

# DTT studieblad

de af en voor technisch personeel

# STUDIEBLAD PTT

DOOR EN VOOR TECHNISCH PERSONEEL

- Uitgave:** Unie-Groep PTT, welke gevormd wordt door de Algemene Bond van Ambtenaren, de Ned. Chr. Bond van Overheidspersoneel en de R.K. Bond van Overheidspersoneel.
- Redactie:** Hoofdredacteur: J. A. v. d. Touw. Redacteurs: J. C. Brakel, S. J. Geerlings C. L. Quint en A. C. van Leeuwen (secretaris).
- Redactie-adres:** Apeldoornselaan 108, Den Haag, Telefoon 39 19 54.
- Administratie:** Laan Copes van Cattenburch 10, Den Haag, Giro 4073, Tel. 117278.
- Abonnement:** F 4.— 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 Apeldoornselaan 108, Den Haag.

## IN DIT NUMMER VINDT U

|                 |   |         |
|-----------------|---|---------|
| J. H. Michaël   | Vervorming op verreschrijfverbindingen II                   | Blz 355 |
| M. J. de Vries  | Telegraafvragen III   | „ 360   |
| J. A. v.d. Touw | Electronisch Jaarboekje 1952                                | „ 361   |
| M. L. Schriel   | Tandwielen VII  | „ 362   |
| P. de Boer      | Tussen microfoon en luidspreker (vervolg)                   | „ 365   |
| J. A. v.d. Touw | Examenvragen  | „ 367   |
| S. J. Geerlings | Afwikkeling van het Telefoon-, Telegraaf-en Telexverkeer IV | „ 368   |
| P. de Boer      | Mu-metaal   | „ 372   |
| S. J. Geerlings | Waarheen telefoneert men vanuit uw sector?                  | „ 374   |
| D. Wagemaker    | Projectie (vervolg)   | „ 378   |
| C. L. Quint     | Electrotechniek XI  | „ 381   |
| S. J. Geerlings | Electrotechniek voor beginners II                           | „ 383   |

### BIJ DE VOORPAGINA:

Het ponsen van naamstrookjes

# TELEGRAAF II

## Vervorming op verreschrijfverbindingen

J. H. Michaël

51-073

Het locale ontvangrelais geeft dubbelstroomtekens af in het eerste verbindingscircuit. Zonder overslagtijd zouden de afgegeven tekens de vorm hebben van fig 4a. Er is echter een overslagtijd, waardoor een tekenvorm als in fig 4b ontstaat. Is er een vonkenblusketen aanwezig, dan wordt de tekenvorm ongeveer zoals fig 4c aangeeft.

In het tweede verbindingscircuit, aan de ontvangzijde, hebben de tekens dezelfde vorm, nl ook enigszins hellende flanken. Het is dus ook weer van belang, dat de relais, die in deze circuits bekrachtigd worden, neutraal zijn afgeregeld. Een tweede oorzaak van het optreden van voorkeursvervorming is gelegen in de mogelijkheid van de batterijhelften in verbindingscircuits. Fig 5a geeft het principe van een verbindingscircuit weer.

Zijn de spanningen van de batterijhelften ongelijk, dan kan de bekrachtiging van het locale-zendrelais bij de vorm krijgen, die door fig 5b wordt voorgesteld.

Op interlocale circuits hebben ongelijke batterijhelften, zoals uit fig 5c blijkt, geen invloed op de vorm van de stroom door het ontvangrelais. We merken hierbij op, dat het gevaar voor het optreden van voorkeursvervorming in verbindingscircuits, gewoonlijk veel geringer is, dan bij interlocale circuits, omdat de frontvorm van de tekens in de verbindingscircuits veel stijler is dan bij interlocale circuits.

We zullen nu nagaan, op welke wijze karakteristieke vervorming ont-

staat. Deze soort vervorming vindt haar oorzaak in de zgn overgangsverschijnselen op lange geleidingen en eventueel in filters.

Een kabelcircuit kan men opgebouwd denken uit een reeks weerstanden en dwarscapaciteiten, zoals fig 6 aangeeft. Er is ook nog zelfinductie aanwezig, doch deze is bij kabels van weinig betekenis vergeleken bij de capaciteit. Als men in het circuit (bij A) de spanning een sprong laat maken, dan zal aan het andere einde het spanningsverloop niet meer rechthoekig zijn, doch naar zijn eindwaarde lopen volgens een vloeiende lijn. Dit is direct te zien uit fig 6; de condensatoren moeten worden opgeladen over de voorafgaande weerstanden.

De fig 7a en 7b stellen het spanningsverloop aan begin en einde van het circuit voor bij een bepaalde afsluitweerstand. Het duurt een zekere tijd voor aan de ontvangkant de spanning tot een bepaald gedeelte van zijn eindwaarde is aangegroeid en deze tijd is des te groter naarmate het circuit langer is.

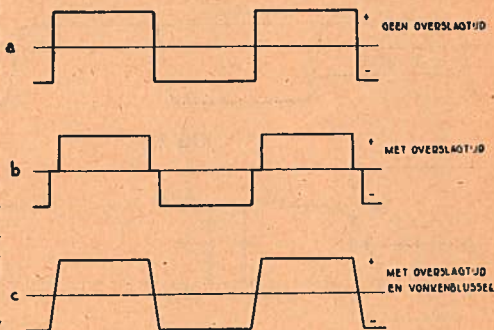


FIG 4 VERBINDINGSCIRCUIT STROMEN

Wanneer nu over een kabelcircuit getelegrafeerd wordt, kan door deze overgangsvormingen vervorming optreden van de overgezonden stroomstoten (impulsen). Om dit in te zien, moeten we bedenken, dat een impuls te beschouwen is als het resultaat van twee tegengesteld gerichte spanningsprongen.

Stel, dat op een internationale telegraaflijn (werkende met dubbelstroom) een enkele werkimpuls van 20 msec, dat is de theoretische lengte van één code-element, wordt uitgezonden. Uitgaande van de rusttoestand is deze werkimpuls het gevolg van twee spanningsprongen, één naar werk en 20 msec later één naar rust. Beide spanningsprongen hebben haar eigen uitwerking aan het andere einde van het circuit en het verloop van de ontvangen spanning wordt gevonden uit de som van de spanningsverlopen aan de ontvangkant.

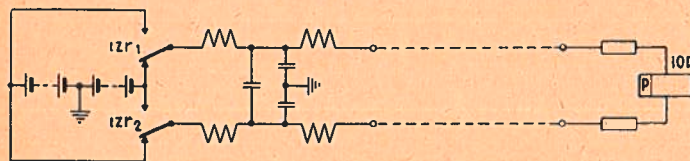
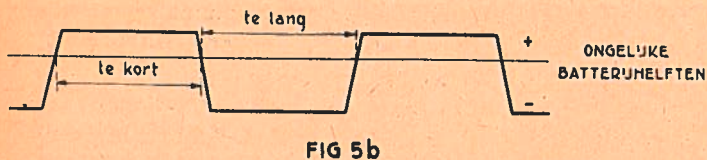
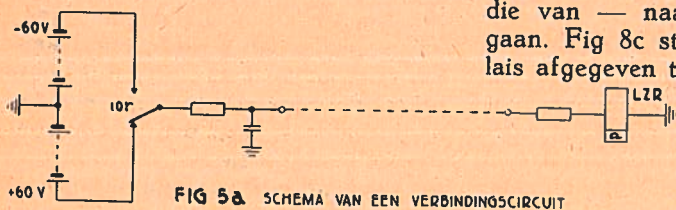


Fig 5a stelt het spanningsverloop aan het begin van het circuit voor (geen filters verondersteld). In fig 8b zijn de beide spanningsverlopen aan de ontvangkant van + naar — en omgekeerd weergegeven. Hieruit is door optelling het resulterende spanningsverloop afgeleid.

We zien, dat de overgang van + naar — nog niet uitgestorven is op het ogenblik, dat de overgang van — naar + door nul zou gaan, wanneer deze alleen aanwezig was.

Denken we ons aan het einde van de lijn een ideaal polair relais geplaatst, dan wordt de lengte van de afgegeven impuls bepaald door de snijpunten van de nullijn met de lijn, die het resulterende spanningsverloop voorstelt.

In fig 8b is door de verkorting aangeduid, welke de afgegeven impuls heeft verkregen, doordat de overgang van + naar — nog niet is uitgestorven op het moment, dat die van — naar + door nul zou gaan. Fig 8c stelt het door het relais afgegeven teken voor.

We zien dus, dat bij zó lang durende overgangsvormingen één werkimpuls te midden van een periode van ruststroom aan de ontvangkant verkort wordt doorgegeven. Om dezelfde reden zal een rustimpuls te midden van een periode van werkstroom verkort worden doorgegeven.

Het is alsof het circuit zich verzet tegen de verstoring uit de bestaande toestand. Theoretisch duurt elk overgangsverschijnsel op een kabelcircuit oneindig lang. In werkelijkheid merken we er na een zekere tijd niets meer van. Het overgangsverschijnsel heeft dan zijn eindwaarde zo dicht benaderd, dat de invloed op een volgend overgangsverschijnsel veel geringer is, dan de onnauwkeurigheid van het instrument bedraagt waarmee de vervorming gemeten wordt. In de praktijk zeggen we dan, dat het eerste overgangsverschijnsel zijn eindwaarde heeft bereikt.

We kunnen ons nu gaan afvragen, wat er gaat gebeuren, wanneer op het begin van zo'n telegraaflijn kanteelspanning wordt gezet. Ook hierbij geldt de regel, dat de kanteelspanning het gevolg is van een aantal opeenvolgende tegengestelde spanningssprongen. Aan de ontvangkant zal men dus de resultante kunnen vinden als de som van alle optredende spanningsverlopen.

Hierbij moeten we wel bedenken, dat het, wanneer de overgangsverschijnselen lang genoeg duren, heel goed mogelijk is, dat een dergelijk verschijnsel niet alleen op de eerstvolgende overgang van invloed is, maar ook nog op daaropvolgende overgangen, ofschoon in veel geringere mate.

In fig 9 is aangenomen, dat vanuit de onderbroken rusttoestand kanteelspanning wordt gezonden. Deze kanteelspanning bestaat uit een gesloten serie tijdselementen van 20 msec, welke afwisselend rust- en werkstroom voerend zijn.

Fig 9b geeft het spanningsverloop aan de ontvangkant weer. Bij deze fig is verondersteld, dat een enkel

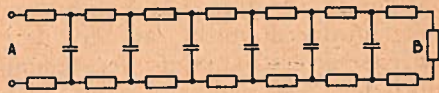


FIG 6 VERVANGINGSSCHEMA VAN EEN KABELCIRCUIT

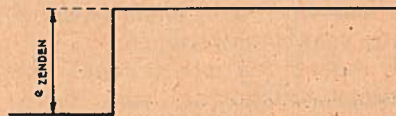


FIG 7a UITGEZONDEN SPANNINGSSPRONG

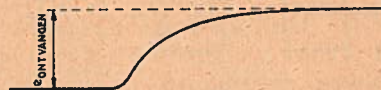


FIG 7b ONTVANGEN SPANNING

overgangsverschijnsel na 50 msec is afgelopen. Bij I begint de kanteelspanning vanuit de rusttoestand. Men ziet direct, dat het element I — II verkort wordt doorgegeven. Het element II — III wordt te lang doorgegeven. Men kan dit wel aanvoelen, omdat het systeem immers als het ware nog uit zijn rusttoestand gehaald moet worden. Na dat eerste werkelement zal het volgende rustelement nog te lang doorgegeven worden.

Het element III — IV is reeds bijna goed en verderop kunnen we wel aannemen, dat er geen vervorming meer optreedt.

Na enige elementen verlopen de overgangsverschijnselen symmetrisch om de nullijn, nl zodra de invloed van de eerste spanningssprong geheel verdwenen is. Uit het voorgaande is ook te concluderen, dat de grootste vervorming optreedt, wanneer na een lange pauze plotse-ling één korte impuls wordt over-ge-ge-sind.

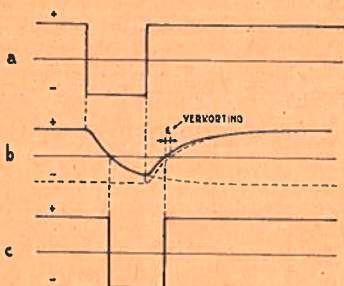


FIG 8 KARAKTERISTIEKE VERVORMING BIJ EEN WEDRVIMP...  
NA EEN LANGE RUSTPERIODE

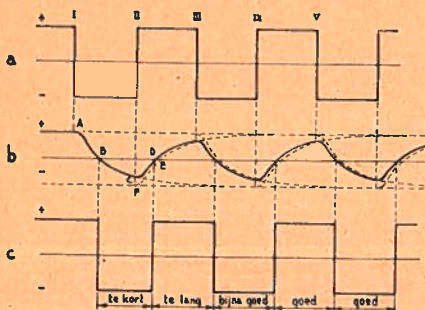


FIG 9 KARAKTERISTIEKE VERVORMING BIJ KANTEELSPANNING

In fig 9b begint bij punt A het overgangsverschijnsel, tengevolge van de spanningsprong bij I, vanuit de eindwaarde. Bij B wordt de nullijn gepasseerd en bij C begint het tweede overgangsverschijnsel.

Het is duidelijk, dat de negatieve spanning bij C des te verder van zijn eindwaarde verwijderd is naarmate de spanning bij A hoger positief en het tijdsverloop tussen I en II korter is. Hoe groter de afstand CF is, des te groter wordt ook de verschuiving DE, welke de verkorting voorstelt, die het element I — II heeft ondergaan. Deze verschuiving moet dus het grootst zijn wanneer een stroomstoot wordt toegezonden na een zo lange periode van tegengestelde polariteit, dat voorgaande overgangsverschijnselen hun eindwaarde hebben bereikt. Resumerend kunnen we zeggen, dat karakteristieke vervorming dán zal

optreden, wanneer aan de ontvanger het overgangsverschijnsel tengevolge van een spanningsprong aan de zenderkant nog niet is uitgestorven op het moment, dat het eerstvolgend overgangsverschijnsel door de neutrale lijn zou gaan.

Deze vervorming is bij een bepaalde lijn karakteristiek voor de combinatie van tekenelementen en is het sterkst bij overseinen van één korte stroomstoot na een lange periode van tegengestelde stroom. Men kan dus zeggen, dat de voorgeschiedenis van een element maatgevend is voor de vervorming, die zal optreden.

Kanteelstroom en in het algemeen symmetrisch tekens vertonen, nadat de evenwichtstoestand is ingetreden, nooit karakteristieke vervorming.

Aangezien een telegraaflijn tijdens normaal bedrijf ook de ongunstige combinaties moet kunnen verwerken, ligt het voor de hand de kwaliteit van de transmissie te beoordelen naar de maximale vervorming, die op kan treden. Men neemt hiervoor dus het kortst voorkomende element (20msec) voorafgegaan door een stroomschrede, van zodanige lengte, dat het voorgaande overgangsverschijnsel beslist afgelopen is. Deze maximale karakteristieke vervorming noemt men de karakteristieke vervorming van de lijn omdat zij, gegeven de tekencombinatie, afhangt van de eigenschappen van het circuit en hiervoor karakteristiek is.

Er dient nog te worden opgemerkt, dat karakteristieke vervorming zowel op locale als interlocale circuits kan voorkomen. Bij de gebruikelijke lengten van locale circuits is deze vervorming echter van weinig betekenis.

De onregelmatige vervorming ten slotte kan diverse oorzaken hebben,

die al dan niet gelijktijdig optreden. Hiervan noemen we de onderlinge beïnvloeding van de circuits in de kabels, niet constante batterijspanningen en onregelmatigheden in de werking van relais. Onregelmatige vervorming zal dus een elementgrens nu eens naar voren, dan weer naar achter verschuiven.

Tot nu toe hebben we alleen gesproken over vervormen op gelijkstroomcircuits. De interlocale gelijkstroomcircuits worden echter geleidelijk verdrongen door zgn meervoudige toonfrequent telegraafsystemen. Ook hierbij komen voor: voorkeursvervorming, karakteristieke vervorming en onregelmatige vervorming.

De oorzaken liggen hier voornamelijk in de demodulator-schakeling en in de bandfilters. We gaan hierop thans echter niet verder in, daar iedere demodulatieschakeling zijn eigen verschijnselen vertoont, welke een afzonderlijke behandeling rechtvaardigen.

In het voorgaande hebben we ons bezig gehouden met de transmissievervorming, dus de vervorming op de telegraafcircuits met inbegrip van de relais. We gaan nu over naar de zendervervorming.

Zoals reeds werd gezegd, is zendervervorming aanwezig, wanneer de door een zender uitgezonden tekens niet overeenstemmen met de theoretische, in het geval van verreschrijvers derhalve, wanneer de tekens niet of niet volledig uit elementen van 20 msec zijn opgebouwd.

Hiervoor kunnen diverse oorzaken worden genoemd. Bij verreschrijvers met meer dan één zendcontact, zoals bijv de Siemens en Halsken en de Morkrum machines, kan het gebeuren, dat de afzonderlijke elementen niet precies 20 msec zijn (te kort of te lang).

Ook kan het zijn, dat de onderlinge ligging niet juist is, zodat enerzijds overlapping, anderzijds onderbrekingen van op elkaar volgende elementen optreden, ofschoon ieder contact wel 20 msec gesloten is. Deze fouten kunnen constant zijn, doch bovendien kan onregelmatigheid voorkomen door *denderende* en vuile contacten, slijtage in lagers enz. Ook onvolkomenheden in slipkoppelingen kunnen zendervervorming veroorzaken.

Bij een toestel met één zendercontact, zoals de Creed, is uiteraard een kleine voorkeur voor werk aanwezig, omdat dit toestel, voor dubbelstroom geconstrueerd, in enkelstroomschakeling wordt gebruikt.

Daar het zendercontact een zekere overslagtijd heeft, krijgen we dus automatisch een zekere voorkeur voor werk in enkelstroomschakeling. Een kleine voorkeur in een zender is echter niet erg, daar deze in de locale overdrager kan worden gecompenseerd.

Een andere oorzaak van zendervervorming is onjuiste snelheid van de motor. We komen hier nog op terug.  
(wordt vervolgd).

---

De heer J. Polak, Kleine Visserijstraat 63, Rotterdam heeft de  
Studiebladen van 1946 tot heden met 3 linnen banden  
ter overname voor f 12.50

# Telegraafvragen III

M. J. de Vries

51-085

*Waar passen we een vonkblusser over het zendercontact toe?*

Bij gelijkstroom wordt het zendcontact overbrugd met een condensator in serie met een weerstand, om de vonkvorming te voorkomen. De oorzaak van de vonk is de extra-emk, welke in de wikkeling van de magneet ontstaat, op het moment, dat het zendercontact de stroom verbreekt, dus op het einde van elke stroomimpuls. Deze extra-emk heeft een piekwaarde van enige honderden volts. Deze spanning wordt nu gebruikt om de condensator van de vonkblusser te laden. Vóór de condensator echter geheel geladen is, is de extra-emk reeds zover gedaald, dat de contactafstand niet meer overbrugd kan worden. Een vonk treedt daardoor dan niet op.

De weerstand is toegevoegd om de ontladstroom bij het sluiten van het contact te begrenzen.

Bij toonfrequentbedrijf is de vonkblusser niet nodig daar de wikkelingen van de magneet niet in serie met het zendercontact zijn geschakeld, zodat de extra-emk niet op het contact komt. De vonkblusser dient zelfs weggenomen te worden, daar bij geopend contact de wisselstroom van de generator doorgang door de

vonkenblusser zou vinden, terwijl hij juist door de transformatorwikkeling moet gaan.

*Volgens de CCTT-adviezen is een zendervervorming van 5% toelaatbaar. Betekent een plotseling optredende zendervervorming van bijv 8% ook een margeverlies van 8%?*

Indien de verreschrijver op het midden van het oriëntatiebereik is georiënteerd en daar geen verandering in wordt gebracht zal inderdaad de marge met 8% verminderen. Wordt echter na het optreden van de zendervervorming opnieuw georiënteerd, dan is het margeverlies

$$\frac{8}{2} = 4\%.$$

*Teken en verklaar het verloop van de stroom en van het veld voor één impuls bij 50 Baud en 40 mA.*

Door de optredende tegen-emk bereiken stroom en veld niet direct de eindsterkte. De tegen-emk neemt af naarmate het veld deze eindsterkte nadert, zodat de stroom dan het sterkst wordt. Na 20 msec wordt de stroom verbroken. De magnetische impuls is dan echter nog niet ten einde. De oorzaak hiervan is het optredende remanente magnetisme. Dit wordt bij de SH-verreschrijver bevorderd door de extra-stroom, welke in de koperen bus op de kern optreedt.

*Waarom is dit remanent magnetisme gewenst?*

\* \* \*



FIG 7



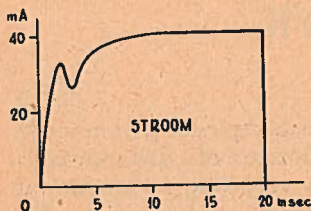
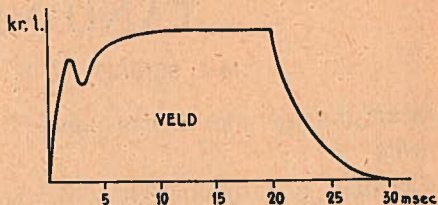


FIG 8



Indien het er niet zou zijn, zou het bruikbare deel van de magnetische impuls korter zijn dan 20 msec, waardoor de theoretische marge kleiner zou zijn dan nodig is. Bij de helft van de toegepaste stroomsterkte is de duur van de magnetische impuls precies 20 msec.

*Wat is de oorzaak van de deuk in de stroomkromme? Is het bezwaarlijk?*

De oorzaak van de deuk is de tegenemk, welke in de wikkeling wordt geïnduceerd door de beweging van het anker naar de kern. Zolang de stroom en daarmee het veld niet dalen onder de minimale sterkte, welke nodig is om het anker aangehouden te houden, is de deuk niet bezwaarlijk.

*Wat is het aftastmoment bij de SH-verreschrijver?*

Hieronder verstaan we dat moment van de aftastbeweging, waarop het anker voor het laatst in de gelegenheid is de kieshefboom op te sluiten.

*Wat is het aftastmoment bij de MK-verreschrijver?*

Het moment, waarop de opsluithefboom de baan van de punt van het opsluitwige op het anker passeert.

*Wat is het aftastmoment bij het Creed-toestel?*

Het moment van de kiesbeweging, waarop de kiesvinger juist onder de arm van de combinatieschijf komt.

## Electronisch Jaarboekje 1952

Wederom is door de Uitgevers Maatschappij „de Muiderkring” te Bussum een electronisch jaarboekje samengesteld.

Het is van het bekende handige formaat en verstrekt U een keur van gegevens op het gebied van de radio en de televisie.

Naast de vele tabellen, formules en schema's is er dit keer een compleet schema in opgenomen van een TV-ontvanger.

Het geheel is een goed verzorgd vademecum, dat voor de prijs van slechts f 2,— vanaf 1 November door bovengenoemde uitgevers maatschappij in de handel wordt gebracht.

Gaarne bevelen wij dit Jaarboekje aan!

# TANDWIELEN VII

M. L. SCHRIEL

51-086

## XII Fabricage van rechte tandwiel

### a) Frezen van tandwiel

In Hoofdstuk IX, punt a1 en a2 ligt de methode vast, waarop in kleine werkplaatsen de vervaardiging van rechte tandwiel meestal geschiedt, zie figuur 33.

De werkstukas wordt in de klauwplaat van de verdeelkop geklemd of tussen het center van de verdeelkop en een tegencenter bevestigd en door een meenemer meegenomen, evenals bij een draaibank.

De verdeelkop staat op het freesbankbed met zijn hartlijn evenwijdig aan die van het bed.

De profielfrees is op de as van een horizontale freesbank bevestigd.

Rekening houdend met de grootte van het tandmoduul wordt in één keer of meerdere keren de groef in het werkstuk gefreesd.

Daar, door het onjuist inbrengen van correcties, fig 38 niet is geworden wat de schrijver bedoelde, drukken wij hieronder eerst de goede fig af.

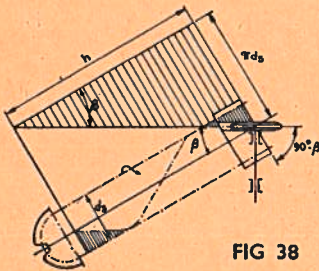


FIG 38

Met de verdeelkop wordt d.m.v. de directe, indirecte of differentiaal-methode een verdeling in het aantal groeven tot stand gebracht, die overeenkomt met het aantal tanden van het wiel.

Op blz 177 hebben we gezien, dat de vorm van de evolvente voor elke diameter van het tandwiel anders is en verder, dat de grootte van de drukhoek bepaalt welk deel van de evolvente zal worden benut.

Theoretisch moeten we dus oneindig veel frezen in voorraad hebben.

In de praktijk wordt een *compromis* gevonden door frezen voor een bepaalde drukhoek en met een bepaald evolvente-profiel te gebruiken voor tandwiel met een verschillend aantal tanden. Hoe groter het aantal tanden van de werkstukken is des te kleiner zijn de verschillen tussen de tandprofielen. In de handel zijn de onderstaande series tandwielrezen te koop :

### 1 Stel frezen van 8 stuks (moduul 0 — 7)

| Frees No                       | 1     | 2     | 3      | 4     |
|--------------------------------|-------|-------|--------|-------|
| Aantal tanden van het werkstuk | 12-13 | 14-16 | 17-20  | 21-25 |
| Frees No                       | 5     | 6     | 7      | 8     |
| Aantal tanden van het werkstuk | 26-34 | 35-54 | 55-134 | 135-∞ |

### 1 stel frezen van 15 stuks (moduul 8 — 20)

| Frees No                       | 1      | 1½     | 2     | 2½    |
|--------------------------------|--------|--------|-------|-------|
| Aantal tanden van het werkstuk | 12-13  | 13     | 14-16 | 15-16 |
| Frees No                       | 3      | 3½     | 4     | 4½    |
| Aantal tanden van het werkstuk | 17-20  | 19-20  | 21-25 | 23-25 |
| Frees No                       | 5      | 5½     | 6     | 6½    |
| Aantal tanden van het werkstuk | 26-34  | 30-34  | 35-54 | 42-54 |
| Frees No                       | 7      | 7½     | 8     |       |
| Aantal tanden van het werkstuk | 55-134 | 80-134 | 135-∞ |       |

Bij tandwielen met grote tandafmetingen moet de serie groter zijn dan bij tandwielen met kleine tandafmetingen.

Boven 135 tanden wordt aangenomen, dat het tandprofiel overeenkomt met dat van een tandheugel. Een tandheugel kan men dus frezen met frees nr 8.

De frezen hebben achtergedraaide tanden.

Bij het radiaal slijpen der tanden blijft de vrijloophoek van de tand gehandhaafd.

De beschreven fabricage-methode is goedkoop en goed. Zij heeft bij kleine werkplaatsen slechts twee nadelen en die zijn, dat er verschillende series frezen in voorraad gehouden moeten worden en dat de frees gelegenheid moet hebben om uit te lopen. Dit laatste is bijv niet het geval bij twee tandwielen, die verschillend van afmeting zijn en die één geheel vormen.

Wanneer bij de reparatie van een machine een tandwiel moet worden vervaardigd met abnormaal moduul of abnormale drukhoek, dan moet men gaan benaderen (knoeien).

#### b. Steken van tandwielen volgens de afwikkelingsmethode.

De methode volgens figuur 34 is voor de praktijk niet erg aantrekkelijk. Een profielfrees, waarvan de tanden het tandheugelprofiel hebben, draait rond en wordt van links naar rechts bewogen, maar het werkstuk moet ook gelijktijdig met die twee bewegingen draaien. Verder moet het werkstuk in zijn eigen asrichting bewogen worden, om dezelfde reden als bij figuur 33.

Bij figuur 33 dus twee bewegingen en bij fig 34 vier bewegingen.

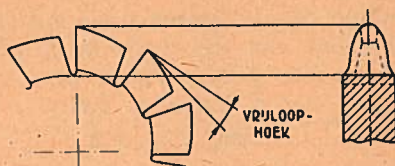


FIG 39

De methode van figuur 34 is alleen genoemd om het principe aan te geven van de afwikkelmethode in vergelijking met de methode volgens figuur 33.

Het steken (dit is verticaal schaven) van tandwielen kan als volgt geschieden.

In figuur 40 is *a* het werkstuk, *b* de schijf, die de diameter heeft van de steekcirkel, *c* en *d* stalen banden die om de schijf *b* zijn geslagen en daarop met het ene uiteinde zijn bevestigd en met het andere uiteinde aan het gestel van de machine, *e* is de beitel met tandheugelprofiel, die t.o.v. de tekening van voor naar achter gaat (en terug), *g* is een blok, dat heen en weer kan bewegen t.o.v. het gestel van de machine, zoals een losse kop van een draaibank t.o.v. het bed.

Wordt nu het blok *g* heen en weer bewogen, dan draait tevens het werkstuk.

De banden *c* en *d* zorgen ervoor, dat de draaiende beweging van het werkstuk zodanig is, dat als het werkstuk één omwenteling heeft gemaakt, een afstand naar rechts (rechtlijnig) is afgelegd, die gelijk is aan de omtrek van de steekcirkel. Dit laatste is de basis van de afwikkelmethode. Bij de theoretische af-

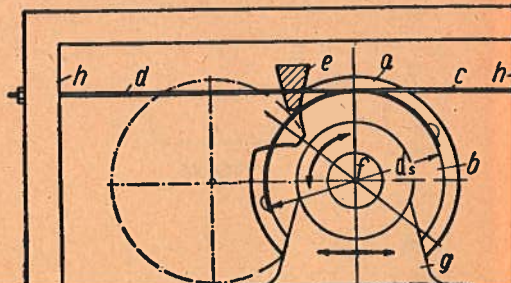


FIG 40

leiding van de voorwaarden voor het ontstaan van de evolvente (figuur 14 en blz 210) vonden we:

$$RT = \frac{\gamma \times 2 \pi r_s \times \cos \alpha}{360 \times \cos \beta}$$

Bijna altijd kiezen we voor de hoek  $\beta$  de drukhoek  $\alpha$ . Hierdoor wordt de formule:

$$RT = \frac{\gamma \times 2 \pi r_s}{360^\circ}$$

Kiezen we voor  $\gamma$  een hoek van  $360^\circ$  dan vinden we:

$$RT = 2 \pi r_s$$

Dit betekent:

als het werkstuk een hoek van  $360^\circ$  draait, dus een omwenteling maakt, moet de rechtlijnige verplaatsing  $2\pi r_s$ , dus de omtrek van de steekcirkel, bedragen en dat gebeurt in figuur 40.

De beweging van T naar S in figuur 14 geschiedt vanzelf.

De evolvente glijdt langs de schuine kant van de beitel. Heeft U moeite met de theoretische bewijsvoering van deze werkmethode, dan kunt U zich ook het volgende indenken. De beitel *e*, figuur 40, is de tand van een tandheugel. Als de tanden reeds in het werkstuk aanwezig waren, zou deze heugeltand ideaal kunnen samenwerken met het tandwiel.

De afgelegde weg van de tandheugel naar rechts, dus de verplaatsing van

de steekcirkel (die hier een rechte lijn is), moet *even groot* zijn als de boog van de steekcirkel op het tandwiel.

Bij een omwenteling van het tandwiel is dus de boog, die de steekcirkel in aanraking geweest is met de steeklijn van de tandheugel,  $2 \pi r_s$

De verplaatsing van de beitel naar rechts is dus ook  $2 \pi r_s$

Op een freesbank, die voorzien is van een steekapparaat, kunnen we ook tandwielen steken volgens bovenstaande afwikkelmethode. Het werkstuk wordt geplaatst in de klauwplaat (of tang) van de verdeelkop, die op het bed van de freesbank is bevestigd. De verdeelas van de verdeelkop is gekoppeld met de schroefas van het freesbankbed op dezelfde manier als bij het frezen van schroefvormige groeven, zie figuur 37.

U kunt dus in figuur 40 het blok *g* vervangen denken door de verdeelkop. De verdeelkop verplaatste zich niet over het bed, maar het bed verplaatst zich samen met de verdeelkop.

Dat in de praktijk de as *f* van het werkstuk verticaal staat en de beitel verticaal op en neer beweegt, doet niets af aan het principe, fig 40.

Tussen werkstukas en schroefas van de freesbank moet de overbrenging zo worden gekozen, dat de beitel zich verplaatst over een afstand gelijk aan de omtrek van de steekcirkel als het werkstuk een volle omwenteling maakt. De overbrenging van de wisselwielen buiten de verdeelkop is dus

$$i = \frac{\pi D_s}{40 \times S} \quad \text{waarin}$$

(vervolg blz 365 onderaan)

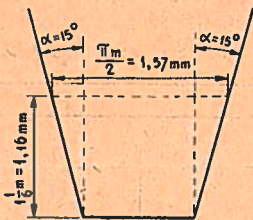


FIG 41

# Tussen microfoon en luidspreker (vervolg)

P. de Boer

51-087

We weten nu hoe de zendenergie wordt uitgestraald. Op dezelfde manier als bij de zendantenne hebben we ook aan de ontvangzijde een antenne nodig. Het Nederlandse woord *vangdraad* is hier goed geplaatst. De bedoeling is immers een zeer gering gedeelte van de zendenergie op te vangen; met enkele millivolts zijn we al tevreden. Met een zeer goede ontvanger kunnen zelfs signalen, die een spanning van 15 microvolt aan de antenne opwekken, goed worden weergegeven, hoewel de verhouding signaal/storingsachtergrond dan wel ongunstig wordt.

Omdat er tientallen zenders tegelijk *in de lucht zijn*, is het belangrijkste gedeelte van een ontvanger de mogelijkheid van afstemmen op een gewenst station.

Wat doen we eigenlijk precies wanneer we aan de afstemknop draaien? Fig 9 geeft hiervan een beeld; we nemen voor de duidelijkheid even aan, dat we een ontvanger beschouwen met een hf-versterkertrap vóór de detector. Dit is niet strikt noodzakelijk, maar wanneer we enige eisen stellen is hieraan niet te ontkomen. De antenne is verbonden met een koppelspoeltje aan de eerste afstem-

kring. Brengen we met de variabele condensator deze kring in resonantie met een gewenste zender, dan ontstaat over de kring een hf-spanning. Dit is een bekende eigenschap van de parallelschakeling; voor alle frequenties buiten afstemming is de kring óf capacitief óf inductief, maar in elk geval is de impedantie zeer laag, vergeleken bij die ene frequentie, waarop de kring is afgestemd. Deze hf-spanning wordt in de buis versterkt en omdat in het anodecircuit weer een afstemkring is opgenomen, die precies gelijk wordt afgestemd, ontstaat op het rooster van de buis een versterkte hf-spanning. Voor de anodekring geldt weer hetzelfde als bij de roosterkring: alleen voor de gewenste zender bestaat er een koppelweerstand en de niet gewenste frequenties worden, bij gebrek aan een impedantie, onschadelijk gemaakt.

De hf-buis wordt met een negatieve rooster spanning van ongeveer 2 volt ingesteld. Het zal duidelijk zijn, dat een gemoduleerd signaal natuurgetrouw door deze trap wordt doorgegeven; de buis is immers als A-versterker geschakeld.

Toch zouden we van deze schakeling weinig plezier beleven. De re-

$D_s$  = diameter steekcirkel,  $S$  = spoed van de tafelas en de overbrengingsverhouding van de tandwielen in de verdeelkop is 40 : 1.

*Rekenvoorbeeld :*

Gegeven :  $Z = 30$  ;  $m = 1$  ;  $S = 5$  mm  $\alpha = 15^\circ$

De beetlafmetingen zijn volgens figuur 41. De tandwieloverbrenging tussen verdeelkop en tafelas,

$$i = \frac{\pi \times m \times z}{40 \times S} = \frac{\pi \times 1 \times 30}{40 \times 5}$$

Stellen we  $\pi = \frac{22}{7}$  dan is

$$i = \frac{22 \times 30}{35 \times 40} = \frac{a}{b} = \frac{c}{d} \quad \text{figuur 37}$$

$a = 22$ ,  $b = 35$ ,  $c = 30$  en  $d = 40$  tanden.

(wordt vervolgd)

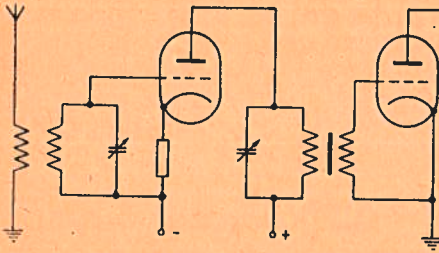


FIG 9 HOOGFREQUENT VERSTERKER

den hiervan is: een triode-buis is niet geschikt voor hf-versterking. De lezer zal het misschien al begrepen hebben, een onbedwingbaar genereren zal de zaak in de war sturen.

Dit ontstaat door de capaciteit, die inwendig in de buis aanwezig is tussen anode en rooster. Door deze capaciteit zal een gedeelte van de anode-wisselspanning terugvloeien naar het stuurrooster. Hier wordt het weer versterkt enz. Alleen door de beide afstemkringen niet gelijk in te stellen, kan genereren worden

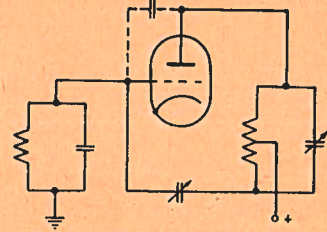


FIG 10 PRINCIPE NEUTRODYNISATIE

voorkomen. Maar dan komt ook van de versterking niet veel terecht, zodat hierin geen oplossing ligt. Het genereren van de hf-versterker kan bedwongen worden door *neutrodynisatie* toe te passen, fig 10.

Aan het rooster van de buis maken we een aftakking naar de onderkant van de LC-kring, terwijl nu de anodespanning aan het midden van de spoel komt. Door de condensator C gelijk te maken aan de inwendige buiscapaciteit, komt op het rooster een gelijke spanning, maar van tegengestelde fase aan de storende frequentie. Deze wordt nu hierin onschadelijk gemaakt.

Gebruiken we een schermrooster in plaats van een triode, dan is ook geen genereren te duchten. Het schermrooster zorgt er voor, dat de anode-rooster capaciteit tot een minimum wordt teruggebracht. Een tweede voordeel is nog, dat de versterking veel groter en de demping op de anodekring geringer is.

Dit moet nog even worden toege-licht; gelijk hiermede kan het begrip *selectiviteit* gezien worden. Selectie wil zeggen scheiding; selectiviteit is in dit verband het vermogen van een afstemkring, om een gewenste zender van een naastliggende te scheiden.

Uit de electrotechniek is het wellicht bekend, dat, wanneer van een afstemkring de condensator een on-

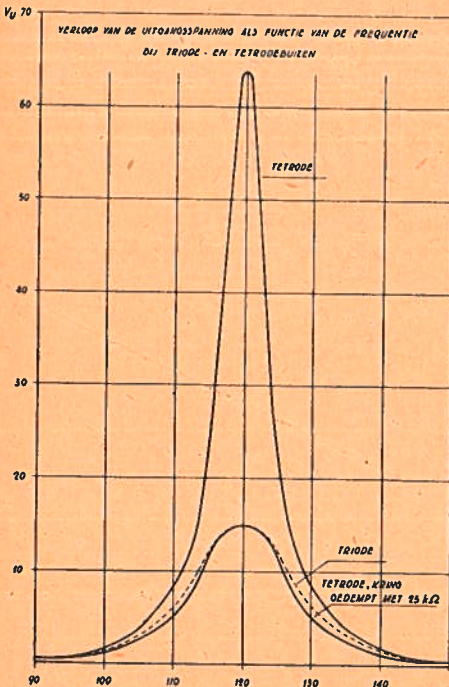


FIG 11

eindig hoge isolatieweerstand zou bezitten en de zelfinductie nul ohm gelijkstroomweerstand, deze parallelkring een oneindig hoge impedantie heeft bij resonantie.

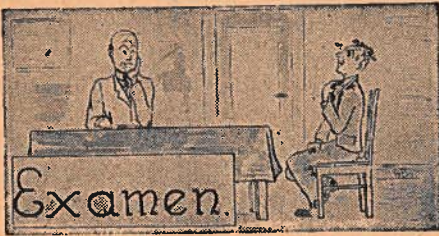
Beide voorwaarden zijn niet mogelijk; een goede condensator lukt nog wel, maar de zelfinductie heeft altijd weerstand. In dit geval is bij resonantie de blokkeerweerstand lager naarmate deze weerstand groter is.

Of deze weerstand nu in serie staat met de zelfinductie of parallel over de kring (slechte condensator) doet minder ter zake; de selectiviteitskromme, fig 11, zal in beide gevallen minder steil verlopen.

In deze figuur is de blokkeerweerstand uitgezet als functie van de afstem-frequentie. De getrokken lijn is opgenomen bij een goede kring, de gestippelde lijn bij een slechte kring. Een goede kring kan ook sterk gedempt worden, wanneer deze in het anode-circuit van een triode geschakeld wordt. De lage inwendige weerstand (20 kohm) van de buis werkt zeer ongunstig.

Ook om deze reden is het dus gewenst voor hf-versterking een schermroosterbuis te gebruiken. Deze heeft een inwendige weerstand van ongeveer 2 Megohm en de te bereiken versterkingsgraad is veel groter.

(wordt vervolgd).



### Antwoorden

1.  $4c$
2.  $16x + 2ij$
3.  $5b - 14c$
4.  $4x - 4ij + 3z$

### Nieuwe vragen

1. Een meetinstrument heeft een schaalverdeling met  $150^\circ$ . De weerstand van het instrument bedraagt 10 ohm en de uitslag moet met 0,1 worden vermenigvuldigd, ter bepaling van de stroom in mA die door de meter vloeit. Aan het instrument wordt een weerstand van  $10/99$  ohm parallel geschakeld. Hoe groot is

de stroom in het meetinstrument en in de shunt, als de uitslag van het instrument  $95^\circ$  bedraagt en met welke coëfficiënt moet thans de uitslag worden vermenigvuldigd.

2. Wanneer door een geleider in 10 minuten 400 C electriciteit vloeit bij een spanning van 120 volt, hoe groot is dan het vermogen van die stroom?

3. Wanneer in 8 uur een hoeveelheid elektrische energie van 42 kWh wordt afgegeven, bij een spanning van 220 volt, hoe groot is dan de stroomsterkte?

4. Gedurende 40 minuten vloeit door een geleider met een weerstand van 50 ohm een stroom van 4,5 A. Hoeveel cal warmte worden in die tijd ontwikkeld?

\* \* \*

# Afwikkeling van het Telefoon-, Telegraaf- en Telexverkeer IV

S. J. Geerlings

51-088

## § 8. De systemen

Bij de toepassing van de electro-techniek hebben we de werking van de microfoon en de telefoon bestudeerd; de eerste heeft een voeding van gelijkstroom nodig, teneinde de weerstandsveranderingen te kunnen omzetten in stroomveranderingen, welke op hun beurt door een transformator in spreekwisselstromen worden omgezet.

Naar het systeem van de voeding onderscheiden we :

a. het *locale-batterij-systeem*, waarbij in elk telefoontoestel een batterij nodig is (meestal 2 elementen van  $1\frac{1}{2}V$  in serie; fig 23) en b het *centraal-batterij-systeem*, waarbij alle telefoontoestellen worden gevoed door een accubatterij in de telefooncentrale (fig 24; voor Ericsson 24 V, BTM 48 V, Siemens en Philips Telecommunicatie Industrie PTI 60 V).

Bij het centraal-batterij-systeem kunnen de toestellen eenvoudiger zijn, omdat daarbij geen handgenerator nodig is voor wekstroom om de telefoniste te waarschuwen. Hierop behoeven we in dit bestek niet verder in te gaan.

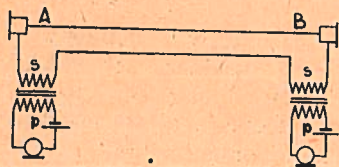


FIG 23

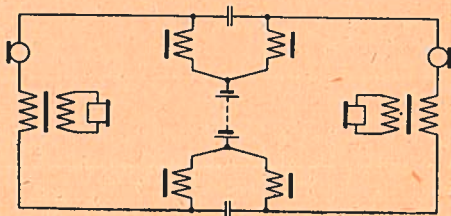


FIG 24

Naar het systeem van het tot stand brengen van de verbinding onderscheiden we :

- het *handsysteem*, waarbij de gevraagde verbindingen door telefonisten worden gemaakt en
- het *automatische systeem*, waarbij de aangeslotenen zelf de gewenste telefoonverbinding tot stand kunnen brengen.

## § 9. Het handsysteem

Hierbij zijn de lijnen naar de aangeslotenen verbonden op een *centraalpost*, waar ze eindigen op een *klink* met een *valklepsignaal* bij het LB-systeem, op een *lampje* bij het CB-systeem.

De verbindingen worden tot stand gebracht met behulp van *koordparen*, waarin de telefoniste zich met haar spreek- en hoorinrichting kan schakelen met behulp van een *spreeksleutel*, terwijl een *weksleutel* haar in staat stelt, wekstroom op de koorden te brengen.

Een centraalpost is ingericht voor een bepaald aantal aansluitingen, dat we, te beginnen met 5, in vele grootten kennen. Het maximum aan-



Fig 25, centraalpost voor 450 ddrn.

tal wordt bepaald door de lengte van de koorden en de reikwijdte van de telefoniste; het bedroeg 200. Door toepassing van 2 bedienplaatzen op één centraalpost en door het combineren van klink en signaal, kon dit aantal worden opgevoerd tot 450, waarbij het dan echter voorkwam, dat de ene telefoniste op verzoek van de andere een stop op haar helft moest steken, fig 25.

Bij de hiervoren bedoelde centraalposten was elke klink nog *bedieningsklink*; dit zijn de klinken waar een oproep aankomt en bediend wordt. Bij grotere capaciteiten kon dit niet meer worden toegepast, omdat het dan onmogelijk zou zijn, dat elke telefoniste alle klinken zou kunnen bereiken.

Bij centrales vanaf 600 ddrn werd dan ook een *multipelveld* toegepast, waarbij, parallel aan de a- en b-draad, zoveel klinken multipel werden verbonden, als nodig was om



elke lijn onder het bereik van elke telefoniste te brengen, fig 26.

Aangezien bij deze klinken geen lampje of valklepje voorkomt, kunnen er vele op een kleine ruimte worden geborgen. De centraalposten waren per bedienplaat in de regel ingericht voor 200 bedieningsklinken; één der laatste grote handburelen, nl Groningen, was op deze wijze voor 7000 nrs ingericht, dwz met 35 bedienplaatzen, waarvan de telefoniste in het multipelveld alle 7000 lijnen kon bereiken.

Aangezien een telefoniste nu niet kon zien of een gevraagd nummer *vrij* of *bezet* was, moest een mogelijkheid aanwezig zijn om dit te onderzoeken (*testen*); door met de punt van de stop aan de huls van

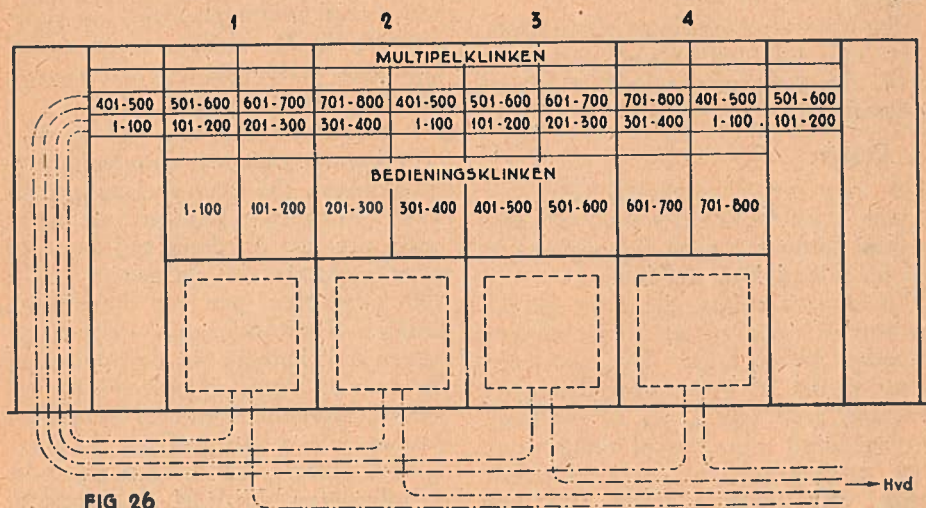


FIG 26

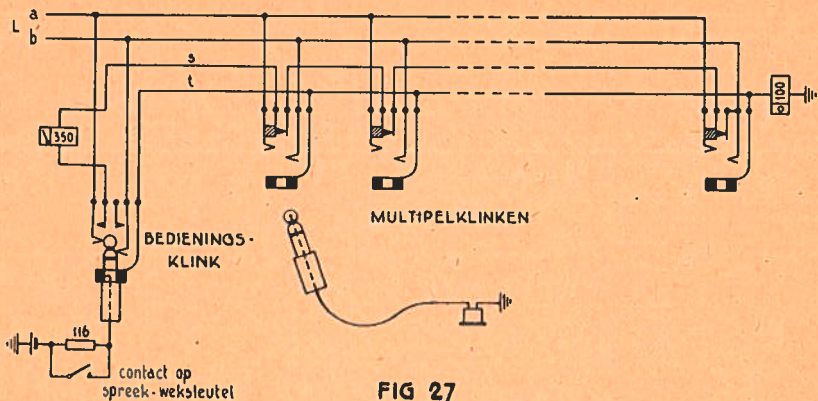


FIG 27

de klink te raken, kon zij aan een tik in de telefoon constateren, dat het nummer „bezet” was, fig 27.

Hierbij komt naar voren, dat binnen de centrale per abonnenummer 3 draden nodig zijn, wanneer men verder nagaat, dat elk nummer een gesprekkenteller heeft, waarop de telimpulsen moeten worden gebracht, dan brengt dit over een gedeelte van het schema nog een 4e draad met zich mede.

### § 10. Schakelmiddelen.

Voor het automatisch tot stand brengen van telefoonverbindingen werden de volgende schakelmiddelen ontworpen:

#### a. Relais

Dit zijn electromagneten, die een anker aantrekken, waardoor een aantal contacten gemaakt, verbroken of omgelegd kan worden.

We kennen relais, die door gelijkstroom of door wisselstroom kunnen worden bekrachtigd. De contacten voor kleine of grote stroomsterkten kunnen resp van zilver of wolfram vervaardigd zijn, terwijl relais voor het inschakelen van sterkstroomketens van kwikcontacten voorzien kunnen zijn.

#### b. Draaischakelaars

Deze kunnen een aantal contactarmen in een ronddraaiende beweging over een aantal, in een boog geplaatste, contacten doen verplaatsen. We kennen ze met 4, 5, 6 of 9 armen, terwijl het aantal contactstellen 12, 17, 25, 50 of 100 kan zijn.

Deze draaischakelaars kunnen in het schema zó worden toegepast, dat ze één ingang verbinden met een aantal uitgangen, bijv als voorkeizers, fig 28, of dat ze een aantal ingangen verbinden met één uitgang bijv de oproepzoekers; fig 29.

De voortbeweging van de draaiarmen kan geschieden door een electromagneet, die heel snel achter elkaar kan worden bekrachtigd  $\approx 30$  maal per sec of door een bepaald soort motortje, dat de armen 180 à 200 contacten per sec kan laten draaien (motorkiezers), terwijl de armen ook kunnen worden gedraaid door ze te koppelen met een voortdurend draaiende centraal aangedreven as. Dit is het geval bij de nieuwe PTI-kiezer, en in centrales van de fabricaten N.S.E.M. en Ericsson.

\* \* \*

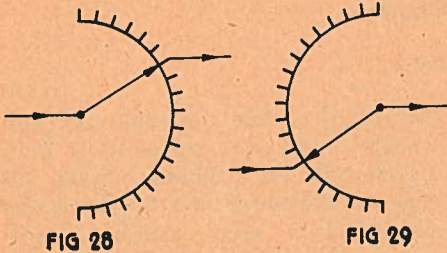


FIG 28

FIG 29

### c. Hefdraaischakelaars

Deze schakelaars hebben de mogelijkheid om een drietal contactarmen een tiental stappen omhoog te heffen en deze na elke hefstap over een boog van 10 contacten te laten draaien, fig 30. In de contactenbank liggen de 100 contacten dan ook in 10 lagen van 10 boven elkaar; hiervan komen 3 stel voor, nl resp voor de a-, b- en c-arm. De contactarmen kunnen op 2 manieren worden bestuurd:

1. *het heffen en het draaien geschiedt op commando van de kiesschijf.*

In deze vorm worden de hefdraaikiezers gebruikt als *eindkiezers* dwz om aan de hand van de laatste twee cijfers van een abonnénummer één bepaald nummer uit een honderdtal te kiezen.

4 stappen omhoog en 6 stappen naar binnen, geeft ab nr 46; 9 stappen omhoog en 4 naar binnen geeft 94. Een eindkiezer heeft dus 100 x 1 uitgang.

2. *het heffen geschiedt op commando van de kiesschijf, het indraaien automatisch.*

Bij deze *groepskiezers* heeft men dus slechts een keus uit tien bundels, doch elke bundel kan nu tien lijnen of apparaten omvatten, waaruit de kiezer zelf een vrije zoekt.

Een groepskiezer heeft dus 10 x 10 uitgangen.

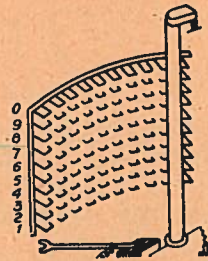


FIG 30

### d. Overige schakelaars.

Waar in punt b gesproken werd van 100 contacten, werd bedoeld dat in een boog van 180° 50 contacten waren aangebracht. Doordat een draaiarm bij een volledige omwenteling van 360° twee bogen kan bestrijken, kunnen 100 contacten in één omwenteling worden bewerkt. Heeft men van zo'n draaikiezer met 9 x 2 bogen er slechts enkele nodig voor de besturing, dan kan men 2 stel a-, b- en c-bogen door 2 stel contactarmen tegelijk laten bestrijken, zodat in één omwenteling 200 uitgangen kunnen worden bereikt; dit wordt o.a. toegepast bij de RTZ. De N.S.E.M. past, hoewel in iets andere vorm, bij zijn draaischakelaars eenzelfde principe toe. Daarbij zijn er, die 10 x 3 lagen van 20 contacten boven elkaar hebben liggen; op de as zijn ook 10 x 3 draaiarmen aangebracht, waarvan echter de contactborstels verstelbaar zijn. Tijdens een omwenteling komt slechts één stel borstels in verbinding met de contacten van de betrokken boog. Een dergelijke kiezer heeft dus ook 10 x 20 = 200 uitgangen. Bij het fabrikaat Ericsson kan een arm met 3 contacten worden gedraaid vóór langs een boog met 25 „straten” en in een bepaalde „straat” worden uitgeschoven langs 20 contacten. Dit apparaat dat als kiezer of als zoeker kan worden toegepast, heeft dus 25 x 20 stel contacten.

(wordt vervolgd)

# Mu-metaal

P. de Boer

51-098

Van onze correspondent uit Eindhoven is het verzoek ontvangen iets te vertellen over de bijzondere eigenschappen van zgn mu-metaal en de samenstelling hiervan.

De tweede vraag was hoe het komt, dat na constante magnetisatie mu-metaal niet meer bruikbaar is.

Uit de electrotechniek is bekend, dat bij een draadspool de veldsterkte  $H$  te berekenen is met de formule

$$H = \frac{0,4\pi n i}{l} \text{ oersted}$$

$H$  = veldsterkte (aantal krachtlijnen per  $\text{cm}^2$ )

$n$  = aantal windingen.

$i$  = stroomsterkte.

$l$  = gemiddelde lengte van een krachtlijn (uitgedrukt in cm).

0,4 = constant getal.

Wordt nu een dergelijke spool voorzien van een zachtstalen kern, dan zal de veldsterkte in de spool vele malen zo groot worden; men noemt dit dan de inductie  $B$ .

$$\text{Dus } B = \mu \times H.$$

Het getal  $\mu$  wordt de permeabiliteit van het zachtstaal genoemd.

Voor normaal transformatorblik (silicium-staal) is dit  $\approx 7000$ ; bij mu-metaal echter  $\approx 30.000$ .

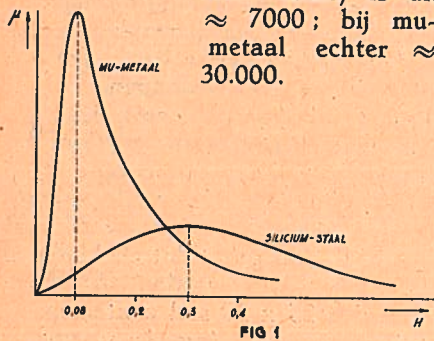


FIG 1

Het zal duidelijk zijn, dat voor een transformator met mu-metalen kern en met dezelfde eigenschappen als een transformator met een kern van silicium-staal voor dezelfde veldsterkte, volstaan kan worden met  $\frac{1}{4}$  van het aantal windingen.

Dit is van groot voordeel bij ingangstransformatoren van versterkers. Bij een hoge transformatieverhouding blijven de eigen capaciteiten van de wikkelingen binnen redelijke grenzen.

Voor de lage frequenties mag de impedantie van de transformator niet beneden een zekere waarde dalen; ondanks het verminderde windingsgetal blijft bij een mu-metalen kern deze impedantie hoog genoeg.

Een type  $\frac{1}{100}$  versterker bijv wordt aan een lijn met een karakteristieke impedantie van 600 ohm aangesloten. Zou nu de impedantie van de ingangstransformator laag worden t.o.v. de lijnimpedantie, dan ontstaan hierin zulke hoge verliezen, dat de transformator deze frequentie verzwakt overdraagt.

Mu-metaal bestaat uit een legering van nikkel en staal. Met 80% nikkel en 20% staal is de hoogste permeabiliteit te verkrijgen. Soms worden nog enkele % koper, cobalt of molybdeen toegevoegd.

Verder wordt nog een speciaal walsproces toegepast en wordt het materiaal gegloeid. Deze temperatuurbehandeling is erg kritisch; tot op  $1^\circ$  nauwkeurig moet de temperatuur worden ingesteld.

Als laatste vraag blijft nog over: waarom verdraagt mu-metaal geen gelijkstroombekrachtiging?

Hiertoe beschouwen wij eerst fig 1. In deze grafiek is het verloop van de permeabiliteit uitgezet als functie van de veldsterkte. Deze veldsterkte vergroten we door de stroom door de spoel te regelen. Het blijkt nu, dat de permeabiliteit afhankelijk is van de veldsterkte; mu-metaal bereikt een maximum bij 0,08 oersted en silicium-staal pas bij 0,3 oersted. Wordt een transformator getest met gelijkstroom, dan wordt de waarde hiervan alleen begrensd door de ohmse weerstand van de wikkeling. Heel gemakkelijk kan de veldsterkte de toelaatbare waarde van 0,08 dan overschrijden; wordt de kern te veel overbelast dan blijven de moleculen gericht en keren niet naar hun oorspronkelijke toestand terug.

Wordt de spoel nu weer met wisselstroom bekrachtigd, dan blijkt er van de magnetische eigenschappen van de transformator weinig meer over

te zijn, doordat de permeabiliteit van de kern verlaagd is tot 1/15 van de oorspronkelijke waarde.

Een grote overbelasting bij silicium-staal heeft nooit zulke funeste gevolgen. Uit de figuur blijkt duidelijk, dat bij 100% overbelasting de permeabiliteit nog altijd  $\frac{1}{4}$  bedraagt van de maximale waarde.

Door „ontmagnetiseren” is de mu-kern weer bruikbaar te maken. Hiertoe wordt een stroom met een frequentie van 50 Hz door de wikkeling gestuurd; met een regeltransformator wordt deze stroom dan geleidelijk tot nul teruggebracht.

Hierdoor worden de staaldeeltjes steeds omgepoold en door een voortdurend zwakker wordend veld gericht, totdat de oorspronkelijke toestand weer bereikt is.

Voorkomen is echter beter dan genezen; men zij daarom voorzichtig met dit soort transformatoren!

---

## **Het Studie-** is van grote waarde bij Uw studie!! **blad**

Een ingebonden jaargang van het Studieblad is van blijvende waarde . . . en een degelijke aanvulling voor Uw boekenkast!

Omslagen voor het inbinden van de jaargangen 1947, 1948, 1949, 1950 en 1951 kunnen vóór 10 December a.s. tegen de prijs van f 0,75 bij de correspondenten besteld worden.

Op verzoek van verschillende abonné's zal de administratie de mogelijkheid onderzoeken om reeds in het begin van het volgend jaar tot bestelling van banden voor de jaargang 1952 te kunnen overgaan. Wij zullen U dit dan in ons blad meedelen.



# Waarheen telefoneert men vanuit uw sector?

S. J. Geerlings

51-090

Onder een „sector” verstaat men een *knooppuntcentrale* (KC) met de daarop aangesloten *eindcentrales* (EC). Samen kunnen het er 10 zijn, hoewel het soms lijkt of het er méér zijn; voorbeelden hiervan zijn Tilburg en Roermond. Hier vinden nl 14 EC's hun toe- en afvoerwegen via deze KC's, die technisch gezien echter 2 knooppunten in één gebouw zijn.

Een KC toch is bepaald door de eerste 3 cijfers van een netnummer; deze zijn in het normale geval voor de EC's dezelfde als voor de KC. Om Roermond vindt men echter EC's met verschillend 3e cijfer, zoals 4743 voor Koningsbosch en 4755 voor Stevensweert.

In de meeste KC's lopen de interlocale verbindingen via *omschakelkiesers* (OK); fig 1.

Deze dienen om een interlocale verding, opgebouwd via de *hoofdrichting*, om te schakelen op de *interne* richting, wanneer na het 3e cijfer van het netnummer bekend is, dat men in eigen sector wenst te telefoneren. De in beslag genomen

lijn naar de DC en de zich daar bevindende SGK, AGK en BGK worden dus na een korte belegging weer vrij gegeven.

Een OK is een draaikiezer met 17 uitgangen, waarvan er voor het telefoneren echter maar 15 beschikbaar zijn. Veelal zal de verdeling nu zo zijn, dat men aan 10 contacten lijnen naar de DC schakelt en aan de overige 5 eigen CGK's, waarover men dus spreekt naar een EC van de eigen KC.

Er doen zich ook gevallen voor, waarbij vanuit een bepaalde KC een zeer druk verkeer bestaat met de centrales van een naastliggende sector. De OK's bieden dan de mogelijkheid om behalve van de hoofdrichting op de interne richting, ook nog op een *dwaarsrichting* om te schakelen. De 3 bundels zouden dan bijv resp 9, 4 en 2 lijnen hebben op een raam met 5 OK's; zodoende kunnen op andere ramen andere lijnen geschakeld zijn, indien genoemde aantallen te klein zijn om het verkeer te kunnen verwerken.

Vroeger ging men tot het invoeren

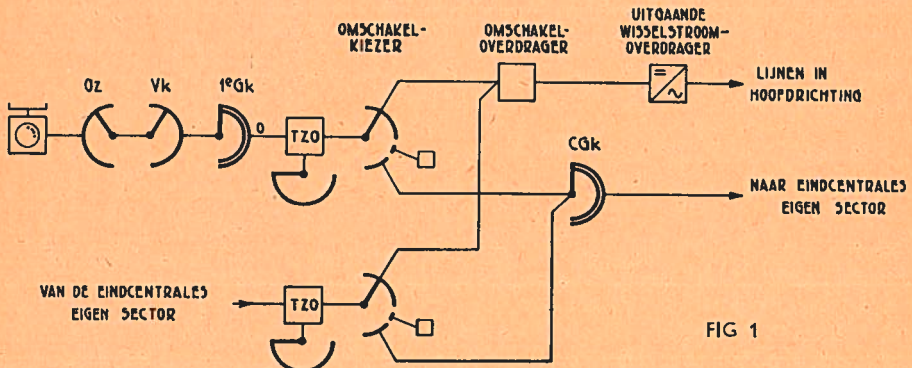
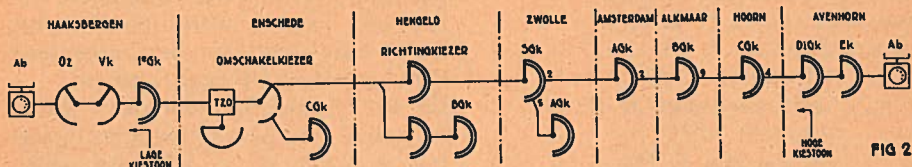


FIG 1



van dwarsverkeer pas over, wanneer het ook de moeite loonde een rechtstreekse kabelverbinding tussen beide KC's te leggen; voorbeeld hiervan is bijv het dwarsverkeer tussen de KC's Heerlen en Sittard.

Hoe moet men nu bepalen, wanneer de tijd gekomen is om tot dwarsverkeer over te gaan?

Op het ogenblik van automatisering beschikt men nog over gegevens van gesprekkenbriefjes en uit die tijd dateert ook veelal nog het bestaande dwarsverkeer.

Is de automatisering echter een feit geworden, dan mist men alle gegevens op dit gebied. Via de hoofdbundel worden alle gesprekken afgewikkeld buiten de eigen sector. Maar waar blijven deze?

Zoals we in een artikel over de richting-tijdzone-overdragers RTZ's zullen zien, bieden deze apparaten de mogelijkheid het verkeer over 7 bundels te verdelen, in plaats van over 2 of 3; het is dan echter ook gewenst hiervan met voordeel gebruik te maken.

Om nu te weten welke richtingen men hiervoor naast de hoofd- en de interne-richting moet kiezen, wordt door de CATF gevraagd van bijv 300 oproepen via een TZO precies de gekozen richting en de verschillende tijden te noteren.

Welke voordelen biedt dan het instellen van dwarsverkeer, wanneer er toch geen rechtstreekse kabelbindingen bestaan? Wel, men heeft

dan geen SGK, AGK en BGK nodig in de districtscentrale, hetgeen bij de huidige tekorten aan apparatuur van belang is.

Voor de sector Enschede werd op deze wijze dwarsverkeer ingesteld met de sector Hengelo, Almelo en Oldenzaal.

Teneinde een juist inzicht te verkrijgen over een groter tijdvak, werd in de districtscentrale Hengelo gedurende een week de abonné-controle-inrichting geschakeld op de drukste binnenkomende lijn van elke sector; dit apparaat noteerde achter elkaar alle nodige gegevens op een papierstrook, zodat deze gemakkelijk verwerkt konden worden in staten, welke *horizontaal* bevatten de regels:

Maandag  
Dinsdag  
Woensdag  
Donderdag  
Vrijdag  
Zaterdag/Zondag

Totaal  
Gemiddeld per werkdag  
en *verticaal* de kolommen:

Sector Almelo  
" Enschede  
" Goor  
" Groenlo  
" Hengelo  
" Neede  
" Oldenzaal  
" Rijssen  
" Winterswijk

district Amsterdam K 29...  
 stad Amsterdam K 20...  
 district Arnhem K 83...  
 „ Deventer K 67...  
 „ 's-Gravenhage K 17...  
 „ Utrecht K 34...  
 „ Rotterdam K 18...  
 „ Zwolle K 52...

Ook waren nog opgenomen kolommen voor alle speciale diensten en voor:

onbekend K 1  
 „ K 2  
 „ K 3  
 „ K 5

Deze laatsten gaven een inzicht hoeveel malen men bezettoon kreeg bij het kiezen naar Rt/Gv, Asd en Ut of wel dat alle AGK's in Hgl bezet waren.

Door het tekort aan lijnen waren dit aanzienlijke cijfers; uitbreiding van deze bundels is inmiddels reeds een feit geworden, zodat het bezettoon krijgen aan het begin van deze routes niet veel meer voorkomt.

Daar op de papierband tot uiting kwam of er werkelijk een gesprek was gevoerd, dan wel „geen gehoor” of „bezet” was gevonden, werden in

elk vakje deze beide aantallen genoteerd. Tevens werd in elk vakje naast deze aantallen het percentage van het totale verkeer vermeld.

Bij het bestuderen van deze staten kan men vele beschouwingen opzetten, waarvan we er hier één willen bezien.

Deze betreft het verkeer tussen de sectoren onderling. De in onderstaande staat opgenomen getallen geven het percentage van het totale verkeer aan; daarom zal men bijv voor het totale uitgaande verkeer van de sectoren geen 100% tellen.

Vanuit alle sectoren wordt een groot percentage van de gesprekken binnen het telefoondistrict gevoerd, voor Oldenzaal zelfs 85,9%.

Almelo en Winterswijk blijven zelfs met méér dan 50% binnen eigen sector; Oldenzaal komt hier dichtbij. Deze sectoren omvatten echter alle 7 of 8 EC's, terwijl de stad van het knooppunt daarvoor een belangrijk centrum vormt. Dit laatste geldt in nog sterker mate voor Enschede, waarop echter slechts 5 EC's zijn aangesloten; dit verklaart wel het percentage van 49,9%.

| met<br>van  | Oldenzaal | Enschede | Winterswijk | Groenlo | Neede | Goor | Rijssen | Almelo | Hengelo |
|-------------|-----------|----------|-------------|---------|-------|------|---------|--------|---------|
| Oldenzaal   | 45,3      | 19,9     | 0,5         | —       | —     | 0,8  | —       | 7,2    | 12,2    |
| Enschede    | 5,1       | 49,9     | 1           | —       | 1,2   | 0,8  | 0,8     | 4,1    | 12,2    |
| Winterswijk | —         | 2,8      | 52,6        | 10,5    | 2,5   | —    | —       | 0,7    | 1,1     |
| Groenlo     | —         | 3,9      | 21,7        | 23      | 7,4   | 0,8  | 0,4     | 0,3    | 1,5     |
| Neede       | —         | 9,1      | 5,8         | 6,1     | 37,6  | 3,1  | 0,5     | 1,3    | 3,9     |
| Goor        | 0,9       | 6,8      | 0,5         | —       | 3,5   | 38,2 | 6,6     | 3,8    | 14,7    |
| Rijssen     | 0,7       | 2,8      | —           | —       | 0,4   | 4,7  | 28,3    | 24,8   | 5,3     |
| Almelo      | 2,9       | 5,3      | —           | —       | 0,2   | 1    | 4,9     | 51,4   | 8,7     |
| Hengelo     | 6,3       | 32,1     | 1,2         | —       | 0,8   | 1,8  | 0,7     | 10,4   | 9,1     |



De verbindingen tussen de DC Hengelo en de KC Winterswijk lopen door de KC Groenlo; dit aantal lijnen is aan de kleine kant en kan door het bezet zijn van de 54" Hgl-Gl niet worden uitgebreid.

Ook zonder dat er verkeerscijfers bekend waren, lag het voor de hand een druk wederzijds verkeer te veronderstellen tussen de sectoren Winterswijk en Groenlo.

Voor al deze gesprekken waren 2 ddrn tussen Hengelo en Groenlo nodig, welke bij dwarsverkeer zouden vervallen.

Daar de omschakeloverdragers te Winterswijk en Groenlo een Q-relais bevatten en daardoor dus zonder meer geschikt waren voor dwarsverkeer, kostte het alleen maar het aanbrengen van enkele CGK's om dwarsverkeer in te voeren.

Dit werd eerst gedaan voor 2 lijnen in elke richting; na gehouden verkeersmetingen zijn deze aantallen uitgebreid tot 6 lijnen.

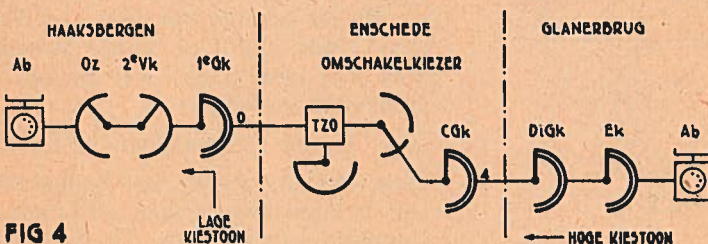
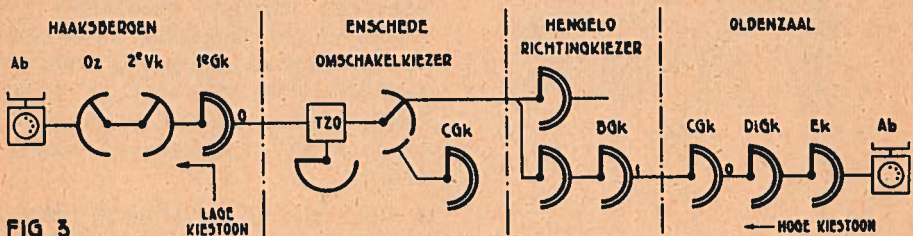
Uit vorenstaande staat blijkt, dat volgens de kortelings gedane metingen 21,7% van het verkeer van de sector Groenlo voor de sector Winterswijk bestemd was; omgekeerd bedroeg het 10,5%

Een sterker sprekend cijfer vormt de 24,8% van het totale verkeer van de sector Rijssen, dat voor de sector Almelo bestemd blijkt te zijn; de 14,7% van het verkeer van Goor voor Hengelo valt ook op.

Daar dwarsverkeer hier dus een flinke ontlasting zou betekenen voor de SGK's en AGK's te Hengelo en de omschakeloverdragers te Goor en te Rijssen zonder meer hiervoor geschikt waren, werd dwarsverkeer ingesteld.

Voor Oldenzaal-Enschede (19,9%) moest het wachten op vervanging van de overdragers te Oldenzaal.

\* \* \*



# Projectie (vervolg)

D. Wagemaker

51-091

Hebben we in het eerste gedeelte behandeld *punten, lijnen, vlakken* en in het tweede gedeelte de *projectie en uitslag van meetkundige lichamen*, thans zijn we gekomen aan het *snijden van lijnen en vlakken met meetkundige lichamen*.

Evenals in de vlakke meetkunde de oplossing van een vraagstuk berust op voorafgaande stellingen, zo hebben we ook hier het behandelde in de eerste twee gedeelten practisch toe te passen. Er is dus *verband* tussen deze drie en de daarop volgende, de doorsnijding van meetkundige lichamen onderling. We beginnen met de kubus, zie fig 1.

Wanneer we het snijpunt willen be-

palen van de lijn  $l$  met de kubus, is dat hetzelfde als het bepalen van het snijpunt van een lijn met een vlak.

Denk om de regel: *Breng door de lijn een vlak, dat het andere vlak snijdt; waar  $l$  deze snijlijn of doorgang ontmoet is het snijpunt*. Hier zijn we niet geheel mee klaar, want  $l$  gaat er in en komt er weer uit ook. We hebben van het vlak, dat we door  $l$  brengen dus 2 snijlijnen nodig. Zowel met het vlak waar  $l$  in eerste instantie de kubus ontmoet, als van het vlak waar  $l$  de kubus weer verlaat.

Is  $l$  horizontaal en staat de kubus op het grondvlak en zijn de opstaande ribben dus verticaal, dan brengen we door  $l$  een horizontaal vlak aan, dat de kubus snijdt volgens een vierkant evenwijdig aan het boven- of grondvlak. Is  $l$  echter niet horizontaal, dan brengen we een verticaal vlak aan, dat de kubus snijdt volgens verticale snijlijnen. In fig 1 is dit perspectivisch voorgesteld.

In fig 2 ziet U hetzelfde in projectie;  $l^1$  stelt zowel de 1e projectie voor van de horizontale als van de schuine lijn. U kunt zien waar  $l^1$  de kubus ontmoet bij  $i^1$  en verlaat bij  $u^1$ . Bij de schuine lijn doet zich het geval voor, dat  $l$  de kubus verlaat door het grondvlak; we denken  $l$  onbepaald verlengd.

Ziet U die stippellijnen in fig 2?

Deze stellen, als we het bovenvlak van de kubus wegdenken, een staand vierzijdig prisma voor. U ziet wel, dat het voor de snijpunten en de

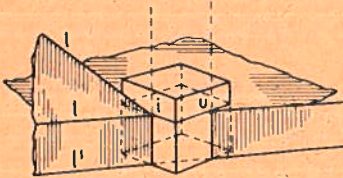


FIG 1

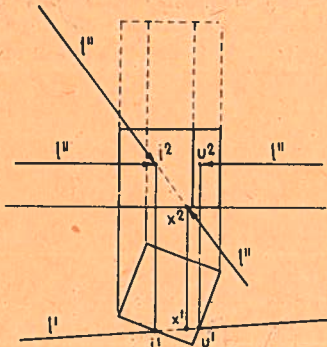


FIG 2

wanden geen verschil maakt; zo zijn we dan vanzelf aangeland bij het prisma.

Bekijken we eens fig 3; hier is getekend een liggend prisma, niet evenwijdig aan het 2e projectievlak en de lijn  $l$ , waarvan we de punten moeten bepalen, waar deze het prisma ontmoet en weer verlaat.

We brengen weer een verticaal vlak aan door  $l$ . De 1e doorgang  $V^1$  valt samen met  $l^1$ .

$V^2$  staat loodrecht op het 1e projectievlak. Dit verticaal projecterend hulpvlak snijdt de verticale wanden van het doosje volgens verticale snijlijnen, snijdt er een verticaal vlak af alsof we het doorgezaagd hadden. Waar  $l$  nu dit gearceerde vlak ontmoet in de punten  $b$  en  $c$  gaat de lijn  $l$  resp er in en er uit. Het snijpunt  $s$  met de grond ligt buiten het prisma en het punt  $a^1$  boven het prisma.

*Dat is één manier, maar er is nog een andere, want de 1e manier kan niet altijd worden toegepast. De volgende manier is geïllustreerd in fig 4 en berust ook op de stelling: Breng door de lijn  $l$  een vlak, maar ... nu evenwijdig of in de richting van de liggende ribben van het prisma.*

Deze formule komt steeds weer terug in alle volgende vraagstukken.

Zoek van het vlak door  $l$  evenwijdig aan de ribben de snijlijn met het eindvlak.

Hoe brengen we nu een vlak door  $l$  evenwijdig aan de ribben? Eenvoudig genoeg; neem een punt van  $l$ , bijv het snijpunt met de grond of een ander willekeurig punt en trek er een lijn door evenwijdig aan de ribben. Tussen  $l$  en die nieuwe lijn is nu een vlak ontstaan, bijv het vlak  $V$ . Trek die lijn op de grond door tot ze het eindvlak ontmoet in

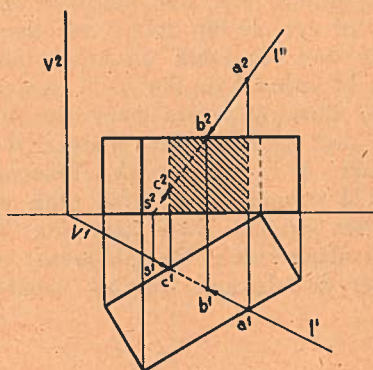


FIG 3

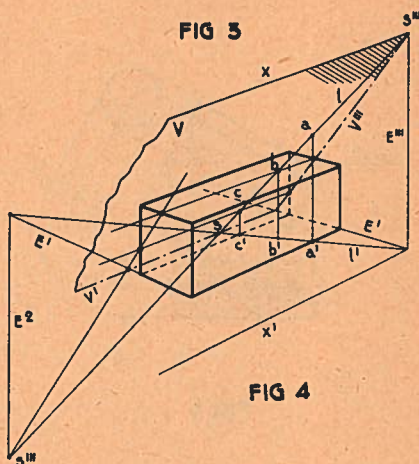


FIG 4

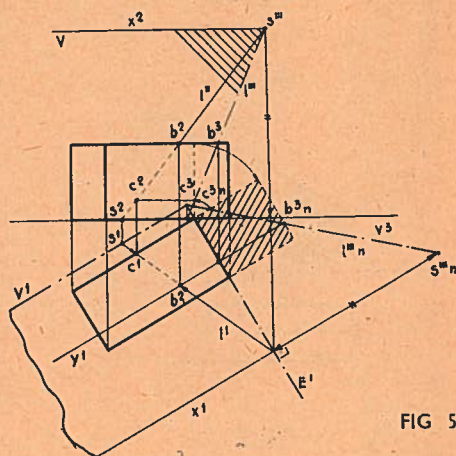


FIG 5

de grondlijn van dat eindvlak en trek l of een 2e lijn door l ook door tot ze het eindvlak ontmoet, dan krijgt U vanzelf de lijn  $V^{111}$  m.a.w. de 3e doorgang van het vlak V, want dat eindvlak beschouwen we als het 3e projectievlak. Daaruit kunt U precies zien, welk stuk er van het prisma door het vlak V wordt afgesneden. De snijlijnen van V met de vlakken van het prisma

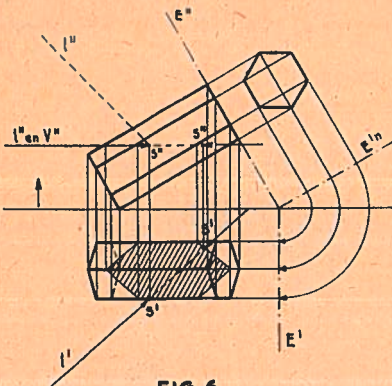


FIG 6

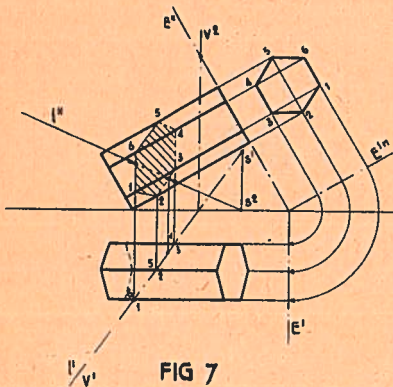


FIG 7

gaan dan door de punten b en c van de lijn l. Immers l ligt in V, b en c ieder in l in het vlak V en op het prisma. Het komt er niet op aan welk eindvlak we gebruiken, want we krijgen toch dezelfde snijlijnen; kijk maar naar fig 4.

Nu stappen we naar fig 5. Probeer nu eens in de ruimte voor te stellen wat daarop te zien is, want het is de uitwerking van fig 4 in gewone projectie. Ziet U in fig 4 ook de 1e doorgang van het vlak V en de 1e doorgang van het eindvlak in het snijpunt van beide doorgangen?

Fig 5 heeft nog een eigenaardigheid. Hier is het nl het 3e projectievlak of eindvlak met de lijn  $V^3$  neergeslagen, zodat U uit de 3e projectie van het prisma de snijlijnen van V met het prisma in de 1e projectie en de hoogte daarvan in 2e projectie kunt afleiden.

Maar zo gemakkelijk komen we er niet af, want in fig 6 is nu eens een zeszijdig prisma getekend evenwijdig aan het 2e projectievlak maar een  $\angle$  makend met het grondvlak. Voor de constructie is het eindvlak als 3e projectievlak neergeslagen in het 2e projectievlak. Is l horizontaal, dan gaat er een *horizontaal vlak* doorheen; dit geeft een doorsnede zoals in eerste projectie te zien is. Daar kunt U precies zien, waar l dat doorsnedevlak snijdt, het prisma binnenkomt en er weer uitgaat. Die horizontale doorsnede is precies als wanneer we het prisma zouden verlengen tot het de grond snijdt, of de grond optillen tot  $V^{11}$ . We zien echter ook een lijn l *niet* horizontaal en daartoe gaan we naar fig 7, waar precies dezelfde figuur getekend is met door l een *verticaal vlak* en verticale doorsnede en daar op snijpunten met 1. (wordt vervolgd).

# ELECTROTECHNIEK IX

C. L. Quint

51-092

*Zelfinductie en weerstand in serie, parallel aan een capaciteit, fig 59.*

De tegenspanning van de serieschakeling van R en L bestaat uit de som van 2 tegenspanningen.

Deze 2 tegenspanningen zijn niet in fase; die van R is in fase met de stroom  $i_2$ , die van L is  $90^\circ$  achter bij de stroom. De beide tegenspanningen zijn ook  $90^\circ$  in fase verschoven en wel is die van de zelfinductie  $90^\circ$  achter bij die van de weerstand. De som van de beide tegenspanningen is steeds in grootte en fase gelijk aan de tegenspanning van de condensator en steeds in grootte gelijk aan de generator-emk, doch tegesteld in fase.

Het vektordiagram ontstaat als volgt.

We tekenen  $e_m$  samenvallend met de positieve X-as. De tegenspanningen van de condensator en van de serieschakeling van L en R worden voorgesteld door eenzelfde vektor op de negatieve X-as met dezelfde lengte als  $e_m$ .

De stroom  $i_1$  is  $90^\circ$  achter bij de tegenspanning op de condensator en de  $i_m$  vektor valt dus samen met de positieve Y-as.

De tegenspanning van R en L in serie wordt op elk moment opgeheven door  $e$ ;  $e$  heeft dus weer 2 componenten, één die de tegenspanning van de zelfinductie opheft, met de grootte  $i_2 m \omega L$  en één, die de tegenspanning van de weerstand opheft met de grootte  $i_2 m R$ .

Deze beide componenten staan, zoals hierboven werd nagegaan, loodrecht op elkaar, fig 60.

De stroom  $i$  is weer in fase met de component  $i_2 m R$ . De stroom  $i$  ontstaat weer door  $i_1$  en  $i_2$  bij elkaar op te tellen. Uit fig 60 zien we, dat  $i_m$  een hoek  $\varphi$  maakt met  $e_m$ .

We zien, dat de serieschakeling van R en L parallel aan C al een vrij gecompliceerd vektordiagram geeft. Het algemene geval, dat verschillende parallelschakelingen bevat en waaruit reeds vroeger verkregen resultaten zijn af te leiden, is de parallelschakeling van capaciteit, zelfinductie en weerstand, fig 61.

Het vektordiagram ontstaat op gelijke wijze als bij de vorige gevallen. De  $e_m$  vektor laten we weer samenvallen met de positieve X-as, fig 62. We hebben hier te maken met 3 spanningen, nl die van de weerstand  $i_1 m R$ , die van de zelfinductie  $i_2 m \omega L$  en die van de condensator  $\frac{i_3 m}{\omega C}$ .

Ze worden voorgesteld door eenzelfde vektor, liggen op de negatieve X-as en even lang als  $e_m$ . De vektor  $i_1 m$  valt samen met de positieve X-as en is  $180^\circ$  tov  $i_1 m R$  verschoven.

De vektor  $i_2 m$  valt samen met de negatieve Y-as en is  $90^\circ$  vóór bij de tegenspanning  $i_2 m \omega L$ .

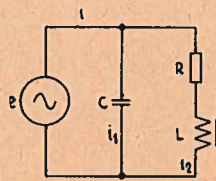


FIG 59

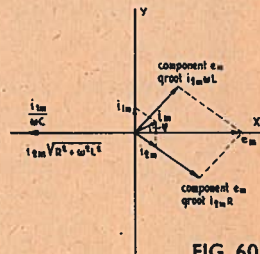


FIG 60

De vektor  $i_{2m}$  valt samen met positieve Y-as en is  $90^\circ$  achter bij de tegenspanning  $i_{3m}$ .

De totale stroom  $i$  krijgen we nu door de drie stroomvectoren op te tellen.

Dit kan bijv door  $i_{2m}$  en  $i_{3m}$  samen te nemen. Daar ze tegengesteld gericht zijn, wordt dit optellen feitelijk aftrekken.

Daarna tellen we  $i_{1m}$  bij  $i_{3m} - i_{2m}$  op en vinden zo  $i_m$ .

Deze vektor is in het getekende geval een hoek  $\varphi$  vóór bij de spanning. Het geheel is dus capacitief, wat ook te verwachten was, daar we de stroom  $i_3$  door de condensator het grootst hebben genomen.

De fazehoek  $\varphi$  is bepaald door

$$\text{tg } \varphi = \frac{i_{3m} - i_{2m}}{i_{1m}} \text{ en}$$

$$i_{1m} = \frac{e_m}{R}; i_{2m} = \frac{e_m}{\omega L}; i_{3m} = e_m \omega C.$$

tg  $\varphi$  is dus gelijk aan

$$\frac{e_m (\omega C - \frac{1}{\omega L})}{\frac{e_m}{R}} =$$

$$R (\omega C - \frac{1}{\omega L})$$

Is  $R = \infty$  dan is tg  $\varphi = \infty$  en  $\varphi = 90^\circ$  dit is het geval van fig 59.

Is  $L = \infty$ , dan is  $\frac{1}{\omega L} = 0$  en tg  $\varphi =$

$R\omega C$  (het geval van fig 56).

Is  $C = 0$ , dan is tg  $\varphi = \frac{R}{\omega L}$  (het geval

van fig 54).

De impedantie vinden we uit :

$$i_m^2 = (i_{3m} - i_{2m})^2 + i_{1m}^2 = e_m^2 \left[ (\omega C - \frac{1}{\omega L})^2 + \frac{1}{R^2} \right]$$

$$e_m^2 \omega C - \frac{1}{\omega L})^2 + \frac{e_m^2}{R^2} =$$

$$e_m^2 \left[ (\omega C - \frac{1}{\omega L})^2 + \frac{1}{R^2} \right]$$

De impedantie is

$$\frac{1}{\sqrt{(\omega C - \frac{1}{\omega L})^2 + \frac{1}{R^2}}}$$

Is  $R$  gelijk  $\infty$  dan is  $\frac{1}{R^2}$  gelijk aan

$$\frac{1}{\infty^2} = 0$$

De impedantie is dan

$$\frac{1}{\sqrt{(\omega C - \frac{1}{\omega L})^2}} = \frac{1}{\omega C - \frac{1}{\omega L}} = \frac{\omega L}{\omega^2 LC - 1}$$

Dit is het geval van fig 57, waarvoor we al reeds eerder dezelfde som vonden. Is  $L = \infty$ , dan is

$$\frac{1}{\omega L} = 0$$

De impedantie wordt dan

$$\frac{1}{\sqrt{\omega^2 C^2 + \frac{1}{R^2}}} = \frac{1}{\sqrt{R^2 \omega^2 C^2 + 1}}$$

Tenslotte wanneer  $C = 0$ , wordt de impedantie

$$\frac{1}{\sqrt{\frac{1}{\omega^2 L^2} + \frac{1}{R^2}}} = \frac{R\omega L}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}}$$

(wordt vervolgd).

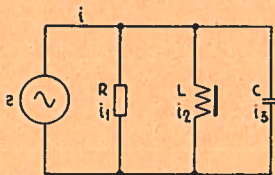


FIG 61

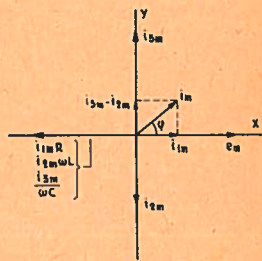


FIG 62

# Electrotechniek voor beginners II

S. J. Geerlings

51-093

De wet van Ohm, welke luidt :  
 $\text{spanning} = \text{stroomsterkte} \times \text{weerstand}$ ,

leert ons wel een belangrijk iets omtrent de onderlinge verhouding van deze drie grootheden, doch ze vertelt ons niets, omtrent de grootte hiervan. We krijgen geen inzicht van de grootte van 1 Volt, wanneer we niet weten, hoe groot 1 Ohm is en hoe groot 1 Ampère.

In de artikelen over het „Practische Maatstelsel” hebben we kunnen lezen, hoe in de moderne wetenschap alle eenheden zó zijn gekozen, dat ze zich onderling tienvoudig of tiendelig verhouden. Daarbij is naar voren gekomen, dat de eenheden van spanning, stroomsterkte en weerstand, nl de volt, de ampère en de ohm niet zo veel afwijken van de daarvoor vroeger aangenomen waarden, zodat ze in het verband van deze artikelen nog wel kunnen dienen.

Om een begrip te krijgen van de grootte van 1 Ohm, kan men onthouden, dat deze ongeveer overeenkomt met de weerstand van een kwikkolom van 1063 mm lengte en 1 mm<sup>2</sup> doorsnede (kwik is een vloeibaar metaal, dat we in sommige thermometers kennen).

Wanneer we aan een batterij met een bepaalde spanning een lange en dunne koperdraad in serie met een stroommeter verbinden, dan wijst deze meter een bepaald aantal ampères aan.

Nemen we draden van ijzer, van tin, van lood, enz alle van dezelfde lengte en met dezelfde diameter, dan geeft de meter steeds een andere stroomsterkte aan, hetgeen er op wijst, dat de weerstand verschil-

lend is. Om de weerstand van de verschillende soorten metaal onderling te kunnen vergelijken, dient men uit te gaan van draden van dezelfde afmetingen. Hiervoor heeft men genomen de lengte van 1 m en de doorsnede van 1 mm<sup>2</sup>. De weerstand van zulk een draad van een bepaalde stof noemt men de soortelijke weerstand van die stof (sw). Deze is bijv voor koper gelijk aan 0,0175 Ω; van de metalen heeft koper de laagste soortelijke weerstand, op zilver na, waarvoor deze 0,016 bedraagt. Dit metaal is echter te duur om in de praktijk voor electrotechnische doeleinden gebruikt te worden.

Uit berekeningen of uit metingen volgt, dat 1 km kabelader van 0,8 mm dikte een weerstand heeft van ≈ 35 Ω; 1 km van 0,6 mm heeft ≈ 60 Ω. Wil men met weinig draad een grote weerstand maken, dan neemt men wel nikkelinedraad, dat een sw heeft van 0,4Ω; hiervan heeft 1 km draad van 0,8 mm een weerstand van 796,17Ω.

Verkoperen of verzilveren wil zeggen: een metalen voorwerp met een laagje koper of zilver bedekken; dit gebeurt electrisch. Wil men bijv een koperen medaille verzilveren, dan hangt men deze aan een draadje in een zilverbad; dit is een oplossing van zilver in zwavelzuur. Aan een ander draadje hangt men een stukje zuiver zilver en nu stuurt men een electrische gelijkstroom door de oplossing, welke gaat van het zilver naar de medaille. Het is dan net, of de electrische stroom zilver meeneemt van het stuk metaal naar de medaille en dit daarop gelijkmatig neerslaat.

De hoeveelheid zilver, welke overgebracht wordt, is afhankelijk van de tijd en van de stroomsterkte en nu heeft men de stroomsterkte, welke in 1 sec een hoeveelheid van 1,118 mg zilver neerslaat 1 ampère genoemd. Deze hoeveelheid is daarmee dus ook precies bepaald en wanneer nu gevraagd wordt, hoe groot de eenheid van spanning is, dan mogen we dus antwoorden: 1 volt = de spanning welke nodig is om een stroom van 1 A door een weerstand van 1  $\Omega$  te sturen.

Vraagstukken.

In § 2 hebben we de wet van Ohm leren kennen, welke luidt:

a.  $\text{spanning} = \text{stroomsterkte} \times \text{weerstand}$  of  $E = I \times R$ .

Ook kunnen we zeggen:

b.  $\text{stroomsterkte} = \frac{\text{spanning}}{\text{weerstand}}$

of  $I = \frac{E}{R}$  en

c.  $\text{weerstand} = \frac{\text{spanning}}{\text{stroomsterkte}}$

of  $R = \frac{E}{I}$

Met behulp van regel a kunnen we de spanning van een batterij uitrekenen, als deze een stroom van 3 A door een weerstand van 28  $\Omega$  stuurt. Deze is dan  $3 \times 28 = 84$  V.

Wanneer we op een batterij van 24 V een weerstand van 120  $\Omega$  aansluiten, dan is volgens regel b de

stroomsterkte  $I = \frac{24}{120} = \frac{1}{5}$  A of

0,2 A of 0,200 A = 200 mA (1 milli-ampère = 0,001 A).

Een batterij van 60 V levert een stroom van  $1\frac{1}{2}$  A. Volgens regel c is dan de aangesloten weerstand  $R = 60 : 1\frac{1}{2} = 40 \Omega$

Maak voor U zelf de volgende vraagstukken.

a. Bereken de spanning van de batterij als:

de stroomsterkte = 5 A, de weerstand 10  $\Omega$ ; de stroomsterkte =  $3\frac{1}{3}$  A, de weerstand 180  $\Omega$ ; de stroomsterkte = 0,8 A, de weerstand 725  $\Omega$ ; de stroomsterkte = 284 mA, de weerstand 25  $\Omega$ ; de stroomsterkte = 75 A, de weerstand 0,02  $\Omega$ .

b. Bereken de stroomsterkte, welke geleverd wordt door:

een spanning van 48V in een weerstand van 240  $\Omega$ ; een spanning van 60 V in een weerstand van 60  $\Omega$ ; een spanning van  $1\frac{1}{2}$  V in een weerstand van 36  $\Omega$ ; een spanning van 5 V in een weerstand van 200  $\Omega$ ; een spanning van 18 V in een weerstand van 72  $\Omega$ .

c. Hoe groot is de weerstand als:

een emk van 24 V een stroom levert van 2 A?

een emk van 72 V een stroom levert van 0,4 A?

een emk van 220 V een stroom levert van 36 mA?

een emk van 127 V een stroom levert van 25,4 mA?

een emk van 48 V een stroom levert van 1,6 A?

d. Hoeveel elementen moet men in serie schakelen om een batterij van 48 V te krijgen? Met hoeveel accucellen kan men in dit geval volstaan?

e. In een net van 220 V gebruikt een lamp 1,1 A. Hoeveel weerstand heeft de draad als de lamp brandt?

Denk er om: de gevonden waarde geldt niet voor de lamp in koude toestand.

(wordt vervolgd)