



5 AUGUSTUS 1960

Buizen of transistors?

60-052

door P. A. DE BOER

(Vervolg van blz. 137)

De werking van de transistor.

Ruim 10 jaar na de uitvinding van de transistor in de Bell Laboratoria is dit apparaatje, waarvan toen weinig te voorspellen was en dat slechts zeer beperkt toegepast kon worden, ontwikkeld tot een stabiel element, bruikbaar in talrijke schakelingen en geschikt voor massa-fabricage. Dit laatste echter met de beperking dat onderlinge afwijkingen dikwijls veel groter zijn dan bij in massa gefabriceerde versterkerbuizen.

Tot voor enkele jaren was het gebruik van de transistor nog beperkt tot laagfrequentapparatuur, omdat er geen transistors verkrijgbaar waren, die behoorlijk werkten bij hoge frequenties. In de laatste tijd heeft de ontwikkeling van nieuwe technieken het mogelijk gemaakt transistors in alle mogelijke radio-apparatuur te gebruiken.

Het is interessant te weten hoe ze werken, wat hun beperkingen zijn, wat voor voordelen ze hebben en tenslotte is het van belang even goed bekend te raken met schakelingen waarin transistors gebruikt worden als met elektronenbuizenschakelingen.

Een transistor kan beschouwd worden een verlengstuk te zijn van een gewone contactdiode; in tegenstelling tot deze bestaat de transistor uit twee delen van half geleidend materiaal van enigszins verschillende samenstelling, die samengevoegd zijn door middel van aan ieder deel aangebrachte draden.

Ofschoon er slechts weinig verschil is in de chemische samenstelling van de twee delen is het verschil in hun elektrische eigenschappen zeer groot. Om deze verschillende materialen te onder-

scheiden wordt de ene soort type P genoemd en de andere soort type N materiaal. De natuurkundige verschillen worden hier niet behandeld; het is voldoende te zeggen dat een contactdiode sterk zal geleiden als er een spanning op aangebracht wordt waarbij het type P materiaal positief wordt en het type N mate-

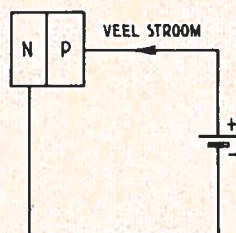


FIG. 1

riaal negatief, en slechts weinig geleidend zal zijn wanneer de polariteit omgekeerd wordt (fig. 1 en 2).

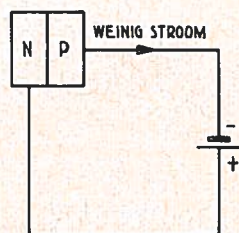


FIG. 2

Wanneer de diode sterk geleidend is zegt men, dat er positieve voorspanning op staat; wanneer hij weinig geleidend is, zegt men, dat er negatieve voorspanning is.

Indien de diode-samenstelling van fig. 2 wordt uitgebreid met een derde verbinding en wanneer men een positieve voorspanning aanbrengt voor de nieuwe verbindingdiode (gevormd door toevoe-

ging van de meest linkse P kring) dan zal het circuit er als volgt uitzien:

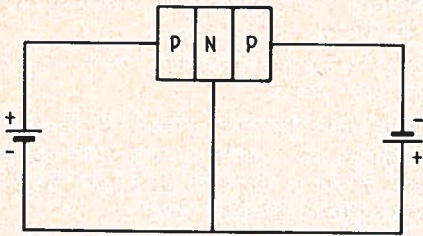


FIG. 3

Men zou — ten onrechte — verwachten, dat er een sterke stroom gaat vloeien in de diode met positieve voorspanning en een zwakke stroom in de diode met tegengestelde voorspanning en dat er geen wisselwerking tussen de twee diodes zou zijn.

Dit is echter niet zo. Voor het hier getekende circuit zal de stroom met positieve voorspanning, komende van de linker diode, volledig door de beide delen gaan, behalve een kleine stroom die gaat lopen als geschetst in fig. 4:

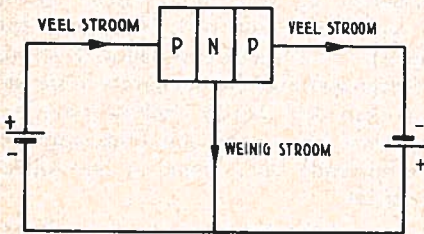


FIG. 4

Op dit onverwachte gedrag, dat alleen plaats vindt als het middengedeelte dun is, is de werking van de transistor gebaseerd.

Aangezien het gebied P — aan de linkerkant — stroom zendt in de transistor wordt het de *emitter* genoemd. Het middengebied (het gebied N) waardoor de emitterstroom vloeit, wordt de *basis* genoemd. Het rechtergedeelte P dat de stroom verzamelt, die door de emitter uitgezonden wordt, heet de *collector*.

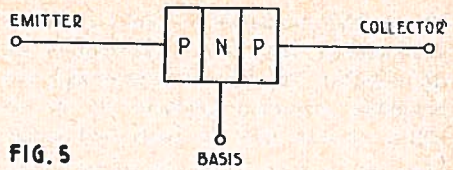


FIG. 5

Een op deze manier geconstrueerde transistor wordt een PNP transistor genoemd.

Door de delen N en P onderling te verwisselen is een andere samenstelling mogelijk (fig. 6).

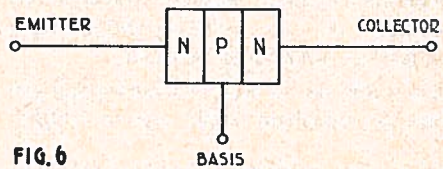


FIG. 6

Deze samenstelling wordt de NPN transistor genoemd. Het voornaamste verschil tussen de twee is, dat de spanningen die op een PNP transistor gebracht worden tegengesteld moeten zijn bij een NPN transistor.

In schematische voorstellingen wordt een PNP transistor voorgesteld als volgt:

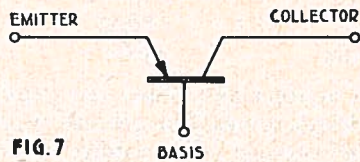


FIG. 7

en een NPN type aldus:

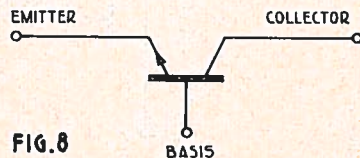


FIG. 8

Men zal inzien, dat zowel de NPN —

als de PNP transistor — links en rechts symmetrisch zijn; d.w.z. de emitter en de collector van elke transistor zijn van hetzelfde materiaal gemaakt en op dezelfde manier met de basis verbonden. Het ligt voor de hand zich af te vragen of het enig verschil maakt welke van de buitenste gebieden de emitter is en welke de collector. Bij sommige typen, symmetrische transistors genaamd, maakt het geen verschil. Bij de meeste transistors zijn de verschillende gebieden verschillend samengesteld. Een kleine transistor zal gewoonlijk op een zeer beperkte manier werken wanneer de emitter- en de collector-verbindingen onderling verwisseld worden.

Het is dus aan te raden de aanwijzingen van de fabrikant strikt op te volgen.

Transistors vergeleken met elektronenbuizen.

Omdat de transistor een versterkingsapparaat is lijkt het op een elektronenbuis in zoverre, dat de „drie elementen” van de transistor bij benadering overeenkomen met de drie elementen van een triodebuis:

<i>transistor</i>	<i>elektronenbuis</i>
emitter	kathode
basis	rooster
collector	anode

Deze overeenkomst tussen een transistor en elektronenbuis kan gebruikt worden om de volgende gelijkwaardige symbolen samen te stellen:

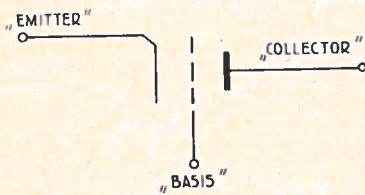


FIG. 9

Deze gelijkwaardigheid is slechts een benadering. Laten we bijv. het verschil

tussen een rooster en een basis eens bekijken. Een rooster laat bij normale instelling met negatieve voorspanning geen stroom door.

De gehele kathodestroom vloeit ook in het anodecircuit.

Bij de transistor echter verdeelt de emitterstroom zich tussen de collector en de basis, zodat er door de basis een niet te verwaarlozen stroom vloeit.

Aangezien de stroom, die bij een bepaalde spanning optreedt een aanwijzing is voor de impedantie van een circuit, kunnen we hier uit afleiden dat de impedantie van de basis veel kleiner moet zijn dan die van een stuurrooster.

Deze conclusie is volkomen juist; een elektronenbuis heeft zoals bekend een roosterimpedantie van enkele megohms, terwijl een transistor een basis impedantie kan hebben van minder dan 2000 ohm.

Definitie van alpha en beta.

Ofschoon er voldoende stroom vloeit in het basiscircuit om deze basis het aanzien van een lage impedantie te geven, vertegenwoordigt deze basisstroom slechts een klein deel van de emitterstroom — ongeveer 2% — bij een transistor. De overblijvende 98% komt in het collectorcircuit.

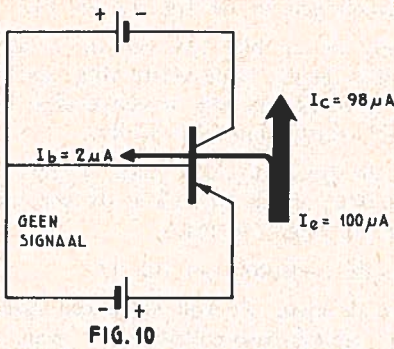
Deze verdeling van de stroom wordt gebruikt om een belangrijke transistorparameter te bepalen, die *alpha* genoemd is. Indien 98% van de emitterstroom van een bepaalde transistor in de bijbehorende collector vloeit, dan heeft de transistor een alpha van 0,98.

Mathematisch is vastgesteld:

$$\alpha = \frac{I_{\text{collector}}}{I_{\text{emitter}}}$$

Aangezien de collectorstroom altijd iets kleiner is dan de emitterstroom, zal alpha altijd iets kleiner dan 1 zijn. Daarom

zal een transistor verliezen in plaats van winst voor een stroomsignaal, dat op de emitter wordt gebracht en bij de collector wordt waargenomen.



Niettemin kunnen er nuttige stroomlopen samengesteld worden door gebruik te maken van dit circuit, zelfs indien het geen stroomversterking oplevert.

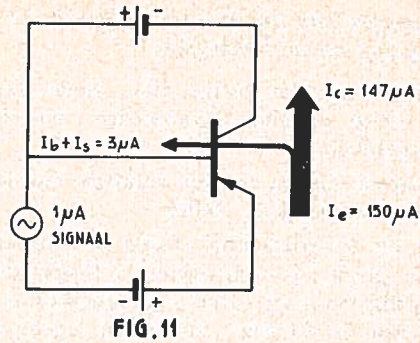
Sommige manieren om deze schakeling te gebruiken, die de gearde basisschakeling genoemd wordt, worden in dit artikel besproken.

Hoe wordt nu de stroomversterking verkregen?

Deze wordt verkregen door de basisstroom (2% in het voorafgaande voorbeeld) te besturen door middel van een signaal op de basis. De basisstroom veroorzaakt, wanneer hij gestuurd wordt door een kleine variërende (signaal) stroom, een overeenkomstige variatie in de veel grotere emitterstroom en veroorzaakt daardoor dezelfde variatie in de collectorstroom (fig. 11).

Aangezien de kleine signaalstroom die in het basiscircuit ingevoerd wordt een grotere signaalstroom veroorzaakt in het collectorcircuit, zeggen we, dat er een stroomversterking plaats gevonden heeft.

De hier verkregen stroomversterking is duidelijk de verhouding tussen de collectorstroom en de basisstroom. Deze



stroomverhouding is een andere belangrijke transistor-parameter en wordt *bêta* genoemd.

Mathematisch uitgedrukt wordt dit:

$$\text{bêta} = \frac{I \text{ collector}}{I \text{ basis}}$$

In tekening 11 veroorzaakt een signaalstroom van $1/\mu\text{A}$ in de basis een verandering van $49\mu\text{A}$ ($147\mu\text{A} - 98\mu\text{A}$) in de collectorstroom. De *bêta* van deze transistor zou dan zijn:

$$\text{bêta} = \frac{49}{1} = 49.$$

Dit is een vrijwel normale waarde. Bij metingen aan een type OC 76 werd gevonden: $\text{bêta} = 48$.

Opgemerkt moet worden, dat in de schakeling, die gebruikt wordt om stroomwinst op te leveren het aardpunt van de basis naar de emitter werd verplaatst.

Daarom wordt dit circuit de *gearde emitterschakeling* genoemd of de *gemeenschappelijke emitterschakeling*.

Deze schakeling is vrijwel gelijk aan de gearde kathodeschakeling van een elektronenbuis, maar de analogie moet voorzichtig gebruikt worden. Er is bijv. al op gewezen, dat de impedantie die men ziet als men in de basis kijkt, 2000 ohm is in plaats van een hoge impedantie die gebruikelijk is voor het rooster van een elektronenbuis.

Metingen aan transistorschakelingen in vergelijking met buisschakelingen

Dit is een vrij lastige zaak, omdat we in feite ongelijke grootheden moeten vergelijken.

Daarom dienen we bij voorbaat enkele zaken duidelijk te stellen:

bij de buisschakeling vragen we ons af hoe groot de verhouding is tussen de ingangsspanning en de uitgangsspanning. Hierbij is de gang van zaken eigenlijk aldus:

de ingangsspanning (E_i) veroorzaakt een anodestroomverandering (ΔI_a); deze veroorzaakt op zijn beurt in de anodeweerstand een spanningsverandering die we de uitgangsspanning E_u noemen.

Belangrijk is hierbij, dat de generator, die voor de ingangsspanning zorgt, geen stroom levert; de roosterimpedantie is zeer hoog!

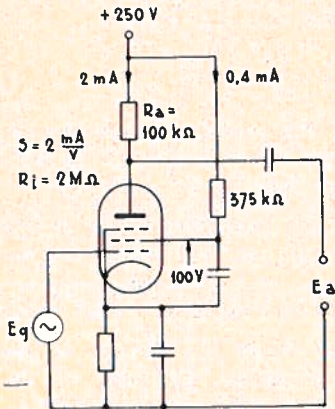


Fig. 12 SCHAKELING VAN SCHERMROOSTER-BUIS ALS SPANNINGSVERSTERKER

Bij de transistor-spanningsversterker willen we liefst ook een vergelijking maken tussen E_u en E_i .

Maar hier is de ingangsimpedantie van de basis ong. 4000 ohm; de E_i generator levert dus *wel* stroom.

Voorlopig laten we dit even buiten beschouwing; op de consequenties hiervan komen we spoedig terug.

Wat is nu de versterkingsgraad van de schakelingen in de fig. 12 en 13?

Zoals we op blz. 135 van nr. 5 reeds hebben gezien is de versterking van fig. 12 te berekenen met de eenvoudige formule: versterking = $S \times R_u$.

In dit geval dus 200 maal; ($0,002 \times 100.000$). In de praktijk is dit wat minder, nl. ong. 140 maal.

Nu de transistor van fig. 13

Van de klem +6 volt vloeit een stroom via emitter-basis-collector- R_u naar de minpool van de batterij; dit is 97% van de totale batterij-stroom.

Ongeveer 3% van de batterij-stroom vloeit via emitter-basis- R_2 naar de minpool.

Deze stroom kunnen we vergroten of verkleinen met de spanning E_i , afkomstig van de generator.

De collectorstroom (via R_u) is sterk te beïnvloeden door de basisstroom (in de verhouding 48 : 1). Wvz $1 \mu A$ basisstroomverandering veroorzaakt $48 \mu A$ stroomverandering in R_u .

De spanningsdeler R_1 en R_2 kunnen we vergelijken met de kathodeweerstand in fig. 12; ook R_1 en R_2 dienen om het werkpunt in te stellen.

Dit zal straks bij het behandelen van de karakteristieken nader worden verklaard.

Aan de schakeling werd het volgende gemeten:

Een spanningsverandering op de basis van 0,06 volt veroorzaakt een stroomverandering in het basis-circuit van

$$\frac{0,06}{4000} = 15 \text{ micro-ampère.}$$

(de impedantie van de basis is gemeten als 4000 ohm).

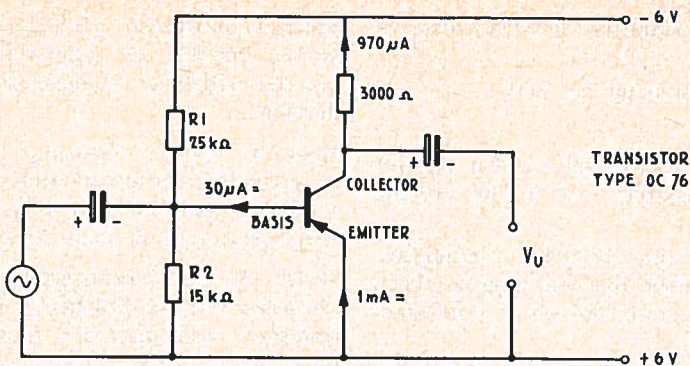


FIG. 13

In het collector-circuit vloeit hierdoor een $48\times$ zo grote stroomverandering, dus $48 \times 15 = 720 \mu\text{A}$.

In de weerstand R_u (3000 ohm) ontstaat dan een spanningsverandering van $3000 \times 720 = 2,16$ volt.

De verhouding tussen E_i en E_u is in deze schakeling dus $36 : 1$.

De lezer zal dit resultaat wellicht niet erg indrukwekkend vinden als hij een vergelijking maakt met de uitkomst van de buisschakeling in fig. 12.

Inderdaad lijkt de transistor wel ver achter te liggen bij de versterkerbuis. Maar, zoals reeds werd opgemerkt, we moeten goed oppassen geen verkeerde conclusies te trekken door vergelijkingen van ongelijke zaken.

Tenslotte werkt de buis met een gloei-stroomvermogen van 1,25 watt en een verbruik van 0,6 watt uit de voeding van 250 volt. Totaal dus 1,85 watt.

En de transistor? Bij 6 volt en 2 mA het nietig lijkend bedrag van 12 milli-watt!

Als we ons dit realiseren mogen we natuurlijk niets anders verwachten dan dat ook de resultaten verschillen.

Volledigheidshalve moet nog worden vastgesteld, dat de gevonden 36-voudige spanningsversterking de werking van de transistor niet geheel juist laat uitkomen.

We bedoelen dit: ook met een transformator is het mogelijk de spanning $36\times$ hoger te maken; ook stromen laten zich op deze wijze omzetten in hogere waarden.

Maar met een transformator kan nooit *vermogenswinst* worden verkregen.

Dit is met de transistor van fig. 13 *wel* het geval; het ingangsvermogen is nl. $0,9 \mu$ watt en het uitgangsvermogen 1,5 milli-watt.

Op deze wijze bekeken levert de transistor dus een aanzienlijke versterking. Wat in sommige gevallen een nadeel betekent van de transistor is de grootte van de uitgangsspanning.

De buis van fig. 12 is in staat een max. spanning te leveren van 20 volt. De transistorschakeling van fig. 13 slechts 2,16 volt!

Dit kan natuurlijk ook niet anders, wanneer we bedenken dat de voedingsspanning maar 6 volt bedraagt.

Kunnen we een complete laagfrequent-versterker maken met transistors?

Dit is inderdaad mogelijk; wel moeten we goed bedenken dat het altijd „klein werk” blijft.

Er bestaan wel transistors van flink vermogen, maar die moeten dan ook gevoed worden uit een stroombron die 1 ampère kan leveren. Hiervoor zijn

elementen natuurlijk niet geschikt; er blijft over:

- a) gelijkrichten uit het net;
- b) een accu.

Waarmede gezegd wil worden dat het begrip „draagbaar” wel in het gedrang komt.

Bovendien zijn bedoelde vermogens-transistors door hun omvangrijke koel-vinnen evengroot als een 9 watt eind-buis.

Het lijkt daarom zeer twijfelachtig of grote transistors wel op ruime schaal zullen worden toegepast; dit althans in de amusementssector.

Met transistors uitgeruste radio-ontvangers kunnen om de hierboven omschreven redenen nooit veel „fut” leveren. Maar dat is ook in de meeste gevallen niet nodig.

Kampeerontvangers moeten juist niet als rustverstoorders fungeren!

Speciaal ontworpen gevoelige luidsprekertjes kunnen een behoorlijk volume bij een redelijke geluidskwaliteit produceren.

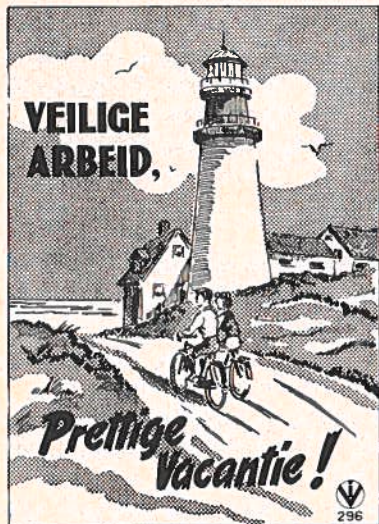
Voor de grotere huiskamer-ontvangers en gramfoonversterkers echter heeft de transistor, zoals het zich thans laat aanzien, geen kans de buis te verdringen.

Naast de amusementssector biedt de transistor vele mogelijkheden voor elektronische rekenmachines (computers).

En in de transmissie-techniek zullen transistors spoedig bij onze dienst worden toegepast.

In een volgend studieblad zullen we enkele grafieken van transistors bespreken; vervolgens een schakeling met transformator voor luidsprekeraanpassing om daarna de transistor als generator en hoogfrequentieversterker onder de loep te nemen.

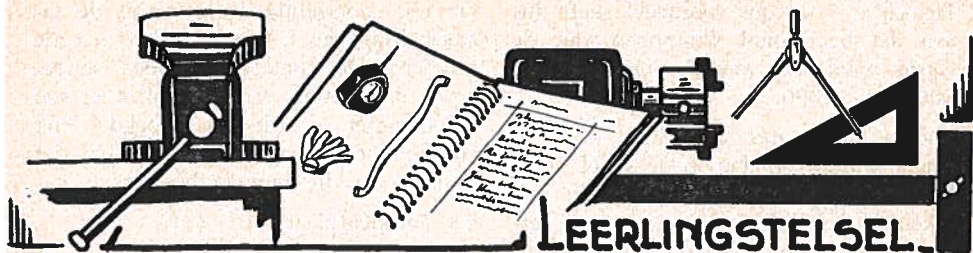
(wordt vervolgd).



VEILIGE ABEID . . .

PRETTIGE VAKANTIE!

Veilige Arbeid... inderdaad een devies dat we altijd in praktijk moeten brengen. Zowel in ons werk, als in onze vakantie en OOK IN ONZE VRIJE TIJD. Want ook dán verrichten we arbeid - thuis, in onze tuin of bij ons knutselen- waarbij we veilig moeten zijn. Door altijd veilig te werken kunnen we een prettige vakantie hebben... waarin we echter onze veiligheid - en ook die van anderen - nooit uit het oog mogen verliezen.



Codering van relais.

In de vorige artikelen hebben we de spoel en het wikkelvorschrift van het platankerrelais besproken en gaan nu in het onderstaande aandacht besteden aan het codenummer dat op het etiket van de spoel voorkomt. In de meeste gevallen zijn dit zelfs twee nummers. Het ene is het fabrieksnummer en het andere is het PTT-codenummer. Dit laatste nummer kan er bijv. als volgt uitzien:

PTT A 87 E 2

Voor de lezers van het Studieblad is het wel interessant iets meer te weten omtrent de betekenis van de letters en cijfers van deze code.

Het eenvoudigst is het om het code-nummer dat hierboven is afgedrukt als voorbeeld te gebruiken.

We zien in de eerste plaats staan de letters PTT. Deze geven dus aan dat dit het codenummer is dat voor ons van belang is en waar het PTT-personeel mee werkt.

Hierna volgt een letter (A) die het type relais aangeeft. Enige voorbeelden hiervan zijn:

A = platankerrelais

G = korte dubbel relais

L = ronde relais

Als we nu weten met welk type relais we te doen hebben geeft het hierop

aansluitende cijfer (8) ons de weerstandsklasse van de eerste wikkeling. In het onderstaande overzicht is deze klasse indeling opgenomen.

1 =	0 t/m	49 ohm
2 =	50 t/m	139 ohm
3 =	140 t/m	299 ohm
4 =	300 t/m	449 ohm
5 =	450 t/m	549 ohm
6 =	550 t/m	799 ohm
7 =	800 t/m	1299 ohm
8 =	1300 t/m	1799 ohm
9 =	1800 t/m	2499 ohm
0 =	2500 ohm	en hoger

De eerste wikkeling, van de spoel uit ons voorbeeld, heeft dus een weerstand die ligt tussen 1300 en 1800 ohm.

Het nu volgende cijfer (7) geeft de windingenklasse van de eerste wikkeling aan. De betekenis van deze cijfers is als volgt:

1 =	0 t/m	2499 wdg
2 =	2500 t/m	3999 wdg
3 =	4000 t/m	5999 wdg
4 =	6000 t/m	6999 wdg
5 =	7000 t/m	7999 wdg
6 =	8000 t/m	8999 wdg
7 =	9000 t/m	10999 wdg
8 =	11000 t/m	13999 wdg
9 =	14000 t/m	17999 wdg
0 =	18000 wdg	en hoger

Het cijfer 7 uit ons voorbeeld geeft dus aan dat het aantal windingen van de eerste wikkeling moeten liggen tussen 9000 en 11000.

Hierna wordt met een letter (E) het aantal windingen dat op de spoel voorkomt aangegeven. Hierbij wordt ook rekening gehouden met een z.g.n. verdragingswikkeling. Met dit laatste wordt bedoeld een wikkeling van blank vertind koperdraad die direct om de kern is aangebracht met de bedoeling om het relais trager te doen werken.

Hier is de aanduiding als volgt:

A is een relais met één werkzame wikkeling.

B is een relais met twee werkzame wikkelingen.

C is een relais met drie of meer werkzame wikkelingen.

D is een relais met een werkzame wikkeling en een verdragingswikkeling.

E is een relais met twee of meer werkzame wikkelingen en een verdragingswikkeling.

Hierop sluit weer een cijfer (2) aan.

Dit cijfer is een volgnummer waarmee de verschillen tussen relaisspoelen worden aangegeven welke niet in de eerste vier gegevens tot uitdrukking komen.

Als voorbeeld nemen we het wikkelvoorschrift van twee platankerrelais.

Het eerste luidt I — 1000 — 11600 — 0,1 Cul en het tweede I — 1200 — 13000 — 0,1 Cul.

Het eerste gedeelte van het codenummer zal voor beide spoelen zijn A 78 A.

Het volgnummer kan nu de verschillen tussen beide spoelen tot uitdrukking brengen bijv. als volgt:

A 78 A 1 en A 78 A 2

Op een soortgelijke wijze wordt de samenstelling van het verenpakket in code gebracht. De kontakten worden aangegeven door letters waaraan ook weer een volgnummer wordt toegevoegd. Het volgnummer brengt de verschillen tot uitdrukking die kunnen bestaan in:

het antikleefplaatje of -stift

het kontaktmateriaal

de permeabiliteit en remanentie van kern en anker enz.

Hieronder volgt nog een voorbeeld van het tweede gedeelte van een codenummer.

A C B Deze letters geven aan dat het verenpakket bestaat uit een maak-, wissel- en verbreekcontact.

Uit onderstaande tabel zijn meerdere combinaties af te leiden.

A = M ct

B = V ct

C = W ct

D = dM ct

E = dV ct

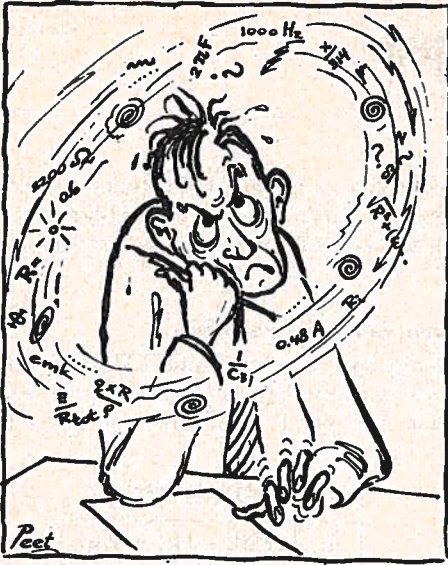
F = MM ct

enz.

Degenen die van deze codering meer willen weten kunnen de voorschriften Tfc 398 V 80 hiervoor raadplegen.

(wordt vervolgd).

* * *



Examenvragen

60-054

1. Op een afstand van 4 cm hebben wij twee magneetpooitjes, resp. $m_1 = 8$ en $m_2 = 12$, van elkaar geplaatst.

Welke kracht in grammen uitgedrukt, zullen deze twee magneetpooitjes op elkaar uitoefenen?

2. Door een zilverbad wordt een stroom gestuurd van 15 A.

Als na zekere tijd de stroom uitgeschakeld wordt, blijkt het voorwerp, dat in het bad was opgehangen, 40 g zwaarder geworden te zijn.

Hoe lang is de stroom hiervoor ingeschakeld geweest?

3. a. Er worden 8 condensatoren van $2 \mu\text{F}$ in serie geschakeld.

- b. Dezelfde condensatoren worden daarna parallel geschakeld.

Gevraagd wordt in de gevallen a en b de totale capaciteit te bepalen.

4. Bij een trafo is de wikkelerhouding tussen de primaire- en secundaire spoel als 1 : 4.

De aangelegde spanning bedraagt 220 V.

Hoe groot is de spanning tussen de uiteinden van de secundaire spoel in onbelaste toestand.

Verliezen buiten beschouwing gelaten.

5. Een milli-ampere-meter heeft een meetbereik van 50 mA.

Nu wil men met deze mA-meter een maximale stroom van 150 mA meten.

- a. Hoe kunnen wij dit bereiken?

- b. Moeten wij bij het aflezen van de grootte van de stroom (max. 150 mA) nog ergens rekening mee houden?

6. a. Als men twee gelijkstroombellen in serie willen laten werken, dus in serie schakelen, is het resultaat dan goed?

- b. Welke maatregel nemen wij in het geval dit niet goed is?

Bij de controle van stroomvoorzieningsinstallaties in telefooncentrales en versterkerstations komt steeds weer het begrip „karakteristiek” van gelijkrichters ter sprake. Wat wordt hiermee bedoeld, wat is het belang ervan en wat kunnen we eruit aflezen?

Algemene opmerkingen over karakteristieken van een stroombron

Stel er werkt een stroombron, voorlopig met een constante EMK en een constante R_i , belast met een veranderlijke weerstand; aan de hand van een getallenvoorbeeld kan worden nagegaan hoe groot de klemspanning E_k is bij verschillende stromen (fig. 1).

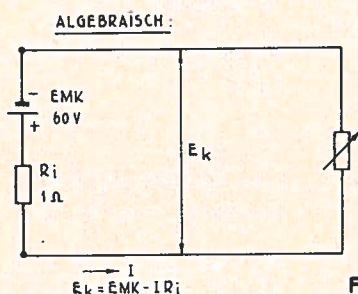


FIG. 1

UITWERKING GETALLENVOORBEELD

I	EMK - $I R_i = E_k$
0	60 - 0 = 60
1	60 - 1 = 59
2	60 - 2 = 58
3	60 - 3 = 57
4	60 - 4 = 56
5	60 - 5 = 55
6	60 - 6 = 54

Met *karakteristiek*, of eigenlijk met de *uitwendige karakteristiek* van de beschouwde stroombron wordt nu bedoeld de grafiek die aangeeft hoe de klemspanning van de stroombron verloopt, wanneer de geleverde stroom varieert. Fig. 2.

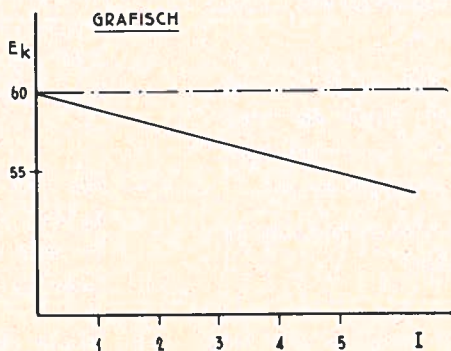
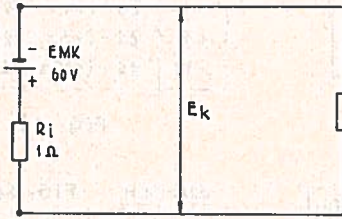


FIG. 2

Verdere beschouwingen over de uitwendige karakteristiek

Toch is de uitwendige karakteristiek nog niet volledig besproken. Tot nu leverde de stroombron stroom af, maar er kan ook stroom aan de stroombron geleverd worden; denk aan een accu die geladen wordt. Deze uitbreiding van de mogelijkheden heeft voor de gedaante van de uitwendige karakteristiek het gevolg als aangegeven in fig. 3a en 3b.

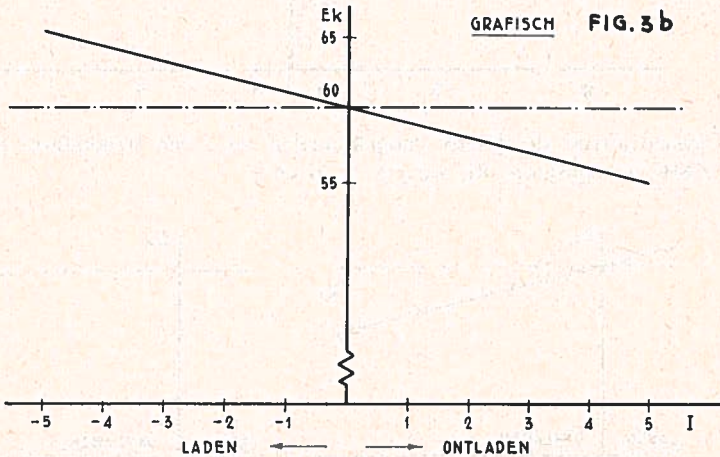
UITWERKING GETALLENVOORBEELD



ONTLAADSTROOM, WORDT POS. GEREKEND
 LAADSTROOM, WORDT NEG. GEREKEND
 ALGEBRAÏSCH: $E_k = EMK - I R_i$

I	$EMK - I R_i = E_k$
-6	$60 - (-6 \times 1) = 66$
-5	65
-4	64
-3	63
-2	62
-1	61
0	60
+1	59
+2	58

FIG. 3 a



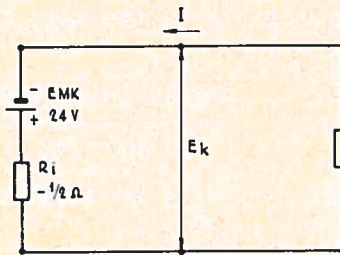
GRAFISCH FIG. 3 b

De mogelijke gedaanten van de uitwendige karakteristiek

De algebraïsche vorm $E_k = EMK - I R_i$ gaat altijd op. In het voorgaande heeft I nu alle mogelijke waarden van negatief over nul naar positief kunnen aannemen. Is het nu mogelijk, dat er gevallen zijn, dat R_i negatief is? Inderdaad, want dit betekent, dat de klemspanning van de stroombron stijgt wanneer de stroomafname stijgt. Fig. 4a, 4b en 4c.

Dit is bijvoorbeeld voor een gelijkstroom-seriedynamo het geval en kan ook het geval zijn voor een gelijkstroomcompounddynamo, wanneer deze over-

gecomponeerd is. Ook in de electronica komen stroombronnen met negatieve R_i voor.



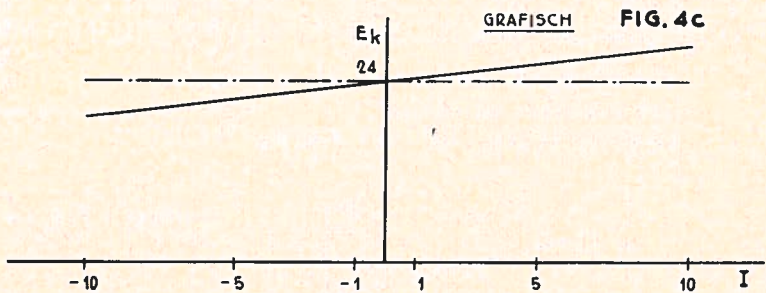
ALGEBRAÏSCH: $E_k = EMK - IR_i$

FIG. 4 a

UITWERKING GETALLENVOORDEELD

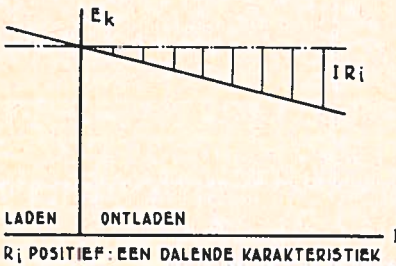
I	$EMK - IR_i = E_k$
-10	$24 - (-10 \times -\frac{1}{2}) = 19$
-5	$24 - (-5 \times -\frac{1}{2}) = 21\frac{1}{2}$
-1	$24 - (-1 \times -\frac{1}{2}) = 23\frac{1}{2}$
0	$24 - 0 = 24$
+1	$24 - (+1 \times -\frac{1}{2}) = 24\frac{1}{2}$
+5	$24 - (+5 \times -\frac{1}{2}) = 26\frac{1}{2}$
+10	$24 - (+10 \times -\frac{1}{2}) = 29$

FIG. 4 b



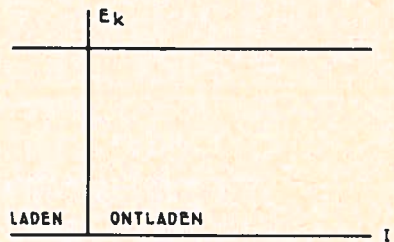
GRAFISCH FIG. 4 c

Samenvattend de diverse mogelijkheden voor één stroombron met constante EMK en constante R_i , zie fig. 5, 6 en 7.



R_i POSITIEF: EEN DALENDE KARAKTERISTIEK

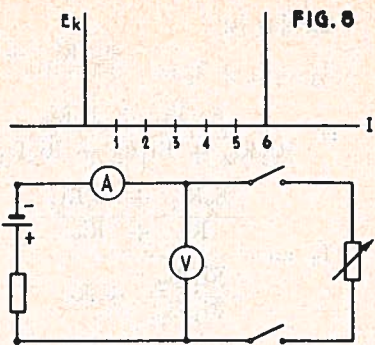
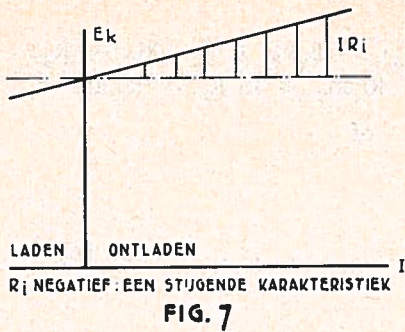
FIG. 5



$R_i = 0$: EEN VLAKKE KARAKTERISTIEK

FIG. 6

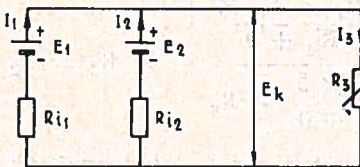
R_i = oneindig hoog, fig. 8; het is duidelijk, dat dit geval zich in al zijn consequenties nooit zal voordoen want het betekent, dat de stroombron altijd, onder alle omstandigheden, dus belast of niet belast, de constante stroom 6 A levert, zelfs het aanbrengen van schakelaars zou geen invloed op de stroomafname hebben. Als onderdeel van een ingewikkelder karakteristiek kan dit geval wel, maar dan voor een beperkt klemspanningsgebied, voorkomen.



Twee parallel geschakelde stroombronnen, algebraïsch, algemeen

Dit geval, fig. 9, moet aan de hand van de wetten van Kirchhoff worden doorgenomen.

Uit de 1e wet volgt:



$$I_1 + I_2 = I_3 \dots \dots \dots (1)$$

Uit de 2e wet volgt:

$$E_1 = I_1 R_{i1} + I_3 R_3 \dots \dots \dots (2)$$

$$E_2 = I_2 R_{i2} + I_3 R_3 \dots \dots \dots (3)$$

Invulling van (1) in (2) en (3) geeft:

$$E_1 = I_1 R_{i1} + I_1 R_3 + I_2 R_3 = I_1 (R_{i1} + R_3) + I_2 R_3$$

$$E_2 = I_2 R_{i2} + I_1 R_3 + I_2 R_3 = I_1 R_3 + I_2 (R_{i2} + R_3)$$

Oplossing van I_1 en I_2 uit deze vergelijkingen is een kwestie van eenvoudig rekenwerk, dat als volgt verloopt:

$$\begin{aligned} E_1 R_3 &= I_1 (R_{i1} + R_3) R_3 + I_2 R_3^2 \\ E_2 (R_{i1} + R_3) &= I_1 (R_{i1} + R_3) R_3 + I_2 (R_{i2} + R_3) (R_{i1} + R_3) \\ E_2 (R_{i1} + R_3) - E_1 R_3 &= I_2 (R_{i2} + R_3) (R_{i1} + R_3) - I_2 R_3^2 \\ &= I_2 R_{i1} R_{i2} + I_2 R_{i2} R_3 + I_2 R_{i1} R_3 + I_2 R_3^2 - I_2 R_3^2 \end{aligned}$$

Waaruit volgt:

$$I_2 = \frac{E_2 (R_{i1} + R_3) - E_1 R_3}{R_{i1} R_{i2} + R_{i1} R_3 + R_{i2} R_3} \dots \dots \dots (4)$$

Op dezelfde wijze wordt gevonden:

$$I_1 = \frac{E_1 (R_{i2} + R_3) - E_2 R_3}{R_{i1} R_{i2} + R_{i1} R_3 + R_{i2} R_3} \dots \dots \dots (5)$$

en dus is:

$$\begin{aligned}
 I_3 = I_1 + I_2 &= \frac{E_2(Ri_1 + R_3) - E_1R_3 + E_1(Ri_2 + R_3) - E_2R_3}{Ri_1Ri_2 + Ri_1R_3 + Ri_2R_3} \\
 &= \frac{E_2 Ri_1 + E_1 Ri_2}{Ri_1 Ri_2 + Ri_1 R_3 + Ri_2 R_3} \quad \text{of} \\
 I_3 &= \frac{\frac{E_2 Ri_1 + E_1 Ri_2}{Ri_1 + Ri_2}}{\frac{Ri_1 Ri_2}{Ri_1 Ri_2} + R_3} \dots \dots \dots (6)
 \end{aligned}$$

Twee parallel geschakelde stroombronnen, algebraïsch bijzondere gevallen

Dit rekenwerk is uitgevoerd om na te gaan wat er gaat gebeuren wanneer één der twee stroombronnen nu eens één der twee merkwaardige eigenschappen gaat vertonen die in het voorgaande zijn aangegeven.

Neem eens aan, dat de tweede stroombron een vlakke karakteristiek heeft, dus $Ri_2 = 0$. Dit is nu juist het geval in een telefooncentrale met een accu en een geregelde gelijkrichter.

Ut (6) volgt: $E_k = I_3 \times R_3 = \frac{\frac{E_2 Ri_1 + E_3 \times 0}{Ri_1 + 0}}{\frac{Ri_1 \times 0}{Ri_1 + 0} + R_3} \times R_3 = E_2$

en aangezien E_2 constant is blijft dus, wat er met I_3 ook gebeurt, E_k , dit is dus de centralespanning, constant.

Ut (5) volgt: $I_1 = \frac{E_1(0 + R_3) - E_2R_3}{Ri_1 \times 0 + Ri_1R_3 + 0 \times R_3} = \frac{(E_1 - E_2) R_3}{Ri_1 R_3} = \frac{E_1 - E_2}{Ri_1}$

Dit betekent, dat I_1 , wat er ook met I_3 gebeurt, constant blijft.

Geval 1: wanneer E_1 groter is dan E_2 , m.a.w. de accu EMK is hoger dan de gelijkrichter EMK, dan wordt I_1 constant positief, d.w.z. de accu loopt leeg.

Geval 2: wanneer E_1 kleiner is dan E_2 , m.a.w. de accu EMK is lager dan de gelijkrichter EMK, dan wordt I_1 constant negatief, d.w.z. de accu wordt geladen.

Geval 3: wanneer E_1 gelijk is aan E_2 , dan wordt $I_1 = 0$.

Hiervoor zorgen we nu bij het inmeten van gelijkrichters. Dan wordt immers de EMK van de gelijkrichter nauwkeurig gelijk gemaakt aan het aantal accucellen vermenigvuldigd met 2,17 V en bovendien wordt er voor gezorgd, dat de accu vol is, d.w.z. de EMK per cel is ook 2,17 V. Aangezien $E_1 = E_2$ wordt $I_1 = 0$, de accu „doet niets” en blijft vol.

Zou hij onverhoopt toch leeg raken (dan daalt de accu EMK!) dan krijgen we het eerste geval (hij wordt opnieuw geladen); zou hij „overgeladen” zijn (dan is de accu EMK te hoog), dan wordt hij ontladen, zijn EMK gaat weer dalen, totdat deze weer precies gelijk aan de gelijkrichter EMK is, de ontlading houdt op en de accu blijft werkeloos, maar juist vol, staan.

Twee parallel geschakelde stroombronnen grafisch m.b.v. de karakteristieken

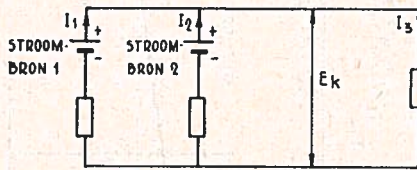


FIG. 10

De hoofdkenmerken van deze schakeling zijn, dat de klemspanning van beide stroombronnen, wat er ook gebeurt gelijk zijn en verder, dat altijd

$$I_1 + I_2 = I_3, \text{ fig. 10.}$$

Toepassing van deze kenmerken op de karakteristieken van de twee stroombronnen geeft de mogelijkheid het verband tussen E_k en I_3 te construeren.

Wanneer $E_k = x$, dan moet de stroombron 1 I_{1x} leveren, stroombron 2 moet I_{2x} leveren dus I_{3x} is bij $E_k = x = I_{1x} + I_{2x}$.

Evenzo moet bij $E_k = y$, $I_{3y} = I_{1y} + I_{2y}$ zijn.

Het verband tussen E_k en I_3 is dan gevonden, fig. 11 want dit wordt evenals de uitwendige karakteristieken van de stroombronnen 1 en 2, een rechte lijn.

Er moet wel bedacht worden, dat alle optellingen en aftrekkingen algebraïsch worden uitgevoerd — zie het geval $E_k = y$.

Twee parallel geschakelde stroombronnen, conclusies uit het voorgaande

Geval a: de centrale neemt geen stroom af; stroombron 1 levert stroom aan stroombron 2, welke dus met deze zelfde stroom, maar in negatieve richting wordt geladen.

$$I_{1a} = -I_{2a}, I_3 = I_{1a} + I_{2a} = 0.$$

Geval b: de centrale neemt af de stroom I_{3b} ; stroombron 1 levert en laadstroom aan stroombron 2 en stroom aan de afnemer, $I_{1b} = I_{3b} + I_{2b}$.

Geval c: de centrale neemt af de stroom I_{3c} ; stroombron 1 levert deze stroom, maar laadt stroombron 2 net niet meer, $I_{1c} = I_3$; $I_{2c} = 0$.

Geval d: de centrale neemt af de stroom I_{3d} ; stroombron 1 levert een gedeelte hiervan: I_{1d} ; stroombron 2 levert nu eveneens en wel I_{2d} .

$$I_{3d} = I_{1d} + I_{2d}.$$

Zonder veel rekenwerk kan verder gemakkelijk worden nagegaan wat er gebeurt wanneer bijv. de EMK van één van beide stroombronnen wordt gewijzigd.

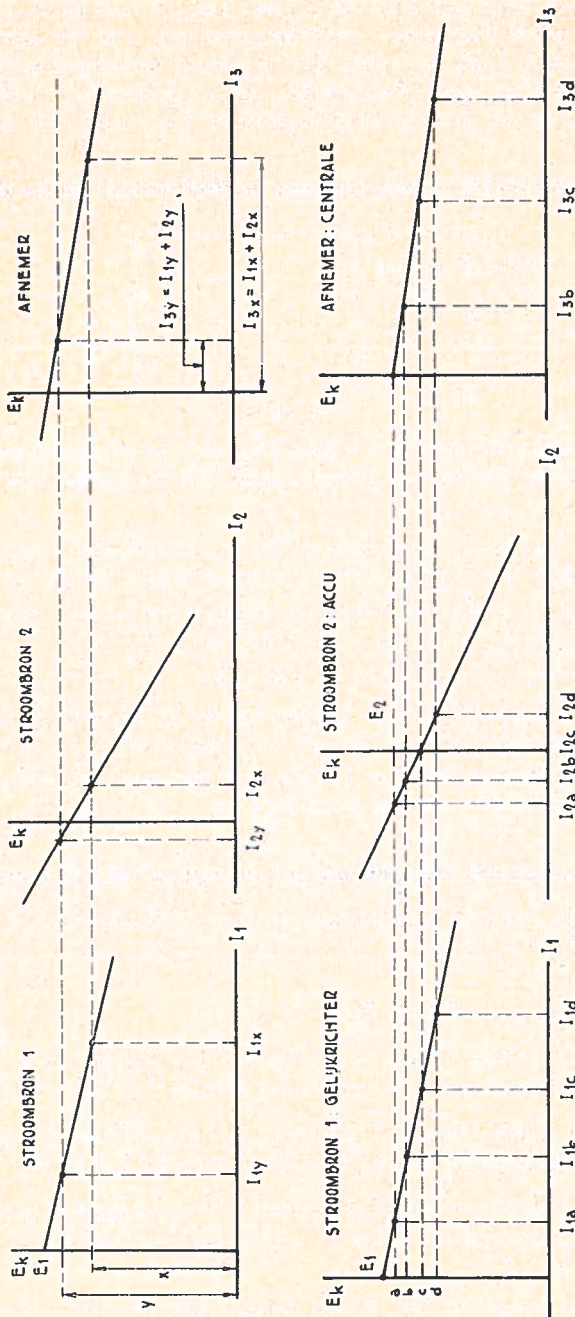


FIG. 11

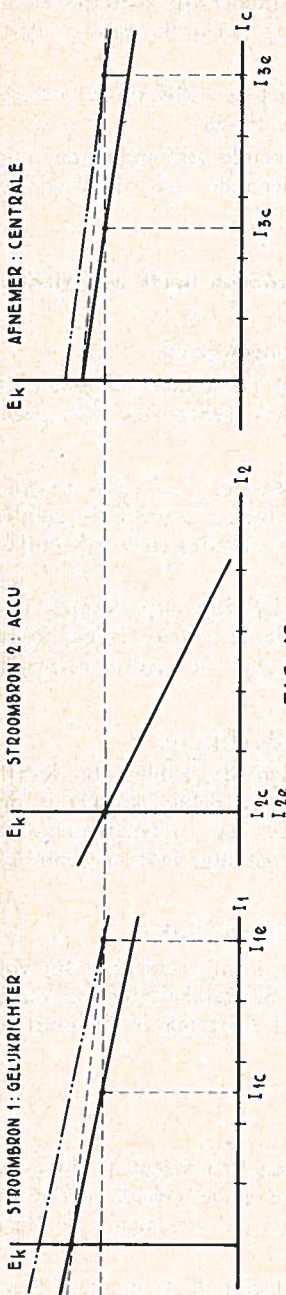


FIG. 12

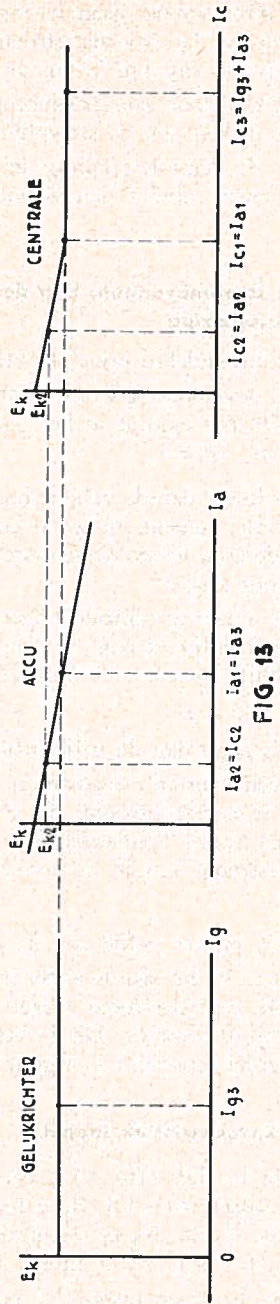


FIG. 13

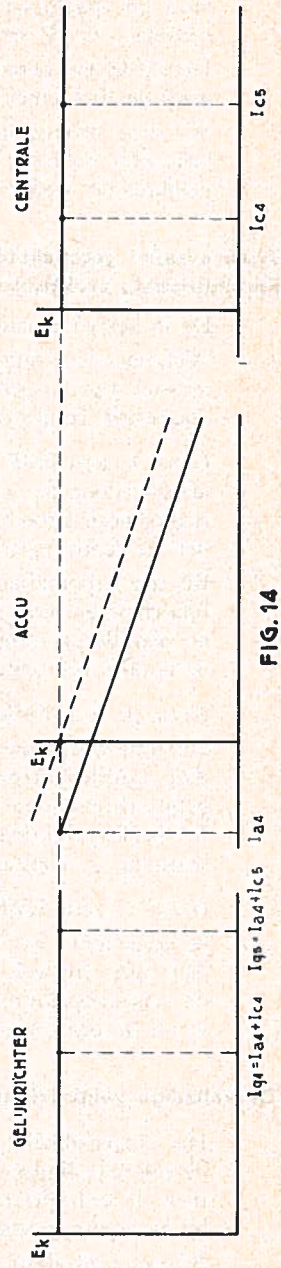


FIG. 14

Zouden we bijv. de gelijkrichter EMK, dus E_1 opvoeren, dan stellen we het moment, dat de accu stroom moet gaan leveren uit, immers de centralestroom moet nu opgelopen zijn tot I_{3c} , voordat stroombron 2 een ontladstroom gaat vertonen: zie de streep stip stip lijn in figuur 12.

Hetzelfde zou bereikt zijn door van stroombron 1 niet de EMK op te voeren, maar de R_i kleiner te maken: zie de streeplijn in de figuur.

We zien tevens, dat de centralespanning bij variërende stroomafname nog behoorlijk varieert, hoewel minder dan wanneer alleen de accu of alleen de gelijkrichter werkte.

Twee parallel geschakelde stroombronnen. Een dezer bronnen heeft een vlakke karakteristiek, praktische uitvoering

De in het voorgaande behandelde principes blijven ongewijzigd.

Wel moet eerst nog in beschouwing worden genomen, dat de uitwendige karakteristiek van de gelijkrichter eindigt in het punt 0: een gelijkrichter kan geen „negatieve gelijkstroom” voeren.

Geval 1: accu EMK is hoger dan de gelijkrichter EMK. fig. 13. Bij een stroomafname door de centrale, liggend tussen 0 en I_{c1} , bijv. I_{c2} voert de gelijkrichter geen stroom, de accu levert de centralestroom volledig en wordt ontladen de centralespanning varieert.

Bij een stroomafname door de centrale hoger dan I_{c1} , bijv. I_{c3} , leveren gelijkrichter en accu gezamenlijk stroom, ook nu wordt de accu ontladen, maar de centralespanning blijft constant, de ontladstroom van de accu overschrijdt de waarde I_{a1} echter niet.

Geval 2: accu EMK is lager dan de gelijkrichter EMK. fig. 14

De accu wordt met een constante laadstroom geladen, de gelijkrichter levert deze laadstroom en de centralestroom, bij een stroomafname van I_{c4} is de gelijkrichterstroom I_{g4} en de acculaadstroom I_{a4} , bij een stroomafname van I_{c5} is de gelijkrichterstroom I_{g5} in de acculaadstroom nog I_{a4} ; de centralespanning is constant.

Geval 3: accu EMK is precies gelijk aan de gelijkrichter EMK!

de accustroom wordt $= 0$; hij wordt noch ontladen noch geladen; is hij vol dan blijft hij vol. De centralestroom wordt door de gelijkrichter geleverd, de centralespanning blijft constant. Dit is het geval waarvoor in de praktijk wordt gezorgd, zie verder streeplijn in figuur 14.

De volledige gelijkrichter karakteristiek ideaal

Het is gemakkelijk in te zien (fig. 15), dat bij een stroomafname door de centrale, liggende tussen 0 en I_{c1} , de gelijkrichter de accu laadt en bovendien de centralestroom levert. Bij een centralestroom $= 0$ is $I_{g0} = -I_{a0}$, bij een centralestroom I_{c1} is $I_a = 0$, en $I_{c1} = I_{g1}$.

Bij een centralestroom liggende tussen I_{c1} en I_{c2} levert de accu totaal geen stroom, de centralestroom wordt door de gelijkrichter geleverd. Bij een

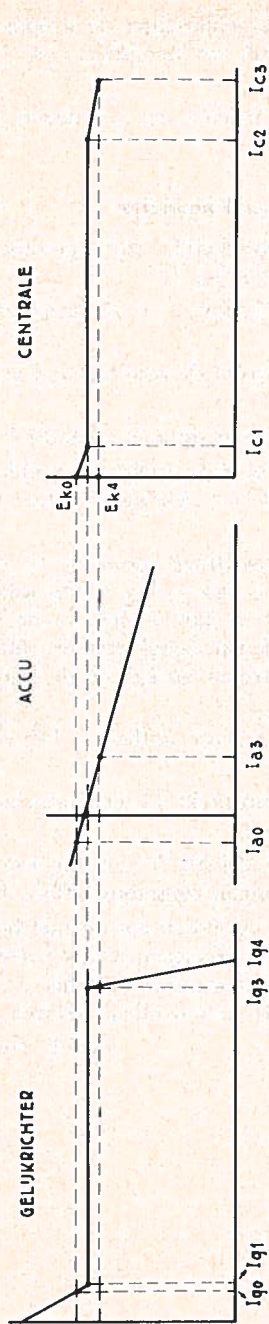


FIG. 15

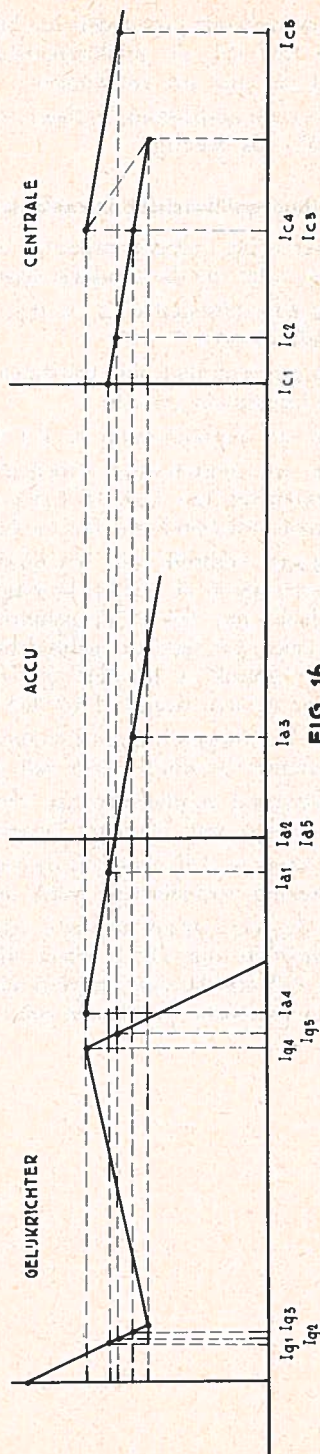


FIG. 16

stroomafname groter dan I_{c2} bijv. I_{c3} levert de gelijkrichter de stroom I_{g3} en de accu I_{a3} , de gelijkrichterstroom is begrensd, tot hoogstens I_{g4} , een geval dat niet zal voorkomen.

De centralespanning varieert bij een afname tussen 0 en I_{c3} tussen E_{k0} en E_{k4} , dus weinig.

De volledige gelijkrichter karakteristiek met oplopend gedeelte

Hier is het verband tussen I_c en E_k op de gebruikelijke wijze geconstrueerd; wat volgt uit dit resultaat voor de praktijk? zie fig. 16.

Bij een centralestroom $= 0$ is $I_{g1} = -I_{a1}$ d.w.z. de gelijkrichterstroom laadt de accu.

Bij een centralestroom toenemen van 0 tot I_{c2} wordt de accu met een afnemende laadstroom geladen.

Bij een centralestroom $= I_{c2}$ wordt de lading van de accu beëindigd.

Bij een centralestroom toenemend van I_{c2} tot I_{c3} neemt de gelijkrichterstroom toe van I_{g2} tot I_{g3} en de accu wordt met een toenemende ontladstroom variërend van I_{a2} tot I_{a3} ontladen.

Bij een verbruik van I_{c3} ontstaat een onevenwichtige toestand: of de accu levert I_{a3} en de gelijkrichter I_{g3} , waarbij $I_{a3} + I_{g3} = I_{c3}$, of de accu wordt geladen met I_{a4} en de gelijkrichter levert $I_{g4} = I_{a4} + I_{c4}$; in de praktijk noemen we dat: de gelijkrichter zwaait door zijn karakteristiek. Stijgt het verbruik tot I_{c5} dan stijgt de gelijkrichterstroom tot I_{g5} en de laadstroom door de accu neemt af tot $I_{a5} = 0$.

Bij nog hogere centralestroom wordt de accu weer ontladen. De centralespanning is echter verre van constant.

Het aantal voorbeelden kan vanzelfsprekend onbeperkt worden uitgebreid; de bespreking zal echter tot dit ene beperkt blijven.

Er moet nog de aandacht op worden gevestigd, dat bij de aanvang van de bespreking verondersteld werd, dat de stroombronnen constante EMK's hadden.

In de loop van het betoog is echter al duidelijk geworden dat dit niet het geval hoeft te zijn. Dit betekent alleen, dat de karakteristieken in het verloop van de tijd verschuiving in verticale richting kunnen vertonen. Bij het onderzoek van praktische problemen moet dit niet uit het oog worden verloren.

(wordt vervolgd)

4.9. Het theoretische schema van de LVS (fig. 16).

4.9.1. Verbreking van de verbinding door de opgeroepene.

Legt de oproeper de telefoon niet op de haak nadat de opgeroepene dit wel heeft gedaan dan wordt bij een interlokale verbinding het achter de TTM, TZO, RTZ of RTO gelegen gedeelte van de verbinding vrijgegeven (vrijmaken van de interlokale lijnen en stoppen van de tariefstelling). Bij een lokale verbinding wordt in dit geval de gehele verbinding vanuit de LVS verbroken indien lijnstroomlopen met bezettoonschakeling zijn toegepast. Is dit niet het geval dan wordt alleen het achter de LVS gelegen gedeelte van de verbinding vrijgegeven.

Dit geschiedt om te voorkomen, dat een abonnee (opgeroepene) door een andere abonnee (oproeper), al of niet met opzet, wordt geblokkeerd. Dit vrijgeven geschiedt *vertraagd*, zodat een kortstondige opening van de abonnee-lus van de opgeroepene, bijv. bij het overschakelen naar een ander toestel, niet direct de verbreking van de verbinding tot gevolg heeft. Teneinde dit vertraagd vrijgeven te verkrijgen wordt in de EK spanning aan de inkomende a-draad gelegd als de abonneelus van de opgeroepene gesloten is; is deze lus open dan verdwijnt deze spanning (haakcontrole). In de LVS wordt het opblijven van Z, nadat de lokale telimpuls doorgegeven is, afhankelijk gemaakt van de spanning uit de EK aan de a-draad (k^{VI} verbreekt de verbinding tussen Z en TB (2); k^{VII} verbindt Z met TB (1)). Om te voorkomen dat bij het vrijgeven van een lokale verbinding V op blijft (V(3) in serie met Z), is u^V in serie met k^{VII} geschakeld.

Heeft de opgeroepene de telefoon op de haak gelegd en de oproeper niet dan komt het vertraagd vrijgeven als volgt tot stand: Het circuit van het U-relais van fig. 7 is vervangen door een afzonderlijk opkomschakelcircuit en een afzonderlijk houdcircuit (aarde — a^{III} — c^X — U (1) — spanning; aarde — a^{IV} — hoogohmige U (2) — spanning). Parallel met U (2) is de condensator C6 geschakeld, waarmede R5 in serie staat ter beperking van de laadstroom. Teneinde het houden van U afhankelijk van Z te maken is z^{III} in serie met a^{IV} geschakeld.

Daar het houdcircuit via z^{III} pas ontstaat na het opkomen van Z is z^{III} overbrugd door k^{VIII} , welk contact opent nadat Z opgekomen is. Valt Z af omdat de opgeroepene verbroken heeft, dan wordt de aarde van U (2) weggenomen. Het opnieuw bekrachtigen van K wordt verhinderd (k^{IX} in serie met v^{IX}). U valt vertraagd af (afvaltijd ≈ 10 sec), waarna achtereenvolgens V en H afvallen. Door het afvallen van V wordt het achter de I GK gelegen gedeelte van de verbinding vrijgegeven; door het afvallen van H het voorliggende gedeelte inclusief de LVS zelf. De oproeper ontvangt nu de bezettoon uit de LS. Zijn lijnstroomlopen zonder bezettoonscha-

keling toegepast dan mag de voorliggende verbinding niet vrijgegeven worden en moet de oproeper de bezettoon uit de LVS ontvangen.

In dit geval moet H opblijven totdat de oproeper verbreekt. Hiertoe zijn de contacten v^I en v^{II} resp. overbrugd door a^V en a^{VI} , zodat A in de abonneelus opblijft, en wordt de bekrachtiging van H door a^{VII} gehandhaafd. De bezettoon wordt in de abonneelus geïnduceerd (aarde — TA(3) — v^X — a^{VIII} — BT draad van de reksignalen). Legt de oproeper vervolgens de telefoon op de haak dan vallen A en H af, zodat ook het gedeelte LS... I GK wordt vrijgegeven.

4.9.2. *Verbreking van de verbinding door de oproeper.*

Verbreekt de oproeper en de opgeroepene niet, dan valt eerst A af. Teneinde in dit geval het U relais direkt te laten afvallen wordt U(2) nu door de weerstand R6 overbrugd (spanning — R6 — a^{IX} — U(2)). Er moet uiteraard voldoende afval-vertraging van U overblijven om U tijdens de impulsseries op te houden.

4.9.3. *Doorgeven van telimpulsen naar een kostenteller.*

Teneinde in voorkomende gevallen de gesprekskosten op bij abonnees geplaatste kostentellers te registreren worden wisselstroom-telimpulsen in de a- en b-draad geïnduceerd. Hiertoe is zowel in de a-draad als in de b-draad een laagohmige wikkeling van de transformator KT opgenomen. De primaire wikkeling van KT wordt door z^{IV} met de 50 Hz-draad verbonden. De lokale telimpuls naar de kostenteller wordt door k^X beëindigd.

Indien geen enkele abonnee van een centrale een kostenteller heeft, kunnen de transformatoren KT worden weggelaten. Zijn slechts een paar abonnees van een kostenteller voorzien dan kunnen de transformatoren KT eveneens uit de LVS gelaten worden mits individuele voedingsstroomlopen voor kostentellers worden gebruikt.

4.9.4. *Signalering, blokkeering, verkeersmeting en onderzoek.*

Indien de LT-toets van het LVS-rek getrokken staat, gloeit BL zodra H opgekomen is (aarde — h^V — BL — LT-draad).

Valt U af nadat uitsluitend de opgeroepene neergelegd heeft, dan gloeit BL flauw ($R7 + U^{VII}$ parallel, in serie met BL).

Door u^{VIII} wordt aarde aan de registratieweerstand gelegd.

Bij een beantwoorde lokale verbinding wordt na het gesprek een telimpuls naar de lokale gesprekkenteller LGTE gezonden welke voor max. 5 LVS'n gemeenschappelijk is (aarde — v^{XI} — ux^I — k^X — LGTE — spanning). D.m.v. de blokkeertoets BKT kan de LVS aan het verkeer worden onttrokken (BKT^1 in serie met h^{IV}).

Ten behoeve van het onderzoek is elke LVS van een onderzoek OKL voorzien. Via deze klink kan de LVS alleen in beslag genomen worden d.m.v. een handtestapparaat nadat de BKT-toets getrokken is (BKT^2). De wikkeling C(1) is nu verbonden met de OT-draad (onderzoektestdraad) i.p.v. met de TEST-draad van de IS (BKT^3 - BKT^4). De OT-draad wordt met B(1) van de

IS verbonden nadat de IS voor het gewone verkeer geblokkeerd is (zie theoretische schema van de IS-LVS).

De II OZ resp. I OZ wordt bij het onderzoek ingesteld op contact 50', waarop het onderzoekapparaat voor de LVS (OA-LVS) is aangesloten.

4.9.5. „Vangen” van een oproeper door de opgeroepene d.m.v. de vangschakeling.

Is de aansluiting van de opgeroepene voorzien van een vangschakeling dan wordt na beantwoording van een lokale verbinding in de EKS aarde gelegd aan de inkomende a-draad. (zie punt 4.11.7.) De oproeper kan nu de verbinding niet verbreken, daar het V relais van de LVS via de a-draad bekrachtigd blijft. Legt de oproeper niet direkt de telefoon op de haak, dan zal in de LVS het Z-relais direkt na de lokale telimpuls afvallen, daar nu geen bekrachtiging van Z via de a-draad plaats vindt. Na ongeveer 10 sec. zal in de LVS het U-relais afvallen. Het V relais blijft nu echter op via de a-draad, zodat de verbinding niet door de oproeper kan verbroken worden.

Het gesprek heeft normaal kunnen plaatsvinden.

Legt de opgeroepene vervolgens ook de telefoon op de haak, dan verdwijnt de aarde in de EKS van de a-draad; in de LVS valt V af, waarna de verbinding uiteenvalt.

Verbreekt de oproeper direkt na de beantwoording, dan blijft de verbinding eveneens, afhankelijk van de opgeroepene, bestaan.

Wenst de opgeroepene de verbinding te laten staan ter vaststelling van het nummer van de oproeper, dan kan hij óf de telefoon van de haak laten liggen of eerst een „O” kiezen en daarna de telefoon op de haak leggen. In het laatste geval blijft in de EKS constant aarde aan de a-draad liggen, terwijl de op de vangschakeling staande abonneelijn omgeschakeld staat naar een ander nummer uit hetzelfde honderdtal. Voor het inkomend verkeer blijft deze abonnee bereikbaar onder zijn eigen telefoonnummer (omschakeling van de markering op de d-boog van de EK's).

Ten behoeve van de alarmering van dcze vangstand is V(3) niet rechtstreeks met spanning verbonden doch via de VC-draad en het VC-relais van de reksignalen, waardoor klein alarm tot stand komt.

4.9.6. Diversen.

Tijdens de lokale telimpuls naar de abonneeteller kan H niet afvallen (z^V parallel met v^{VIII}).

Om te voorkomen dat de LVS bij het op-drukken van A of V parallel op een bestaande verbinding komt te staan zijn de contacten h^{VI} en h^{VII} in de spreekdraden aangebracht.

H mag dus bij het opdrukken van A of V niet op komen, waartoe h^{VIII} in serie met de parallelgeschakelde contacten a^{VII} en v^{VIII} is geschakeld. Door h^{IX} wordt voorkomen dat bij het opdrukken van V spanning via V(3) aan de uitgaande a-draad komt te liggen, waardoor de *interlokale* verbinding waarop de I GK eventueel zou staan, zou worden verbroken.

(wordt vervolgd).

Het lassen met gelijkstroom is in het algemeen veilig, aangezien hierbij meestal geen hogere spanningen dan 110 volt worden gebruikt.

Bij het lassen met wisselstroom daarentegen levert de transformator gewoonlijk een spanning van 70-80 volt. Tijdens het lassen, waarbij de spanning tussen de lastang en het werkstuk ca 25 volt is, treedt geen gevaar op. Een spanning van 70—80 volt is echter levensgevaarlijk bij een combinatie van enige van de volgende omstandigheden:

- a. de boog is niet getrokken (hoge nullastspanning tussen lastang en werkstuk)
- b. de lasser is in goed contact met het werkstuk
- c. de atmosfeer is plaatselijk warm of vochtig (lage weerstand van de huid)
- d. een lastang, elektrode of kabelschoen wordt aangeraakt
- e. de retourleiding van het werkstuk naar de transformator is ondeugdelijk (de lasser dient als teruggeleider voor de stroom).

Beveiligingsmaatregelen tegen deze *elektrische gevaren*, die de dood van de lasser ten gevolge kunnen hebben zijn:

1. het verwisselen van elektroden bij uitgeschakelde transformator — leren handschoenen hierbij gebruiken
2. bij liggend en zittend lassen houten monteursvlanders toepassen
3. een deugdelijke retourleiding van het werkstuk naar de transformator gebruiken
4. geen ongeïsoleerde kabelklemmen toepassen
5. een lastang met een geïsoleerde kop gebruiken
6. eventueel op de transformator een nulspanningsbegrenzingsinrichting aanbrengen.

Vervolgens ontstaan er bij het lassen *gevaren door vrijkomende dampen*, die afkomstig kunnen zijn van:

- a. de bekleding van de elektroden
- b. de bekleding van een werkstuk (zink, lood, menie)
- c. een aanslag op het werkstuk (olie, andere chemicaliën)
- d. nitreuze dampen door ontleding van de lucht in de vlamboog.

Beveiligingsmaatregelen tegen deze gevaren, die bedwelming of vergiftiging van de lasser ten gevolge kunnen hebben zijn:

1. het gebruik van deugdelijke maskers
2. het tot stand brengen van een goede ventilatie.

Tevens treedt er bij het lassen brandgevaar op, in het bijzonder onder de volgende omstandigheden:

- a. als het werkstuk ondersteund wordt door holle voorwerpen, waarin zich gas verzamelt, dat kan exploderen
- b. als vonken van het laswerk op brandbare stoffen vallen

- c. als brandbaar gas, dat in de nabijheid ontsnapt, uit gasflessen bijv. door de vonken ontstoken wordt
- d. als lege drums, tanks of leidingen worden gelast, waarin nog sporen brandbare vloeistof of gas zijn achtergebleven
- e. als aan in bedrijf zijnde leidingen wordt gelast.

Beveiligingsmaatregelen hiertegen zijn:

- 1. drums en vaten nooit als ondersteuning gebruiken
- 2. beenkappen of kaphandschoenen dragen
- 3. bij lassen boven brandgevaarlijk terrein vonken opvangen in zand of asbestdekens
- 4. op tenminste 5 m afstand blijven van acetyleen-gasflessen e.d.
- 5. laswerk aan lege drums, tanks of leidingen slechts verrichten na grondig reiniging met stoom of heet sodawater
- 6. brandblusapparaten aanwezig houden.

Tenslotte treedt bij het lassen enige infra-rode straling op, die vrij onschuldig is, alsmede bij het elektrisch lassen *ultra-violette straling*, die gevaarlijk is. De gevolgen hiervan zijn:

- a. huidverbranding van lasser en helper
- b. oogandoeningen (lasogen) van lasser en helper, meestal van voorbijgaande aard, doch zeer pijnlijk.

Beveiligingsmaatregelen hiertegen zijn:

- 1. voor de lasser een lasscherf met speciale zeer donkere glazen
- 2. voor de helper een bril met zijschermen
- 3. lascabine gebruiken of verplaatsbare lasschermen.

Een aantal van de bovengenoemde gevaren doet zich eveneens voor bij autogeen lassen. De straling is daarbij echter voornamelijk infra-rood, zodat met een eenvoudige veiligheidsbril met donkere glazen kan worden volstaan.

Bliksembeveiliging

Bliksem is een kortstondige ontlading tussen twee wolken van verschillende polariteit of tussen de onderkant van een wolk en de aarde, waarbij spanningen optreden van 100 tot 1000 miljoen volt. De ontlading heeft een oscillerend karakter met een zeer hoge frequentie. De gemiddelde stroom ligt tussen 20.000 en 30.000 ampère, hoewel ook waarden tot 200.000 ampère gemeten zijn.

Hoewel de stroom zeer groot is, is door de geringe tijdsduur de energie niet zo groot, nl. 50 tot 200 kilowattuur. Drie kwart van deze energie wordt verbruikt voor verwarming van de lucht in de straalbaan, waarbij de temperatuur in enkele tientallen microseconden oploopt tot 15.000 °C. Hierdoor zet de lucht explosief uit en ontstaan sterke geluidsgolven, de donder.

Bij blikseminslag in gebouwen is de warmte-ontwikkeling gewoonlijk zo groot, dat brand ontstaat.

Het is algemeen bekend, dat men bij onweer niet onder een eenzame boom moet gaan schuilen. Wordt de weerstand van een boom op 2000 ohm gesteld en zijn aardovergangsweerstand op 100 ohm, dan zal bij een bliksemstroom van 20.000 ampère de spanning over de boom 40.000.000 volt worden en de spanning over de aardingsweerstand 2.000.000 volt. Aanraking van de boom, zelfs vlak bij de grond is dus levensgevaarlijk. Zelfs al raakt men de boom in het geheel niet aan, maar staat men er slechts onder, dan bestaat nog ernstig levensgevaar. Tengevolge van de hoge spanning bestaat nl. de kans dat van de boom uit overslag ontstaat naar per-

sonen bij de boom, die hierdoor gedood kunnen worden.

Om gebouwen te beveiligen is het noodzakelijk de bliksemstroom zo goed mogelijk naar aarde te laten afvloeien. Hiervoor worden bliksemafleiders op de gebouwen aangebracht, die via geleidingen met aarde worden verbonden. De geleidingen moeten een zo klein mogelijke ohmse weerstand en inductieve weerstand bezitten. Dit bereikt men door koperen geleidingen te gebruiken met een doorsnede van minstens 35 mm² en een zo recht mogelijk verloop. De afleiderinstallatie dient een goed geleidend geheel te vormen.

Goede aardverbindingen kunnen verkregen worden door middel van buizennetten van de waterleiding.

Als de geleiding een hoge weerstand heeft, bijv. 40 ohm, dan zal bij een bliksemstroom van 25.000 ampère, de spanning 1.000.000 volt worden.

Tengevolge van deze hoge spanning ontstaat de kans, dat van de geleiding uit overslag ontstaat naar metalen delen, die zich in de nabijheid bevinden.

Dit overslaan van de bliksem kan zelfs in beveiligde gebouwen brand doen ontstaan. Zoals reeds opgemerkt, dient de afleidingsweg voor de bliksem naar aarde dus zo laagohmig te zijn als maar enigszins mogelijk is.

Het normblad N 1014 eist o.a. voor een bliksemafleiderinstallatie:

1. de installatie moet bestand zijn tegen mechanische beschadiging.
2. de installatie mag nagenoeg niet onderhevig zijn aan corrosie.

3. de bliksemafleiders moeten tenminste 15 cm boven de omgeving uitsteken.
4. van iedere afleider dienen tenminste twee wegen voor de ontlading naar aarde te voeren.
5. belangrijke metalen dakgedeelten of goten moeten geleidend aan het afleiderstelsel worden verbonden.
6. de geleidingen moeten de kortst mogelijke verbinding met aarde tot stand brengen en zo veel mogelijk uit één stuk bestaan.
7. voor aardverbindingen dient gebruik te worden gemaakt van waterleidingbuizen of metalen buizen, die voortdurend met het grondwater in aanraking zijn.
8. de aardingsweerstand van de aardverbinding van elke afgaande geleiding mag niet meer dan 30 ohm bedragen.
9. antennes van radiohuisinstallaties moeten onmiddellijk bij de invoering binnen het gebouw voorzien zijn van een sterkstroomschakelaar, waarmee de antenne met aarde verbonden kan worden via een leiding van tenminste 6 mm²; bovendien moeten de antennes buiten het gebouw voorzien zijn van een tussen antenne en aarde geschakelde edelgaspatroon, die bij een gevaarlijke antenne-spanning een verbinding vormt, zodat de bliksemstroom direct naar aarde kan afvloeien.



VEILIG WERKEN!

Heerlijk kamperen... ver weg van alle grote stadslawaai in de vrije natuur. Je eigen potje koken, niets met anderen te maken hebben!

Inderdaad, dat hééft zijn bekoring, wanneer wij tenminste de eenvoudige kampregels in acht nemen én... als wij ervoor gezorgd hebben in de tijd vóór onze vakantie veilig te werken.

Oom Hendrik op bezoek.

Oom Hendrik, ge kent hem nog wel uit het hoofdstuk *Vitaminen*, beste lezers, was weer eens gelogeed in mijn schamele stulp.

Nu is dat op zichzelf geen ramp, maar Oom Hendrik komt logeren, om een verzetje te hebben. Behalve de natjes en de droogjes die hij verzet, wil hij ook gaarne sensaties beleven, die in het pension der eerwaarde zusters, waar hij zijn levensavond geniet, niet dagelijks aan de orde zijn. Hij wil bijvoorbeeld biljarten, nu, dat kan. Hij wil borrelen. Dat kan ook. Hij wil uit. Dat kan niet alleen, maar wel aanbevelenswaardig. Want als Oom Hendrik niet uitgaat, wil hij skaten. En dat ken ik nu weer niet. Niet voldoende is het, dat hij mijn zuurgespaarde zakcenten afwint, hij kaffert me ook nog uit. En nietwaar lezers, er zijn grenzen aan de lankmoedigheid en aan de gastvrijheid. Om nu dus huiselijke tafrelen van moord en doodslag enigermate te vermijden, hebben we er op gevonden, dat we met Oom Hendrik naar de bioscoop gaan. Ik ken zijn smaak precies: veel tranen, veel auto's, die in ravijnen storten, liefvallige meisjes, die gered worden uit de handen van knappe, verleidelijke manspersonen, vondelingen, die na dertig jaar hun tot welstand gekomen mama terugvinden, dat zijn zo de dingen, die het goede hart van Oom Hendrik week maken als boter op de Sint Laurensmarkt. Maar, ook in de bioscoop weet Oom Hendrik het beter. Hij heeft iets tegen de filmschonen. Natuurlijk vindt hij mooie mannen een *crime*, maar platinablonden genieten allerminst zijn voorkeur.

„Zag je nou die hoed, neef Edmond?”

fluisterde hij me toe, „het lijkt wel een aangebrand flensje”. Maar omdat de hoed erg klein was sprak ik hem tegen: „Een drie-in-de-pan, oom”.

(Edmond Nicolaas)

A. Beantwoord de volgende vragen:

1. Is Oom Hendrik erg welkom, als hij komt logeren?
2. Welke wensen van Oom verminderen het *genot*, dat zijn bezoek verschafft, nog aanmerkelijk?
3. Zeg eens anders: Behalve de natjes en droogjes, die hij verzet, wil hij ook gaarne sensatie beleven.
4. Waardoor is het verklaarbaar, dat Oom sensatie wil beleven bij zijn neef?
5. Wat bedoelt de schrijver met: Er zijn grenzen aan de lankmoedigheid en de gastvrijheid?
6. In welk opzicht overschrijdt Oom Hendrik deze grenzen?
7. Hoe bespaart de gastheer zich on-aangenaamheden in huis?
8. Welk soort films hebben de voorkeur van Oom Hendrik?
9. Verklaar, dat we Oom Hendrik sentimenteel mogen noemen.

B. Wat is:

1. een schamele stulp,
2. zijn levensavond genieten,
3. iemand uitkafferen,
4. een ravijn,
5. een flensje,

6. een drie-in-de-pan,
7. een uitsmijter,
8. een pensionaat,
9. een pension.

C. Vul in:

1. Hij is zo oud als ..., zo rijk als ..., zo arm als ..., zo wreed als ..., zo sterk als
2. Hij kan praten als ..., bij een examen kan men zakken als ..., zwemmen als ..., werken als
3. Glad als ..., bitter als ..., ziek als ..., vals als ..., koppig als
4. Zo wit als ..., zo rood als ..., zo groen als ..., zo zwart als ..., zo geel als
5. Liegen als of het ..., kijken, alsof men het

D. Omschrijf de betekenis van:

1. Een fidele kerel,
2. een typisch geval,
3. een gecartonneerd boek,
4. een neutrale mogendheid,
5. een subaltern officier,
6. een geïmproviseerde slaappleats,
7. catastrophale verwoestingen,
8. een arrogante houding,
9. een surveillerend agent,
10. een geïllumineerde toren.

E. Aanvullen met een enkel woord:

1. We hoorden taal noch ... van hem.
2. Na veel wikken en ... namen we een besluit.
3. Veel Oost-Duitsers zijn verdreven van huis en ...

4. Men ziet hen bij nacht en ... op straat.
5. Door schade en ... wordt men wijs.
6. Hij was recht van lijf en ...
7. Knutselen is zijn lust en zijn ...
8. Met heel zijn hebben en ... is hij naar Canada gegaan.
9. Belast en ... met geroofde goederen trokken de plundersaars af.
10. Met veel pracht en ... werd de Koningin ingehuldigd.

Vul in:

De officier van justitie (oproepen o.v.t.) verschillende getuigen. Hij is overtuigend van de schuld van de beklaagde, hoewel deze (ontkennen o.t.t.), dat hij bij de oude man (inbreken o.v.t.). In 1477 (verslaan o.v.t.) de Zwitsers Karel de Stoute, de hertog van Bourgondië. Veel mensen (geven o.v.t.) de arme oude man een aalmoes. Een leeuw (vechten o.v.t.) met een tijger. De zuster (zeggen o.v.t.), dat de zieke een kalme nacht had gehad. De jongste bediende, die de zware koffers van de handelsreiziger naar de tweede etage had gezeuld..., werd met een bedankje afgescheep...

De vader (verwijten o.v.t.) zijn zoon grove ondankbaarheid.

De talrijke muziekliefhebbers (luisteren o.v.t.) met een intens genot naar het briljante spel van de befaamde violist. De douanen (vinden o.v.t.) in de cabine van de auto een grote hoeveelheid sigarettenpapier, die de chauffeur daar (verbergen v.d.) had. Men (beschouwen o.t.t.) de linksbuiten als de beste speler van het elftal. De archivaris (schrijven o.t.t.) elke week in de krant over de oudste geschiedenis van onze stad. Verleden week schreef hij over de hertog, die het markrecht heeft (schenken v.d.). De directeur van de krant (toezeggen

o.v.t.) de schrijver de artikelen in boekvorm uit te geven.

Men (huldigen o.v.t.) de archivaris op zijn zestigste verjaardag voor dit werk.

Zet in de o.v.t.

Fridtjof Nansen II.

Geruime tijd (*duren*) nu al de tocht. De winter (*staan*) voor de deur, maar wat zij (*vinden*) geen spoor van mensen. Zij (*bouwen*) een hut, (*schieten*) de nodige walrussen en beren en (*krui-
pen*) naar binnen. De maandenlange nacht (*doorbren-
gen*) zij in hoofdzaak slapend. Toen zij elkaar in februari weer

bij daglicht (*zien*), (*berkennen*) zij elkaar nauwelijks, zo (*vervuilen*) waren zij. Zij hadden zich sinds oktober (*was-
sen*) noch (*scheren*). Het is te begrijpen, dat ze naar een bad (*bunkeren*), maar één van —40° (*lijken*) hun wel wat al te fris. De tocht (*worden*) voortgezet met de paar honden, die nog (*overblijven*) waren. Op hun verdere reis (*beleven*) zij nog menig bang avontuur. Toen zij eens op het ijs (*willen*) (*overnachten*) en daartoe hun boten hadden (*verlaten*), (*bemerken*) zij, dat de kajaks met al hun bezittingen (*afdrijven*). Nansen (*bedenken*) zich geen ogenblik, (*afgooien*) zijn bovenhuiden en (*springen*) in het koude water.

. . .