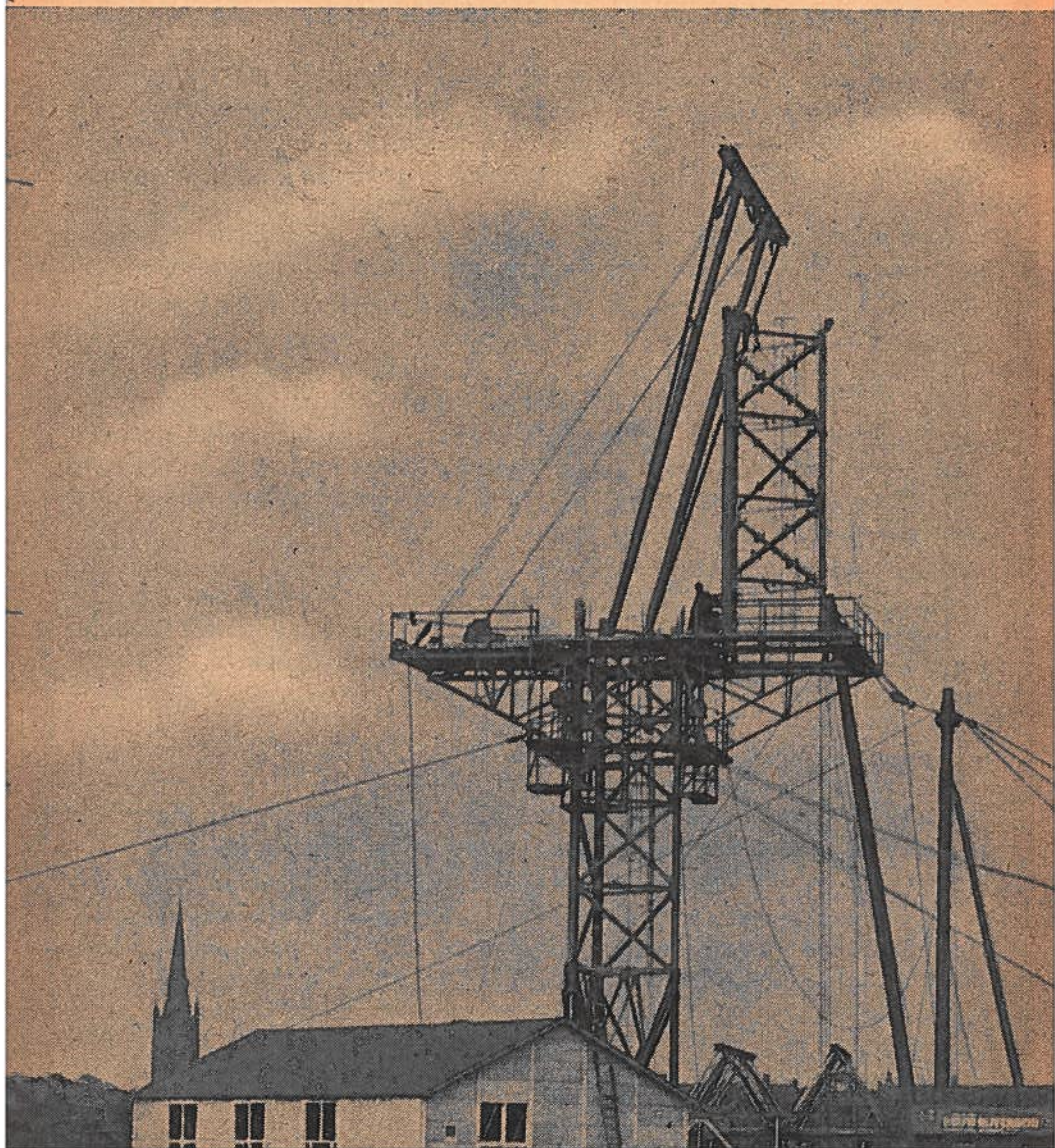


studieblad

door en voor technisch personeel



Bij het einde van 1950

Het is alweer zover, dat we met dit Decembern timer van ons Studieblad een jaar gaan afsluiten.

Uit de in dit nummer geplaatste inhoudsopgave kunt U kennis nemen van alle in 1950 verschenen artikelen.

Hierover heeft de redactie tijdens de op 8 November jl te Utrecht gehouden landelijke vergadering met de correspondenten in een prettige sfeer van gedachten gewisseld.

Ook deze keer hebben onze correspondenten de redactie niet gespaard en we mogen ons gelukkig prijzen van deze opbouwende kritiek kennis genomen te hebben.

Men is te Utrecht met Uw wensen naar voren gekomen en al kan dan niet direct of in de naaste toekomst aan alle verlangens worden voldaan, toch konden we toezeggingen doen. Toezeggingen, omdat de redactie zich steeds geschraagd voelt door U, onze correspondenten en de medewerkers.

Op deze dag is weer eens overduidelijk gebleken met welk een warme belangstelling ons blad steeds bij U allen wordt ontvangen.

's Middags vond er een leerrijke lezing plaats, welke werd gehouden door Prof J. M. Unk van de Philips Telecommunicatie Industrie.

Het onderwerp was de nieuwe PTI-kiezer, waarvan een uitvoerige verklaring werd gegeven. Aan de hand van enige tekeningen en een film werd aan de vergadering de werking en de voordelen van dit nieuwe Nederlandse apparaat op duidelijke wijze uiteen gezet.

Aan het einde van de lezing werd Prof Unk en zijn beide assistenten, de heren Geels en Schepel, dank gebracht voor deze leerrijke middag. De algemene indruk was, dat deze vergadering niet alleen de redactie waardevolle gegevens heeft verschaft, doch tevens de band tussen U, de correspondenten en de redactie heeft verstevigd.

Voorwaar een goed besluit van het jaar 1950.

De redactie gaat dan ook, door U allen gesteund, met volle kracht het nieuwe jaar, het jaar waarin we ons eerste lustrum beleven, in!

Namens de redactie van het „Studieblad door en voor Technisch personeel” wordt dit jaar besloten met alle abonné's in en buiten Nederland, de medewerkers en de correspondenten langs deze weg een genoegelijk OUD- en een alleszins GELUKKIG NIEUWJAAR toe te wensen!

J. A. v. d. Touw.

De buisvormige luminescentielamp.

door A. de Jong

50-067

De lichtbron, die onder bovenstaande benaming haar veroveringstocht in vele étalages en verkoopruimten van ons land begon, is in de omgangstaal weldra met de kortere, aan de technische benaming ontleende uitdrukking *TL-buis* gedoopt.

De steeds veelvuldiger toepassing van deze verlichtingsvorm heeft de wens naar voren gebracht in het Studieblad eens wat meer bekendheid te geven aan het proces, dat in deze buis plaats vindt.

Het principe is zó geheel verschillend van het principe van de lampen, die wij tot op heden als lichtbron bezigden, dat wij bij de behandeling van deze stof dikwijls zullen moeten grijpen naar theorieën, die slechts weinig met de directe, zichtbare lichtstraling hebben te maken.

Vooreerst de omschrijving van het vrij nieuwe begrip *Luminescentie*.

Wij kennen allen wel de wijzerplaat, waarvan de wijzers in het donker oplichten. Het preparaat, waarmede deze cijfers bedekt zijn, bestaat uit een samenstelling van een zeer kleine hoeveelheid van een radio-actief element (radium of mesothorium) en een *luminescerende of oplichtende* stof. De radio-actieve deeltjes zenden zgn alpha-deeltjes uit van grote energie, die de luminescerende stof treffen en doen oplichten. Op het *waarom* van dit oplichten komen wij later nog terug.

De omzetting van straling van een kleinere golflengte als deze alpha-deeltjes bezitten in een voor ons oog waarneembare trilling wordt *fluorescentie* genoemd. Deze naam komt van een mineraal *Fluoriet* (Ca Fe), dat bij aanwezigheid van bepaalde bijmengselen deze eigenschap sterk bezit.

Naast dit verschijnsel vertonen vele van deze stoffen een zeer lang nalichten, de zgn *fosforescentie*.

Dit nalichten is ons nog wel bekend van de lichtgevende speldjes uit de eerste bezettingsjaren. Deze fosforescentie onderscheidt zich van de fluorescentie door haar grote gevoeligheid voor temperatuursveranderingen. Brengt men een dergelijk lichtgevend speldje in een glas heet water, dan geeft het plotseling veel licht af, dat echter snel in sterkte afneemt.

Dompelt men het in een zeer koude vloeistof (bijv vloeibare lucht) dan verdwijnt het lichten geheel. De energie, die in de fosforescerende stof is opgezameld, kan echter door verwarming weer vrijgemaakt worden.

De stoffen, die deze fosforescerende werking bezitten, zijn reeds lange tijd in Europa bekend. In ongeveer 1600 werden deze stoffen voor het eerst genoemd onder de naam van fosfor (lichtdragend).

Beide verschijnselen van fluorescen-

BIJ DE VOORPAGINA:

Een kijkje bij de bouw van de eerste Nederlandse Televisiezender.



De TL verlichting in de telefoonzaal te Rotterdam.

tie en fosforescentie hangen nauw met elkaar samen, maar kunnen toch van elkaar onderscheiden worden. De gemeenschappelijke aanduiding voor beide verschijnselen is *Luminescentie*.

In de techniek spreekt men, als de nalichtende eigenschappen geen rol spelen, dan ook wel van *lumiforen*. Rond 1600 waren het de alchemisten, die op hun speurtocht naar de steen der wijzen de eerste fosforescentie als bijzonder verschijnsel waarnamen en op schrift stelden. In die tijd was echter een verklaring van wat men waarnam nog niet gevonden. Daarvoor moest eerst kennis worden verkregen van de opbouw der stof en van haar bouwstenen.

Wat zijn de huidige opvattingen over de bouw van een *atoom*? Het atoom bestaat uit een positieve kern van protonen en neutronen, waaromheen de negatief geladen electronen zich in cirkelvormige banen bewegen. Het geheel is wel vergelijkbaar met een zonnestelsel in het

klein, zie fig 1. De neutronen op de kern zijn elektrisch neutraal. Het atoom als geheel gezien vertoont ook geen elektrische lading, daar de positieve en negatieve ladingen met elkaar in evenwicht zijn.

Zouden wij van een atoom een electron wegnemen, dan is dit evenwicht verstoord. Wij houden dan twee geladen deeltjes over. Een negatief geladen electron en een positieve rest. Deze rest wordt *ion* genoemd.

Het verwijderen van een electron uit een atoom noemt men het *ioniseren* van deze stof. Bij ionisatie van een atoom is het echter niet onverschillig, welk electron men verwijdert. Uit fig 1 blijkt, dat de electronen zich in cirkelvormige banen rond de kern bewegen. Deze banen zijn het beste voor te stellen als de schillen van een ui.

De schil, die zich het dichtst bij de kern bevindt, bevat de sterkst gebonden electronen. Hoe groter de afstand tussen kern en schil, des te zwakker de onderlinge binding. Om

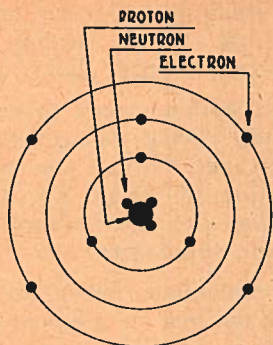


Fig 1. voorstelling van een atoom.

een gedachte te geven van de orde van grootte waarmee men te rekenen heeft, geven wij U de baanmiddellijn van de buitenste electron van een natriumatoom. Deze is 10^{-8} cm, doch is echter nog *zeer groot* in vergelijking tot de afmetingen van de electronen, protonen en neutronen!

Als we het atoom zouden vergroten tot het proton de grootte van een speldeknop heeft, zouden de electronen banen beschrijven met een middellijn van enige meters. Het soortelijke gewicht van een proton is zeer groot; zulk een speldeknop zou met de hand niet te tillen zijn.

De electronen, die wij uit het atoomverband kunnen verwijderen, zijn slechts de buitenste, dus de minst gebonden electronen.

We zullen nu eens nagaan welke verschijnselen zich voordoen, als we aan de einden van een buis, waarin zich een edelgas bevindt, een potentiaal aanleggen, zie fig 2.

In zulk een buis zullen zich altijd enige vrije electronen bevinden. Deze zijn ontstaan door belichting of door cosmische stralen, (straling uit het heelal). Zouden deze electronen niet aanwezig zijn, dan zou de toestand in de buis geen verandering ondervinden. Zijn zij echter wel aan-

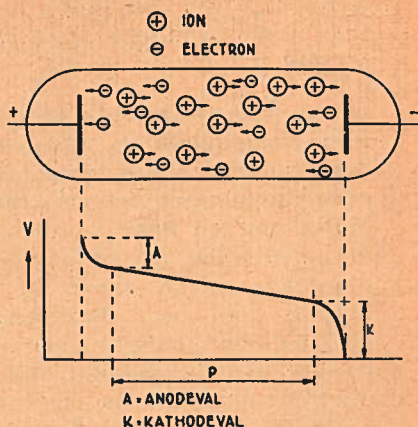


Fig 2 en 3, ontledingsbuis, aangesloten op gelijkspanning.

wezig, dan zullen ze zich onder invloed van de aangelegde spanning gaan bewegen. Als het electron zonder botsingen een potentiaalverschil doorloopt van 1 volt, heeft het een energie opgezameld van 1 electronvolt (eV).

Het heeft dan een snelheid gekregen van 595 km per seconde.

Daar de electronen negatief geladen zijn, bewegen zij zich naar het punt met de hoogste potentiaal, de + pool dus. Op hun weg daarheen botsen zij tegen de aanwezige atomen aan. Hierbij kunnen zij van richting veranderen en zelfs van richting omkeren. De gemiddelde verplaatsing is echter steeds naar de + pool gericht. Bij de snelheid, dus de energie-toestand, waarmee de botsing plaats vindt kunnen zich drie gevallen voordoen.

- 1e. De snelheid van het electron is slechts gering. Het wordt van zijn baan afgedrongen en staat iets van zijn snelheid af. Deze energie komt vrij in de vorm van warmte en zal dus het gas ver-

warmen. Boven beschreven botsing noemt men een *elastische botsing*.

- 2e. De snelheid, waarmede de botsing plaats vindt, is zò groot, dat een electron van het aangestoten atoom naar een meer naar buiten gelegen baan wordt gedrongen. Men noemt dit het *aanslaan* van een atoom. Bij de botsing gaf het aanstotende electron een gedeelte van zijn energie af, die gebruikt wordt door het electron van het aangeslagen atoom. De inwendige energie van het atoom is hierdoor groter geworden; het komt op een hoger energieniveau.

Deze toestand is echter niet blijvend. Na 10^{-7} à 10^{-8} seconde valt het weggestoten electron weer naar zijn oude baan terug. Hierbij geeft het de opgenomen energie weer af in de vorm van straling.

- 3e. De snelheid, waarmede de botsing plaats vindt, is zo groot, dat een electron van het aangestoten atoom geheel uit het atoomverband wordt gedrukt.

We krijgen dan een nieuw vrij electron en een positieve rest (ion). Er vindt nu *ionisatie* plaats. Het electron gaat weer naar de + pool (anode), het ion naar de — pool (kathode).

Laten we even terugkeren naar het gestelde onder punt 2. Het blijkt, dat een gebonden electron zich slechts in bepaalde banen rond de kern kan bewegen. Een plaats tussen twee banen in is niet mogelijk. Dit sluit in, dat de energie-toestand van een atoom slechts sprongsgewijze is te veranderen. Bij het terugvallen

in een baan van lagere energie-toestand zal dus de straling eveneens sprongsgewijze plaats vinden.

Dit werd voor het eerst in het jaar 1900 door Planck vastgesteld voor warmtestraling. Hij gaf aan de energiesprongen, de enige, die we aan een atoom kunnen toevoeren, de naam van *lichtquanten*.

Deze lichtquanten blijken nu evenredig te zijn met de frequentie van de straling, die bij het terugvallen van het electron vrijkomt. Met andere woorden: bij een bepaald gasatoom zullen bepaalde energiën nodig zijn om een electron van baan te doen opschuiven. Met de halve energie wordt dus geen halve afstand tussen 2 banen in bereikt.

Bij het terugvallen van een hogere in een lagere baan zal altijd een zeer bepaalde energie vrijkomen in de vorm van een straling in slechts één bepaalde frequentie. De golflengte van deze frequentie wordt meestal gemeten in *Ångström* ($1 \text{ Ångström} = 10^{-8} \text{ cm}$).

Maar laten we terugkeren naar onze buis waarin ondertussen het proces van botsingen, het daardoor veroorzaakte afremmen en het wederom versnellen van electronen doorging.

In de buis ontstaat een electronenstroom naar de anode. De positieve ionen bereiken voor een gedeelte de kathode, waar zij door hun positieve lading een aantrekkende kracht uitoefenen op de daar aanwezige electronen. Kan de kathode de electronen niet in voldoende mate naleveren, dan botsen de ionen op de kathode en slaan daaruit electronen vrij. Bij dit bombardement wordt de kathode verhit, waardoor het uittreden van electronen gemakkelijker plaats vindt. De vrijgemaakte elec-

tronen versterken, het gehele proces, zodat het aantal ionen vóór de kathode steeds groter wordt. Deze ruimtelading bereikt eindelijk zo'n grote waarde, dat zij in staat is uit de kathode voldoende electronen vrij te maken om, onafhankelijk van de in het begin aanwezige vrije electronen, het proces gaande te houden.

Hoe gemakkelijker de kathode dus electronen afstaat, des te kleiner zal de positieve lading voor de kathode zijn. Men noemt deze spanningsval de *kathodeval*. Dit zelfde verschijnsel treedt ook op bij de anode en zal daar de *anodeval* veroorzaken.

Ook de anode zal door het electronenbombardement verhit worden.

De spanning, die bij een onafhankelijke ontlading tussen kathode en anode gemeten wordt, noemt men de *brandspanning*. Deze is niet over de gehele buis regelmatig verdeeld door de werking van de kathode-, resp de anodeval, zie fig 3.

Zowel de kathode- als de anodeval gaat met lichtuitstraling gepaard, het zgn *glimlicht*. De toestand, waarbij dit optreedt, noemt men *glimontlading*.

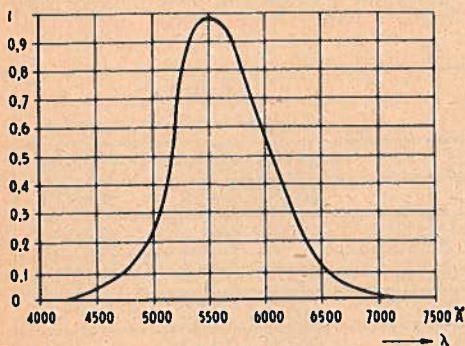


Fig 4, internationaal vastgelegde ooggevoelighheidskromme; max gevoeligheid is willekeurig op 1 gesteld.

Het licht van de kathodeval is het sterkst, zie de grotere spanning K in fig 3. Deze lichtuitstraling heeft toepassing gevonden in de bij onze dienst op de wekstroombordjes gebruikte signaallampjes, spanningzoekers, zgn spaarlampen enz.

Het lot van de ionen is echter nog iets gecompliceerder dan in bovenstaande regels verteld werd.

In onze gedachten keren wij nog even terug naar het punt waar een ion gevormd werd. Stel nu eens even, dat dit proces in de as van de buis plaats vond, waar inderdaad de meeste kans op is; door de negatieve lading van de buiswand zal de grootste electronenstroom zich in de as van de buis bevinden. Hoe komt deze buiswand echter negatief geladen? We zullen dit met een voorbeeld duidelijk maken.

Laten we in een ruimte, bijv een kamer, in het midden een sterk prikkelend gas vrij, dan zal het enige tijd duren voor deze prikkeling ook bij de wanden kan worden waargenomen. Het gas heeft een zekere tijd nodig om zich te verspreiden (te diffusiëren). De snelheid waarmee dit gebeurt, heet daarom ook *diffusie-snelheid*. Nu diffusiëren de electronen door hun kleinere massa veel sneller dan de ionen, die in verhouding veel zwaarder en dus trager zijn. De electronen bereiken eerder de wand en geven haar een negatieve lading. Deze zelfde lading remt echter ook de voortdurende electronenstroom af (gelijknamige ladingen!). De positief geladen ionen worden nu echter aangetrokken en zullen zich met de aanwezige electronen verenigen tot een neutraal atoom. Dit noemt men *recombinatie*. Door deze recombinatie neemt de negatieve lading af. De electronen

worden dan minder afgestoten en de ionen minder aangetrokken. Dit verschijnsel stelt zich op een gemiddelde waarde in. De nieuw gevormde atomen nemen nu weer normaal aan het proces deel. Ook in de dwarsdoorsnede blijkt dus de spanningsverdeling niet gelijk te zijn. De grootste electronenstroom bevindt zich in de kern van de buis; zoals we ook bij de aanvang aannamen. Nu wij in het kort het proces in een gasontladingsbuis hebben besproken, willen we nog wat dieper ingaan op de lichtemissie, die de moderne luminescentiebuis haar bijzondere plaats heeft geschonken.

De luminescentiebuis bestaat uit een glazen buis van ongeveer 4 cm diameter en een lengte, die voor verschillend vermogen loopt van 59 tot 120 cm. Aan beide uiteinden is een korte gloeidraad en een electrode ingesmolten. De gloeidraden worden alleen gebruikt om vóór het ontsteken van de boog de electroden de vereiste temperatuur te geven. Zij dragen *niet* tot de lichtemissie bij. De binnenzijde van de glazen buis is met een poeder bedekt, dat bij bestraling met een hoge frequentie luminiseert. Het geheel is gevuld met kwikdamp onder lage druk.

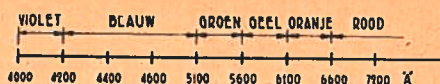


Fig 5, het verband tussen kleur en golflengte.

In het algemeen zal men er naar streven de verlichtingsbron aan te passen aan de golflengten waarvoor ons oog gevoelig is. Het laat zich zeer goed begrijpen, dat een straling, waar ons oog bijna geen gevoeligheid voor bezit, als verlichting niet in aanmerking zal kunnen komen. De door een lichtbron geleverde energie in zulk een straling moet voor de verlichting als verloren worden beschouwd. Hoe is nu de gemiddelde ooggevoeligheid voor verschillende golflengten (dus verschillende kleuren)? Zie fig 4.

Voor een goede vergelijking geven wij in fig 5 de ligging van de verschillende kleuren en de bijbehorende golflengten. We zien hieruit, dat de grootste ooggevoeligheid zich in het groen en het geel bevindt, ongeveer 5100—6100 Å.

De gevoeligheid voor rood, 7200 Å, is zeer gering, evenals de gevoeligheid voor violet en blauw, 4000—4400 Å.

Daar een gloeilamp een zeer brede band van frequenties uitstraalt,

Fluorescentie stof	Activator	Emissie	
		in gebied van	maximum
$\text{Ca WO}_4 + 1\% \text{ Pb WO}_4$	—	3000 - 6000Å	4300Å
Mg WO_4	—	4000-7000Å	4900Å
Cb Si O_3	$1\% \text{ Mn Si O}_4$	5300-6800Å	5900Å
$\text{Zn}_2 \text{ Si O}_4$	$1\% \text{ N}_2 \text{ Si O}_4$	4600-6000Å	5300 Å
$\text{Zn}_2 \text{ Si O}_4 + 0-10\% \text{ Be Si O}_4$	$0.1\% - 10\% \text{ Mn}_2 \text{ Si O}_4$	4600-7200Å	5300-6100Å *
$\text{Cd}_2 \text{ B}_2 \text{ O}_5$	$1\% \text{ Mn B}_2 \text{ O}_5$	5600-6900Å	6200Å

Fig 6, enige luminescentiestoffen bestraald met 2537 Å

* Afhankelijk van de percentages beryllium en mangaan.

waarvan het maximum in het gebied van 7200 Å, dus in het rood licht, is deze verlichtingsbron verre van ideaal; nuttig effect ongeveer 7%. De TL-buis zal door haar gasontlading in kwikdamp van lage druk een straling leveren van 2537 Å. Deze golflengte betekent een straling in het ultra-violet licht. Zonder meer is zij dus voor het oog niet waarneembaar.

Door toepassing van de luminescerende stoffen, die wij in de aanvang van dit artikel vermeldde, is het mogelijk een golflengte-transformatie te bereiken. In fig 6 zien wij een samenvatting van enige fluorescentie-stoffen, die bij bestraling met een golflengte van 2537 Å in een zichtbare golflengte gaan stralen. De intensiteit en de golflengte zijn, zoals men ziet, mede afhankelijk van kleine hoeveelheden van een stof, die men *activator* noemt.

In het grote stralingsgebied van 4300—6200 Å blijkt men een zeer grote keus te hebben voor het op te wekken kleurspectrum. Naar behoefte kan men door menging van de fluorescentiestof iedere gewenste frequentieband bereiken. Tot Januari 1950 had men uit praktische overwegingen slechts 3 typen TL-buizen in de handel gebracht onder de namen: wit, warmwit en daglicht.

In de fign 7, 8 en 9 ziet men achtereenvolgens de lichtstroomverdeling van de witte, de warmwitte en de daglicht TL-buis. Voor een goed begrip vergelijkte men de gevoeligheidskromme van het oog in fig 4 en de lichtstroom- en energieverdeling van een gasgevulde gloeilamp in fig 9a.

Door de wijze van de lichtopwekking zijn de verliezen geringer dan bij de gebruikelijke gloeilamp.

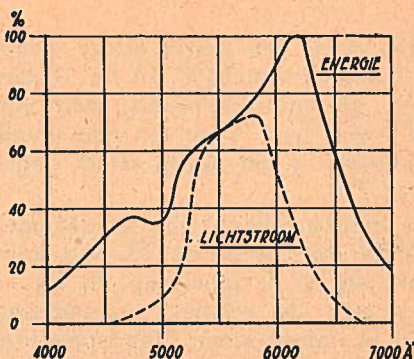


Fig 7. energie- en relatieve lichtstroomverdeling van de witte luminescentiebuis TL 100, (de ooggevoeligheidskromme is in de lichtstroomkromme verrekend).

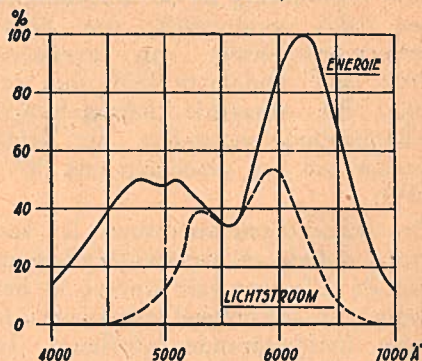


Fig 8. energie- en relatieve lichtstroomverdeling van de warm-witte luminescentiebuis TL 100, (de ooggevoeligheidskromme is in de lichtstroomkromme verrekend).

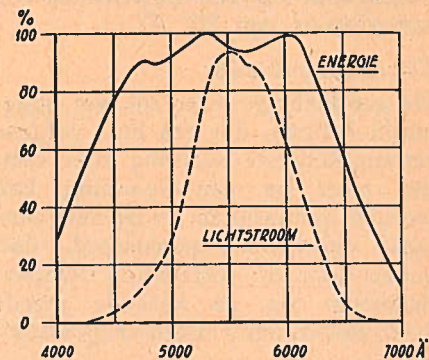


Fig 9. energie- en lichtstroomverdeling van de daglicht luminescentiebuis TL 100, (de ooggevoeligheidskromme is in de lichtstroomkromme verrekend).

Men heeft een nuttig effect weten te berekenen van 18%. In fig 10 ziet men de energieverdeling van een 22,5 watt buis. Voor een zeer goede gloeilamp is het nuttig effect ongeveer 7%.

De afhankelijkheid van de netspanningsvariaties is bij de TL-buis minder dan bij de gloeilamp. In fig 11 ziet men de relatieve verandering van de lampstroom, brandspanning, opgenomen vermogen, rendement en de lichtstroom als functie van de netspanning.

Een verandering in de netspanning van 10% veroorzaakt een lichtstroomverandering van eveneens 10% (het rendement blijft dus gelijk). Bij eenzelfde netspanningsschommeling verandert de lichtstroom van een gloeilamp met 30—40%.

De omgevingstemperatuur is van grote invloed op het lichtrendement van de TL-buis (zie wat er in het begin van dit artikel geschreven is over fosforiserende stoffen). In fig 12 ziet men het verband tussen de omgevingstemperatuur en de lichtstroom. Hierbij is de maximum lichtstroom op 100 gesteld bij een temperatuur van 20° C.

De hulpapparatuur.

De aandachtige lezer zal wel opgemerkt hebben, dat een buis volgens bovengeschetste werking niet zonder meer op een spanning kan worden aangesloten. Is de buis eenmaal ontstoken, geïoniseerd, dan zullen door de optredende bombardementen op de kathode steeds meer electronen worden vrijgemaakt.

Fig 11, relatieve verandering van de buisstroom I , de brandspanning V_b , het opgenomen vermogen W , het rendement n , de lichtstroom F , als functie van de netspanning (220V).

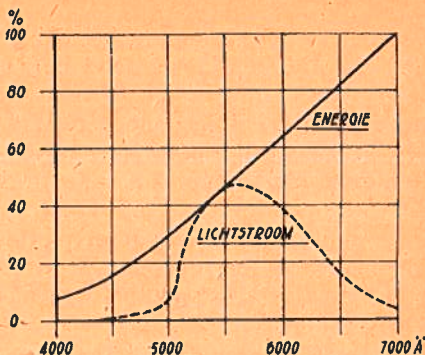


Fig 9a, energie- en relatieve lichtstroomverdeling van een gasgevulde gloeilamp (de ooggevoeligheidskromme is in de lichtstroomkromme verrekend).

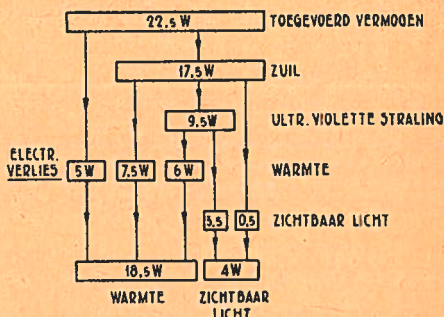
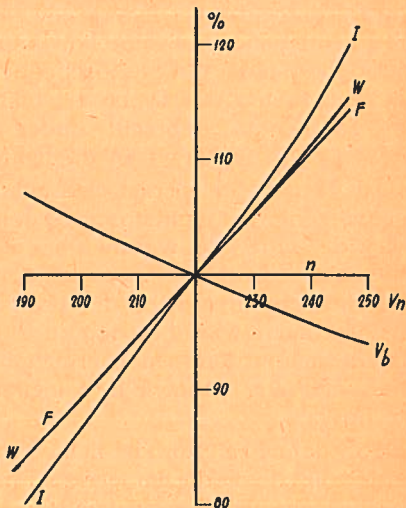


Fig 10, energiebalans van de daglicht luminescentiebuis, TL 100.



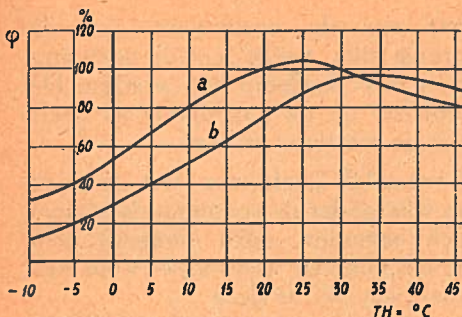


Fig 12, invloed van de omgevingstemperatuur op de lichtstroom φ TL 100 in daglichtkleur, a= bij stilstaande lucht. b= bij sterke lucht-circulatie (de daling bij te hoge temperatuur vindt zijn oorzaak in de stijgende gasdruk in de buis).

Ook deze gaan weer meedoen in het aanslaan van atomen. Het aantal ionen wordt dan ook groter en daardoor ook weer het bombardement op de kathode.

Als we aan dit proces geen grenzen stellen, zal de stroom steeds meer toenemen, waardoor de buis defect zal raken. We moeten dus de stroom begrenzen. Let nu op het grote verschil met de ons bekende gloeilamp.

Bij toenemende stroom stijgt bij deze ook het spanningsverlies.

In de gasontladingsbuis gebeurt juist het tegenovergestelde.

Bij stijgende stroom daalt de weerstand van de buis en dus ook het spanningsverlies; dit is het gebied, waarin de boogontlading plaats vindt, zie Groene boek blz 429—430 en fig 389.

De buis gedraagt zich als een negatieve weerstand.

Hoe zullen wij deze begrenzing van de stroom aanbrengen? Hiervoor staan 4 wegen open:

- 1e. Begrenzing door serieschakeling van een weerstand.
- 2e. Begrenzing door serieschakeling van een zelfinductie.

3e. Begrenzing door serieschakeling van een condensator.

4e. Begrenzing door serieschakeling van een zelfinductie en een condensator.

In deze volgorde zullen wij de voor- en nadelen van bovengenoemde methoden behandelen.

1e. *Begrenzing door serieschakeling van een weerstand.*

Daar de ontsteekspanning veel hoger ligt dan de werkspanning, respectievelijk 110 V en 60 V, voor een buis van 130 volt moet aan de weerstand een groot spanningsverlies veroorzaakt worden,

$$130 - 60 = 70 \text{ volt.}$$

Dit betekent, dat in de voorgeschakelde weerstand ongeveer eenzelfde vermogen opgenomen wordt als in de buis. Dit vermogen moeten wij als verlies beschouwen. Deze wijze van stroombegrenzing is dus zeer oneconomisch en daarom niet gebruikelijk. Daar de verder genoemde methoden alleen voor wisselstroom geschikt zijn, is het begrijpelijk, dat de TL-buizen slechts zelden bij gelijkstroombedrijf gebruikt worden.

2e. *Begrenzing door serieschakeling van een zelfinductie.*

Bij het gebruik maken van een zelfinductie laat de schijnbare weerstand, die in de stroomkring wordt opgenomen, zich berekenen uit de vergelijking

$$Z = \sqrt{R^2 + (2\pi fL)^2},$$

waarin R de weerstand in ohm, f de netfrequentie in hertz en L de zelfinductie in henry voorstelt. Voor een juist begrip is het nodig even op de werking van een zelfinductie in te gaan, zie ook Groene Boek blz 73 t/m 76.

Bij een sinusvormige wisselstroom treedt de grootste veldverandering op als de stroom door het nulpunt gaat. Dan zal ook de grootste tegenemk worden opgewekt. De stroom door de zelfinductie zal door de tegenemk slechts langzaam haar topwaarde kunnen bereiken, zie fig 13. We hebben hierin grafisch het bovengenoemde verschijnsel uitgezet. We zien, dat de stroom 90° achter de spanning ijlt. De momentele waarde kunnen wij ook in een zgn vector-diagram uitzetten.

De 360° zetten we uit in een cirkel, waarbij we aannemen, dat de draairichting rechtsom is, dus met de wijzers van een uurwerk mee. Op de verticale as kunnen we de spanning uitzetten. Daar volgens fig 13 de stroom 90° op de spanning najilt, zullen we deze stroom op de linkerhorizontale as moeten uitzetten, zie fig 14.

De stroom I_0 staat loodrecht op de spanning E en is dus wattloos, omdat geen projectie op de spanningslijn mogelijk is.

Daar iedere zelfinductie echter weerstand bezit, kan de stroom nooit precies 90° najilen. Bij het gebruik van een smoorspoel als voorschakelapparaat voor de TL-buis heeft men gestreefd naar een faseverschuiving van 60° , zie fig 14.

De stroom I_1 laat zich splitsen in een wattloze en een niet wattloze stroom. De projectie op de E -lijn

laat ons de component van de stroom zien, welke met de spanning E in fase gerekend kan worden. De projectie op de horizontale as geeft ons de wattloze stroom.

Gewoonlijk geeft men niet de hoek op waaronder de spanning en stroom zich bevinden, doch vermeldt men de cosinus van deze hoek. Voor een hoek van 60° is deze $\frac{1}{2}$.

De energiebedrijven maken bezwaar tegen een te grote faseverschuiving in het net, daar dit gepaard gaat met het optreden van wattloze stromen, die niet bijdragen tot de energielevering, doch wel spanningsverlies in de kabels en transformatoren veroorzaken.

3e. Begrenzing door serieschakeling van een condensator.

Deze methode brengt grote bezwaren met zich mede. De stootsgewijze ontladstromen, zie Groene Boek blz 67, van een condensator zouden de elektroden van een TL-buis spoedig vernielen. Bovendien hebben de energiebedrijven de eis gesteld, dat voor een frequentie van 500 Hz het net zich nog inductief moet gedragen. Men past namelijk wel signalen met een hogere frequentie dan 50 Hz toe voor het op afstand bedienen van bijv de schakelklokken van de straatverlichting enz. Om deze reden is de bovengenoemde begrenzing niet mogelijk.

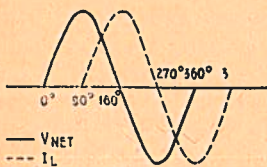


Fig 13

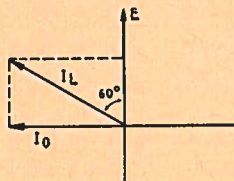


Fig 14

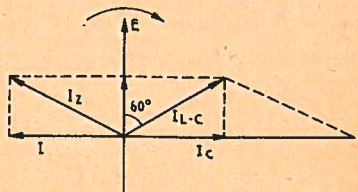


Fig 15

4e. Begrenzing door serieschakeling van een condensator en een zelfinductie.

Door serieschakeling van een zelfinductie is men tegemoet gekomen aan de eis een hoge weerstand voor bovengenoemde signaalfrequentie te bezitten. De ontladstromen van de condensator zullen niet meer die waarden kunnen aannemen als bij het gebruik zonder zelfinductie.

De stroom zal bij een condensator 90° voorijlen op de spanning, zie Groene Boek blz 75. De faseverschuiving bij het in serie schakelen met een zelfinductie, zal bij het kiezen van een juiste waarde van deze zelfinductie ook 60° kunnen zijn, zie fig 15. Hier is echter de stroom 60° vóór op de spanning.

Een combinatie van twee buizen, geschakeld op de wijze als onder 2 en 4 genoemd, biedt ons een betere oplossing. De resulterende stromen van beide buizen zijn namelijk in fase met de spanning, zie fig 16. In de praktijk neemt men genoeg met een cosinus van de hoek tussen stroom en spanning van ongeveer 0,9. Bovengenoemde schakeling is bekend als de *duoschakeling*.

Een groot voordeel van deze duoschakeling is, dat zij het stroboscopisch effect, dat bij gasontladingslampen zeer hinderlijk kan zijn, sterk vermindert.

Een TL-buis zal bij wisselstroomvoeding van 50 Hz 100 maal per seconde doven. Dit doven zal, daar geen traag nagloeiend lichaam aanwezig is, onder bepaalde omstandigheden hinderlijk kunnen zijn.

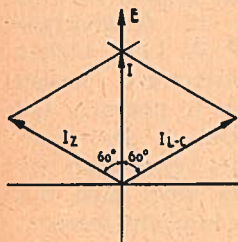


Fig 16

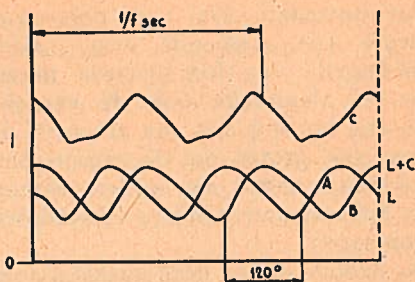


Fig 17, lichtstroomvariatie van 2 TL buis-lampen (duoschakeling).

A= lichtstroomvariatie van TL buis in inductieve schakeling.

B= lichtstroomvariatie van TL buis in capacatieve schakeling

C= lichtstroomvariatie van 2 TL buizen in duoschakeling ($A+B=C$)

Draaiende delen van machines kunnen bij een bepaald toerental de indruk geven in omgekeerde richting te draaien of zelfs stil te staan. Het bewegen van een voorwerp wordt niet meer als een ononderbroken beweging gezien, doch schijnt in schokken plaats te vinden.

In een duoschakeling van TL-buizen liggen echter de maximale stromen van beide buizen en daardoor ook de lichtmaxima 120° verschoven. Met andere woorden, de buizen vullen elkaar aan, zie fig 17. Daar de lichtgevende laag in de buis nog enigszins nalicht, zal de lichtstroom nooit nul worden. Rest ons nog de zgn starter te behandelen.

Om vóór het ontsteken van de TL-buis de elektroden te verwarmen heeft men een schakelaar ontworpen, die wel zeer afwijkt van de gebruikelijke vorm. Men vindt haar afgebeeld in fig 18.

Haar plaats in de schakeling vindt U in fig 19.

Bij het aansluiten op de netspanning zal het gas in de starter ioniseren. Dit gas staat onder lagere druk dan het gas in de TL-buis. Hoe lager de druk, hoe gemakkelijker ionisatie

kan optreden. De zgn *vrije-weg-lengte* (de afgelegde weg zonder botsingen) van het electron neemt toe en daarmee ook de energie. Bij een botsing met een atoom is de kans veel groter, dat de energie dan voldoende is om een ander electron uit het atoomverband te verwijderen (ionisatie).

De stroom, die na deze ionisatie door het gas zal lopen, verwarmt niet alleen de gloeidraden van de buis, doch ook een bimetalen strookje in de starter. Door de optredende vormverandering, zal dit bi-contact na enige seconden het lichtboogje in de starter kortsluiten. Hiermede wordt tevens de oorzaak van de werking van het bi-contact weggenomen. Dit contact zal zich dus direct weer openen. Deze stroomonderbreking heeft een grote inductie-stoot in de voorgeschakelde zelf-inductie tengevolge. De spanning, die daardoor ontstaat, zal veel hoger zijn dan de netspanning en daardoor ook de buis doen *doorslaan*. Deze had toch inmiddels verwarmde electroden gekregen, waardoor de benodigde electronen gemakkelijk konden worden afgegeven.

De spanning over de starter wordt nu echter bepaald door de brandspanning van de buis. Deze is belangrijk lager dan de netspanning en niet voldoende om ionisatie van het gas in de starter opnieuw te doen plaats vinden.

Men kan dus ongehinderd de starter over de buiscontacten aangesloten laten. De stroom door de gloeidraden is tijdens het bedrijf onderbro-

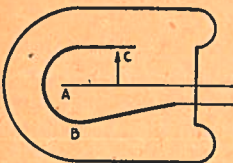


Fig 18, starter voor TL buis.
A=punt waar glimontlading ontstaat.
B=bimetaalreepje.
C=schakelcontact.

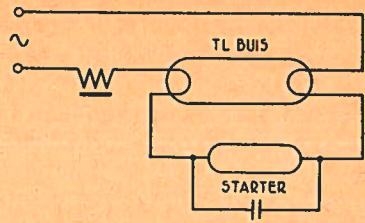


Fig 19, schakelschema van een inductiefgeschakelde TL buis.

ken. Het bombardement van beurtelings ionen- en electronen zal de electroden echter zó verwarmen, dat verwarming door de gloeidraden overbodig is.

De kleine condensator, die parallel over de starter en dus ook over de buis geschakeld is, heeft een dubbele rol te vervullen. Bij het werken van de starter zal hij de al te grote vonkvorming over het bimetalen contact tegengaan. Tijdens de werking van de TL-buis zal hij de hoge frequenties, die in de buis ontstaan, kortsluiten.

Hij dient dus tevens als een ontstoringcondensator en zal de storing op het net zo klein mogelijk houden.

Wij willen deze beschouwing over de luminescentiebuis niet beëindigen, zonder te waarschuwen voor het gevaar, dat dreigen kan bij het zich snijden aan de defecte TL-buizen.

Volgens een artikel in het maandblad *De Veiligheid*, orgaan van het veiligheidsmuseum te Amsterdam, geschreven door P. A. Luyt, blijken de wonden die geïnfecteerd zijn met Berilium zeer slecht te genezen. Dit Berilium bevindt zich in de luminescerende laag. Bij het vernietigen van defecte exemplaren moet men dus de grootste voorzichtigheid betrachten. (slot onderaan blz. 359).

Frequentie modulatie

door B. J. Tammens.

50-064

3. Demodulatie van F.M.

Alvorens we de frequentie gemoduleerde hoogfrequente draaggolf demoduleren, gaan we deze in de ontvanger, na H.F. versterking en menging, in de M.F.-trap begrenzen.

Deze begrenzer snijdt de toppen der draaggolf af. Het kan nl voorkomen, dat deze draaggolf ontsiert is door scherpe pieken, afkomstig van atmosferische of andere storingen, terwijl tevens bovendien de draaggolf enigszins voorzien is van amplitude-modulatie variaties. Deze amplitude-begrenzer is een buis waarvan de roosterruimte met opzet verkleind wordt.

Wanneer een penthode wordt toegepast, kan dit geschieden door verlaging van de schermroosterspanning. Men dient zorg te dragen, dat door voldoende voorversterking de aangelegde roosterwisselspanning groter is dan de roosterruimte.

In fig 5 is van deze buis de Ia-Vg-karakteristiek getekend.

Na deze begrenzer is de draaggolf dus ontdaan van alle voorkomende amplitude-variaties afkomstig van

storende frequenties. We zien hieruit, dat de signaalverhouding veel gunstiger is dan bij A.M.

De demodulatoren welke wij hier zullen beschrijven, worden in het algemeen *discriminator* genoemd. „To discriminate” betekent: onderscheiden, verschil maken. Een te aanvaarden Nederlandse naam is vergelijkings- of verschildetector.

Demodulatie van een F.M.-signaal moet in twee stappen plaats vinden, de frequentie gedemoludeerde draaggolf wordt eerst omgezet in een draaggolf met amplitude-modulatie. Daarna wordt op de bekende manier, meestal met een diode, het l.f.-signaal verkregen.

Omzetting van een F.M.-signaal in A.M. kan in principe verkregen worden door het signaal in te stellen op de flank van de resonantie-kromme van een L—C keten.

Kiezen we de frequentie van de middenfrequente draaggolf zoals in fig 6a weergegeven, dan is de kromme in de omgeving van f ongeveer recht.

We hebben nu een lineaire betrekking tussen de frequentie f en de spanning E over de kring verkregen.

Voor hen, die iets meer willen weten over gasontladingsbuizen en in het bijzonder de TL-buis, moge gewezen worden op het boek: Gasontladingsbuizen door Ir P. J. Oranje, Luminescentie-verlichting door Prof Dr Zwicker, en de artikelen in het Philips-Technisch Tijdschrift:

1937 nr 2 Wisselstroomschakelingen voor ontladingslampen.

1938 nr 3 Electriche verschijnselen in de positieve zuil bij lage druk.

1938 nr 3 Lichtemissie in de positieve zuil bij lage druk.

1938 nr 3 Fluorescentie.

1938 nr 3 Lage druk kwikontlading met luminescerende wand.

1939 nr 4 Buisvormige luminescentielampen.

1941 nr 6 Luminescerende stoffen.

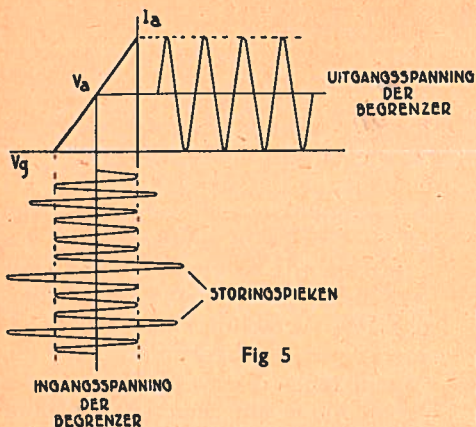


Fig 5

Een dergelijke schakeling, die ook F.M. in A.M. omzet, wordt *frequentie-detector* genoemd. Het hiermede verkregen signaal kan nu met een amplitude-detector op de bekende wijze worden gedemoduleerd. In fig 6a is het gebruikte gedeelte van de karakteristiek slechts bij benadering recht. Hierdoor zal vervorming optreden; dit verschijnsel kan verminderd worden door een detector in balansschakeling te gebruiken, zie fig 6b.

Deze werkt als volgt :

Het door de begrenzer afgegeven signaal wordt aan de primaire wikkeling van de balanstransformator toegevoerd.

Deze transformator bevat twee gescheiden secundaire wikkelingen, waarvan de ene is afgestemd 100 kHz beneden, de andere 100 kHz boven de middenfrequentie. De afstemkrommen dezer kringen zullen bij gelijkheid der eigenschappen juist aaneensluiten als in fig 7.

Op elke kring is een diode aangesloten en de belastingsweerstand R1 en R2 zijn zodanig in serie geschakeld, dat de spanningen, die er na gelijkrichting ontstaan, tegenge-

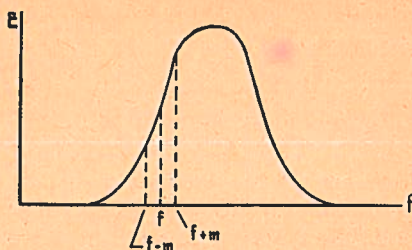


Fig 6a

Omzetting van F.M. trillingen in A.M.

steld gericht zijn; wanneer deze spanningen even groot zijn, heffen ze elkaar op en is de totaalspanning over de weerstanden gelijk nul. Dit is het geval, indien een ongemoduleerde draaggolf wordt ontvangen; zodra frequentie-variaties optreden wordt het evenwicht verstoord en ontstaat er aan R1 en R2 een resulterende laagfrequente wisselspanning overeenkomend met de laagfrequente-modulatiespanning der microfoon, die in de zender de frequentie-variaties tot stand bracht. Fig 8 toont ons een andere discriminator-schakeling. Bij dit systeem zijn de kringen I en II afgestemd op de middenfrequentie van de F.M.-ontvanger. De middenfrequent transformator heeft, zoals gebruikelijk, een verhouding van 1 : 0,5 : 0,5. De secundaire middenaftakking is met een kleine koppelcondensator aan de hoogspanningszijde van kring I verbonden.

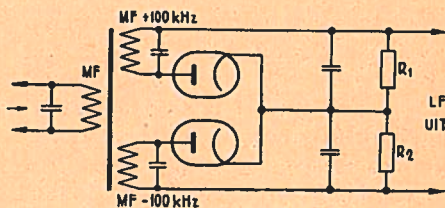


Fig 6b

Frequentiedemodulator met gescheiden secundaire transformatorwikkeling, zie ook fig 6a

Bij de inductieve overdracht maken we gebruik van een bekende eigenschap van de resonante-transformator, welke leert, dat de primaire en secundaire spanningen 90° in fase verschoven zijn; dit in tegenstelling met een gewone transformator, waarbij 180° faseverschuiving bestaat tussen primaire- en secundaire spanning.

Door C1 wordt de spanning E_1 van de eerste kring toegevoerd aan het midden van de tweede. Het gevolg is, dat op de dioden een spanning komt die de vectoriële som is van E_1 en $\frac{1}{2}E_2$.

De dioden richten de op hun anoden staande spanningen gelijk; mede door de condensatoren C2 en C3 ontstaan gelijke en tegengestelde stromen in de weerstanden R1 en R2. Het gevolg is, dat in totaal geen spanningsverschil over de weerstanden komt.

Fig 9 geeft aan hoe een en ander met vectoren kan worden voorgesteld.

Bij ontvangst van een ongemoduleerde draaggolf staan E_1 en E_2 loodrecht op elkaar en zijn de lijnen, die de resulterende spanning over R1 en R2 voorstellen, even lang. De hoek, die deze lijnen met elkaar vormen, is niet van wezenlijk be-

lang; het gaat er alleen om of de lengte verschilt of niet. In de weerstanden R1 en R2 kan immers alleen gelijkstroom vloeien; deze gelijkstroom wordt bovendien met C2 en C3 door de bekende detectiewerking van R en C afgevlakt.

Wat vindt nu plaats bij ontvangst van een frequentie-gemoduleerd signaal?

De resonantie-transformator zal dan uit evenwicht geraken, wat tot gevolg heeft, dat er geen 90° faseverschuiving meer bestaat tussen E_1 en E_2 .

De lijnen, die $\frac{1}{2}E_2$ voorstellen zullen nu gaan draaien volgens een hoek Q; de totale spanning E_2 zal kleiner worden.

Uit fig 9 blijkt duidelijk, dat de gestippelde lijnen, die de spanningen over R1 en R2 voorstellen, van lengte verschillen.

Bij frequentie-variaties zullen de resulterende spanningen in de weerstanden R1—R2 spanningen geven van ongelijke grootte. Het verschil hiervan is de uiteindelijk af te geven laagfrequente wisselspanning. Deze methode is een in de praktijk zeer veel gebruikte.

Naast deze F.M. detectie-methode bestaat ook nog een zgn Q-detector, welke wij echter hier niet zullen behandelen.

4. Keuze der frequentie bij F.M.

Zoals wij gezien hebben, varieert de frequentie van een F.M.-zender door de sterkte der modulatie in het laagfrequente rythme. Deze variaties naar boven en beneden worden de zgn swing of zwaai van de zender genoemd. Tevens wordt er in de praktijk verschil gemaakt tussen

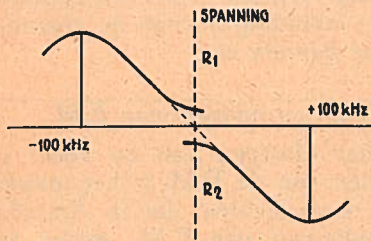
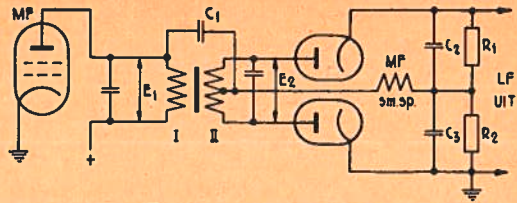


Fig 7, aaneengesloten afstemkrommen waaruit bij frequentie-variaties spanningen over de belastingsweerstand R1 en R2 ontstaan.

Fig 8. Discriminator met afgetakte secundaire transformatorwikkeling.



W.F.M. (Wide band) en N.F.M. (Narrow band), dus breed-band en smalle-band F.M.

De frequentiezwaaï van smalle-band F.M. gaat tot ongeveer 15 kHz en wordt hoofdzakelijk toegepast voor telefonie-doeleinden, waar kwaliteit en storings-achtergrond wel iets ongunstiger mogen zijn.

De frequentiezwaaï van breed-band F.M. is ongeveer 100 kHz. Deze wordt toegepast voor omroepdoel-einden, waarbij een laagfrequente band van 20 tot 15000 Hz wordt uitgezonden.

Door toepassing van een grote swing wordt de verhouding signaal t.o.v. ruis veel gunstiger.

Atmosferische storingen uiteten zich altijd als A.M. In de begrenzertrap van de F.M.-ontvanger worden deze storingen als onnutte franje als het ware van het ontvangen signaal afgeknipt. De frequentie-modulatie daarentegen blijft ongeschonden aanwezig; is de breedte van deze F.M. groot, dan kan ook een groot gedeelte van de kromme in fig 7 benut worden.

Een flinke variatie van het F.M.-signaal veroorzaakt dan een evenredig grote spanningsverandering achter de discriminator.

De band ingenomen door de F.M.-zender is dus veel breder dan bij een A.M.-zender. Heeft men nl een frequentiezwaaï van 100 kHz, dan is de bandbreedte

$$2 \times 100 = 200 \text{ kHz.}$$

Indien men bedenkt, dat internationaal is overeengekomen omroepzenders 9 kHz van elkander verwijderd te houden, dan is het eenvoudig in te zien, dat de F.M.-zender de plaats zou innemen van $200 : 9 =$ ongeveer 22 omroepzenders.

Om deze reden zijn we genoodzaakt de frequentie van de draaggolf niet in die omroepband te kiezen, maar te verplaatsen naar een veel hogere frequentie, bijv 50 tot 100 megaHz.

We komen dan terecht op de U.H.F. (Ultra Hoge Frequenties) en daarmee op zeer korte golven.

We krijgen hier te maken met de eigenschappen, die zich voordoen bij de voortplanting van die zeer korte golven. Zij planten zich immers rechtlijnig voort en keren niet meer naar de aarde terug. Wij hebben bij het gebruik van deze golven zgn *horizontzicht*.

Door de kromming van het aardoppervlak wordt de werkingssfeer beperkt. Plaatsen we de zend- en ontvangerantennes op hooggelegen punten, dan wordt de te overbruggen afstand vergroot. Voor een betrouwbare verbinding moeten de antennes *elkaar kunnen zien*.

5. Voor- en nadelen van F.M.

Bij het afwegen van de voor- en nadelen van de F.M. is het interessant te vermelden, dat in Amerika, de bakermat van F.M., heden ten dage 25% van alle omroepzenders met F.M. werken.

In aanmerking genomen hoe er — typisch Amerikaans — gesuggereerd werd, dat F.M. de toekomst had en A.M. spoedig niet meer gebruikt zou worden, valt dit percentage wel wat tegen.

Ons inziens is de belangrijkste vraag: „Weet men de voordelen van F.M. naar waarde te schatten?”

Een groot frequentie-bereik is prachtig, maar tegelijk moeten l.f.-versterkers en vooral de luidsprekers ook in staat kunnen zijn de bredere frequentieband te verwerken.

Het is onvermijdelijk, dat dit geld kost; met andere woorden, de ontvangers, die voor F.M. geschikt zijn en de voordelen ook kunnen benutten, zijn duurder dan A.M.-ontvangers.

Een tweede vraag is: „Kan men de frequenties tot 15 kHz waarden?”

Velen vinden een luidspreker pas mooi klinken wanneer de hoge frequenties zijn onderdrukt en zoeken al vlug naar de regelknop, waarmee dit ingesteld kan worden.

Opvallend is nog, dat het uitgezondene ook in alle onderdelen perfect verzorgd moet zijn.

Wordt bijv over een F.M.-zender een gramfoonplaat gedraaid, dan is naaldgeruis, wat al heel gauw voorkomt, beslist storend. De frequenties van dit geruis liggen nl in een gebied, dat bij de A.M.-zenders niet doorgelaten wordt.

Dergelijke verschijnselen maken het niet gemakkelijker te voorspellen, dat F.M. een grote vlucht zal nemen.

Resumerende kunnen we zeggen: F.M. kan veel betere kwaliteitsweergave betekenen, met veel gun-

tiger storingsachtergrond, maar dan moet ook aan vele voorwaarden worden voldaan.

Verdere voor- of nadelen zijn:

Door de gedwongen gebruikmaking van U.H.F. is de antennekwestie zeer eenvoudig geworden. Passen we een verticale antenne met een lengte van een kwart golflengte toe, dan zal deze bij een golflengte van bijv 4 meter slechts 1 meter lang behoeven te zijn. Dit is vooral bij mobiele installaties, zoals de mobilfoon, een zeer groot gemak.

Wanneer echter de ontvanger op enige afstand van de antenne is opgesteld, dan moet deze verbonden worden met een speciaal afgeschermde kabel, geschikt voor hoge frequenties, de zgn coaxiale kabel.

Een nadeel van het gebruik der U.H.F. is de kleine actie-radius der zenders. Dit brengt voor omroepdoeleinden mede, dat er veel zenders moeten zijn om een bepaalde oppervlakte te bestrijken. De kleine actie-radius heeft tot voordeel, dat meerdere zenders op kleine afstand van elkaar verwijderd dezelfde golflengte kunnen gebruiken zonder elkaar te storen.

Een zeer groot voordeel aan de zenzijde is de afwezigheid van een modulator, zoals wij die bij een A.M.-zender aantreffen. Het gevolg hiervan is, dat ook de voeding van de zender veel kleiner behoeft te zijn dan bij een A.M.-zender. Wel is waar moeten voor de constructie van F.M.-apparatuur onderdelen gebruikt worden van zeer grote verliesvrijheid en buizen geschikt voor de U.H.F. Het gebruik der U.H.F. brengt mede, dat met kleine zendenergie een goede ontvangst mogelijk is.

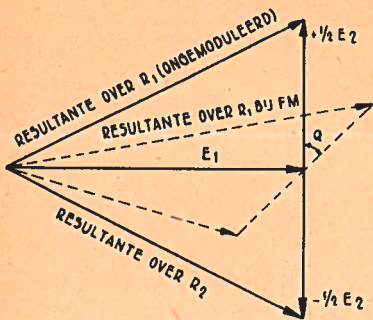


Fig 9, vectordiagram der spanningen over R_1 en R_2 . (getrokken lijn ongemoduleerd, gestippelde lijn frequentie-gemoduleerd).

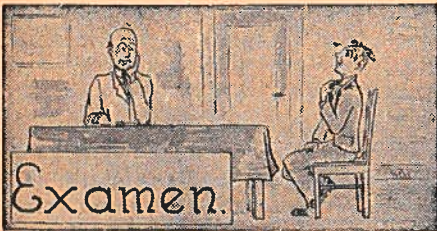
Tevens zijn bij gebruik der Ultra Hoge Frequenties sommige onderdelen van kleinere afmetingen, zodat men de apparatuur compacter kan samenstellen.

Uit het voorgaande blijkt duidelijk, dat F.M. de aangewezen modulatiemethode is voor mobiele zend- en ontvanginginstallaties zoals de mobilfoon.

Tot slot nog iets over toepassing van F.M. bij Televisie. Hierbij wordt het beeld uitgezonden op een hoge frequentie, omdat evenals bij F.M., de noodzakelijke bandbreedte groot is.

Het geluidskanaal is dan in de regel ongeveer 5 megaHz verwijderd van het beeldkanaal. Een voordeel is hierbij, dat aan de ontvangzijde de eerste trappen gelijk kunnen zijn voor beide kanalen.

Meestal wordt ook hier F.M. toegepast, opdat de toch al ingewikkelde apparatuur aan de zenzijde op dit punt eenvoudig kan blijven.



1. Waarin verschilt het centraal-batterijsysteem (handsysteem) van Ericsson met dat van het fabricaat B.T.M.?

2. Door een weerstand van 5 ohm moet een stroom gestuurd worden van 10 A.

Men heeft de beschikking over een aantal elementen elk met een emk van 2 volt en een inwendige weerstand van 1 ohm. Hoe moet men de batterij samenstellen, zodat het aantal elementen zo klein mogelijk is?

3. Een spoel met een coëfficiënt van zelfinductie van 25 mH en een ohmse weerstand van 10 ohm wordt in serie met een condensator van $1 \mu F$ aangesloten op een wisselspanning van 100 volt en een frequentie van 1000 Hz.

Hoe groot is de stroomsterkte door de spoel?

4. Waar wordt de ankerslagruimte gemeten bij het ronde relais type 60?

5. Van welke soort metalen zijn de contacten vervaardigd, die gebruikt worden in de contactveren van telefoonrelais?

6. Hoe is de „vertragingswikkeling” bij een dubbelrelais (R en T-relais type 74) uitgevoerd.

7. Verklaar waarom in een telefoon een permanente magneet aanwezig is.

Theorie, bouw en eigenschappen van elektrische machines

door J. B. Reinders

50-065

e. De schakeling van een draaistroomdynamo.

Een eenvoudige schakeling van een draaistroomdynamo is in fig 72 getekend. De spanning wordt geregeld met een regelweerstand voor de magneetwikkeling van de bekrachtigingsdynamo.

Behalve een veldregelaar is meestal ook een reguleur aanwezig, waarmee men de snelheid en dus de frequentie kan regelen.

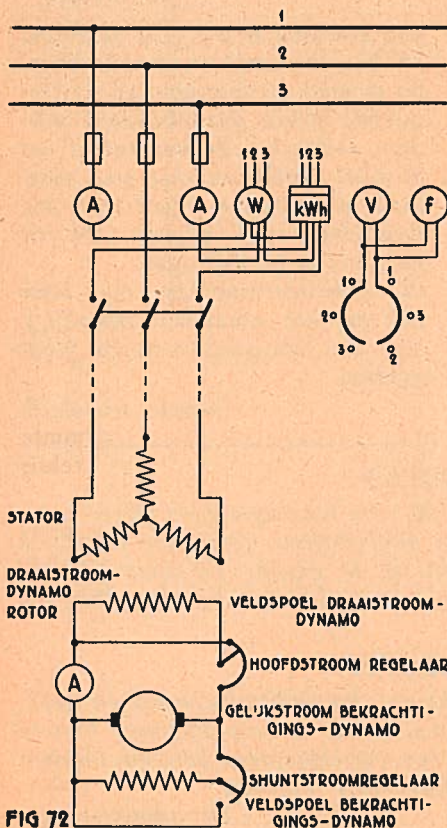


FIG 72

Past men een nulleider toe, verbonden met het sterpunt van de dynamo, dan heeft men in iedere fase een A-meter nodig en een wattmeter met 3 meetsystemen i.p.v. twee, zoals in fig 72.

f. Het parallel schakelen van draaistroomdynamo's, fig 73.

Als bij een in bedrijf zijnde draaistroomdynamo A een tweede B bijgeschakeld moet worden, kan dat alleen dan gebeuren als de spanningen van de beide machines aan de volgende voorwaarden voldoen.

1. De frequenties moeten gelijk zijn. Van de op gang gebrachte machine wordt het toerental geregeld, totdat de frequenties gelijk geworden zijn. In de figuur is een frequentiemeter getekend met twee schalen. De een staat op de rails, de ander op machine B geschakeld.
2. De effectieve waarden van de spanningen in twee overeenkomstige fasen moeten gelijk zijn. Van machine B wordt het veld geregeld, totdat de spanningen gelijk zijn. Ter controle zijn twee voltmeters aangebracht.
3. De momentele waarden van de spanningen in twee overeenkomstige fasen moeten gelijk zijn. Tussen deze twee fasen mag dus geen spanningsverschil bestaan. Met een faselamp FL en parallel daarop een nulvoltmeter NV tussen eenzelfde fase van de rails en

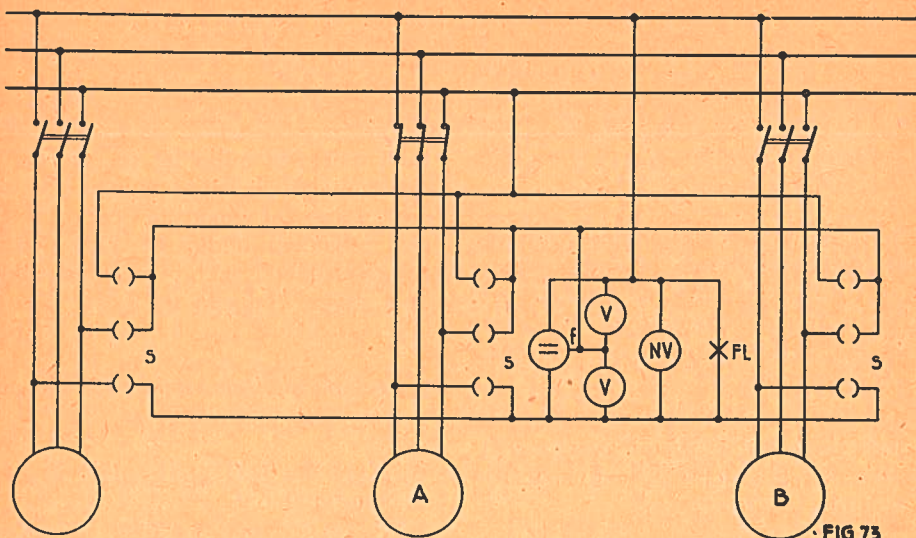


FIG 73

machine B wordt dit gecontroleerd.

Is aan de eerste twee voorwaarden voldaan, dan wordt het onder 3 genoemde moment afgewacht en de hoofdschakelaar van machine B ingezet.

De laatste machine loopt nu synchroon mee, echter zonder belast te worden.

Om machine B te belasten, wordt het veld versterkt en het toerental verhoogd. Tegelijkertijd wordt

van machine A het veld verzwakt en het toerental verlaagd. Hierbij moeten de spanning en de frequentie steeds gecontroleerd worden, aangezien de verbruiker het parallel schakelen niet mag merken. In de figuur wordt bij S een driedelige stop ingezet, als de machine in bedrijf gaat.

De meetinstrumenten, niet voor het parallel schakelen benodigd, zijn voor een goed overzicht weggelaten.

(wordt vervolgd)

TEKENSYMBOLLEN

Zoals wij reeds eerder bekend maakten is de serie tekensymbolen uitverkocht. Abonn s, die nog een exemplaar willen aanschaffen, verzoeken wij dit zo spoedig mogelijk aan hun correspondent op te geven. Te zijner tijd zal worden bekend gemaakt of er voor deze serie voldoende belangstelling bestaat om tot herdruk over te gaan.

LINNEN OMSLAGEN

De administratie vestigt er Uw aandacht op, dat de linnen omslagen 1947, 1948, 1949 en 1950 tot 31 December a.s. bij de correspondenten besteld kunnen worden. Abonn s, die niet via een correspondent betalen, kunnen hun bestelling rechtstreeks aan de administratie opgeven.

De administratie.

Een dagelijks gebruikt artikel als inkt is van zeer grote waarde. Er is wel eens beweerd, dat de mensen zich slechts van dieren onderscheiden doordat ze een geschiedenis hebben. Wij willen nu in het midden laten of dit werkelijk het enige onderscheid is, maar indien wij aan onze geschiedenis zoveel waarde hechten, dan zullen wij moeten erkennen, dat er in het geheel geen geschiedenis zou zijn als er geen inkt was geweest. Alles wat wij weten omtrent onze voorvaders hebben wij aan de inkt te danken en vanzelfsprekend ook aan het papier van die dagen.

Ook de godsdiensten zouden zonder het bestaan van inkt, waarmede de gebeurtenissen op schrift werden gesteld, niet hebben bestaan.

Op de belangrijkheid van inkt in ons hedendaags gecompliceerde leven, behoeven wij eigenlijk niet meer te wijzen, er zijn daarvan zeer voor de hand liggende voorbeelden.

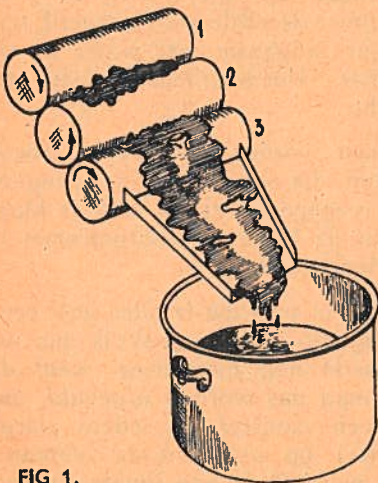


FIG 1.

O.I. inkt.

Dat wij hier beginnen met een beschrijving van de Oost-Indische of Chinese inkt is geen toevaligheid, maar wij kiezen deze inkt met opzet, omdat het waarschijnlijk de eerste inkt was, die reeds vele duizenden jaren voor onze jaartelling in China en Egypte in gebruik was.

Men neemt nl algemeen aan, dat de Chinees Tien Tschen ongeveer 3000 jaar vóór Chr deze inkt heeft uitgevonden. Die oude Chinese inkt bestond uit kleine blokjes, die met een vochtige penseel werden bestreken en men schreef dus met een penseel en niet met een pen. De Chinezen gebruikten deze inkt zowel om mee te schrijven als om te tekenen.

Nog heden ten dage wordt in China en Japan een dergelijke inkt in vaste vorm gefabriceerd. De oudste Chinese inkt bestond in hoofdzaak uit roet, lijm en kamfer. Het laatste als bederfwerend middel.

De ingrediënten werden voor de vervaardiging van de blokjes in pannen grondig gemengd op een wijze, zoals bij heden ten dage onze bakker het deeg mengt en daarna rolde men de dikke zwarte pasta bij kleine beetjes uit over een lange tafel. De aldus gevormde staafjes werden gedroogd, bijv in de zon en daarna in korte stukjes gesneden.

Een stap verder kwam men, toen de blokjes O.I. inkt zodanig werden gefabriceerd, dat ze gemakkelijk oplosbaar waren in water en door een blokje in een flesje op te lossen, een vloeibare inkt tot zijn beschikking kreeg. Doch naarmate er meer en meer mensen de schrijfkunst

machtig werden, werd de behoefte aan inkt groter en het is dan ook niet te verwonderen, dat de fabricatie van de inkt in de loop der eeuwen de nodige veranderingen heeft ondergaan.

De oude Egyptenaren beschikten reeds over vloeibare inkt, waarvan men in inktpotten, in de pyramiden, de opgedroogde resten heeft gevonden.

Ook deze Egyptische inkt bevatte als hoofdbestanddeel roet. Thans heeft men in Nederland de bekende inktfabrieken, welke hun producten over de gehele wereld verzenden. Er is veel veranderd in het fabricage-proces van de O.I. inkt en de oude Tien Tschien zou er nu niet veel van begrijpen als hij eens in de moderne fabrieken kon kijken.

Toch gebruiken we nog steeds roet en lijm waaraan een conserveringsmiddel is toegevoegd om schimmelvorming tegen te gaan. Men gebruikt ook wel Amerikaans gasroet, dat zeer fijn gemalen wordt in een oplossing van schellak, hetwelk door zijn gehalte aan borax de inkt watervast maakt.

Het proces begint met het vermengen van het roet met de lijm en een dosis water, tot er een dikke stijve pasta is verkregen. Deze dikke brij wordt overgebracht op een zgn driewals. U kunt zich zo'n wals het beste voorstellen door drie beschuiterollen zodanig tegen elkaar te leggen, dat hun lengte-assen evenwijdig liggen.

Deze driewals heeft tot taak de zwarte massa fijn te malen, d.w.z., het roet zodanig te mengen met de lijm, dat uiteindelijk ieder allerfijnst deeltje is omgeven door lijm.

Dit proces neemt nogal veel tijd in beslag, want het komt er juist heel erg op aan, dat het roet volkomen fijn in de lijm is verdeeld, omdat anders, als de inkt later met water is verdund en de roetdeeltjes nog te groot zouden zijn, ze door hun zwaarte op de bodem van het flesje zouden zakken.

De bewerking in zo'n driewals is zeer eenvoudig. Tussen de rollen 1 en 2 brengt men de pasta en aangezien de rollen draaien, zie de pijl-richting in de figuur, wordt de massa op de 3e rol overgebracht en door het brede mes van deze laatste rol afgeschraapt.

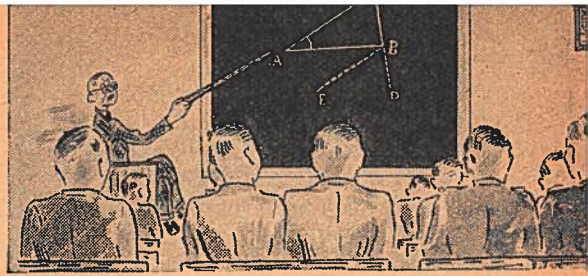
De voorste rol (nr 3) maakt behalve de draaiende ook nog een horizontale heen en weer gaande beweging, waardoor de pasta in alle richtingen krachtig uit elkaar wordt gescheurd; ook al omdat deze rol sneller draait dan de eerste en de tweede, wordt er een enorme kracht op uitgeoefend.

De zwarte pasta wordt opgevangen in een ketel, die onder het afschraapmes staat en daarna nog 40 à 50 keer over dezelfde wals gevoerd, terwijl ze langzaam met water op de vereiste vloeibaarheid wordt gebracht.

Daarna worden de andere grondstoffen, die alreeds vloeibaar zijn, er aan toegevoegd en de inkt is klaar om in de flesjes of inktpatronen te worden gedaan.

U ziet, in principe is alles heel eenvoudig, doch in de praktijk zijn we hiermede nog niet klaar, want de inkt mag pas worden *afgevuld*, nadat een monster uit iedere *clarge* (portie) op het centrale laboratorium met behulp van diverse instru-

Voor de Beginner



NEDERLANDS

50-069

Uitwerking oefening bladzijde 339.

1. Je kunt ruiken, dat er koffie gebrand wordt.
2. In de tijd van de vorige oorlog brandden sommigen zelf bonen.
3. De gebrande koffie was bereid uit groene erwtten.
4. De verlate reiziger spoedde zich naar zijn hotel, waar hij zich onmiddellijk ter ruste begaf.
5. Het gestrande schip werd vlot gesleept.
6. Wanneer strandde het?
7. De Nederlanders haatten de Hertog van Alva.
8. Eindelijk werd de gehate hertog teruggeroepen.
9. Men moet met passende middelen zijn doel trachten te bereiken.
10. Deze lening wordt afgelost in 25 jaren.
11. De afgeloste stukken worden à pari afgelost.
12. De gepote aardappelen stonden keurig in de rij.
13. Hoeveel bedroeg de door het onweder aangerichte schade.
14. Verleden jaar richtte de storm ook grote schade aan.

15. Door motorstoring gedwongen landden de vliegers in een korenveld.
16. De gelande machine kon van daar niet weer opstijgen en moest worden gedemonteerd.
17. Per vrachtauto werd de gedemonteerde machine naar Soesterberg vervoerd.
18. De boeren oogstten rogge.
19. De geoogste rogge werd gedorst, gezuiverd en daarna verkocht.
20. Een kogel kwetste de soldaat.
21. De gekwetste soldaat werd in een hospitaal opgenomen.
22. De jongen verspreide circulaire voor de firma X.
23. Hoeveel van de verspreide circulaire worden er gelezen?
24. Toch wordt het beoogde doel wellicht bereikt.
25. Het voor de consumptie afgekeurde vlees zal worden vernietigd.

Nieuwe oefening.

Vul de voltooide deelwoorden in.

1. Hij heeft zich uitstekend van zijn taak (kwijten).
2. Mij vriend heeft een aardig kapitaal (erven).

menten, oa microscopen is onderzocht en is goedgekeurd. Verder zorgt dit laboratorium er voor, dat uitsluitend de beste kwaliteiten

grondstoffen worden gebruikt. Dit laatste draagt ertoe bij, dat de inkt van Nederlands fabrikaat zulk een goede naam heeft in de wereld.

3. Deze merken worden om strijd (aanbevelen).
4. Ook in Groenlo wordt een bekende biersoort (brouwen).
5. In sommige streken worden nog doeken (weven).
6. Is dit middel (oorloven)?
7. Ik ben wel van Uw brief (schrikken).
8. Het meisje heeft de boorden (stijven).
9. Hebt U ook naar die betrekking (dingen)?
10. De mensen zijn gauw (neigen) slechte dingen van iemand te geloven.
11. De termijn is reeds enkele dagen (overschrijden).
12. Heeft zij (zich vermeten) dat te doen?
13. Tot nog toe zijn er veertien nummers (verschijnen).
14. Het heeft niet aan ons (liggen) dat het plan niet is doorgegaan.
15. Waar hebt U de boeken (neerleggen)?
16. Je hebt het voorgoed bij ons (verkeren).
17. Overal had hij (rondzwerven).
18. De dief bleek (vlieden).
19. Wat heb je dat papier netjes (vouwen).
20. Waar hebben jullie (schuilen)?
21. De kinderen hadden (zich verschuilen) achter de deur.
22. De zeilen worden (hijsen).
23. Grote stukken steen werden (afhouwen).
24. Nog lange tijd hebben de vertrekkenden (wuiwen).
25. De arme vrouw heeft veel (lijden).
26. De waterstand is hoog; het water is snel (rijzen).
27. Heeft hij U zijn plannen (ontvouwen).
28. Gunstige omstandigheden moesten worden (scheppen).

29. In deze afdeling van de fabriek wordt het papier (scheppen).

Ter herinnering.

Vorige maal hebben we iets gezegd over sterke en zwakke werkwoorden. Dat was dus een indeling van de werkwoorden naar hun *vervoeging*. Vervoeging wil zeggen, dat deze woorden kunnen veranderen in verband met *persoon, getal, tijd* en *wijs*.

Persoon en getal.

We onderscheiden 3 personen enkelvoud en 3 personen meervoud, te weten :

ik; eerste persoon enkelvoud.

je of *jij*; tweede persoon enkelvoud.

hij, zij of *het*; derde persoon enkelvoud.

wij; eerste persoon meervoud.

jullie; tweede persoon meervoud.

zij; derde persoon meervoud.

Al naar gelang men een van deze personen gebruikt, krijgt het werkwoord een andere vorm. De vormen die het werkwoord aldus heeft, noemt men *persoonsvormen*.

Bijv : *ik loop, jij loopt, hij loopt, wij lopen, jullie lopen, zij lopen.*

Tijd.

Verleden, heden en toekomst. Deze begrippen komen niet alleen te pas bij de waarzeggerij, maar ook in het gewone dagelijkse leven bij het goed gebruiken van de Nederlandse taal, spreektaal zowel als schrijftaal.

Passen we deze begrippen toe op de werkwoorden dan krijgen we: tegenwoordige tijd (heden), verleden tijd (verleden) en toekomstige tijd (toekomst).

Denken we ons voorts nog in, dat een handeling gedacht kan worden als „nog aan de gang” en als „afgelopen”, dan krijgen we de volgende acht gevallen. Laten we maar

weer uitgaan van het werkwoord „lopen”.

ik loop = onvoltooid tegenwoordige tijd (o.t.t.)

ik heb gelopen = voltooid tegenwoordige tijd (v.t.t.).

ik liep = onvoltooid verleden tijd (o.v.t.).

ik had gelopen = voltooid verleden tijd (v.v.t.).

ik zal lopen = onvoltooid tegenwoordig toekomstige tijd (o.t.t.t.).

ik zal gelopen hebben = voltooid tegenwoordig toekomstige tijd (v.t.t.t.).

ik zou lopen = onvoltooid verleden toekomstige tijd (o.v.t.t.).

ik zou gelopen hebben = voltooid verleden toekomstige tijd (v.v.t.t.).

Volgende maal nog iets anders over de werkwoorden, ook weer zeer beknopt, omdat het een herhaling is. Wilt U het uitgebreider, dan even een seintje en het komt in orde.

A.

ELECTROTECHNIEK.

50-070

Faseverschuiving.

In een periode doorloopt een sinusvormig veranderende stroom of spanning verschillende fasen. Vanaf de waarde nul hebben we eerst de positief aangroeiende waarde, daarna de positief afnemende fase, vervolgens de waarde nul, de negatief toenemende fase, de maximale negatieve waarde, de negatief afnemende fase en tenslotte weer de nulwaarde.

In fig 28 is een stroom- en een spanningskromme weergegeven.

We zien hieruit, dat $E = 0$ op de tijd $t = 0$.

i bereikt deze waarde pas op een tijd $t = t_1$, dus t_1 sec later.

E is positief maximaal op de tijd $t = t_2$ en i pas in een tijd $t = t_3$, derhalve $t_3 - t_2$ seconde later.

Hebben E en i dezelfde frequentie, dan is $t_3 - t_2 = t_1$ en zo kunnen we verder gaan $t_5 - t_4 = t_3 - t_2 = t_1$ enz.

Bij dezelfde frequentie hebben E en i evenveel perioden per sec. Een periode van E duurt evenlang als een periode van i en evenzo bij $\frac{1}{2}$ en $\frac{1}{4}$ periode. Begint de periode van i t_1 sec later dan die van E,

dan moet hij ook t_1 sec later eindigen.

i bereikt dezelfde fasepunten t_1 seconde later dan E. We kunnen dit ook anders uitdrukken.

Er is een faseverschil tussen E en i van t_1 seconde.

Later zullen we van fasehoek spreken.

In een van de vorige artikelen hebben we het faseverschil nagegaan tussen de generatorspanning en de stroom en wel:

in een circuit met alleen weerstand, faseverschil 0,

in een circuit met alleen zelfinductie, faseverschil $\frac{1}{4}T$ (E ijlt voor bij i),

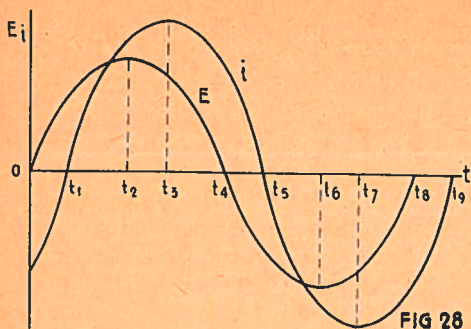
in een circuit met alleen capaciteit, faseverschil $\frac{1}{4}T$ (E ijlt achter bij i).

Nu zullen we de grootte van i gaan bepalen voor deze drie gevallen. We nemen hierbij een bepaalde spanning E aan, die gelijk is aan $E_m \sin \omega t$.

De grootte van i varieert tussen 0 en i_{max} afhankelijk van het tijdstip waarop we i bekijken.

De grootte van i in een keten met alleen weerstand bij een bepaalde spanning.

Een vorige maal hebben we gezien, dat in dit geval de grootte van de



stroom op elk ogenblik door de weerstandswaarde wordt gedeeld.

$$i = i_m \sin \omega t = \frac{E_m}{R} \sin \omega t =$$

$$\frac{E_m \sin \omega t}{R} = \frac{E}{R}$$

Voor fig 29 bepalen we de i uit de „gewone” wet van Ohm.

$$i = \frac{E}{R} \text{ en ook } i_m = \frac{E_m}{R}$$

De grootte van i in een keten met alleen zelfinductie bij een bepaalde spanning.

We weten reeds, dat de tegen-electro-motorische kracht, die aan een spoel met een coëfficiënt van zelfinductie L , fig 30, ontstaat, steeds gelijk, maar tegengesteld gericht is aan de generator-emk E . De tegen-emk aan de spoel is evenredig met de veldverandering in de spoel per eenheid van tijd, d.w.z. met de maximale grootte van het veld en het aantal malen, dat het veld per sec wisselt. De grootte van het veld is evenredig met de stroom i en de coëfficiënt van zelfinductie L van de spoel.

Het aantal malen, dat het veld per seconde wisselt is hetzelfde aantal malen, dat i per seconde wisselt en dat E per seconde wisselt.

De tegen-emk is tenslotte evenredig

met L , i en ω , zodat we kunnen zeggen:

$$\text{emk}_{\text{spoel}} = i \omega L$$

Deze emk is gelijk aan de generator-spanning E , dus ook $E = i \omega L$ of

$$i = \frac{E}{\omega L} \text{ en ook } i_m = \frac{E_m}{\omega L}$$

We zien hieruit weer de vorm van de wet van Ohm, waar op de plaats van de weerstand ωL staat. De term ωL noemen we de *wisselstroomweerstand of impedantie* van de keten.

De grootte van i in een keten met alleen capaciteit bij een bepaalde spanning.

De grootte van de stroom i is evenredig met de grootte van de lading, welke per eenheid van tijd door de doorsnede van de geleider gaat.

De stroom is evenredig met E , met ω en met C .

$$i = E \omega C \text{ of } i = \frac{E}{\frac{1}{\omega C}}$$

We zien hieruit, dat de impedantie van een keten met alleen capaciteit

$$\text{gelijk is aan } \frac{1}{\omega C}$$

Tot nu toe hebben we de faseverschuiving en grootte van E en i bepaald in een keten waarin alleen weerstand, alleen zelfinductie, of alleen capaciteit voorkwam.

De fig'n, waarin dit werd voorgesteld, waren voor deze eenvoudige gevallen nog wel te overzien, maar ze worden onleesbaar bij combinatie van weerstand, zelfinductie en capaciteit. Men heeft daarom een andere voorstellingsmethode voor deze combinaties.

(wordt vervolgd).

KLAPPER VIJFDE JAARGANG STUDIEBLAD PTT 1950.

5e Jaargang 1950

A

Aansluitingen. Meervoudige -	154
Afschakeling in telefooncentrales volgens het S.H. oproepzoeker- systeem. De locale -	21
Afstandbediening	297
Algebra	26, 54, 87, 119, 150, 183
Antwoord. Vraag en -	127
Automatische telefooncentrales fabrikaat Siemens F-systeem en BTM 7D-Rotary-systeem. Samenwerking tussen - 13, 41, 68, 140, 175	

B

Bedrijfskadertraining	232
Beitelhoeken	18
Boekbespreking	158
BTM. Vragen -	263
Buisvormige limunescentielamp. De -	347

D

Draadomroep	94
-----------------------	----

E

Een oordeel uit Indonesië	166
Electrotechnische artikelen. Normalisatie van benamingen van -	34
Electrotechniek	84, 116, 147, 182, 213, 246, 309, 341
Electrische machines. Theorie, bouw en eigen- schappen van -	8, 46, 65, 98, 258, 332, 365
Electronisch Jaarboekje 1951	325
Electrotechnische kalender 1950. Nederlandse -	12
Even aandacht voor	49
Examen . 20, 45, 81, 113, 150, 174, 179, 198, 235, 271, 288. 341, 364	

F

Fabricatie van telefoonkabels. De -	250, 282
Faseverschuiving	371
Fluorescentie verlichting	238
Frequentie modulatie	329, 359

G

Gyrokompas. Het -	186
-----------------------------	-----

H

Hoofdafdeling Telegrafie, Telefonie en Radio. De organisatie van de -	167, 206, 236, 326
Hoeken. Beitel -	18

I

Inrichtingen. Meeluister -	314
Instrumenten. Meet -	78, 111, 171, 207, 239, 299
Inkt	367

J

Jaarboekje 1951. Electronisch -	325
---	-----

K

Kabelmetingen	137
Kabels. De fabricatie van telefoon -	250, 282
Kabels. Lood-	298
Kalender 1950. Nederlandse Electrotechnische -	12
Keuringsvoorschriften voor gesmeed staal. Normalisatie van -	17
Kiezermultipels. Menging van -	2, 30, 58
Kompas. Het Gyro -	186

L

Lassen. Splits -	337
Locale afschakeling in telefooncentrales volgens het S.H.-oproep- zoeker systeem. De-	21
Loodkabels	298
Luidspreker. Tussen microfoon en -	22, 267
Luminescentielamp. De buisvormige -	347

M

Maatstelsel. Het praktische -	264, 304
Machines. Theorie, bouw en eigenschappen van electrische -	8, 46, 65, 98, 258, 332, 365
Meeluisterinrichtingen	314
Meervoudige aansluitingen	154
Meetinstrumenten en metingen	78
Meetinstrumenten	78, 111, 171, 207, 239, 299
Menging van kiezermultipels	2, 30, 58
Meetkunde	52, 86, 118, 149
Metingen. Kabel -	137
Metingen. Verkeers -	199
Microfoon en luidspreker. Tussen -	22, 267
Modulatie. Frequentie -	329, 359
Motorrijtuigen	107

N

Nederlands	25, 50, 82, 114, 145, 180, 211, 244, 274, 307, 339, 369
Normalisatie van benamingen van electrotechnische artikelen	34
Normalisatie van keuringsvoorschriften voor gesmeed staal	17

O

Omroep. Draad -	94
Onderzoek van telefoonkabels en gemaakte lassen. Het -	35
Opbouwend tekenen	276
Organisatie van de Hoofdafdeling Telegrafie, Telefonie en Radio. De -	167, 206, 236, 326
Overzicht. Technisch -	110

P

Passingen	223
Persbericht	325
Potloden	242
Practische maatstelsel. Het -	264, 304

Q

R

Rapporteren	74
Rijtuigen. Motor -	107

S

Samenwerking tussen automatische telefooncentrales fabrikaat Siemens F-systeem en BTM 7D-Rotary-systeem	13, 41, 68, 140, 175
Seleniumventielen. Kleine -	159, 192, 218
Slijpen van een trekpen. Het -	132
Splitslassen	337
Staal	90

T

Tabellen te Zwolle. Zone -	53
Taxi-telefooncentrale. De -	103
Technisch Overzicht	110
Telefooncentrales fabrikaat Siemens F-systeem en BTM 7D-Rotary- systeem. Samenwerking tussen automatische - 13, 41, 68, 140, 175	
Telefooncentrales volgens het S.H. oproepzoekersysteem. De lokale afschakeling in -	21
Telefoonkabels en gemaakte lassen. Het onderzoek van -	35
Telefoonkabels. De fabricatie van -	250, 282
Tekenen. Opbouwend -	276
Theorie, bouw en eigenschappen van elektrische machines	8, 46, 65, 98, 258, 332, 365
Training. Bedrijfskader -	232
Trekpen. Het slijpen van een -	132

U

Uit de redactiekeuken	49
---------------------------------	----

V

Verkeersmetingen	199
Verlichting. Fluorescentie -	238
Versterkers	128, 164, 272
Vonkenblusser ? Hoe werkt een -	215
Vorbereidingstoestel. Het -	122
Voor ieder wat	166
Vraag en antwoord	127
Vragen. BTM -	263

W

WK relais in S en H centrales. Nogmaals het -	39
Wiskunde	27, 56, 88, 120, 151, 184, 216

Z

Zone-tabellen te Zwolle	53
-----------------------------------	----

In dit nummer vindt U:

<i>De buisvormige luminescentielamp</i>	<i>A. de Jong</i>
<i>Frequentie- modulatie</i>	<i>B. J. Tammens</i>
<i>Examen</i>	
<i>Theorie, bouw en eigenschappen van elektrische machines</i>	<i>B. J. Reinders</i>
<i>Inkt</i>	
<i>Voor de beginner</i>	
<i>Klapper 5e jaargang</i>	

STUDIEBLAD DOOR EN VOOR TECHNISCH PERSONEEL DER P T T

15 Dec. 1950, 5e Jaargang No 12.

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: J. A. van der Touw (Hoofdredacteur) J. C. Brakel, S. J. Geerlings,

C. L. Quint (Redacteuren) en A. C. v. Leeuwen (secr. der redactie).

Redactie-adres: Apeldoornselaan 108, den Haag Tel. 391954.

Administratie: Laan Copes van Cattenburch 10, den Haag, giro 4073.

Druk: N.V. Wieringa, den Haag.

Abonnementprijs f 4.— per jaar. Verschijnt maandelijks.

Alle correspondentie betreffende verzendingen en administratie uitsluitend aan het adres: Laan Copes van Cattenburch 10, den Haag; correspondentie, de inhoud van het blad betreffende, rechtstreeks aan het redactie-adres.