een zeer behoorlijke vermogensversterking  
te leveren. We willen hier nu eerst de berekeningswijze wat algemener stellen.



Daarvoor gaan we uit van figuur 18 en van de reeds eerder gegeven formule (2):

$$i_c = \alpha_{FB} \cdot i_e$$

Hiermeer wordt uitgedrukt, dat de wisselstroomcomponent  $i_c$  in het collector-  
circuit gelijk is aan het product van de stroomversterkingsfactor  $\alpha_{FB}$  en de  
wisselstroomcomponent  $i_e$  in het emittercircuit. Deze laatste wordt veroorzaakt  
door de wisselspanning op de uitgangsklemmen van de signaalbron en is  
gegeven door:

$$i_e = \frac{u_g}{r_e} \dots \dots \dots (3)$$

Hierin is  $U_g$  de wisselspanning van de signaalbron en  $r_e$  de wisselstroomwee-  
erstand tussen de emitter en basis-aansluiting van de transistor.

Wellicht ten overvloede wijzen wij er op, dat bij de berekening van een wis-  
selstroomcomponent in een gelijkstroomcircuit, de wisselstroomweerstand van  
de gelijkstroombron nul gesteld wordt, tenzij de waarde hiervan uitdrukkelijk  
gegeven is. Gemakshalve wordt in dit voorbeeld ook de inwendige weerstand  
van de signaalbron verondersteld verwaarloosbaar klein te zijn.

Voor het vinden van een algemene formule voor de spanningsversterking van  
de transistor gaan we de waarde van  $i_e$  volgens (3) substitueren in (2), zodat:

$$i_c = \alpha_{FB} \frac{u_g}{r_e} \dots \dots \dots (4)$$

Deze wisselstroomcomponent veroorzaakt over de weerstand  $R_c$  in het collectorcircuit een wisselspanning:

$$u_c = \frac{i_c}{R_c} \dots \dots \dots (5)$$

Uit de buizentechniek is het misschien nog bekend, dat een dergelijke berekeningswijze voor de uitgangsspanning alleen toegepast mag worden als de inwendige wisselstroomweerstand van het collectorcircuit relatief groot is ten opzichte van de uitwendig aangebrachte collectorweerstand  $R_c$ . Het collectorcircuit van de transistorschakeling, welke we hier in ogeschouw nemen, is wat dit betreft te vergelijken met het anodecircuit van een penthode-buis.

Bij de behandeling van de  $I_c - U_{CE}$  karakteristieken komen we hierop nog uitvoerig terug. Dan zal blijken, dat voor de betreffende schakeling de inwendige weerstand veel hoger is dan de  $10 \text{ k}\Omega$  van  $R_c$ , zodat we met een gerust hart formule (5) kunnen gebruiken voor de berekening van  $F_u$ . Substitutie van (4) in (5) geeft :

$$u_c = \alpha_{FB} \frac{R_c}{r_E} u_g$$

Beide zijden van deze vergelijking gedeeld door  $u_g$  geeft:

$$\frac{u_c}{u_g} = \alpha_{FB} \frac{R_c}{r_E}$$

Hier hebben we een uitdrukking gekregen voor de verhouding tussen uit- en ingangsspanning, hetgeen per definitie de spanningsversterking  $A_v$  van de transistorversterker is, zodat we kunnen schrijven :

$$A_v = \alpha_{FB} \frac{R_c}{r_E} \dots \dots \dots (6)$$

De spanningsversterking van de gegeven transistorschakeling is dus gelijk aan het product van de stroomversterkingsfactor  $\alpha_{FB}$  van de transistor en de verhouding tussen de uitwendige collectorweerstand  $R_c$  en de inwendige wisselstroomweerstand  $r_E$  van het emittercircuit.

De stroomversterking  $A_i$  is in feite reeds gegeven door formule (2), want daaruit kunnen we zonder meer afleiden, dat:

$$A_i = \frac{i_c}{i_E} = \alpha_{FB} \dots \dots \dots (7)$$

En tenslotte kunnen we voor de vermogensversterking  $G$  schrijven:

$$G = A_v \cdot A_i = \alpha_{FB}^2 \frac{R_c}{r_E} \dots \dots \dots (8)$$

We hopen met deze afleidingen te hebben aangetoond, dat de berekening van de versterking van een transistorschakeling een zeer eenvoudige zaak is en zeker niet ingewikkelder dan bij buizenschakelingen.

Eerlijkheidshalve moeten we hier wel aan toevoegen, dat bij de afleidingen wat meer vereenvoudigingen zijn toegepast dan aangegeven zijn. Voor een groot deel van de praktische toepassingen zijn deze vereenvoudigingen echter volledig verantwoord. Ze doen niet onder voor dezelfde soort vereenvoudigingen, welke gebruikt worden in de buizentechniek, om tot handzame formules te komen.

Ook daar calculeert men niet in elke berekening de invloed van de inwendige weerstanden en capaciteiten.

Toegegeven zij ook nog, dat de berekende schakeling op zichzelf weinig praktisch is. Er komen daarin twee batterijen voor, waarvan één met de wel zeer ongebruikelijke spanning van 0,15 V. Ook zal de lage ingangsweerstand van  $15 \Omega$  van de versterkertrap vaak moeilijkheden opleveren. Deze bezwaren zijn hart formule (5) kunnen gebruiken voor de berekening van  $F_{u_c}$ . Substitutie van echter gemakkelijk te ondervangen, maar voordat we daarop ingaan moeten we ons eerst wat verder verdiepen in de schakelmogelijkheden van de transistor.

### 9. De drie principiële schakelmogelijkheden.

Aan een transistorschakeling kunnen we een in- en uitgangscircuit toekennen. Daar de transistor slechts drie aansluitingen heeft, zullen de beide circuits steeds één aansluiting gemeenschappelijk hebben. Afhankelijk van welke elektrode men hiervoor neemt spreekt men van een: schakeling met *gemeenschappelijke basis, emitter of collector*. Daar de gemeenschappelijke elektrode meestal — althans voor wisselspanningen — aan aarde wordt gelegd, spreekt men ook wel van:

geaarde basisschakeling (afgekort g.b.);

geaarde emitterschakeling (afgekort g.e.);

geaarde collectorschakeling (afgekort g.c.).

De laatste schakelmogelijkheid staat ook bekend onder de benaming *emittervolger*.

In figuur 19 zijn de drie schakelwijzen schematisch voorgesteld.

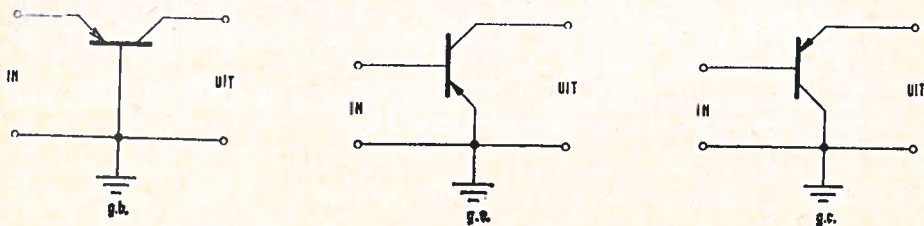


FIG.19

### 10. Verband tussen de stromen in de g.b.-schakeling.

Het verband tussen de stromen in deze schakeling is reeds behandeld in paragraaf 8. We volstaan hier met een herhaling van de belangrijkste formule:

$$I_c = \alpha_{FB} I_E + I_{CBO} \dots\dots\dots (1)$$

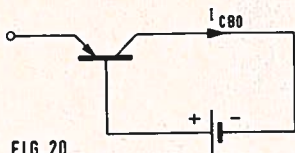


FIG. 20

Hierin is:

$I_C$  = collector gelijkstroom;

$I_E$  = emitter gelijkstroom;

$I_{CBO}$  = lekstroom in het collectorcircuit als de negatieve pool van een batterij wordt verbonden met de collector en de positieve met de basis, terwijl de emitter onaangesloten blijft (figuur 20). De grootte van deze lekstroom is afhankelijk van het transistormateriaal (germanium of silicium), de aangelegde spanning en de temperatuur. Een typische waarde van  $I_{CBO}$  voor een germaniumtransistor bij 25 °C en  $U_{BC} = 6$  V is  $4 \mu A$  en voor een siliciumtransistor onder dezelfde omstandigheden  $0,01 \mu A$ . Bij elke 10 °C temperatuurverhoging verdubbelen deze waarden ongeveer en kunnen dus bij 55 °C opgelopen zijn tot  $32 \mu A$  voor de ge-transistor en tot  $0,08 \mu A$  voor een si-transistor.

$\alpha_{FB}$  = de stroomversterkingsfactor. De waarde ervan zal, afhankelijk van het transistortype, de productie-spreiding en de veroudering, liggen tussen 0,950 en 0,995. Si-transistors hebben in het algemeen een lagere stroomversterkingsfactor dan ge-transistors.

Als op  $I_E$  een wisselstroom  $i_\epsilon$  gesuperponeerd wordt, verschijnt deze component  $\alpha_{FB}$  maal *versterkt* in het collectorcircuit. De lekstroom  $I_{CBO}$  behoudt hierbij in het algemeen een constante waarde en draagt dus niets bij tot de wisselstroomcomponent in het collectorcircuit. Bijgevolg kunnen we voor de wisselstroom  $i_c$  in het collectorcircuit schrijven:

$$i_c = \alpha_{FB} i_\epsilon \dots\dots\dots (2)$$

Het belang van de formules (1) en (2) hebben we reeds in paragraaf 8 gezien. In de volgende paragrafen zullen we zien, dat ze eveneens een goed uitgangspunt vormen voor de bepaling van de stroomverbanden in de twee andere basisschakelingen.

11. Verband tussen de stroom in de g.e.-schakeling.

Bij deze schakelwijze beïnvloedt de signaalbron de basisstroom en verschijnt het versterkte signaal in het collectorcircuit. Van belang bij deze schakeling is daarom het verband tussen de collector en de basisstroom. Om dit te vinden passen we eerst de wet van Kirchhoff toe op de drie transistorstromen en vinden dan:

$$I_E = I_B + I_C$$

Dit gesubstitueerd in formule (1) geeft:

$$I_C = \alpha_{FB} (I_B + I_C) + I_{CBO}$$

$$I_C = \alpha_{FB} I_B + \alpha_{FB} I_C + I_{CBO}$$

$$I_C - \alpha_{FB} I_C = \alpha_{FB} I_B + I_{CBO}$$

$$(1 - \alpha_{FB}) I_C = \alpha_{FB} I_B + I_{CBO}$$

$$I_C = \frac{\alpha_{FB}}{1 - \alpha_{FB}} I_B + \frac{1}{1 - \alpha_{FB}} I_{CBO} \dots\dots\dots (9)$$

Om deze laatste formule verder te vereenvoudigen stellen we:

$$\frac{\alpha_{FB}}{1 - \alpha_{FB}} = \alpha_{FE} \dots\dots\dots (10)$$

en (9) wordt dan:

$$I_C = \alpha_{FE} I_B + \frac{1}{1 - \alpha_{FB}} I_{CBO} \dots\dots\dots (11)$$

Hieruit blijkt, dat de collectorstroom wordt gevormd door  $\alpha_{FE}$  maal de basisstroom plus nog iets wat we kunnen beschouwen als een lekstroom.

Afgezien van deze lekstroom, waar we straks nog op terugkomen, kunnen we dus stellen, dat de collectorstroom bestaat uit een  $\alpha_{FE}$ -maal versterkte basisstroom. Men noemt  $\alpha_{FE}$  dan ook de *stroomversterkingsfactor in de g.e.-schakeling*.

In tegenstelling tot de stroomversterkingsfactor  $\alpha_{FB}$  van de g.b.-schakeling is hier wel degelijk sprake van stroomversterking.

Is bijv.  $\alpha_{FB} = 0,99$  dan is:

$$\alpha_{FE} = \frac{0,99}{1 - 0,99} = 99$$

De basisstroom komt in dit geval dus praktisch 100-maal versterkt in de collector terecht. Dit is een heel prettige eigenschap van de g.e.-schakeling en het is vooral daarom zo jammer, dat we omtrent de lekstroom in deze schakeling minder prettige mededelingen moeten doen.

Als bijv. de lekstroom in de g.b.-schakeling  $I_{CBO} = 4 \mu A$  en  $\alpha_{FB} = 0,99$ , dan is de lekstroom in de g.e.-schakeling blijkens formule (11):

$$\frac{1}{1 - \alpha_{FB}} I_{CBO} = \frac{1}{1 - 0,99} 4 \mu A = 100 \times 4 \mu A = 400 \mu A$$

Behalve de basisstroom komt dus ook de lekstroom 100 maal versterkt in de collector terecht. Dit is iets wat we niet willen, want door de sterke afhankelijkheid van de temperatuur kan de toch al grote waarde van  $400 \mu A$  nog veel verder oplopen en ernstige werkpuntverschuivingen veroorzaken. Gelukkig zijn hier echter maatregelen tegen te treffen, waardoor de g.e.-schakeling toch een aantrekkelijke versterkerschakeling blijft. Deze maatregelen zullen we bij de instelling van de transistor behandelen.

De lekstroom in de g.e.-schakeling kunnen we meten door de positieve pool

van een batterij aan de emitter en de negatieve pool aan de collector te leggen, terwijl de basis onaangesloten blijft. (Zie figuur 21).

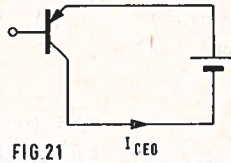


FIG 21

Dan is  $I_B = 0$  en volgens (11) is dan:

$$I_C = \frac{1}{1 - \alpha_{FB}} I_{CBO}$$

Deze waarde van  $I_C$  definiëert men als *collector-lekstroom in de g.e.-schakeling* met als symbool  $I_{CEO}$  en we kunnen dus schrijven:

$$\frac{1}{1 - \alpha_{FB}} I_{CBO} = I_{CEO} \quad \dots\dots\dots (12)$$

Dit ingevuld in formule (11) geeft:

$$I_C = \alpha_{FE} I_B + I_{CEO} \quad \dots\dots\dots (13)$$

Dit is de hoofdformule voor de g.e.-schakeling, waar we nog veel gebruik van zullen maken, evenals van de definities van  $\alpha_{FE}$  en  $I_{CEO}$ , respectievelijk (10) en (12).

Daar  $I_{CEO}$  in het algemeen een constante waarde heeft doet deze component niet mee aan het wisselstroomgedrag van de transistor. Voor het verband tussen de wisselstromen kunnen we daarom schrijven:

$$i_c = \alpha_{FE} i_b \quad \dots\dots\dots (14)$$

Een op de basis-gelijkstroom gesuperponeerde wisselstroom  $i_b$  verschijnt dus  $\alpha_{FE}$ -maal versterkt in het collectorcircuit.

12. *Verband tussen de stromen in de g.c.-schakeling.*

Bij deze schakeling geïnvloedt de signaalbron de basisstroom en wordt ook versterkte signaal van het emittercircuit betrokken. Van belang is hier dus, het verband tussen emitter- en basisstroom. Om dit te vinden schrijven we weer op gezag van Kirchhoff:

$$I_E = I_C + I_B$$

Vullen we hierin de waarde  $I_C$  volgens (13), dan is:

$$\begin{aligned} I_E &= \alpha_{FE} I_B + I_{CEO} + I_B \\ I_E &= (\alpha_{FE} + 1) I_B + I_{CEO} \quad \dots\dots\dots (15) \end{aligned}$$

De emitterstroom bestaat dus uit een  $(\alpha_{FE} + 1)$ -maal versterkte basisstroom plus eenzelfde lekstroom als de g.e.-schakeling. Daar deze laatste weer niet mee doet aan het wisselstroomgedrag, kunnen we voor het wisselstroomverband schrijven:

$$i_E = (\alpha_{FE} + 1) i_b \quad \dots\dots\dots (16) \quad \text{(wordt vervolgd)}$$

# Theorie der ELEKTRICITEIT

64-072

voor de vakman en de monteur

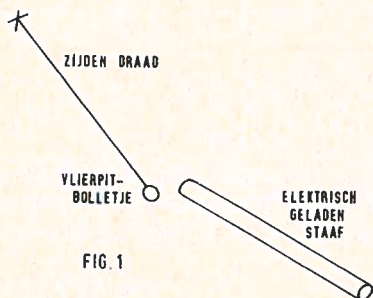
door E. Lektron

## Wat is elektriciteit?

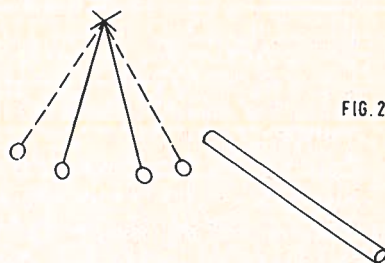
Een moeilijk te beantwoorden vraag? Toen men vóór het jaar 1500 het woord „electriciteit” nog niet kende, moest men de onweersverschijnselen maar nemen voor wat ze waren; men had nog geen begrip omtrent het ontstaan van elektrische vonken.

Wel was uit de oudheid (600 j. v. Chr.) bekend, dat barnsteen (in het grieks: *elektron*), wanneer het gewreven werd, de eigenschap verkreeg lichte voorwerpen, als stukjes papier aan te trekken en daarna af te stoten.

Omstreeks 1540 hield de engelse geneesheer William Gilbert zich veel bezig met onderzoekingen op dit gebied. Hij ontdekte dat naast barnsteen vele andere stoffen, zoals zwavel, glas en hars door wrijving met bepaalde doeken ook in deze toestand te brengen waren. Naar het woord „elektron” ging men spreken van *elektriciteit* en van *elektrische verschijnselen*. Men zei, dat de gewreven stof in een *elektrische toestand* kwam of *met elektriciteit geladen* werd. Een niet-geladen lichaam noemde men *neutraal*. Hoe toonde men aan, dat ze deze verandering hadden ondergaan?



Men hing een vlierpitbolletje op aan een zijden draad. Een glazen staaf, welke met een zijden of wollen lap gewreven was, hield men bij het vlierpitbolletje, dat dan door de staaf werd aangetrokken; fig. 1. Had er aanraking plaats gehad, dan werd het bolletje afgestoten. Wanneer men twee bolletjes elk aan een zijden draadje ophing, dan zag men hetzelfde gebeuren; waren beide bolletjes door de staaf aangeraakt, dan gingen ze ook elkaar afstoten; fig. 2.



De proef werd ook genomen met een koperen staaf, waaraan een glazen handvat was bevestigd. Werd zo'n koperen staaf met een kattevel geslagen, dan bleek deze staaf dezelfde eigenschappen te verkrijgen. Wordt de koperen staaf even met de vinger aangeraakt, hetzij op het gewreven gedeelte, hetzij op een andere plek, dan blijkt ze het vermogen direct verloren te hebben; de staaf bleek dan dus *onladen* te worden. Alle metalen bleken zich te gedragen als koper.

Op grond hiervan werden de stoffen verdeeld in twee groepen:

a. de *goede geleiders*, dat zijn die stoffen als koper, waarbij de elektriciteit zich over het gehele lichaam verdeelt en bij



aanraking met de vinger zich aan ons lichaam en aan de aarde meedeelt, en b. de *slechte geleiders of isolatoren* als glas, waarbij de elektriciteit zich alleen op de gewreven plaats bevindt.

Goede geleiders zijn: alle metalen, het menselijk lichaam, de aarde, water, vochtige lucht, katoen en linnen, alsmede de zuren en de zoutoplossingen.

Slechte geleiders zijn: barnsteen, glas, eboniet, lak, zijde, schellak, zwavel, droge lucht, paraffine, caoutchouc, bakeliet, porselein, plasticen.

### § 2. Twee soorten lading.

Op een isolerend statief wordt een glasstaaf gelegd, welke met een zijden doek is gewreven; zie fig. 3. Daarna wordt eenzelfde glasstaaf in de nabijheid van de eerste gebracht, die zich dan al draaiende van de tweede verwijderd. De staven stoten elkaar af.

Naderen we de glasstaaf met een ebonieten staaf, welke met een kattevel gewreven is, dan zien we dat de staven elkaar aantrekken.

Leggen we de ebonieten staaf op het statief en naderen we deze met een andere, eveneens gewreven ebonieten staaf, dan stoten de staven elkaar ook af.

Deze proeven worden door Dufay in 1733 met verschillende stoffen genomen en hij ging spreken van „glas-elektriciteit” en van „hars-elektriciteit”; in 1750 voerde Franklin de benaming *positieve en negatieve lading* in.

Uit de waargenomen verschijnselen onderkende men de eigenschap:

*Twee gelijknamig geladen lichamen stoten elkaar af, twee ongelijknamig geladen lichamen trekken elkaar aan.*

Het blijkt, dat niet alleen het gewreven voorwerp elektrisch geladen wordt, maar ook het wrijfmiddel (de zijden of wollen doek, het kattevel).

*Twee lichamen krijgen door wrijving te-*

*gen elkaar een even grote, maar tegengestelde lading.*

Is het u wel eens opgevallen, wanneer u uw droge haren kamt met een ebonieten kam, dat deze kam de haren aantrekt, als u hem erboven houdt? Soms hoort u de vonken knetteren, als ze met elkaar in aanraking komen.

Als op een mooie droge winterdag uw poes bij de kachel ligt, dan moet u haar eens aaien. Niet langzaam en zachtjes, maar vlug en vooral stevig.

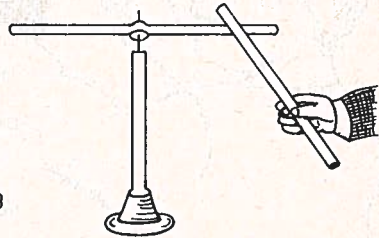


FIG. 3

De haren zullen overeind gaan staan en we horen het zwak krakend geluid van het overspringen van kleine vonkjes tussen de kat en de hand.

Houden we in een donkere kamer de knokel van een vinger bij de neus van de kat, dan kunt U in het overspringen van een vonkje van de knokel op de neus duidelijk zien.

### § 3. Elektronen-theorie.

Uit meningen, welke door *Faraday* (1791—1867) omtrent het aantrekken en afstoten van geladen lichamen werden gegeven, werd door *Maxwell* (1831—1879) een theorie opgesteld, waarvan Prof. *Lorentz* te Leiden (1892) gebruik maakte om te komen tot zijn *elektronen-theorie*.

Deze gaat uit van de volgende drie hypothesen:

a. In elk lichaam, zowel in een geleider als in een niet-geleider is een onnoemlijk groot aantal kleine deeltjes aanwezig, die een negatieve elektrische lading bezitten



en *elektronen* genoemd worden; aan de ionen zijn positieve ladingen vast verbonden. In de neutrale toestand is de negatieve lading in het lichaam even groot als de positieve.

b. In een geleider kunnen de elektronen zich vrij door het lichaam bewegen; in een niet-geleider zijn de elektronen aan bepaalde evenwichtstoestanden gebonden.

c. Twee (negatief geladen) elektronen en eveneens twee (positief geladen) ionen oefenen een afstotende kracht op elkaar uit; een elektron en een ion oefenen een aantrekkende kracht op elkaar uit.

Aan de hand hiervan kunnen verschillende verschijnselen als volgt worden verklaard:

a. Wordt een ebonieten staaf met kattevel gewreven, dan gaan elektronen van het kattevel op de staaf over, waardoor

de staaf een „overmaat” van elektronen, dus een *negatieve* lading krijgt en het kattevel een „tekort” aan elektronen en daardoor een *positieve* lading.

b. Wordt een glazen staaf gewreven met een zijden lap, dan gaan elektronen van het glas over op de zijde, waardoor het glas een positieve elektrische lading krijgt en de zijde een negatieve lading.

c. Wordt een metalen staaf aangeraakt door een negatief geladen ebonieten staaf, dan gaan elektronen van de ebonieten staaf over op de metalen staaf. Deze krijgt dan een overmaat van elektronen. Deze elektronen stoten elkaar onderling af, waardoor ze over de gehele geleider verspreid worden. De gehele geleider krijgt dus een negatieve lading. Een niet-geleider vertoont alleen een lading op de gewreven plaatsen.

d. Wordt een negatief geladen geleider

met de aarde verbonden door een geleidende draad of door ons lichaam, dan zullen tengevolge van de onderlinge afstoting zo veel elektronen zich van de geleider naar de draad en van deze zich naar de aarde begeven, dat de geleider na korte tijd neutraal is.

Heeft de geleider een positieve lading, dan worden de elektronen uit de aarde door de draad naar de geleider getrokken, waardoor ook weer de geleider na korte tijd neutraal wordt.

#### § 4. De condensator.

Een van de belangrijkste verschijnselen is wel, dat het mogelijk is een metalen oppervlak een elektrische lading te geven en te laten behouden, zelfs voor vrij lange tijd (in droge omgeving), indien men tegenover genoemd metalen oppervlak een dito oppervlak de tegenovergestelde lading geeft en deze beide oppervlakken scheidt door een of andere stof, welke de elektriciteit niet geleidt, bijv. glas of geparaffineerd papier. Al naar gelang de grootte van de oppervlakken en de dikte van de niet-geleider heeft zo'n *condensator* meer of minder opzamelingsvermogen, d.w.z. meer of minder *capaciteit*.

De verplaatsing van de elektriciteit in vorenstaande gevallen geschiedt zeer snel, zodat praktisch ogenblikkelijk de nieuwe toestand intreedt. Bij dit onderdeel van de elektrotechniek spreekt men dan ook van *statische* elektriciteit. Statisch wil eigenlijk zeggen: „in rust” (in tegenstelling met *dynamisch*, dat „in beweging” betekent). Statische elektriciteit wil dus zeggen „electriciteit in rust” en dat blijkt uit het medegedeelde, dat een opgeladen condensator haar lading heel lang behoudt als er geen aanleiding voor ontlading wordt gegeven.

#### § 5. *Spanning. Potentiaalverschil.*

Deze aanleiding is er dadelijk, als men de beide, van elkaar geïsoleerde bekleed-

sels door een metalen draad verbindt. Zelfs als men met het andere eind van de draad dicht bij de tweede plaat komt, springt er al een grotere of kleinere vonk over, al naar gelang de lading sterker en de capaciteit groter was. De aantrekkende kracht tussen de twee verschillende ladingen is dan zo groot, dat de elektronen door de lucht naar de plaat springen met het tekort aan elektronen. Tussen twee verschillende geladen voorwerpen is dus steeds een zekere *spanning* (neiging tot het verplaatsen van elektriciteit) aanwezig; men zegt, dat beide voorwerpen een verschillende *potentiaal* hebben. De grootte van dit *potentiaalverschil* wordt gemeten in *volts* (V.).

#### § 6. De vonk.

Bij het bestuderen van de vonk is gebleken, dat bij het overspringen hiervan niet precies de hoeveelheid elektriciteit wordt verplaatst, welke nodig is om de beide ladingen precies aan elkaar gelijk te maken, zodat het potentiaalverschil nul is geworden.

Er springt eerst teveel over, waardoor er neiging blijft bestaan om weer wat naar de andere kant te sturen; dit gebeurt dan ook, maar ook weer iets teveel en zo gaat het — in steeds minder wordende mate — door, tot de ladingen vereffend zijn.

Men spreekt van een *oscillerende* (heen en weer gaande) ontlading. Bij een dreigend onweer ziet men de wolken vaak in tegengestelde richting „langs elkaar wrijven”, waardoor ze „geladen” worden. De potentiaalverschillen kunnen tenslotte zo groot worden, dat vonken in de vorm van de „bliksem” overspringen; dit zijn ook steeds *oscillerende* ontloadingen.

Wordt het potentiaalverschil tussen een wolk en de aarde zo groot, dat er een vonk overspringt, dan „slaat de bliksem ergens in”. De eerste ontlading kan dan

zowel van de wolk naar de aarde als van de aarde naar de wolk zijn.

### § 7. Hoeveelheid elektriciteit.

Wanneer we spreken over het verplaatsen van elektriciteit, dan zullen we ook een „maat” moeten vinden, om deze hoeveelheid in uit te drukken. Een hoeveelheid water meten we bijv. in kubieke meters en zo zullen we ook voor elektriciteit een maat moeten hebben.

In § 1 hebben we gezien, dat twee met elektriciteit geladen vlierpitbolletjes een afstotende of aantrekkende kracht op elkaar uitoefenen. Door de natuurkundige Coulomb is in 1785 de grootte van deze kracht bepaald; hij kwam daarbij tot het resultaat dat deze kracht evenredig is met de grootte van elk der beide ladingen en omgekeerd evenredig met het kwadraat van de afstand. Noemen we de beide ladingen  $Q_1$  en  $Q_2$  en de afstand  $r$ , dan is volgens de Wet van Coulomb de onderling uitgeoefende kracht:

$$F = \frac{Q_1 \times Q_2}{r^2} \text{ dynes.}$$

(De dyne is een oude eenheid van kracht, welke weinig meer gebruikt wordt.)

Als eenheid van lading = eenheid van hoeveelheid elektriciteit is nu aangenomen:

de hoeveelheid elektriciteit in een punt, die op een tweede met een evengrote hoeveelheid geladen punt, op 1 cm afstand in de lucht geplaatst, een afstotende kracht uitoefent van 1 dyne.

Deze elektrostatiche eenheid van elektriciteit is voor de praktijk veel te klein. Men heeft dan ook de praktische *eenheid van hoeveelheid elektriciteit* ingevoerd, welke de naam heeft gekregen van *coulomb (C)*.

Op de definitie hiervan komen we later terug.

### § 8. Stroom.

Wanneer we een vat gevuld met water, dat een inhoud heeft van 1 m<sup>3</sup>, willen laten leeglopen, dan kunnen we dit doen door middel van een nauwe slang of via een wijde buis. Door de eerste zal per secunde minder water wegvloeien dan door de tweede. De hoeveelheid water, welke per sec. door de slang of de buis vloeit, noemen we de stroom. Dit kan bijv. zijn 5 liter per sec. of 25 liter per sec.

Het overeenkomstige geval vinden we bij de elektriciteit.

*De hoeveelheid elektriciteit, die per sec. door een doorsnede vloeit, heet stroom (I, van intensiteit).*

Deze hoeveelheid is overal in de keten hetzelfde.

De (praktische) *eenheid van stroom is de ampère (A)*; hierbij vloeit per sec. 1 coulomb elektriciteit door de doorsnede.

Omgekeerd kan men nu ook zeggen:

*1 coulomb is de hoeveelheid elektriciteit, welk in de tijdsduur van 1 sec door een draad vloeit, wanneer daarin een stroom heerst van 1 ampère.*

Voor hen die het interesseert zij nog vermeld, dat:

1 coulomb = 3.10<sup>9</sup> elektrostatiche eenheden van lading en

1 ampère = 3.10<sup>9</sup> elektrostatiche eenheden van stroom.

P.S. Zoals in het vorig nummer gezegd: het is voor de derde maal dat we Theorie van de Elektricitet willen gaan behandelen.

Hiermede kan men op verschillende manieren beginnen; deze keer is het langs de statische weg, omdat hierover in deel I van de VEV weinig wordt geschreven.

Bij het naslaan in jaargang 1955 vonden we op blz. 122 nog een ingezonden opmerking van een aandachtig lezer, die schreef, dat elektriciteit niet wordt „verkrege”, omdat deze altijd in de materie aanwezig is.

Wellicht kan hem daarom het vorenstaande beter bevredigen!

(wordt vervolgd)

# ELEKTRONICA

B. KIEBOOM

64-073

(Vervolg van blz. 210)

Er zijn verschillende redenen aan te wijzen, waarom men een gelijkrichterwerking wenst gedurende beide helften van iedere wisselstroomperiode. Door toepassing van twee dioden kan dit worden verkregen, waarbij de wisselspanningen in tegenfase aan de beide anodes worden toegevoerd.

Het schakelement de transformator (zie 1.5) wordt in de regel gebruikt, teneinde beide wisselspanningen te verkrijgen. De secundaire wikkeling is hiertoe van een middenaftakking voorzien (fig. 57).

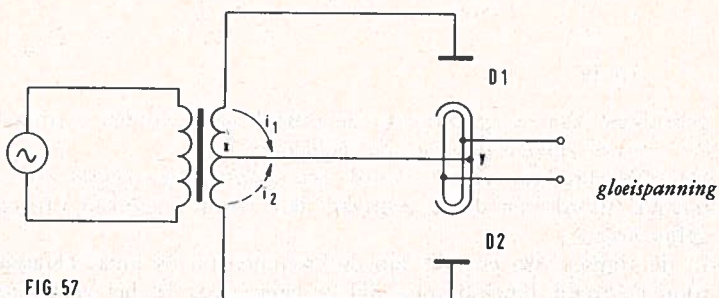


FIG 57

De gloeidraden van deze twee dioden zijn parallel geschakeld. Van iedere wisselstroomperiode zal de ene helft de diode D1 een positieve spanning geven en gedurende de andere helft zal de diode D2 positief zijn. Is de anode van D1 positief, dan is de anode van D2 negatief. Een halve periode verder is het dus net andersom, dus D2 positief en D1 negatief. Er zal een stroom gaan vloeien volgens pijl  $i_1$  als D1 positief en D2 negatief is.

Gedurende de andere helft van de periode is juist de anodespanning van D2 positief en D1 negatief, zodat in D2 anodestroom vloeit en niet in D1 (zie de gestreepte lijn  $i_2$  in fig. 57).

In de draad x-y is, zoals blijkt, de richting van de stroom gedurende beide halve perioden dezelfde. Twee stroomstoten per periode zullen in deze draad gedurende iedere periode voorkomen en beide dezelfde richting hebben. Wil men deze gelijkrichter gebruiken voor het laden van accu's, dan moeten deze dus tussen x en y worden opgenomen.

In fig. 58 a en b zijn de grafieken voor de stromen in de beide diodes voorgesteld.

In fig. 58 c is de som van beide stromen weergegeven, welke dus ook door de draad x-y vloeit.

Een zuivere gelijkstroom is dit niet, hoewel de stroom toch steeds in één bepaalde richting vloeit. Deze stroom wordt een *pulserende gelijkstroom* genoemd, of spreekt men van een *rimpel* omdat deze stroom een rimpel bevat. Door condensatoren en smoorspoelen in diverse schakelingen met de diode te

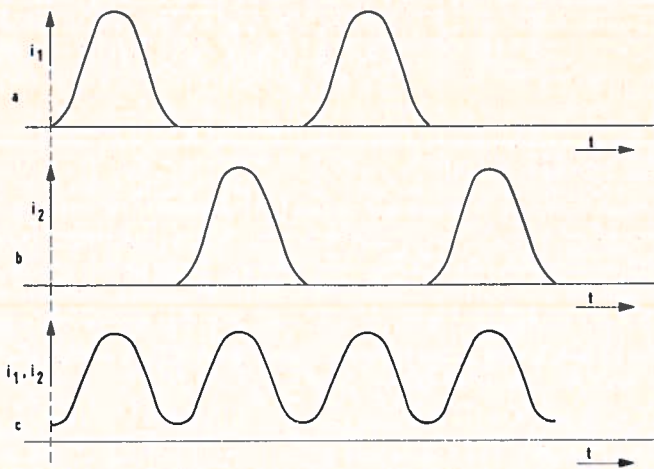


FIG. 58

gebruiken, kan de grootte van de rimpel sterk worden verminderd en wordt een vrijwel zuivere gelijkstroom verkregen.

De schakeling van fig. 57 wordt een *dubbelfasige gelijkrichterschakeling* genoemd. Wordt één diode gebruikt, dan wordt gesproken van een *enkelfasige gelijkrichting*.

In de figuren 58a en 58b zijn de krommen bij de nulas enigszins overdreven rond getekend, teneinde duidelijk te laten zien, dat het *geen halve sinusvormen* zijn, zoals misschien zou worden verwacht.

Altijd is gedacht, dat de schakeling bedoeld in figuur 57 een gelijkgerichte stroom zou laten zien bestaande uit halve sinusvormen naast elkaar geplaatst op de nullijn.

Dit laatste zou het geval zijn als de diodekarakteristiek in doorlaatrichting werkelijk in het nulpunt van het assenkruis zou beginnen. In fig. 44 is te zien dat deze kromme op de Ia-as begint.

Er zijn twee oorzaken te vinden, welke de bedoelde kromming van de halve gelijkgerichte sinusvormen rechtvaardigen.

1. Zoals besproken begint de doorlaat karakteristiek niet in het nulpunt, waardoor een gedeelte van de negatieve helft van de anodespanning wordt omgezet in een positieve anodestroom, zie hiertoe fig. 44 op blz. 206.
2. Op het moment dat de doorlaat karakteristiek de Ia-as snijdt, is deze karakteristiek nog niet recht, dit geeft in de anodestroom een vervorming welke zich als de bedoelde kromme laat zien.

Deze vervorming treedt ook op aan de top van de halve sinusvorm, als deze buiten het rechte gedeelte van de diode-karakteristiek valt.

De halve sinusvorm zou van boven worden afgeplat.

Wat zoëven is opgemerkt als zou de kromming in fig. 58a en 58b overdreven zijn getekend, blijkt in werkelijkheid dus nogal mee te vallen.

In fig. 58c is een samenvoeging van fig. 58a en 58b gegeven.

Natuurlijk ligt de nullijn dan ook lager als oorspronkelijk verwacht zou zijn.

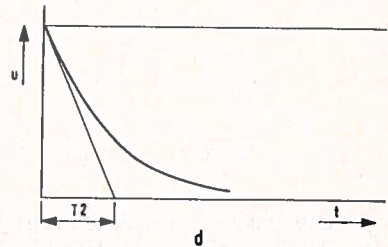
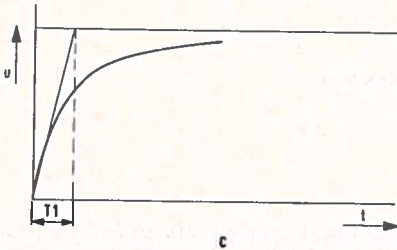
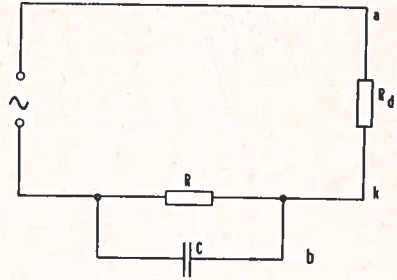
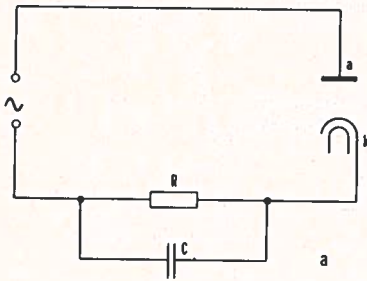


FIG. 59

*Gelijkrichterschakelingen met weerstand en condensator.*

Wordt in serie met de diode een parallelschakeling aangebracht van een weerstand R en een condensator C, dan is deze schakeling in het doorlaatgebied van de diode door een zgn. vervangingsschema weer te geven. De diode wordt dan vervangen door een weerstand  $R_d$  (d van doorlaat). Fig. 59 a en b.

De condensator C zal volgens de kromme van fig. 59 c in het doorlaatgebied worden opgeladen. De snelheid, waarmee dit plaats vindt, wordt door de tijdconstante  $T_1$  bepaald.

Volgens de theoretische elektriciteitsleer kan worden aangetoond, dat :

$$T_1 = \frac{R \cdot R_d}{R + R_d} C$$

Nu in het blokkeergebied van de diode bekeken, blijkt dat de condensator C zich over de weerstand R zal ontladen. Het verloop van deze spanning is in fig. 59 d te zien. Hier heeft men te maken met een tijdconstante:

$$T_2 = RC$$

De tijdconstanten  $T_1$  en  $T_2$  kunnen worden gewijzigd door weerstand R. Wordt R groot gekozen t.o.v. de diodedoorlaatweerstand  $R_d$ , dan zal dit tot gevolg hebben dat  $T_1$  veel kleiner is dan  $T_2$  (ga dit na).

De ontlading van de condensator zal dus langer duren dan het opladen.

Is in dit geval een wisselspanning aangesloten tussen de aansluitpunten, dan zal de condensator periodiek worden geladen en ontladen. Steeds zal vanaf het

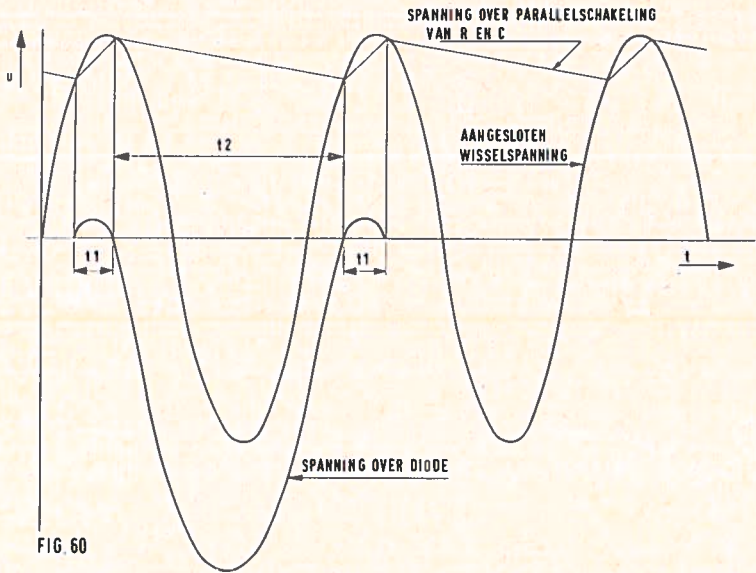


FIG. 60

moment van inschakelen een restspanning op de condensator overblijven, doordat de ontlading zo langzaam geschiedt. De condensatorspanning zal van nul tot een eindwaarde toenemen, welke iets kleiner is dan de positieve piekwaarde van de wisselspanning.

De verschillende spanningen over de onderdelen van fig. 59 zijn in fig. 60 weergegeven.

De condensator wordt geladen in het tijdsinterval  $t_1$  en ontladen in het tijdsinterval  $t_2$ .

De spanning over de diode is ontstaan uit het verschil tussen de aangelegde wisselspanning en de spanning over de condensator; in fig. 60 getekend. De grote negatieve piek geeft een bijna tweemaal zo grote negatieve spanning aan, welke over de diode staat. Deze grote momentele spanning ontstaat in de tijdsinterval  $t_2$ .

In principe bestaat de gelijkspanning over de condensator uit een gelijkspanning, waarop een zgn. *rimpelspanning* is gesuperponeerd.

Een variant van de schakeling van fig. 59 is in fig. 61 getekend.

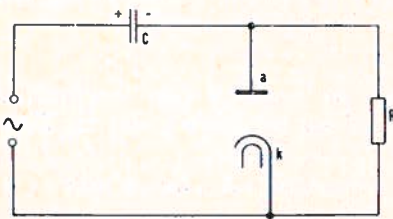
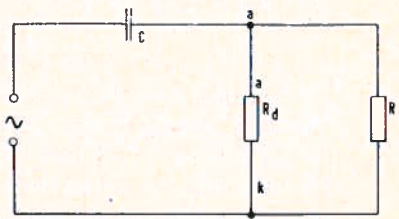


FIG. 61

a



b



De weerstand  $R$  is hier parallel geschakeld aan de diode. De aangelegde wisselspanning zal via de condensator  $C$  door de diode worden gelijkgericht. Fig. 61 b geeft de situatie weer in het doorlaatgebied.

In het doorlaatgebied van de diode is  $R_d$  kleiner dan  $R$ , de condensator zal zich snel opladen tot bijna de topwaarde van de wisselspanning. In het blokkeergebied van de diode zal de condensator zich langzaam over  $R$  ontladen.

De hierdoor ontstane spanning over  $R$  is weer het verschil van de aangelegde wisselspanning en de condensatorspanning. Bij een kleine rimpelspanning zal de spanning over de condensator bijna een gelijkspanning zijn.

Teken zelf eens voor dit geval de diverse spanningen als functie van de tijd. Een variant op fig 61 is in fig 62 gegeven, waar als uitbreiding een batterij fungeert.

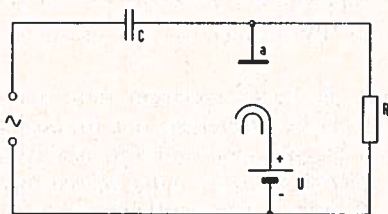


FIG 62

De kathode krijgt hier een positieve vóórspanning. De condensatorspanning is hier het verschil tussen de maximum waarde van de wisselspanning en de batterijspanning ( $U_m - U$ ). Dit is dan tevens de gelijkstroomcomponent in de spanning over de weerstand  $R$ , welke parallel aan diode en batterij is geschakeld. Beredeneer zelf het een en ander. (wordt vervolgd)

## ACHTERUIT ? vraag hulp!



Als je met zo'n zware wagen achteruit moet rijden, kan je beter even iemand vragen je te helpen. Het is maar al te vaak gebeurd, dat spelende kinderen achter zo'n wagen niet door de chauffeur werden opgemerkt.....

Maar..... dit „hulpvragen” is niet alleen nodig bij achteruitrijdende auto's, het moet bij zoveel in het leven geschieden. Door hulp te vragen kan veel narigheid worden voorkomen, zowel in de werkplaats als ook thuis. Er zijn helaas nog altijd mensen die zich schamen iets te vragen. Maar als je je moet schamen omdat je een ongeval hebt veroorzaakt, is dat heel wat erger!

## Registratie op magnetische band volgens het Ampex-systeem.

### *Inleiding.*

Sinds de geluidsoptname op magneetband algemene toepassing heeft gevonden is men zoekende om ook het TV-signaal op band te kunnen vastleggen. Dit hoofdzakelijk vanwege de snelle reproduceerbaarheid en de mogelijkheid tot wissen, waardoor materiaalbesparing kan worden verkregen.

Het geluidsspectrum omvat een bereik van 20 Hz tot 15.000 Hz (15 kHz). Het spectrum van TV-signalen is veel groter, nl. van 0 tot 5.000.000 Hz; (5 megaHz).

Hieruit blijkt dat dit laatste spectrum ruim 300 maal zo groot is, zodat de korrelgrootte van het bandmateriaal een rol begint te spelen. De magnetische oxyde-korrels van magnetofonband zijn naaldvormig met een lengte van ca  $1\frac{1}{4}$  micron (1 micron = 0,001 mm) en een diameter van ca  $\frac{1}{4}$  micron; gemiddeld dus ca  $\frac{3}{4}$  micron. Het vastleggen van een periodiek verschijnsel vereist tenminste 2 x de korreldiameter; om bijvoorbeeld één periode op magnetische band vast te leggen is voor elke halve periode tenminste één korrel nodig. Een eventueel sinusvormig verloop wordt dan echter zeer gebrekkig weergegeven. Om frequenties tot 5 megaHz vast te leggen moeten dus tenminste 10 miljoen korrels per seconde langs de opname- en weergavekoppen getransporteerd worden. Omdat elke korrel ca  $\frac{3}{4}$  micron groot is betekent dit een snelheid van 7,5 miljoen micron ofwel 750 cm per seconde (bij de handels-bandrecorders is dit meestal 9 per seconde).

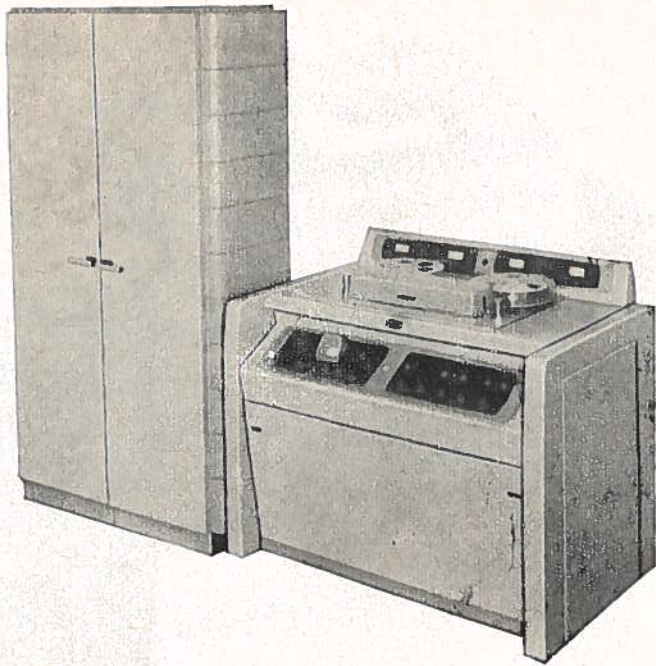
De spleetbreedte van de opname- en weergavekoppen (noodzakelijk om veldveranderingen op te wekken) mag dan niet groter zijn dan de gemiddelde korreldiameter, dus ook  $\frac{3}{4}$  micron, wat constructief uiterst moeilijk is te verwezenlijken.

Ook noodzaakt een snelheid van 750 cm per seconde tot het gebruik van grote spoeldiameters met betrekkelijk geringe speelduur. Bovendien zijn de magneetkoppen snel versleten, ook de lange aanloop- en stoptijden (ruim 10 sec) zijn zeer bezwaarlijk.

Deze methode is zowel in Amerika als Engeland niet verder gekomen dan het laboratorium-stadium.

Een methode, welke levensvatbaarheid bleek te vertonen, is het Ampex-systeem. Hierbij wordt een hoge schrijfsnelheid verkregen doordat het spoor in dwarsrichting op de magneetband wordt vastgelegd, terwijl de band zelf (breedte 50 mm) zich in lengterichting voortbeweegt met een snelheid van 39 cm per seconde (fig. 5).

Het optekenen van de modulatie in dwarsrichting wordt verkregen doordat 4 kleine magneetkoppen, gemonteerd op de omtrek van een wiel (diameter 50 mm), overdwers met een snelheid van 250 omw. per seconde langs de voort-



Figuur 5. De magnetische registratie-apparatuur (gesloten).

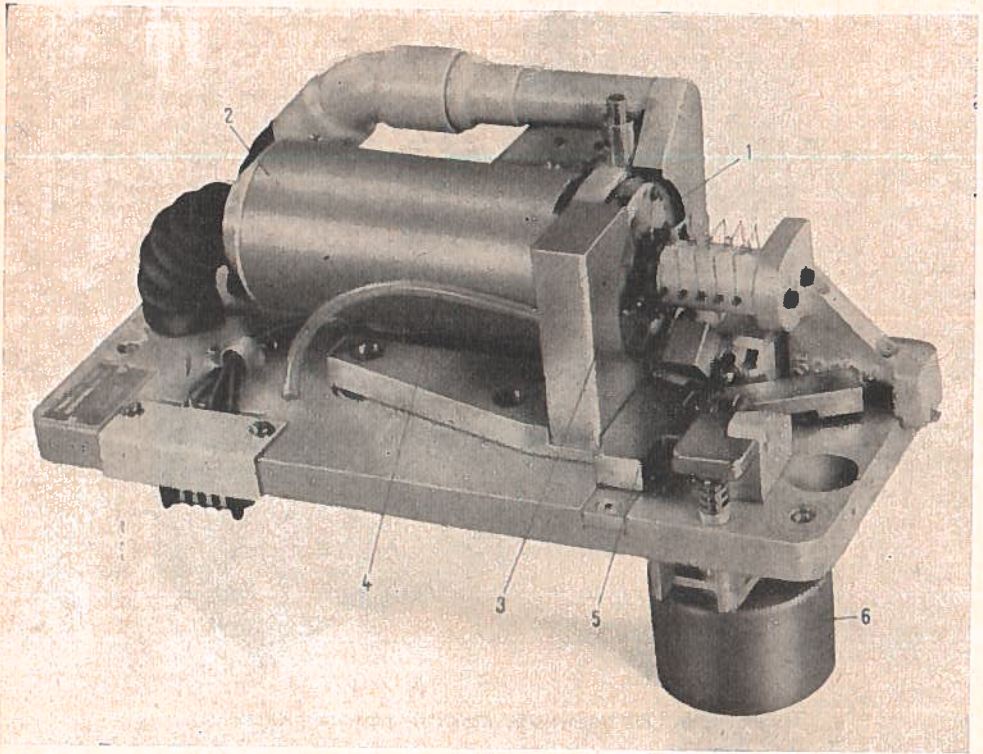
bewegende band ronddraaien. De 4 koppen zijn langs de wielomtrek onderling  $90^\circ$  verschoven.

Door deze bijzondere constructie bedraagt de schrijfsnelheid (als het ware de som van horizontale en verticale beweging) 40 meter per seconde. Dit betekent, dat voor het optekenen van één 5 megaHz periode ca 13 magnetische oxyde-korrels beschikbaar zijn.

De spleetbreedte van de opname- en weergavekoppen bedraagt bij de Ampex-apparatuur 3 micron; bij amateur-bandrecorders is dit 10 micron. Dank zij de hoge schrijfsnelheid werkt de Ampex-apparatuur niet ver boven het normale bereik van bandmateriaal en magneetkoppen.

Het wiel waarop de 4 magneetkoppen zijn gemonteerd moet natuurlijk de magnetische band met constante druk raken; hiertoe wordt de band ter plaatse van het magneetkoppewiel met behulp van een holle geleiding om dit wiel gebogen en tevens tegen de binnenzijde van de geleiding gezogen (vacuumdruk) (zie fig. 6 en 7).

Bij de opname wordt via sleepwielcontacten het televisiesignaal gelijktijdig aan de 4 magneetkoppen toegevoerd. Elke opnamekop schrijft steeds één dwarsspoor op de 50 mm brede band; na 3 volgende sporen, geschreven door de koppen die op dat tijdstip de band niet raakten, is de eerste kop weer aan de beurt.



Figuur 6. Videokopdrager.

1. Trommel met de 4 symmetrisch aangebrachte magneetkoppen voor het opnemen en weergeven van het videosignaal.
2. Trommelmotor.
3. Bandgeleiding.

4. Buis voor afzuiginrichting; door onderdruk wordt de band tegen de bodem van de filmgeleiding gezogen.
5. Magneetkop voor registratie van het stuurspoor en de snij-impulsen.
6. Draaimagneet voor bandgeleiding.

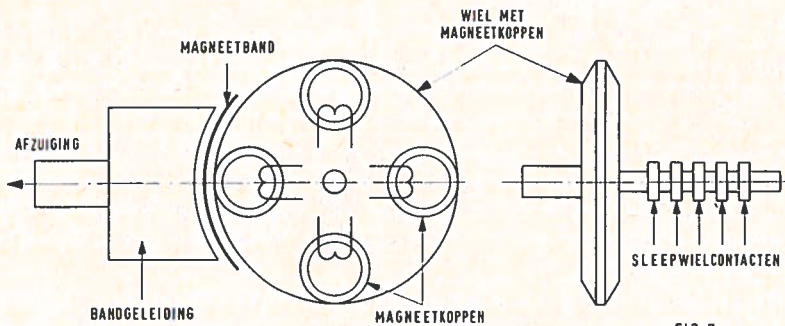
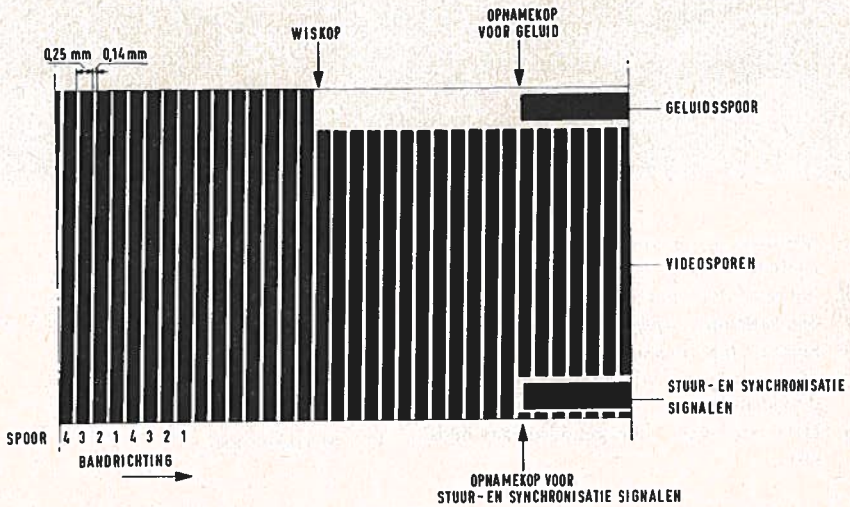


FIG. 7

Schematische voorstelling van de trommel met de vier symmetrisch aangebrachte videokoppen en de bandgeleiding.

Zoals reeds aangeduid maakt het magneetkopwiel 250 omw./sec. De duur van een omwenteling is dus 4000 micro-seconden. Eén televisielijn (elk beeld is immers opgebouwd uit 625 horizontale lijnen) duurt 64 micro-seconden, zodat één dwarsspoor ruim 15 TV-lijnen bevat. Omdat echter de band iets meer dan 90° van het wiel omsluit, kunnen *meer* dan 15 lijnen worden geschreven, hetgeen van groot belang is om een goede „overlap” te verkrijgen van het ene spoor op het andere.

In de praktijk gaat men tot 17 lijnen per dwarsspoor en de overblijvende ruimte op de band wordt gebruikt voor het geluids- en synchronisatiespoor, beide op gebruikelijke wijze in lengterichting op de band vastgelegd. Het synchronisatiespoor is te vergelijken met de perforatie in normaal- en smalfilm. (fig. 8).



Schematische voorstelling van de magneetsporen op de band. FIG. 8

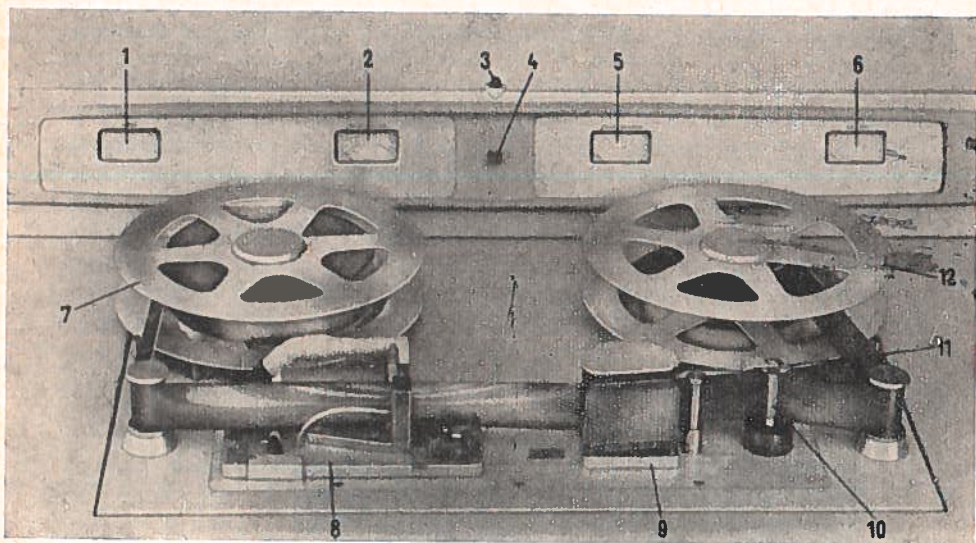
Deze „magnetische” perforatie wordt verkregen door langs foto-elektrische weg van de motoras van het magneetkopwiel een impulsvormige spanning af te leiden: het wielsignaal.

Dit wielsignaal wordt vastgelegd op de band met behulp van een aparte magneetkop; hierdoor ontstaat een synchronisatiesignaal.

Bij de aftasting (de weergave dus) wordt de aandrijfmotor via een speciale schakeling gevoed door een combinatie van het synchronisatiesignaal en het wielsignaal. Beide signalen moeten natuurlijk nauwkeurig samenvallen opdat bij weergave dezelfde situatie ontstaat als bij opname, namelijk elke magneetkop tast weer een dwarsspoor af precies zoals dit bij de opname is opgetekend. Fig. 9 geeft een overzicht van de uitwendige constructie.

#### *Modulatie van video-signalen op de magnetische band.*

De spanning die bij afspelen in de weergavekop wordt opgewekt is evenredig met de frequentie waarmee de band is gemoduleerd. Dit hangt nu eenmaal



Figuur. 9. Loopwerk en meetpanelen.

- |   |   |
|---|---|
| 1. Meetinstrument voor het vacuüm aan de bandgeleiding. | 7. Afwikkelspoel.                             |
| 2. Niveaumeter voor het synchr. spoor.                  | 8. Videokopdrager.                            |
| 3. Signaallamp; ingeschakeld bij weergave.              | 9. Geluidskopdrager met wis- en geluidsspoor. |
| 4. Signaallamp; ingeschakeld bij opname.                | 10. Rol voor bandaandrijving.                 |
| 5. Meetinstrument voor opneemstromen in de videokoppen. | 11. Aandrukrol.                               |
| 6. Meetinstrument voor geluidsniveau-opname.            | 12. Afwikkelspoel.                            |

samen met de verandering per seconde van het krachtlijnveld; bij hogere frequenties ontstaan logischerwijs per seconde snellere veldveranderingen.

Bij geluidswaergave is dit al een lastig probleem; de lage frequenties moeten sterk „opgehaald” worden en de hoogste frequenties (afhankelijk van bandnelheid en spleetbreedte) eveneens. Een en ander is ook te bereiken door het „middenregister” te verzwakken. Dit wordt dan bereikt met filternetwerken, opgebouwd uit R, L en C's.

Bij gewone bandrecorders zijn de grenzen van het frequentiebereik uit te drukken in een factor van  $\approx 400$  ( $\frac{10.000 \text{ Hz}}{25 \text{ Hz}} = 400$ ).

Bij videosignalen is deze verhouding echter  $\frac{5.000.000}{25} = 200.000$ .

Dergelijke verschillen zijn op de gebruikelijke wijze niet meer te compenseren. Deze (grote) moeilijkheid is omzeild door het televisiesignaal met behulp van frequentie-modulatie op een draaggolf te moduleren.

Hierbij worden de *sterkte-variaties* van het over te brengen laagfrequent signaal

omgezet in *frequentie-veranderingen* van de draaggolf; de over te brengen *hoorbare frequenties* (bijvoorbeeld 1000 Hz) worden overgebracht door genoemde frequentie-veranderingen 100 x per seconde te laten optreden.

De gekozen draaggolffrequentie waarop gemoduleerd is, is 5 MHz. De „zwaai” bedraagt  $\approx 0,5$  MHz voor de allersterkste passages in het geluid. Er ontstaan op de gebruikelijke wijze dus 2 nieuwe frequenties, namelijk 4,5 en 5,5 MHz; hiervan is één frequentie voldoende, en uiteraard kiezen we hiervoor de laagste (4,5 MHz). Als laagst voorkomende frequentie moet ook de maximale „zwaai” van 0,5 MHz op de band geregistreerd worden. Het totale bereik wordt dan 0,5 – 4,5 MHz, ofwel 1 : 11. Dit ligt ruimschoots binnen het bereik van de praktische mogelijkheden.

Bij weergave moeten natuurlijk de FM-variaties weer worden omgezet in AM-variaties van  $\approx 25$  Hz tot 5 MHz. Uit metingen is gebleken dat de spanning bij 3 MHz tot de helft daalt; signalen van 4 MHz zijn nog juist zichtbaar. Dit verlies aan scherpte behoeft echter niet als storend te worden aangemerkt.

#### *Gradatie.*

De gradatie is, juist wegens het toegepaste modulatiesysteem, lineair. Met andere woorden de verschillende grijsschakeringen tussen wit en zwart worden volkomen natuurgetrouw weergegeven.

Dit is wellicht voor de kijkers het belangrijkste voordeel van het Ampex-systeem boven registratie op film. Bij film is er een grotere beperking tussen helder wit en diep zwart; het is trouwens iets wat uit de fotografie reeds bekend is. Filmregistraties (althans die, welke van een beeldbuis zijn opgenomen) vertonen vaak een over het geheel genomen grijsachtig beeld zonder felle contrasten.

#### *Magneetband.*

Aan de homogeniteit van de magneet-oxyde laag van de band worden de hoogste eisen gesteld. Kleine onregelmatigheden alsmede stofdeeltjes maken, dat bij weergave het signaal gedurende een zeer korte tijd achterwege blijft, hetgeen zichtbaar is als horizontale series stippen of lijntjes, willekeurig over het beeld verdeeld („drop outs”). Deze „drop outs” kunnen ook ontstaan bij herhaald gebruik, waardoor dus mede de levensduur van de band wordt bepaald. De levensduur is verder sterk afhankelijk van de druk van de koppen op de band.

#### *Montagemogelijkheden.*

Zoals bekend bieden zowel geluidsband-opnamen als film bijna onbegrensde montagemogelijkheden, met andere woorden het is mogelijk op elke gewenste plaats bepaalde lengten te verwijderen of toe te voegen. Bij het Ampex-systeem is dit niet zonder meer mogelijk. Immers men moet hier, evenals bij de film, per beeld snijden om beeldsprongen te voorkomen; maar bij magneetband is het beeld *zelf* niet zichtbaar.

De optekening op de magneetband laat zich echter zichtbaar maken door opbrengen van een vloeistof, waarin zeer kleine ijzerdeeltjes zweven, namelijk

ferro-carbonyl. Gedurende de tijd, nodig voor verdamping van het oplosmiddel (enkele seconden) zetten de ijzerdeeltjes zich op de band af en wel des te meer naarmate de magnetisatie ter plaatse groter is. Zowel dwarssporen als synchronisatiesporen worden zichtbaar.

Om het begin c.q. einde van elk TV-beeld te markeren, zijn de rasterimpulsen op het synchronisatiespoor mede opgetekend en dus ook duidelijk zichtbaar. De plaats waar de band kan worden gesneden, is hierdoor vastgelegd. Dit moet met de grootste nauwkeurigheid geschieden omdat de dwarssporen aan weerszijden van de las ook de juiste onderlinge afstand van 0,14 mm dienen te hebben; de tolerantie bij het snijden bedraagt slechts 0,02 mm.

Hiertoe is een precisie-plakpers ontwikkeld, voorzien van de benodigde optiek; hierbij wordt de eigenlijke las gemaakt door de beide bandeinden aan elkaar te plakken met behulp van speciaal zeer dun plakband. Het ferro-carbonyl kan hierna weer worden afgeveegd.

Wanneer een dergelijke las het magneetkopwiel passeert wordt dit ten gevolge van de plaatselijk grotere dikte van de band iets afgeremd en het duurt 0,5 – 1 seconde alvorens het normale toerental weer is hersteld. Dit is te zien aan horizontaal heen en weer bewegen van het beeld.

Gezien de vereiste grote nauwkeurigheid en de hieraan verbonden kansen op fouten zijn de montage-mogelijkheden tot een minimum beperkt. Het is daarom welhaast noodzakelijk een programma (toneelstuk bijvoorbeeld) in verschillende scènes op te nemen; deze kunnen dan zonder bezwaar — met een stukje ongemoduleerd band — aan elkaar worden geveegd.



Figuur 10. Een zichtbaar gemaakte registratie van een 250 kHz signaal (5 x vergroot detail).



### *Nauwkeurigheid van de apparatuur.*

Om een indruk te geven van de vereiste nauwkeurigheid van de apparatuur, voornamelijk wat de mechanische precisie betreft, volgen hier enkele gegevens: het is noodzakelijk (vooral bij reproduceren op een andere machine) dat:

- a) de koppen binnen 1 micron nauwkeurig op de omtrek van het wiel zijn gerangschikt.
- b) de stand van de koppen in axiale richting onderling niet meer verschilt dan 10 micron.
- c) de spleten der koppen onderling evenwijdig en loodrecht op de dwars-sporen staan met een tolerantie van minder dan 1/10 graad.

Wegens deze welhaast microscopische precisie kan het voorkomen dat een opname, gereproduceerd op een andere machine, belangrijk minder is van beeldkwaliteit.

Niet onvermeld mag nog blijven, dat de snel ronddraaiende magneetkoppen een levensduur hebben van 50 tot 150 gebruiksuren. Vervanging kost dan f 2.000,—. De magneetband kan ca 100 maal worden gebruikt.

Een complete Ampex-installatie kost f 400.000,—; voor betrouwbaar werken zijn 2 gebruiksklare installaties een vereiste. Ter vergelijking diene dat dubbele filmregistratie-apparatuur f 175.000,— vraagt.

Eén Ampex-programma van 60 minuten kost f 170,— idem op normaalfilm f 1.750,—. Over langere tijd gezien is het Ampex-systeem dus voordeliger; dit geldt echter pas na 400 programma-uren.



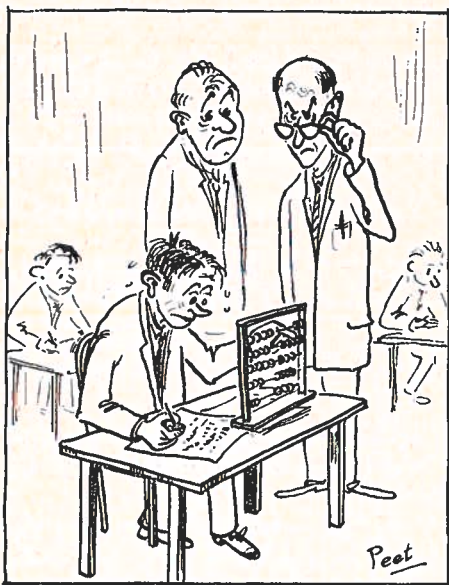
### VALLEN VAN PERSONEN

„Met vallen en opstaan” leren wij als jong menskind één van de moeilijkste bewegingen van het menselijk lichaam, n.l. het lopen. Een deskundige heeft eens paradoxaal gezegd: „Lopen is (eigenlijk) vallen. Een soort voor-over vallen”.

En nu doet het merkwaardige zich voor dat zodra wij kunnen lopen het vallen er schijnbaar onverbreekelijk mee blijft verbonden. Dit blijkt ook uit de statistieken, krantenberichten, enz.

In het dagelijks leven en vooral ook bij de arbeid zijn „valongevallen” echter heus wel tot een redelijk minimum te beperken. Maar hier bij komt weer die mentaliteitskwestie om de hoek kijken. Vraagt u zich eens af hoeveel malen u voorbij liep aan een val-obstakel, struikelblok, en hoe u ze verder noemen wilt. Gemakzucht en onverschilligheid doet ons dan dikwijls denken: „Wat heb ik daar mee te maken; dat is mijn taak niet (om dit op te ruimen, uit de weg te leggen)”.

Echter bedenk dat collegialiteit en een juiste veiligheidsmentaliteit bij elkaar horen als vallen en opstaan!



**Examenantwoorden** 64-075

1.  $P_n = 10.000 \text{ watt}$

$P_n$  = het nuttig vermogen,

$P_t$  = het totale vermogen.

$$P_t = \frac{10.000}{0,8} = 12500 \text{ watt}$$

$$P_t = U \times I$$

$$12500 = 220 \times I$$

$$I = \frac{12500}{220} = \approx 56,8 \text{ A}$$

Het toegestane spanningsverlies in de kabeladers is 4% van 220 volt = 8,8 V.

De weerstand van de twee kabeladers =

$$\frac{8,8}{56,8} = \approx 0,16 \text{ ohm}$$

De doorsnede van één kabelader =

$$q = \frac{\text{lengte} \times \text{soortelijke weerstand}}{\text{totale weerstand}} =$$

$$\frac{400 \times 0,0175}{0,98} = 43,75 \text{ mm}^2$$

2.  $R_1 \times R_x = R_2 \times R_3$

$$R_x = \frac{R_2 \times R_3}{R_1} = \frac{12 \times 20}{8} =$$

30 ohm.

3. a.  $U_k = U_t + R_1 \times I$

$$60 = U_t + 0,4 \times 10$$

$$U_t = 56 \text{ volt.}$$

b. De inschakelstroom bedraagt:

$$I = \frac{U}{R_i} = \frac{60}{0,4} = 150 \text{ A}$$

4. In de secundaire wikkeling ontstaat een spanning van  $120 \times 20 = 2400$  volt.

5. a.  $U_p : U_s = 1 : 25$  of

$$220 : U_s = 1 : 25 \text{ hieruit volgt:}$$

$$U_s = 220 \times 25 = 5500 \text{ volt.}$$

b.  $N_p : N_s = 1 : 25$

$$200 : N_s = 1 : 25$$

$$N_s = 200 \times 25 = 5000 \text{ windingen.}$$

# NORMALISATIE EN NORMMUTATIES

64-076

Het Nederlands Normalisatie-instituut deelt mede dat gedurende de maanden juni en juli 1964 de volgende normen en normontwerpen zijn verschenen, gewijzigd of vervallen:

NEN 1043 1964 Transformator- en schakelaaroliën. Eisen en onderzoekingsmethoden (f 5,—/f 10,—)

NEN 15016 1964 Voorschriften voor smeltveiligheden voor huishoudelijk en dergelijk algemeen gebruik (f 7,50/ f 15,—)  
621.3 *Elektrotechniek*  
621.82/85

### *Machine-onderdelen*

Ontw. 5587 1964 Borgringen voor wentellagers (f 0,30)

Ontw. 5588 1964 Wentellagers. Maatnauwkeurigheid en vormzuiverheid (f 2,75)

Ontw. 5589 1964 Wentellagers. Radiale speling (f 0,75)  
621.88

### *Bevestigingsmiddelen*

NEN 3222 1964 Metrische schroefdraad (ISO) grof. Toleranties (f 1,25/2,50)

NEN 5511 1964 Zware zeskantbouten voor verbindingen met voorspanbouten (HV). Metrische schroefdraad. Uitvoering g (f 2,50/ f 5,—)

NEN 5512 1964 Zware zeskantmoeren voor idem. . Idem. Uitvoering mg (f 1,25/ f 2,50)

NEN 5513 1964 Vlakke sluitringen voor idem. Uitvoering m (f 1,25/ f 2,50)

NEN 5514 1964 Hellingsluitplaten voor U-profielen voor idem. Uitvoering g (f 1,25/ f 2,50)

NEN 5515 1964 Hellingsluitplaten voor I-profielen voor idem. Idem. (f 1,25/ f 2,50)

Deze normen en normontwerpen zijn verkrijgbaar bij het Nederlands Normalisatie-instituut

(NNI), postbus 70, tel. 070-514041, Den Haag.

*De afdeling Verkoop Normen, die thans is gevestigd Laan van Meerdervoort 36, Den Haag (postbus 70), is ook rechtstreeks telefonisch bereikbaar onder nr. 070-330031.*

Van de tussen haakjes vermelde prijzen der normen geldt de eerst vermelde voor contribuanten van het NNI, onderwijsinstellingen en studerenden, en de tweede prijs voor overige bestellers. Voor normontwerpen geldt voor alle bestellers dezelfde prijs. De eerstbedoelde „contribuantenprijs” geldt uitsluitend bij rechtstreekse bestelling aan het NNI en indien bestemd voor eigen gebruik.

### *665 Oliën en vetten*

Ontw. 3139 1964 Aardoliën. Bepaling van het koolresidu. Verkoopsingsmethode volgens Conradson (f 1,—)

### *667.6 Verf, vernis en lak*

Ontw. 5263 1964 Droge verfstoffen. Keuringsproeven. Magnesiumsilicaatwit (f 1,25)

Ontw. 5265 1964 Idem. Idem. Chromaatoranje (f 1,—)

Ontw. 5267 1964 Idem. Idem. Chroomoxidegroen (f 0,75)

### *668.5 Etherische oliën*

Ontw. 5363-T 1964 Etherische oliën. Onderzoekingsmethoden. Bepaling van het estergetal na acetylering met acetylchloride en dimethylamine (methode Fiore) (f 0,30)

### *674 Houtindustrie*

NEN 3255 1964 Verduurzaming van hout. Creosoteren (f 3,50/ f 7,—)

### *678.5/8 Plasticsen*

Ontw. 2179 1964 Plasticsen. Bepaling van migratie van weekmakers (f 0,75)

Ontw. 2180 1964 Idem. Bepaling van het bloeden van kleurstoffen (f 0,30)

door P. v. d. Leest

## Les IV

### *Bijvoeglijke bepalingen*

In die jaren begonnen jonge kerels met vliegtuigen verbindingen tot stand te brengen.

Vergelijk nu die zin eens met:

In de jaren na 1918 begonnen avontuurlijke jonge kerels met kleine vliegtuigen verbindingen tot stand te brengen.

Vroeger hebben we al geleerd, dat bijvoeglijke naamwoorden de zin veel duidelijker, veel spannender kunnen maken.

Dat hoeven natuurlijk niet altijd bijvoeglijke naamwoorden te zijn: bij jaren staat bijv. na 1918. Nu moeten we bepalingen, die iets naders zeggen van zelfstandige naamwoorden dus: *na 1918*, *avontuurlijke* en *kleine* bijvoeglijke bepalingen. Ze kunnen zowel voor als achter de bepaalde zelfstandige naamwoorden staan: die *grote* heuvel, die heuvel *in de verte*, de vogel op *die hoge tak* is een lijst, morgenochtend hebben we de bekende wedloop *naar zee*. De trein *van Amsterdam naar Brussel*, een *aangespoelde* potvis, de jongelui van *nu*, de ervaring *van deze mensen*.

Als je in plaats van *die jongen daar* kunt zeggen *bij daar*, dan is *daar* natuurlijk ook een bijvoeglijke bepaling, al staat het woord bij een persoonlijk voornaamwoord. Dat persoonlijk voornaamwoord staat immers in de plaats van een zelfstandig naamwoord.

### *Oefening. Ontleden.*

Rob schreef een lange brief aan zijn vader in Amerika.

De roekeloze automobilist heeft met zijn nieuwe wagen een lantaarnpaal geraamd. Zo belangrijk is daar het vliegtuig. Dat bleke jochie uit de 2e klas bleek

			744.4 <i>Technische tekeningen</i>	NEN 81-III 1964	Metrische schroefdraad. Schema voor de overschakeling op de ISO-schroefdraad. Toelichting op NEN 81-I en II (f 1,25/f 2,50)
NEN	2398	1964	Technische tekeningen. Inschrijving van lengtematen van werkstukken met schroefdraad (f 1,25/f 2,50)		
			621.88		
			<i>Bevestigingsmiddelen</i>		
NEN	81-I	1964	Metrische schroefdraad. Nominale maten (f 1,25/2,50)	NEN-bundel 1 1964	Normen voor de werktuigbouwkunde
				NEN-bundel 2 1964	Normen voor bevestigingsartikelen
NEN	81-II	1964	Metrische schroefdraad. Nominale maten (f 1,25/2,50)	NEN 3094-A5 1964	Schrift (Letters, cijfers, leestekens) Zie voor deze uitgaven bladzijde 190 en 191

een voortreffelijk keeper. De belangstelling voor de wedstrijd was buitengewoon groot. Ik vertel jou het geheim. Het Engelse koningspaar heeft Nederland een bezoek van drie dagen gebracht. In de Cineac kon je alles zien. Een vreemdeling met een rode fez op vroeg mij de weg. Zou jij dat boekje voor mij willen meebrengen? Vader, mag ik uw vulpen gebruiken? Je moet een vulpen nooit uitlenen. Niemand van jullie heeft ooit zoiets gezien.

*Erven:*

Hij bewoont een villa, die hij van zijn vader (...) heeft.

*Enteren:*

De matrozen plunderen het (...) schip.

*Eisen:*

Wij betaalden de (...) schadevergoeding.

*Illumineren:*

Een prachtig gezicht, zo'n (...) gracht.

*Eindigen:*

De pas (...) besprekingen.

*Emaileren:*

Neem bij voorkeur (...) kroezen mee.

*Eren:*

De (...) burgemeester dankte voor de hulde.

*Engageren:*

In de hoek zat het (...) paar.

*Interviewen:*

De (...) minister vertrok naar het buitenland.

*Introduceren:*

Van de (...) bezoekers werden velen lid.

*Isoleren:*

De (...) vliegers kregen voedsel per vliegtuig.

*Eggen:*

De (...) akkers werden met koolplanten bepoet.

*Installeren:*

De (...) commissie vergadert vanavond.

*Evenaren:*

Niemand heeft de jonge zwemster (...).

*Exposeren:*

Het schilderij wordt in Pulcri (...).

*Improviseren:*

Van oude dekkleden hadden de jongens een tent (...).

*Irriteren:*

De jongen heeft me geweldig (...).

*Ergeren:*

Ik heb me aan zijn gedrag (...).

*Inviteren:*

Het bestuur heeft ons (...).

## Werkwoords-oefening.

*Schrijf het volgende verslag in de verleden tijd.*

Op donderdag 4 december 1962 begint het in Londen in de vroege namiddag te misten. Eerst worden de gebouwen door een dichte sluier omgeven, dan wordt het zicht steeds minder. Niets wijst er echter op, dat een catastrofe aanstaande is. De straatlantaarns gaan aan en het gehele stadsverkeer rijdt met lichten op. De mist wordt dichter en dichter en op het laatst gaan de mensen langs de huizenrijen, tastend, voetje voor voetje voort. Het verkeer is lamgelegd en in talloze straten staan de auto's leeg en afgesloten langs het trottoir; de eigenaars trachten te voet hun doel te bereiken.

De hele nacht en de daarop volgende vrijdag wordt de mist zo mogelijk nog dichter. Al het geluid is gedempt en wanneer men uit de vensters kijkt, is het of men in een donkergrijze rookwolk staart. Deze „smog” dringt als een vette walm de huizen binnen. Het ademen wordt voor iedereen moeilijker. In de loop van vrijdag verandert de mist van kleur. 's Morgens is hij nog roetig-grijs, maar door al die miljoenen schoorstenen van de traditionele, met vette kolen gestookte open haarden, die doorgaans hun rookwolken in de buitenlucht uit walmen, wordt de kleur eerst bruin en vervolgens zo goed als zwart.

Deze mist kriebelt in je keel en al heel spoedig hoesten duizenden mensen. Zaterdag is er nog geen verandering in de toestand, want de situatie in de atmosfeer is zo mogelijk nog ongunstiger. Mensen die aan astma of bronchiale ziekten lijden, worden angstig. Ze hebben het benauwd, hun hart pompt moeizaam. Het trieste relaas kan nog verder worden verteld....., maar waarom? Het resultaat spreekt meer dan boekdelen: wanneer dinsdag in Londen de nevel is weggevaagd, telt men 4000 doden, die allen door deze smog zijn overleden.

„De eilandengordel in de Stille Oceaan, waar *warme* oceaanolucht en *koude* poolvlucht elkaar ontmoeten”.

*Warm* en *koud* geven hoedanigheden aan, die je ook in andere graden kunt uitdrukken: lauw, warm, heet, koel, koud, ijzig.

## Oefening

*Rangschik de onderstaande rijen woorden naar de sterkte, de zwakke telkens voorop:*

- |              |   |           |   |              |   |                 |
|--------------|---|-----------|---|--------------|---|-----------------|
| 1. mooi      | — | prachtig  | — | aardig       | — | schitterend;    |
| 2. razend    | — | boos      | — | woedend      | — | ontstemd;       |
| 3. dapper    | — | koen      | — | vermetel     | — | onverschrokken; |
| 4. bevreesd  | — | bedeesd   | — | schuchter    | — | schroomvallig;  |
| 5. gierig    | — | vrekkig   | — | zuinig       | — | spaarzaam;      |
| 6. goed      | — | matig     | — | voldoende    | — | uitstekend;     |
| 7. twisten   | — | kibbelen  | — | vechten      | — | oneens zijn;    |
| 8. hartzeer  | — | verdriet  | — | droefheid;   |   |                 |
| 9. prettig   | — | plezierig | — | verrukkelijk | — | heerlijk;       |
| 10. dadelijk | — | straks;   |   |              |   |                 |
| 11. guitig   | — | spotziek  | — | schelms      | — | ondeugend;      |
| 12. vliegen  | — | lopen     | — | draven       | — | hollen.         |

Hoe komt het dat charitatief appel steeds weer onze bewogenheid wekt, zodat inzamelingsacties van allerlei aard opnieuw kunnen slagen. Is het niet door het vergelijk van eigen gelukkiger omstandigheden met de in de aandacht gebrachte nood, dat wij ons soms verbaasd afvragen: „Waarom bleef ik gezond, terwijl de ander getroffen werd door een invalide makende ziekte? Waarom werd ik geboren uit gezonde en harmonisch levende ouders, terwijl de ander bezocht werd door het schrijnend kinderleed van gescheiden of onvolwaardige ouders?”

Deze vergelijking van eigen geluk met het ongeluk van de ander roept bewogenheid op, die ons dringt om te helpen. Niet zo ongecompliceerd zijn onze gevoelens tegenover het leed dat misdadig gedrag in zijn strafrechtelijke en maatschappelijke gevolgen met zich mee kan brengen. Wellicht spelen eigen schuldgevoelens over begane fouten ons dan parten. Deze gevoelens willen wij graag uit ons bewustzijn bannen en wij kunnen daarin eerder slagen door anderen hun misdragingen te verwijten. Inderdaad zijn bij misdadig gedrag de oorzaak van allerlei nood en leed niet zo eenvoudig na te gaan als bij ziekte, ongeval of rampen. Waar ligt de grens tussen persoonlijk verwijtbare schuld en van buiten komende omstandigheden, die hier evengoed de richting van een leven kunnen bepalen. Zou het sexuele leven van een jongeman zo zijn scheefgegroeid, als hij niet als kleuter zijn vader had moeten verliezen en overdreven moedergebonden raakte door een harde egoïstische stiefvader? Was deze wat zwakbegaafde man ooit tot oneerbare handelingen met een meisje gekomen, als zijn vrouw al niet jaren wegens krankzinnigheid in een inrichting werd verpleegd?

Bij hoeveren van de delinquenten die met de reclassering in aanraking komen, treft niet steeds weer dat zij in hun leven slagen ontvingen, waaronder wellicht ook ons incasseringsvermogen had kunnen bezwijken. Kunnen wij ons echter bij een afstotend misdrijf niet losmaken van een verwijt, dan zijn er toch dikwijls naaste-familie-leden, ouders of gezinsleden die onverdiend in nood en leed gedompeld worden. Heeft dus ook de reclassering terecht onze medemenselijke bewogenheid gewekt, hoe kunnen wij dan helpen? In Nederland ligt in tegenstelling met vele landen een taak voor de vrijwilliger in samenwerking met de door hun te geringe aantal dikwijls overbelaste ambtelijke krachten. Juist door hun vrijwilliger zijn kunnen zij op hun terrein soms eerder resultaat bereiken dan de ambtelijke kracht, omdat hun beroep op hulp van derden een directe weerklank kan vinden. Zo wist een vrijwillige medewerker een kamerverhuurder over te halen ruimte te maken voor de bezittingen van een alleenstaande jongen, zonder enige familie, die plotseling in voorarrest werd gesteld en wiens kamer aan een ander werd verhuurd. Het is heel goed denkbaar dat hier de reclasseringsambtenaar meer weerstand had ontmoet, omdat hij meer als ambtelijke vertegenwoordiger van een instantie wordt gezien, terwijl de spontane informele benadering door de vrijwilliger eerder een gevoel van solidariteit kan wekken dat de buitenstaander bereid maakt tot helpen.

In andere omstandigheden zal de ambtelijke kracht aangewezen zijn om in de bres te springen, bijv. toen een gewezen voogdijpupil na zijn eerste veroordeling en onder toezichtstelling voor een nieuwe overtreding op het politiebureau werd vastgehouden. Na zijn eerste straf was

het met veel moeite gelukt hem te laten terugkeren naar het oude kostadres, waar hij een hartelijk en goed tehuis had gevonden. Het stond vast dat de kostbaas hem bij een tweede gevangenisstraf de deur zou wijzen. Na telefonisch overleg op het politiebureau tussen de reclasseringsambtenaar en de officier van justitie zag deze laatste af van inbewaringstelling van de jongen, zodat er een kans bestaat dat het kosthuis behouden kan blijven. Samenwerking tussen de opgeleide ambtelijke kracht en de vrijwillige medewerker bij de hulp- en steunverlening aan reclassenten met het doel dat deze laatsten de hun door justitie opgelegde voorwaarden nakomen, is het eigen kenmerk van de reclassering in Nederland. Hoewel de overheid met subsidies te hulp komt in de snel gestegen personele

lasten, blijven de reclasseringsverenigingen ernaar streven om voor een deel van de materiële kosten vrijwillige bijdragen bijeen te brengen, o.m. omdat de actie voor dat doel de reclasseringsgedachte levend houdt. De wederaanpassing van de reclassenten, het zich weer harmonisch leren voegen in maatschappelijke verbanden, kan eerder slagen als ook de maatschappij wordt voorbereid om hen weer te ontvangen. Daarom wil de reclassering in Nederland haar organisatievorm als verenigingen van vrijwilligers bewaren met een beroep op uw daadwerkelijke hulp of als medewerker, als u daarvoor geschikt bent, of door belangstelling en financiële bijdrage bij gelegenheid van de Nationale Reclasseringsdag.

J. AMESZ

---

## RECTIFICATIE

In het artikel „D'r is Telefoon voor U”, in het augustusnummer, zijn een paar drukfoutjes geslopen.

*Tabel 2 op bladzijde 236, vermeldt achter Luxemburg in de 2e kolom 3,73 i.p.v. 37,3.*

*Bladzijde 235, rechter kolom, regel 5 v.o. vermeldt Ulsala i.p.v. Upsala.*

De onderschriften van de figuren 4a en 4b zijn verwisseld. Uit de tekst blijkt wel hoe het zit: fig. 4a geeft aan de verdeling aantal bewoners per lengtegraad (uit een artikel van W. Gerber enz.) terwijl 4b de verdeling van het aantal telefoontoestellen per lengtegraad is (berekend naar gegevens van The World's Telephones van 1962).