



15 AUGUSTUS 1965

Het lezen van schakelingen IV 65-055

(Vervolg van blz. 216)

J. C. BRAKEL

11. Orgaanverdeler (HD).

Voor een vlotte behandeling van dit gedeelte is het gewenst de relais HD van het 1e- en 2e-interne orgaan van elkaar te onderscheiden en wel, door relais HD van het 1e orgaan aan te geven met HD1 en relais HD van het 2e orgaan met HD2. In figuur 4 is een en ander aangegeven.

Zodra de spanning op de automaat wordt aangesloten, komen beide relais HD op. Via verbreekcontact $hd1^I$ wordt relais HD2 ingeschakeld en via verbreekcontact $hd2^I$ relais HD1. Aangezien de contacten $hd1^I$ en $hd2^I$ maak-voor verbreekcontacten zijn, blijven de relais HD1 en HD2 op over hun eigen maakcontacten. Als in deze situatie een signaal via contact gr^{III1} binnenkomt, voor het in beslag nemen van een intern orgaan, dan zal het 1e-orgaan daarvoor in aanmerking komen, omdat relais HD1 op is. Relais HD2 is weliswaar ook op, doch de beide contacten $hd1^{III}$ en $hd2^{III}$ zijn in serie geschakeld en daarbij ligt contact $hd1^{III}$ voorop.

Wanneer in het 1e-orgaan relais HC

opkomt, wordt met contact hc^{III} relais HD1 uitgeschakeld. Relais HD2 blijft op over contact $hd2^I$. In het geval, dat het 1e-orgaan vrijkomt, voor dat het 2e-orgaan in beslag wordt genomen, komt relais HD1 niet direct weer op, omdat contact $hd2^I$ nog is omgelegd. Doordat relais HD1 dus af is, wordt bij een volgende oproep, via de contacten $hd1^{III}$ en $hd2^{III}$, relais HK van het 2e-orgaan bewerkt.

Als relais HC in het 2e-orgaan opkomt, wordt relais HD2 door de verbreekzijde van het wisselcontact hc^{III} uitgeschakeld en relais HD1 door de maakzijde van contact hc^{III} ingeschakeld. Dit laatste geschiedt in eerste instantie — gedurende het traag afvallen van relais HD2 — via de maakzijde van contact $hd2^I$ en na het afvallen van relais HD2, buiten contact hc^{III} om, over de verbreekzijde van contact $hd2^I$. Bij een volgende oproep is nu het eerste orgaan weer aan de beurt.

Wanneer het 1e- en het 2e-orgaan beide in gebruik zijn, dan zijn dus beide relais HD af. Komt in deze toestand het 1e-

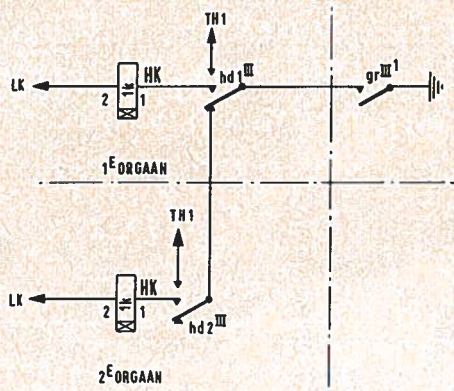
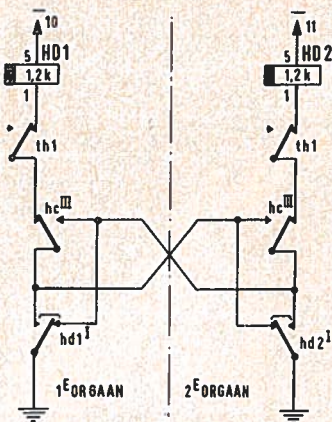
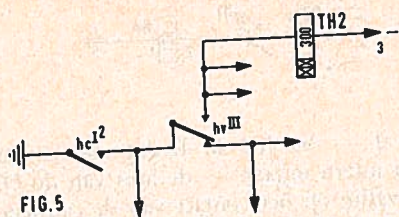


FIG. 4



orgaan het eerste vrij, dan wordt relais HD1 dus ingeschakeld via verbreekcontact $hd2^I$ en hc^{II} van het 1e-orgaan. Indien echter in voornoemd geval het 2e-orgaan het eerst vrijkomt en het 1e-orgaan nog bezet is, dan wordt relais HD2 bewerkt over verbreekcontact $hd1^I$ en verbreekcontact hc^{III} van het 2e-orgaan. Het is dus niet uitgesloten, dat een orgaan toch twee keer achter elkaar in beslag wordt genomen.

Een beetje anders beredeneerd kan dit geval zich voordoen als het 2e-orgaan in beslag wordt genomen, terwijl het 1e-orgaan al bezet is en het 2e-orgaan komt eerder vrij dan het 1e-orgaan. Komt er nu een volgende oproep, voordat ook het 1e-orgaan wordt vrijgemaakt, dan zal het 2e-orgaan opnieuw in gebruik worden genomen. Hetzelfde geldt voor het geval, dat het 1e-orgaan telkens vrijkomt tijdens het in gebruik blijven van het 2e-orgaan.

Een en ander ligt natuurlijk voor de hand, want het spreekt vanzelf, dat een oproep niet geblokkeerd mag worden zolang er nog een orgaan vrij is.

12. Thermorelais Th2.

Wanneer een vrij intern orgaan is ingesteld op een van de aansluitingen en er wordt niet gekozen — hetgeen dus ook

niet gebeurd als de microtelefoon van de haak wordt gelegd, niet goed op de haak ligt, van de haak is gevallen of gesloten — dan is het de bedoeling, dat het interne orgaan vrij wordt gemaakt en de betreffende lijnstroomloop in de vangstand wordt geschakeld. Dit geschiedt op de volgende wijze.

In de kiesstand van het interne orgaan is relais Th2 ingeschakeld en wel over de contacten hc^{I2} en hv^{III} (figuur 5). Na ongeveer 25 seconden wordt contact $th2$ gemaakt en relais HC50 kortgesloten (figuur 8), waardoor het relais afvalt en contact hc^V de c-draad van de OZ verbreekt (figuur 6). Van de betreffende aansluiting valt dan relais R snel af, terwijl relais T opblijft, zodat de lijnstroomloop in de vangstand wordt geschakeld. Zie voor de vangstand figuur 3.

13. Relais HK.

Het relais HK is traag gemaakt; niet om het traag afvallen van het relais te benutten, doch wel het traag opkomen. Daarom is in dit geval een kruisje in relais HK getekend, evenals dit het geval is bij de thermorelais, waar door middel van twee kruisjes wordt aangegeven, dat het extra traagopkomende relais zijn.

Een relais dat traagafvallend is gemaakt komt ook traag op, al is het dan niet in dezelfde mate.

De opkomtijd van een traag relais zal ongeveer $3/5$ deel zijn van de afvaltijd. De verhouding hangt in belangrijke mate af van het aantal ampère-windingen (AW), waarmee het relais wordt bekrachtigd,



FIG. 6

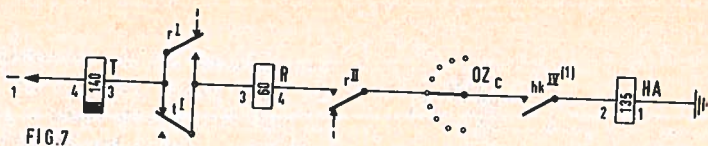


FIG. 7

welke zelfinductie het relais heeft en welke zelfinductie(s) in serie met het relais geschakeld zijn, alsmede van de belasting van het relais. Bij een zware veerbelasting zullen de tijden van opkomen en afvallen belangrijk dicht bij elkaar liggen, dan bij een lichte veerbelasting. Verder speelt het anti-kleefplaatje nog een grote rol, althans wat het afvallen betreft; hoe dunner het anti-kleefplaatje, hoe trager het relais afvalt.

Bij het inschakelen van een traag relais duurt het een bepaalde tijd, voor dat het anker wordt aangetrokken en zodra dit zover is, geschiedt dit veel minder snel, dan bij een relais dat niet traag is. De overslagtijd van de veren kan hierbij van 3 tot 15 msec zijn. Een en ander hangt af van de traagheid van het relais.

Wanneer dus, zoals dit bij het relais HK het geval is, de maak-voor maakcontacten $hk^{IV}(1)$ (figuur 7) en $hk^{IV}(2)$ (figuur 1) zijn aangebracht, zal contact $hk^{IV}(1)$ eerder worden gemaakt dan contact $hk^{IV}(2)$. De cijfers 1 en 2 tussen haakjes geven aan, dat het maak-voor maakcontacten zijn. Hetzelfde geldt voor maak-voor verbreekcontacten. Indien op Uw schema de cijfers 1 en 2 van vernoemde contacten niet tussen haakjes zijn geplaatst, dan kunt U dit alsnog doen.

Nu blijft nog de vraag over, waarom moet relais HK traag opkomend zijn? De bedoeling hiervan is, dat voor het

geval — bij het in beslag nemen van een intern orgaan — de arm van de OZ toevallig op het contact van de oproeper staat, de OZ niet gaat stappen. Contact $hk^{IV}(1)$ (figuur 7) wordt immers het eerst gemaakt en zal relais HA opbrengen over de testweg van de OZ en met contact ha^{II} (figuur 1) de OZ uitschakelen, voor dat de OZ een stap zal doen als contact $hk^{IV}(2)$ (figuur 1) wordt gesloten.

Deze voorziening zou niet nodig zijn geweest, als alleen maar een OZ tegelijkertijd op de RO kan worden geschakeld. Want als even wordt verondersteld, dat beide contacten $hk^{IV}(1)$ en $hk^{IV}(2)$ tegelijkertijd zouden worden gesloten, dan moeten eerst nog achtereenvolgende de relais RO1 en RO2 opkomen. Eerst dan pas, als relais RO2 op is, wordt de volle aarde met de OZ verbonden. In de tijd dus, dat eerst relais RO1 en daarna RO2 opkomen, heeft relais HA — met contact ha^{II} — reeds de RO van de OZ geïsoleerd.

Het is echter niet uitgesloten, dat bij het binnenkomen van een oproep, de RO reeds is ingeschakeld voor het naar de ruststand brengen van een LK of een NS. In een dergelijk geval is het mogelijk, dat juist op het moment dat relais RO2 is opgekomen — in serie met een van de andere schakelaars — het contact $hk^{IV}(2)$ wordt gesloten. De OZ zal dan wel een stap doen. Hierbij wordt ook weer aan-

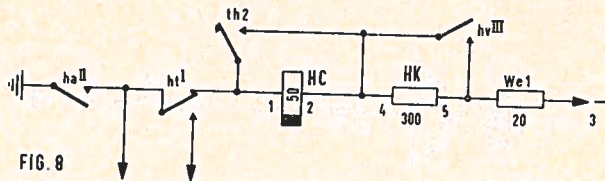


FIG. 8

genomen, dat beide contacten hk^{IV} tegelijk worden gemaakt en dat van het orgaan, waarover de oproep binnenkomt, de arm van de OZ op het contact van de oproeper staat.

Het is in deze dus de bedoeling, dat met behulp van de maak- voor maakcontacten de OZ — ook als de RO reeds in gebruik is — op het contact van de oproeper blijft staan.

14. Relais HC.

Relais HC is het zogenaamde *bewakingsrelais* van het interne orgaan. Dit relais beheerst nl., afhankelijk van het voedings- en impulsrelais HA, de instandhouding van de verbinding. Het mag tijdens een impulsserie niet afvallen en moet daarom traag afvallend zijn.

De weerstand van relais HK300, in serie met wikkeling 1—2 van relais HC, heeft een bepaald doel (figuur 8). In de eerste plaats wordt, bij het in beslag nemen van het interne orgaan, voornoemde weerstand door middel van contact hv^{III} kortgesloten. Dit is noodzakelijk, omdat relais HC met de weerstand in serie niet voldoende vertraagd zou zijn tijdens het kiezen.

De afvaltijd van een traag relais is nl. in belangrijke mate afhankelijk van de grootte van het aantal ampère-windingen (AW), waarmee het relais wordt bekrachtigd. Het aantal AW is immers de stroom maal het aantal windingen dat op het relais voor de betreffende wikkeling is aangebracht; in dit geval wikkeling 1—2. Door de lage weerstand van 50 ohm van deze wikkeling kan een grote stroom, dus een groot aantal AW worden verkregen.

Na het kiezen, als relais HV is afgevallen, moet de weerstand echter wel in serie met relais HC worden opgenomen, omdat het

relais anders te warm zou worden. Deze warmte wordt berekend aan de hand van de formule i^2r . Bij 28 V wordt i, 28: (50 + 20) = 0,4 A, i^2r is dan $0,4 \times 0,4 \times 50 = 0,16 \times 50 = 8$ watt. Toegestaan is maximaal 5 watt. Als de 300 ohm in serie met relais HC is opgenomen, wordt de stroom $28 : 370 = 0,076$ A. Dan wordt i^2r dus $0,076 \times 0,076 \times 50 = 0,29$ watt.

Dit is wel erg weinig, maar dat heeft ook weer een bepaalde reden, hetgeen hierna wordt aangegeven.

In de tweede plaats is het gewenst, het aantal AW van wikkeling 1—2 van relais HC, na het kiezen danig te verminderen. In deze schakeling wordt nl., na het kiezen van een bezette aansluiting, relais HC, met behulp van wikkeling 4—5, door tegenmagnetisatie tot afvallen gebracht (figuur 9).

Het aantal AW van wikkeling 1—2, zonder de weerstand van 300 ohm in serie, kan als volgt worden vastgesteld. De stroom is $24 : 70 = 0,34$ A. Het aantal windingen is 1000, dus $0,34 \times 1000 = 340$ AW. Het is niet mogelijk met wikkeling 4—5 een dergelijk aantal AW te formeren, om wikkeling 1—2 zodanig tegen te magnetiseren, dat het relais afvalt. Dit komt omdat wikkeling 1—2 te veel wikkelruimte van het relais opeist; voor 1000 windingen en 50 ohm weerstand is dikke draad nodig. Daarom wordt dan ook na het kiezen, als relais HV afvalt en contact hv^{III} is verbroken, de 300 ohm in serie met wikkeling 1—2 opgenomen.

De stroom door wikkeling 1—2 wordt dan $24 : 370 = 0,065$ A. Het aantal AW $0,065 \times 1000 = 65$ AW. Dit is voldoende om het relais op te houden.

Het aantal AW bedraagt nu ongeveer 1/5 deel van het oorspronkelijke aantal

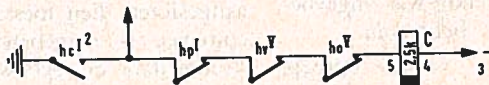


FIG. 9

Bij het beant-
 de mak-

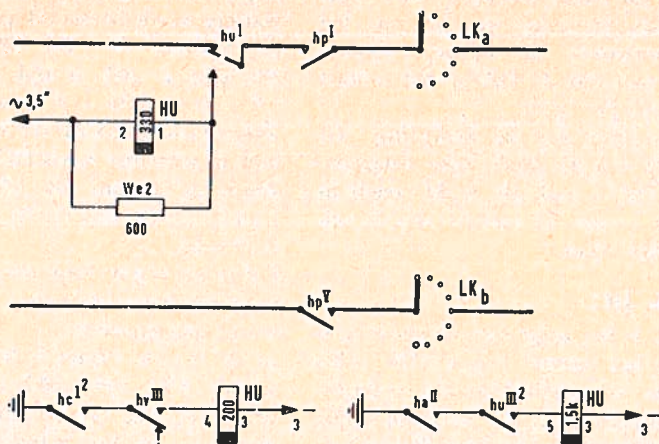


FIG. 10

(340 AW zonder weerstand). Nu heeft dus door wikkeling 4—5 slechts 1/5 deel van het aantal AW geproduceerd te worden om het relais te doen afvallen. De stroom door wikkeling 4—5 is $24 : 2500 = 0,0096$ A. Het aantal windingen van laatstgenoemde wikkeling is 6000, dus $0,0096 \times 6000 = 58$ AW. Het veld van wikkeling 1—2 is 65 AW, terwijl een tegenveld door wikkeling 4—5 wordt opgewekt van 58 AW, zodat slechts $65 - 58 = 7$ AW overblijven, waardoor het relais afvalt.

15 Relais HU.

Relais HU moet traag zijn om te voorkomen, dat het tijdens het uitzenden van belasting afvalt (figuur 10). Het relais wordt ingeschakeld over wikkeling 3—4 en wordt ingehouden door contact h_v^{III} wordt gesloten. Het relais blijft het gehouden over wikkeling 4—5. De weerstand We_2 van wikkeling 1—2, wordt opgewekt van wikkeling 1—2, zodat het relais nog wat ongevoelig is voor de belasting.

De stroom door de oproep,

wordt relais HU door tegenmagnetisatie tot afvallen gebracht. Door wikkeling 3—5, waarvoor het relais gehouden wordt, loopt de stroom van plus naar minus van 5 naar 3, dus van *hoog naar laag*. Door wikkeling 1—2 loopt de stroom bij het beantwoorden van 1 naar 2, dus van *laag naar hoog*. De beide wikkelingen zijn tegengesteld geschakeld.

Tijdens de tegenmagnetisatie van relais HC (zie onder punt 14) blijkt, dat nog een resterend veld van de inschakelwikkeling 1—2 overblijft van 7 AW, waardoor het relais afvalt. De stroom door de tegenwikkeling 4—5 van relais HC is steeds dezelfde, afgezien dan van het verschil in spanning, die kan optreden in de stroomvoorziening. Dit laatste geldt dan echter voor beide wikkelingen.

Door wikkeling 1—2 van relais HU loopt echter niet steeds dezelfde stroom. Dit is afhankelijk van de lijnweerstand van de toestellen, die op de automaat zijn aangesloten. Een toestel dat dicht bij de automaat is aangebracht, zal veel meer stroom door de tegenwikkeling 1—2 op-

leveren, dan een toestel waarvan de geleiding de maximale lijnweerstand heeft. Het is noodzakelijk, dat bij het beantwoorden van een oproep aan het laatstgenoemde toestel toch relais HU nog moet afvallen. Het gevolg hiervan is, dat bij het beantwoorden van een toestel met de kortst mogelijke geleiding, de tegenstroom belangrijk groter zal zijn dan in voornoemd geval en daardoor het aantal AW van tegenwikkeling 1—2, die van wikkeling 3—5 verre zal overtreffen. Dit levert echter geen bezwaar op, omdat het zelfs mogelijk is de tegenwikkeling zoveel AW te geven, dat na het neutraliseren van het oorspronkelijke veld (van wikkeling 3—5), het veld in omgekeerde richting ruim voldoende zou zijn om het anker te doen aantrekken. Veelal wordt dan verondersteld, dat het relais in zo'n geval zal opblijven bij tegenmagnetisatie. Dit is beslist niet het geval, want zodra het tegenveld de overhand krijgt, wordt het magnetisch veld en ook de kern van het relais *omgepoold*, waardoor het anker als het ware wordt afgestoten en teruggelegd en dan niet meer kan aantrekken. Zoals uit figuur 10 blijkt, is in serie met wikkeling 1—2 van relais HU, contact hu^I en in serie met wikkeling 3—5 contact hu^{III}2 opgenomen. Zodra dus het anker wordt teruggelegd, worden ook voornoemde contacten bewerkt, het ene teruggelegd en het andere verbroken. Beide wikkelingen zijn dan uitgeschakeld en er is geen mogelijkheid meer om een groter tegenveld op te bouwen. Indien bovengenoemde contacten overbrugd worden, dan zal het anker na het afvallen echter wel weer aantrekken.

De aandacht wordt er nog op gevestigd, dat niet gesproken mag worden van „het relais is *differentiaal gewikkeld*. Bij actieve wikkelingen van een relais, worden nl. de windingen van alle wikkelingen steeds in dezelfde richting om de kern gewonden. Een relais wordt dus *differentiaal of tegengesteld* geschakeld door

— met behulp van de soldeerstiften van de wikkelingen — deze wikkelingen zodanig in de stroomlopen op te nemen, dat in de ene wikkeling de stroom van *hoog naar laag loopt* en in de andere wikkeling van *laag naar hoog*.

16. Contacten lkd1 en lkd2.

Deze contacten worden gesloten als het anker van de LK wordt aangetrokken. Contact lkd1 wordt gebruikt om telkens als de LK wordt bewerkt tijdens het kiezen, de wikkeling HV 1—2 even in te schakelen, zodat tijdens het geven van een impulsserie relais HV opblijft.

Contact lkd2 is voor het volgende geval nodig. Als de LK op één van de aansluitingen is ingesteld, dan staat de arm LKe op de massieve baan (figuur 1). Bij het naar ruststand brengen van de LK draait de arm LKe stapsgewijze over de massieve baan naar de 0-stand. De LK wordt hierbij bewerkt door de RO. Bij de laatste stap verlaat de arm de massieve baan, waardoor de LK van de RO wordt geïsoleerd en de LK dus niet bekrachtigd blijft totdat de arm LKe volledig in de 0-stand staat. Het zou dus mogelijk kunnen zijn, dat de LK dan geen volledige stap maakt en niet goed in de 0-stand komt te staan.

Zoals is figuur 1 is te zien, wordt met contact lkd2 de ruimte tussen de massieve baan en de 0-stand overbrugd. Hiervoor werd reeds aangegeven, dat contact lkd2 wordt gemaakt zodra het anker van de LK wordt aangetrokken en wel zodanig, dat het anker maar even hoeft te bewegen en het contact wordt gemaakt. Met contact lkd2 wordt dus bereikt, dat de LK — op het moment dat de arm LKe de massieve baan verlaat — toch met de RO verbonden blijft en van de RO een volledige stroomstoot ontvangt. De LK blijft dus in dit geval *wel* bekrachtigd totdat de armen goed in de 0-stand staan.

(wordt vervolgd).

De betekenis van onze radiocollectie beschouwd in het licht van de historische ontwikkeling van de radiotechniek*

65-056

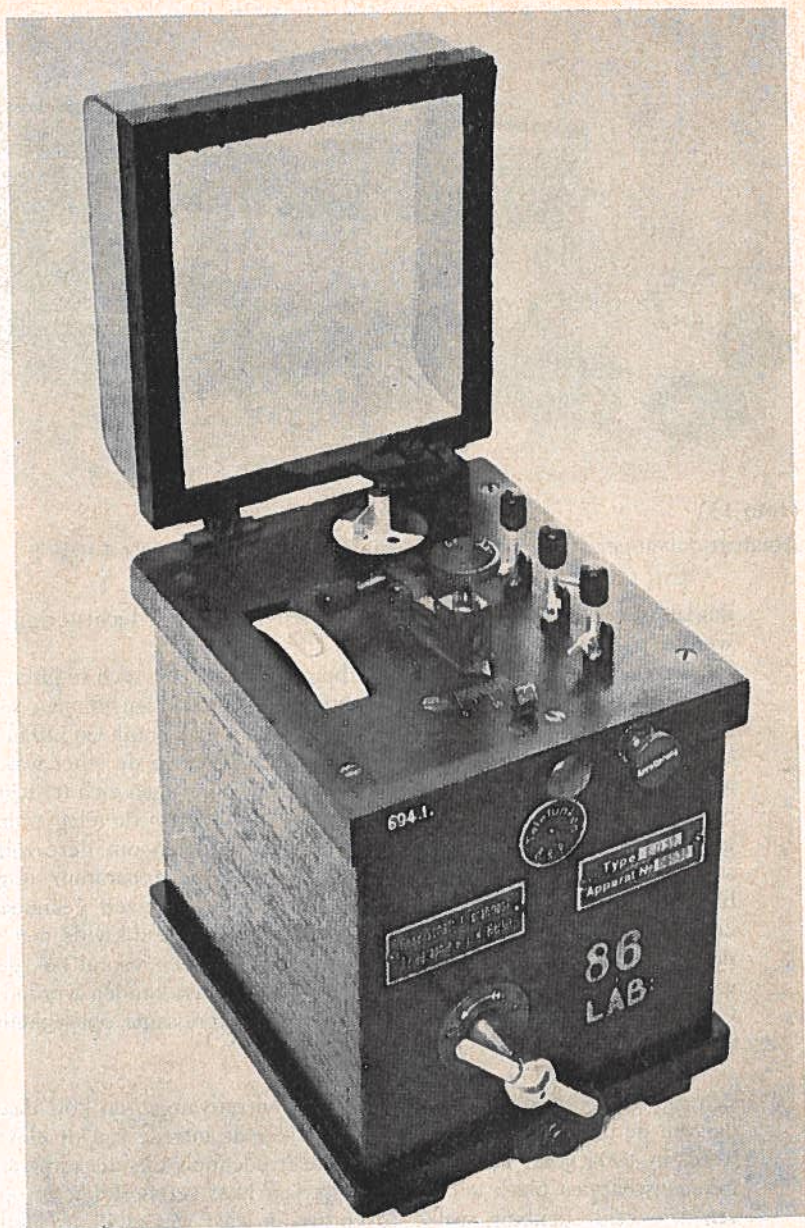
door C. W. L. Schell

(Vervolg van blz. 206)

Proefnemingen op grote schaal leidden tot een uitgebreid arsenaal van kristal-soorten en contactpunten. Intussen waren degenen, die zich met de ontwikkeling van het radiowezen bezig hielden, tot de conclusie gekomen dat het door de talrijke verbeteringen geperfectioneerde systeem van uitzending door het opwekken van vonken in wezen toch maar een weinig effectief stelsel bleek. Op de eerste plaats was daar het onomstotelijke feit dat de evenwichtsverstoring van de omringende ether niet gedurende het gehele signaal kon voortduren, omdat dit door de opeenvolgende vonken in moten werd verdeeld waartussen verhoudingsgewijs grote hiaten voorkwamen. Op de tweede plaats was de uitzending van de sterk gedempte golfreinen oorzaak van een onscherpe afstemming bij de ontvangst, zodat bij het steeds groeiende zendertal hinder door onderlinge storing onvermijdelijk was. Beide bezwaren zouden tegelijkertijd overwonnen worden indien men erin slaagde een zendsysteem te vinden dat in plaats van gedempte golfreinen een voortdurende ongedempte trilling opwekte. Het principe hiervoor werd reeds in 1908 gevonden door Poulsen met een speciaal door hem geconstrueerde elektrische booglamp die in staat bleek om, in een daarop aangesloten trillingsketen, een trilling van een bepaalde frequentie op te wekken welke onafgebroken voortduurde en een constante amplitude had. Aangezien de opgewekte trilling slechts kon worden onderbroken door de booglamp uit te schakelen, nam Poulsen voor het seinen van signalen zijn toevlucht tot verstemming van de trillingsketen tijdens het neerdrukken van de seingever. Zijn boogzender zond dus voortdurend een ongedempte trilling uit met dien verstande, dat de werkgolf in frequentie verschilde van de rustgolf. Voor dit nieuwe zendsysteem bleek de in zijn verschillende uitvoeringsvormen bekende detector evenwel niet bruikbaar, omdat hij bij de afwezigheid van de traditionele golfreinen de ontvangen signalen omzette in een constante en ononderbroken gelijkstroom die in de koptelefoon onhoorbaar bleef. Van elk signaal kon slechts begin en einde als een tik worden waargenomen. Om de ongedempte signalen toch te kunnen ontcijferen nam men toen zijn toevlucht tot snel opeenvolgende onderbrekingen in de ontvangketen waarop de koptelefoon wel reageerde. Zo ontwikkelde zich de tikker in verschillende uitvoeringsvormen waarvan de sleepraddetector het betrouwbaarst werkte en daarom ook de meeste toepassing vond. (foto 12)

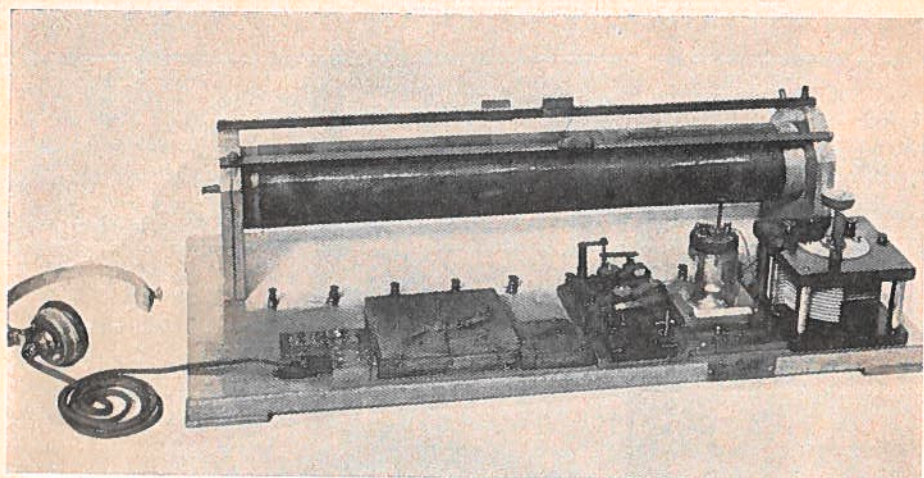
De constructie was eenvoudig en bestond uit een kleine rondwentelende metalen schijf die door een uurwerk werd aangedreven en een haarfijn metalen veertje dat over de schijf sleepte. Het onvolkomen sleepcontact verbond de ontvangketen met de koptelefoon, waarin de stroomonderbrekingen als een geruis werden waargenomen. De toepassing in de praktijk ondervond echter bezwaren

* Dit artikel is met toestemming overgenomen uit het jaarverslag 1963 van het Nederlands Postmuseum.



(foto 12)

Sleepraddetector fabriikaat Telefunken.



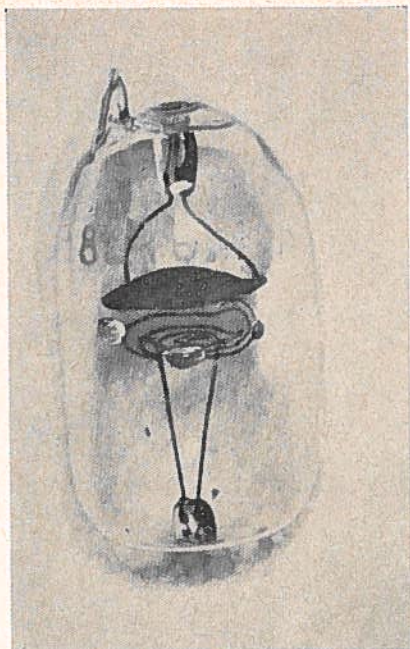
(foto 13)

Amateur-ontvanger voorzien van afstempelspoel met glijcontact (1917).

omdat ook hier de onderscheiding tussen signaal en luchtstoring bemoeilijkt werd.

Ongeveer in deze ontwikkelingsfase begonnen amateurs zich te interesseren voor de draadloze telegrafie die tot dusverre het onomstreden domein van kapitaal-krachtige ondernemingen als Marconi's Wireless Telegraph Co Ltd in Londen en Telefunken in Berlijn was geweest. Veel te belevan in de ether was er voor de amateur in die tijd ook nog niet en bovendien moest men zich terdege toeleggen op het op gehoor opnemen van de morseseynen, waarin de telegrammen werden gewisseld. Complete ontvangtoestellen en onderdelen om deze zelf samen te stellen waren toen, behalve de kostbare professionele apparatuur, nog niet in de handel verkrijgbaar. Niettemin begon men, meestal uit zelf geknutselde onderdelen, zijn eigen ontvangstation te bouwen, waarmee dikwijls met veel succes de in het verkeer met schepen gewisselde berichten en vooral ook de tijdseynen van grote landstations als dat in de Parijse Eiffeltoren konden worden ontcijferd. Onze verzameling geeft ook op dit punt een interessante ontwikkeling te zien. (foto 13)

Een radicale omwenteling in het systeem van ontvangen en kort daarop ook in dat van de uitzending werd veroorzaakt door de intrede van de elektronenbuis. Reeds in 1904 vond Fleming de twee-elektrodenbuis uit, die uitnemende detectoreigenschappen bleek te bezitten. Drie jaar later verwierf De Forest patent op een drie-elektrodenbuis, welke bovendien in staat was zwakke elektrische stromen te versterken. En in 1913 vond Armstrong een schakeling uit waarmee een nog veel grotere versterking dan met de buis van De Forest alleen kon worden verkregen. Zelfs kon hij de buis er toe dwingen een ongedempte trilling op te wekken. Deze vindingen bleven echter lange tijd in het stadium van experiment. Pas in de eerste wereldoorlog ging men tot toepassing op ruime schaal over. 7)



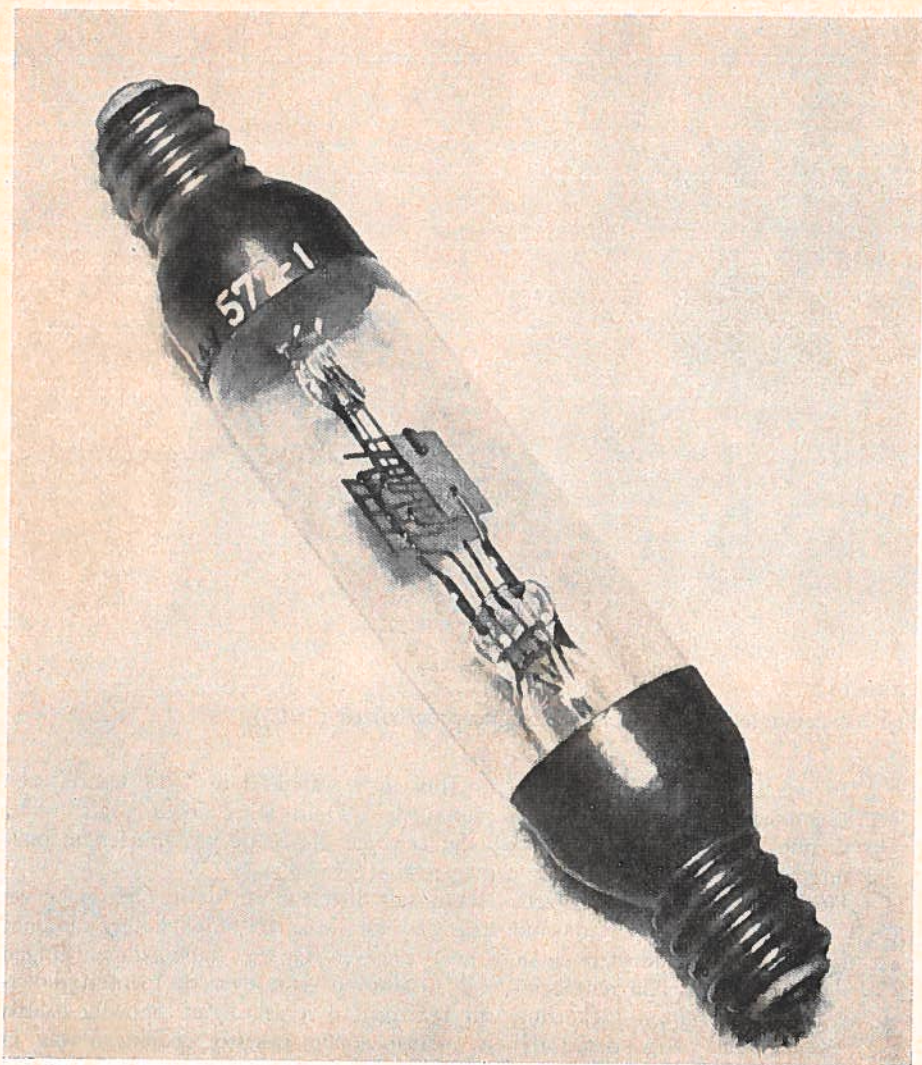
(foto 14)

Een der eerste in Nederland vervaardigde proefbuizen (1917).

In ons land werden de eerste proefbuizen vervaardigd in 1917 waarbij een exemplaar, aangetroffen in een verongelukt Duits legervliegtuig, als model diende. Wij prijzen ons gelukkig dat een van die eerste proefbuizen in onze uitgebreide buizenverzameling aanwezig is. (foto 14)

Het is vooral à Steringa Idzerda, toenmaals directeur van de in Den Haag gevestigde Nederlandse Radio-Industrie, geweest die aan de ontwikkeling van onze nationale buizenindustrie de stoot heeft gegeven. Op zijn aanwijzingen gingen de Philips' Gloeilampenfabrieken te Eindhoven ertoe over de toentertijd vermaarde IDZ-buizen (afkorting van Idzerda) te vervaardigen. Spoedig daarna kwamen alle vorige detectortypen waaraan zolang naarstig gedokterd was, in onbruik. (foto 15) Dit lot werd ook gedeeld door de sleepraddetector, toen het mogelijk bleek om met de tot genereren gebrachte triodedetector ongedempte signalen als zuivere fluittonen in de koptelefoon hoorbaar te maken.

Met de intrede van de elektronenbuis onderging ook de constructie van het ontvangoestel een ingrijpende wijziging. De mogelijkheid om de ontvangen signalen te versterken bracht ook stations die vroeger te zwak doorkwamen binnen het bereik. Het hierdoor oplevende radio-amateurisme was voor Idzerda aanleiding om zijn Ned. Radio-Industrie, die tevoren slechts professionele apparatuur vervaardigde, om te schakelen op de constructie van speciaal op amateurs ingestelde ontvangers en de onderdelen daarvoor. Een uitgebreide, vrijwel complete serie van zijn produkten maakt deel uit van onze collectie. (foto 16)

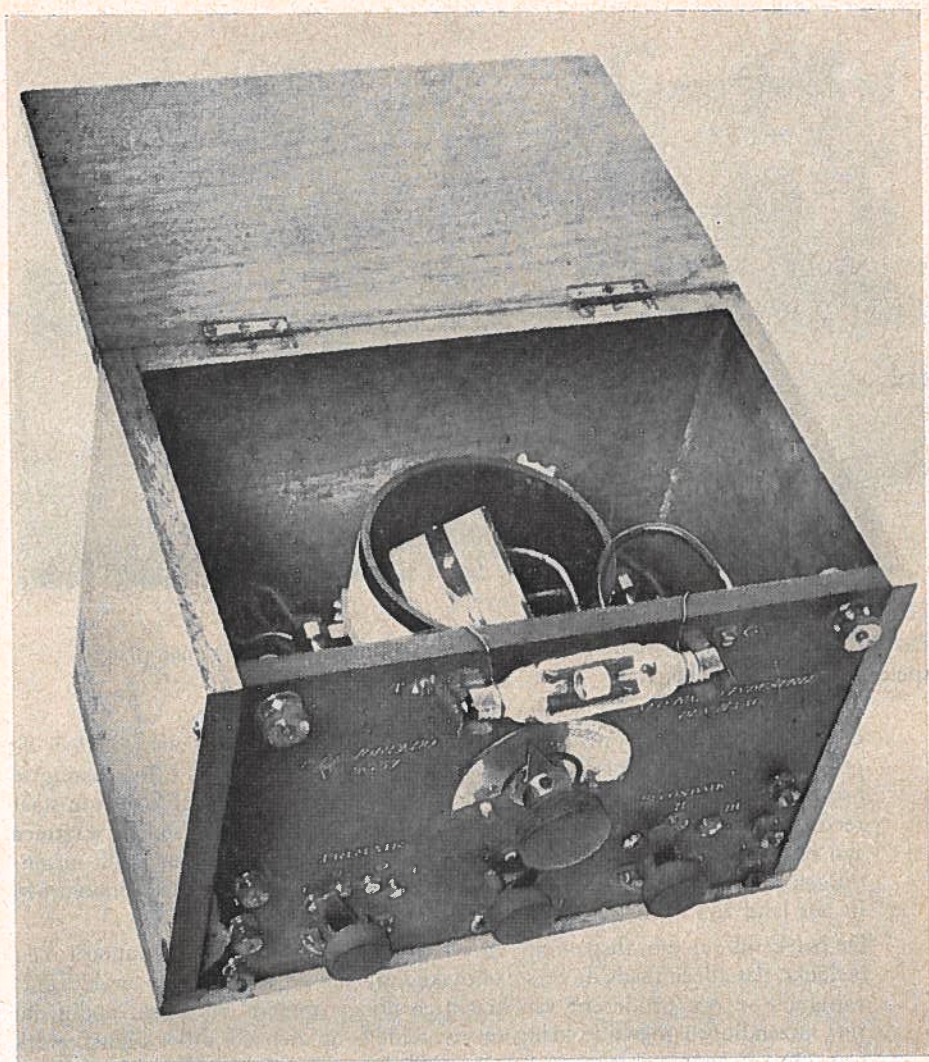


(foto 15)

Een door Philips op aanwijzingen van à Steringa Idzerda vervaardigde Idee-zetbuis (1918).

...

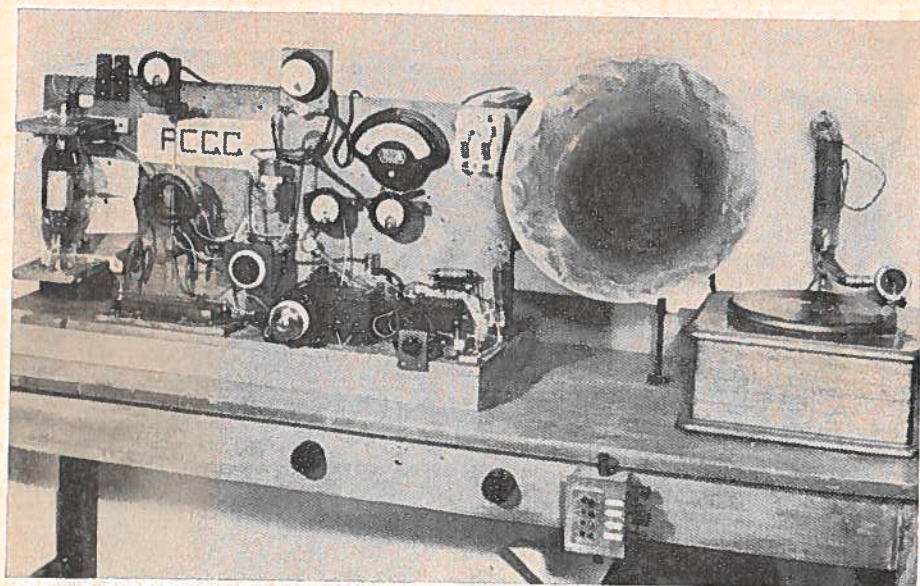
Het vermogen van de triode om ongedempte trillingen voort te brengen maakte ook de radiotelefonie praktisch mogelijk. Uitgangspunt hiervoor is de uitzending van een ongedempte trilling welke als drager fungeert van daarop gemoduleerde klanken. Bij de ontvangst van zo'n gemoduleerde draaggolf blijft de ongedempte trilling zelf onhoorbaar doch door detectie ontstaan interferenties die in de koptelefoon een natuurgetrouwe weergave van de klanken teweegbrengen.



(foto 16)

Een der eerste door de Nederlandsche Radio-Industrie te 's-Gravenhage vervaardigde ontvangers voor amateurgebruik (1919).

Weliswaar had men tevoren reeds pogingen in die richting gedaan met de boogzender, maar de bezwaren die zich daarbij voordeden vormden een beletsel voor praktische toepassing. De triode bood daarvoor veel betere mogelijkheden. Opvallend is dat de mogelijkheid om draadloos klanken over te brengen in Nederland niet in de eerste plaats dienstbaar werd gemaakt aan de telefonie. Idzerda, die zich met de intrede van de elektronenbuis in hoofdzaak had toegelegd op



(foto 17)

De eerste Nederlandse omroepzender PCGG van Idzerda (1919) met platen-speler en hoornmicrofoon.

de vervaardiging van ontvangers voor amateurgebruik, stelde zich tot doel de gevonden nieuwe technische mogelijkheden voor zijn afnemers in toepassing te brengen. Zijn drie jaar later geëlectroïseerde modulatiesysteem stelde hem in staat reeds in 1919 een telefoniezender te bouwen en in bedrijf te stellen waarmee aan tal van amateurs het genoegen werd verschaft te luisteren naar zijn uitzendingen van muziek en gesproken woord, waarmee dus in feite de radio-omroep in ons land zijn intrede deed.

De betekenis van zijn inspanning en verrichtingen wordt duidelijk wanneer men bedenkt, dat alleen reeds de eerste ontwikkeling van de aanvankelijk zwakke ontvangerbuis tot een producent van krachtige hoogfrequente trillingen, nodig om zijn uitzendingen in wijde kring te verbreiden, op zichzelf groot pionierswerk was. Op zijn aanwijzingen construeerden Philips' Gloeilampenfabrieken te Eindhoven speciaal voor zijn doel de eerste zendbuizen die spoedig gevolgd werden door buizen van nog groter vermogen. Geheel voor eigen rekening en steunende op vrijwillige bijdragen van enthousiaste luisteraars bouwde Idzerda aldus een omroepdienst op, die tot 1925 stand heeft gehouden maar toen de concurrentie met meer kapitaalkrachtige ondernemingen moest opgeven. In dit licht gezien vormt de omroepzender van Idzerda die geheel compleet en bedrijfsvaardig in onze verzameling kon worden opgenomen een wel zeer kostbaar bezit. (foto 17)

7) E. A. B. J. ten Brink en C. W. L. Schell, *Geschiedenis van de Rijkstelegraaf 1852—1952*, blz. 165.

(Vervolg van blz. 156)

9. Grammofoonversterker.

9.1 Inleiding.

Met behulp van de principes die tot nu behandeld zijn en die in dit hoofdstuk nog besproken zullen worden, is het mogelijk de *werking* van een *complete grammofoonversterker* met twee trioden te bespreken.

De bedoelde versterker is er één van de zeer velen; ook hier geldt alle waar naar zijn geld. Een zgn. *klasse-versterker* heeft meer elektronische elementen en is dus ook duurder. Onder een klasse-versterker wordt verstaan een versterker die zowel de *hoge* als de *lage tonen* goed zuiver versterkt weergeeft en dan nog bij een bepaald volume of belasting, bijv. een 4 watt versterker.

(Hierover later).

Op blz. 240-241 volgt het totale schema van de versterker, welke we in stukjes zullen gaan bespreken.

9.2 De voeding, deel I.

In hoofdstuk 5 zijn de diode en dubbeldiode met afvlakfilter uitvoerig besproken. De gelijkspanning wordt dan ook van de klemmen + en - afgenomen. De 6,3 V voeding voor de buizen is in fig. 101 niet verder getekend. Zoals reeds eerder besproken wordt dit evenals aanduidingen van anode, kathode en rooster weggelaten.

9.3 Spanningsversterking, deel II.

9.3.1 Superponeren.

In hoofdstuk 6 is de *triode* besproken en in hoofdstuk 7 het *superponeren*. Beiden vinden we in ons schema terug.

Figuur 102 geeft het superponeren aan, d.w.z. een wisselspanning wordt op een gelijkspanning geplaatst.

In fig. 104 is resp. de gelijkspanning, de wisselspanning ofwel het ingangssignaal en de samenstelling van gelijk- en ingangsspanning weergegeven. Dit laatste staat dan als gesuperponeerde spanning tussen rooster en kathode. In deze spanning zit het ingangssignaal afkomstig van de pick-up, ofwel onze muziek. Fig. 103 is in wezen gelijk aan fig. 102.

Het ingangssignaal staat nu over de weerstand R1, die nog kan worden geregeld ook. Bovendien is de batterij 3 V verplaatst, hetgeen op de werking *geen veranderde invloed* heeft.

9.3.2 Anodebelasting.

De weerstand Ra is in figuur 102 en figuur 103 een uitbreiding van hetgeen reeds is besproken.

Door deze weerstand loopt de anodestroom Ia van de triode, terwijl er bovendien een spanningsval ontstaat. Is de anodeweerstand Ra 10 kΩ en Ia 10 mA, dan is deze spanningsval gelijk aan Ia - Ra ofwel $10 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 10^3 = 100$.

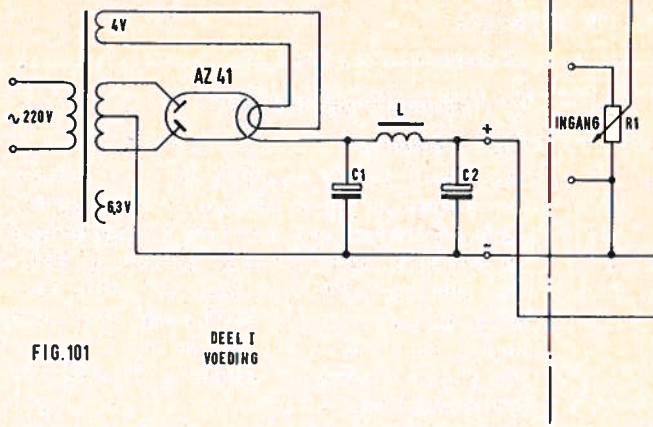


FIG. 101

DEEL I
VOEDING

De spanning tussen anode en kathode is dus 100 V kleiner geworden. Moet de anodestroom van 10 mA gehandhaafd worden, dan moet de voedingspanning met 100 V worden verhoogd. Stel, dat de voedingspanning 250 V en is het ingangssignaal verandert van $-1V$ via $-3V$ naar $-5V$, dan zal de anodestroom — en dus ook de anodespanning — over de belangweerstand R_a veranderen.

tabel 6

U_r	I_a	U_a	U_{batt}
$-1 V$	12 mA	80 V	250 V
$-3 V$	10 mA	100 V	250 V
$-5 V$	14 mA	120 V	25 V

Bezien we tabel 6 nog wat nader dan blijkt, dat een roosterspanningsverande-

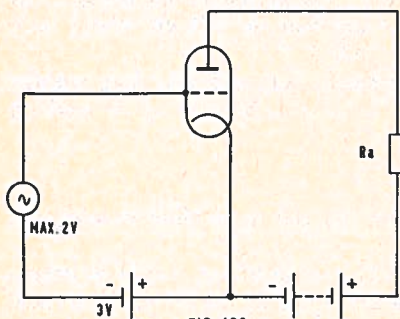


FIG. 102

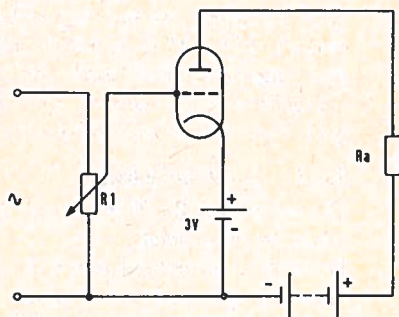
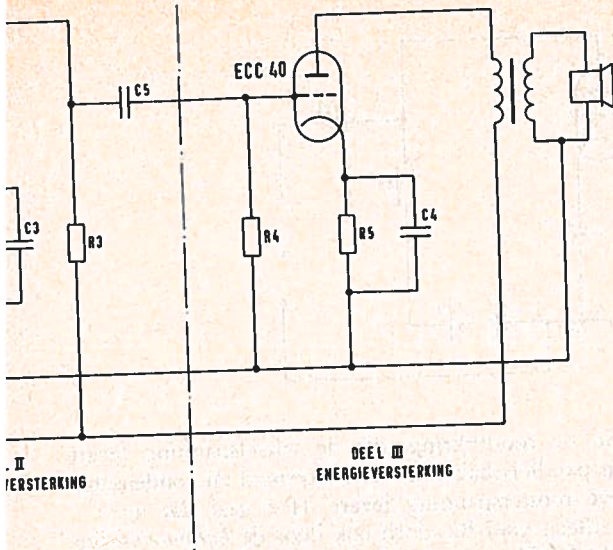


FIG. 103



ring van $2 V$ (dus tussen kathode en rooster) een spanningsverandering van $20 V$ veroorzaakt tussen anode en kathode.

De verhouding tussen de ingangsspanning en de uitgangsspanning is dus $2 : 20$ ofwel $1 : 10$. Deze spanningsverhouding wordt de *versterking* van de schakeling genoemd.

Het blijkt, dat de triodebuis als *versterker* wordt gebruikt. De versterkte wisselspanning is nog steeds gesuperponeerd op een gelijkspanning; kunnen we beiden weer scheiden, dan hebben we ons ingangssignaal *versterkt* terug. Dit scheiden kunnen we doen met een condensator, die de wisselspanning overbrengt en de gelijkspanning blokkeert (figuur 105).

De condensator zal het versterkte signaal (spanning) verder door-koppelen met een volgende versterkertrap. In de schakeling (figuur 105) is dit genoemd de koppelcondensator C_k . In figuur 101 is dit de condensator C_5 , die $0,01 \mu F$ is.

9.3.3 Automatische negatieve roosterspanning (n.r.s.).

Figuur 105 is nog niet gelijk aan deel II van figuur 101. Het verschil is nog te zien in de batterij van $3V$ enerzijds en de weerstand R_2 met de condensator

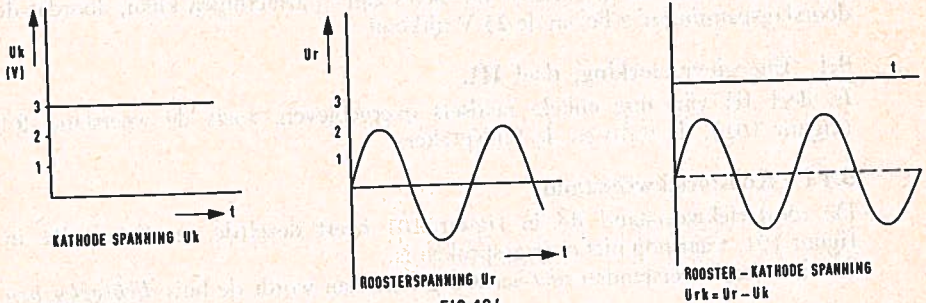


FIG. 104

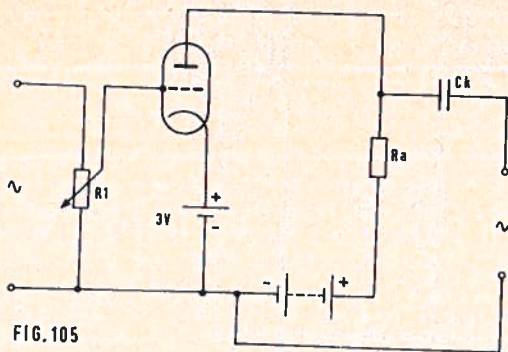


FIG. 105

C3 anderszids. De batterij in de roosterkring, die de wisselspanning levert, wordt nu vervangen door een parallelschakeling van weerstand en condensator, die de automatische negatieve roosterspanning levert. Hoe gaat dat nu? De anodestroom I_a gaat niet alleen door R_a , doch ook door de *kathodeleiding*. Het bijzondere van deze kathodeleiding is, dat deze gecombineerd wordt gebruikt, nl. door de anodeketen en de roosterketen. Wordt er een weerstand in de kathodeleiding opgenomen in plaats van de batterij, dan zal deze een spanningsval veroorzaken, die als instelspanning kan worden benut. De grootte van deze spanningsval of instelspanning wordt bepaald door de anodestroom I_a en de grootte van de bedoelde weerstand R_k (kathodeweerstand).

De richting van de spanning is nu zodanig, dat de kathodeaansluiting positief is ten opzichte van de andere zijde van de kathodeweerstand, welke verbonden is met het rooster. Dit geeft hetzelfde effect alsof het rooster negatief wordt gemaakt door een spanningsbron. Immers aan de voorwaarde, dat het rooster een *negatieve spanning* ten opzichte van de kathode moet hebben is voldaan. Er zit nog een groot nadeel aan deze methode. De bedoelde spanningsval ofwel instelspanning varieert, omdat de anodestroom dit ook doet. De inschakelspanning moet constant zijn, omdat hierop het ingangssignaal moet worden gesuperponeerd. De veranderingen van de instelspanning kunnen door middel van een *condensator* tot een minimum worden gereduceerd. De condensator moet parallel over de kathodeweerstand worden geplaatst en werkt als buffercondensator, zoals bij een afvlakfilter. De capaciteit is dan ook veelal groot, nl. 50 tot 100 μF (elco). De elco's zijn in afmetingen klein, doordat de doorslagspanning niet boven de 25 V uitkomt.

9.4 Energieversterking, deel III.

In deel III zijn nog enkele raadsels overgebleven, zoals de weerstand R_4 (figuur 101), de trafo en de luidspreker.

9.4.1 Roosterlekweerstand.

De roosterlekweerstand R_4 in figuur 101 heeft dezelfde functie als R_1 in figuur 101, waar nog niet over gesproken is. Zouden deze weerstanden *niet* aanwezig zijn, dan wordt de buis *dichtgeknepen*

en werkt de versterker niet. Het rooster kan zich nl. opladen met elektronen, waardoor het steeds meer negatief wordt. Door het aanbrengen van de roosterlekweerstand kan de lading, die zich nu op het rooster heeft verzameld, *afvloeien* ofwel *weglekken*.
Zowel R1 als R4 werken als lekweerstand.

9.4.2 Transformator.

De eerste trap, die reeds is besproken, is een spanningsversterker, omdat alleen spanning en geen stroom wordt afgenomen.

Moet het geluid worden versterkt, dan wordt de luidspreker gevoed of – in een andere schakeling – een relais.

Nu zal behalve spanning ook stroom gevraagd worden of met andere woorden *vermogen* of *elektrische energie*.

Nu wordt dan ook van een *transformator* gebruik gemaakt als *anodebelasting*. De *primaire* zijde van de transformer wordt in de *anodeleiding* opgenomen, terwijl op de *secundaire* zijde de *luidspreker* wordt aangesloten.

Net zo goed als van een ingangssignaal sprake is, is er een uitgangssignaal. Vandaar dat er in ons geval van een *uitgangstransformator* wordt gesproken. Een andere benaming is *aanpassingstrafo*. De transformator zorgt tevens voor de scheiding van wissel- en gelijkstroom. De transformator draagt alleen wisselstroomenergie over.

De stroom in de secundaire wikkeling is groter dan die in de primaire. Secundair zijn er dan ook *weinig* windingen van *dik draad* en *primaar* veel windingen van *dun draad*.

De wikkelverhouding is:

$$u = \sqrt{\frac{R_i \text{ buis}}{Z \text{ luidspreker}}}$$

De wikkelverhouding wordt zodanig gekozen, dat de inwendige weerstand R_i van de buis omlaag wordt getransformeerd, totdat deze gelijk is aan de luidsprekerimpedantie.

Op de luidspreker zullen we nu niet nader ingaan.

Wel is het goed nog op te merken, dat de eindversterker (tweede trap) *geen* vermogen opneemt in de roosterkring. In de anodekring wordt *wel* vermogen geleverd, afkomstig uit de anodespanningsbron.

9.5 Gegevens.

Voor de grammofoonversterker is nodig:

een AZ 41	weerstand R2 = 220 Ω
een ECC 40 = dubbel triode	weerstand R3 = 100 k Ω
een uitgangstrafo	weerstand R4 = 330 k Ω
een luidspreker	weerstand R5 = 2000 Ω
een transformator voor voeding	C3 = 50 μF } elco's
een zelfinductie (filter)	C4 = 50 μF }
twee afvlak-elco's (filter)	C5 = 0,01 μF
een potentiometer 5 k Ω	(wordt vervolgd)

Wanneer we van twee materialen met verschillende uitzettingscoëfficiënt twee staafjes op elkaar bevestigen, dan zijn we in staat het dickere staafje in een bepaalde richting te laten bewegen, indien we bijv. elektrische verwarming toepassen. Men noemt deze op elkaar bevestigde materialen een *bi-metaal*.

Figuur 1 geeft een indruk van voor-noemde uitzetting.

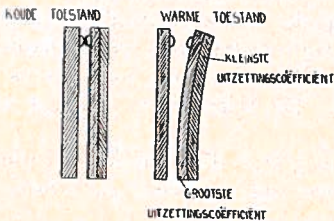


fig. 1

Een zeer bekend voorbeeld van dit apparaat is in de telefoontechniek het *thermorelais* en in de verwarmingstechniek de *thermostaat*.

Zij spelen als schakelement een zeer voorname rol.

Bij het thermorelais zijn een stalen en nieuw-zilveren veer aan elkaar bevestigd. Sluiten we een spanning aan op het, om de veren aangebrachte weerstandspoeltje, dan zet door de ontwikkelde warmte het nieuw-zilver méér uit dan het staal, waardoor het bi-metaal krom trekt en de op de veren aangebrachte contacten worden gesloten of verbroken.

Vanzelfsprekend hangt dit laatste af van het gemonteerde veerpakket.

Bij een constante temperatuur en een bepaalde stroom zou de tijd van omschakelen altijd dezelfde moeten zijn. Doordat de omgevingstemperatuur echter niet altijd dezelfde is, is de schakeltijd niet

constant. Een thermorelais, dat nog niet geheel is afgekoeld na in werking te zijn geweest, heeft ook een kortere inschakeltijd nodig om zijn functie weer te verrichten (zie figuur 2).

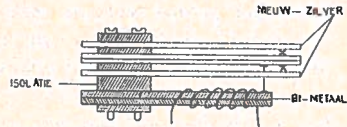


fig. 2

Wanneer een wisselcontact is aangebracht is de wisselveer ook van bi-metaal vervaardigd. Deze veer is dan zodanig gemonteerd, dat bij verwarming de beweging van de aandrijvende veer wordt tegengewerkt. Als gevolg hiervan blijft de druk op het verbreekcontact constant. Bij een maakcontact is niet alleen de veer, welke bij stroomdoorgang verwarmd wordt, van bi-metaal vervaardigd, maar ook de andere veer. Deze laatste veer is zodanig gemonteerd, dat bij wijziging van de temperatuur door de omringende lucht, beide veren in dezelfde richting krom trekken. Hiermee wordt dus bereikt, dat de contactopening ongeveer gelijk blijft. Bekend is, dat zonder toepassing van een compensatieveer afwijkingen zouden voorkomen van 25 % bij temperatuurvariëaties van 40 °F. Met compensatieveer is dit teruggebracht tot ongeveer 5 %.

Wanneer we willen weten hoeveel calorieën warmte moeten worden ontwikkeld om het vereiste effect te kunnen bereiken, zullen we van het bi-metaal het gewicht in grammen moeten weten.

Door toepassing van de Wet van Joule kunnen we de stroom door het weerstandspoeltje voor een bepaalde inschakeltijd berekenen. We weten immers dat:

$$Q = 0,24 \times U \times I \times t \text{ calorieën.}$$

Hieruit kunnen we met de Wet van Ohm de weerstand van het spoeltje bepalen. Opgemerkt wordt, dat het bi-metaal door de industrieën geleverd wordt op rollen, in gestrekte lengten en verder in alle gewenste vormgevingen. Men dient op te geven: de specifieke uitbuigingscoëfficiënt, de weerstand, de gebruikstemperatuur en het soortelijk gewicht. Veelal is dit materiaal samengesteld uit ijzer/nikkel- of ijzer/nikkel/mangaan-legeringen.

Nu we enig inzicht hebben gekregen omtrent de gedragingen van het bi-metaal en alles wat met deze materie te maken heeft, zullen we de *thermostaten* eens bekijken. Het is bekend, dat, willen we een nuttig gebruik maken van de elektriciteit, we stroomkringen moeten kunnen sluiten, verbreken of eventueel omschakelen. In de schakeltechniek kan dit op verschillende manieren plaatsvinden. Het type schakelaar, dat gebruik dient te worden, wordt mede bepaald door economische overwegingen, terwijl de schakeltijd, constructie en afmetingen ook een zeer belangrijke rol spelen.

Elektrische thermostaten dienen in het algemeen voor het regelen van de temperatuur van gassen, vloeistoffen en ook vaste stoffen, die elektrisch worden verwarmd. Ook kunnen ze dienen als beveiliging tegen te hoge en te lage temperaturen. Op grond van dit laatste zijn thermostaten verkrijgbaar, welke zijn voorzien van instelbare inrichtingen en die welke niet instelbaar zijn. Voor het constant houden van deze grootheden worden regelmechanismen gebezigd, welke zo in te richten zijn, dat de te regelen grootheid een zeker vooropgezet programma kan doorlopen. Om een bepaalde grootheid te kunnen regelen is het noodzakelijk, dat deze te meten is en dat ze met veelvoudige handgrepen betrouwbaar te beheersen, zgn. stuurbaar is.

De meet- en regeltechniek heeft zich van haar aanvang af tot de huidige stand

trapsgewijze ontwikkeld. Oorspronkelijk werd in de warmtetechniek *toezicht* verwacht, waarbij de voornaamste bedrijfs-onderdelen, welke door de warmtevoorziening moesten worden verzorgd, met de hand werden geregeld. De verantwoordelijke ambtenaar of eventueel verbruiker regelde met de hand diverse kranen of regelweerstand conform zijn instructies. Het feit, dat diverse handelingen gelijktijdig moesten worden uitgevoerd en ook de instructies te ingewikkeld werden, is mede een oorzaak geworden van de automatisering. Daar tegenover staat, dat automatisering kostbare apparaten en een regelmatige controle c.q. onderhoud door deskundig personeel vergt.

Wanneer we terugkeren tot het onderwerp thermostaten in gebruik bij de verwarmingstechniek, dan kunnen we stellen, dat deze instrumenten gevoelig zijn voor temperatuursverschillen en langs elektrische weg commando's geven aan het regelmechanisme. Met andere woorden, de temperatuur in een vertrek of lokaal wordt door de thermostaat geobserveerd en indien deze te hoog of te laag is, gecorrigeerd. Doorgaans zijn de volgende thermostaten nodig voor een centrale verwarmingsinstallatie

- a. een thermostaat voor regeling van de kamertemperatuur,
- b. een thermostaat voor begrenzing van de temperatuur van het ketelwater,
- c. een vlam- of schoorsteenthermostaat,
- d. een buitenthermostaat.

De thermostaat genoemd onder a reageert op de temperatuur in de kamer en wordt daarom *kamerthermostaat* genoemd. Figuur 3 laat het werkingsschema zien van deze thermostaat, terwijl figuur 4 een inzicht geeft omtrent de vorm en afmetingen.

In figuur 3 stelt a het bi-metaal voor. Het einde van dit strookje is voorzien van een contact b, dat bij een te lage temperatuur in de kamer in aanraking

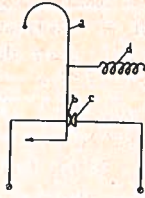


fig. 3

komt met contact c. Als gevolg hiervan wordt het warmtemedium ingeschakeld en stijgt de kamertemperatuur. Hierdoor zetten beide stroken van het bi-metaal weer uit, doch zoals reeds bekend, de ene in sterkere mate dan de andere. Het vrije einde van het bi-metaalstrookje voorzien van contact b zal zich dan naar links bewegen. Indien nu de kamertemperatuur ongeveer $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ is gestegen, wordt het contact tussen b en c verbroken, doordat de naar links buigende kracht groter is dan de veerkracht van het spiraalveertje d; de stroomkring, welke de warmtebron ingeschakeld heeft, wordt weer verbroken. Een en ander herhaalt zich telkens wanneer de temperatuur ca $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ beneden de gewenste temperatuur daalt.

De instelling op de gewenste temperatuur geschiedt meestal met een van een temperatuurschaal voorziene knop of wijzer. Het is van groot belang, dat deze kamerthermostaat op de juiste plaats in de kamer wordt gemonteerd en bijv. niet boven de verwarmingsradiator of in de tocht van de kamerdeur.

Figuur 5 laat een eenvoudig werkingschema zien, waarbij een kamerthermostaat de temperatuur regelt in een kamer,

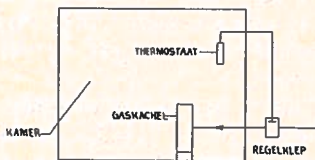


fig. 5

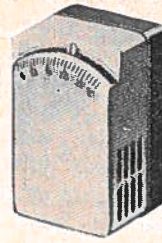


fig. 4

welke door middel van een gaskachel wordt verwarmd.

De stand van de klep, welke de gastoevoer regelt en dus beheerst, wordt direct bestuurd door de kamerthermostaat. Met elke stand van deze thermostaat komt onverbrekkelijk een stand van de gasklep overeen. Indien door een of andere oorzaak valse warmte in de kamer wordt toegevoerd, bijv. zonnenschijn, dan reageert de gasklep direct en schakelt de gastoevoer conform het commando. Men spreekt daarom van een *directe regeling*. Wanneer daarentegen door de thermostaat een commando aan de gasklep wordt gegeven via een stuurrelais, dan spreekt men van een *indirect systeem*.

Nu kan bij elke stand van de thermostaat een willekeurige stand van de gasklep voorkomen. Het geheel zal echter zó dienen te zijn geconstrueerd, dat het zich zo snel mogelijk en met zo min mogelijk schommelingen aan de nieuwe omstandigheden aanpast.

Wanneer de contacten b—c in figuur 3 worden vervangen door een wisselcontact, dan is het mogelijk twee stroomkringen te bedienen; bij het uitzetten sluit bijv. de stroomkring 1 en bij krimpen stroomkring 2.

Wanneer stroomkringen, voorzien van spoelen met zelfinductie, worden gesloten of verbroken, dan ontstaan in deze spoelen spanningen tengevolge van de veranderingen van het magnetisch veld. De grootte van de opgewekte spanning wordt bepaald door de snelheid waarmee het magnetisch veld verdwijnt. Door deze

opgewekte spanningen wordt de nog geringe contactopening overbrugd, waardoor een vonk ontstaat, hetgeen tot gevolg heeft, dat de contacten spoedig zullen zijn verbrand. De vonken die tussen de contacten ontstaan kunnen ook nog hinderlijke radiostoringen veroorzaken.

Denkbaar is ook, dat door optredende trillingen, bijv. het dichtslaan van deuren, het contact wordt verbroken, dat juist gemaakt werd. Het gevolg zou zijn, dat de warmtebron uitgeschakeld werd.

Om deze bezwaren te ondervangen heeft men thermostaten ontwikkeld, welke voorzien zijn van een *momentschakeling*, waarbij een derde contact gebruikt wordt, dat als overneemcontact dienst doet. Dit principe kan ook verkregen worden door een magneetje.

Figuur 6 laat het werkingsschema zien.

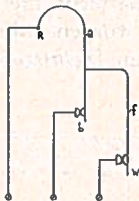


fig. 6

Deze thermostaat is uitgerust met twee bi-metaal stroken. De eerste strook a is voorzien van de contacten b, terwijl de tweede strook f de contacten w bezit. Wanneer de kamertemperatuur daalt, wordt eerst contact tot stand gebracht tussen strook f en contact w. Als gevolg van het sluiten van deze contacten wordt de warmtebron nog niet ingeschakeld; hiertoe dient eerst nog contact te worden gemaakt tussen de strook a en contact b. Dit laatste vindt plaats nadat de temperatuur verder is gedaald, waarmee tevens is bereikt, dat strook f vaster tegen contact w aandrukt. Door een speciale schakeling in de regelapparatuur wordt ervoor gezorgd, dat contact b door het vaste contact R is overgenomen. Indien

nu door een bepaalde oorzaak het contact b even wordt verbroken, dan blijft dus de warmtebron ingeschakeld.

In figuur 7 wordt de momentschakeling verkregen door het aanbrengen van een magneet e.

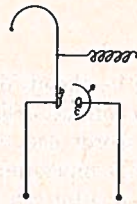


fig. 7.

Indien het contact b op korte afstand van contact c is gekomen, dan wordt het eerste contact door de magneet e tegen contact c getrokken.

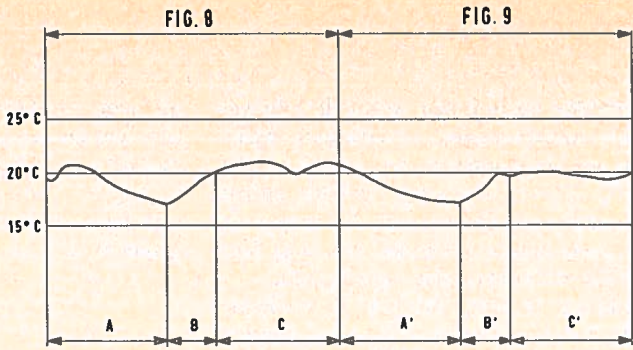
Hierdoor wordt het contact inniger en is het uitgesloten, dat door trillingen de ingeschakelde circuits worden verbroken. Uit de gehele materie blijkt, dat de kamerthermostaat plichtsgetrouw de warmtebron in- en uitschakelt, indien het apparaat zelf onder of boven de ingestelde temperatuur komt. Bekend is dat, wanneer een kamerthermostaat bijv. bij 18 °C ingeschakeld wordt, deze pas bij 18,6 °C uitschakelt.

Met andere woorden, iedere thermostaat heeft een zekere *differentie*. Slecht contact met het te regelen medium, inzet op plaatsen met lage stroomsnelheid of geringe temperatuurvariaties, contact met isolatiewanden met grote warmtecapaciteit e.d. vergroten de differentie.

Wat de kamerthermostaten betreft willen wij er nog op wijzen, dat deze apparaten tegenwoordig zijn voorzien van inwendige verwarming.

Zodra de kamerthermostaat op een of andere manier de warmtebron inschakelt, wordt gelijktijdig de thermostaat door een elektrisch element verwarmd. De weerstand van dit verwarmingselement bedraagt 10⁵ ohm.

A - A' = NACHTVERLAGING
 B - B' = SNEEL OPWARMEN
 C - C' = DAGTEMPERATUUR



Het is zodanig berekend, dat de thermostaat bij een continubedrijf slechts 1 à 2 °C warmer wordt dan de omgeving. Fig. 8 laat een temperatuursmeting zien in een ruimte, waarbij een kamerthermostaat zonder weerstand is toegepast. We zien dat de temperatuur zich beweegt tussen 19—22 °C. Een koude luchtstroom veroorzaakt door het openen van een raam of deur zal de kamertemperatuur direct beïnvloeden en het beeld totaal veranderen. Wanneer daarentegen een kamerthermostaat wordt toegepast uitgerust met weerstand, dan wordt deze weerstand ingeschakeld op het moment dat het bi-metaal van deze thermostaat het commando geeft „temperatuur te laag”. De weerstand vervult in deze situatie de functie van verwarmingselement, met als gevolg, dat de voeler van de thermostaat extra wordt verwarmd en zich zelf min of meer misleidt. Genoemde weerstand wordt uitgeschakeld nadat het commando is gegeven: „temperatuur te hoog” en als zodanig zal bij dalende temperatuur het bi-metaal vrij snel naar zijn uitgangstoestand terugkeren.

Fig. 9 laat een temperatuursmeting zien in een ruimte waarbij een kamerthermostaat wordt toegepast welke is voorzien van bedoelde weerstand.

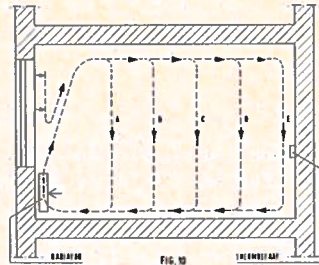
Uit deze meting blijkt duidelijk dat de amplitude is verkleind, terwijl de frequentie is toegenomen. We kunnen de ingebouwde weerstand dus beschouwen als een soort versnellingsweerstand.

Bekend is, dat tengevolge van geleiding, het oppervlak van het verwarmings-

lichaam praktisch dezelfde temperatuur zal aannemen als het warmtransportmiddel, waarmee de installatie wordt gevoed.

Door de aanraking van de kamerlucht met de wand van de radiator neemt ook de lucht deze temperatuur aan.

Dit laatste heeft alleen betrekking op een zeer dunne grenslaag. Doordat de lucht sterk isolerende eigenschappen bezit, kan door middel van geleiding alleen, de kamerlucht niet op temperatuur gebracht worden. Men maakt dan ook gebruik van *luchtstromingen*.



Deze ontwikkelen zich zodra enige warmte in de radiator aanwezig is en ze zijn omhoog gericht. Door afkoeling langs de koude gedeelten van de kamer vloeit deze luchtstroom langs de vloer weer terug naar de radiator. Hierna vindt weer verwarming plaats en zal de luchtstroom opnieuw door het vertrek vloeien. Samenvattend kunnen we dus stellen, dat de kamer geleidelijk warm zal worden. Het proces zal zich voltrekken volgens de lijnen A t/m E (fig. 10).

Deze wijze van warmte-overdracht noemt men *convectiestromingen*.

Wanneer we in een vertrek een aantal temperatuursmetingen zouden verrichten waarbij een thermostaat zonder weerstand op afstanden van 0 - 10 - 50 - 100 en 200 cm van de radiator zou zijn gemonteerd is het duidelijk, dat hoe verder de thermostaat is opgesteld, de amplitude van de temperatuursregistratie steeds groter zal worden in tegenstelling tot de frekwentie, welke kleiner wordt. De temperatuurschommelingen zullen dus steeds groter worden.

Thans zullen we de *staafthermostaat* bekijken. Deze bezit een binnenstaaf met een grote uitzettingcoëfficiënt. Door de lineaire beweging wordt een contact gemaakt.

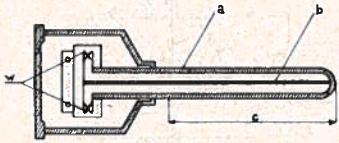


fig. 11

Figuur 11 laat het werkingsschema zien, waarbij een buis a en een staaf b zijn toegepast. Van laatstgenoemde staaf is het rechter uiteinde aan de buis gelast. Beide onderdelen zijn vervaardigd van twee metalen met een zo groot mogelijk verschil in uitzettingscoëfficiënt. Het materiaal van de staaf heeft de grootste uitzettingscoëfficiënt, terwijl de warmtegeleiding zeer goed is. Bij temperatuurverschil ontstaat dus een lengteverschil, welke oorzaak is, dat de contacten worden omgelegd. De insteeklengte in het warme water wordt door de fabriek, welke deze thermostaten vervaardigt, bepaald en is in de figuur weergegeven door de afstand c. Door het warmer worden van het water zet staaf b meer uit dan buis a, waardoor het vrije einde van de staaf naar links beweegt. Als gevolg hiervan worden de contacten w

verbroken en wordt de warmtetoevoer uitgeschakeld. Wanneer afkoeling van het water plaatsvindt krimpt het geheel en worden de contacten weer gesloten. Deze staafthermostaten zijn ook voorzien van een instelinrichting, waardoor een temperatuursregeling tussen 10 en 100 °C mogelijk is. Hij kan gebruikt worden om de temperatuur van het circulerende verwarmingswater te regelen in overeenstemming met de buitentemperatuur.

Wanneer de thermostaat dienst doet als beveiligingsmiddel om te voorkomen, dat het ketelwater zal gaan koken, dan noemt men dit apparaat ook wel *ketelthermostaat*. Het zorgt er dan voor, dat de ketelwatertemperatuur niet boven de 70 à 90 °C kan komen.

In dit laatste geval wordt de ketelwaterthermostaat in serie geschakeld met de kamerthermostaat.

Indien de kamerthermostaat niet goed functioneert en de warmtebron daardoor niet wordt uitgeschakeld, dan komt de ketelthermostaat in actie zodra de temperatuur bereikt wordt, waarop dit apparaat is afgesteld.

De *vlam- en schoorsteenthermostaat* is een apparaat, dat een bijzondere functie moet verrichten en wordt gebruikt als beveiligingsstoestel.

Zodra de kamertemperatuur daalt, schakelt de kamerthermostaat, via de regelapparaatuur, de brandermotor en ontstekingstransformator van de oliestookinrichting in. Er worden dus olie en verbrandingslucht toegevoerd en de olie wordt ontstoken. Zodra de temperatuur van de schoorsteen een bepaald aantal graden is gestegen, schakelt de schoorsteenthermostaat om en wordt de ontsteking uitgeschakeld.

Het is van het grootste belang, dat geen onverbrande olie naar de vlamruimte vloeit. De toevoer mag alleen vrij zijn, indien er een vlam aanwezig is. De vlam- en schoorsteenthermostaat is het centrale punt, welke de aanwezigheid van de

vlam controleert en met behulp van het regelsysteem maatregelen treft, de olietoevoer stop te zetten. Voor dit systeem is een apparaat gekozen, dat gevoelig is voor de temperatuurverschillen in de schoorsteen of waarvan de werking berust op de warmtestraling van de olievlam. In het eerste geval wordt de thermostaat zodanig geplaatst, dat het apparaat kan reageren op de temperatuurverschillen van de rookgassen. De juiste plaats is dan in het rookkanaal, dichtbij de ketel. In het tweede geval dient het apparaat dus te reageren op de warmtestraling en als zodanig wordt de thermostaat in de vuurhaard gemonteerd. Veelal wordt deze aangebracht in de frontplaat van het voorste ketellid of in de blinde plaat, die de opening van de asdeur afsluit. Omdat de vlamthermostaat zich dicht bij de warmtebron bevindt, zal zij veel vlugger reageren dan de schoorsteenthermostaat. Het is bekend, dat roetafzetting nadelig werkt op de warmteoverdracht en als zodanig dienen de schoorsteenthermostaten regelmatig te worden gereinigd.

Het werkingsschema is in figuur 12 weer gegeven.

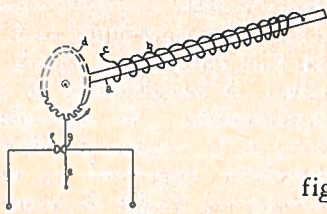


fig. 12

Om de metalen staaf a is een spiraal van bi-metaal gewikkeld, welke bij c is bevestigd. Genoemde onderdelen zijn gemonteerd in een metalen beschermbuis, welke zich in het rookkanaal bevindt. Een kastje, voorzien van een tandwiel d, dat aan de staaf a is bevestigd, een metaalstrookje e en een aantal contacten bevindt zich buiten het rookkanaal. Indien geen

rookgassen de ketel verlaten, zijn de contacten f en g gesloten en dus ook het circuit naar de regelkast. Strijken daarentegen warme rookgassen langs het bi-metaal b, dan ontstaat er een torsiekracht tengevolge van de uitzetting. Genoemde kracht werkt op staaf a met als gevolg, dat het tandwiel d draait in de richting van de getekende pijl. Het metaalstrookje e wordt hierdoor zodanig verplaatst, dat het contact tussen f en g wordt verbroken en het stroomcircuit naar de regelkast ook. In de regelkast worden een aantal schakelmanipulaties verricht, waarop niet nader kan worden ingegaan, omdat dit buiten het bestek van dit artikel valt. De vlamthermostaat is in principe weer gegeven in figuur 13.

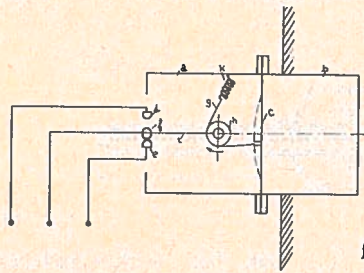
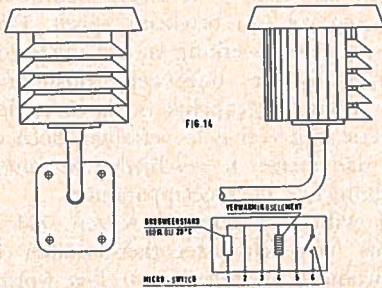


fig. 13

Een membraan c, welke gevoelig is voor temperatuurverschillen, is geklemd tussen twee metalen kokers a en b. De plaatsing van buis b in de verwarmingsketel dient zodanig te geschieden, dat de olievlam ongehinderd warmte kan afstralen op membraan c. Is er geen warmte, dus geen vlam, dan zijn de contacten f en e gesloten. Is er daarentegen wel warmte, dan zal onder invloed van de straling het membraan c bol gaan staan en een stand innemen volgens de stippellijn. Als gevolg hiervan gaat het schijfje h draaien, doordat het veertje g, dat tegen het schijfje drukt, bevestigd is aan de membraan c en anderzijds aan het veertje k. De arm i, welke een verbinding vormt met het schijfje h, zal dus naar boven worden bewogen en het contact tussen f en e maken. Met andere woorden, als het

membraan wordt bestraald is het contact tussen f en d gesloten; indien geen bestraling plaatsvindt is het contact tussen f en e gesloten.

De *buitenthermostaat* bestaat uit een licht-metalen buis, waarin gemonteerd is een temperatuurgevoelige weerstand, welke is vervaardigd van nikkeldraad. De weerstandswaarde is 100 ohm bij 20 °C, terwijl de weerstandsverandering 0,5 ohm per °C bedraagt.



Het metalen huisje wordt zodanig tegen de buitenmuur gemonteerd, dat de kop van de buitenvoeler naar beneden is gericht.

Gemeten wordt de temperatuur in het hart van de muur. Een drie-aderig zwakstroomkabeltje zorgt voor het aansluiten van genoemde buitenthermostaat. De invloed van de eigen warmte, welke veroorzaakt wordt door het verwarmingselement, wordt tengevolge van wind en vocht versneld afgevoerd. Dit laatste is nodig, aangezien de transmissieverliezen van een gebouw over het algemeen sterk beïnvloed worden door deze factoren. Door de invloed van de zonnestraling wordt de temperatuur van de buitenvoeler verhoogd. Met behulp van een draaibaar zonnekapje kan deze invloed enigszins worden geregeld. Bepaalde typen buitenthermostaten zijn tevens voorzien van een bi-metalen micro-switch. Deze laatste wordt bediend door het bi-metaal van het verwarmingselement en komt in actie indien de temperatuur in het apparaat onder de 18 °C daalt. Als gevolg hier-

van wordt het verwarmingselement ingeschakeld en de temperatuur weer op 18 °C gebracht. Ook wordt het schakelcontact van deze buitenthermostaat gebruikt om het warmteverlies te meten in de nachturen, nadat gestookt is met verlaagde temperatuur. Dit laatste wordt bereikt door een 12 °C hogere temperatuur te suggereren en vindt plaats door een weerstand in serie met de buitenvoeler te schakelen. Het schakelen als zodanig geschiedt contactloos. Om dit te bereiken, zet men een weerstand onder spanning en plaatst een temperatuurgevoelige weerstand hier omheen.

Na enig inzicht verkregen in de werking van thermostaten, welke in gebruik zijn bij verwarmingsinstallaties, is het vanzelfsprekend, dat deze apparaten ook worden toegepast voor allerlei industriële doeleinden. In broedmachines, bakelietpersen enz. hebben ze een plaats gevonden, en doen ze hun werk even feilloos als in huishoudelijke apparaten, bijv. automatische wasmachines, regelbare strijkijzers enz. Indien een bepaalde temperatuur onder geen voorwaarde mag worden overschreden, dan wordt een thermostaat ingebouwd, welke wordt genoemd *temperatuurbegrenzer*. In een dergelijk geval wordt niet alleen de stroom uitgeschakeld indien de temperatuur het vastgestelde niveau zou overschrijden, doch deze is ook voorzien van een vergrendelinrichting, welke ervoor zorgt dat na afkoeling niet opnieuw inschakeling plaatsvindt.

In verschillende typen ventilatorkachels zijn thermostaten ingebouwd, welke bij een bepaalde temperatuur de stroom uitschakelen, doch na afkoeling het circuit weer inschakelen.

Bij het vervaardigen van thermostaten wordt veelal gebruik gemaakt van zilver als lasmateriaal.

Indien thermostaten worden toegepast bij agressieve stoffen, dan moet dit aan de fabrikant worden opgegeven,

aangezien dan ander lasmateriaal moet worden gebruikt.

Wanneer thermostaten worden ingezet op plaatsen, waar de voeler en de regelknop op enige afstand van elkaar komen te zitten, dan dienen we thermostaten toe te passen met een *capillaire voeler*. De nauwkeurigheid van deze thermostaten is minder groot dan van staafthermostaten.

De toepassing ligt veelal op het gebied van huishoudelijke toestellen, zoals kook- en baktoestellen, koffiezetmachines e.d. De regelaar is voorzien van één contact, verbrekend in de nulstand en één contact, verbrekend boven de ingestelde temperatuur. De thermostaat doet dus tevens dienst als schakelaar.

Het is van groot belang, dat de kwaliteit van de thermostaat zeer goed is. Men heeft een aantal benamingen ingevoerd om de kwaliteit van deze apparaten te omschrijven. Er zijn een viertal begrippen welke de hoedanigheden van de thermostaten bepalen, nl. *gevoeligheid*, *reproduceerbaarheid*, *nauwkeurigheid* en *betrouwbaarheid*. Wanneer we uitgaan van de gedachte, dat onder de werking verstaan wordt datgene, wat van de thermostaat uitgaat en waarop het besturend orgaan reageert, kan de gevoeligheid omschreven worden door te bepalen, hoeveel verandering van de temperatuur nodig is om de kleinst mogelijke bruikbare werking van dit apparaat te verkrijgen. We hebben reeds kunnen lezen, dat de thermostaat gevoelig is tot op één °C.

Als zodanig kunnen we dus stellen, dat dit apparaat gevoelig is tot op 1 °C indien de temperatuur 1 °C moet veranderen om een nog juist bruikbare verandering in volume, lengte, druk of elektrische stroom te kunnen waarmaken. Dit begrip heeft niets te maken met de snelheid van reageren. De reproduceerbaarheid wordt daarentegen bepaald door de spreiding. Deze factor vindt

men bij herhaaldelijke waarnemingen van het verband tussen de stuurgrootheid en de werking. De nauwkeurigheid wordt gemeten door na te gaan, binnen welke grenzen de waarde van de stuurgrootheid, die een bepaalde werking van de thermostaat geeft, overeenstemt met de ijkwaarde.

Ten slotte geeft de betrouwbaarheid aan hoeveel de nauwkeurigheid uiteenloopt onder verschillende bedrijfsomstandigheden en waarbij de totale bedrijfstijd ook een rol van betekenis speelt. Door een preciese afwerking en een juiste constructie is de ongevoeligheidsinterval vrij gering. Begrijpelijk is, dat over deze materie nog veel is te vertellen, doch dit zou dan dienen te geschieden in samenwerking met de regelapparatuur.

Wij willen er nog op wijzen, dat in plaats van schoorsteenthermostaten tegenwoordig algemeen *fotocellen* worden toegepast. Zij dienen voor beveiliging van de branders.

Een belangrijk verschil met een schoorsteenthermostaat is, dat een fotocel onmiddellijk reageert op het wegvallen van de olievlam, zodat de beveiliging veel beter is.

Wanneer we het geheel nu samenvatten kunnen we dus stellen, dat de thermostaten vallen onder de groep van schakelende apparatuur. Men maakt hierbij dus gebruik van de eigenschap van metalen, vloeistoffen en gassen, die bij temperatuurverhoging uitzetten. Door gebruik te maken van het verschil in uitzetting van twee metalen, wordt de schakelaar bediend.

Wanneer men een bepaalde vloeistof opsluit, zal bij verschillende temperaturen de druk, die hierdoor ontstaat, groter of kleiner worden. De dampdruk neemt nl. toe bij hogere temperaturen. Welk type thermostaat voor een bepaald geval gekozen moet worden, hangt van verschillende factoren af. Het zou te ver voeren hierop nader in te gaan.

Wel is van belang te weten tussen welke temperatuurgrenzen de thermostaat gebruikt kan worden. Is dit bijv. van 10° —100 °C, dan bestaat de mogelijkheid, dat de thermostaat bij temperaturen beneden 10 °C en boven 100 °C beschadigd. Ook is het belangrijk te weten de elektrische belasting, dus de stroom en spanning, die het apparaat moet schakelen. Het medium, waarin de thermostaat geplaatst wordt: water, stoom, rookgasen, luchtstromingen, enz. speelt in deze ook een zeer belangrijke rol, terwijl de gewenste schakeling ook van betekenis is (enkel- of dubbelpolig, enz.).

Naast genoemde schakelende thermostaten bestaan er ook thermostaten, welke een variabele elektrische weerstand veroorzaken. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de eigenschap, dat de weerstand van een elektrische geleider bij temperatuurswijziging verandert.

De formule hiervoor luidt:

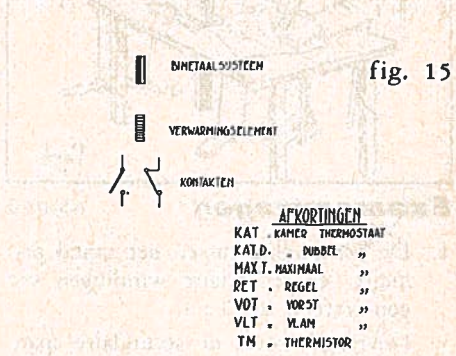
$$R_w = R_k \{ 1 + \alpha (t_w - t_k) \}$$

Hierin stelt R_w de weerstand voor bij een verhoogde temperatuur t_w en R_k de weerstand bij de oorspronkelijke temperatuur t_k .

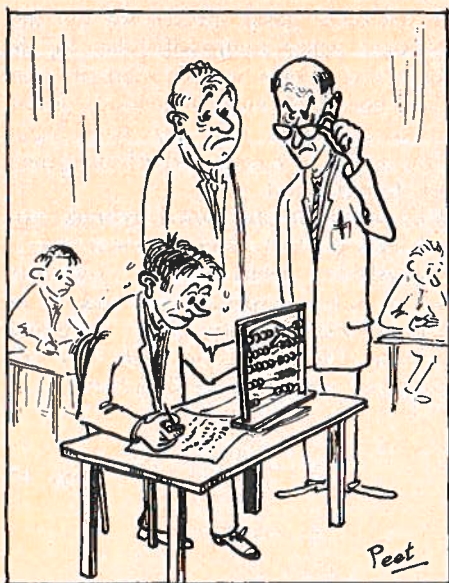
De temperatuurscoëfficiënt wordt aangegeven door de Griekse letter alpha. Deze factor is het bedrag in ohms, waarmee de weerstand van een materiaal per ohm toe- of afneemt bij 1 °C temperatuursverandering. Voor bijna alle metalen neemt de weerstand toe bij temperatuursverhoging, terwijl deze afneemt bij kool, enkele isolatiestoffen, gassen, enz.

In het eerste geval spreken wij van een positieve temperatuurscoëfficiënt. Bij de toepassing nemen we bij voorbaat geen constantaan- of manganinedraad, omdat de temperaturen van deze twee materiaalsoorten te weinig invloed uitoefenen op de weerstand.

Men maakt hierbij zowel gebruik van geleiders als halfgeleiders (thermistors). Halfgeleiders hebben nl. de eigenschap, dat zij in koude toestand een hoge en in warme toestand een lage weerstand hebben. De thermistor heeft dus een negatieve temperatuurscoëfficiënt.



Tenslotte laat fig. 15 enige symbolen zien welke worden toegepast in schema's van CV-installaties. Het symbool van het bimetaalsysteem wordt gebruikt in leidingschema's, terwijl het symbool voor het verwarmingselement in werkingschema's wordt toegepast. Wat dit laatste betreft wordt bij het symbool aangegeven het type en de eventuele plaats van bevestiging.



Examenvragen

65-059

1. De verhouding tussen het aantal primaire- en secundaire windingen van een trafo is als 1 : 3.

Gevraagd wordt de secundaire spanning te berekenen, als op de primaire wikkeling 220 V wordt aangesloten. Verliezen buiten beschouwing laten.

2. Een wisselspanning van 220 V moet getransformeerd worden tot 11 V. Van de trafo heeft de primaire wikkeling 300 windingen.

Bereken, om een secundaire spanning van 11 V te verkrijgen, het aantal secundaire windingen. Met verliezen wordt geen rekening gehouden.

3. Een elektromotor met een vermogen van 15 kW en een rendement van 0,5 en wordt aangesloten op een spanning van 220 V.

De afstand tussen deze motor en de spanningsbron bedraagt 100 meter.

In de toevoerkabel is een spanningsverlies van 5 % toegestaan.

Wat is de doorsnede van de kabeladers?

4. Het soortelijk gewicht van een blok metaal bedraagt 6,5.

De afmetingen van het blok zijn:

lengte 50 cm,

breedte 20 cm,

dikte 5 cm.

Gevraagd wordt het gewicht van dit blok te berekenen.

5. Een element heeft een emk van 1,55 V, terwijl de inwendige weerstand $R_i = 0,5$ ohm.

Via twee koperdraden, elk met een weerstand van 2 ohm, wordt dit element aangesloten op een uitwendige weerstand $R_u = 11$ ohm.

Gevraagd wordt de stroom door R_u te berekenen.

NEDERLANDS

65-060

door P. v. d. Leest

Les 10. Grammatica.

Woordsbenoeming.

We hebben nu het belangrijkste van de zgn. redekundige ontleding van de verdeling van een zin in reledelen of zinsdelen behandeld. Daarnaast bestaat de taalkundige ontleding of woordsbenoeming. We hebben hier al heel wat van gehad.

De *werkwoorden* hebben we verdeeld in *zelfstandige*-, *koppel*- en *hulpwerk*-

woorden. Een andere verdeling, waarbij het lijdend voorwerp een rol speelt, is die in *overgankelijke* en *onovergankelijke* werkwoorden.

Weer een andere verdeling, waarbij het gaat om het vormen van de verleden tijd en het verleden deelwoord, is die in *sterke* en *zwakke* werkwoorden. Een vorm van het werkwoord is de *intuïtief*, een onveranderlijke vorm, die vooral in drie gevallen voorkomt.

- a. als deel van het (samengestelde) gezegde, dus naast de persoonsvorm.
Ik hoor *fluiten*, hij kan nog best *komen*, we zullen maar *gaan*;
- b. als zinsdeel: dan heeft hij dus de functie van een zinsdeel:
Wandelen is gezond (onderwerp), heb je ooit zulk *zingen* gehoord (lijdend voorwerp);
- c. in een vaste woordgroep met *te*:
Hij besloot *te vluchten*.

Naast het verleden deelwoord hebben we het tegenwoordig deelwoord, dat minder wordt gebruikt: De zieke is *herstellende*.

Als onderwerp komt heel vaak een *zelfstandig naamwoord* voor. Het is direct te herkennen aan de combinatie met een *lidwoord*;

bepaald lidwoord: *de school* begint om half negen, *het meisje* is al twee dagen absent;

onbepaald lidwoord: *een school, een meisje*.

Bij het levendiger, duidelijker maken van een gegeven voorstelling maken we vaak gebruik van een *bijvoeglijk naamwoord* bij een zelfstandig naamwoord (of zelfstandig voornaamwoord)

een *grote ronde* tafel of van een *bijwoord*, als het bij een ander woord komt te staan: hij liep *kaarsrecht*; hij groette *minzaam*.

Tenslotte zagen we bij het meewerkend voorwerp, dat we het vaak gebruiken met een *voorzetsel*: vader gaf dat aan *Jaap*; hij kocht het *voor* mij; zeg maar *tegen* je vader dat

Spelling ei en ij.

De trekschuit *drijft* naar de *steiger*.

Reizigers. Het jagertje heeft zijn paard over het Jaagpad *geleid*.

Door de gelijke uitspraak van ij en ei is de spelling moeilijk.

Van *drijven* is de verleden tijd *dreven*, het deelwoord *gedreven*, het is dus sterk. Dit is met veel werkwoorden met ij het geval: *kijken, wijzen, blijven*.

Er zijn echter ook werkwoorden met ij zwak: *vijlen* (*vijlde, gevijld*). Je kunt de regel zo stellen: sterke werkwoorden met deze klank schrijf je met *ij*. Van de zwakke werkwoorden ben je nooit zeker. In geval van twijfel dus opzoeken in je woordenboek.

Schrijf nu de hoofdvormen (dus *drijven, dreef, dreven, gedreven*) van:

gelijken	leiden	zich neervlijen
vermijden	neigen	breien
stijgen	nijgen	strijken
steigeren	ijken	prijken
rijgen	bezwijken	berijden
ijzen	verwijden	bereiden

vijlen
veilen
lijden

verweiden
uitweiden
vleien

verwijten
zich verrijken
stijven (pas op!)

Men schrijft *ei* in de achtervoegsel:

- heid, - lei, - teit, - gerei:

gehoorzaamheid, allerlei, flauwiteit, schrijfgerei.

Men schrijft *ij* in de achtervoegsels: - ij, - nij, - erij, ernij,:

voogdij, lekkernij, bakkerij, slavernij.

Let op: overschrijven en onthouden:

een rij palen

— een reidans

karwijzaad

— een zwaar karwei

een hoogdravende stijl

— een steile kant

met pijl en boog

— A'dam peil, peillood

gewichten ijken

— een eiken kast

een mijn in Limburg

— meeneed

Dokkumer Nieuwe Zijlen

— de zeilen strijken

Vul *ij* of *ei* in:

Het paard *st-gerde* zo, dat de omstanders ervan *-sden*. In de Limburgse *m-nen* worden de kolen met *h-skranen* geladen. Op de *m-sjeskamer* stond een *-ken* bureautje. Je hoeft de mensen niet te *l-men*, maar je moet ze ook niet afstoten met *ven-nige verw-ten*. Ik *begr-p* niet dat u dat *st-le* schrift mooi vindt. Ik *ben-d* hem helemaal niet. Op de *v-ling* lagen *allerl-* kostbare sieraden. De jockey *ber-dt* het beste paard van de manege. De kok *ber-dt* een lekker maal. Tracht bij hem een beetje in het *gevl-* te komen. Het *l-dt* geen *tw-fel*. *Sch-* toch eens uit met dat *gew-fel*. Wat een *-genger-d* ventje! Lust jij *r-sttebr-?* Wie heeft die sportkousen *gebr-d?* Die gewichten moeten op *t-d ge-kt* worden. De leraar nam een proef met *-zerv-lsel*. Die fouten moet je *verm-den*. Je moet niet zo lang over die *kl-nigh-d uitw-den*. We moeten de koeien nodig *verw-den*. Ik geloof dat ik dikker geworden ben: al mijn kleren moeten *verw-d* worden.