



DTT
studieblad
door en voor technisch personeel



53-063

Misschien heeft U, bij het ter hand nemen van dit nummer van het Studieblad, ook iets opgemerkt. Mogelijk heeft U reeds geconstateerd, dat ons blad wat dikker geworden is en nu vier pagina's méér telt.

Deze winst danken wij voor een groot deel aan de nimmer aflatende activiteit van de administratie van ons blad, die deze uitbreiding mogelijk maakte *zonder* verhoging van de abonnementsprijs.

Men is er nl in geslaagd nog enkele advertentie-contracten af te sluiten ; om deze te kunnen opnemen werd het blad met 4 blzn uitgebreid.

Daardoor bleven er 3 blzn over, welke de Redactie kan gebruiken voor een meer populaire rubriek.

Het blad papier, dat de 4 blzn omvat, wordt dan ook opgenomen tussen het omslag en de eigenlijke 32 bladzijden en wordt als een tweede omslag beschouwd, welke bij het inbinden van een jaargang weggenomen kan worden. Deze blzn worden niet genummerd.

Heeft U er wel eens bij stil gestaan, dat U ons tijdschrift, ondanks verhoging van de drukkosten, nog voor dezelfde prijs als bij de oprichting in de bus krijgt ? Het enige verschil is, dat U acht jaar geleden een tijdschrift ontving, dat 16 pagina's telde, terwijl U thans voor dezelfde

prijs 36 pagina's in een keurige omslag ontvangt.

Dit alles is niet alleen te danken aan het feit, dat ons Studieblad is gegrondvest op bereidwillige medewerking en niet op commerciële. Wij danken dit ook niet alleen aan een goed financieel beheer en een behoorlijke samenwerking met de Unie van PTT-organisaties, hoe belangrijk deze factoren ook zijn.

Vóór alles danken wij dit aan de belangstelling, welke onze collega's steeds weer voor ons blad tonen en als gevolg daarvan het grote aantal abonné's, dat op ons blad geabonneerd is.

Naarmate dit aantal groter is, worden ook de mogelijkheden voor ons blad veel groter. Werf dus ook nu abonné's voor het Studieblad !

De redactie zal de nu gewonnen ruimte benutten voor een nieuwe rubriek, onder de titel :

Wij merken op.

Een rubriek, welke U in telegramstijl allerlei wetenswaardigheden zal vertellen over binnen- en buitenlandse ontwikkelingen op technisch en wetenschappelijk gebied. En mocht U iets lezen of zien waarvan U denkt : „Dat is iets voor onze nieuwe rubriek !”, wacht dan niet, maar zendt het in ; mogelijk is de redactie het met U eens en wordt het geplaatst.

De redactie

Werkt een wekinrichting zonder scheidingscondensator?

II

D. J. Dekker

53-064

(vervolg van blz 205)

b. De invloed van de magnetiseringsstroom op de ingangsimpedantie.

Is de magnetiseringsstroom niet te verwaarlozen ten opzichte van de belastingsstroom, dan gaat het bovenstaande niet meer op. De transformatorringang moeten we ons in dit geval, volgens figuur 5, vervangen denken door de parallelschakeling van de weerstand R_1 en een spoel met een zelfinductie-coëfficiënt gelijk aan die van de primaire transformatorwikkeling.

De stroom, die in dit vervangings-schema door de spoel vloeit, is de magnetiseringsstroom van de transformator.

Hieruit blijkt, dat de ingangsimpedantie van een transformator o.a. bepaald wordt door de frequentie van de wisselstroom of -spanning, welke men met behulp van deze transformator wil transformeren.

De magnetiseringsstroom zal des te eerder haar nadelige werking doen gelden, naarmate de belastingsstroomsterkte kleiner en derhalve de belastingsweerstand R groter is.

Naast de frequentie van de te transformeren spanning is er echter nog een andere factor, welke van invloed is op de sterkteverhouding tussen magnetiserings- en belastingsstroom. De magnetiserings- en belastingsstroomsterkte blijken namelijk slechts tot een bepaalde waarde van de transformatorklemspanning evenredig te zijn, d.w.z. in gelijkblijvende verhouding tot elkaar te

staan. Boven deze waarde wordt de verhouding $\frac{i_m}{i_1}$ met het toenemen van de klemspanning groter en de ingangsimpedantie van de transformator kleiner.

Dit is slechts mogelijk indien met het toenemen van de klemspanning tenminste één van de verhoudingen

$$\frac{e_1}{i_m} \text{ en } \frac{e_1}{i_1}$$

zich wijzigt.

Beide verhoudingen zullen we dus aan een nader onderzoek moeten onderwerpen.

We beschouwen hiertoe weer een onbelaste transformator, waarop we een regelbare sinusvormige wisselspanning e_1 met een voldoende hoge frequentie aansluiten. De magnetische veldsterkte H in de transformator kern is evenredig met de sterkte van de magnetiseringsstroom i_m .

We veronderstellen een dusdanige kwaliteit van het zachtstaal van de kern, dat hierin nagenoeg geen hysteresisverliezen optreden. De inductie $B = \mu H$ in het zachtstaal kan dan als functie van de stroomsterkte i_m weergegeven worden als in figuur 6a.

Tot een bepaalde waarde van B is het verband tussen B en i_m lineair en de permeabiliteit μ dus constant. Dit wordt weergegeven door het tussen de punten B_v gelegen rechte stuk van de $B - i_m$ kromme; na de punten B_v begint, tengevolge van de magnetische verzadiging van de transformator kern, de zogenaam-

de knie van de kromme en is B niet meer evenredig met i_m .

Uit figuur 6a kunnen we dus aflezen, hoe sterk de stroom i_m moet zijn om een bepaalde waarde van de inductie B te verkrijgen.

Nu weten we, dat op ieder ogenblik evenwicht moet bestaan tussen de primaire klemspanning en de in de primaire transformatorwikkeling optredende tegen-emk. Verandert de primaire klemspanning sinusvormig met de tijd, dan zal ook de tegen-emk als functie van de tijd sinusvormig moeten zijn.

Daar tussen de krachtstroom of flux ϕ ($= B \cdot O$) en de hierdoor veroorzaakte tegen-emk 90° faseverschuiving bestaat, zie fig 4, moet de inductie B cosinusvormig met de tijd veranderen.

In figuur 6b zijn twee cosinusvormige inducties getekend; de ene behoort bij een twee maal zo grote klemspanning als de andere.

De voor deze inducties vereiste magnetiseringsstromen zijn weergege-

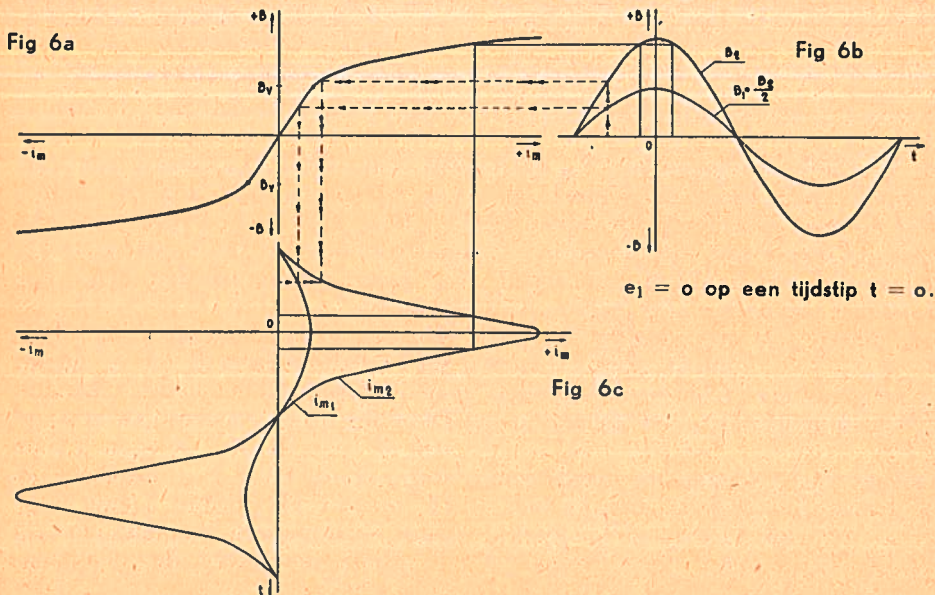
ven in figuur 6c, welke verkregen is door de figuren 6a en 6b op de aangegeven wijze te combineren.

Duidelijk komt tot uiting, dat bij de inductie B_2 een niet-sinusvormige magnetiseringsstroom behoort, welke aanzienlijk meer dan tweemaal zo sterk is als de bij de inductie

$B_1 = \frac{B_2}{2}$ behorende magnetiseringsstroom.

Met behulp van figuur 6 kunnen we zodoende voor iedere waarde van de klemspanning de sterkte en de vorm van de magnetiseringsstroom bepalen. Vergroten we de sinusvormige klemspanning e_1 , uitgaande van de waarde nul, tot aan de waarde e_v , waarbij de maximum inductie B_v behoort, dan blijkt de magnetiseringsstroom steeds sinusvormig en de verhouding $\frac{e_1}{i_m}$ constant te zijn.

Wordt de klemspanning hierna nog verder vergroot, dan zien we, dat de magnetiseringsstroom haar zuive-



re sinusvorm verliest. Dit verschijnsel is echter voor ons van minder belang. Van veel grotere betekenis is, dat bij bedoelde hoge klemspanningen de magnetiseringsstroom gemiddeld veel sterker is, dan zij geweest zou zijn, indien de permeabiliteit μ constant en bijgevolg de kromme B als functie van i_m een rechte lijn door de oorsprong was.

We moeten alleen bedenken, dat in verband met haar vervorming de magnetiseringsstroom in het vector-diagram eigenlijk niet meer voorgesteld mag worden door een vector i_m van constante lengte.

Doen we dit gemakshalve toch, dan maken we weliswaar een fout, doch deze is slechts klein als de klemspanning de waarde e_v voldoende ver heeft overschreden en de vorm van i_m als functie van de tijd de sinus-oïde weer vrij goed benadert. Voor ons doel mogen we deze fout dan ook wel verwaarlozen, zodat we kunnen zeggen, dat de verhouding

$\frac{e_1}{i_m}$ welke in het begin bij het opvoeren van e_1 constant blijft, kleiner wordt zodra de transformator-klemspanning de waarde e_v overschrijdt.

Uit figuur 6 kunnen we afleiden,

dat $\frac{e_1}{i_m}$ als functie van e_1 ongeveer een verloop zal hebben als in figuur 7 is weergegeven.

De cosinusvormige inductie B veroorzaakt zowel de primaire tegenemk als de secundaire emk e_2 .

Beide emk's blijven dus sinusvormig en evenredig met de primaire klemspanning, hoe groot deze ook wordt. Dit geldt dus ook voor de belastingsstroom i_1 , welke gaat vloeien als we de transformator belasten met een weerstand R . Hier-

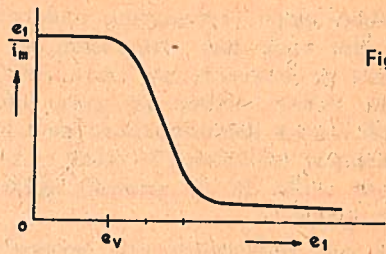


Fig 7

uit volgt, dat de verhouding

$$\frac{e_1}{i_1} = R_1$$

constant blijft, ook wanneer de verhouding $\frac{e_1}{i_m}$ kleiner wordt.

Een kleinere verhouding $\frac{e_1}{i_m}$ betekent een kleinere zelfinductiecoëfficiënt van de primaire transformatorwikkeling.

We komen derhalve tot de slotsom, dat bij het van nul af opvoeren van de regelbare klemspanning de ingangsimpedantie van de door ons beschouwde transformator aanvankelijk ohms en gelijk aan

$$R_1 = R \left(\frac{w_1}{w_2} \right)^2$$

is en dat deze snel aanzienlijk kleiner en inductief wordt, nadat de klemspanning de waarde heeft overschreden, waarbij een maximum inductie B_v behoort.

Volledigheidshalve dient nog opgemerkt te worden, dat het bovenstaande slechts dan geheel opgaat, wanneer de op de transformator aangesloten spanningsbron geen inwendige weerstand heeft. Wordt aan deze voorwaarde niet voldaan, dan is de transformator-klemspanning, door ons als onafhankelijk veranderlijke ingevoerd, immers afhankelijk van de stroomsterkte, welke de transformator opneemt.

Alhoewel tengevolge van deze afhankelijkheid het hier gevonden re-

sultaat geen verandering ondergaat, is het toch wel interessant na te gaan in hoeverre we onze redenering zullen moeten wijzigen, indien zich tussen spanningsbron en transformator weerstand bevindt, te meer daar zulks in de praktijk dikwijls het geval is.

Bij ons onderwerp van bespreking bijvoorbeeld bevindt zich, indien we de scheidingscondensator afwezig veronderstellen, tussen spanningsbron en transformator een weerstandslamp, zie figuur 2.

We bezien allereerst een onbelaste transformator, welke we via een weerstand R_1 aansluiten op een regelbare en sinusvormige emk E . In het aldus gevormde circuit gaat dan de magnetiseringsstroom i_m vloeien. De transformatorklemspanning e_1 is tengevolge van het spanningsverlies $i_m \cdot R_1$ een bepaald bedrag kleiner dan de emk E van de spanningsbron.

De magnetiseringsstroom is zo sterk, dat er evenwicht bestaat tussen de emk E enerzijds en de vectorsom van het spanningsverlies $i_m \cdot R_1$ en de tegen-emk e_1 , door de flux ϕ in de primaire wikkeling geïnduceerd, anderzijds. De flux ϕ induceert eveneens de secundaire emk e_2 .

Belasten we nu de transformator met een weerstand, dan gaat in de secundaire wikkeling een stroom i_2 vloeien. Zoals we weten heeft de secundaire stroom onmiddellijk tot gevolg, dat ook primair een stroom gaat vloeien. Deze primaire stroom

veroorzaakt een spanningsverlies over de weerstand R_1 , waardoor de transformatorklemspanning e_1 daalt. De primaire tegen-emk daalt dus ook, evenals de magnetiseringsstroom i_m en de flux ϕ .

Met de flux ϕ worden dan achter-eenvolgens de secundaire emk en stroom weer kleiner. Al met al zien we dus, dat in een zeer korte spanne tijds na het belasten van de transformator zich in de gehele schakeling een nieuwe evenwichtstoestand instelt.

We kunnen de bij deze evenwichtstoestand behorende spanningen en stromen in een vectordiagram weer geven, zie fig 8.

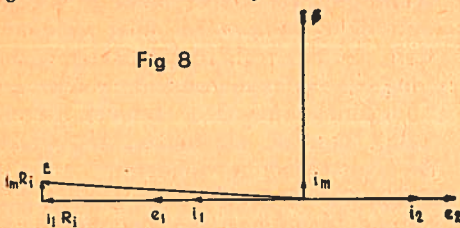
Het spanningsverlies over R_1 is in dit vectordiagram ontbonden in de spanningen $i_m \cdot R_1$ en $i_m \cdot R_1$. Bij het vergroten van de emk E blijft voortdurend het nu bestaande evenwicht gehandhaafd, doordat i_m , i_1 en i_2 alle in dezelfde mate als E groter worden.

De verhouding tussen de verschillende grootheden in het vectordiagram blijft dus ongewijzigd. Dit duurt echter slechts tot de magnetiseringsstroom de waarde bereikt waarbij in figuur 6a de inductie B_v behoort.

Wordt hierna de emk E nog verder vergroot, dan zal de magnetiseringsstroomsterkte ter verkrijging van evenwicht sneller dan voorheen met E toenemen. Dit is dus ook het geval met het spanningsverlies $i_m \cdot R_1$. Als gevolg hiervan gebeurt evenwel met de transformatorklemspanning en vervolgens met het spanningsverlies $i_1 \cdot R_1$ juist het tegenovergestelde, zij het dan niet in zo sterke mate.

Om de som van de spanningen e_1

Fig 8



en $i_1 \cdot R_1$ te vinden, moeten we nl het spanningsverlies $i_m \cdot R_1$ vectorieel van de emk E aftrekken, zie fig 8. Ter verduidelijking: neemt de emk toe van de waarde E tot de waarde $a \cdot E$, dan verandert de magnetiseringsstroomsterkte van i_m tot $(a + n) \cdot i_m$ en de transformator-klemspanning van e_1 tot $(a - m) \cdot e_1$, waarbij n groter is dan m .

We weten reeds, dat de grootheden e_2 , i_2 en i_1 evenredig zijn met de transformator-klemspanning e_1 . De verhouding tussen e_1 en i_1 blijft dus constant, terwijl daarentegen de verhouding tussen e_1 en i_m bij te grote waarden van de emk een zodanige wijziging ondergaat, dat $\frac{e_1}{i_m}$ kleiner wordt naarmate E groter wordt. De betekenis hiervan is ons ook reeds bekend.

De vervorming, welke bij te grote waarden van E optreedt, hebben we, als niet ter zake doende, weer buiten beschouwing gelaten. Ons interesseert slechts het feit, dat met deze vervorming weer een verkleining van de ingangsimpedantie van de transformator gepaard blijkt te gaan. Het voorgaande kunnen we nu als volgt in het kort samenvatten:

1e. Onder normale omstandigheden is de ingangsimpedantie van een transformator nagenoeg *ohms* en gelijk aan $R_1 = n^2 R$, indien $n =$ de wikkerverhouding en $R =$ de belastingsweerstand van de transformator is.

2e. Wordt van deze normale omstandigheden afgeweken, door de frequentie of de spanning van de te transformeren wisselstroom respectievelijk lager of hoger te maken dan de frequentie of spanning waarvoor de transformator berekend is, dan wordt de ingangsimpedantie van

de transformator inductief en kleiner dan R_1 .

Gewapend met deze wetenschap kunnen we trachten het in de aanvang van dit artikel gestelde probleem op te lossen. We bezien daartoe de in fig 2 slechts zeer schetsmatig aangegeven vorkschakeling eens wat nader.

De ingangsimpedantie van vorkschakelingen.

In figuur 1 hebben we reeds gezien, dat zich in een complete versterkte telefoonverbinding twee vorkschakelingen bevinden. Een gedetailleerde beschrijving van deze vorkschakeling valt buiten het bestek van dit artikel. We beperken ons daarom tot de volgende algemene opmerkingen.

Bovenbedoelde vorkschakelingen dienen om de tweedraadsgedeelten aan het versterkte vierdraadsgedeelte van een telefoonlijn te koppelen en beschikken daartoe ieder over drie paar aansluitklemmen. Op één paar klemmen, gemerkt *2 dr*, wordt een tweedraadsgedeelte aangesloten.

Het vierdraadsgedeelte wordt verbonden met de klemmen *4 dr in* (uitgang versterker) en *4 dr uit* (uitgaande kabeladerpaar). De drie klemmenparen moeten onderling zodanig verbonden worden, dat slechts een fractie van de energie, welke de versterker, zie fig 1, aan de klemmen *4 dr in* afgeeft, via de klemmen *4 dr uit* op het uitgaande kabeladerpaar kan belanden. In ieder geval moet de zogenaamde *overloopdamping* tussen de klemmen *4 dr in* en *4 dr uit* groter zijn dan de restversterking van de inkomende tak van het vierdraadsgedeelte. Dit ten einde fluiten of genereren van de

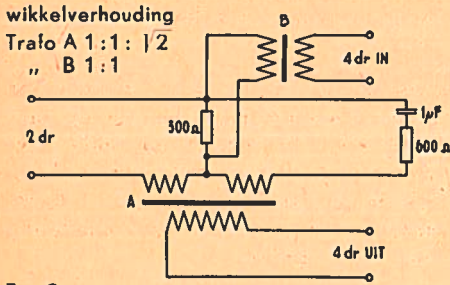


Fig 9a

verbinding te voorkomen. Bovendien moet in het algemeen gesproken, de demping van $4 dr$ in naar $2 dr$ en van $2 dr$ naar $4 dr$ uit, zo klein mogelijk zijn.

Met behulp van één of twee transformatoren en een kunstlijn, welke het tweedraads gedeelte min of meer natuurgetrouw nabootst, kan men schakelingen samenstellen, welke aan genoemde eisen voldoen.

Het werkingsschema (principeschema) van één dezer schakelingen, naar zijn samensteller *Ohnesorgevork* genaamd, is weergegeven in fig 9a. Strikt genomen kan hierin de transformator B gemist worden. Dit is niet het geval met de vorkschakeling volgens Campbell, welke gebaseerd is op het gebruik van twee transformatoren.

Het werkingsschema van een Campbellvork vinden we in fig 9b. De Campbellvork is een symmetrische en de Ohnesorgevork een asymmetrische vorkschakeling.

Uit de in figuur 9 aangegeven wikkelverhouding van de transformatoren A en B blijkt, dat we in de tweedraadszijde van de vorkschakeling een weerstand van 600 ohm zien, indien we de karakteristieke impedantie van het uitgaande aderpaar op 600 ohm stellen. De belasting die de versterkeruitgang op de vorkschakeling vormt mogen we ver-

waarlozen, daar deze 5000 ohm bedraagt.

Stilzwijgend is hierbij verondersteld, dat de spanning, aangesloten op de klemmen $2 dr$, niet te hoog is en een voldoende hoge frequentie heeft.

Iedere transformator verliest immers, zoals in het voorgaande is aangetoond, zijn transformerende eigenschappen wanneer de aangesloten spanning, hetzij in grootte, hetzij in frequentie te veel in ongunstige zin afwijkt van de waarden waarmede bij het ontwerpen van de transformator rekening is gehouden. Dit geldt dus ook voor onze vorktransformatoren, welke berekend zijn voor het overdragen van spanningen in de orde van grootte van 1V en met frequenties gelegen tussen de 300 en 3400 Hz.

Bij de gebruikelijke waarden van de op deze transformator aangesloten belastingsweerstand heeft de belastingsstroom een sterkte van 1 à 1,5 mA. De magnetiseringsstroomsterkte bedraagt bij een klemspanning van 1 V met een frequentie van 1500 Hz slechts enkele honderdsten mA en mag derhalve ten opzichte van de belastingsstroomsterkte wel verwaarloosd worden.

Houden we evenwel de klemspanning constant, terwijl we de frequentie verlagen tot 25 Hz, dus tot de frequentie van de laagfrequente wekspanning, dan stijgt de sterkte van de magnetiseringsstroom tot ongeveer 1 mA, een waarde, welke we niet meer kunnen verwaarlozen.

De ingangsimpedantie van de vorktransformatoren zal tengevolge hiervan reeds aanmerkelijk kleiner zijn dan de waarde, welke volgt uit de in figuur 9 aangegeven wikkelverhoudingen en de belastingsweerstand.

Vanzelfsprekend geldt dit ook voor de impedantie, welke in de tweedraadszijde van de vorkschakeling gezien wordt.

Deze impedantie, welke we gemakshalve de *ingangsimpedantie* van de vorkschakeling zullen noemen, bedraagt bij normale spanningen met een frequentie van 25 Hz ongeveer 400 ohm in plaats van 600 ohm.

Bij onze probleemstelling is reeds gezegd, dat de spanning over een weerstand van 600 ohm 30 à 50 volt bedraagt, als we deze weerstand via een weerstandslamp aansluiten op de laagfrequente wekspanning van 75 volt.

Doen we ditzelfde met een weerstand van 400 ohm, dan blijft de daarover optredende spanning, ongeacht het gebruikte type weerstandslamp, nog ruimschoots boven de 15 volt, welke tenminste nodig zijn om het wekrelais WR te doen functionneren.

Vervangen we echter deze weerstand van 400 ohm door de tweedraadszijde van één der vorkschakelingen uit figuur 9, dan is de 25 Hz-spanning hierop lager dan 15 volt, terwijl de opgenomen stroomsterkte 100 à 200 mA bedraagt.

De ingangsimpedantie van deze vorkschakeling is dus kennelijk aanzienlijk kleiner dan 400 ohm. Na hetgeen in dit artikel reeds gezegd is over het verband tussen klemspanning, magnetiseringsstroomsterkte en ingangsimpedantie van een transformator, zal de oorzaak hiervan duidelijk zijn.

Conclusie.

We zijn nu met ons betoog zo ver gevorderd, dat we kunnen beoordelen of de in fig 2 blz 203, aangegeven scheidingscondensator al of niet

noodzakelijk is. Alvorens tot het trekken van een conclusie over te gaan, overzien we nog even de gegevens, welke we in de loop van dit artikel verzameld hebben. Aan de hand van deze gegevens kunnen we dan nagaan op welke wijze de spanning op het wekrelais het beste op de vereiste waarde kan worden gebracht.

Voor het wekken op versterkte verbindingen beschikken we over een algemene wekspanning van 75 volt met een frequentie van 25 Hz. Met behulp van deze wekspanning moeten we een wekrelais doen opkomen, dat een toonfrequente wekspanning op het versterkte gedeelte van de telefoonverbinding schakelt.

De opkomspanning van dit relais bedraagt 15 volt.

Wordt de algemene wekspanning via een weerstandslamp geschakeld op de tweedraadszijde van een vorkschakeling, dan is de spanning hierop lager dan 15 volt.

Dit komt doordat de transformatoren in de vorkschakelingen berekend zijn voor veel lagere spanningen dan 15 volt, welke bovendien een aanzienlijk hogere frequentie dan 25 Hz moeten hebben.

Nu kan de opkomspanning van het

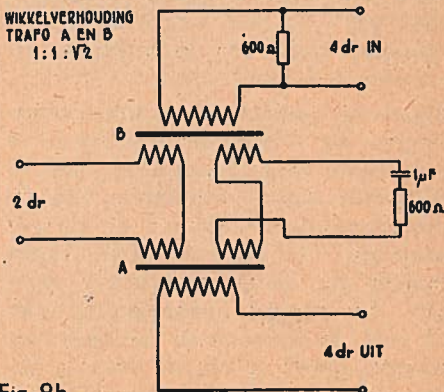


Fig 9b

wekrelais niet veel verlaagd worden. Evenmin kunnen we, in verband met het gevaar van overspreken, de frequentie van de wekspanning veel verhogen. De algemene wekspanning is evenwel rijkelijk hoog.

We zouden dus de laagfrequente wekspanning op de tweedraadszijde van de vorkschakeling kunnen verhogen tot 15 volt, door de weerstand van de weerstandslamp te verkleinen. Het wekrelais zou dan zonder meer, zij het via zijn eigen contacten en de Graetz-schakeling, zie figuur 2, parallel aan de tweedraadszijde geschakeld kunnen worden.

Bij gelijktijdig wekken op meerdere verbindingen zou echter zodoende de algemene wekspanning te zwaar worden belast.

Een ander en eigenlijk nog veel funester gevolg zou zijn, dat er op deze wijze door de vorktransformatoren, gedurende de opkومتijd van het wekrelais, een te sterke wekstroom zou vloeien. Deze mogelijkheid om tot een oplossing te geraken kunnen we dus gevoegelijk buiten beschouwing laten.

De moeilijkheden waarmee we hier te kampen hebben, worden in feite veroorzaakt door het aanzienlijke verschil in grootte tussen de opkومتspanning van het wekrelais en de spanning waarvoor de vorktransformatoren berekend zijn.

Bijgevolg zouden we kunnen overwegen, de vorktransformatoren te berekenen voor spanningen van 15 volt. Het aantal windingen van de transformatorwikkelingen en de afmetingen van de transformator kern moeten dan zó groot gekozen worden, dat bij een klemspanning van 15 volt de inductie in de kern ten hoogste gelijk is aan de waarde B_v van het in de transformator kern toe-

gepaste zachtstaal, zie figuur 6a. Sluiten we de tweedraadszijde van een vorkschakeling, welke uitgerust is met dergelijke transformatoren via een weerstandslamp aan op de algemene wekspanning, dan blijft de magnetiseringsstroomsterkte van de vorktransformatoren binnen de toelaatbare grenzen en is de ingangsimpedantie van zo'n vorkschakeling dus ook slechts weinig kleiner dan 600 ohm.

Deze aanpassingsmethode, hoe aantrekkelijk ook op het eerste gezicht, blijkt bij nader inzien allesbehalve economisch te zijn, daar zij leidt tot transformatoren, welke in vergelijking met de normale vorktransformatoren zwaar, volumineus en derhalve kostbaar zijn. Veel eenvoudiger en goedkoper is de reeds in figuur 2 gegeven oplossing waarbij wekrelais en vorkschakeling laagfrequent gescheiden worden door de scheidingscondensator C.

Deze scheidingscondensator heeft immers voor de wekspanning een impedantie van ongeveer 6000 ohm en voor de spreekspanningen een te verwaarlozen impedantie. Toepassing van de scheidingscondensator verzekert dus bij het wekken een zodanige spanningsverdeling, dat de wekspanning op het wekrelais hoog en op de vorkschakeling laag genoeg is.

In het algemeen gesproken is de taak van de scheidingscondensator dus tweeledig. Slechts in enkele gevallen heeft de scheidingscondensator vrijwel uitsluitend ten doel, de vorkschakeling tijdens het wekken tegen té sterke stromen te beveiligen.

De vorkschakeling welke reeds enige tijd in internationale verbindingen

(slot onderaan blz 238)

HET HARDEN VAN METALEN

M. L. SCHRIEL



53-065

Van dit onderwerp willen wij enkele aspecten belichten, welke waarschijnlijk ook voor niet-metaalbewerkers interessant zijn. Allereerst iets over de structuur van legeringen.

Een legering is een metaal, waarin méér dan één atoomsoort voorkomt. Hierbij worden verontreinigingen, zoals fosfor en zwavel niet meegerekend.

Legeringen worden meestal gemaakt via de vloeibare toestand. In deze toestand zijn de meeste legerings-elementen oplosbaar in het basismetaal.

Bij het afkoelen van een legering krijgen we een vaste stof, welke uit kleine kristallen bestaat. In fig 1 is een kristalopbouw getekend van de scheikundige verbinding: keukenzout.

In de holten tussen de chlooratomen vinden natrium-atomen een plaats. Rechts in de figuur is hetzelfde nog meer schematisch getekend. Een dergelijke opbouw noemt men een *rooster* of een *tralie*.

Bij het stollen van een legering kunnen we drie gevallen onderscheiden:

1e. Na het stollen bestaat het metaal uit één soort kristallen. Dan zijn

hierbij nog weer drie gevallen te onderscheiden:

a. In het rooster van het basismetaal zijn verschillende atomen vervangen door atomen van het legerings-element. Men spreekt in dit geval van een *mengkristal*, zie fig 2a. Voorbeeld: koper-cadmium.

b. De atomen van het legerings-element komen *tussen* de atomen van het basismetaal. Men noemt dit een *vaste oplossing*, zie fig 2b.

c. De atomen van basismetaal en legerings-element vormen een *verbinding*. Hierbij liggen de atomen van de twee elementen geordend en volgens een vaste verbinding in het rooster.

2e. De kristallen van het basismetaal kunnen geen atomen van het legerings-element opnemen en omgekeerd. In dit geval bestaat dus die vast geworden legering uit een *mengsel van kristallen*. Voorbeeld: bismuth-cadmium.

3e. Dit is een combinatie van 1e en 2e, die in de praktijk het meeste voorkomt, nl — de atomen van het legerings-element zijn *beperkt* oplosbaar in het basismetaal. — Er is dus een *verzadigingsgrens*, waarbo-

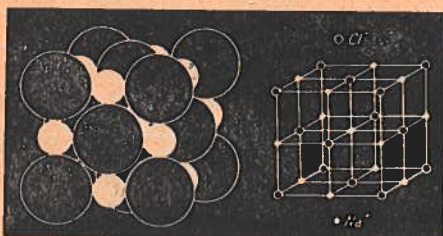


Fig 1

ven mengkristallen en waaronder mengsels van kristallen of verbindingen ontstaan.

Voorbeeld : Lood-tin, ijzer en ijzer-carbide.

Bij de meeste legeringen is het rooster, dus de opbouw van de kristallen verschillend voor verschillende temperatuurgebieden. Het voert te ver hier dieper op in te gaan, maar wel is het nodig om te weten, dat de vorm van het rooster veel invloed heeft op de oplosbaarheid van de legerings-elementen.

Bij koolstofstaal ligt de grens tussen de twee roostervormen bij 906°C . Beneden deze temperatuur begint te omzetting in *ferriet*, dat een zeer lage oplosbaarheid heeft voor koolstof.

Boven 906°C hebben we *austeniet* met een maximum oplosbaarheid van koolstof van 1,7% (bij 1130°C).

In staal komt de koolstof voor in de vorm van een scheikundige verbinding Fe_3C (cementiet). In austeniet vormt dit cementiet een vaste oplossing, zie punt 1b in het begin van dit artikel. In figuur 3 is de oplosbaarheid van koolstof in het ijzer weergegeven. Bij 730°C is 0,9% koolstof opgelost en bij 700°C slechts 0,04% koolstof.

Bij afkoeling van het staal zal bij 721°C het grootste deel van de kool-

stof zich uitscheiden in de vorm van cementiet. Deze uitscheiding zet in met de vorming van kiemen cementiet, die uitgroeien tot plaatjes.

Is echter de afkoelsnelheid zeer groot, bijv 400°C per sec, dan verandert wel de roostervorm, waardoor de mogelijkheid tot het oplossen van de koolstof verdwijnt, maar de koolstof, welke zich als cementiet wil afscheiden, krijgt hiertoe geen gelegenheid. Er treden nog geen atoomgroepen cementiet op, doch de verplaatsingen, die deze vorming inleiden, veroorzaken wel zulke hoge spanningen, dat een verhoging van de hardheid het resultaat is. De door het harden ontstane structuur heet *martensiet*.

Het is duidelijk dat, naarmate de koolstof, welke in het austeniet is opgelost, toeneemt, ook de hardheid na het afschrikken hoger wordt. Bij 0,9% koolstof bereiken we een maximum van 950 vickers-hardheids-eenheden.

We kunnen dit verschijnsel vergelijken met de gedragingen van een oplossing van een zout in water bij *glauberzout*.

Bij afkoeling van de oplossing kristalliseert zout uit. Hiervoor zijn kiemen nodig, waaromheen deze kristallen zich vormen. Ontbreken deze kiemen, welke bijv uit hele kleine stofdeeltjes kunnen bestaan, dan treden geen kristallen uit.

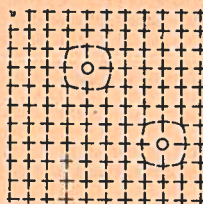


Fig 2a

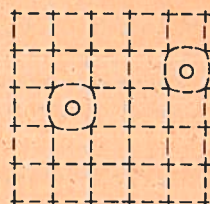


Fig 2b

Bij toenemende afkoeling wordt de spanning in de oplossing steeds groter en wanneer we dan ook een heel klein zoutdeeltje in de oplossing laten vallen, is vrijwel gelijktijdig alle zout uitgekristalliseerd. Deze proef kunt U zelf heel gemakkelijk nemen.

Bij staal wordt nu ook het uittreden, maar dan van cementiet, belemmerd. Bij deze vaste stof kunnen de daardoor ontstane spanningen in het materiaal zeer groot worden.

Na het harden wordt het staal ontlaten. Het doel hiervan is de brosheid ten dele weg te nemen met behoud van de hardheid. Het staal wordt hiertoe verwarmd tot een temperatuur van 100—180°C en daarna weer langzaam afgekoeld.

Bij het ontlaten vindt een structuurverandering plaats, welke gepaard gaat met een volumevermindering, die voor ongelegeerd staal ongeveer 0,3% bedraagt. Tijdens het afschrikken was een volumevermeerdering van ongeveer 0,9% opgetreden. Deze wordt dus weer ten dele opgeheven. Wanneer de ontlaattemperatuur te hoog wordt, gaat de hardheid snel achteruit. Dit is een nadeel bij koolstofstalen beitel.

Door toevoeging van geringe legerings-elementen kunnen de hardingsmoeilijkheden van koolstofstaal worden verminderd.

Deze moeilijkheden ontstaan door de zeer grote afkoelsnelheden, welke bij koolstofstaal moeten worden toegepast om de uitscheiding van cementiet te voorkomen.

Hierdoor kan de kern van het voorwerp niet snel genoeg afkoelen en blijft dus zacht. Verder ontstaan hierdoor ongelijke spanningen in het materiaal.

Door toevoeging van kleine hoeveel-

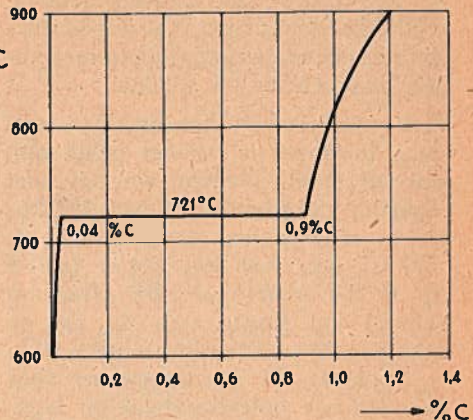


Fig 3

heden chroom, nikkel, mangaan, wolfram, molybdeen en vanadium maakt men de koolstof minder beweeglijk, waardoor de afkoelsnelheid kleiner kan zijn. Men kan dan in olie of lucht in plaats van in water afkoelen.

De voordelen van zwakgelegeerd staal zijn dus o.a. :

- 1e. betere doorharding;
- 2e. minder materiaalspanningen.

De vertraging in de uitscheiding van het cementiet kan door toevoeging van legerings-elementen wel eens zó langzaam verlopen, dat zij zelfs na uiterst langzame afkoeling gedurende verscheidene dagen nog niet is begonnen.

Dit is bijv het geval bij roestvrij staal met 18% chroom, 8% nikkel en minder dan 0,1% koolstof. Dit staal wordt bij 1200°C gewalst en is bij kamertemperatuur nog austenitisch.

Een hardingsproces kan hier dus niet optreden.

Bij roestvrij staal met 15% chroom en 0,4% koolstof vindt wel een omzetting van austeniet plaats. Dit staal is dus wel hardbaar.

Er zijn echter ook andere metalen, welke hardbaar zijn, o.a. koperberyllium en aluminiumlegeringen met koper, magnesium en silicium.

Het principe van het ontstaan van deze hardheid is vrijwel gelijk aan dat bij staal. Nemen we bijv een legering van aluminium met 4% koper. Verhitten we dit materiaal tot 530°C, dan lost het koper geheel op in het aluminium. Bij afkoeling scheidt het koper zich uit als de scheikundige verbinding CuAl_2 (Cu = koper en Al = aluminium) door verminderde oplosbaarheid bij lagere temperaturen.

Door afschrikken kan de uitscheiding worden onderdrukt.

In tegenstelling tot staal zijn nu nog geen spanningen in het materiaal ontstaan.

Het uitscheiden geschiedt pas bij

wat we bij staal *het ontlaten* noemen, dus door verhitting na het afschrikken tot bijv 150°C. Hierdoor ontstaan spanningen in het materiaal, dus harding.

Bij hogere temperaturen geschiedt de uitscheiding vlotter, waardoor de harding weer minder wordt. We merken dit bijv bij het lassen van duraluminium (een aluminium-koper-magnesiumverbinding). Dit soort harden noemt men *disperie- of uitscheidingsharding*. Van duraluminium bijv krijgt men vóór en ná de harding respectievelijk: treksterkte 22 kg/mm², rek 20% en treksterkte 45 kg/mm², rek 16%.

Over het harden valt nog zeer veel meer te vertellen. In een uitgave van de Opleidingsdienst, welke zo juist verschenen is, is dit onderwerp uitvoeriger behandeld (Materialenkennis deel II).

(slot van blz 234)

gebruikt wordt, heeft ook voor te hoge spanningen met te lage frequenties een nog zó grote ingangsimpedantie, dat de scheidingscondensator, voor zover het de grootte van de 25 Hz spanning betreft, meestentijds wel gemist zou kunnen worden. Is de scheidingscondensator niet in de wekinrichting van figuur 2 opgenomen, dan bedraagt de wekspanning op deze vorkschakeling namelijk meestal toch juist 15 volt.

De stroom door de vorkschakeling is dan echter veel te sterk, ongeveer 70 à 160 mA. De scheidingscondensator is hier dus in de eerste plaats noodzakelijk ter beveiliging van de vorkschakeling.

Na aldus het door ons opgeworpen probleem van alle kanten bekeken te hebben, komen we tot de conclusie, dat toepassing van de scheidingscondensator de beste oplossing biedt voor de hier besproken moeilijkheden bij het wekken op versterkte verbindingen.

De in de kop van dit artikel gestelde vraag: „Werkt een wekinrichting zonder scheidingscondensator?“, moeten we dan ook ontkenkend beantwoorden.

Noot van de redactie.

Op verzoek van de schrijver werden de uitdrukkingen wekken en wekinrichting niet genormaliseerd.

Een huistelefoonsysteem met snelle draaikiezers type U 45 en registers

VII

door B. J. Geels

53-066

(vervolg van blz 210)

4.5. Het instellen van de kiezers.

4.5.1. De instelling van een groeps-kiezer.

Het instellen van de kiezers geschiedt door het markeren van de juiste uitgang(en) van de kiezers vanuit het register en het stilzetten van deze kiezer d.m.v. een testrelais, dat ook in het register is aangebracht. Fig 31 geeft dit op eenvoudige wijze weer voor de instelling van de I Gk op een vrije Ek.

Een eindkiezer mag door de I Gk worden getest als aan de volgende voorwaarden is voldaan.

- De Ek moet vrij zijn (contact 1);
- De Ek mag niet geblokkeerd zijn (contact BKT);
- De veiligheid moet intact zijn (contact vc).

De groepskiezer test dus door de eindkiezer heen naar de markeerspanning van het register. In fig 31 is aangenomen, dat het cijfer 6 is gekozen en dat de markeerspanning dus via contact m3 en de contactenpyramide H met de uitgang 6 is verbonden. Op analoge wijze zijn alle eindkiezers van de andere honderdtallen met de overeenkomstige uitgangen van de pyramide H verbonden.

Als de Gk op een vrije uitgang komt, zal relais T in het register snel opkomen, (0,4 msec) en met contact t de magneet van de Gk uit-schakelen.

4.5.3. De instelling van een eind-kiezer.

De instelling van een eindkiezer is niet zo eenvoudig als voor de groeps-kiezer. Kon de laatste nl een keuze doen uit een aantal vrije Ek's van het gewenste 100-tal; de Ek moet worden ingesteld op één van de honderd aangesloten uit het betreffende honderdtal. Deze kiezer moet dus worden ingesteld met de hulp van 2 pyramideschakelingen (tientallen en eenheden).

Voor de markering van deze kiezers is een eenmaal per centrale voorkomende markeerstroomloop aanwezig, welke gedeeltelijk in fig 32 is aangegeven.

De tientallen- en eenhedenpyrami-

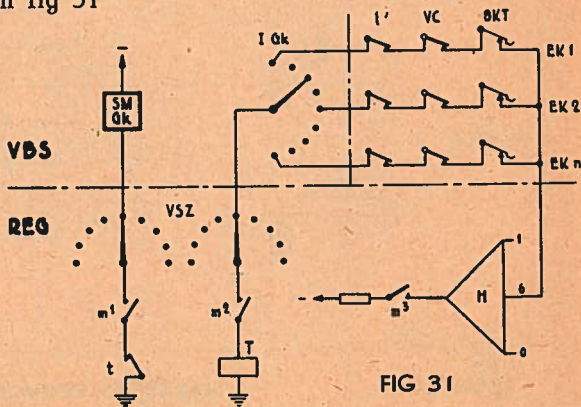


FIG 31

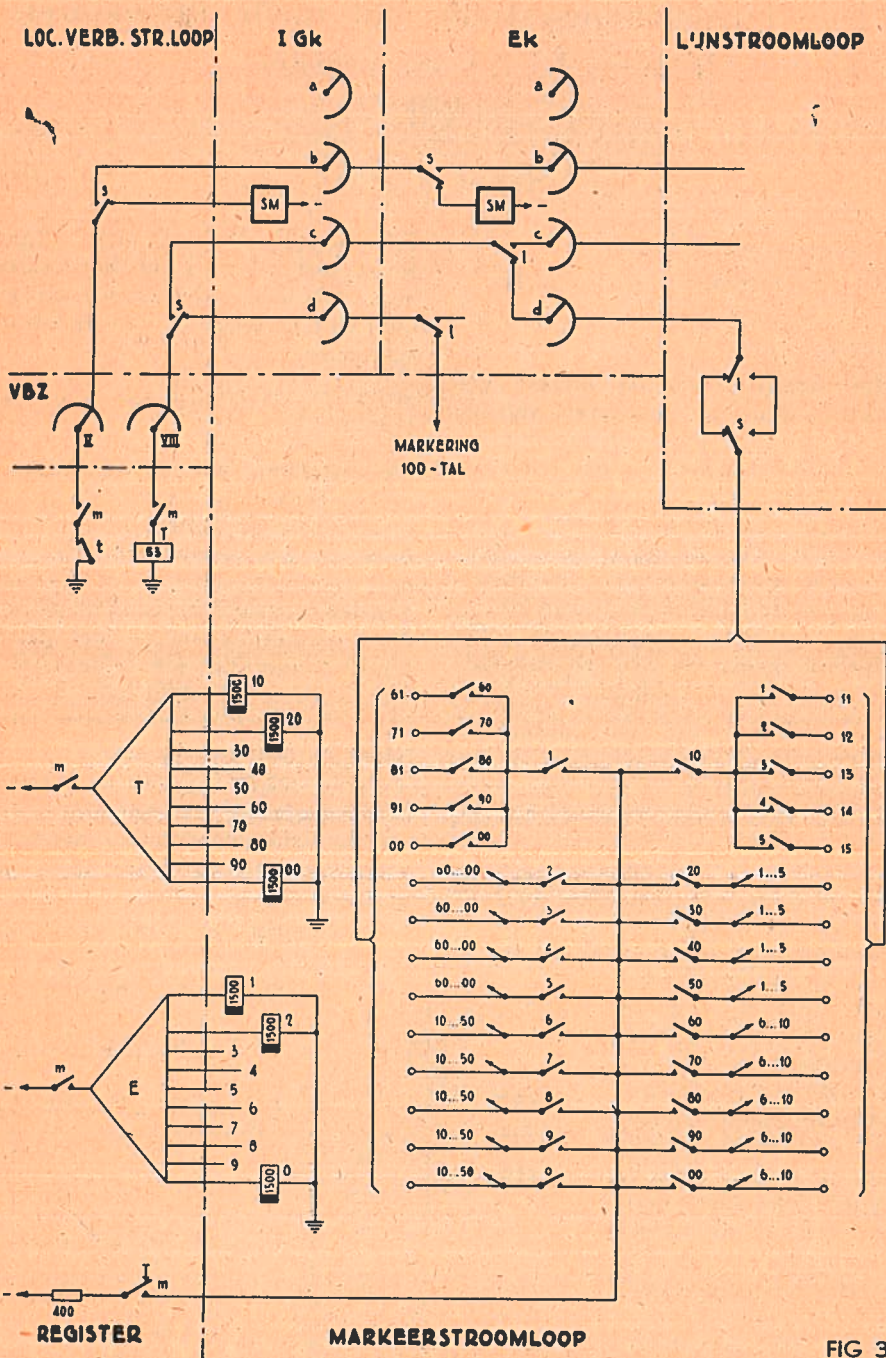


FIG 32

den van alle registers, zijn verbonden met twintig relais, waarvan de relais 10 t/m 00 met de tientallenpyramide en de relais 1 t/m 0 met de eenhedenpyramide zijn verbonden. In het register waarvan relais M is ingeschakeld, zullen via de pyramide-uitgangen, welke overeenkomen met het gekozen tientallen-eenhedencijfer, de overeenkomstige relais in de markeerstroombaan aantrekken. Indien bijv nr 71 is gekozen, worden de relais 70 en 1 ingeschakeld en wordt de tentalgevolge markeerspanning gegeven via een weerstand van 400 ohm in het betreffende register, een contact m, contact 1, contact 70, contact s en 1 in de lijnstroomloop van de opgeroepen aansluiting, d-contact van de Ek.

Nadat de Gk de Ek heeft getest, is op een niet aangegeven wijze het relais S in de locale verbindingsstroombaan opgekomen. Als gevolg hiervan is de magneet SM van de Ek met het register verbonden via een contact van het testrelais T. Dit

relais is thans ook met de d-arm van de Ek verbonden en zal dus snel opkomen, zodra de kiezer met de contacten van de gekozen aansluiting is verbonden. Door contact t wordt de magneet SM van de Ek daarna snel uitgeschakeld.

De markeerstroombaan wordt gevormd door 20 groepen met elk 5 uitgangen. In fig 32 zijn twee groepen volledig getekend (uitgangen 61, 71 — 01 en 11 t/m 15). De daaronder getekende groepen zijn eenvoudigheidshalve voorgesteld door aanduiding van de 5 parallel verbonden contacten door de uitdrukking 60 t/m 00, 10 t/m 50 enz.

De groepering van de contacten is zodanig, dat van elk der 20 relais steeds 1 contact in serie staat met een groepje van 5 andere contacten, terwijl de vijf overige contacten van elk relais in de parallel verbonden contactgroepen zijn geplaatst. Op deze wijze worden dus 100 uitgangen verkregen met 120 relaiscontacten (20 x 6).

(wordt vervolgd)

Gebruik isolatieband nooit als verbandmiddel

53-066

Isolatieband is al jaren lang een belangrijk hulpmiddel in de electrotechniek. Dit is te danken aan de goede mechanisatie en elektrische eigenschappen.

Weinig bekend zal het wellicht zijn, dat de chemische stoffen, waarmee het band bewerkt wordt, bij overgevoeligheid van degene die het verwerkt, schadelijke gevolgen kan hebben voor de huid. De overeenkomst van isolatieband met medisch kleefband (Leukoplast) heeft er toe geleid, dat het ook als verbandmiddel wordt gebruikt of beter: wordt misbruikt.

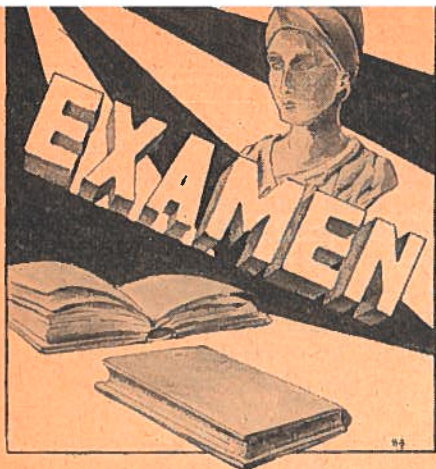
Bij eerste hulp is isolatieband niet alleen een slecht vervangingsmiddel, maar ook schadelijk voor de gezondheid. Wanneer het misschien wat overdreven is, het isolatieband tot het leger van kankerver-

wekkende stoffen te rekenen, behoort het toch ongetwijfeld tot de stoffen die nadelig zijn voor de huid.

Volgens een medisch tijdschrift is het voorgekomen, dat kanker is ontstaan doordat een hardnekkig infectiegezwel door een monteur zelf met isolatieband was behandeld.

Zowel de overeenkomst met hechtpleisters als de omstandigheid dat isolatieband op grond van het feit, dat het voor vele arbeidsdoeleinden gebruikt wordt en dus in de regel vlugger bij de hand is, mag in geen geval en voor niemand aanleiding zijn, isolatieband maar als verbandmiddel te gebruiken daar het meer schade dan nut afwerpt.

(vervolg blz 256)



53-067

Vraag 1.

Een spoel heeft een weerstand van 3 ohm en een coëfficiënt van zelfinductie gelijk 0,03 H.

Bepaal de waarde van de stroom, indien de spoel aangesloten wordt op een spanning van 40 volt — 50 Hz.

Vraag 2.

Een spoel heeft een weerstand van 20 ohm en een coëfficiënt van zelfinductie van 0,66 H.

De spoel is aangesloten op een wisselspanning $f = 50$ Hz, terwijl de stroomsterkte 0,6 A bedraagt.

Bereken :

- de impedantie van de spoel,
- de klemspanning.

Vraag 3.

De stroom in een smoorspoel opgenomen bij 120 volt — 50 Hz bedraagt 12 A.

De ohmse weerstand is 5 ohm. Bepaal de coëfficiënt van zelfinductie L.

Vraag 4.

Welke frequentie moet een wisselspanning van 220 V hebben, opdat een smoorspoel, waarvan de weerstand 2 ohm en de coëfficiënt van zelfinductie 0,03 H is, een stroom van 22,7 A opneemt?

Vraag 5.

Een spoel met een ohmse weerstand van 6 ohm is aangesloten op een spanning van 130 volt, 50 Hz en neemt 10 A op.

Als wij een zachtstalen kern in de spoel brengen, wijst de ampèremeter 5 A aan.

Bereken de zelfinductiecoëfficiënt van de spoel,

- zonder kern,
- met kern.

Vraag 6.

Een spoel neemt bij een gelijkspanning van 120 V, 10 A op.

Aangesloten op een spanning van 130 volt 50 Hz, verbruikt deze spoel maar 2 A.

Bereken de zelfinductiecoëfficiënt.

Vraag 7.

Een electromagneet neemt, aangesloten op een spanning van 240 volt, een stroom van 4,8 A op.

De ohmse weerstand en de zelfinductiecoëfficiënt van de spoel bedragen resp 40 ohm en 0,14 H.

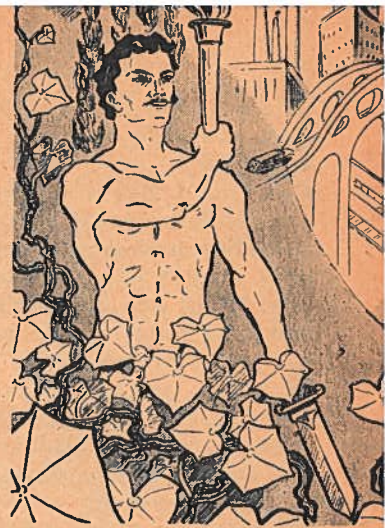
Bereken de frequentie.

(vervolg onderaan blz 248)

Lichtinstallaties V

door

J. B. Reinders



53-068

(vervolg van blz 215))

VI. Beveiligingsapparaten met electromagnetische en thermische uitschakeling.

Naast de verschillende typen smeltveiligheden worden zgn installatieautomaten in de handel gebracht. Deze automaten doen dienst als beveiliging tegen overbelasting en tegen kortsluitingen.

De afschakeling bij overbelasting geschiedt door middel van een thermische uitschakelinrichting met bimetaalpakket, terwijl bij kortsluiting een electromagnetische uitschakeling plaats vindt.

Deze automaten worden vervaardigd als schroefautomaten en als voetautomaten. De schroefautomaten passen in de normale patroonhouders met edison-schroefdraad.

Met het oog op de onverwisselbaarheid zijn de voetcontacten, evenals bij de D-patronen, met verschillende diameters uitgevoerd.

In fig 24 is een schroefautomaat van Stotz-Kontakt in doorsnede getekend.

- 1 = inschakelknop
- 2 = uitschakelknop

- 3 = bimetaalpakket
- 4 = vrijlooppkoppeling
- 5 = contacten
- 6 = stroomspoel

De automaat is voorzien van een in- en uitschakeldrukknop, maar deze mag niet worden gebruikt als hand-schakelaar voor voortdurend in- en uitschakelen van de aangesloten stroomkring.

Fig 25 geeft het aanzicht van een schroefautomaat.

Deze automaten worden ook geleverd voor montage op schakelborden, zie fig 26 en voor montage in kasten, fig 27.

Voor het gebruik als beveiliging en als hand-schakelaar is de Stotz-voetautomaat geschikt. Deze automaat heeft een schakelhefboom, die voor middelmatige schakelfrequentie mag worden gebruikt. In de figuren 28 en 29 is een doorsnede getekend van een ingeschakelde resp een uitgeschakelde automaat.

Voetautomaten worden zowel enkel-polig als tweepolig uitgevoerd.

Fig 30 toont een enkelpolige voetautomaat voor inbouw met aansluit-

klemmen aan de voorzijde. Fig 31 geeft dezelfde automaat met afgenomen kap.

Een enkelpolige voetautomat voor schakelbordmontage toont figuur 32. Een voetautomat, bestemd voor opbouw, wordt geleverd met afgedekte klemmen aan de voorzijde, fig 33. Tenslotte toont fig 34 een tweepolige inbouwautomat met afgenomen kap. De Stotz-automaten worden voor verschillende doeleinden geconstrueerd, de uitschakelinrichtingen worden dienovereenkomstig verschillend ingesteld.

Er worden 4 typen onderscheiden.

a. Automaat voor leidingbeveiliging, type L.

Deze is geschikt voor beveiliging van licht- en stuurstromingkringen. De thermische uitschakelinrichting voldoet aan de keuringseisen, die in tabel 1 zijn opgenomen.

De electromagnetische uitschakelinrichting van de L-automaten houdt stroomstoten van $4 \times I_n$ (= nominale stroomsterkte) en schakelt onvertraagd af bij stroomstoten van $6 \times I_n$

Tabel 1.		
Nominale stroomsterkte in A	Maximale belasting in A	Uitschakeling binnen het uur bij
6	10	12,5
10	14	18
15	20	25,5
20	25	32
25	30	38,5

b. Huishoud-automaten, type H.

Deze automaat dient voor beveiliging van woonhuisinstallaties. De thermische uitschakeling voldoet aan dezelfde eisen als die van de L-automaten.

De electromagnetische schakelinrichting houdt stroomstoten van $2 \times I_n$ en schakelt onvertraagd af bij $2,5 \times I_n$.

Dit type is verkrijgbaar voor 10, 15, 20 en 25A.

c. Automaten voor krachtbeveiliging, type K.

Geschikt voor beveiliging van motoren bij overbelasting, indien de nominale stroomsterkte van de auto-

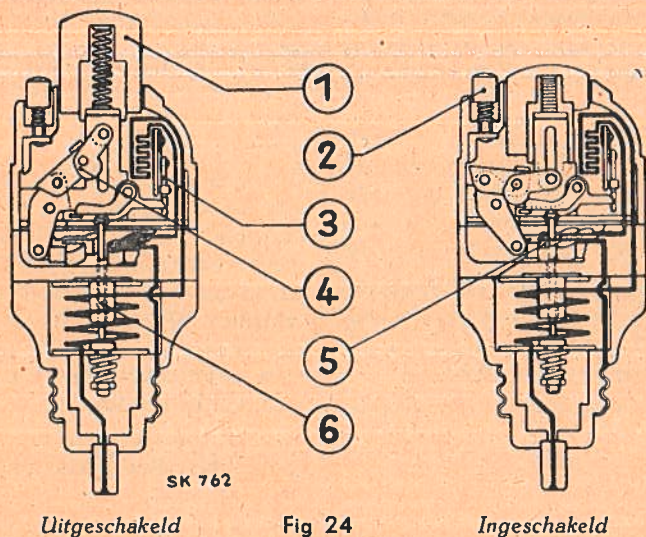




Fig 25



Fig 26



Fig 27



Fig 30

Schakelhefboom
 Instelschroef van de mag-
 netische uitschakeling
 Anker
 Uitschakel-en blaasspoel
 Contacten

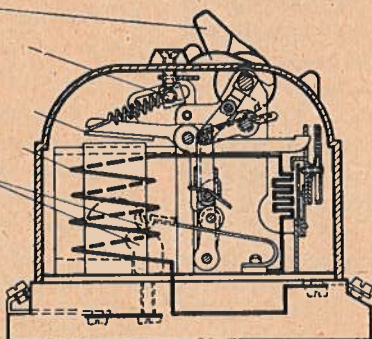
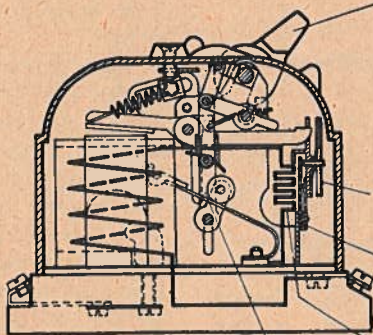


Fig 28

Schakelhefboom

Fig 29



Instelschroef

Bi-metaalpakket

Verwarmingsdraad

Vrijlooppkoppeling



Fig 31



Fig 32



Fig 33

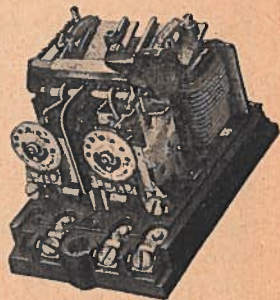


Fig 34

maat precies is aangepast aan die van de motoren.

De thermische uitschakelinrichting houdt de nominale stroomsterkte, vermeerderd met 5% overbelasting voortdurend en schakelt uit in bedrijfswarme toestand met 20% overbelasting binnen 2 uur.

Met 50% overbelasting schakelt de automaat binnen 2 minuten uit.

De electromagnetische uitschakelinrichting houdt stroomsterkten van $7 - 8 \times I_n$ en schakelt af bij stroomsterkten van $9 - 11 I_n$.

Om kortsluitstromen zoveel mogelijk te beperken dienen trage patronen van max 60 A te worden voorgeschakeld.

Deze automaten zijn verkrijgbaar voor:

0,22 — 0,3 — 0,4 — 0,55 — 0,75 — 1 — 1,3 — 1,8 — 2,5 — 3,3 — 4,5 — 6 — 8,5 — 12 — 16,5 — 22 en 27 A.

d. Automaten voor huisaansluitingen, type T.

Deze zijn geschikt als hoofdveiligheid voor automaten type L, H, K en tevens als hoofdveiligheid in huisinstallaties, ingebouwd in kasten.

Wanneer deze automaat als hoofdveiligheid wordt toegepast, worden de L- of H-automaten door T-automaten van de opvolgende stroomsterkte selectief beveiligd.

De L- of H-automaten schakelen

dus bij overbelasting of bij kortsluiting eerder af dan de T-automaat.

De thermische uitschakelinrichting van de T-automaten is ingesteld als bij de L-automaten.

De electromagnetische uitschakelinrichting voldoet aan de eisen van de L-automaten, behoudens dat de uitschakeltijd ten opzichte van L- en H-automaten is vertraagd.

Deze automaten zijn verkrijgbaar voor 15—20 en 25 A.

De automaten mogen volgens de VDE-voorschriften alleen worden toegepast onder voorschakeling van smeltveiligheden en wel mogen stop-automaten tot 15 A worden gebruikt achter smeltveiligheden van max 60 A en voetautomaten achter smeltveiligheden van hoogstens 100 A.

Voor installaties, waar geen grote kortsluitstromen kunnen optreden zijn deze automaten goed op zijn plaats.

Anders is het echter bij installaties, welke een hoogspanningsaansluiting met eigen transformator hebben.

Hierbij kunnen de kortsluitstromen zeer hoge waarden aannemen.

Weliswaar zal de voorgeschreven voorgeschakelde smeltveiligheid eerder aanspreken dan de automaat, doch de automaten kunnen in dergelijke installaties afschakeling van een hele groep ten gevolge hebben.

(wordt vervolgd)

(vervolg van blz 242)

Vraag 8.

Twee smoorspoelen a en b zijn in serie geschakeld en aangesloten op een spanning van 110 volt 40 Hz.

Spoel a heeft een ohmse weerstand van 3 ohm en zelfinductiecoëfficiënt van 0,007 H.

Spoel b heeft een ohmse weerstand van 1,5 ohm en een zelfinductiecoëfficiënt van 0,01 H.

Bereken:

1e. de schijnbare weerstand van de de keten;

2e. de opgenomen stroomsterkte.

* * *

WELKE GRAAD?

door W. Kroeze

53-069

Artikel 31 ARR behandelt het verlenen van buitengewoon verlof.

Twee gevallen hiervan geven nog wel eens aanleiding tot misverstand.

1e. Bij huwelijk van bloed- en aanverwanten van de 1e en de 2e graad enz ;

2e. Bij overlijden van echtgenote, ouders of kinderen 4 dagen en van overige bloed- en aanverwanten tot de 4e graad ingesloten enz.

Hoe kan men de betrekking tussen personen, uitgedrukt in graden op een gemakkelijke manier bepalen?

De betrekking tussen personen wordt bepaald door het aantal geboorten dat tussen hen ligt. Iedere geboorte noemt men een *graad* en een reeks van geboorten van geslacht op geslacht noemt men een *lijn* of *linie*.

Zo kent men bloedverwanten in de *rechte lijn* of *linie* en in de *zijlijn*.

Bloedverwanten in de rechte lijn zijn : kind, vader, grootvader enz, dat is in *opgaande lijn* en vader, zoon, kleinzoon enz is in *dalende lijn*.

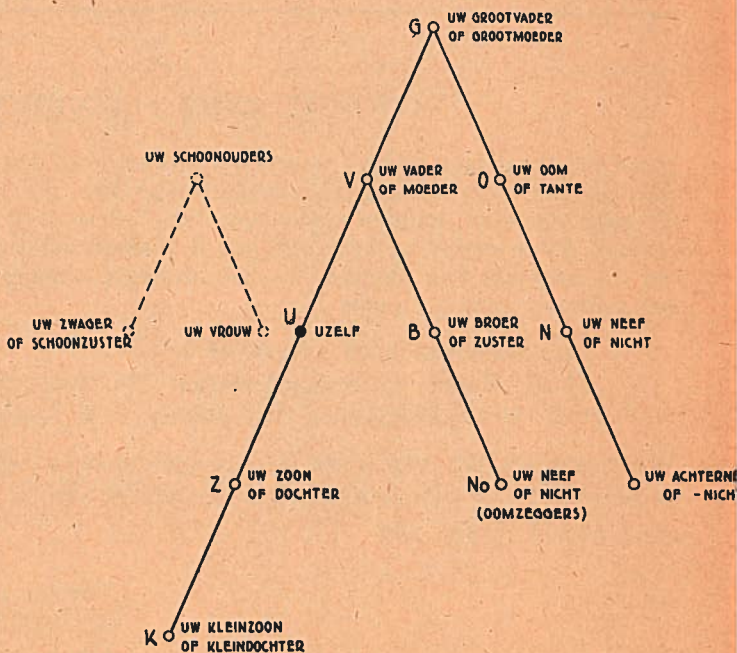
Broers en zusters, ooms en tantes, neven en nichten zijn personen, die wel een gemeenschappelijke stamvader hebben, doch elkaar in de zijlijn verwant zijn.

Omdat men bij de berekening van de graden steeds over de gemeenschappelijke stamvader heen rekent, kent de zijlijn geen 1e graad. De geboorte van de stamvader moet nl steeds meegeteld worden.

Wilt U bijv de betrekking vaststellen tussen uw kleinzoon K en uzelf, dan telt men in fig 1 : van K via Z (= 1) naar U (= 2), dus 2e graad. De betrekking tussen U en Uw neef N telt men : van U naar V (= 1), naar G (= 2), naar O (= 3) naar N (= 4), dus 4e graad.

Broers en zusters staan tot elkaar in de 2e graad van de zijlijn.

U kunt zo voor ieder willekeurig geval een eenvoudig schetsje maken, zoals in fig 1 is getekend, wanneer U maar van de gemeenschappelijke



stamvader uitgaat. Bloedverwantschap in de rechte lijn vormen dus de betrekkingen op de rechte lijn K, Z, U, V, G. Bloedverwantschap in de zijlijn vindt U, wanneer van deze rechte lijn moet worden afgeweken.

Onder *bloedverwantschap* wordt verstaan de betrekking, welke *door geboorte* bestaat tussen personen, die van elkander afstammen of die een gemeenschappelijke stamvader hebben.

Onder *aanverwantschap* wordt verstaan de betrekking, welke *door huwelijk* ontstaat tussen een echtgenoot en de bloedverwanten van hem of haar, waarmede hij gehuwd is.

Het aantal graden wordt op dezelfde wijze als bij bloedverwantschap berekend. Hij, die dus in een bepaalde graad bloedverwant is voor de ene echtgenoot, is aanverwant in

dezelfde graad van de andere echtgenoot.

Door ontbinding van het huwelijk wordt de aanverwantschap tussen een der echtgenoten en de bloedverwanten van de anderen niet opgeheven; ook de aanverwantschap blijft dus bestaan.

Om tot slot nog even een paar voorbeelden te geven:

de man is aanverwant 1e graad aan zijn schoonouders, zijn dochter is bloedverwant 2e graad van de schoonouders enz.

Tussen U en de zuster van Uw vrouw, die U schoonzuster noemt, bestaat aanverwantschap in de 2e graad. Tussen Uw zusters en de zuster van Uw vrouw bestaat noch bloedverwantschap, noch aanverwantschap.

Verloting extra - premies

In de propagandacirculaire, welke in October 1952 aan alle abonné's werd toegezonden, is in uitzicht gesteld, dat onder hen, die vóór 1 Juli 1953 één of meer abonné's hadden gewonnen, drie extra-premies zouden worden verloot. Deze verloting heeft 28 Juli jl plaatsgevonden met als resultaat, dat de volgende drie abonné's de fortuinlijke eigenaars zijn geworden van een saffiaan zakportefeuille.

E. Griffioen, Jacob Catsstraat 4, Goes.

J. E. Happé, Uiterwaardenstraat 276, Amsterdam.

W. F. C. Peddemors, Nieuweweg 39 I, Amsterdam.

Wij feliciteren hen van harte met dit buitenkansje, waaraan wij de wens verbinden, dat de portefeuilles, welke inmiddels werden toegezonden, immer goed gevuld mogen zijn.

Namens de Uniegroep PTT
G. VENEMA,
Administrateur.

Tarieven voor Telefoon-aansluitingen

III

S. J. Geerlings



53-070

(vervolg van blz 219)

NEVENTOESTELLEN

A. In hetzelfde perceel.

Wandtoestellen, of in automatische netten wand- of tafelloestellen met inbegrip van ten hoogste 15 m binnen geleiding per toestel: voor eens f 7,50, per maand f 1,—.

Binnengeleiding 1" en 2" boven 15 m voor elke 5 m of gedeelte daarvan voor eens f 3,—.

Zoals we in het vorige nummer reeds hebben gezien, is voor inductor-tafelloestellen f 0,25 per maand extra verschuldigd.

Bij gelijktijdige aanbrenging van een hoofdaansluiting + bel + neventoestel wordt het verbruikte aantal meters samengeteld en eerst dan, als de in totaal toegestane lengte is overschreden, het meerdere in rekening gebracht. Zou dus voor het hoofdtoestel 16 m, voor de bel 5 m en voor het neventoestel 22 m 1" kabel nodig zijn geweest, dan betaalt men niets extra.

De lengte van de binnengeleiding in flatgebouwen e.d. wordt berekend van het punt af, waar de geleiding de woning, en dus niet het gebouw

binnenkomt. Voor de toepassing van f 3,— per 5 m boven de 15 m geldt de lengte van het punt af, waar deze het perceel of perceelsgedeelte is ingevoerd, dat kan worden beschouwd als *uitsluitend* of *vrijwel uitsluitend* bij de aangeslotene in gebruik te zijn. Wordt van aanwezige geleidingen zonder meer (dus zonder verlegging) opnieuw gebruik gemaakt, dan wordt deze bij de te berekenen lengte niet medegedeld.

Voor een neventoestel op een ander neventoestel is hetzelfde tarief van toepassing als voor een neventoestel op een hoofdtoestel.

Nooit mogen twee toestellen parallel op een netlijn worden verbonden, zodat dus steeds een schakelapparaat erbij nodig zal zijn. Alleen indien het hoofdtoestel een „tweelingtafelloestel” is, is de schakelaar niet nodig. Hierop komen we later terug.

B. In een ander perceel.

I. met een *rechtstreekse lijn* op het hoofdtoestel verbonden:

per maand :
 voor het toestel f 1,—
 voor 2 invoeringen f 0,35
 à f 0,17½ = f 0,35

f 1,35

+ voor de buitengeleiding werkelijke lengte f 0,25 per 100 m of gedeelte daarvan ;

voor eens :
 (met inbegrip van ten hoogste 15 m binnengeleiding)
 voor de binnengeleiding + toestel f 7,50 ;

voor elke invoering, indien deze bij de aanleg aanwezig is f 2,50 ;
 voor elke invoering, indien niet aanwezig de werkelijke kosten ;
 voor de buitengeleiding, indien aanwezig, f 6,— per 100 m werkelijke lengte of gedeelte daarvan ;
 voor de buitengeleiding, indien niet aanwezig, de werkelijke kosten.

Indien de lijnaanleg voor een neventoestel in een ander perceel geheel binnendoor kan geschieden, wordt het tarief voor een neventoestel in hetzelfde perceel berekend.

Voor de berekening van de vergoeding per maand en voor eens voor

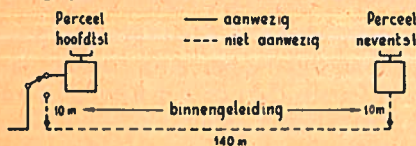


Fig 6

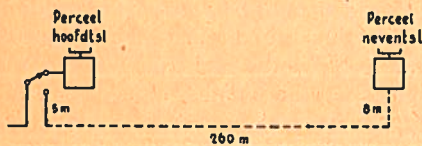


Fig 7

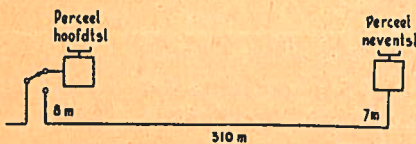


Fig 8

een ondergrondse rechtstreekse aansluiting van een neventoestel in een ander perceel, wordt als grondslag genomen de kortste aanwezige vrije kabelader, waarmede de aansluiting tot stand gebracht kan worden ook, indien om de een of andere reden van andere geleidingen gebruik gemaakt wordt.

Indien voor de aanleg van een neventoestel in een ander perceel gebruik wordt gemaakt van geleidingen, welke bij de geabonneerde reeds in gebruik zijn of geweest zijn, wordt voor die geleidingen geen vergoeding voor eens in rekening gebracht.

Ter verduidelijking volgen hier enkele voorbeelden :

a. zie fig 6 :

per maand :
 neventoestel f 1,—
 2 invoeringen $2 \times f 0,17\frac{1}{2}$ f 0,35
 buitengeleiding $2 \times f 0,25$ f 0,50

totaal f 1,85

voor eens :

15 m binnengeleiding + toestel f 7,50
 5 m extra binnengeleiding f 3,—
 $1 \times f 3,— = f 3,—$
 2 invoeringen + buitengeleiding : werkelijke kosten (exclusief schakelaar).

b. zie fig 7 :

per maand :
 neventoestel f 1,—
 2 invoeringen $2 \times f 0,17\frac{1}{2}$ f 0,35
 buitengeleiding $3 \times f 0,25$ f 0,75

totaal f 2,10

voor eens :

binnengeleiding + toestel f 7,50
 1 invoering aanwezig f 2,50
 1 invoering + buitengeleiding : werkelijke kosten. (exclusief de schakelaar).

c. zie fig 8 :

per maand :

neventoestel	f 1,—
2 invoeringen $2 \times f 0,17\frac{1}{2}$	f 0,35
buitengeleiding $4 \times f 0,25$	f 1,—
totaal	f 2,35

voor eens :

binnengeleiding + toestel	f 7,50
2 invoeringen aanwezig	
$2 \times f 2,50$	f 5,—
buitengeleiding aanwezig	
$4 \times f 6,—$	f 24,—
(exclusief schakelaar)	
totaal	f 36,50

II. Met een omgaande lijn op het hoofdtoestel verbonden.

per maand :

voor het toestel f 1,—

per buitengeleiding naar het CB :
het abonnement van een netaansluiting, evt verhoogd met afstandsgeld (geen verbintenistermijn).

voor eens :

voor het toestel + ten hoogste 15 m binnengeleiding f 7,50.

per buitengeleiding naar het CB :
de werkelijke kosten met een minimum van de aanlegkosten van een gewone aansluiting.

Indien behalve de geleidingen naar het CB een dubbelader moet worden gebruikt in een verbindingskabel tussen 2 burelen, dan bedragen de kosten hiervoor : per maand f 10,— en voor eens f 25,—.

Overige bijzonderheden :

a. Indien bij een aansluiting met een neventoestel in hetzelfde perceel het hoofdtoestel wordt verwijderd en het neventoestel omgezet in een hoofdtoestel, geschiedt dit kosteloos, indien slechts de bestaande geleidingen behoeven te worden doorgelast. Ingeval van wijziging der geleidingen is verschuldigd f 7,50 voor eens.

b. Het hoofdtoestel wordt verwijderd, het neventoestel in een ander

perceel wordt hoofdtoestel. Was dit rechtstreeks ondergronds aangebracht, dan moet de aansluitlas open gemaakt worden; bij een omgaande aansluiting behoeft slechts de kruisverbindingsdraad in het CB omgestoken te worden. Kosten als bij aanleg van een hoofdaansluiting.

c. Worden bij een aansluiting met neventoestel in hetzelfde perceel het hoofdtoestel in een neventoestel en het neventoestel in een hoofdtoestel omgezet, dan wordt behalve de vergoeding voor verplaatsing van de schakelaar, slechts éénmaal f 7,50 in rekening gebracht.

d. Indien een netaansluiting wordt omgezet in een omgaande nevenaansluiting, dan is voor dit deel van de omgaande aansluiting geen vergoeding voor eens verschuldigd.

e. Indien de lengte van de buitengeleidingen van een rechtstreekse nevenaansluiting wijziging ondergaat terwijl de percelen, waarin de toestellen zijn aangebracht dezelfde blijven, hetgeen het geval kan zijn bij een kabelnetwijziging, wordt de maandelijkse vergoeding in overeenstemming gebracht met de nieuwe lengte van de geleidingen.

Ook bij omzetting van een rechtstreekse aansluiting in een omgaande nevenverbinding wordt de maandelijkse vergoeding in overeenstemming gebracht met de nieuwe situatie.

f. Het abonnements-grondbedrag van f 1,— per maand voor neventoestellen geldt voor de eerste 20 neventoestellen. Voor het 21ste t/m 50ste toestel is dit bedrag f 0,80 ; voor het 51ste toestel en daarboven f 0,60.

Voor toestellen in andere percelen dan de hoofdaansluiting(en) moeten deze tarieven worden verhoogd met de vergoeding voor de buitengeleidingen. (wordt vervolgd)



Wat moet ik voor mijn examen weten?

Onderzoek D 1

*Proef vakbekwaamheid voor vak-
man in de versterkerstations.*

I. Practijk

- a. Vaardigheid in het verrichten van onderhouds- en revisiewerkzaamheden aan eenvoudige apparaten volgens de onderhouds- en instelvoorschriften.

De candidaat moet in staat zijn eenvoudige apparaten volgens de onderhouds- en instelvoorschriften af te regelen. Hieronder vallen: het afregelen van Sowi's en signaalontvangers, zowel mechanisch als electrisch; het doormeten van versterkers type 1/100 A en B; het bedraden en meten van eindchassis; het afregelen van relais. Voorschriften en gegevens zijn in elk versterkerstation aanwezig.

- b. Vaardigheid in het trekken van draden, het afwerken van draden en binnenkabels op schroef- en soldeercontacten.

Dit spreekt voor zichzelf. De aandacht wordt gevestigd op het trekken en afwerken van kruisverbindingdraden in verdelers en het maken van eenvoudige draadvormen.

II Toegepaste vakkennis

- a. Het onderzoek van eenvoudige apparaten en verbindingen en het opsporen van eenvoudige storingen daarin.

De candidaat moet in staat zijn de in het versterkerstation voorkomende

53-071

de laagfrequentverbindingen aan de hand van de administratieve gegevens na te lopen. Hij moet bekend zijn met de benaming van de in de verbindingen voorkomende apparaten en de onderdelen daarvan, aan de hand van bedradingstekeningen, kunnen onderscheiden. Hij moet de voor de apparaten benodigde spanningen met de ter beschikking staande meetapparatuur kunnen meten en eenvoudige defecten aan de apparaten kunnen vaststellen, bv defecte weerstanden, onderbroken transformatorwikkelingen, defecte buizen.

- b. Bekendheid met de verzorging van de stroomvoorzieningsinrichtingen in de versterkerstations. Dit betreft de verzorging van accumulatorenbatterijen.

III Materialenkennis

Kennis van het materieel en gereedschap, van de benaming en het doel van de apparaten, welke in een versterkerstation voorkomen, alsmede van de onderdelen van de apparaten, waarvan de candidaat het onderhoud moet kennen. Kennis van de inrichting van verdelers.

IV. Zie A1 in het Studieblad van October 1952, blz 293.

V a en b. Zie A1.

PROJECTIE

(vervolg)

D. Wagemaker

(vervolg van blz 152)

53-072

Tot slot van de cylinders figuur 13. Een cylinder niet evenwijdig aan het 2e projectievlak en hellend. Uit de neergeslagen 3e projectie op het standvlak loodrecht op het eindvlak of evenwijdig aan de 1e projectie van de beschrijvende lijnen, blijkt de helling.

Gevraagd wordt de snijpunten te bepalen van de lijn 1 met deze cylinder. We brengen dus weer een vlak V aan door 1 en een lijn uit een punt a van 1 evenwijdig aan de beschrijvende lijnen van de cylinder. Waar deze 2 lijnen de grond snijden, vinden we V^1 .

Waar V^1 het 2e projectievlak snijdt, begint V^2 . Door de lijn b uit a door te trekken tot ze het 2e projectievlak snijdt, vinden we een 2e punt van V^2 en kunnen deze dus trekken.

Van dat vlak V moeten we nu de snijlijnen bepalen met het eindvlak.

Daarom moeten we eerst de doorgangen van het eindvlak bepalen.

Door in de neergeslagen 3e projectie van het standvlak het eindvlak door te trekken tot het de grond snijdt, vinden we in x een punt van de 1e doorgang E^1 , die loodrecht staat op de 1e projectie van de beschrijvende

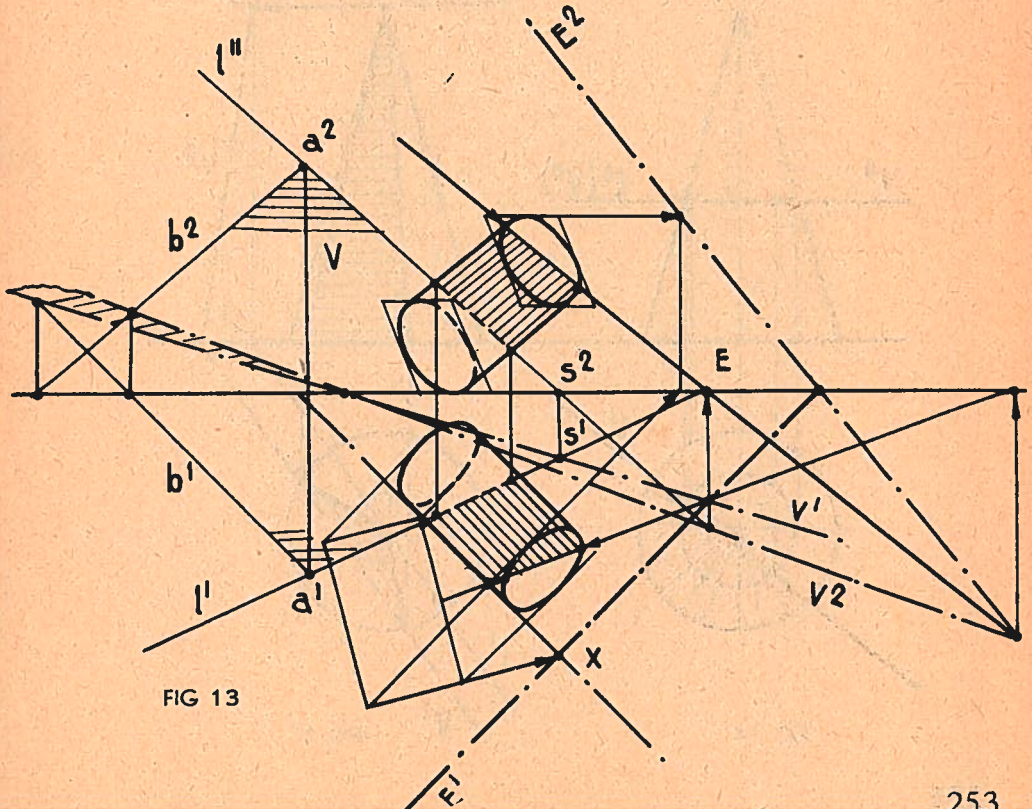


FIG 13

lijnen. Immers een lijn, beschrijvende lijn, staat loodrecht op een vlak, wanneer een gelijknamige doorgang loodrecht staat op de gelijknamige projectie van de lijn.

Wanneer we E^1 doortrekken tot de as van de projectie vinden we een punt van de 2e doorgang. We trekken nu nog een andere horizontale lijn van het eindvlak door tot hij het 2e projectievlak snijdt en vinden daar een 2e punt van E^2 , welke lijn we thans kunnen trekken.

Er zijn dus nu de vlakken V en E en de snijpunten V^1-E^1 en V^2-E^2 , waarvan we de 1e en 2e projectie bepalen. De snijlijn loopt dus van het snijpunt der beide 1e naar dat der beide 2e doorgangen.

We krijgen dan een 1e en 2e projectie van de snijlijn, die de 1e en 2e projectiecirkels (ellipsen) van het eindvlak snijdt en vandaar de beschrijvende lijnen geeft, die leiden naar de snijpunten van de lijn 1 met de cylinder.

Begrijp goed dat al die lijnen in één en hetzelfde vlak liggen.

We kunnen dit vraagstuk nog weer verder uitwerken, door de snijpunten van de snijlijnen van de vlakken V en W met de cirkelvormige eindvlakken van de cylinder zuiver vast te stellen en af te leiden uit de 3e projectie of het neergeslagen vlak V , hetzij in het grondvlak of 2e projectievlak.

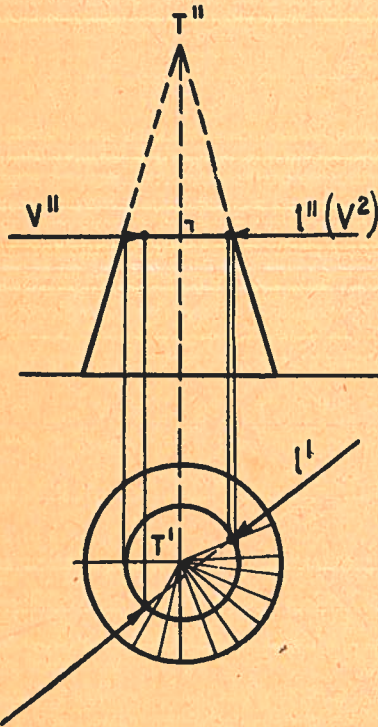


FIG 14

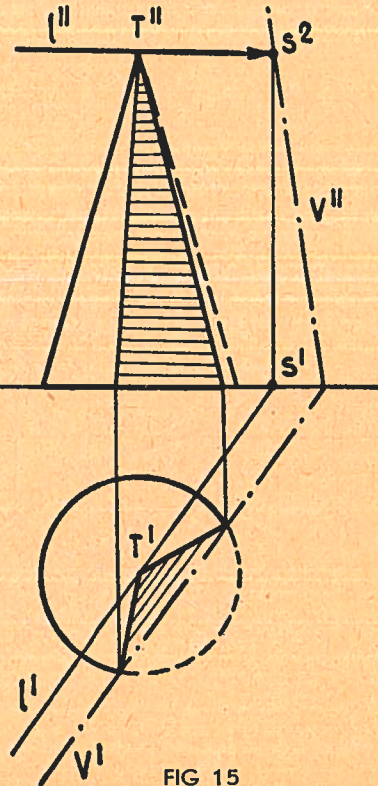


FIG 15

Nu gaan we over tot de doorsnede van een lijn en een vlak met de kegel.

In fig 14 is getekend een rechte cirkelkegel staande op het grondvlak, die gesneden wordt door de horizontale lijn 1, evenwijdig aan het grond- of eindvlak.

We brengen hierdoor een horizontaal vlak V , evenwijdig aan het eindvlak. Dit vlak, dat loodrecht staat op de lichaamsas, snijdt alle beschrijvende lijnen van de kegel.

De doorsnede is een cirkel, die in de 1e projectie de lijn 1^1 snijdt in 2 punten, die we kunnen ophalen naar $1''$.

In fig 15 treffen we eenzelfde soort kegel aan, die wordt gesneden door een vlak V , dat door de top gaat. De doorgang V'' vinden we door

uit de top een lijn te trekken liggende in vlak V en te kijken waar deze het 2e projectievlak snijdt.

Van de kegel wordt dan de gearceerde driehoek afgesneden. Het vlak gaat dus door 2 beschrijvende lijnen.

De kegel in fig 16 wordt gesneden door een vlak V , dat loodrecht staat op het 2e projectievlak. Door het vlak V te laten snijden d.m.v. een reeks staande vlakken, gaande door de top, vinden we de snijpunten van de beschrijvende lijnen op de doorgang van het vlak V'' en kunnen die in 1e projectie bepalen.

De ware vorm van de ellipsvormige doorsnede kunnen we vinden door het vlak V in het 1e of 2e projectievlak neer te slaan. Probeer daar in deze vorm eens op te sporen.

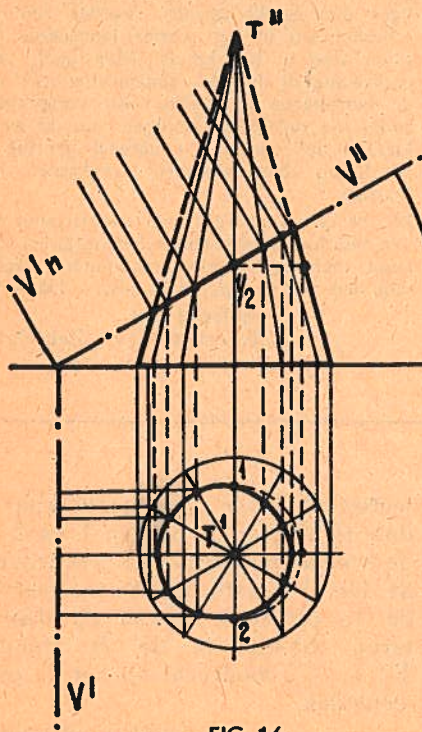


FIG 16

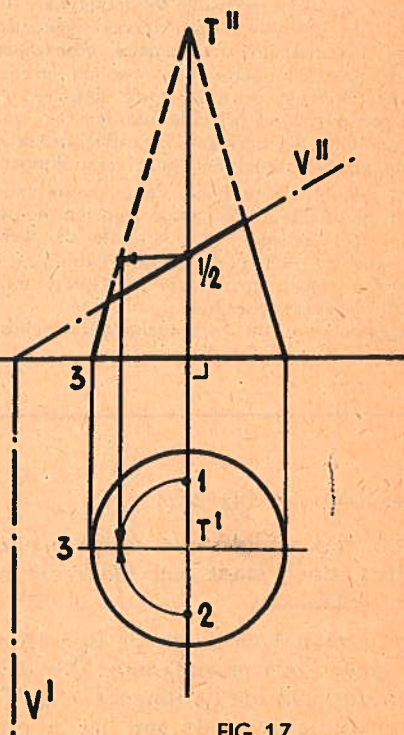


FIG 17

Hechtpleister en isolatieband zijn dichtgeweven stoffen, die met een kleefstof overtrokken worden. Terwijl het verbandmiddel (Leukoplast) zinkoxyde bevat, is het isolatieband met een oorspronkelijk hete chloorhoudende, wasachtige massa bewerkt. Het bevat in meer of mindere mate vluchtige koolwaterstoffen met een hoog chloorgehalte, die samengesteld zijn uit mengingen en oplossingen van pek, teer, asfalt en kunstharzen in lichte, middel en zware oliën zgn Halogeen-Koolwaterstoffen.

In de praktijk is de individuele aanleg maatgevend voor de uitwerking van deze prikkelende stoffen op de huid. De een ondervindt hiervan totaal geen huidirritatie, bij anderen komt het tot ontwikkeling van ontstekingen, terwijl het bij een derde uitgesproken kanker tot gevolg heeft.

Wanneer het zelfs niet tot eigenlijke huidkanker komt, is toch het verschijnsel van de zgn praekankereuse huidstadia te vrezen.

Het is de karakteristieke vuil-bruine vlekkerige gezwollen huid met ontstoken (of in het begin verstopte vetkliertjes) beter bekend als „Pek of Teerhuid“. Vanzelfsprekend kan zo'n geïrriteerde huid in dit gegeven geval gemakkelijk tot huidkanker leiden. Op grond van het hiervoor genoemde mag isolatieband onder geen voorwaarde voor het behandelen van wonden en dergelijke worden gebruikt. Ook mag het niet als steunverband gebruikt worden b.v. voor steun van de borstkas bij ribbenbreuk of als spiraalverband bij enkelverstuikingen.

Hoe ideaal dit verband voor verstuikingen van gewrichten ook moge zijn en hoewel voor het gebruik hiervan zelfs de werkzaamheden niet onderbroken, behoeven te worden, moet men toch principieel a'tijd hechtpleisters gebruiken.

Afgezien van dit niet toelaatbare gebruik

van isolatieband, kan het ook bij voortdurend verwerken door aanraking tot huidstoringen leiden, wanneer de gebruiker een aangeboren overgevoelige huid bezit. Hoe openbaart zich nu de persoonlijke gevoeligheid ten opzichte van de chemische werking van de verschillende isolatiebandsoorten.

Als eerste verschijnsel treedt bij de betrokkene een gespannen huid op, daarna een brandend of jeukend gevoel. Vervolgens neemt het rood worden en het zwellen van de huid steeds toe, gepaard gaande met een pijnlijk gevoel. Wanneer het isolatieband gelegenheid krijgt verder in te werken ontstaan in de huidhaartjes ontstekingen, voelbaar aan kleine harde knobbeltjes. Daarna treden donkere vlekken in de huid op. Daar de ziekte veroorzakende koolwaterstof een fotogevoelige werking heeft ontstaat de door invloed opgewekte energie verkleuring van de huid.

Zo kunnen ten slotte ook bedekte huddelen beschadigd worden, die geen direct contact met isolatieband onderhouden, terwijl een behaarde huid nl de opperhuid, zoals te verwachten is, gespaard blijft.

Blonde mensen zijn procentsgewijze gevoeliger dan donkerharigen. Verder zijn beschadigingen in het warme jaargetijde talrijker dan in het koude. Men heeft zelfs geconstateerd dat het transpiratievocht van de betrokkene de ziekte kan verspreiden, zodat het regelmatig reinigen van de werkkleding de ziekte bij eventueel gebruik of aanraking door anderen voorkomen kan worden.

Mocht er na gebruik van isolatieband boven beschreven verschijnselen optreden, dan moet men zich onder behandeling stellen van een arts en niet zelf gaan „dokteren“.

Ontleend aan
„Electrotechnisch Zeitschrift“

(vervolg van blz 257)

Het vlak snijdt *alle beschrijvende* lijnen, doch staat *niet loodrecht* op de lichaamsas.

De punten 1 en 2 van de fig 16 en 17 geven een moeilijkheid. We denken ons daartoe de lijnen T'_1 en T'_2 evenwijdig gedraaid aan het 2e pro-

jectievlak. In de 2e projectie kunt U dan zien waar de punten 1 en 2 op de evenwijdig gedraaide beschrijvende lijn T''_3 terecht komen, hiervan de 1e projectie zoeken en daarna terug draaien in de 2e standen T'_1 en T'_2 loodrecht op het 2e projectievlak.

(wordt vervolgd)