

# STUDIEBLAD

TECHNISCH BLAD VOOR  
PTT PERSONEEL

Nr. 8, 37e jaargang augustus 1982

In dit nummer:

Het principe van de koude kathodebuis  
Hoge beloning toegekend door Centr. Ideeënbus  
NOS-microfoons

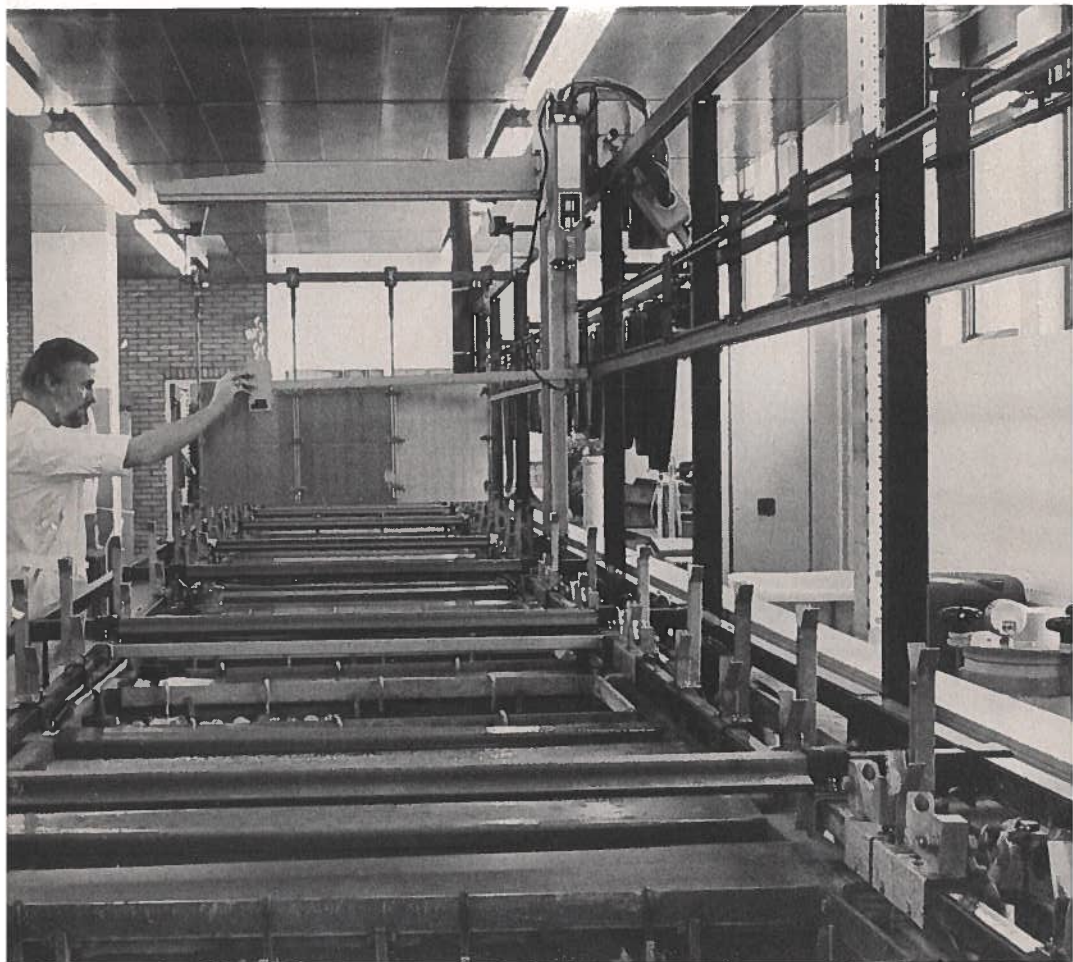
Transmissie- en telecommunicatietechniek

Examenopgaven

Examenoplossingen

Technische Engels

Rubriek „Stellingen”



Galvano-automaat t.b.v. de prentplaatfabricage op de CWP (zie blz. 239).

# STUDIEBLAD



technisch blad  
voor PTT personeel

**uitgave** AbvaKabo en NCBO.  
**redactie** Hoofred. ing. B. Kieboom. Red. ing. P. A. de Boer, P. J. Boomgaard.  
**redactiesecr.** J. P. v. d. Broek. Redactiesecretariaat H. A. Dekkinga, Distelweide 29, 2272 VP Voorburg, telefoon 070 - 75 64 20 na 18.00 uur 070 - 27 63 61.  
**administratie** AbvaKabo, Bredewater 16, 2715 CA Zoetermeer, giro 4073, telefoon 079 - 51 12 11, voor verzending, administratie e.d.  
**abonnement** f 18,- per jaar. Voor niet-PTT-ers f 30,- per jaar. Verschijnt maandelijks.  
**advertenties** Uitgeverij en Drukkerij Smits B.V., Westeinde 135, 2512 GW Den Haag, telefoon 070 - 89 53 90.



## Bewegingloos - zonder kabels.

NKF maakt kabels.

Voor energie-overdracht en voor telecommunicatie.

Al meer dan 60 jaar. Lang genoeg voor veel ervaring. Genoeg ook om te weten wat cliënten wensen. Van eenvoudige lokale kabels tot Bamboe-kabels voor CATV-systemen toe.

# NKF KABEL

# Het principe van de koudekathodebuis

ing. P. A. de Boer

In 3 artikelen zal aandacht worden besteed aan de, zowel in telefonie- als telegraafapparatuur voorkomende koudekathodebuis.

Hierbij komen begrippen ter sprake die op zich niet moeilijk zijn, maar waarvan het toch denkbaar is dat sommige abonnees enige uitleg op prijs zouden stellen.

Om het STUDIEblad-aspect in ere te houden volgen hier enkele explicaties.

REDACTIE

## Inleiding

De koudekathodebuis is afgeleid van de in de dertiger jaren veel toegepaste neonstabilisatielamp; met recht nog een „lamp” want hij kon een (soms zwak) rose licht uitstralen.

Laten wij beginnen met het principe van gelijkspanningstabilisatie te verklaren, om daarna de toepassing van de kkb (afkorting van koudekathodebuis) aan de orde te stellen. Tenslotte zullen moderne oplossingen (met zenerdioden) worden besproken.

Het is vaak van belang om de voedingsspanning van een verbruikstoestel of een bepaalde schakeling zo constant mogelijk te houden. Vooral voor ge-transistoreerde meetversterkers, voor referentiespanningen in transistorvoltmeters en bij triggerschakelingen is stabilisatie noodzakelijk.

Nieuwe ontwikkelingen maakten op dit terrein zodanige verbeteringen mogelijk dat het interessant lijkt hierop wat dieper in te gaan; mede omdat de grondgedachte berust op een weinig gebruikte toepassing van de wet van Ohm.

## Verliezen in een gelijkrichtschakeling

De inwendige weerstand van een stroombron is oorzaak van spanningsveranderingen bij wisselende belasting. De in dit opzicht ideale accubatterij is vanwege zijn volume vrijwel nooit toe te passen.

## Stabilisatie

Het probleem als hierboven aangeduid werd reeds lang geleden onderkend bij gelijkrichters voor versterkerbuizen. In de dertiger jaren werden daartoe neon-stabilisatiebuizen ontwikkeld.

Deze zijn echter uitsluitend te construeren voor stabilisering op ong. 70 volt of veelvoud daarvan.

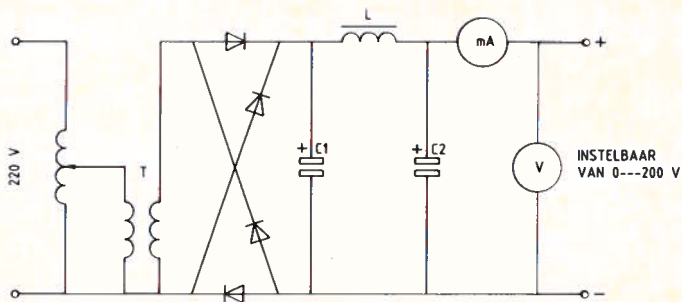


fig. 1. Gelijkrichter met inwendige weerstand van 300 Ohm.

De in fig. 1 getekende gelijkrichtschakeling is samengesteld uit normaal beschikbare onderdelen. De inwendige weerstand van 300 ohm wordt veroorzaakt door de primaire en secundaire wikkelingen, de verliezen in de gelijkrichter en in de gebruikte zelfinductie van de afvlakketen.

In fig. 2 is (als getrokken lijn) de stroom-spanningsverhouding getekend van deze gelijkrichtschakeling.

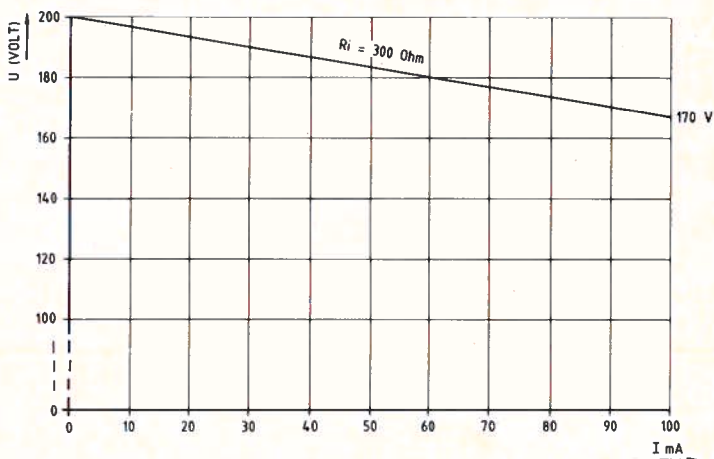


fig. 2. Stroom-spanningsverhouding van gelijkrichter uit fig. 1.

Hoe heeft men nu in de dertiger jaren een goed bruikbare mogelijkheid tot stabilisatie van de in fig. 1 getekende schakeling verwezenlijkt?

Als uitgangspunt moet gelden dat stabilisatie uitsluitend mogelijk is door toepassing van een schakelement, dat bij een geringe spanningsverhoging een zeer grote stroomtoename toelaat; hierdoor ontstaat een effect alsof de

toegepaste gelijkrichter een zeer lage  $R_i$  bezit (binnen zekere grenzen van het stroomverbruik).

De stabilisatieschakeling gedraagt zich tot een zekere spanningswaarde als een volkomen isolator, om bij overschrijding daarvan plotseling een zeer grote stroom door te laten; zelfs in die mate dat, zo er geen paal en perk aan de toename wordt gesteld, onherstelbare beschadiging optreedt.

Om dit duidelijk te maken sluiten we op de gelijkrichter van fig. 1 één volt-, drie ampèremeters en twee neonbuizen aan; zie fig. 3.

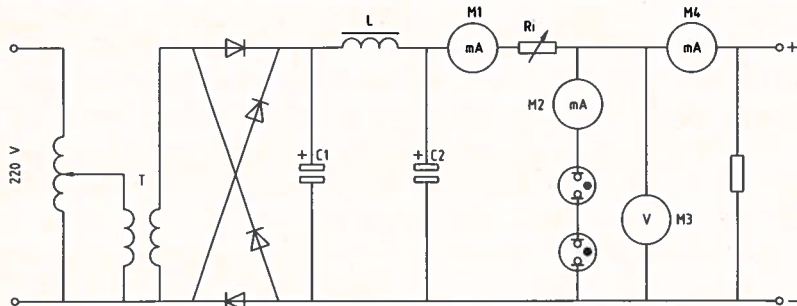


fig. 3. Gelijkrichter met stabilisatieschakeling.

Er zijn *twee* neonbuizen nodig, omdat de grafiek van fig. 2 uitgaat van een gestabiliseerde spanning van ca. 140 volt. Daarom moeten er twee neonbuizen in serie worden geschakeld; het is namelijk slechts mogelijk neonbuizen te fabriceren met een werkspanning van 70 à 100 volt.

Toch bezit de neonbuis drie spanningswaarden die het toepassingsgebied bepalen; zie fig. 4.

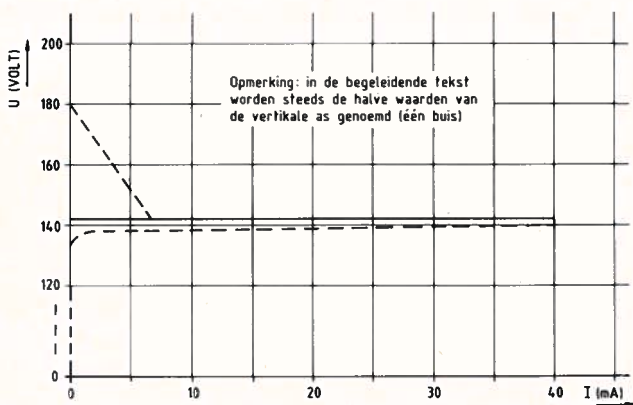


fig. 4. Stabilisatiekromme van twee neonbuizen in serie (140 V-40 mA).

In de eerste plaats de ontsteekspanning; deze bedraagt ca. 90 volt. Als deze waarde eenmaal werkzaam is geweest gaat hij over in werkspanning; dit gebied blijft beperkt tussen 69 en 70 volt.

Daalt deze werkspanning tot 65 volt dan dooft de neonbuis en moet de spanning eerst worden verhoogd tot 90 volt.

Conclusie: er mag nooit onmiddellijk na inschakelen veel stroom worden afgenomen; het „verbruikstoestel” moest b.v. indirect verhitte buizen bevatten die pas na enige tijd anodestroom opnemen.

In fig. 3 is een instelbare weerstand  $R_i$  getekend; de noodzaak hiervan is als volgt te verklaren:

Omstreeks 1935 werden door N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken te Eindhoven 5 verschillende typen stabilisatielampen in de handel gebracht.<sup>1</sup>

De maximaal toelaatbare stroom voor deze 5 typen bedroeg resp. 8-40-40-200-200 mA.

Als voorbeeld gebruiken we in fig. 3 twee buizen type 4687, waarvan de max. toelaatbare stroom staat aangegeven als 40 mA. De ontsteekspanning is 115 V en de werkspanning (brandspanning) 70 V.

$R_1$  moet nu (bij eerste beproeving) zodanig worden ingesteld dat de stroommeter  $M_2$  40 mA aanwijst; hierbij moet  $R_u$  worden losgekoppeld.

Uit het schema in fig. 3 blijkt dat de stroommeter  $M_1$  ook 40 mA zal aanwijzen en de voltmeter  $M_4$  170 V.

De gelijkrichter dient bij inschakelen een ontsteekspanning te kunnen leveren van tenminste  $2 \times 115 = 230$  volt.

Het stabilisatie-effect is nu waarneembaar bij aansluiten van een  $R_u$  van  $\frac{200}{0,03} = 6,6$  kohm. Hierbij wordt aangenomen dat de totale werkspanning van

de in serie geschakelde buizen 140 V bedraagt; stroommeter  $M_3$  zal dan 30 mA aanwijzen. Deze waarde is als uiterste waarde vastgelegd in het fabrieksgegeven, aangeduid als „onderste stroomgrens voor stabilisatie” van 10 mA.

Bij afwisselend losnemen en weer aansluiten van de  $R_u$  van 6,6 kOhm zien wij:

- a)  $M_1$  wijst altijd 40 mA aan;
- b)  $M_2$  varieert van 40 tot 10 mA;
- c)  $M_3$  varieert van 140 tot 138 V;
- d)  $M_4$  varieert van 0 tot 30 mA.

### Conclusie

De stroom, die het verbruikstoestel afneemt ( $R_u$ ), wordt vlot door de stabilisatiebuizen afgestaan, m.a.w. de gelijkrichter zal niets bemerken van stroom-

1) Daten und Schaltungen moderner Empfänger- und Kraftverstärkerröhren, J. M. Meulenhoff, Amsterdam 1940, blz. 284.

wisselingen. De schakeling is nu een spanningsbron zonder  $R_i$  geworden, onder voorwaarde dat de stroomafname niet méér varieert dan tussen 10 en 40 mA. Het gehele principe berust eigenlijk op de constante belasting van de gelijkrichter, in ons geval 40 mA. Philips leverde ook een buis type 13021, welke een stroom kon verdragen variërend tussen 15 en 200 mA.

Fig. 4 toont het effect van stabilisatie met twee buizen type 4687: een gelijkrichter met een  $R_i$  van 300 ohm wordt veredeld tot 12,5 ohm.

Het verschil tussen de getrokken lijn in fig. 2 en de gestreepte lijn in fig. 4 spreekt duidelijke taal!

Tot slot nog het volgende: de hier beschreven buizen met neovulling zijn in principe bipolar; de fabrikant geeft echter duidelijke aanwijzing hoe de buizen met + en — van de voeding aan te sluiten.

Door een speciale constructie van anode en kathode bezitten deze typen een sterke voorkeur voor de aanbevolen polarisatie.

Neonbuizen werken ook stabiliserend ten aanzien van netspanningvariaties; hierbij is slechts een geringe toe- of afname van de stroom door het stabiliserend element te bespeuren.

Elektronenbuizen met neongasvulling (zonder toevoeging van andere stoffen) zijn bij gebruik ongevaarlijk.

### **De koudekathodebuis**

Uiteraard is ook de neonstabilisatiebuis een „koudekathodebuis” te noemen. Deze benaming kwam echter eerst in zwang toen voor telefonie- en telegrafie-apparatuur een buis werd ontwikkeld waarmee zowel vertragende als contactloze schakelfuncties konden worden gecombineerd en die geen door elektriciteit te verhitten gloeidraad bezat.

Wij zullen ons hier beperken tot de functionele werking van de kkb; in het artikel „Hoge beloning toegekend”, blz. 233 e.v., wordt de gehele schakeling verklaard.

Omstreeks 1952 werden door de Bell Telephone Manufacturing Company koudekathodebuizen van het type 2313CA en 2313CA1 ontwikkeld, bestaande uit twee in serie geschakelde neonbuizen. Ter bevordering van de eigenschappen werd een geringe hoeveelheid Radium 226 ingebracht; vermoedelijk hierdoor werd o.a. de ontsteekspanning verlaagd tot 60 V inplaats van 90 V, zoals eerder beschreven.

Genoemde buizen hebben gelijke eigenschappen als de reeds beschreven neonbuizen; er wordt een „hulpanode” gebruikt voor ontsteking. Daardoor wordt in de anodetoevoer (120 V) een relais bekrachtigd.

Zoals reeds vermeld wordt de volledige schakeling in het hierna volgend artikel beschreven.

### **Stabilisatie van gelijkspanningen met behulp van geavanceerde technieken**

Reeds bij de eerste onderzoeken op het gebied van halfgeleiders (omstreeks 1948) stuitte de geleerden op merkwaardige effecten.

Uitgebreide onderzoeken in laboratoria leidden tot de constructie van zenerdioden, welke in elke gewenste spanningswaarde kunnen worden vervaardigd. Het „zener“-effect dateert van 1949 en werd ongeveer gelijk met de transistor ontdekt in de Bell-Laboratoria in Amerika, door een werkgroep onder leiding van de natuurkundige Zener.

Tussen 1952 en 1954 werd het „zener“-effect in dezelfde laboratoria verder uitgewerkt en tot bruikbare uitvoering gebracht.

De mate van verontreiniging van het gebruikte materiaal (germanium of silicium) bepaalt de spanningswaarde waarbij het effect optreedt.

Omdat in de schakeling die is ontwikkeld ter vervanging van de kkb ook zenerdioden voorkomen is het wellicht voor meerdere lezers nuttig iets te lezen over de mogelijkheden hiervan.

Ter verduidelijking van het merkwaardige gedrag bij zenerdioden sluiten we deze eerst aan in *geleidende* richting. Zie fig. 5 (onderste gedeelte). Hierbij valt al op dat er iets vreemds gebeurt: na ongeveer 0,8 volt neemt de stroom toe van nul tot 1 ampère, *terwijl de spanning slechts met 0,2 volt behoeft toe te nemen tot 1 volt!*

*We kunnen dit omschrijven met de definitie „wisselstroomweerstand”, wellicht duidelijker uitgedrukt met:*

$$R = \frac{\Delta U}{\Delta I}$$

Zoals bekend mag worden verondersteld, betekent „delta” in de elektrotechniek een kleine waardeverandering van hetzij spanning, hetzij stroom.

Een kleine spanningstoename van 0,8 naar 1 volt doet de stroom 1 ampère toenemen. Hierop de wet van Ohm toepassend vinden wij een weerstand van:

$$\frac{0,2}{1} = 0,2 \text{ ohm.}$$

We verrichten nu dezelfde meting nadat op de diode de aansluitingen zijn verwisseld. Opgemerkt zij dat de hier gebruikte zenerdiode volgens de fabrikant is vervaardigd voor 12 volt en 0,8 ampère; dus een vermogen van bijna 10 watt.

Bij onze meting begint nu pas bij 11,5 volt stroom te vloeien, die in ijtempo toeneemt tot de nog toelaatbare waarde van 1 ampère; de spanningstoename behoeft slechts 1 volt te bedragen!

De reeds eerder geformuleerde wisselstroomweerstand komt nu uit op 1 ohm.



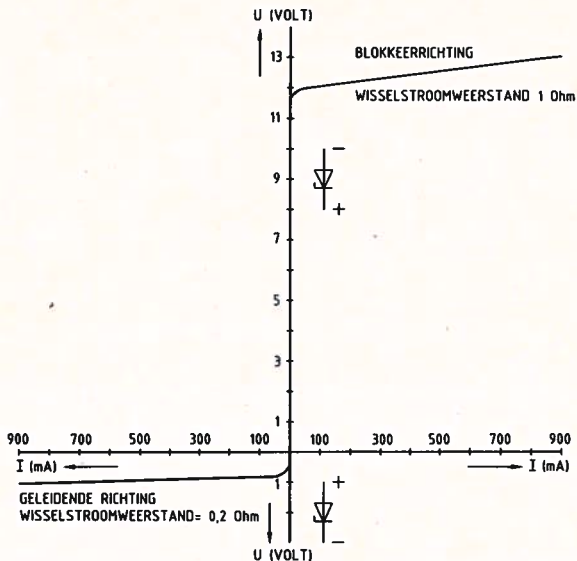


fig. 5. Stroom-spanningsverhouding van zenerdiode 12 volt-10 watt.

Zenerdioden hebben dus dezelfde stabiliserende werking als neonbuizen. Grote voordelen zijn:

- 1) de veel kleinere afmetingen;
- 2) ze zijn voor alle spanningen te fabriceren.

Qua eigenschappen verschillen zij wat betreft de geleidbaarheid bij omgekeerde stroomrichting (vrijwel volledige kortsluiting van de gelijkrichter). Dit is echter alleen van theoretische waarde.

De lezer zal nu hebben begrepen dat stabilisatie van gelijkspanning inhoudt, dat er een ruim spanningoverschot aanwezig moet zijn vóór de stabilisator (neonbuis of zenerdiode). Voor dit laatste geval is fig. 6 een duidelijk voorbeeld. Wij zien een aanvangswaarde van 20 V =, dan volgt een  $R_i$  van (in dit geval) 9 ohm. Dit kan de verliesweerstand zijn van trafo plus gelijkrichter, zonodig aangevuld met een aparte weerstand.

In deze 9 ohm gaat 8,1 volt verloren bij een stroom van 0,9 ampère. Dan is de zenerdiode aan de grens van wat door de fabrikant wordt aanbevolen (10 watt); deze situatie doet zich voor wanneer er geen  $R_u$  is aangesloten.

Tijdens de meting nam de diode voor korte tijd 10 watt op en werd daarbij zó warm dat een aluminium koelplaat moest worden gebruikt van 40 x 40 mm.

Bij een stroomafname door  $R_u$  van 800 mA blijft de spanning over A en B vrijwel constant, terwijl de stroom door de zenerdiode daalt van 900 tot 100 mA.

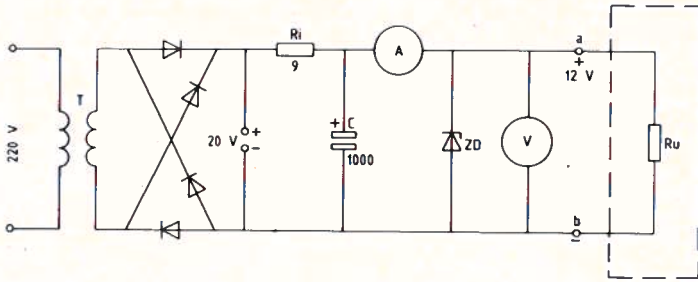


fig. 6. Gelijkrichter met  $R_i$  van 9 ohm.

In de hierna te bespreken vervangende schakeling voor de kkb moest de in de centrales aanwezige voedingsspanning van 120 volt blijven gehandhaafd. Om deze reden werden zeners toegepast van resp. 15 en 56 volt.

### Thyristoren

Onder deze naam verstaan we halfgeleiders met specifieke eigenschappen, overeenkomende met de koudekathodebuis.

De thyristor is een elektronische schakelaar, meestal bestaande uit een kristal met vier lagen afwisselend p- en n-silicium.

De meeste thyristoren kunnen de elektrische stroom slechts in één richting geleiden, n.l. van de anode naar de kathode; deze geleidende toestand treedt pas op indien een positieve spanningspuls aan de sturelektrode wordt toegevoerd. Aan de geleiding kan een einde worden gemaakt door de stroom nul te maken; geheel gelijk aan de wijze waarop de kkb wordt uitgeschakeld.

Aanvankelijk werd ter vervanging van de kkb in deze richting gedacht, maar bij onderzoek bleek dat de kleinste verkrijgbare thyristor een stroom vraagt van 14 mA.

Aan deze voorwaarde kon onmogelijk worden voldaan; uiteindelijk is gekozen voor een schakeling met drie transistoren en twee zenerdioden.

# Hoge beloning toegekend door Centrale Ideeënbuis

## Tienduizend piek voor simpel idee

*DEN HAAG. De hoogste beloning ooit door de Centrale Ideeënbuis (CIB) toegekend, ging dinsdag 20 april j.l. naar de heer C. J. Kathmann. Tienduizend gulden ontving hij voor een door hem bedachte schakeling, die dient ter vervanging van koudekathodebuizen in telex- en enkele telefooncentrales. De vinding bespaart de PTT ongeveer 2 miljoen gulden en draagt wat betreft veiligheid en milieu bij tot een verbetering van de werkomstandigheden in de betreffende centrales.*

*In 1981 werd PTT ervan in kennis gesteld dat een koudekathodebuis een zeer geringe hoeveelheid radio-actieve stof bevat, die bij breuk van de buis kan vrijkomen. Vervanging van de buizen diende daarom zo spoedig mogelijk plaats te vinden. Hóe was op dat moment nog niet duidelijk. De heer Kathmann, bij de Centrale Afdeling Telegrafie en Datatransmissie (CATG) werkzaam als coördinator telegrafiec centrales en materieelvoorziening, vond de oplossing in een vrij weekeind.*

Bovenstaand bericht in „Aangetekend”, de personeelskrant van PTT, was voor de redactie van het Studieblad-PTT aanleiding om contact te zoeken met de hier genoemde heer Kathmann. Ongetwijfeld zouden de Studiebladlezers hier meer over willen weten!

REDACTIE

Een afspraak werd snel gemaakt; echter op het afgesproken tijdstip was de heer Kathmann plotseling verhinderd en werden wij te woord gestaan door zijn chef ing. G. A. Bouman. Deze had, ter voorbereiding, enkele tekeningen en vier getypte pagina's met veel informatie klaarliggen.

Wat is nu precies de functie van de onderhavige koudekathodebuis en wat zijn de redenen voor vervanging?

Koudekathodebuizen zijn gasontladingen die o.a. in de 7E schakelapparatuur van de Bell Telephone Manufacturing Company een schakelfunctie vervullen. Ze bevatten drie elektroden: een anode, een kathode en een hulpanode.

De spontane doorslagspanning tussen anode en kathode is vrij hoog en bedraagt ca. 200 V. De doorslag kan echter bij een lagere anodespanning (120 V) worden ingeleid door de hulpanode te activeren. De doorslagspanning tussen hulpanode en kathode ligt, afhankelijk van het type, tussen 69 en 75 V.

Deze eigenschap maakt de koudekathodebuis ideaal voor (instelbare) vertra-

gingsschakelingen; in deze hoedanigheid worden zij dan ook veelvuldig toegepast in de telegraafcentrales type 7E van genoemde fabrikant.

Deze telegraafcentrales dateren uit 1954 en zijn nog lang niet aan vervanging toe.

In de vijftiger jaren waren halfgeleiders (transistoren etc.) wel in principe bekend, maar nog niet geschikt voor veelvuldige toepassing.

De naam „koudekathodebuis” stamt nog uit het buizentijdperk. Het is een naam die aangeeft dat hierbij geen verhitte kathode (gloeidraad) aanwezig is.

Omdat dit type buizen niet geheel stabiel is wat hun eigenschappen betreft werd in de jaren zeventig naarstig gezocht naar mogelijkheden tot verbetering, waarbij uiteraard werd gedacht aan geavanceerde schakelingen.

In fig. 1 is een typisch schakelschema aangegeven; opgemerkt wordt dat het totale schema bestaat uit een vertragingsgedeelte ( $R_x - C_x$ ) en een schakelgedeelte (relais B en de buis).

### *Werking*

Indien contact 2 wordt geopend laadt de condensator  $C_x$  zich op via de weerstand  $R_x$ .

Wanneer de condensatorspanning een waarde bereikt van 63% van de batterijspanning spreekt men over de RC-tijd. Deze laadtijd wordt bepaald door de formule:  $t = R \times C$ .

Hierin is:  $t$  = de tijd in seconden;

$R$  = de weerstand in ohms;

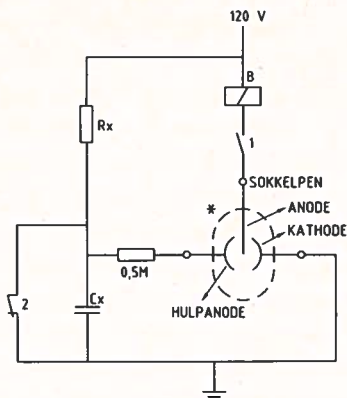
$C$  = de capaciteit in farads.

Voor berekeningen is het eenvoudiger de weerstand in *megaohms* en de capaciteit in *microfarads* in te vullen.

Na het activeren van het relais zal relaiscontact 2 openen en zal, na een door  $R_x$  en  $C_x$  bepaalde tijd, de hulpanode de doorslagspanning hebben bereikt en via de hoofdanode het relais B worden bekrachtigd. Tegelijk met het openen van contact 2 zal contact 1 zijn gesloten: het aldus vertraagde proces kan nu doorgang vinden.

Hoewel dit een ideaal proces lijkt, zijn er toch bezwaren aan verbonden. Gebleken is n.l. dat de koudekathodebuizen niet stabiel zijn.

Er treedt dus een niet onaanzienlijke spreiding op in de ingestelde vertragingen. In die gevallen waar de ingestelde tijd een bewakingsfunctie heeft is deze variatie acceptabel: daar waar een meer nauwkeuriger vertraging wordt vereist dient een selectie op juiste eigenschappen van de buis plaats te vinden. Genoemde onnauwkeurigheid heeft er toe geleid dat in de 7E telefooncentrales de koudekathodebuizen op grote schaal zijn vervangen door een elek-



\* I.v.m. de herkenbaarheid is dit symbool niet getekend volgens de huidige geldende normen (Zie NEN 5152, 0.45)

fig. 1. Schema van vertrags- en schakelgedeelte.

tronische schakeling met grotere nauwkeurigheid. In de telegraafcentrales, waar de toepassing voornamelijk ligt in het vlak van procesbewaking, zijn de buizen gehandhaafd.

Eind 1980 werd bekend dat de koudekathodebuizen, ter bevordering van hun eigenschappen, een geringe hoeveelheid Radium 226 bevatten.

Volgens de thans geldende wetgeving op het gebied van radio-actieve stoffen werden ze in één klap tot milieu-gevaarlijk geclassificeerd, hetgeen meebracht dat zij om deze reden niet langer zijn te handhaven in de schakelapparatuur.

Ook in de telegraafcentrales diende nu te worden gezocht naar een vervangende elektronische schakeling. Om praktische redenen werd daarbij de voorkeur uitgesproken deze volledig compatibel te maken, hetgeen betekent dat ze moesten worden gebouwd op een buisvoet, gelijk aan die van de koudekathodebuis en zonder meer zouden kunnen worden verwisseld.

Het eerste onderzoek betrof de eigenschappen van de koudekathodebuis die door de elektronica geïmiteerd zouden moeten worden.

In de telegraafcentrales zijn twee typen in gebruik: de 2313 CA en de 2313 CA1.

Eigenschappen	2313 CA	2313 CA1
Ontsteekspanning hulpanode/kathode	69-74 V	69-75 V
Spanning hulpanode/kathode na ontsteking	70 V	70 V
Ontsteekspanning hulpanode	5 $\mu$ A	5 $\mu$ A
Max. spanning anode/kathode zonder doorslag	200 V	200 V
Max. stroomsterkte anode	200 mA	200 mA
Isolatiweersand tussen de elektroden	500 Mohm	500 Mohm

Het principe van de koudekathodebuis doet veel denken aan dat van een thyristor; in eerste instantie werd een oplossing voor het probleem in deze richting gezocht. Echter, het bleek dat de kleinste bestaande thyristor weliswaar ampères kan schakelen, doch daarvoor een aanstuurstroom van ca. 14 mA vraagt. Dat is aanzienlijk meer dan beschikbaar kan worden gesteld. Er is in de centrale een vaste weerstand van 500 kohm in het aanstuurcircuit opgenomen. Een oplossing zou zijn om een stroomversterker in te bouwen. Gezien de beperkingen van de aansluitingen zou de voeding daarvoor moeten komen uit het anode-circuit; het daarin opgenomen relais heeft echter een aanspreekgevoeligheid van ca. 10 mA, zodat dit relais reeds wordt geactiveerd op de stuurstroom van de thyristor, die, zoals uit proefnemingen bleek, daarna niet meer ontsteekt. De beschikbare thyristoren waren daardoor voor deze schakeling onbruikbaar.

Er is uiteindelijk gekozen voor een gesimuleerde thyristorschakeling, zie fig. 2. Deze is opgebouwd uit twee transistoren T1 en T2. Deze bleken met een aanzienlijk lagere ontsteekstroom te kunnen werken, echter toch nog te hoog voor het aanstuurcircuit dat namelijk 0,1 mA nodig bleek te hebben. Daarom werd alsnog een stroomversterker T3 bijgeplaatst.

De twee zenerdioden (15 + 56 V) dienen om de transistoren op hun juiste instelpunt te brengen; het zijn a.h.w. spanningsbronnen die de richting van de hoofdspanning van 120 V tegenwerken.

De volgorde van in bedrijfstellen en weer uitschakelen van het geheel verloopt als volgt:

- 1) Contact 2 wordt gesloten: Relais 2500 ohm wordt met de schakeling verbonden, maar er vloeit geen stroom.
- 2) Contact 1 wordt geopend: Cx wordt geladen.
- 3) Na tijd  $t = R \times C$ : de spanning op de hulpanode zal gelijk zijn aan de som der zenerspanning 15 + 56 V.
- 4) Transistor T1 ontsteekt: Relais 2500 ohm wordt bekrachtigd.
- 5) Contact 1 sluit weer: Cx ontlad zich. Relais blijft bekrachtigd.
- 6) Contact 2 opent: Relais valt af. Schakeling keert terug in ruststand.

Hoewel afwijkend, blijken de verschillen acceptabel te zijn. De aanstuurgevoeligheid van  $1 \mu A$  i.p.v.  $5 \mu A$  blijkt in de bij telegrafie toegepaste schakelingen gunstiger te liggen; de tijden zijn nauwkeuriger, speciaal in de extreme waarden van 40 milli-sec. en 1 uur die voorkomen.

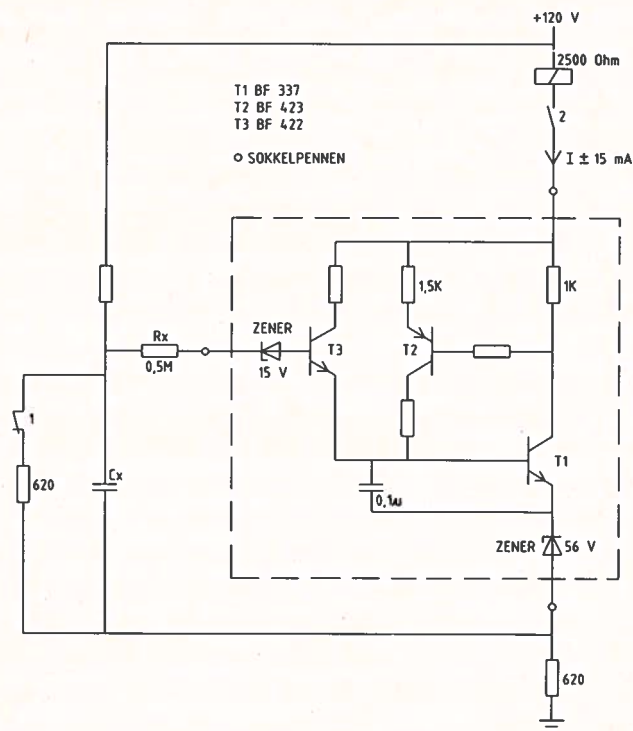


fig. 2. Gesimuleerde schakeling ter vervanging van koudekathodebuis.

De eigenschappen in vergelijking met de koudekathodebuis blijken nu als volgt te zijn: (omschrijvingen zijn gelijk aan die van de buizen type 2313 CA en 2313 CA1).

### Eigenschappen gesimuleerde thyristerschakeling

Ontsteekspanning hulpanode/kathode	72 V
Spanning hulpanode/kathode na ontsteking	72 V
Ontteekstroom hulpanode	1 microampère
Max. spanning anode/kathode zonder doorslag	225 V
Max. stroomsterkte anode	25 mA
Isolatiweerstand tussen de elektroden	300 Mohm

Na het vervaardigen en teksten van een proefschakeling werd contact opgenomen met de CWP om de fabricage-mogelijkheden te bezien.

Overeengekomen werd 100 stuks te produceren om verdere praktijkproeven te doen.

Van deze serie zijn er ook enkele aangeboden aan de Centrale Afdeling Telefonie (CATF), omdat bekend was dat nog niet alle schakelingen met koudekathodebuizen waren vervangen door een elektronisch equivalent.

Toen bleek dat er ook een ander gebruik van deze buizen werd gemaakt, n.l. in de z.g. fasevergelijker. Testen in dat circuit wezen uit dat de vervangende schakeling daar bruikbaar was, zij het dat i.v.m. de veranderde gevoeligheid een aanpassing noodzakelijk was.

Aanvankelijk bestond er bij CATF ook bezwaar tegen de gekozen componenten; deze voldeden niet aan de daar gestelde eisen. Vervangende typen transistoren die werden voorgesteld waren echter of veel te groot, of hadden een extreem lange levertijd. Uiteindelijk is ontheffing voor het gebruik van de componenten gegeven onder beding dat een waterwerende stof zou worden aangebracht. Dat is gebeurd.

Reeds eerder was besloten om de schakeling te herbergen in een kunststof-behuizing omdat de schakeling gevoelig bleek voor aanraking (voortijdig doorslaan). De definitieve uitvoering is thans zodanig dat de schakeling in een hermetisch gesloten behuizing is gestoken, inwendig nogmaals voorzien van een waterwerende laklaag. Hiermede is het een wegwerpartikel geworden, doch dat was de koudekathodebuis tenslotte ook.

In totaal zullen 12.000 koudekathodebuizen worden vervangen; de produktie bij de CWP is thans in volle gang. De vervanging is bijna voltooid.

Tot nu toe is de uitval van de reeds geplaatste schakelingen 1 promille geweest, hetgeen wijst op een goed ontwerp.

Het is niet ondenkbaar dat ook in andere landen koudekathodebuizen nog worden gebruikt in 7E schakelapparatuur van BTMC. Mogelijk is men zich daar nog niet bewust van de gevaarlijke eigenschappen die de buis heeft, of mogelijk is in andere landen de milieuwetgeving nog niet zo stringent; in elk geval is contact opgenomen met de fabriek en is het bestaan van de schakeling gemeld. Uit voorzorg is de tekst „remplacement” op de behuizing aangebracht, voor het geval Nederland er een uitvoerprodukt verkrijgt.

Octrooi aanvragen op de schakeling bleek niet haalbaar, omdat ooit een elektronische vervanging voor een andere (radio)buis werd aangekondigd. Deze is echter nooit in produktie genomen.

De regels zijn, ook waar het octrooien betreft, nu eenmaal streng.

In antwoord op de vraag, wat nu precies de verdienste is geweest van de heer Kathman en wat zijn achtergrond is, pakte de heer Bouman de schrijfmachine en typte het volgende:

De heer Kathmann is in 1947 in dienst van PTT gekomen als adspirant-instrumentmaker in de telefooncentrale Wassenaar (telefoondistrict Den Haag).



In 1956 ging hij naar de, op dat moment in aanbouw zijnde, telegraafcentrale in Den Haag, waar hij tot 1974 heeft gewerkt; vanaf 1965 als chef van deze centrale.

In 1974 verhuisde hr. Kathmann naar de Centrale Afdeling Telegrafie (toen nog zonder Datacommunicatie) waar hij werd belast met de zorg voor het reservemateriaal voor alle telegraafcentrales in Nederland.

In deze functie maakte hij kennis met de zojuist geïntroduceerde 10-C techniek, waar veel elektronica aan te pas komt.

Van elektro-mechanisch specialist werd hij toen ook elektronica-specialist, al behoort het ontwerpen van schakelingen niet tot zijn functie. Meestal is dat een zorg voor de fabrikant. Dat de heer Kathmann desondanks toch een zeer bruikbare schakeling wist te bedenken die, in vergelijking met eerdere pogingen van de fabrikant, zeer weinig kost en zeer eenvoudig is te fabriceren en te vervangen, bewijst dat hij zijn zaken wel weet.

Wij vinden dat een grote prestatie. De fabrieksoplossing, (die in telegraafcentrales niet was toe te passen) kostte per geval ca. f 300,—. De nieuwe schakeling kost minder dan f 50,—.

De enorme besparing vloeit voort uit het feit dat ca. 12.000 buizen moesten worden vervangen.

In het volgende nummer verschijnt een artikel over de eventuele gevaren, verbonden aan de toepassing van buizen welke een radio-actieve component bevatten, alsmede een artikel waarin beschreven wordt hoe de vervanging van de kkb in zijn werk gaat.

---

### **Bij de foto op de voorpagina.**

De laatste decennia heeft de fabricage van gedrukte schakelingen over de gehele wereld een grote vlucht genomen. Ook binnen de PTT vindt toepassing op grote schaal plaats.

Door de Centrale Werkplaats worden t.b.v. diverse projecten binnen de PTT jaarlijkse een groot aantal prentplaten vervaardigd. Een belangrijke onderdeel van het gehele prentfabricageproces wordt gevormd door een reeks van chemische- en galvanische bewerkingen.

De foto op de voorpagina geeft een indruk van de wijze waarop deze bewerkingen bij de Centrale Werkplaats tot stand te komen.

Boven een reeks van aangesloten baden is een transportinstallatie aangebracht waarbij, afhankelijk van het ingestelde produktieprogramma, een sectie prentpanelen (de foto geeft een sectie van 3 stuks weer) achtereenvolgens bepaalde baden doorloopt. De besturing van het verrijden van de transportinstallatie, het opnemen en neerlaten van de prentpanelen van het ene in het andere bad alsmede de tijdsduur dat een sectie zich in een bad moet bevinden, vindt plaats d.m.v. een microprocessor.

Met deze automatische prentplaatfabricage wordt bereikt dat een constante kwaliteit, welke aan de door de PTT gestelde kwaliteitseisen voldoet, is verzekerd.

---

# Microfoon-toepassingen bij muziekuitzendingen (5)

J. S. Koolschijn  
(Vervolg van blz. 182.)

In het voorgaande deel hebben we geprobeerd van de apparatuur, die de programmatechnicus tot zijn beschikking heeft, een korte beschrijving te geven.

Het is toch nog vrij uitgebreid geworden, en dan hebben we niet eens gesproken over allerlei randapparatuur, waarmee de illusie voor de luisteraar nog is te verfijnen, ja, waarmee zelfs op zichzelf staande artistieke klankstructuren kunnen worden gemaakt voor avant-garde-programma's.

De ervaren technicus weet met al deze zaken om te gaan. Hij weet, dat de verstaanbaarheid van gesproken woord wordt beheerst door de articulatie (frequentiegebied tussen 2000 en 6000 Hz), dat die nadelig wordt beïnvloed door maskering door een teveel aan lage tonen. Voor het overbrengen van de zakelijke informatie van de nieuwslezer is dat fataal. De technicus zal dus lage tonen kappen (-200 Hz dB/oct) en eventueel extra versterking geven in het articulatiegebied.

Maar de fraaie stem, die poëzie voordraagt, moet binnen zekere grenzen intact worden gelaten.

De ervaren muziektechnicus is in staat door in z'n handen te klappen (500-6000 Hz) en op het podium te stampen (mits van hout: 100-300 Hz) te schatten wat een zaalakoestiek kan gaan doen. Hij kent zijn apparatuur, hij kent de toonhoogtebereiken van de orkestinstrumenten, hij kent ook hun afstralingsdiagrammen en zet microfoons op de juiste plaatsen.

Hij heeft ook inzicht in de stijl van de uit te voeren stukken, in welke tijd ze geschreven zijn, en – volgens de gangbare opvatting – de daarbij behorende akoestische klankidealen. Zo is hij in staat zoveel aan de benodigde akoestiek te „sleutelen”, dat de luisteraar zich „thuis” voelt.

Sinds de 60-er jaren is de luisteraar zich nog meer gaan „thuis voelen” door de stereofonie. Het heeft lang geduurd voordat deze techniek enigszins gemeengoed werd. Dat kon ook moeilijk anders: de luisteraar was 30 jaar mono-AM-radio gewend geweest, en nog maar nauwelijks bekomen van de schrik van de invoering van FM, waardoor alles zo „scherp” werd.

Maar de industrie zag er wat in en produceerde stereo-ontvangers, waarna de

NOS-technici zich degelijk moesten gaan verdiepen in de techniek van de stereo-overdracht.

De voornaamste verdienste van stereofone geluidsoverdracht is niet zozeer de richtingswaarneming van de bronnen, als wel een grotere transparantie in het klankbeeld, omdat de bronnen gescheiden worden waargenomen.

Een van de eerste pogingen om het richtinghoren te verklaren, is geweest de theorie van de *intensiteitsverhoudingen* (Rayleigh, 1876). Latere onderzoeken hebben deze theorie bevestigd.

Wanneer het hoofd van een waarnemer zich in een geluidsveld bevindt, zijn meestal de geluidsgolven aan beide oren onderling niet volledig gelijk. In het geval namelijk, dat een geluidsbron buiten het symmetrievlak van het hoofd is geplaatst, zal het van die geluidsbron afgewende oor een lagere geluidsdruk ontvangen dan het andere oor (fig. 31).

Dit wordt enerzijds veroorzaakt door de stuwende werking van het hoofd op de geluidsgolven aan het oor dat naar de bron is toegekeerd, anderzijds door de afscherpende werking van het hoofd voor het oor, dat van de geluidsbron is afgewend (schaduwwerking). Er treedt dus een bepaalde intensiteitsverhouding tussen de geluidsgolven aan beide oren op, die in het algemeen zal toenemen naarmate de geluidsbron zich verder uit het symmetrievlak van het hoofd bevindt. Zij vormt zo een maatstaf voor de richtingslokalisatie.

Maar er is nog een tweede afhankelijke: de intensiteitsverhouding wordt ook bepaald door de frequentie van het aangeboden geluid. Dat is gemakkelijk in te zien, omdat het hoofd alleen dan een obstakel vormt voor de geluidsgolf, als de golflengte ongeveer gelijk is of kleiner dan de diameter van het hoofd. (21 cm komt overeen met ca. 1600 Hz). Is de golflengte veel groter, dan oefent het hoofd geen schaduwwerking uit.

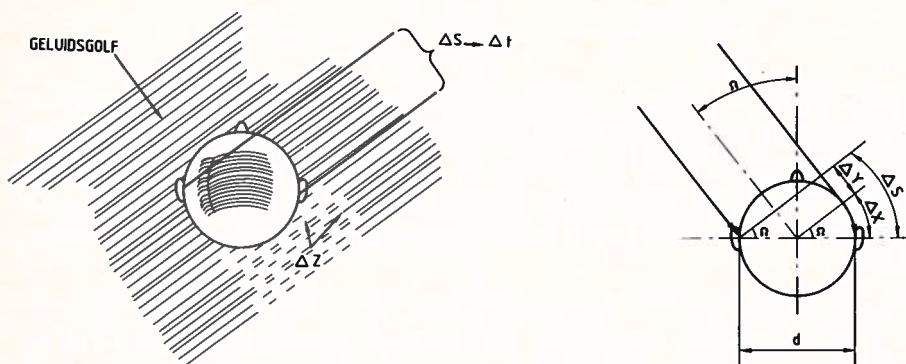


fig. 31. Richtingswaarneming van geluid.

De golflengte is omgekeerd evenredig met de frequentie; het product van beiden is constant en gelijk aan de voortplantingssnelheid van het geluid (in lucht 330 m/s), m.a.w. bij lagere frequenties zal het hoofd een obstakel vormen.

Bij proefnemingen is gebleken, dat bij tonen lager dan 300 Hz (golflengte 110 cm) de intensiteit aan beide oren vrijwel gelijk is, ongeacht de hoek waaronder het geluid invalt. De intensiteitsverhouding is dan ongeveer 1.

Toch zijn tonen van lage frequentie wel degelijk te lokaliseren; er moeten dus nog andere factoren aan de richtingsgewaarwording bijdragen.

Bij 1000 Hz (golflengte 33 cm) is de intensiteit in het afgewende oor bij geheel zijdelingse inval 8 dB kleiner; bij 10.000 Hz (golflengte 3,3 cm) is het verschil 30 dB. Is de golflengte veel kleiner dan het hoofd, dan ontstaat een volledige afscherming. Bij tonen hoger dan ca. 15.000 Hz (golflengte 2 cm) is het verschil in intensiteit reeds bij een kleine invalshoek (hoek tussen symmetrievlak en richting van de bron) maximaal en verandert dan niet meer.

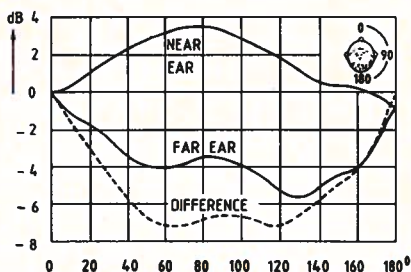


fig. 32. Bron (spraak) draait om het hoofd in het horizontale vlak.

In het algemeen hebben we niet met zuivere (sinus-) tonen te maken, maar met geluiden van bepaalde spectrale samenstelling. De grafiek in fig. 32 geeft de intensiteiten aan beide oren van fig. 31 weer, en het verschil in dB, als functie van de invalshoek, bij het horen van spraak. Men ziet, dat voor hoeken tussen 0 en 50° het intensiteitsverschil in dB nagenoeg lineair toeneemt met de invalshoek.

Het maximale intensiteitsverschil bedraagt 7 dB, en treedt op bij 60° en 120°. Uit proefnemingen is gebleken, dat reeds een hoekafwijking van 3° uit het middenloodvlak (symmetrievlak) kan worden waargenomen; volgens de grafiek treedt hierbij een intensiteitsverschil op van ca. 1/2 dB.

Bij een rijk geschakeerd complex geluid (muziek) geeft de bovenbeschreven

frequentie-afhankelijkheid, ten gevolge van de buiging van de geluidsgolven om het hoofd, een extra steuntje bij de richtingslokalisatie. Deze afhankelijkheid leidt namelijk tot *klankkleurverschillen* aan beide oren bij schuin invallend geluid. Bij een bepaalde invalshoek geven de hogere frequenties algemeen gesproken een grotere intensiteitsverhouding tussen de oren dan de lagere frequenties; het van de bron afgewende oor ontvangt een lagere intensiteit aan hoge tonen.

Men kan zeggen, dat het geluid bij de buiging om het hoofd a.h.w. een filter passeert met een frequentiekaracteristiek, die voor verschillende richtingen van de geluidsbron aanzienlijk uiteen kan lopen. Er ontstaan dus, voor verschillende richtingen van de bron, kwaliteitsverschillen van het geluid die eveneens tot de richtingsgewaarwording kunnen bijdragen, vooral als men de klank van het geluid bij frontale inval kent.

Bij schuin invallend geluid is er behalve een intensiteitsverschil ook een verschil in aankomsttijd aan beide oren, van overeenkomstige punten van geluidsgolven. Ook dit vormt een bijdrage aan de richtingsbepaling.

Beschouwt men het hoofd als een zuivere bol, waarop diametraal de oren, dan kan men gemakkelijk het wegverschil en daarna ook het ijdverschil voor een geluid uit een bepaalde richting berekenen.

Als het geluid invalt onder  $90^\circ$  zijn beide verschillen (weg- en looptijdverschil) maximaal; het wegverschil is dan de helft van de diameter plus een kwart van de omtrek. Bij een diameter van het hoofd van 21 cm komt dit theoretisch neer op 27 cm. De voortplantingssnelheid van het geluid in lucht is 330 m/s, dus het bijbehorende tijdsverschil is  $270 : 330 \text{ ms} = 0,82 \text{ ms}$ , dus ongeveer 1 ms.

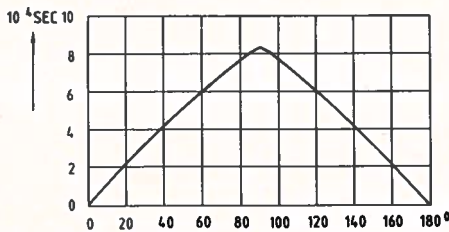


fig. 33. Verband tussen invalshoek en tijdsverschil.

In fig 33 is het verband tussen invalshoek en theoretisch tijdsverschil grafisch weergegeven. Bij de reeds genoemde hoek van  $3^\circ$ , die als drempelwaarde van de richtingwaarnemingsgevoeligheid is te beschouwen, bedraagt het tijdsverschil 0,03 ms, hetgeen overeenkomst met een wegverschil van 1 cm.

Bij het natuurlijke richtinghoren zullen tijd- en intensiteitsverschillen praktisch altijd tezamen optreden. Het ligt dan eigenlijk voor de hand, dat beide grootheden door het gehoor worden gebruikt bij de richtingbepaling.

Hoe ze onderling zijn gedoseerd zijn, dus in welke mate tijdsverschillen en intensiteitsverhoudingen hun bijdrage leveren, hangt af van de samenstelling, d.w.z. van het frequentiespectrum van het aangeboden geluid.

Bij hogere frequenties (hoger dan 4000 Hz) spelen de intensiteitsverhoudingen een grote rol, bij lagere (lager dan 1000 Hz) de tijdsverschillen, en bij heel lage frequenties zijn de intensiteitsverschillen nihil.

Beperken we ons tot *spraak* en bekijken we nog een de figuren 32 en 33, dan blijkt, dat bij een invalshoek van b.v.  $20^\circ$  het intensiteitsverschil 3 dB is en het tijdsverschil 0,22 ms. We mogen uit de grafieken dus niet afleiden, dat b.v. bij een aangebracht intensiteitsverschil van 3 dB tussen de oren, de geluidsbron onder een hoek van  $20^\circ$  wordt ervaren; evenmin is dat het geval als een tijdsverschil van 0,22 ms wordt aangebracht. Het klopt pas als *zowel* het intensiteitsverschil *als* het tijdsverschil tezamen optreden.

De proeven van „de Boer” (waarop we later zullen ingaan) hebben aangetoond, dat voor het verkrijgen van richtingsindrukken het (gelukkig) niet persé nodig is, dat men beide grootheden in dezelfde onderlinge verhouding tussen de oren aanbrengt als bij het natuurlijk horen het geval is. Tijdsverschillen kan men vervangen door intensiteitsverschillen en omgekeerd. Men kan ze elkaar zelfs laten tegenwerken.

**Van satelliet tot abonnee**

**het staat in**

**Studieblad PTT**

# Transmissie- en telecommunicatietechniek

ing. B. Kieboom  
(Vervolg van blz. 222.)

## Fazeverschuiving

Van een vierpool zullen in het algemeen de in- en uitgangsspanningen en de in- en uitgangsströmen niet in fase zijn, maar in fase zijn verschoven.

Per definitie is het verschil van de fazehoeken van de in- en uitgangsspanningen en het verschil van de fazehoeken van de in- en uitgangsströmen de fazeverschuiving van de vierpool. De fazeverschuiving wordt symbolisch weergegeven door  $\alpha$  of  $\beta$  en uitgedrukt in de eenheid radialen, rad.

De fazeverschuiving ontstaat doordat er enige tijd nodig is voor een energieverplaatsing door de vierpool, de zogenaamde looptijd, en wordt onder andere bepaald door de soorten netwerkelementen in de vierpool en de samenstelling van de afsluitimpedantie van de vierpool.

Tussen de overdrachtsconstante, die met symbool  $c$  of  $c$  wordt weergegeven, de demping  $a$ , in neper, en de fazeverschuiving,  $b$ , in radialen, van een vierpool bestaat het volgende verband:

$$c = \sqrt{a^2 + b^2}$$

De fazeverschuiving heeft in het algemeen geen nadelige invloed op de kwaliteit van een transmissiesysteem.

Voor de meeste vierpolen is de fazeverschuiving niet voor alle frequenties gelijk, de fazeverschuiving is derhalve frequentie-afhankelijk, waardoor er een fazevorming ontstaat. De fazevorming kan wel een nadelige invloed hebben op de kwaliteit van een transmissiesysteem.

Voor telefonie- en muziektransmissie kan de invloed van fazevorming op de kwaliteit worden verwaarloosd, omdat het gehoor minder gevoelig is voor fazeverschuivingen. Voor beeld- en datatransmissie kan de invloed van de fazevorming op de kwaliteit meestal niet worden verwaarloosd. Door middel van fazecorrectienetwerken, vierpolen, moeten dan fazecorrecties worden aangebracht, de zogenaamde faze-egalisatie.

## Aanpassing

Zoals reeds is opgemerkt is de hoeveelheid afgegeven energie door een omzetter aan de zenzijde in het algemeen laag, in de orde van grootte van 1 mW of zelfs veel minder.

Het is derhalve van belang dat zoveel mogelijk van deze hoeveelheid energie aan de omzetter aan de ontvangzijde wordt toegevoerd.

De dempingen van de tussenliggende vierpolen moeten zo laag mogelijk zijn, terwijl de energie-overdracht van en naar de omzeters maximaal moet zijn.

De maximale energie-overdracht wordt aanpassing genoemd.

### Reflectie

Een generator met een inwendige weerstand  $R_i$  of impedantie  $Z_i$  zal een maximum vermogen afgeven als de generator wordt belast met een uitwendige weerstand  $R_u = R_i$  of een impedantie  $Z_u$  is toegevoegd complex aan  $Z_i$ .

Een "lange" leiding met een karakteristieke impedantie  $Z_k$  wordt niet afgesloten met een toegevoegde complexe impedantie, maar met een impedantie  $Z_u = Z_k$ .

Voor elke doorsnede van de lange leiding is dan de impedantie gelijk aan de karakteristieke impedantie, waardoor voor elke doorsnede ook de verhouding van spanning en stroom alsmede het fazeverband tussen spanning en stroom gelijk is.

De grootte van spanning en stroom op verschillende plaatsen langs de leiding worden bepaald door de grootte van spanning en stroom aan het begin van de leiding, de demping van de leiding per lengte-eenheid en de plaats langs de leiding. Spanning en stroom planten zich als een lopende golf voort.

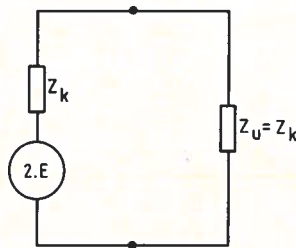


fig. 59. Reflectie meting.

De leiding kan volgens het theorema van Thévenin worden vervangen door een generator met een e.m.k. =  $2 \cdot E$  V van een inwendige impedantie  $Z_k$ .

In de telefoontechniek wordt een kabel reflectievrij afgesloten teneinde reflectie en daardoor echo te voorkomen. Hierop zal niet verder worden ingegaan.



## Overspreken

Het signaal dat uit een vierpool komt, bevat soms behalve het gewenste signaal ook nog een *stoorsignaal*.

Wordt er geen ingangsspanning aan de vierpool toegevoerd, dan blijft toch het stoorsignaal aan de uitgang aanwezig.

Voorbeelden hiervan zijn de 50 Hz bromspanning bij versterkers en overspraaksignalen van een naastliggend aderpaar bij kabelverbindingen. Voor een goede overdracht is het noodzakelijk, dat de kans op inenting van vreemde, dus storende, signalen op de transmissieweg wordt voorkomen of zo klein mogelijk wordt gehouden.

Bij kabels wordt daarom bij de constructie bijzondere zorg besteed aan de homogeniteit van geleider- en isolatiemateriaal. Indien de aders van een stergroep steeds dezelfde vierkantsvorm heeft en het dieëlectricum is overal gelijk, dan zullen de twee stamcircuits elkaar niet beïnvloeden (fig. 60).

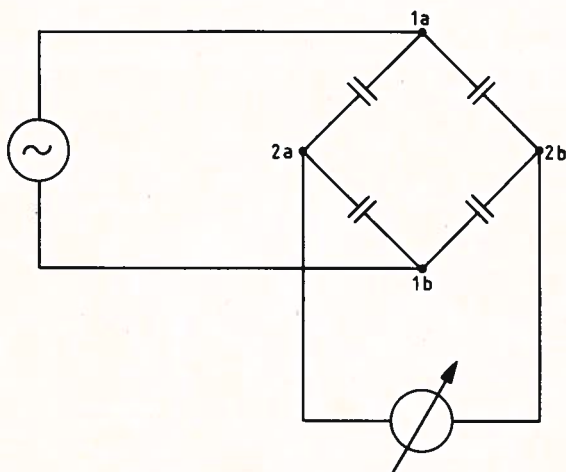


fig. 60. Twee dubbeladers in stergroep.

Er treedt echter altijd wel enige overloop op hetgeen zgn. „overspreken” tot gevolg heeft.

Er is nog onderscheid te maken tussen *nabij-* en *veraf-overspraak*.

De stromen in het gestoorde circuit, die ontstaan zijn door de inductieve en capacatieve koppeling hebben voor het nabij-overspreken dezelfde richting en versterken dus elkaar.

Bij het veraf-overspreken hebben de stromen tegengestelde richtingen waar- door deze waarde gunstiger uitvalt.

De oorspronkelijke signalen en overspraaksignalen hebben bij veraf-over- spreken dezelfde fasehoek omdat de looptijden voor beide signalen dezelfde zijn.

Dit geldt niet voor nabij-overspreken. Hierbij is de looptijd van de over- spraaksignalen afhankelijk van de plaats van koppeling.

Veraf-overspreken is dus te compenseren, nabij-overspreken niet.

Voor versterkte verbindingen is het nabij-overspreken niet belangrijk omdat de versterkers in één richting werken.

Het veraf-overspreken vergt speciale maatregelen. Door de kabels te balan- ceren d.w.z. door op bepaalde laspunten kruisingen aan te brengen, is het mogelijk de overspreekwaarde groter dan 90 dB te maken (zie „De decibel”, Studieblad PTT 1981, blz. 259).

Bij draaggolfkabels zijn de problemen groter vanwege de te transporteren frequentieband.

Hier worden trimmerpanelen aan het eind van de kabel aangebracht, even- tueel nog met fazedraaiers.



MAAM IK GA BIJ JOPIE WONEN ALS JE  
ME ZOEKT: POSTCODE 7512 GA.

# Examenvraagstukken

bewerkt door ing. P. A. de Boer

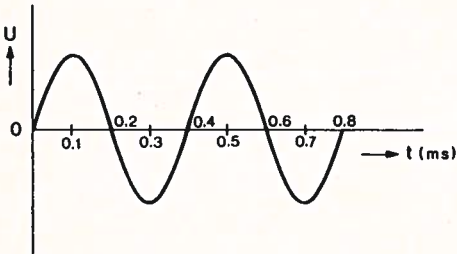
In deze regelmatig terugkerende rubriek worden enige vraagstukken behandeld van de VEV examens MT.

De opgaven zijn gesteld volgens het meerkeuze systeem.

De oplossingen vindt men op blz. 252.

---

MT 25.



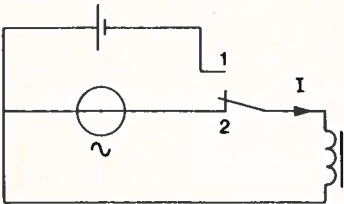
De frequentie is

- A 2,5 Hz
  - B 40 Hz
  - C 2,5 kHz
  - D 5 kHz
- 

MT 26. Voor een zuiver sinusvormige wisselspanning geldt  $U_{\text{eff}} =$

- A  $\frac{U_{\text{max}}}{\sqrt{3}}$
  - B  $\frac{U_{\text{max}}}{\sqrt{2}}$
  - C  $\sqrt{2} \times U_{\text{max}}$
  - D  $\sqrt{3} \times U_{\text{max}}$
- 

MT 27.



Beide spanningsbronnen hebben een spanning van 6 V en een inwendige weerstand van  $0 \Omega$ .

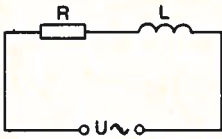
De  $\cos \varphi$  van de spoel is

- A 0,60
- B 0,75
- C 0,80
- D 1,67

De stroom door de niet ideale spoel is:

- in stand 1 : 50 mA,
  - in stand 2 : 30 mA
-

MT 28.

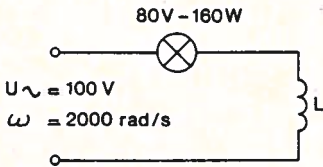


$$\begin{aligned}R &= 330 \Omega \\L &= 70 \text{ mH} \\ \omega &= 8000 \text{ rad/s}\end{aligned}$$

De impedantie van de schakeling is

- A 330  $\Omega$
  - B 560  $\Omega$
  - C 650  $\Omega$
  - D 890  $\Omega$
- 

De vragen 29 en 30 hebben betrekking op dit schema.



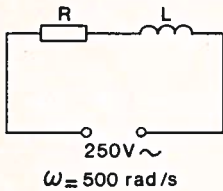
Mt 29. De lamp brandt op de juiste spanning. De spoel heeft een coëfficiënt van zelfinductie van

- A 15 mH
  - B 20 mH
  - C 30 mH
  - D 60 mH
- 

MT 30. Het werkelijk vermogen dat de schakeling opneemt is

- A 0 W
  - B 160 W
  - C 200 W
  - D 280 W
-

MT 31.



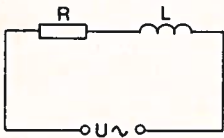
$$R = 100 \Omega$$
$$L = 0.15 \text{ H}$$

Het werkelijk opgenomen vermogen van de schakeling bedraagt

- A 400 W
- B 500 W
- C 625 W
- D 700 W

---

MT 32.



$$R = 800 \Omega$$
$$X_L = 600 \Omega$$

Als de frequentie wordt verdubbeld, wordt de impedantie Z

- A  $< 600 \Omega$
- B  $> 600 \Omega$  en  $< 1100 \Omega$
- C  $> 1100 \Omega$  en  $< 1600 \Omega$
- D  $> 1600 \Omega$

---

MT 33. Een condensator met een capaciteit van 25 nF is aangesloten op een wisselspanning met een frequentie van 50 kHz.

$X_C$  is ongeveer

- A 127  $\Omega$
- B 254  $\Omega$
- C 785  $\Omega$
- D 800  $\Omega$

# Oplossingen examenvraagstukken

bewerkt door ing. P. A. de Boer

In dit nummer zijn enkele opgaven van de VEV-examens voor MT opgenomen. De hierna gegeven oplossingen zijn – waar nodig – van een nadere toelichting voorzien.

---

**MT 25.** C is goed.

## Toelichting

Tijdsduur van één periode = 0,4 milli-sec. Aantal perioden te berekenen door 0,4 te delen op 1000 msec. =  $\frac{1000}{0,4} = 2500$ .

Frequentie is dus 2500 Hz. = 2,5 kHz.

---

**MT 26.** B is goed.

---

**MT 27.** A is goed.

## Toelichting

Uit de stand 1 (6 V en 50 mA) volgt:  $R = \frac{E}{I} = \frac{6}{0,05} = 120$  ohm.

Voor stand 2 geldt:  $I = \frac{6}{0,03} = 200$  ohm.

Definitie van  $\cos \varphi = \frac{9}{\omega L} = \frac{120}{200} = 0,6$ .

---

**MT 28.** C is goed.

## Toelichting

De schijnbare weerstand van L berekenen we uit  $2 \omega L$  dus  $8000 \times 0,07 = 560$  ohm.

R van 330 en  $\omega L$  van 560 ohm in serie levert totaal op:

$\sqrt{330^2 + 560^2} = 650$  ohm.

---

**MT 29.** A is goed.

**Toelichting**

Bij het gegeven dat de lamp op de juiste spanning brandt kan worden berekend dat de stroom door het circuit bedraagt:

$$\frac{W}{U} = \frac{160}{80} = 2A.$$

De weerstand van de lamp is:  $\frac{E \text{ lamp}}{I} = \frac{80}{2} = 40 \text{ ohm}.$

Er moet 20 V ~ verloren gaan in de zelfinductie. Vanwege de faseverschuiving van 90° tussen de 80 V lamp en het gegeven: U ~ = 100 V volgt:

$$U \sim = \sqrt{E \text{ lamp}^2 + E \text{ spoel}^2} \text{ of: } 100^2 = 80^2 + E \text{ spoel}^2.$$

$$E \text{ spoel} = \sqrt{3600} = 60 \text{ volt}.$$

$$Z \text{ spoel} = \frac{60}{2} = 30 \text{ ohm}.$$

$$Z = \omega \times L \text{ of: } L = \frac{Z}{\omega} = \frac{30}{2000} = 0,015 \text{ H}.$$

---

**MT 30.** B is goed.

**Toelichting**

Er wordt niet aangegeven dat de spoel enige ohmse weerstand bezit; de lamp brandt op volle sterkte. Alleen B kan goed zijn.

---

**MT 31.** A is goed.

---

**MT 32.** C is goed.

**Toelichting**

De impedantie Z is in de opgave  $\sqrt{800^2 + 600^2} = \sqrt{640000 + 360000} = \sqrt{1000000} = 1000 \text{ ohm}.$

Bij verdubbeling van f wordt  $X_L = 2 \times 600 = 1200 \text{ ohm}.$

De impedantie Z ligt dan tussen 1100 en 1600 ohm; de lezer kan zelf de preciese waarde berekenen.

---

**MT 33.** A is goed.

**Toelichting**

De hier benodigde formule voor berekening van  $X_C$  is:

$$\frac{1}{2 \pi f C} = \frac{1}{2 \pi \times 50 \times 10^3 \times 25 \times 10^{-9}} = \frac{1}{6,28 \times 50 \times 10^3 \times 25 \times 10^{-9}} = \frac{10^6}{7850} = 127 \text{ ohm}.$$

---

# Technisch Engels

bewerkt door mej. C. V. Poolman en W. S. v. Dam

## Open-Wire Systems

These were the **first multi-channel carrier systems** to be used, and they still have an important place in the trunk of **sparsely populated areas** of the world, such as Africa. They provide a few circuits only, but the low **attenuation** of the open wire pair (**typically 200 lb per mile copper wires, spaced eight inches apart, supported by poles, and transposed** to reduce **crosstalk**) allows the repeaters to be spaced **infrequently**; e.g. 240 miles apart in a three-channel system.

The same pair of wires carries both directions of transmission by using different frequency bands separated at the repeaters by directional filters. This arrangement is known as **two-wire repeater**.

A three-channel system occupying the band 6-31 kHz may be combined with two 12(-)channel systems (36-143 kHz and 160-300 kHz), together with an audio channel (0-4 kHz), giving 28 circuits on a single pair.

The attenuation-frequency characteristics of the pairs vary very considerably with weather conditions (increasing by as much as 60 dB per repeater section at 150 kHz with **severe icing**).

**Pilot** regulators are employed to automatically adjust repeater gain to compensate for this variation in attenuation. These devices use line pilots (single-frequency tones of constant amplitude which are combined with the signal at the transmit terminal) to control variable **equalisers** and/or **variable gain amplifiers**. The pilot is usually placed just above the signal band where the **magnitude** of the variations is greatest.

The equalisers or amplifiers have variable loss or gain versus frequency characteristics. The variation is arranged **to match** the line attenuation changes. The equalisers are passive networks of **inductors, capacitors and resistors**, and the variable gain amplifiers have similar networks as a **negative feedback** path to give the required gain-frequency **shape**.

Overgenomen uit: „Telecommunications Pocket Book”.  
Samengesteld door T. L. Squires. Uitg. Newnes-Butterworths, Londen.



## EXPLANATORY NOTES

<b>Open wire</b>	blanke leiding
<b>multi-channel carrier systems</b>	meerkanaal draaggolfsystemen
<b>sparsely populated areas</b>	dunbevolkte gebieden
<b>attenuation</b>	demping, verzwakking
<b>typically 200 lb per mile copper wires</b>	doorgaans koperdraden met een gewicht van 200 Engelse ponden per mijl
1 lb (pound)	0,453 kg
1 mile	1,609 km
<b>spaced eight inches apart</b>	met een onderlinge afstand tussen de draden van 8 inch (= 20,32 cm)
<b>supported by poles</b>	opgehangen aan palen (letterlijk: ondersteund door palen)
<b>transposed</b>	gekruist
<b>crosstalk</b>	overspraak
<b>infrequently</b>	met lange onderlinge afstand
<b>two-wire repeater</b>	tweedraadsversterker
<b>severe icing</b>	sterke ijsafzetting
<b>pilot</b>	stuursignaal
<b>equalizers</b>	effenaars
<b>variable gain amplifiers</b>	versterkers met variabele versterking
<b>magnitude</b>	grootte
<b>to match</b>	passen bij, overeenkomen met
<b>inductors</b>	inductors
<b>capacitors</b>	condensators
<b>resistors</b>	weerstand
<b>negative feedback</b>	negatieve terugkoppeling
<b>shape</b>	(golf) vorm



Promovendi aan universiteiten en hogescholen dienen hun proefschriften te doen vergezeld gaan van „stellingen” welke iets nieuws bevatten en iets toevoegen aan de wetenschap die in het proefschrift is weergegeven.

Deze „stellingen” worden in alle ernst bepaald. Men heeft echter ook de ruimte om stellingen te poneren die niets met het bestudeerde onderwerp te maken hebben.

Dergelijke stellingen kunnen ridicuul, maatschappij-kritisch en soms zelfs tegen de eigen tak van wetenschap zijn gericht. Humor is dan wel de belangrijkste drijfveer. Er moet in die stellingen evenwel iets zijn dat tot nadenken stemt; zij moeten houtsnijden.

In dit licht willen wij de lezer een selectie bieden uit „stellingen” behorende bij recent verdedigde proefschriften. Zij zijn bijeen gebracht door de heer ing. L. de Bruijn.

We tekenen hierbij aan dat publicatie van „stellingen” niet hoeft te betekenen dat de redactie van het Studieblad-PTT het met de strekking eens is.

Beschouwelijk in u opnemen is toegestaan . . . , lachen eveneens.

---

G. J. F. van Heijst

TH-Twente

„Het invoeren van de digitale tijdsaanduiding ondermijnt het begrip van het cyclische karakter van de tijd”.

„Een afnemende IQ bij toenemende leeftijd behoeft niet equivalent te zijn aan een afname van geestelijke vermogens”.

„Het gebruik van spoorbielsen spoort menig tuinliefhebber aan tot buitensporige activiteit”.

„Het wooncomfort van flats zou aanzienlijk toenemen indien architecten verplicht waren gedurende langere tijd hun eigen geesteskinderen te bewonen”.

M. H. van Rijswijk

RU-Groningen

„Functioneel gezien zou men bontjassen en badstofsokken ‚buitenste binnen’ moeten dragen”.

G. J. Kemerink

RU-Groningen

„De gebruiksvriendelijkheid van computerprogramma’s wordt veelal beter gediend met meer beperkingen dan met meer mogelijkheden”.

T. Bartels

RU-Groningen

„Nu enige soorten van de snip staan afgebeeld op het 100-gulden biljet, zou de Nederlandse Bank in overweging kunnen nemen om 1000-gulden biljetten op te sieren met enkele kippen”.

M. C. Carlstead

RU-Groningen

„Een ongewilde vorm van discriminatie is de stilte bij het jaartal voor Doven en Slechthorenden”.

J. C. van den Velde

RU-Groningen

„Het is efficiënter de dagbladpers direct financiële steun te geven door het welzijnswerk wekelijks grote personeelsadvertenties te laten plaatsen”.