

15 JUNI 195

STUDIEBLAD PTT

DOOR EN VOOR TECHNISCH PERSONEEL

- Uitgave:** De Algemene Bond van Ambtenaren, de Ned. Chr. Bond van Overheidspersoneel en de Kath. Bond van Overheidspersoneel.
- Redactie:** Hoofdredacteur: J. A. v. d. Touw. Redacteurs: J. C. Brakel, S. J. Geerlings en C. L. Quint. Secretaris: L. Neijenhuis.
- Redactie-adres:** Marktweg 342, Den Haag, Telefoon 33 62 65.
- Administratie:** Laan Copes van Cattenburch 10, Den Haag, Giro 4073, Tel. 635932 t/m 635936.
- Abonnement:** F 5.— per jaar. Verschijnt omstreeks de 15e van iedere maand.
- Correspondentie:** Alle correspondentie betreffende verzending en administratie uitsluitend aan het adres: Laan Copes van Cattenburch 10, Den Haag.
Alle correspondentie, de inhoud van het blad betreffende, uitsluitend Marktweg 342, Den Haag.

IN DIT NUMMER VINDT U

J. Kloosterman	De ultra-snelle facsimile	blz. 162
J. A. v. d. Touw	Examenantwoorden	„ 164
G. M. v. Rooyen	De stelling van Thévenin	„ 165
A. H. Körmeling	Het telefoonsysteem UR 49	„ 171
J. J. W. Heese	Het praktische eenhedenstelsel van Giorgi	„ 177
D. J. Dekker	Het RC-koppellid in schakelingen met versterkerbuizen	„ 181
Redactie	Beginnersrubriek	„ 186
P. v. d. Leest	Nederlands	„ 191

BIJ DE VOORPAGINA : *Kerkje te Vreeland.*

De ultra-snelle-facsimile

door J. KLOOSTERMAN

57-040

Een nieuwe Amerikaanse wonder-machine.

In maart 1953 werd in Washington, bij de *International News Service*, een machine in gebruik genomen, waarmee foto's kunnen worden overgeseind. Het apparaat doet denken aan een telex. Op het ogenblik staat in een groot aantal televisiestudio's dit apparaat. Het hoofdstel staat in Washington.

Het bevat een foto-elektrische cel, die het fotobeeld omzet in elektrische energie. De foto wordt om een trommel gewikkeld en als deze de foto-elektrische cel passeert, ontstaan elektrische impulsen, die de lijn worden opgezonden naar de ontvanger. Hier wordt de impuls opgevangen door een z.g. *belix*, waarlangs het papier loopt, dat speciaal voor dit doel geschikt gemaakt is. Als de impuls door het papier gaat, ontstaat hierin een scheikundige werking. Hoe groter de werking, hoe zwarter het papier wordt. Waar dus geen werking ontstaat, blijft het wit. Door deze werking ontstaat de wit-zwart foto.

Bij het verder schuiven passeert de zo ontstane foto een verwarmingsbrug, die de foto droogt, zodat deze kant en klaar uit de machine komt. Het duurt ongeveer vier minuten om een pasklare foto te krijgen. Elke foto heeft de afmetingen, die het meest geschikt zijn voor de televisie, waarvoor het toestel hoofdzakelijk is ontworpen.

Een televisie nieuwsprogramma.

De Amerikaanse televisiemaatschappijen hadden nl. heel wat moeilijkheden met de nieuwsverzorging. Immers, nieuws moet actueel zijn. Wilde men een nieuws-serie, dan moest men alle beschikbare foto's uitzoeken, tekst erbij schrijven en zo ging er steeds een behoorlijke tijd

voorbij, eer een nieuwsprogramma kon worden uitgezonden en dan was het niet actueel meer.

Thans gaan de fotografen van het *International News Service* op stap, brengen de foto's naar de redactie en deze zendt onmiddellijk uit. Zo worden per dag ongeveer 100 foto's uitgezonden. Na elke foto volgt een alinea tekst als bij de telex, die door de omroeper kan worden voorgelezen.

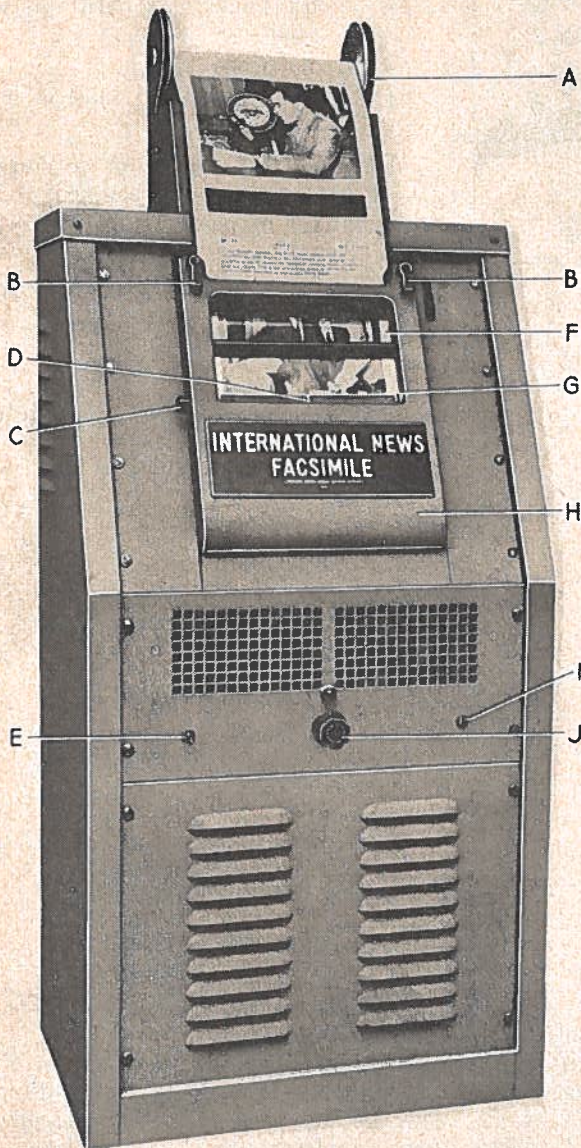
Momenteel is men zelfs al zover, dat men een lijn voor geluid heeft aangebracht, zodat de televisiekijkers de vice-president Nixon konden horen en zien bij de ingebruikstelling van de facsimile. „Het persbureau heeft een belangrijke mijlpaal bereikt op het gebied van de berichtendienst”, waren zijn woorden, die door de luidspreker hoorbaar werden en telkens werd een foto van hem op het doek weergegeven. Een tape-recorder, die in het toestel is ingebouwd, neemt het geluid op, zodat de redacteur van de Nieuwsdienst van het televisiestation kan uitzoeken, welke foto's en welke tekst hij wil uitzenden.

Behandeling van het apparaat.

De overbrenging geschiedt de helft vlugger dan bij welke facsimiledienst ook en daarvoor hoeft men weinig te doen. Een druk op de knop zet het papier in beweging, een tweede knop is voor het afstellen van de scherpte en een derde voor het regelen van de snelheid van het papier. Voor het overige is de machine volautomatisch. Op de foto zien we deze knoppen.

A zorgt voor het oprollen van foto en nieuws.

Bij B zien we twee knoppen, waarmee de frontplaat is vastgezet. Door deze los te maken kan de monteur bij het bin-nenwerk van de machine komen, zoals



de helix, die bij G onder de papierrol is aangebracht.

Beugel D vangt de elektrische impuls op, die van de helix door het papier gaat.

Bij C is een knop, waarmee deze brug versted kan worden. Is deze te vast op het papier gedrukt, dan ontstaat, evenals bij televisietoestellen ver van de zender, z.g. *sneeuw*. Is de brug te los, dan ontstaat een ongelijke druk.

Knop E is voor het regelen van de papiersnelheid.

Bij F zien we de verwarmingsbrug, waar de foto wordt gedroogd.

Onder G, de helix, is de frontplaat.

Door de knoppen B dus los te zetten, kan deze helemaal worden opengeklapt.

Knop I is voor het aan- en afzetten.

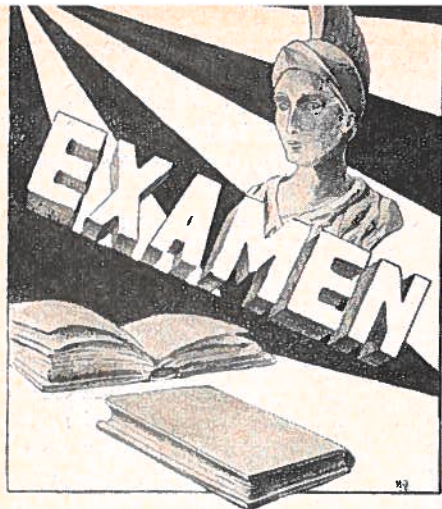
Knop J is voor het regelen van de scherpte.

Is film beter?

Deze vraag is in het voorgaande reeds gedeeltelijk behandeld.

Film is in alle opzichten beter. In de eerste plaats geeft zij actie. In de tweede plaats geeft zij een beweging zuiver weer.

Men lost dit op door tijdens de gesproken tekst steeds een nieuwe foto



Examenantwoorden

57-041

1. $A = 0,24 \times E \times I \times t \text{ cal.}$

$$I = \frac{A}{0,24 \times E \times t} = \frac{6400,8}{0,24 \times 127 \times 60} = 3,5 \text{ A}$$

2. $E = \frac{Q}{C} \text{ volt.}$

$$E_1 = \frac{5}{0,001} = 5000 \text{ V}$$

$$E_2 = \frac{5}{0,01} = 500 \text{ V}$$

$$E_3 = \frac{5}{1} = 5 \text{ V}$$

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

$$R_x = \frac{R_2 \times R_3}{R_1} \text{ of}$$

(vervolg van blz. 163)
 voor de lens te *slappen*. Zo ontstaat althans enige vaart in het programma. Het grote voordeel is de actualiteit. Momenteel wordt uit New York City uitgezonden. Binnenkort zullen de televisiestations ook regelrecht nieuws uit Washington en Los Angeles ontvangen, terwijl Chicago, Cleveland, Detroit en

$$\frac{120 \times 85}{15} = 680 \Omega$$

4. $H =$ de veldsterkte in oerstedt.
 $n =$ het aantal windingen van de spoel.

$I =$ de stroom in A.

$L =$ de lengte van de spoel in cm.

(0,6 mm is de dikte van de draad, die in de vraag is weggefallen; abusievelijk is opgegeven lengte 10 cm).

De lengte van de spoel bedraagt:

$$250 \times 0,6 = 150 \text{ mm} = 15 \text{ cm.}$$

$$H = \frac{0,4 \pi \times n \times I}{L} =$$

$$\frac{1,256 \times 250 \times 3}{15} = 62,8 \text{ oerstedt.}$$

5. $L =$ de dubbele lengte $= 2 \times 85 = 170 \text{ m.}$

$$L_x = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \times L =$$

$$\frac{7,5}{7,5 + 2,5} \times 170 = 127,5 \text{ m.}$$

6. $E_1 : E_2 = n_1 : n_2$

$$220 : 12 = 800 : n_2$$

$$n_2 = \frac{12 \times 800}{220} = 44 \text{ windingen.}$$

7. $q = \frac{1}{4} \pi d^2 = 0,785 \times 5 \times 5 = 19,625 \text{ mm}^2$

$$L = \frac{R \times q}{\rho} = \frac{25 \times 19,625}{0,0175} =$$

$$\approx 28038 \text{ m of } 28,038 \text{ km.}$$

St. Louis verzamelpunten zullen worden voor streeknieuws.

Natuurlijk zijn er nog technische onvolmaaktheden, maar deze verminderen snel tot het punt, waarbij de machine geen probleem meer is. Is dit bereikt, dan zal de wereld weer een apparaat rijker zijn, dat een staaltje van menselijk vernuft en vindingrijkheid zal tonen.

DE STELLING VAN

THÉVENIN

57-042

door G. M. VAN ROOYEN

Reeds eerder is over deze stelling geschreven o.a. in het Studieblad van 15 mei 1947, 2e jaargang, blz. 74. Op verzoek van velen, en zij die niet over deze jaargang beschikken, wordt deze stelling nogmaals behandeld.

De bovengenoemde stelling luidt:

Wanneer de stroom in een willekeurige tak A-B van een netwerk, dit is een meer of minder ingewikkelde samenstelling van stroombronnen en weerstanden, berekend moet worden, dan denkt men de tak A-B uit het netwerk losgenomen en beschouwt men het aldus ontstane netwerk als een stroombron met een emk = E'_{ab} en een inwendige weerstand R'_1 . De emk = E'_{ab} wordt gemeten aan de klemmen A en B in open toestand, terwijl de inwendige weerstand R'_1 gemeten wordt tussen de klemmen A en B, indien *alle* in het netwerk voorkomende stroombronnen kortgesloten worden gedacht.

Het bovenstaande zullen we nu eens gaan toepassen aan de hand van een vraagstuk en we nemen daarvoor de schakeling in fig. 1, waarin de stroom I_2 in de weerstand van 10Ω moet worden berekend.

We nemen de weerstand van 10Ω los

en berekenen de open spanning tussen A en B als volgt:

Batterijspanning is 100 volt.

De spanning over $R = 20 \Omega$ bedraagt:

$$\frac{20}{80 + 20} \times 100 = 20 \text{ volt.}$$

Tussen A en B hebben we dus een spanning van $100 - 20 = 80$ volt.

De inwendige weerstand, gemeten tussen A en B, bij kortgesloten stroombron bedraagt:

$$\frac{20 \times 80}{20 + 80} = 16 \Omega$$

Immers beide weerstanden staan parallel.

We hebben dus nu het netwerk, links van A en B, beschouwd als een stroombron met een emk = $E'_{ab} = 80$ volt en een inwendige weerstand

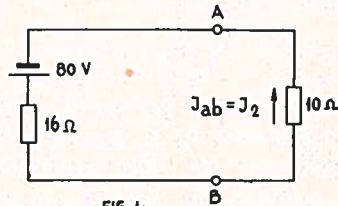
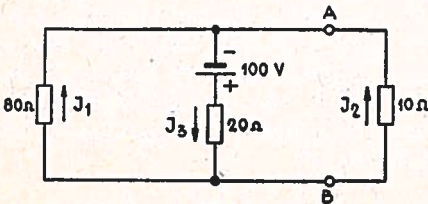
$R'_1 = 16 \Omega$ (zie fig. 1a).

De stroom in $R = 10 \Omega$ bedraagt nu:

$$E'_{ab} = I_{ab} (R_{ab} + R'_1)$$

$$I_{ab} = \frac{E'_{ab}}{R_{ab} + R'_1} = \frac{80}{10 + 16} =$$

$$\frac{80}{26} = 3,08 \text{ A.}$$



Het zal duidelijk zijn, dat bovenstaande methode met voordeel kan worden toegepast bij ingewikkelder schakelingen, omdat in die gevallen een oplossing met de wetten van Kirchhoff veel rekenwerk geeft.

Direct komt nu de vraag naar voren: „Hoe is men tot deze stelling gekomen”?

In het volgende zal nu worden aangetoond, dat deze stelling is afgeleid van de wetten van Kirchhoff.

Wij gaan daartoe nu als volgt te werk.

In fig. 2 is een willekeurige schakeling getekend, of zoals ook wel gezegd wordt, een willekeurig netwerk, waarin de stroombronnen *geen* inwendige weerstand bezitten. Voor de schakeling in fig. 2 zijn nu de volgende betrekkingen af te leiden:

Met behulp van de 1e Wet van Kirchhoff vinden we:

$$\begin{aligned} I_1 &= I_{ab} + I_2, \text{ waaruit volgt:} \\ I_2 &= I_1 - I_{ab}. \end{aligned} \quad (1)$$

Met behulp van de tweede wet van Kirchhoff geldt voor maas I, gaande volgens de pijlrichting en beginnende bij A:

$$\begin{aligned} I_{ab} \cdot R_{ab} + E_3 + I_1 \cdot R_1 - E_1 &= 0 \text{ of} \\ E_1 - E_3 &= I_1 \cdot R_1 + I_{ab} \cdot R_{ab} \end{aligned} \quad (2)$$

Voor maas II vinden we, eveneens gaande volgens pijlrichting en beginnende bij A:

$$\begin{aligned} -E_2 + I_2 \cdot R_2 - I_{ab} \cdot R_{ab} &= 0 \text{ of} \\ E_2 &= I_2 \cdot R_2 - I_{ab} \cdot R_{ab} \end{aligned} \quad (3)$$

Vervolgens gaan we nu de betrekking gevonden in (1) invullen in betrekking (3) en we krijgen nu:

$$\begin{aligned} E_2 &= (I_1 - I_{ab})R_2 - I_{ab} \cdot R_{ab} \text{ of} \\ E_2 &= I_1 R_2 - I_{ab} \cdot R_2 - I_{ab} \cdot R_{ab} \end{aligned} \quad (4)$$

In de betrekkingen (2) en (4) hebben we nu de stromen I_1 en I_{ab} , d.w.z. twee vergelijkingen met twee onbekenden.

Deze vergelijkingen zijn dus oplosbaar. We gaan nu vergelijking (2) vermenig-

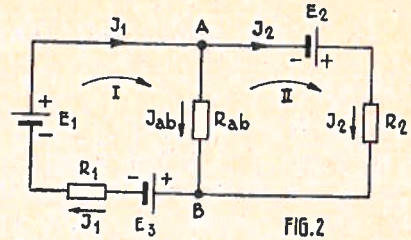


FIG. 2

vuldigen met R_2 en vergelijking (4) met R_1 . We krijgen nu:

$$\begin{aligned} (E_1 - E_3)R_2 &= I_1 \cdot R_1 \cdot R_2 + I_{ab} \cdot R_{ab} \cdot R_2 \\ E_2 \cdot R_1 &= I_1 \cdot R_1 \cdot R_2 - I_{ab} \cdot R_1 \cdot R_2 - \\ &I_{ab} \cdot R_{ab} \cdot R_1. \end{aligned}$$

Deze twee vormen van elkaar afgetrokken geeft:

$$\begin{aligned} (E_1 - E_3) \cdot R_2 - E_2 \cdot R_1 &= I_{ab} \cdot R_{ab} \cdot R_2 + \\ &I_{ab} \cdot R_1 \cdot R_2 + I_{ab} \cdot R_{ab} \cdot R_1 \text{ of} \\ (E_1 - E_3)R_2 - E_2 \cdot R_1 &= \end{aligned}$$

$I_{ab} \cdot R_{ab}(R_1 + R_2) + I_{ab} \cdot R_1 R_2$
We gaan deze laatste vergelijking delen door $(R_1 + R_2)$ en krijgen dan:

$$\begin{aligned} \frac{(E_1 - E_3)R_2}{R_1 + R_2} - \frac{E_2 \cdot R_1}{R_1 + R_2} &= \\ I_{ab} \cdot R_{ab} + \frac{I_{ab} \cdot R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \end{aligned}$$

of na een kleine rangschikking:

$$\begin{aligned} I_{ab} \cdot R_{ab} + I_{ab} \left(\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \right) &= \\ (E_1 - E_3) \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) - \\ E_2 \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2} \right) \end{aligned} \quad (5)$$

Uit betrekking (5) zien we nu, dat we een vergelijking hebben gekregen, waarin alleen nog de onbekende stroom I_{ab} voorkomt. Verder blijkt, dat het linker lid van de vergelijking een spanning oplevert, n.l. $I_{ab} \cdot R_{ab}$ is een spanning en

$I_{ab} \cdot \left(\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \right)$ is een spanning.

Het rechter lid van de vergelijking geeft eveneens een spanning, want:

$$\frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

is een verhouding van weerstanden en deze verhouding levert een getal op, evenzo:

$$\frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

Om nu wat gemakkelijker te kunnen werken en een meer algemeen karakter te krijgen gaan we in (5) enkele vereenvoudigingen invoeren, want betrekking (5) is afgeleid voor één bepaald geval, n.l. dat van fig. 2.

Het zal duidelijk zijn, dat, wanneer we een schakeling bekijken met een willekeurig aantal stroombronnen en weerstanden, we een soortgelijke vergelijking als (5) kunnen afleiden n.l. in het linker deel alleen de onbekende stroom I_{ab} , die vermenigvuldigd moet worden met de som van twee weerstanden t.w. R_{ab} en een andere weerstand, die bepaald wordt door de in het netwerk aanwezige weerstanden

$$\left(\text{in (5) is dit } \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \right)$$

In het volgende stellen we deze weerstandswaarde heel algemeen R'_1 .

Verder zullen in het rechter lid alle zich in het netwerk bevindende spanningsbronnen voorkomen, die vermenigvuldigd worden met een weerstandsverhouding, welke verhouding weer afhankelijk is van de weerstand in het netwerk.

Het is duidelijk, dat we deze verhoudingsgetallen op eenvoudige wijze kunnen voorstellen b.v. a_1, a_2, a_3 enz.

(In (5) zijn dit dus

$$\frac{R_1}{R_1 + R_2} \text{ en } \frac{R_2}{R_1 + R_2}.$$

Tenslotte zien we in (5) nog de term

$(E_1 - E_3)$. Dit is een verschil van twee spanningen dat we ook eenvoudigheidshalve door één spanning kunnen voorstellen.

Voeren we nu bovenstaande vereenvoudigingen in, dan gaat (5) over in:

$$I_{ab}(R_{ab} + R'_1) = a_1(E_1 - E_3) - a_2E_2 \quad (6)$$

of algemeen geldt, wiskundig gezien:

$$I_{ab}(R_{ab} + R'_1) = a_1 \cdot E_1 + a_2 \cdot E_2 + a_3 \cdot E_3 + \dots \quad (7)$$

Hierin hebben E_1, E_2, E_3 enz. verschillende waarden; zij kunnen positief zowel als negatief zijn en een som of een verschil voorstellen, zie (6).

Daar het gaat om een stelling, die in alle gevallen geldt, zullen we nu betrekking (7) verder uitwerken.

Voor (7) kunnen we schrijven:

$$I_{ab} = \frac{a_1 E_1 + a_2 E_2 + a_3 E_3 + \dots}{R_{ab} + R'_1} \quad (8)$$

$$\text{of } I_{ab} = \frac{a_1 E_1}{R_{ab} + R'_1} + \frac{a_2 E_2}{R_{ab} + R'_1} + \frac{a_3 E_3}{R_{ab} + R'_1} + \dots \quad (9)$$

Volgens (9) blijkt nu, dat we I_{ab} kunnen bepalen door elke in het netwerk voorkomende emk afzonderlijk te laten werken en de daarbij optredende stromen op te tellen. Men noemt dit het zgn. *superpositie beginsel*.

Gaan we nu (8) vermenigvuldigen met R_{ab} dan ontstaat:

$$I_{ab} \cdot R_{ab} = \frac{a_1 E_1 + a_2 E_2 + a_3 E_3 + \dots}{1 + \frac{R'_1}{R_{ab}}} \quad (10)$$

Bekijken we nu nog eens fig 2, dan zien we, dat $I_{ab} \cdot R_{ab} = E_{ab}$, zodat we kunnen schrijven:

$$E_{ab} = \frac{a_1 E_1 + a_2 E_2 + a_3 E_3}{\frac{R'_1}{R_{ab}}} \quad (11)$$

Laten we nu R_{ab} aangroeien tot ∞ , d.w.z. $R_{ab} = \infty$ groot, dan is dus R_{ab} uit het netwerk losgenomen. I_{ab} is dus $= 0$.

In dit geval wordt in (11):

$$\frac{R'_1}{R_{ab}} = \frac{R'_1}{\infty} = 0,$$

zodat (11) overgaat in:

$$E_{ab} = \frac{a_1 E_1 + a_2 E_2 + a_3 E_3 + \dots}{1} \quad (12)$$

d.w.z. E_{ab} is de spanning, die gemeten wordt tussen A en B in fig. 2, als de weerstand R_{ab} uit het netwerk is losgenomen. Deze spanning duiden we aan met E'_{ab} , dus

$$E'_{ab} = a_1 E_1 + a_2 E_2 + a_3 E_3 + \dots$$

We kunnen nu betrekking (8) ook als volgt schrijven n.l.:

$$I_{ab} = \frac{E'_{ab}}{R_{ab} + R'_1} \quad (13)$$

Tenslotte blijft nu de vraag: „Wat is de betekenis van R'_1 ?”

Om dit na te gaan tekenen we eens een schema volgens fig. 3. We zien hier het schema van fig. 2, echter op andere wijze getekend. Tussen de punten A en

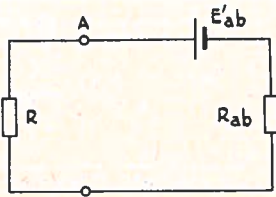


FIG. 3

B is weer de weerstand R_{ab} opgenomen, maar in serie daarmee een stroombron met een spanning E'_{ab} dit is dezelfde spanning die in fig. 2 gemeten wordt, indien R_{ab} uit het netwerk is losgenomen.

Verder zijn alle in het netwerk voorkomende spanningen $= 0$ gesteld, dus de stroombronnen kortgesloten gedacht. Tussen A en B in fig. 2 zal dan een zekere weerstand gemeten worden.

Deze weerstand wordt in fig. 3 voorgesteld door R.

Berekenen we nu de stroom in fig. 3, dan is deze:

$$I = \frac{E'_{ab}}{R_{ab} + R}$$

Wordt nu $R = R'_1$ dan wordt $I = I_{ab}$, d.w.z. R'_1 is niets anders dan de weerstand gemeten tussen de punten A en B van het netwerk, waarin alle werkzame spanningen kortgesloten zijn gedacht.

Wanneer we dit op fig. 2 toepassen dan krijgen we fig. 4.

Tussen de punten A en B hebben we twee parallel geschakelde weerstanden. De weerstand R'_1 bedraagt dus:

$$R'_1 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

Deze waarde hebben we reeds eerder gevonden, zie de ingevoerde vereenvoudiging bij (5).

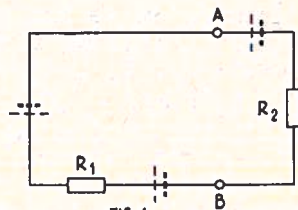


FIG. 4

De betrekking (13) wordt meestal iets anders geschreven en wel:

$$E'_{ab} = I_{ab} (R_{ab} + R'_1) \quad (14)$$

Deze laatste betrekking is nu bekend als de „Stelling van Thévenin”.

In deze betrekking is:

E'_{ab} is de spanning op de punten A en B als R_{ab} is losgenomen, R'_1 de inwendige weerstand van het netwerk, waarbij alle stroombronnen kortgesloten zijn gedacht.

De stelling van Thévenin is ook van toepassing in de wisselstroomtechniek, zolang er een lineair verband bestaat tussen stroom en spanning, dus zolang er complexe grootheden worden toegepast.

Toepassingen.

1. Gevraagd de stroom te berekenen in de schakeling volgens fig. 5.

Neem de weerstand tussen A en B los. Tussen de punten A en B ontstaat dan de spanning E'_{ab} .

Deze spanning bedraagt:

$$\begin{aligned} E'_{ab} &= \frac{12}{8 + 12} \times 80 + \frac{8}{8 + 12} \times 60 \\ &= 48 + 32 = 72 \text{ volt.} \end{aligned}$$

Vervolgens denken we de spanningsbronnen = 0 en bepalen R'_1 (zie fig. 6).

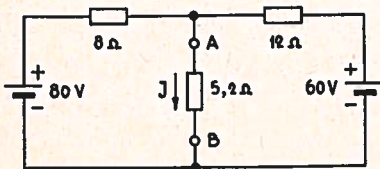


FIG.5

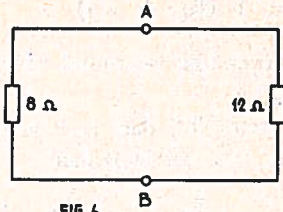


FIG.6

$$R'_1 = \frac{8 \times 12}{8 + 12} = \frac{96}{20} = 4,8 \Omega$$

$$\text{Thévenin: } E'_{ab} = I_{ab}(R_{ab} + R'_1)$$

$$\text{of } 72 = I (5,2 + 4,8)$$

$$\text{zodat } I = \frac{72}{5,2 + 4,8} = 7,2 \text{ A.}$$

2. Toon aan, dat de brug in fig. 7 wanneer deze in evenwicht is, voldoet aan de betrekking:

$$R_1 \cdot R_4 = R_2 \cdot R_3$$

Denk de nulindicator met weerstand R_0 losgenomen. Tussen A en B hebben we dan de spanning E'_{ab} .

De grootte hiervan is:

$$E'_{ab} = E_{a2} - E_{b2} \quad (A)$$

$$\text{of } E'_{ab} = \frac{R_3}{R_1 + R_3} \cdot E - \frac{R_4}{R_2 + R_4} \cdot E$$

$$\text{of } E'_{ab} \left(\frac{R_3}{R_1 + R_3} - \frac{R_4}{R_2 + R_4} \right) E \quad (B)$$

Deze spanning is ook gelijk aan:

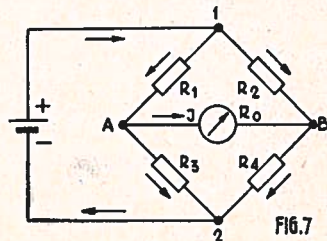


FIG.7

$$E'_{ab} = I (R_0 + R'_1) \quad (C)$$

R'_1 = inwendige weerstand van de brug.

Is er evenwicht, dan is $I = 0$, d.w.z.

$E'_{ab} = 0$, zodat in B dan:

$$\frac{R_3}{R_1 + R_3} = \frac{R_4}{R_2 + R_4}$$

of $R_1 \cdot R_4 + R_3 \cdot R_4 = R_2 \cdot R_3 + R_3 \cdot R_4$
waaruit dus volgt:

$$R_1 \cdot R_4 = R_2 \cdot R_3$$

en dit moest bewezen worden.

Tot slot nog een vraagstuk voor hen die met de complexe rekenwijze bekend zijn.

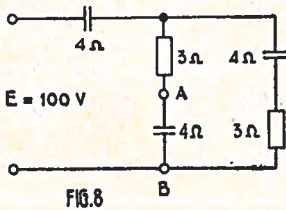
3. Gevraagd wordt de spanning E_{ab} in fig. 8.

Neem de capaciteit tussen A en B los. De grootte van de open spanning E'_{ab} be- draagt:

$$\bar{E}'_{ab} = E \frac{3 - 4j}{3 - 8j}$$

$$\bar{R}'_1 = 3 + \frac{(3 - 4j)(-4j)}{3 - 8j}$$

(impedantie tussen A en B)



$$\text{Verder is } \bar{I}_{ab} = \frac{\bar{E}_{ab}}{-4j}$$

Stelling van Thévenin:

$$\bar{E}'_{ab} = \bar{I}_{ab} (\bar{R}_{ab} + \bar{R}'_1)$$

$$\text{of } \bar{E} \frac{3 - 4j}{3 - 8j} =$$

$$\frac{\bar{E}_{ab}}{-4j} \times \left\{ -4j + 3 + \frac{(3 - 4j)(-4j)}{3 - 8j} \right\}$$

$$\bar{E} (3 - 4j) = \frac{E_{ab}}{-4j} \times$$

$$\left\{ (3 - 8j)(3 - 4j) + (3 - 4j)(-4j) \right\}$$

$$\bar{E} = \frac{\bar{E}_{ab}}{-4j} \left\{ (3 - 8j) + (-4j) \right\} = \frac{\bar{E}_{ab}}{-4j} (3 - 12j)$$

$$\frac{\bar{E}}{\bar{E}_{ab}} = \frac{3 - 12j}{-4j} \text{ of } \frac{\bar{E}_{ab}}{\bar{E}} = \frac{-4j}{3 - 12j}$$

Vermenigvuldigen met j geeft:

$$\frac{\bar{E}_{ab}}{\bar{E}} = \frac{4}{12 + 3j} \text{ en}$$

$$\bar{E}_{ab} = \bar{E} \cdot \frac{4}{12 + 3j} \text{ zodat:}$$

$$E_{ab} = \frac{4 \times 100}{\sqrt{144 + 9}} = \frac{400}{12,4}$$

$$= 32,2 \text{ volt.}$$

A. H. Körmeling

(Vervolg van blz. 84).

III. De EK met ISL en ISO.

A. Het basisschema (zie fig. 10, welke is geplaatst in het vorige nummer).

In dit schema zijn de volgende functies van de EK, EK-ISL en ISO verwerkt:

- a. instelling van de EK op het gekozen abonneenummer.
- b. het geven van het vrijcriterium naar de LVS c.q. IVS, teneinde van daaruit belstroom uit te zenden, indien het abonneenummer vrij getest wordt;
- c. het geven van het bezetcriterium naar de LVS en IVS, indien het abonneenummer bezet getest wordt. Hierdoor wordt bij lokale verbindingen de verbinding geheel verbroken, waarna bezettoon vanuit de LSL wordt gegeven. Hetzelfde gebeurt bij interlokale verbindingen binnen de eigen sector.
- d. het vrijgeven van de EK.

1. De inbeslagneming.

Een II GK (eventueel III GK) wordt met behulp van zijn ISL ingesteld op een beschikbare EK van het gekozen honderdtal. Hierbij wordt getest op het C-relais van de EK, dat enerzijds met een c-lamel van een aantal II GK- (III GK-) banken is verbonden en anderzijds is aangesloten op de TLN-draad van zijn ISL.

Het verband tussen de EK's, EK-instelstroomlopen en de ISO werd reeds eerder beschreven op blz. 335 e.v. van jaargang 1955.

De TLN-draad ligt via een weerstand (WE1) aan spanning. Na de test zorgt eerst het T-relais van de ISL van de II GK (III GK) en vervolgens het P-relais van de II GK (III GK) voor de potentiaalverhoging van de c-draad van

de inbeslaggenomen EK en de TLN-draad, zodat geen andere II GK's (III GK's) op de inbeslaggenomen EK kunnen worden ingesteld. Zolang de ISL bezet is, zijn de bij deze ISL behorende EK's geblokkeerd; door de potentiaalverhoging van de TLN-draad is nl. ook de potentiaal van de c-draden van de vrije bijbehorende EK's te hoog om het T-relais van de II GK-ISL (III GK-ISL) te doen aantrekken tijdens de test op deze c-draden.

Bij het vrij testen komt in de EK het C-relais enigszins vertraagd op als gevolg van de gesloten koperwikkeling, welke ter verlaging van de zelfinductie in het testcircuit om de kern van het C-relais is aangebracht. c^I brengt het inbeslagnamerelais B van de ISL op; c^{II} verbindt de a-draad van de EK met de a-draad van de ISL, waarmee een aan spanning liggende wikkeling van het impulsrelais A verbonden is.

2. De oproeper kiest het voorlaatste cijfer van het abonneenummer.

De LVS resp. IVS geeft een met het gekozen tiental-cijfer overeenkomend aantal aardimpulsen op zijn uitgaande a-draad, waardoor het A-relais van de EK-ISL een overeenkomstig aantal keren aantrekt.

Door a^I wordt uit 7 relais (1 ... 6, K) bestaande telschakeling in werking gesteld. Deze telschakeling is gelijk aan die van de LVS-ISL, zodat voor de werking van deze telschakeling wordt verwezen naar de LVS-ISL op blz. 50 e.v. van jaargang 1956, in plaats van va^I , va^{III} en va^{IV} komen resp. a^I , a^{III} en a^{IV} .

Na de keuze van het tiental-cijfer valt het V-relais, dat bij de eerste impuls

is opgekomen (a^{II}) vertraagd af (v^I). Daar de telschakeling vervolgens gebruikt moet worden voor het opnemen van het eenheid-cijfer, moet het in de stand van de telrelais vastliggende tiental-cijfer worden overgebracht naar de „onthoud-schakeling”, welke bestaat uit 4 relais (10, 20, 40 en 60). In onderstaande tabel is één en ander weergegeven.

moet uiteraard een maakcontact aanwezig zijn, dat sluit nadat V tijdens de laatste impulsserie opgekomen is en na deze impulsserie gesloten blijft (ve^I). Het VE-relais wordt dan ook via de contacten v^V en 10^{II} , 20^{II} , 40^{II} of 60^{II} bekrachtigd. Na het afvallen van V blijft VE gehouden door middel van ve^{II} . Ook mag nu na het afvallen van V de instelling van de onthoud-relais niet

Gekozen tiental-cijfer	Telrelais, welke na de imp-serie op zijn:	Onthoud-relais, welke na het afvallen van V (v^{II}) opkomen:	Inschakeling van het (de) onthoud-relais via contact:
1	1	10	1 ^{III}
2	2	20	2 ^{VII}
3	3	20 + 10	3 ^{VII} , 3 ^{VIII}
4	4	40	4 ^{VII}
5	5	40 + 10	5 ^{VII} , 5 ^{VIII}
6	6	60	6 ^{IV}
7	6 + 1	60 + 10	6 ^{IV} , 1 ^{III}
8	6 + 2	60 + 20	6 ^{IV} , 2 ^{VII}
9	6 + 3	60 + 20 + 10	6 ^{IV} , 3 ^{VII} , 3 ^{VIII}
0	6 + 4	60 + 40	6 ^{IV} , 4 ^{VII}

De telschakeling moet weer in de normaalstand (alle telrelais af) worden gebracht, nadat de (het) onthoud-relais zijn (is) opgekomen. Dit wordt bereikt door het VV-relais, dat evenals V bij het begin van de impulsserie opkomt (a^V) na V vertraagd te laten afvallen (v^{III}). vv^I brengt de telschakeling in de normaalstand. De onthoudrelais houden zichzelf (10^I , 20^I , 40^I en 60^I).

3. De oproeper kiest het laatste cijfer van het abonneenummer.

Vervolgens wordt het eenheid-cijfer door de telschakeling opgenomen, waarbij de relais V en VV wederom opkomen. Wanneer na deze impulsserie het V-relais afvalt, moet de ISO, welke de tiental- en eenheidsmarkering omzet in een nummermarkering, worden „toegewezen” (v^{IV}). In serie met v^{IV}

worden gewijzigd, tengevolge van de „eenheid”-instelling van de telschakeling (ve^{III}).

Na het afvallen van VV moeten nu de bekrachtigde telrelais opblijven, aangezien het in de stand van deze relais vastgelegde eenheid-cijfer niet naar een onthoud-schakeling wordt overgebracht. Het contact vv^I wordt derhalve door ve^{IV} overbrugd.

4. Toewijzing van de ISO en markering van de abonneelijn.

Nadat de doorschakeling naar de ISO heeft plaats gehad (overbrenging van de beide markeringen), wordt het testcircuit van de ISL ingeschakeld en de EK gestart (behoudens in het geval dat de EK reeds op het gemarkeerde vrije nummer staat). Nadat het testrelais T heeft gereageerd, worden de verschillende scha-

kelfuncties verricht door een H-relais, dat, na opgebracht te zijn, zich tot na de test houdt door middel van een in serie met de SM van de EK geschakelde H-wikkeling (op overeenkomstige wijze als bij de ISL'n van de LVS en de II GK).

Na het afvallen van H moet o.a. de ISO weer worden vrijgegeven. Dit gebeurt dan ook door een h-contact (h^I).

De toewijzing van de ISO kan dus ook door middel van h^I geschieden. Wanneer derhalve na de laatste impulsreeks V afvalt, wordt H bekrachtigd (v^{IV} , ve^I). h^I brengt TM op.

De overbrenging van de twee markeringen geschiedt door spanning te leggen aan de desbetreffende markeerdraden van de ISO, via de daarvoor benodigde „contacten-pyramiden”. (tm^I , tm^{II}). De ISO heeft geen veiligheid, waardoor de storingskans wordt verminderd. In verband met het gemeenschappelijk gebruik van de ISO door alle EK-ISL'n van een groep van 1000 nummers, mogen de ISL'n dit niet tegelijk doen, doch om de beurt.

Hiertoe is elke EK-ISL voorzien van een TM-relais.

Hiertoe zijn de TM-relais zodanig met elkaar verbonden, dat slechts één hier- van op kan zijn.

Het doorgeven van de tentalmarkering en eenheidmarkering vindt resp. plaats door middel van tm^I en tm^{II} .

Komt b.v. in ISL nr. 5 het H-relais op en is de ISO vrij, dan brengt h^I het TM-relais op. Zie fig. 11a. Door tm^{III} wordt nu voorkomen, dat de TM-relais van hoger genummerde ISL'n kunnen opkomen (na sluiting van hun h^I -contact). Ook de TM-relais van de lager genummerde ISL'n mogen niet kunnen opkomen, zolang TM van ISL nr. 5 op is. Het isoleren van de lager genummerde ISL'n geschiedt door tm^{IV} . De schakeling van fig. 11a heeft het volgende bezwaar:

Staan bij het vrijkomen van de ISO twee of meer ISL'n te wachten, dan zullen in deze ISL'n de TM-relais even tegelijk opkomen, hetgeen uiteraard onaanvaardbaar is. Om dit te voorkomen is tm^{III} (fig. 11a) vervangen door h^{II} (fig. 11b).

Dit introduceert echter een nieuwe moeilijkheid. Heeft een ISL toegang tot de ISO gekregen (TM op) en komt vervolgens in een lager genummerde ISL het H-relais op, dan valt TM af. Om dit te ondervangen worden alle voorgaande h^{II} contacten door tx^I overbrugd (fig. 11c). TX komt door tm^V op. Wanneer nu twee of meer ISL'n op het vrijkomen van de ISO staan te wachten, zal direct na het afvallen van H in de vrijgevende ISL, alleen het TM-relais van de naastliggende hoger genummerde in wachtstand staande ISL opkomen. Eerst nadat in deze ISL de relais TM en TX zijn opgekomen valt TX in de tevoren naar de ISO doorgeschakelde ISL af.

Door tx^{II} wordt voorkomen, dat het TM-relais van een vóórliggende wachtende ISL even wordt bekrachtigd als het TM-relais van de vrijgevende ISL afgevallen is en het TM-relais van de naastliggende hoger genummerde wachtende ISL nog niet is opgekomen. Staat geen hoger genummerde ISL in wachtstand, dan komt de laagstgenummerde wachtende ISL aan bod. De ISL'n worden derhalve in *cyclische volgorde* aan de ISO toegewezen.

Met elke inkomende markeerdraad van de ISO is een markeerrelais verbonden (derhalve 20 relais). Via tm^I wordt één van de tental-relais (10, 20 90, 00) bekrachtigd; tegelijkertijd via tm^{II} één van de eenheids-relais (1, 2, 9, 0). Is b.v. het nummer 56 gekozen, dan komen in de ISO de relais 50 en 6 op. Hierdoor wordt het ISO-markeerpunt 56, dat enerzijds met contact 56d van alle EK-banken, behorende tot dezelfde groep van 1000 nummers, is verbonden, anderzijds in ver-

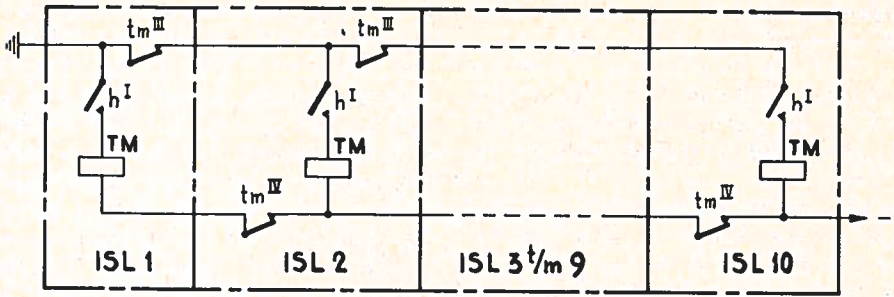


FIG. 11 a

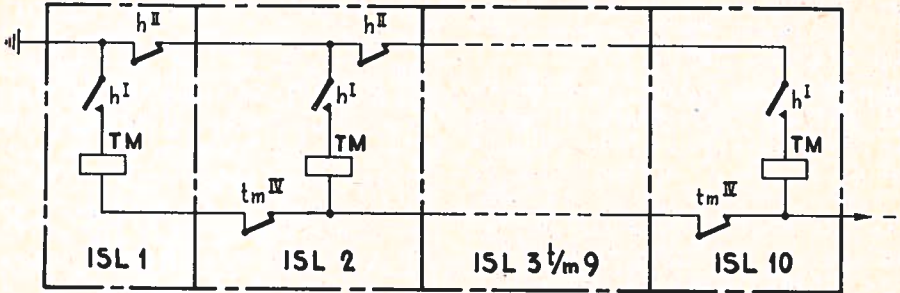


FIG. 11 b

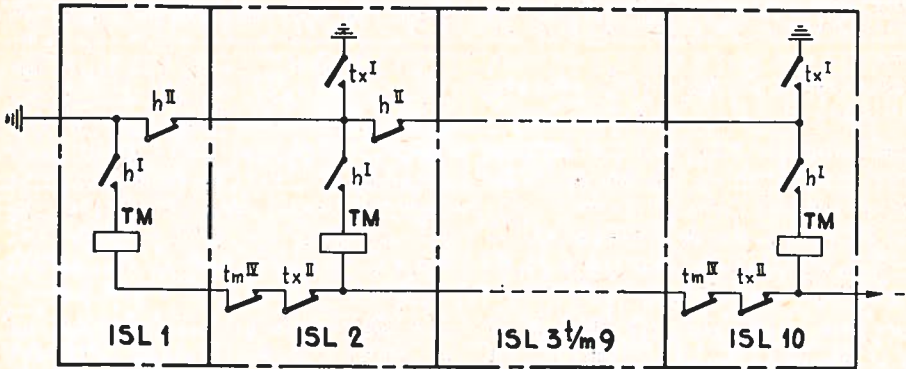


FIG. 11 c

binding gebracht met de TEST-draad van de ISO. (Alle markeerrelais van de ISO hebben 6 maakcontacten).

Door tm^{VI} is de testpotentiometer (WE2 + WE3) van de in doorschakelstand staande ISL met deze „TEST“-draad verbonden. De testpotentiometer wordt door h^{III} ingeschakeld. Het desbetreffende d-contact van de EK-banken is

nu door een potentiaal van -15 volt gemarkeerd.

5. *Instelling van de EK als het opgeroepen nummer vrij is; vrijgegeven van de ISO en de ISL; uitzending van belstroom.*

Door c^{III} en c^{IV} worden resp. de c-arm en de d-arm van de EK met het testrelais T verbonden. Teneinde de kiezer

niet te starten, indien de EK reeds op het gekozen vrije nummer staat, wordt de SM niet bekrachtigd via een tm-contact, doch via een contact van een relais (TH), dat opkomt, nadat de desbetreffende markeerrelais in de ISO op zijn en T gelegenheid gehad heeft om eventueel aan te trekken.

Het relais TX wordt door tm^v opgebracht; tx^{III} sluit het testcircuit, zodat alleen de EK, waartoe de tot stand gekomen nummermarkering behoort, in samenwerking met zijn ISL kan testen; tx^{IV} brengt TH op; th^I legt aarde aan de SM-draad, waarmee door c^v de SM van de EK is verbonden. Aldus wordt de EK zo nodig gestart.

Teneinde het opblijven van H uitsluitend afhankelijk te maken van de in serie met SM geschakelde H-wikkeling wordt de opkomweg van H door th^{II} onderbroken en is H door een kortgesloten wikkeling traagafvallend gemaakt. Zodra de draaiende EK-armen het gekozen vrije nummer bereiken, trekt T snel aan, mede tengevolge van de voorbekrachtiging door middel van de in serie met SM geschakelde T-wikkeling. De stoppal doet de EK direkt stoppen, waarna het kiezermechanisme vrij van de aandrijvende as wordt gemaakt. Direkte potentiaalverhoging, zoals bij de I GK en II GK, is niet nodig, aangezien geen enkele andere EK van het honderdtal op dat moment testen kan.

De potentiaalverhoging tot 0 volt moet echter wel aanwezig zijn vóór een andere EK op dit nummer test (h^{IV}); th^{III} voorkomt, dat dit vóórtijdig geschiedt.

Door h^I wordt de ISO vrijgegeven; TM en TX vallen af. TH moet opblijven, daar H niet weer mag opkomen (th^{IV}). De testweg wordt door tm^{VII} onderbroken. T valt af. h^v voorkomt, dat de EK weer wordt gestart. In het testcircuit is een blokkeercel opgenomen om te voorkomen, dat T aantrekt wanneer de c-arm strijkt over contacten met aard-

potentiaal (bezette lijnstroomlopen).

Daar de belstroom-uitzending plaats vindt vanuit de LVS (lokale verbindingen) of IVS (interlokale verbindingen) moet de LVS of IVS een signaal ontvangen als teken, dat het opgeroepen nummer vrij is. Dit vrijcriterium (aardimpuls op de b-draad) wordt door de ISL van de EK gegeven; h^{VI} legt via de weerstand WE4 aarde aan de b-draad, welke aarde even later door het traagafvallende TX-relais wordt weggenomen (tx^v). Door c^{VI} wordt de b-draad van de EK met de b-draad van de ISL verbonden.

De duur van deze aardimpuls is gelijk aan de som van de afvaltijden van TM en TX. Na ontvangst van het vrijcriterium in de LVS resp. IVS vindt de belstroomuitzending plaats. (Zie blz. 73 e.v. van jaargang 1956).

Vervolgens wordt de EK in doorschakelstand gebracht, waarna de ISL wordt vrijgegeven. Door tx^{VI} wordt aarde gelegd aan de DSLN-draad van de ISL. Een wikkeling van het P-relais van de EK is door c^{VII} met deze DSLN-draad verbonden.

Door th^v wordt voortijdig opkomen van P voorkomen. Na het einde van het vrijcriterium komt P op; p^I laat C afvallen, waardoor de verbindingen met de ISL worden verbroken. Alvorens dit echter geschiedt, wordt de aarde aan de uitgaande c-draad overgenomen door p^{II}, teneinde de ISL vast te houden.

Het opblijven van P wordt door p^{III} afhankelijk gemaakt van de aarde op de inkomende c-draad. (t.b.v. de verbreking van de verbinding). Het B-relais in de ISL valt af, waardoor alle relais van de ISL in de normaalstand terugvallen. (b^I, b^{II}, b^{III}, b^{IV}). Om te voorkomen, dat tijdens de afvaltijd van C, B, VE, TH en de telrelais de ISL via een andere EK in beslag genomen wordt, moet tot na het afvallen van deze relais aarde via de weerstand WE 6 aan de TLN-

draad liggen; dit geschiedt door b^I . BH wordt door b^V opgebracht en valt na B vertraagd af.

6. Beantwoording door de opgeroepene.

Daar de belstroomuitzending naar en de voeding van het opgeroepen toestel vanuit de LVS (lokale verbinding) of IVS (interlokale verbinding) plaats vinden, zijn hiervoor geen voorzieningen in de EK nodig. De beantwoording wordt in de LVS, resp. IVS, gesignaleerd.

7. Instelling van de EK als het opgeroepen abonneenummer bezet is.

Als het opgeroepen nummer bezet is, blijft de EK even draaien, totdat in de ISL een omschakeling plaats vindt, waardoor het stoppen van de EK op het gekozen nummer op een andere wijze mogelijk wordt (interne test).

De kiezer stopt, doch nu vindt geen uitzending van het vrijcriterium plaats, maar van het bezetcriterium met het bekende gevolg (zie punt II B1, blz. 80). Gedetailleerd verloopt dit als volgt:

Is het opgeroepen nummer bezet, dan zal, nadat de EK ≈ 600 msec. heeft gedraaid, het D-relais afvallen. D is in de normaalstand constant op. Zodra de EK via th^I wordt gestart, wordt de stroom door de hoogohmige wikkeling van het D-relais onderbroken (th^{VI}).

Tengevolge van de ontlading van de parallel met D geschakelde condensator C1, valt D met een vertraging van ≈ 600 msec. af.

Is het opgeroepen nummer vrij, dan wordt D weer bekrachtigd via h^{VII} , voordat D afgevallen is. Is het opgeroepen nummer bezet, dan wordt de toegestane draaitijd van ≈ 600 msec. overschreden en komt D wel tot afvallen. Om het hoogohmige gevoelige D-relais een zo gering mogelijke veerbelasting te geven, wordt K opgebracht door d^I , zodat de benodigde schakelingen

door k-contacten kunnen worden vericht. Teneinde de EK op het gekozen nummer in te stellen, wordt T door middel van k^{III} met spanning verbonden; k^{IV} verbreekt de verbinding tussen de d- en de c-arm, zodat tijdens het draaien van de EK de L- en S-wikkeling van de lijnstroomloopen niet worden kortgesloten via de weerstand WE 7, welke aanwezig is om volledige kortsluiting via h^{IV} , na de instelling van de EK, te voorkomen.

In verband met deze nieuwe functie van K en de aanwezigheid van k^{IV} in het testcircuit moet K, nadat het laatste cijfer is opgenomen, af zijn, ook als dit cijfer oneven is.

Hiertoe wordt de K-wikkeling, via welke K op zou blijven na een oneven impulsserie, kortgesloten door v^{VI} . Door tx^{VII} wordt voorkomen, dat het opkomen van K na het afvallen van D vertraagd gebeurt.

Nadat de EK ingesteld is, valt H af. De ISO wordt vrijgegeven; TM, TX vallen af, TH blijft op.

Ter onderscheiding van de toestand na instelling op een vrij abonneenummer moet K opblijven, hetgeen wordt bereikt door te voorkomen, dat D weer opkomt (k^V). Door k^{VI} wordt het vrijcriterium onderdrukt, terwijl k^{VII} voorkomt, dat P in de EK opkomt.

Teneinde de ISL vrij te maken en het bezetcriterium (aarde op de a-draad) te geven, wordt in plaats van het P-relais BZ opgebracht (h^{VIII} , k^{VIII}), welke relais door c^{VIII} met de BZ-draad van de ISL is verbonden; th^{VII} voorkomt het opkomen van BZ tijdens de impulsseries. Door bz^I wordt het C-relais tot afvallen gebracht, waardoor de ISL vrijkomt.

Het opblijven van BZ wordt door bz^{II} afhankelijk gemaakt van de aarde op de inkomende c-draad (uit de voorgaande kiestrap). Het bezetcriterium wordt door bz^{III} gegeven via de weerstand WE 1; bz^{IV} voorkomt opkomen van A.

HET PRAKTISCHE EENHEDENSTELSEL VAN GIORGI

door J. J. W. HEESE

57-044

(vervolg van blz. 87)

11. Arbeid en vermogen.

Voor de elektrische arbeid, de warmte-ontwikkeling en het elektrische vermogen gelden de volgende formules:

$$\begin{aligned} W &= U \times I \times t \\ W &= I^2 \times R \times t \\ W &= \frac{U^2}{R} \times t \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= U \times I \\ P &= I^2 \times R \\ P &= \frac{U^2}{R} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= \frac{W}{t} \\ W &= P \times t \end{aligned}$$

Hierin is:

W = de arbeid in wattsec
in joule,
F = het vermogen in watt,
U = de spanning in volt,
I = de stroom in ampère,
R = de weerstand in ohm,
t = de tijd in sec.

De drie formules voor de elektrische arbeid gelden ook voor de warmte-ontwikkeling. De hoeveelheid warmte is dan uitgedrukt in joule.

De in de natuurkunde gebruikte eenheid, de gramcalorie, past niet in het stelsel van Giorgi. Daarom heeft het Comité international des Poids et Mesures aanbevolen als eenheid van hoeveelheid warmte de joule te kiezen.

De verhouding tussen de joule en de gramcalorie wordt gevonden uit:

(Vervolg van blz. 176).

Lokale en interlokale verbindingen binnen de eigen sector worden tengevolge hiervan vanuit de LVS verbroken, waarna de oproeper bezettoon hoort vanuit zijn eigen LSL. Uit andere sectoren afkomstige interlokale verbindingen worden niet verbroken. De oproeper hoort nu de bezettoon uit de IWO of IFO (zie punt II B1, blz. 80).

8. Verbreking van de verbinding.

Was het opgeroepen nummer vrij, dan wordt na het gesprek de verbinding in het algemeen verbroken door de oproeper (zie blz. 209, van jaargang 1956). In de EK valt P af als gevolg van het

wegvallen van de aarde aan de inkomende c-draad.

Was het opgeroepen nummer bezet, dan valt de gehele verbinding direct uiteen, tenzij het een interlokale verbinding afkomstig uit een andere sector betreft. In dit geval wordt, in het algemeen, de verbinding verbroken, nadat de oproeper neergelegd heeft. BZ valt dan af als gevolg van het wegvallen van de aarde aan de inkomende c-draad.

Daar de houdwikkelingen van P en BZ een hoge weerstand hebben, kunnen kiezers van de voorgaande kiestrap tijdens de afvaltijd van P of BZ niet op de vrijkomende EK worden ingesteld.

(wordt vervolgd).

$$1 \text{ joule} = 0,24 \text{ gcal}$$

In de elektrotechniek gebruikt men veel het kilowattuur als grote eenheid van elektrische arbeid. Het verband tussen kWh en joule volgt uit: $1 \text{ kWh} = 1000 \text{ W} \times 3600 \text{ sec} = 3.600.000 \text{ J} = 3,6 \text{ MJ}$.

Door dit niet-decimale verband past het kilowattuur niet in het stelsel van Giorgi. Aanbevolen wordt daarom in de plaats van het kilowattuur als grote eenheid van elektrische arbeid de megajoule (MJ) te gebruiken.

$$1 \text{ MJ} = 10^6 \text{ J}$$

De aflezing van de huidige kilowattuurmeters zou, om naar de megajoule over te gaan, met 3,6 moeten worden vermenigvuldigd.

Voor de mechanische arbeid en het mechanische vermogen gelden de volgende formules:

$$W = K \times s$$

$$P = \frac{W}{t}$$

Hierin is:

W = de arbeid in newtonmeter,

P = het vermogen in newtonmeter per sec,

K = de kracht in newton,

s = de weg in meter,

t = de tijd in sec.

Voorbeelden:

De elektrische arbeid, die gedurende een tijd van 2,5 uur door een stroom van 10 ampère bij een spanning van 110 volt wordt verricht, is gelijk aan: $W = U \times I \times t = 110 \times 10 \times 9000 = 9,9 \times 10^6 \text{ J} = 9,9 \text{ MJ}$.

Het mechanische vermogen, dat gedurende een tijd van 1 minuut door een kracht van 200 newton, die zich over een weg van 3 meter verplaatst, wordt geleverd, is gelijk aan:

$$P = \frac{K \times s}{t} = \frac{200 \times 3}{60} = 10 \text{ Nm/sec.}$$

12. Lading en capaciteit van een condensator.

In paragraaf 9 op blz. 54, werd de coulomb reeds vastgelegd als de hoeveelheid elektriciteit, die door een stroom van 1 ampère per seconde wordt vervoerd. De volgende formule geldt voor de hoeveelheid elektriciteit of lading:

$$Q = I \times t$$

Hierin is:

Q = de lading in coulomb,

I = de stroom in ampère,

t = de tijd in sec.

Vult men in de formule voor alle eenheden 1 in, dan ontstaat: 1 coulomb = 1 ampère \times 1 sec of $1 \text{ C} = 1 \text{ Asec}$. Daarom wordt de coulomb ook wel ampèreseconde genoemd.

Als men de tijd in uur uitdrukt en de stroom in ampère, ontstaat de lading in ampère-uur.

Deze eenheid wordt voor de lading van accumulatoren veel gebruikt. Het verband tussen Ah en C volgt uit:

$$1 \text{ Ah} = 1 \text{ A} \times 3600 \text{ sec} = 3600 \text{ C} = 3,6 \text{ kC}$$

Door dit niet-decimale verband past het ampère-uur niet in het stelsel van Giorgi. Aanbevolen wordt daarom in de plaats van het ampère-uur als grote eenheid van lading de kilocoulomb (kC) te gebruiken.

$$1 \text{ kC} = 1000 \text{ C}$$

De capaciteit van een condensator is de constante verhouding tussen de lading en de spanning van die condensator.

De volgende formule geldt hiervoor:

$$C = \frac{Q}{U}$$

Hierin is:

C = de capaciteit in farad,

Q = de lading in coulomb of Asec,

U = de spanning in volt.

Vult men in de formule voor alle eenheden 1 in, dan ontstaat:

$$1 \text{ farad} = \frac{1 \text{ coulomb}}{1 \text{ volt}} = \frac{1 \text{ ampèresec}}{1 \text{ volt}} = \text{Asec./V.}$$

Hiermee is de farad dus als volgt vastgelegd:

De farad is de capaciteit van een condensator, waarvan de spanning tussen de platen 1 volt is, als hij geladen is met een lading van 1 coulomb (Asec).

Voorbeeld:

De capaciteit van een condensator, die door een lading van 0,02 coulomb een spanning van 10.000 volt verkrijgt, is gelijk aan:

$$C = \frac{Q}{U} = \frac{0,02}{10,000} = 2 \times 10^{-6} \text{ F} = 2 \mu\text{F.}$$

13. Het elektrische veld en zijn veldsterkte.

Tussen de platen van een geladen condensator heerst, zoals bekend, een elektrisch veld. De sterkte van dit veld wordt bepaald door de elektrische veldsterkte.

De elektrische veldsterkte is gelijk aan het aantal volt, dat per meter langs de krachtlijnen aanwezig is. (1e definitie).

Voor de veldsterkte van het veld tussen de platen van een vlakke condensator geldt de formule:

$$E = \frac{U}{d}$$

Hierin is: E = de elektrische veldsterkte per m,

U = de spanning tussen de platen in volt,

d = de afstand tussen de platen in meter.

Vult men in de formule voor alle eenheden 1 in, dan ontstaat:

$$1 \text{ volt per m} = \frac{1 \text{ volt}}{1 \text{ meter}}$$

Hiermede is de volt per meter dus als volgt vastgelegd. *De volt per meter is de elektrische veldsterkte tussen de platen van een condensator, die een plaat-afstand van 1 meter en een spanning tussen de platen van 1 volt heeft.*

Als men een geladen geleider in een elektrisch veld brengt, wordt er een kracht op uitgeoefend. De grootte van deze kracht wordt uit de volgende formule gevonden:

$$K = Q \times E$$

Hierin is: K = de kracht op de geladen geleider in newton,

Q = de lading van de geladen geleider in coulomb (Asec),

E = de veldsterkte van het elektrische veld in volt per m.

Uit deze formule kan men, door voor Q = 1 C (Asec) in te vullen, nog een definitie voor de elektrische veldsterkte afleiden:

De elektrische veldsterkte is gelijk aan de kracht, die een lading van 1 coulomb (Asec) in het veld ondervindt. (2e definitie).

Voorbeeld:

Als tussen de platen van een vlakke condensator met een plaat-afstand van 5 mm een spanning heerst van 300 volt, is de veldsterkte tussen de platen gelijk aan:

$$E = \frac{U}{d} = \frac{300 \text{ V}}{0,005 \text{ m}} = 60.000 \text{ V/m.}$$

Dit wil dus zeggen, dat op een lading van 1 coulomb (Asec) tussen de platen van deze condensator een kracht van

60.000 newton wordt uitgeoefend. (Zie 2e definitie van de elektrische veldsterkte).

Als men vervolgens een lading van 0,001 coulomb (Asec) tussen de platen van de genoemde condensator brengt, wordt de kracht op deze lading:

$$K = Q \times E = 0,001 \times 60.000 = 60 \text{ newton.}$$

14. Elektrische krachtstroom en inductie.

Volgens Faraday en Maxwell is de elektrische krachtstroom of flux ψ (psi) gelijk aan de lading Q , zodat dus voor een condensator geldt:

$$C = \frac{\psi}{U}$$

Hierin is: C = capaciteit in farad,
 ψ = de flux in coulomb (Asec),
 U = de spanning in volt.

De flux per vierkante meter noemt men de elektrische inductie, symbool D . Is de flux ψ gelijkmatig over het plaatoppervlak van de condensator verdeeld, dan geldt de volgende formule:

$$D = \frac{\psi}{A} \text{ of } \psi = D \times A$$

Hierin is: ψ = de elektrische flux in coulomb (A sec),

D = de elektrische inductie in Asec/m²,

A = het oppervlak van de platen in m².

Vult men in de formule voor alle eenheden 1 in, dan ontstaat:

$$1 \text{ Asec/m}^2 = \frac{1 \text{ Asec}}{1 \text{ m}^2}.$$

Hiermede is de ampèreseconde per vierkante meter dus als volgt vastgelegd:

De Asec/m² is de elektrische inductie van een homogeen elektrisch veld, waar-

bij door een vlak van 1 m² een flux van 1 Asec (coulomb) gaat.

Voorbeeld:

De elektrische inductie in een vlak van 100 cm², waar een flux van 5 Asec door gaat, is gelijk aan:

$$D = \frac{\psi}{A} = \frac{5 \text{ Asec}}{0,01 \text{ m}^2} = 500 \text{ Asec/m}^2.$$

In plaats van elektrische inductie spreekt men ook wel van diëlektrische verplaatsing.

Het verband tussen de elektrische veldsterkte en inductie wordt bepaald door de diëlektrische constante, symbool ϵ (epsilon). De volgende formule geldt:

$$D = \epsilon \times E$$

Hierin is: D = de elektrische inductie in Asec/m²,

E = de elektrische veldsterkte in V/m,

ϵ = de diëlektrische constante in Asec/Vm.

De diëlektrische constante is thans geen onbenoemd getal meer, zoals bij de oorspronkelijke theorie, doch heeft de eenheid:

$$\frac{\text{Asec/m}^2}{\text{V/m}} = \text{Asec/Vm} = \text{F/m}.$$

Voor de diëlektrische constante geldt het verband:

$$\epsilon = \epsilon_0 \times \epsilon_r$$

Hierin is: ϵ = de totale diëlektrische constante in Asec/Vm,

ϵ_0 = de diëlektrische constante van lucht of vacuum

$$= 8,854 \times 10^{-12} \text{ Asec/Vm,}$$

ϵ_r = de relatieve diëlektrische constante.

Het RC-koppellid in schakelingen versterkerbuizen met

door D. J. DEKKER

57-045

Inleiding.

Voor het koppelen van de anodeketen van een versterkerbuis met de roosterketen van een volgende versterkerbuis wordt vaak gebruik gemaakt van een condensator en een weerstand, die we tezamen het *RC-koppellid* noemen. In fig. 1 is het RC-koppellid door een streeplijn aangegeven.

De condensator C van het RC-koppellid, *koppelcondensator* genaamd, vormt een vrijwel volkomen scheiding tussen de anode van de ene en het rooster van de andere versterkerbuis, zolang er in

de anodeketen van de eerste versterkerbuis een constante gelijkstroom vloeit. In dit geval is er van enige koppeling dus geen sprake; vandaar dat men in plaats van koppelcondensator ook wel de benaming *scheidingscondensator* bezigt. Laatstgenoemde benaming is evenwel minder juist, omdat met de bewuste condensator immers een bepaalde koppeling beoogd wordt tussen twee, aanvankelijk gescheiden, schakelingen. Het is vrij eenvoudig in te zien hoe deze koppeling tot stand komt, indien er op de anodegelijkspanning van de eerste

(*Vervolg van blz. 180.*)

De relatieve diëlektrische constante is een verhoudingsgetal, dat aangeeft, hoeveel maal de diëlektrische constante van een bepaalde tussenstof zo groot is als die van lucht. Deze waarde is dezelfde als die tot nu toe gebruikt werd bij de oorspronkelijke theorie.

De factor $8,854 \times 10^{-12}$ is eigenlijk

$$\frac{10^7}{4 \pi c^2} = \frac{1}{36 \pi \cdot 10^9}$$

($c =$ de lichtsnelheid $= 3 \times 10^8$ m/sec) en wordt wel de absolute diëlektrische constante genoemd.

Voorbeeld:

Een condensator met een plaatoppervlak van 100 cm^2 , een plaatafstand van 1 mm , een (relatieve) diëlektrische constante van 1000 , is geladen met een lading van $0,4427 \text{ Asec}$ (coulomb).

De diëlektrische inductie tussen de platen is:

$$D = \frac{\psi}{A} = \frac{Q}{A} = \frac{0,4427 \text{ Asec}}{0,01 \text{ m}^2} = 44,27 \text{ Asec/m}^2.$$

De veldsterkte tussen de platen wordt gevonden uit $D = \epsilon \times E$

$$E = \frac{D}{\epsilon} = \frac{D}{\epsilon_0 \times \epsilon_r} = \frac{44,27}{8,854 \times 10^{-12} \times 1000} = 4 \times 10^9 \text{ V/m.}$$

De spanning tussen de platen wordt gevonden uit:

$$E = \frac{U}{d}$$

$$U = E \times d = 5 \times 10^9 \times 0,001 = 5 \times 10^6 \text{ V.}$$

De capaciteit van de condensator is gelijk aan:

$$C = \frac{Q}{U} = \frac{0,4427}{5 \times 10^6} = 0,08854 \times 10^{-6} \text{ F} = 0,09 \mu\text{F.}$$

In de volgende paragraaf zal een methode worden besproken om direct de capaciteit te berekenen voor een condensator met gegeven plaatoppervlak, plaatafstand en diëlektrische constante. (wordt vervolgd).

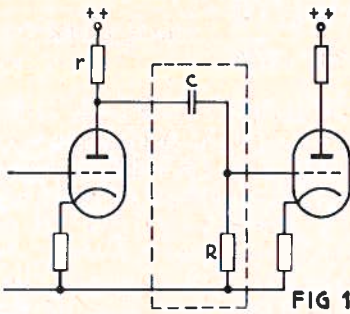


FIG 1

versterkerbuis een sinusvormige wisselspanning, de zgn. *anode-wisselspanning* e_a , gesuperponeerd is. De spanning V_a tussen de anode van de eerste versterkerbuis en aarde kan dan immers als functie van de tijd weergegeven worden als in fig. 2a. We kunnen nu zeggen, dat er over de weerstand R (zie fig. 1) de wisselspanning e_g van fig. 2b zal ontstaan, omdat de condensator C wisselstroom wel en gelijkstroom niet doorlaat. Voor de eerste versterkerbuis met belasting kunnen we dan het bekende vervangingsschema van fig. 3 opstellen.

Hierin vormen R en C het RC-koppellid, terwijl r , R_1 en g resp. de anodeweerstand, de inwendige weerstand en de versterkingsfactor van de eerste versterkerbuis voorstellen. De roosterwisselspanning van de eerste versterkerbuis is aangeduid met e_{g1} ; e_a en e_g hebben dezelfde betekenis als in fig. 2.

Het behoeft geen betoog, dat de ampli-

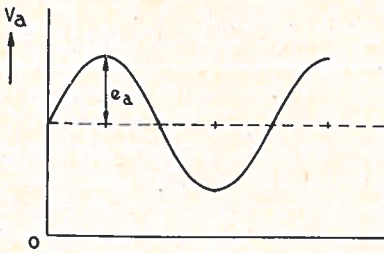


FIG 2 a

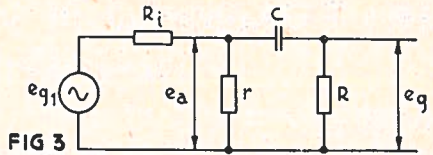


FIG 3

tude van de wisselspanning e_g alleen dan gelijk is aan die van de anodewisselspanning e_a , indien de impedantie van de koppelcondensator C te verwaarlozen klein is ten opzichte van het andere deel van het RC-koppellid, de weerstand R . De sinusöide van fig. 2b is dan volkomen gelijk aan die van fig. 2a. In ieder geval, dus ook wanneer de impedantie van C niet te verwaarlozen klein is, zijn de rooster- en anodewisselspanning gelijkvormig, zolang $R \gg r$, zoals uit het volgende zal blijken. De hiervoor gegeven simpele verklaring van de wijze waarop de condensator C een koppeling vormt tussen de beide versterkerbuizen is wel bevredigend en afdoende, wanneer de roosterwisselspanning van de eerste versterkerbuis sinusvormig is. Het komt evenwel vaak voor, dat een versterkerschakeling met RC-koppelliden aangewend wordt voor het versterken of het opwekken van *niet-sinusvormige* spanningen. In deze gevallen mag zeer zeker niet zonder meer gezegd worden, dat de spanning achter het RC-koppellid dezelfde vorm heeft als de anodewisselspanning. Teneinde te kunnen beoordelen, welke vorm de spanning achter een RC-koppellid bij een bepaalde

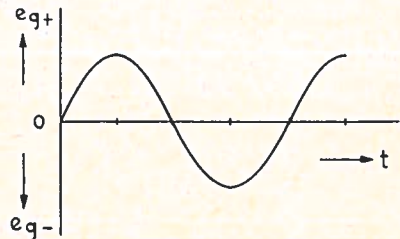


FIG 2 b

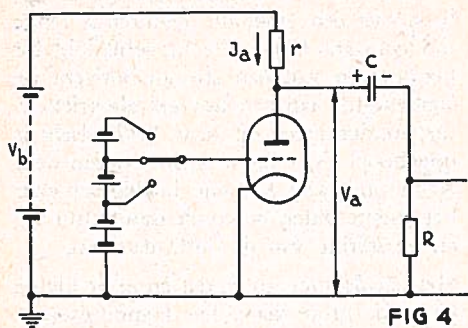


FIG 4

anodewisselspanning dan wel zal hebben, is het noodzakelijk na te gaan, hoe een verandering van de spanning over de anodeweerstand van een versterkerbuis in feite via de koppelcondensator overgebracht wordt op de weerstand van het koppellid.

Het feitelijke koppelproces.

Aan de hand van fig. 4 zullen we dit belangwekkende probleem eens wat nader bezien. We nemen allereerst aan, dat het stuurrooster van de in fig. 4 getekende versterkerbuis een constante negatieve potentiaal ten opzichte van de kathode heeft. In de anodeketen, gevormd door de anodespanningsbron met spanning V_b , de anodeweerstand r en de buis B, vloeit dan een eveneens constante stroom ter sterkte I_a . Tussen de anode van B en de gearde minpool van de spanningsbron heerst dus een spanning:

$$V_a = V_b - I_a \cdot r$$

Daar het geheel in rust verkeert, bestaat er tussen de bekleedsels van de koppelcondensator C ditzelfde spanningsverschil, terwijl er over de weerstand R geen spanning staat.

In de koppelcondensator is een hoeveelheid elektriciteit of lading opgehoopt, die naast de grootte van V_a afhankelijk

is van de capaciteit C. Voor de lading van een condensator geldt immers:

$$Q = C \times V.$$

In ons geval is de condensatorspanning: $V = V_a$.

Wordt de hier geschetste rusttoestand verstoord, doordat we de negatieve voorspanning van het stuurrooster van B verkleinen, dan stijgt de stroom I_a en wordt als gevolg hiervan het spanningsverlies over r groter en dus de spanning tussen de anode van B en aarde kleiner.

De vraag is thans, wat er zal gebeuren in het RC-koppellid, nu de spanning over C ($V_c = V_b - I_a \cdot r$) groter is dan de huidige spanning tussen anode en aarde.

Zowel in de keten, die bestaat uit de anodespanningsbron, de anodeweerstand r , de koppelcondensator C en de weerstand R, als in die welke gevormd wordt door de beide laatstgenoemde elementen en de versterkerbuis, is het evenwicht verbroken, dat tussen de diverse spanningen moet bestaan. In beide ketens is de spanning over C te hoog, doch slechts in de laatste, de kleine keten, overheerst deze spanning. De condensatorspanning is immers kleiner dan de anodevoedingspanning V_b .

Het is duidelijk, dat het evenwicht in de schakeling alleen hersteld kan worden, indien tegenover het bedrag, dat de condensatorspanning te hoog is, een even-grote en tegengesteld gerichte spanning gesteld kan worden. Deze spanning zou b.v. verkregen kunnen worden, als de condensator als spanningsbron zou kunnen fungeren of met andere woorden, als de condensator gelegenheid zou krijgen zich te ontladen. Deze gelegenheid tot ontladen heeft de condensator inderdaad en wel via de anode-kathoderuimte van de versterkerbuis en de weerstand R, omdat in deze keten de condensatorspanning overheerst. We dienen hierbij te beden-

ken, dat de genoemde anode-kathode-ruimte geleidend is en zich gedraagt als een weerstand, die vele malen kleiner is dan de weerstand R . De koppelcondensator gaat zich ontladen met een zó grote stroom, dat het evenwicht in de kleine keten C-B-R onmiddellijk hersteld is.

Indien we aannemen, dat de weerstand van de anode-kathoderuimte te verwaarlozen klein is ten opzichte van R , dan is de spanning, die de ontladstroom van de koppelcondensator over R veroorzaakt, even groot als het bedrag, waarmee de spanning over de anodeweerstand r gedaald is.

Aanvankelijk gold immers:

$$V_a = V_b - I_a \cdot r = V_c.$$

Noemen we de toename van de anodestroom ΔI_a en de afname van de anodespanning ΔV_a , dan is :

$$V_a - \Delta V_a = V_b - I_a \cdot r - \Delta I_a \cdot r$$

waaruit volgt:

$$\Delta V_a = \Delta I_a \cdot r$$

Onmiddellijk na de toename van I_a ontladst C zich in de kleine keten C-B-R. Daar dan nog $V_c = V_a$, geldt voor het evenwicht tussen de spanningen in de kleine keten:

$$V_a = (V_a - \Delta V_a) + V_R$$

Hieruit blijkt, dat de spanning over R :

$$V_R = \Delta V_a = \Delta I_a \cdot r$$

De polariteit van V_R is bepaald door de richting waarin de ontladstroom R doorloopt. De met aarde verbonden zijde van R is dus positief ten opzichte van de andere zijde van R . De grootte en de polariteit van de spanning over de weerstand R zijn dus zodanig, dat ook in de grote keten (anodespanningsbron — r — C — R) het evenwicht is hersteld.

Dit wil evenwel nog niet zeggen, dat nu ook de rusttoestand weer is ingetreden. De koppelcondensator gedraagt zich

namelijk niet als een normale spanningsbron met een emk, die gedurende lange tijd constant blijft. De mogelijkheid tot het leveren van een stroom ontleent de condensator aan een hoeveel elektriciteit, die zonder meer op haar bekleedsels is opgehoopt. Met het wegvloeden van deze elektriciteit van het ene bekleedsel naar het andere dalen de condensatorspanning en de sterkte van de ontladstroom.

Het gevolg hiervan is, dat èn in de kleine èn in de grote keten het spanningsevenwicht wel blijft bestaan, maar dat de sterkte van de ontladstroom en de spanning over R steeds kleiner worden. Het ontladen van de koppelcondensator gaat voort, tot de spanning over de koppelcondensator weer gelijk is aan de span-

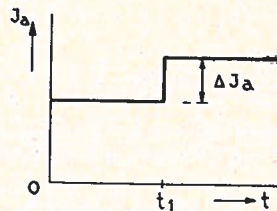


FIG 5 a

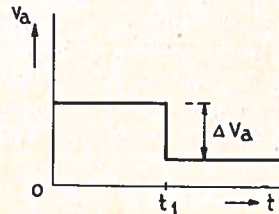


FIG 5 b

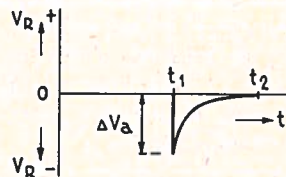


FIG 5 c

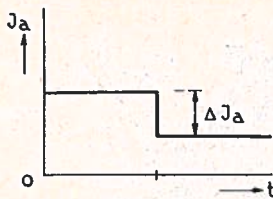


FIG 6 a

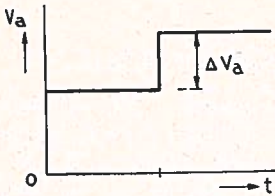


FIG 6 b

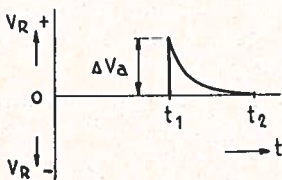


FIG 6 c

ning tussen de anode van buis B en aarde. Pas dan is er weer een rusttoestand ingetreden. Zetten we een en ander uit als functie van de tijd, dan ontstaat fig. 5. Ten tijde t wordt de negatieve voorspanning verkleind en als gevolg hiervan wordt I_a groter (fig. 5a) en V_a kleiner (fig. 5b). Op datzelfde tijdstip ontstaat er over R de spanning ΔV_a (fig. 5c).

I_a en V_a blijven hierna constant, doch V_R wordt steeds kleiner. Het is duidelijk, dat de ontladstroom langer door R zal vloeien en de spanning V_R dus langer zal blijven bestaan, naarmate de hoeveelheid elektriciteit die C kan leveren groter is. Naast de grootte van de spanningsprong ΔV_a is de capaciteit van C maatgevend voor deze hoeveelheid elektriciteit of lading. Het behoeft evenmin een uitgebreid betoog, dat het ont-

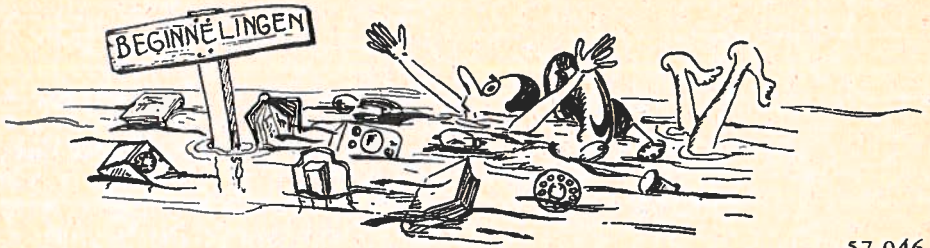
laden bij een bepaalde beschikbare lading langer zal duren naarmate R groter is. De sterkte van de ontladstroom is immers afhankelijk van de grootte van R . Bij een grote waarde van R is het in C opgehoopte te veel aan lading dus langer toereikend, dan bij een kleine waarde van R . Het produkt van R en C noemt men de tijdconstante. Des te langer duurt de ontlading en des te later treedt (op het tijdstip t_2 in fig. 5c) de rusttoestand weer in.

We hebben nu gezien, welke rol de koppelcondensator speelt bij het overbrengen van een vergroting van de anodestroom I_a . Wordt I_a daarentegen kleiner in plaats van groter, dan zal het volgende zich voordoen.

Het spanningsverlies over de anodeweerstand r wordt dan kleiner, waardoor de spanning V_a stijgt. De spanning V_c over de koppelcondensator is aanvankelijk kleiner dan V_a . Het spanningsevenwicht in de grote keten, anodespanningsbron — r — C — R , is derhalve tengevolge van het verkleinen van I_a verbroken. Dit evenwicht wordt evenwel onmiddellijk weer hersteld, doordat de koppelcondensator C vanuit de anodespanningsbron geladen wordt met een zó grote stroom, dat over R een spanning ontstaat, die even groot is als het bedrag waarmede V_a gestegen is. Voor de anodeweerstand r geldt namelijk, dat hij vele malen kleiner behoort te zijn dan R .

De laadstroom van de koppelcondensator doorloopt nu evenwel R in een richting, die tegengesteld is aan de richting waarin de ontladstroom na een daling van V_a vloeit. Het in fig. 6 getekende verloop van de anodestroom, de anodespanning en de spanning over R zal na het voorgaande wel zonder meer duidelijk zijn. Op het tijdstip t_2 in fig. 6c is de condensatorspanning weer gelijk aan de spanning tussen de anode en aarde.

(wordt vervolgd)



57-046

De stroomvoorziening in een telefooncentrale

XI. *De aandrijving van de laaddynamo.* Het aandrijven van de laaddynamo's geschiedt door een draaistroommotor. Nagenoeg alle elektriciteitsbedrijven toch leveren *draaistroom*. Afhankelijk van de netspanning waarmee deze bedrijven vroeger begonnen zijn — veelal met gelijkstroom — d.w.z. 110 V of 220 V, vindt men nu draaistroomnetten van 127/220 V of van 220/380 V.

Van draaistroom hebben wij geleerd, dat deze bestaat uit 3 wisselspanningen, welke in één machine worden opgewekt in 3 wikkelingen, die 120° ten opzichte van elkaar verschoven zijn. Het aantal windingen van elke wikkeling kan zó berekend zijn, dat in elke wikkeling óf 127 V óf 220 V wordt opgewekt.

Op het aansluitbordje van de generator zijn de einden van deze 3 wikkelingen op 6 klemmen afgewerkt, aangeduid met de letters U, V, W resp. X, IJ, Z; fig. 1a en b. Door de 3 koperen stripjes — elk met 2 gaten — op twee verschillende manieren aan te brengen, is het mogelijk de volgende schakelingen te maken:

Fig. 2a: de 3 wikkelingen zijn in drie-

boek geschakeld. Het sterkstroomnet wordt nu gevormd door 3 draden, welke men de *fazen* noemt; waar ze — b.v. achter schakelborden — als blanke geleiders uitgevoerd zijn, worden ze resp. rood, geel en blauw geschilderd, terwijl ze in schema's worden aangeduid met de letters R, S, T.

Tussen de fazen onderling bestaat hier een spanning van 127 V en men spreekt van een net voor 3×127 V. Hiervan zijn in de praktijk geen voorbeelden bekend.

Fig. 2b: de wikkelingen zijn in *ster* geschakeld. Thans worden 4 geleiders naar buiten gevoerd, nl. de overeenkomstige 3 fazen R, S en T en de *nulleider*. Deze is verbonden aan het *sterpunt*, dat in de centrale met *aarde* verbonden is.

Tussen elke faze en de nul bestaat hier een spanning van 127 V; tussen 2 fazen is deze $\sqrt{3} \times$ zo groot, dus 220 V. Men spreekt van een net van 127/220 V.

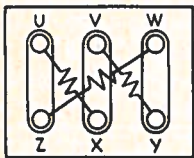


FIG 1a

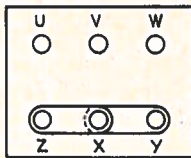


FIG 1b

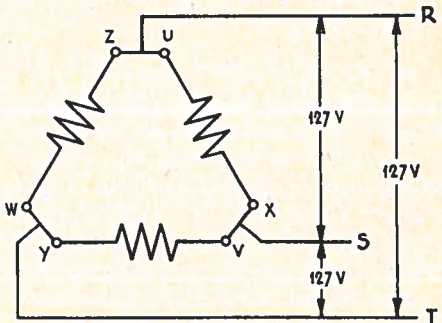


FIG 2a

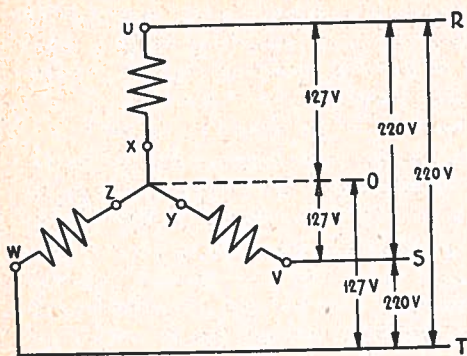


FIG 2b

Verlichting en enkelfazige verbruiksapparaten — soldeerbouten, stofzuigers enz. — worden tussen een fase en de nul aangesloten; motoren en dergelijke, apparaten dus welke een groter vermogen hebben, verbindt men op de 3 fazen. Aansluiting van de nulleider is dan niet noodzakelijk, omdat de belasting van de 3 fazen gelijk zal zijn.

Deze spanningsoort vinden wij in de binnenstad van enkele grotere gemeenten, o.a. Den Haag en Leeuwarden.

Fig. 2c: als bij fig. 2a, doch nu voor 220 V. Een draaistroomnet van 3×220 V vinden wij o.a. in Tilburg.

Fig. 2d: als bij fig. 2b, doch nu voor 220 V, resp. 380 V. De meeste netten in ons land voeren deze spanning van 220/380 V.

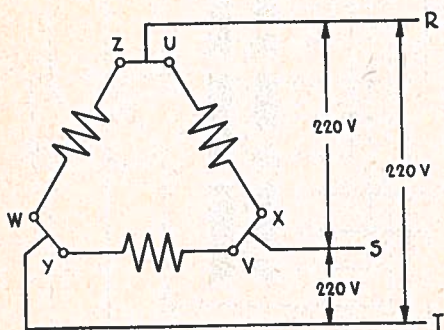


FIG 2c

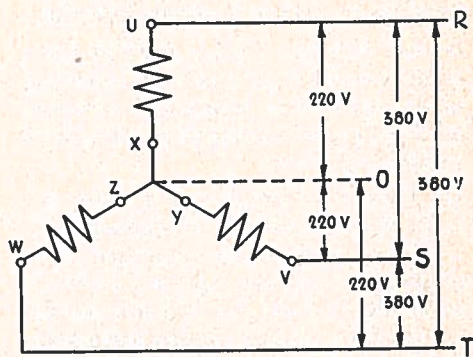


FIG 2d

Bij de draaistroommotoren zijn in de stator 3 wikkelingen aangebracht, onderling 120° verschoven. Sluiten wij hierop de 3 fazen van het sterkstroomnet aan, dan leert de theorie ons, dat binnen in de motor een draaiend veld ontstaat, dat op een stroomvoerende geleider — binnen deze ruimte geplaatst — een zijdelingse kracht uitoefent. Op de rotor zijn ook 3 wikkelingen aangebracht.

Zolang de motor stilstaat — dus direct na het inschakelen van de netspanning op de stator — is het geheel te vergelijken met een transformator, waarbij in de secundaire wikkeling — dat is hier het anker — een spanning wordt opgewekt. Afhankelijk van de weerstand van de draden op het anker gaat een stroom van zekere sterkte lopen.

Bij de laadaggregaten van het oudere type zijn de wikkelingen van de rotor in ster geschakeld en de 3 andere uiteinden op sleepringen afgewerkt. Op de 3 koolborstels zijn 3 weerstanden aangesloten, welke door middel van een 3-armig sleepcontact groter of kleiner gemaakt kunnen worden, zie fig. 3. In de ruststand zijn de weerstanden zo groot mogelijk.

Na het inschakelen van de stator op het net wordt in de rotorwikkeling een kleine stroom opgewekt en zal de

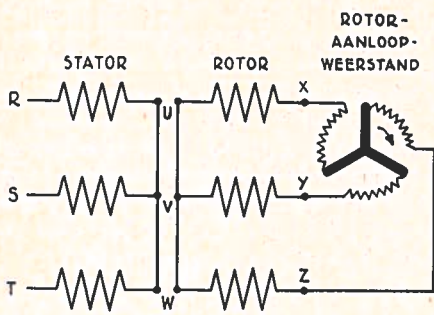


FIG 3

motor langzaam aanlopen. Door de regelbare aanloopweerstand geleidelijk uit te schakelen, wordt de ankerstroom groter, de op het anker uitgeoefende kracht en daardoor ook de snelheid dus groter. Wanneer de aanloopweerstand geheel uitgeschakeld zijn, zijn de 3 rotorwindingen kortgesloten over de koolborstels en de sleepcontacten van de schakelaar. Door de grote stroom zou de warmteontwikkeling op de overgangsweerstanden groot kunnen worden.

Bij motoren van groot vermogen brengt men daarvoor een inrichting aan, waarmee de 3 sleepringen kunnen worden kortgesloten en de koolborstels — die dan geen dienst meer behoeven te doen — van de ringen worden geheven. De aanloopweerstand kan dan ook al direct weer in de ruststand worden gebracht.

Na het stilzetten van de machine dient erom te worden gedacht deze inrichting in de ruststand te brengen, daar anders bij de volgende inschakeling veel te grote stromen optreden.

De *Heemaf* te Hengelo is er jaren geleden in geslaagd een draaistroommotor — zelfs van aanzienlijk vermogen — te construeren met een speciaal kortsluitanker, de *SKA-motoren*. Hierbij behoeft aan de rotor niets te worden geschakeld, zodat ook geen sleepringen met koolborstels nodig zijn.

Teneinde evenwel bij de inschakeling geen te grote stroom te krijgen, schakelt men de statorwindingen — welke elk bestemd zijn voor 380 V — eerst in ster en daarna in driehoek.

In eerstbedoelde toestand krijgen de statorwindingen dus minder spanning, nl. 220 V, dan waarvoor ze berekend zijn. De motor kan dus eerst aanlopen — hetgeen in de regel in onbelaste toestand gebeurt — en wanneer een zeker toerental bereikt is op volle kracht worden gebracht.

De *sterdriehoekschakelaar* kan uitgevoerd zijn in de vorm van een schakelwals, welke in 3 standen kan worden gesteld.

Hier zijn op de wals geïsoleerd aangebracht een aantal korte of langere koperen strippen, waarover contacten kunnen glijden; zie fig. 4.

In de nulstand staan alle contacten geïsoleerd.

In stand „ster” zien wij R met U, S met V, T met W en Z met X en Y doorverbonden.

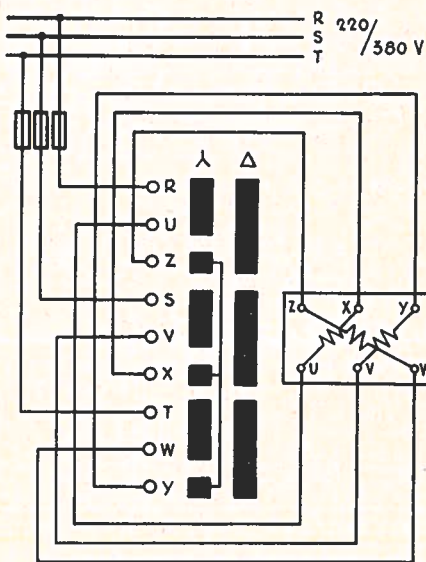


FIG 4

In stand „driehoek” zijn het: R met U en Z, S met V en X en T met W en Y. Enerzijds mag men niet te snel van „ster” in „driehoek” schakelen, anderzijds niet vergeten in de stand „driehoek” over te gaan.

De *SBIK-schakelaar*, welke slechts bediend wordt door knoppen „in” en „uit” doet een en ander automatisch.

In fig. 3 in het vorige nummer is van één der motoren het schema van deze schakelaar getekend. Hierin zijn 3 sterkstroomrelais I, II en III aangebracht, elk met een aantal contacten.

Door het drukken op de knop „in” wordt relais I bekrachtigd via: faze R, rustct II⁵, rustct III⁴, relais I, maakt „In”, rustct „uit” naar faze T.

De contacten I¹, I² en I³ sluiten de aansluitklemmen X, Y en Z van de motor kort.

Maakt I⁴ schakelt relais II erbij in, dat snel opkomt.

Het rustct II⁵ in de stroomketen van relais I wordt met enige tijlvertraging

geopend, zodat het ook even duurt vóór relais I wordt uitgeschakeld.

Intussen hebben de contacten II¹, II² en II³ de hoofdstroom ingeschakeld, waardoor de motor „in ster” aanloopt. Wanneer na de vertragingstijd van contact II⁵ relais I afvalt — zodat het „sterpunt” wordt weggenomen — komt via rustct I⁴ relais III op, dat met de contacten III¹, III² en III³ de „driehoek”-schakeling tot stand brengt.

In de bedrijfstoestand blijven dus de relais II en III op via maakt II⁴; door op de knop „uit” te drukken, wordt de stroom voor deze relais verbroken, die op hun beurt de sterkstroomvoeding van de motor uitschakelen.

Elke inschakeling geschiedt weer in vorengeschetste volgorde; men kan nu niet vergeten een schakelaar terug te zetten.

In de 3 fazen naar de motor is nog een thermische beveiliging aangebracht, voor het geval de motor door een of andere oorzaak een te hoge belasting zou moeten verwerken. Door het openen van het

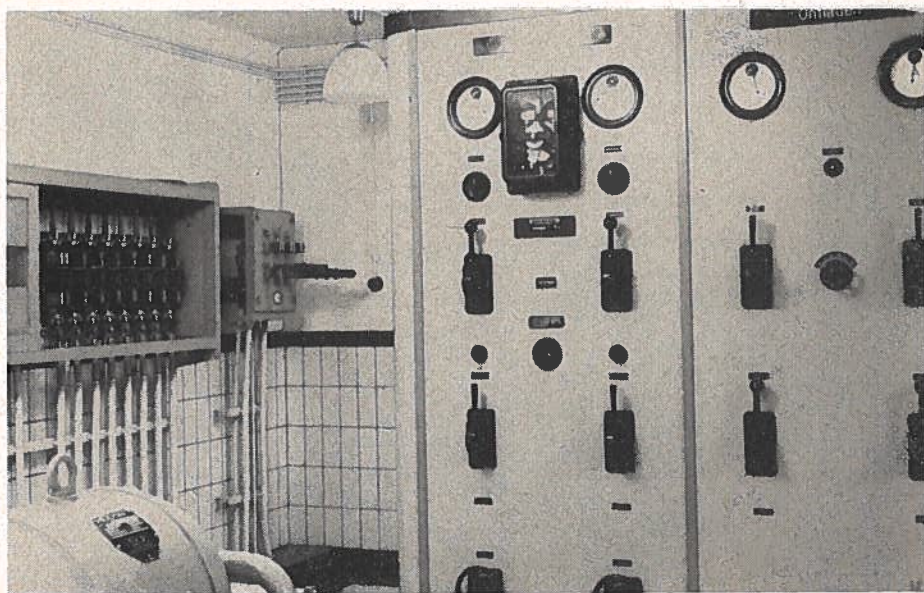


Foto 4

„M-“ of „th-“contact, wordt de stroom voor de relais I, II en III verbroken (in het schema niet getekend), terwijl deze daarna zonder meer niet weer kunnen opkomen, wanneer bijv. door afkoeling van th het contact weer zou worden gesloten.

Foto 4 toont een hoek van de machinekamer, waarin verschillende onderdelen van het schema 3 (vorig nummer) te vinden zijn.

Achter de linkermuur bevindt zich de accukamer. De blanke koperen geleidingen zijn geïsoleerd door de muur gevoerd en rechtstreeks verbonden aan de bovenzijde van de 8 grote veiligheden voor 600 A met zware mescontacten. Van de onderzijde lopen 8 draadkabels in buis en onder de vloer door naar het schakelbord.

Rechts naast de veiligheden zit het bordje met 3 enkelpolige schakelaars, waarmee de tegencellen kortgesloten kunnen worden.

Het linkerpaneel van het schakelbord is gemerkt met het opschrift „LADEN“, het rechter met „ONTLADEN“.

Van boven naar beneden zien we in twee rijen (links voor machine I, rechts voor machine II): de ampèremeter voor 200 A, de draaischakelaar om het alarm-signaal om te schakelen, de tegenstroomautomaat, de omschakelaar OS 3(4) en het wiel van de shuntreguleerder.

Tussen de beide meters is de BBC-spanningsregelaar aangebracht met daaronder de instel-regelweerstand en de draaischakelaar voor omschakeling van hand- op automatische regeling.

Op het ontladpaneel vinden we bovenaan de voltmeter voor 0—90 V en de ampèremeter voor 0—400 A. Daaronder de schakelaars S_1 en S_2 en lager nog de omschakelaars OS 1 en OS 2.

De beide laadaggregaten, die vóór deze schakelpanelen staan, ziet men beter op foto 5; daar zijn het de achterste.

(wordt vervolgd).

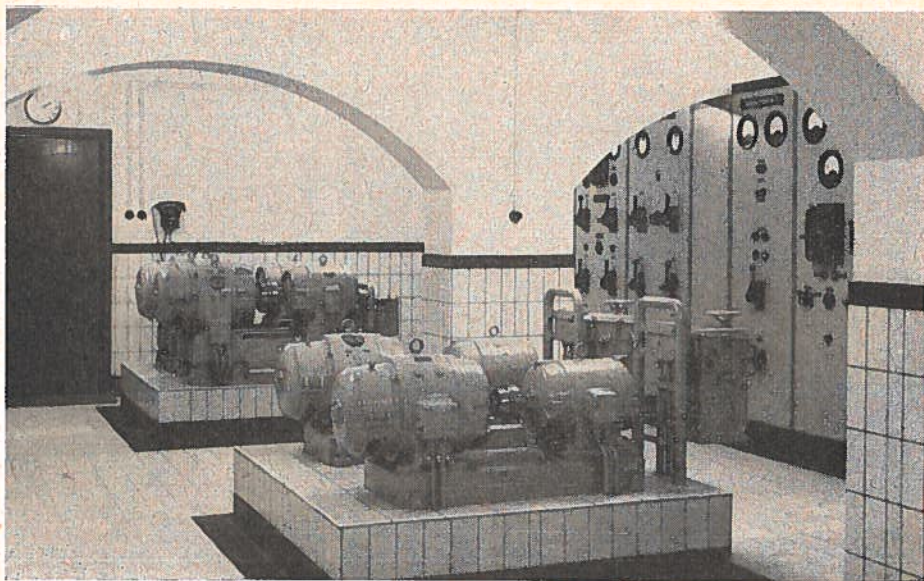


Foto 5

NEDERLANDS

door P. v. d. LEEST

57-047

Vervolg Spellinginstructie.

c. Van meer dan twee tussenmedeklinkers voegt men zoveel medeklinkers bij de tweede lettergreep als aan het begin van een Nederlands woord kunnen staan:

bar-sten, erw-ten, herf-stig, amb-te-naar.

Nu is het zo, dat deze verdeling in lettergrepen dikwijls overeenkomt met de natuurlijke verdeling in klankgroepen bij zeer langzaam lezen. Hierop berust de laatste en vierde regel.

d. Bij woorden van vreemde herkomst en bij eigennamen lette men op de uitspraak (op de klankgroepen):
a-bri-koos, exa-men, im-mi-gra-tie, mag-ni-fiek, a-nek-do-te.

Om nu de juiste schrijfwijze te bepalen moet men deze regels kennen:

a of aa (aä, ae, aë)

a of aa. De lange a-klank schrijft men met a in open lettergrepen: een kwade vader (kwa-de va-der);

aa in gesloten lettergrepen: kwaadaardig (kwaad-aar-dig);

aä. Indien twee opeenvolgende a's tot twee afzonderlijke lettergrepen behoren, krijgt de tweede a een deelteken of trema:

naäpen, Kanaän, Baälpriesters.

ae. Een oudere schrijfwijze ae voor de lange a treffen we nog aan in Nederlandse eigenamen, b.v. (van Baerle, Aerdenhout, Zaenen. De e achter de a duidde vroeger aan, dat die a lang was. Men spreke de klank dus uit als aa. ae in veelgebruikte woorden van vreemde

oorsprong is in de nieuwe Woordenlijst vervangen door e. De ae wordt uitgesproken als e van nest, in de gesloten lettergrepen:

esculaap (voorheen aesculaap), estetisch (aesthetisch);

als ee van nee, eer in de open lettergreep: adhesie (voorheen adhaesie), equator (aequator).

aë in maëstro (ma-estro), aëro (ee-roo).

Au of ou.

De tweeklank au en ou, b.v. in rauw vlees en rouw dragen worden thans volkomen gelijk uitgesproken. We moeten ons hier dus het zichtbare beeld inprenten en zullen daarbij slechts zelden steun vinden in verwante vormen en klanken.

Gauw — gouw (landstreek),

kauw (kraai) — kouw (kooi),

dauw (nevel) — douw (duw),

rauw (ruw, ongekookt) — rouw (smart),
lauw (halfwarm) — louw'maand (januari).

Ou (oe).

De ou als eenklank (oe) is van franse oorsprong en blijft in het algemeen gehandhaafd:

camoufleren, couplet, douane, convert. De woordenlijst vermeldt echter nitsluitend of bij voorkeur oe in:

akoestiek, boeket, tompoes, toernooi, parkoers, mammoet, foerage, taboeret, soe-verein.

b of bb.

De algemene regel: één b na een lange vocaal en twee b's na een korte vocaal, gaat voor vele woorden niet op.

Men twijfelt immers vaak aan de duur van de voorafgaande klinker!

Hier helpt slechts: herhaald zien van het woordbeeld of het doorzien van de woordvorming:

b. *abattoir, abonnee, cabaret, cabine, ra-barber, labyrint, rabat* (korting), *tabel, soebatten.*

bb. *rabbi, sabbat, tabberd* (toga), *schob-bering.*

C.

Een oud ezelsbruggetje voor de *s*- of *k*-uitspraak van de *c* is het volgende rijmpje :

ce, (see), ci (sie), cij (sij); versta je mij?

ca (ka), co (ko), cu (ku) weet je het nu?

't Leert ons dus onthouden, dat de *c* klinkt als *sis*-klank in:

ceder, cipres, ceintuur, cijfer.

Als *ploff*er in:

cocon, coupeur, cursus, cacao, carieus. Is de *c* geschreven vóór *a, o, u*, maar voorzien van een *cedille* (omgekeerde kleine *c*) dan klinkt die *ç* als *sis*-klank, b.v. *façade* (voorgevel), *Brabançonne, reçu,*

De *c* die klinkt als *k*.

C blijft *c* in:

kennelijk vreemde woorden, ook al zijn die vrij algemeen in gebruik:

cachot, cadeau, café, cowboy, musicus, e.d.; hierbij o.a. de woorden waarin de *ca* staat voor: *ai(è), oi (ua), ou(de)* en *au(o)*, zoals: *caisson, coiffeur, coulant, causeur.*

Voorts ook wetenschappelijke namen met internationale spelling als: *cadmium, calcium.*

b. In eigennamen of afleidingen daarvan: *Canadees, Cubaans e.d.*

In alle overige woorden is *k* naast *c* aanvaard, meestal met voorkeur voor *c* b.v. *academisch, creatuur, controleur.*

Men hoort *ks* en schrijft, ook voortaan bij voorkeur — *cc* — b.v.:

accent, accepteren, accijns, vaccineren, accident

(*aksent, aksijns* en *sukses* zijn toegestaan).

Men schrijft echter — *xc* — in *excelent, excelsior, excentriek, excès, exreptie.*

En — *cz* — in:

erzeem, ezema (huidziekte), ook: *ek-seem.*

Cb (uitspraak).

In vreemde woorden is de uitspraak *doorgaans = sj.*

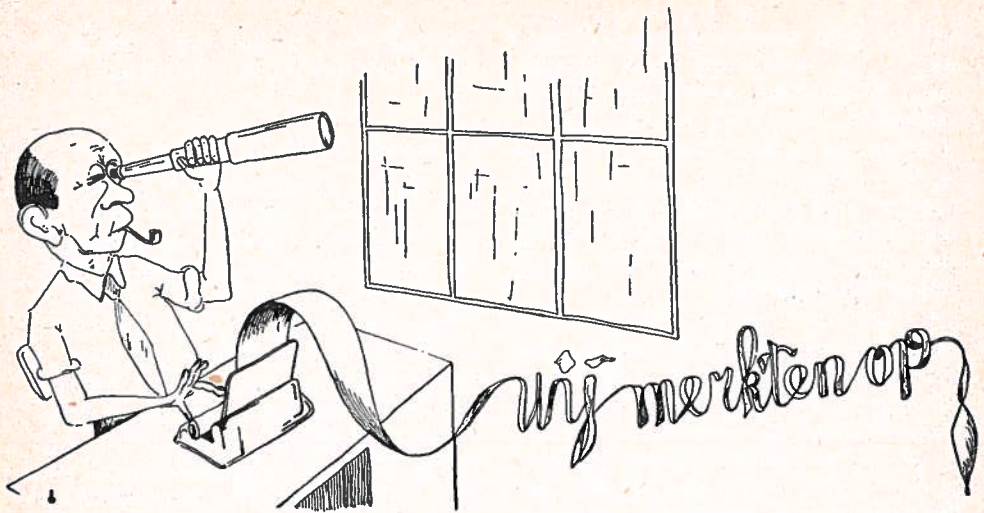
B.v. *cbagrijn, chantage, chambree, chauffeur, champagne, chassis, champignon, chique.*

Cb in de volgende woorden spreekt men uit als een *scherpe g*-klank:

cha'os, chao'tisch, cha'ritas, chemie, chemicaliën, cbloor, chronisch (ook: *k-*), *cbroom, cholera, cichorei.*

Sch.

Sch wordt alleen geschreven in woorden waarin de *ch* wordt uitgesproken, b.v. *bis-schop, bosschage, misschien, vis-schubben*, en in altijd in de uitgang *isch*: *Balisch, komisch, tragischer.*



„The British Season” te Friesland.

Op 25 juni a.s. zal de Britse Ambassadeur te Leeuwarden „The British Season”, die in de maanden juni, juli en augustus in geheel Friesland zal worden gehouden, voor geopend verklaren.

Enkele van de attracties zijn:

Een tentoonstelling van Engelse aquarellen van de 18de tot de 20ste eeuw in het Friese Museum te Leeuwarden. Deze tentoonstelling is samengesteld door het „Victoria and Albert Museum” in Londen en voorbereid door „The British Council”.

Een bezoek van de „Central Air Force Band” op 25 juni; terwijl wellicht twee Britse mijnenvegers ook hun opwachting te Leeuwarden zullen maken. Deze zelfde dag zal de pianist Colin Horsley met het Frysk Orkest optreden in de Harmonie te Leeuwarden met een speciaal programma.

Een Londense dubbeldekker zal van 25—30 juni door de straten van Leeuwarden rijden; en het publiek kan met deze bus van de ene Britse tentoonstelling naar de andere rijden.

Op de 26ste juni zal in het „Kunstsintrum Prinsetún” te Leeuwarden een tentoonstelling van Schotse ambachtskunstprodukten worden geopend. Aardewerk en echte

Schotse „tartans” zullen er naast vele andere produkten uit de Schotse Hooglanden worden geëxposeerd.

Een aantal Schotse doedelzakspelers zullen bij de opening hun medewerking verlenen, terwijl men zich gedurende de gehele periode van „The British Season” in de „Théskinckerij Prinsetún” met Britse culinaire gerechten kan verkwikken.

Op 26 juni zal er 's middags een speciale Britse kinderfilm worden vertoond.

Op de 28ste juni komt de „Marlow Society of Cambridge” naar Leeuwarden om in de Harmonie „As you like it” te spelen. Dit is een evenement voor de Friese hoofdstad, aangezien men niet dikwijls in de gelegenheid is een stuk van Shakespeare door Engelse spelers te zien opvoeren.

Van 24 tot en met 27 juni wordt in „Tivoli” te Leeuwarden de film „Richard III” vertoond.

Van 21 tot en met 27 juni draait in de „Cinema” te Leeuwarden ook een Engelse film, n.l. „A town like Alice”.

Gedurende juni, juli en augustus zullen er eveneens speciale manifestaties plaats vinden te Sneek, Bolsward, Opsterland, Haskerland, Harlingen, Drachten en Dokkum.

In Sneek zullen van plm. 10 tot 17 augustus

speciale Britse manifestaties worden georganiseerd. Een apart voor Sneek samengestelde tentoonstelling op het gebied van de ontwikkeling van het zeilen in Engeland en de bouw van jachten zal op de avond van de 10de augustus in het Stadhuis worden geopend. Deze tentoonstelling is voorbereid door „The British Council” en zal ongeveer drie weken in Sneek blijven, dus ook gedurende de Sneek-Week.

Een team van Britse zeilers uit Oxford en Cambridge, zal tegen Friese zeilers uitkomen, hoogstwaarschijnlijk in drie klassen: de Valkenklasse, de Pampusklasse en de Vrijheidsklasse. De wedstrijden zullen op de 10e en 12e augustus worden gehouden. In Sneek zullen tevens de premiëres voor Friesland van twee Britse films worden gegeven, n.l. van „The Battle of the River Plate” en „Reach for the Sky”.

* * *

Liefdadigheid in de aether.

Elke zondagavond blijft er in de Home Service van de B.B.C. een periode van 5 minuten gereserveerd voor de „Week's Good Cause”. Op het gunstige tijdstip van 8.25 uur wordt dan met medewerking van vooraanstaande personen een beroep op de luisteraars gedaan om bijdragen ten behoeve van een liefdadig doel te schenken. Sedert het begin van deze rubriek is reeds een pleidooi gehouden voor naar schatting 2000 liefdadige instellingen, waaraan ruim 4 miljoen gulden kon worden uitgekeerd in opdracht van de luisteraars. In dit opzicht was 1956 ook een record jaar met een totaal

opbrengst van ruim drie miljoen gulden — een miljoen meer dan het jaar tevoren.

* * *

„Cambridge Week” te Leiden.

Van 24 tot 29 juni zal er te Leiden een zgn. „Cambridge Week” worden gehouden. De verschillende attracties van deze week zijn o.a. het bezoek aan Leiden van de „Marlow Society of Cambridge” en van de roeiploeg van de Universiteit van Cambridge, die dit jaar de Boatrace heeft gewonnen. Bovendien vinden er in de Stadsgehoorzaal e'ke dag interessante tentoonstellingen plaats, vooral met betrekking tot de enorme vooruitgang in de wetenschap speciaal op het gebied van de elektronica; tevens zullen een aantal bekende handelondernemingen uit Cambridge hun produkten ten toon spreiden. Op vrijdag 28 juni zal de heer D. Coleman, Directeur van de British Travel Association te Amsterdam, een lezing houden, welke zal worden geïllustreerd met lichtbeelden en films. Het onderwerp van deze lezing zal zijn: „Cambridge Universiteit en Stad”. De British Travel Association zal gedurende de „Cambridge Week” een inlichtingen stand hebben in de Stadsgehoorzaal.

* * *

Gaat u naar Brighton? Draai dan „WEA 5511”.

De inwoners van Londen kunnen, indien zij met hun vrouw en kinderen een dagje naar zee willen, per telefoon te weten komen hoe het weer aan zee is. Het telefonische weerbericht bestrijkt de kuststroken van de graafschappen Essex, Kent en Sussex.

Ook in de zomer op pad

voor Uw Studieblad