



15 MEI 1965

# Het schrijven van artikelen voor het Studieblad

65-033

Op de eerste bladzijde in het eerste nummer van de eerste jaargang — dat is in het nummer van maart 1946 — schreef onze directeur-generaal van toen, de heer Dr L. Neher:

*„Ik hoop dat het Studieblad een ruime leer- en weetgierige lezerskring zal vinden en dat het voor de vaklieden een onontbeerlijk orgaan zal worden. De samenstelling van de redactie — dat waren toen de leraren aan de school voor monteurs in de Nieuwe Molstraat in Den Haag en het zijn nu na 19 jaar nog dezelfde personen — geeft mij het vertrouwen, dat de te behandelen stof zó duidelijk zal worden samengesteld, dat het blad werkelijk een Studieblad zal zijn, dat niet te hoog grijpt, nog te oppervlakkig blijft.”*

Dat de eerste wens vervuld is geworden, is zonder meer duidelijk. De ruime lezerskring is er onder het technisch personeel en ook de Directie van thans is de mening toegedaan, dat het blad in een behoefte voorziet.

Het beoordelen van het laatst gestelde laten we gaarne aan de lezers over. De vooruitgang van de techniek juist in de afgelopen 20 jaar maakt, dat er onder de geplaatste artikelen zullen zijn, die wel eens wat te hoog grijpen voor de doorsnee lezer; dit komt echter meer door de specialistische inhoud ervan, dan door de wijze waarop de stof naar voren is gebracht. Aan de andere kant trachten we steeds ook wat te brengen, dat de nieuw in dienst genomen technici tot lering kan strekken.

In een zo uitgebreid technisch gebied als de telecommunicatietechniek omvat, is het voor de redactieleden onmogelijk op alle gebied „goed bij” te zijn. Zij zien hun taak dan ook voor een groot deel dáárin, te trachten op zoveel mogelijk terreindelen liefhebbers te vinden, die bereid zijn een artikel voor het Studieblad — dat wil zeggen: voor al hun collegaas — te schrijven. Het beoordelen van de juistheid van de inhoud moeten zij daarbij aan de schrijver overlaten.

Het op papier neerschrijven van een verhandeling ligt de een beter dan de ander. Zeer knappe deskundigen gaat het vaak niet zo goed af, aan een ander iets duidelijk te maken, terwijl het minder ver ingewijdenen dikwijls heel gemakkelijk ligt.

In een bedrijf als het onze is de een de chef van de ander en dan is het voorstelbaar, dat men liever niet zo in het openbaar optreedt, met de kans te lopen, dat men op een minder juiste bewering wordt aangezien. Dit weerhoudt velen van het neerschrijven van hun kennis en dat is jammer, want daar zijn de collegaas niet mee gebaat.

Sommigen zijn bereid nu en dan een artikel te schrijven, maar zij verzoeken dan hun naam niet te vermelden. Mocht er op zo'n artikel al eens commentaar

binnen komen — soms misschien van de chef — dan kan de schrijver er niet op aangekeken worden. Door dit commentaar ook naamloos door te sturen, komen gemaakte omissies prettig tot een oplossing.

De redactieleden zijn niet gekozen of aangewezen. Zij zijn — het belang inziende van het hebben van een „schoolkrant” — vrijwillig begonnen met het stichten van dit blad, niet vermoedende dat het tot het Studieblad, zoals U het nu 19 jaren kent, zou uitgroeien. Zij hebben ook niet (kunnen) voorzien, welk een schier-onmogelijke taak het nu na bijna 20 jaar is. De grote belangstelling, welke dit orgaan echter onder het technisch personeel ondervindt, geeft hen evenwel de moed het werk voort te zetten.

Zoals het opschrift doet vermoeden werd *dit* artikel geschreven om de aandacht te vestigen op *de* artikelen. Hoewel de variatie al groot is, zijn we ervan overtuigd, dat er veel meer te vertellen is over onze dienstuitvoering en de technische problemen ervan. Om een greep te doen uit onderwerpen van de laatste maanden:

Wie vertelt ons eens wat over de nieuwe plastic laspijpen, over de plastic grondkabels en het lassen ervan, over STAP-aansluitingen, over de nieuwe UH-huisautomaten, over de UV- en 7 EN telefooncentrales, over de Vitaro's, over de verkeersmetingen en -problemen, over de straalverbindingen, over man-dag-staatjes en wat dies meer zij.

Er staan dus vele onderwerpen ter beschikking en als dan de specialisten de tijd er niet voor kunnen vinden, laat er dan onder de verwerkers eens een zijn, die er wat over op papier schrijft. Dat men daarbij zijn kennis haalt uit in een vreemde taal gestelde beschrijvingen, welke men eerst dient te vertalen, kan niet anders dan op prijs worden gesteld.

U hoeft niet bang te zijn een blunder te slaan! Heel groot zal deze nooit kunnen zijn, want we kunnen ons niet voorstellen, dat een onderhoudsman van bijv. een telefooncentrale iets over STAP-aansluitingen uit zijn duim zuigt.

De schrijver zal veel weten van wat hij schrijft en een kleine afwijking in het geschrevene naar voren gebracht, kan aanleiding geven tot een verbetering door een deskundige.

Teneinde te voorkomen, dat nu ineens alle STAPPERS tegelijk over dit onderwerp gaan schrijven en de redactie dus veel artikelen met nagenoeg gelijke inhoud zou ontvangen, is het goed dat zij, die neiging gevoelen aan ons werk — door en voor het technisch personeel — deel te nemen, vooraf telefonisch overleg te plegen met de hoofdredacteur, de heer J. A. van der Touw in Den Haag, telefoon 070—336265.

**DOET U MEE? DANK U.**

Door verschillende omstandigheden is de uitgave van dit nummer vertraagd; hiervoor bieden wij U ons excuus aan.

De Redactie

# Nuttig onderhoud van telefooncentrales

65-034

door H. W. Ydo

## Verdere beschouwing van het nuttigheidscijfer.

In het rapport van 1 augustus 1962, hetgeen werd beschreven in het Studieblad jrg 1963, blz. 34—46, en waarin werd besproken op welke wijze men, met behulp van de formule  $N = c.f/t$ , de nuttigheid van het totale periodieke onderzoek van een apparatengroep of van een afzonderlijke handeling kan bepalen.

Is de grootte  $N$  bekend dan is op eenvoudige wijze te berekenen hoeveel fouten er in een bepaalde tijd gevonden worden.

De volgende voorbeelden zullen een en ander duidelijk maken;

De gemiddelde nuttigheid van de hef-draaikiezers met meer dan 300 beleggingen per etmaal is circa 14.

Het aantal per onderzoek-uur gevonden actieve storings is nu:

$$f = \frac{t.N}{c} = \frac{60 \times 14}{1000} = 0,84.$$

De hef-draaikiezers die behoren in de groep van 100 tot 300 beleggingen per etmaal geven aan  $N$  de waarde van circa 8.

Het aantal per onderzoek-uur gevonden actieve storings is dan:

$$f = \frac{60 \times 8}{1000} = 0,48.$$

De TAO's geven aan de factor  $f$  een waarde van 0,3.

Het is nu interessant om de nuttigheid van andere onderhoudshulpmiddelen te bezien.

## Bedrijfsobservatie-inrichting.

Een voorbeeld hiervan is de bedrijfs-observatie-inrichting (B.O.I.).

Deze dient behalve voor het verkrijgen

van verkeerstechnische gegevens ook om technische fouten te achterhalen.

Er is wel eens met de gedachte gespeeld het preventieve onderhoud te laten vervallen en de voorkomende storings voor een deel door de bedrijfsobservatie-inrichting te laten opsporen.

Dat deze gedachte aanvechtbaar is bewijst de volgende berekening.

Volgens recente landelijke gegevens verkregen met de in de diverse centrales opgestelde observatie-inrichting is het totaal aantal geconstateerde afwijkingen per jaar 2764, verkregen door 241215 observaties, een percentage dus van 1,15 %.

Per uur zijn 15 observaties als mogelijk te beschouwen.

De nuttigheid hiervan is:

$$N = \frac{c.f}{t} = \frac{2764 \times 1000}{60 \times 241215} = 2,87.$$

Deze uitkomst ligt belangrijk lager dan de nuttigheid van het preventieve onderzoek van het „doelgericht-onderhoud”. Immers, zoals hiervoor is aangehaald, heeft de nuttigheid van de hef-draaikiezers met meer dan 300 beleggingen per etmaal een waarde van 14.

Het aantal gevonden fouten per uur geeft voor de B.O.I.:

$$f = \frac{t.N}{c} = \frac{60 \times 2,87}{1000} = 0,172.$$

Vergelijk hiermee bijv. het aantal gevonden fouten per uur van motorkiezers met een beleggingsintensiteit tot 100 beleggingen per etmaal.

Men krijgt dan de volgende uitkomst:

$$f = \frac{60 \times 14,5}{1000} = 0,87.$$

Natuurlijk moet men mede in ogen-schouw nemen dat de B.O.I. niet alleen

dient voor het aan het licht brengen van afwijkingen, maar daar naast belangrijke gegevens verschaft wat betreft de procentuele verdeling van het nulverkeer en het opsporen van overbelaste bundels en apparatengroepen.

Als vervanging voor het preventieve onderhoud, aangenomen dat dit onderhoud op de hier beschreven nieuwe wijze wordt toegepast, is de B.O.I. zoals de hiervoor uitgevoerde berekeningen bewijzen, niet geschikt.

### Het merken van de apparaten door middel van kleuren.

Voor het goed uitvoeren van het doelgericht onderhoud moet het onderhoudspersoneel in een oogopslag kunnen zien onder welke beleggingsgroep een bepaald apparaat thuis hoort.

Met behulp van kleine cirkelvormige stukjes gekleurd plastic, die men onder de bijbehorende onderzoekklink plakt is dit op een eenvoudige manier waar te maken. De apparaten worden nu in drie groepen verdeeld, nl.:

groep I apparaten met 0-100 beleggingen per etmaal.

groep II apparaten met 100-300 beleggingen per etmaal.

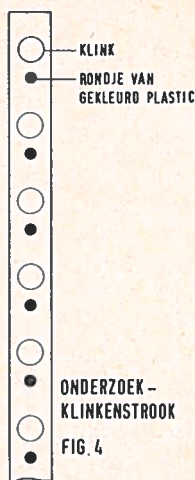
groep III apparaten met meer dan 300 beleggingen per etmaal.

Groep I geeft men nu een groen merkteken onder de onderzoekklink, groep II blijft ongemerkt en groep III ontvangt een rood merkteken.

Door middel van een revolvertang knipt men uit het in de handel verkrijgbare gekleurde plastic-sellotape de gewenste merktekens en plakt deze onder de onderzoekklinken.

Een en ander is te zien in fig. 4.

De leidinggevende chef kan nu aan zijn onderhoudspersoneel de opdracht geven om bijv. een bepaalde onderzoekhandeling alleen op de rood gemerkte hefdraaikiezers of motorkiezers uit te voeren.



Het onderhoudspersoneel heeft dan geen tabellen of andere gegevens nodig, maar kan met behulp van de hiergenoemde merktekens aan deze opdracht voldoen.

### Foutpercentage.

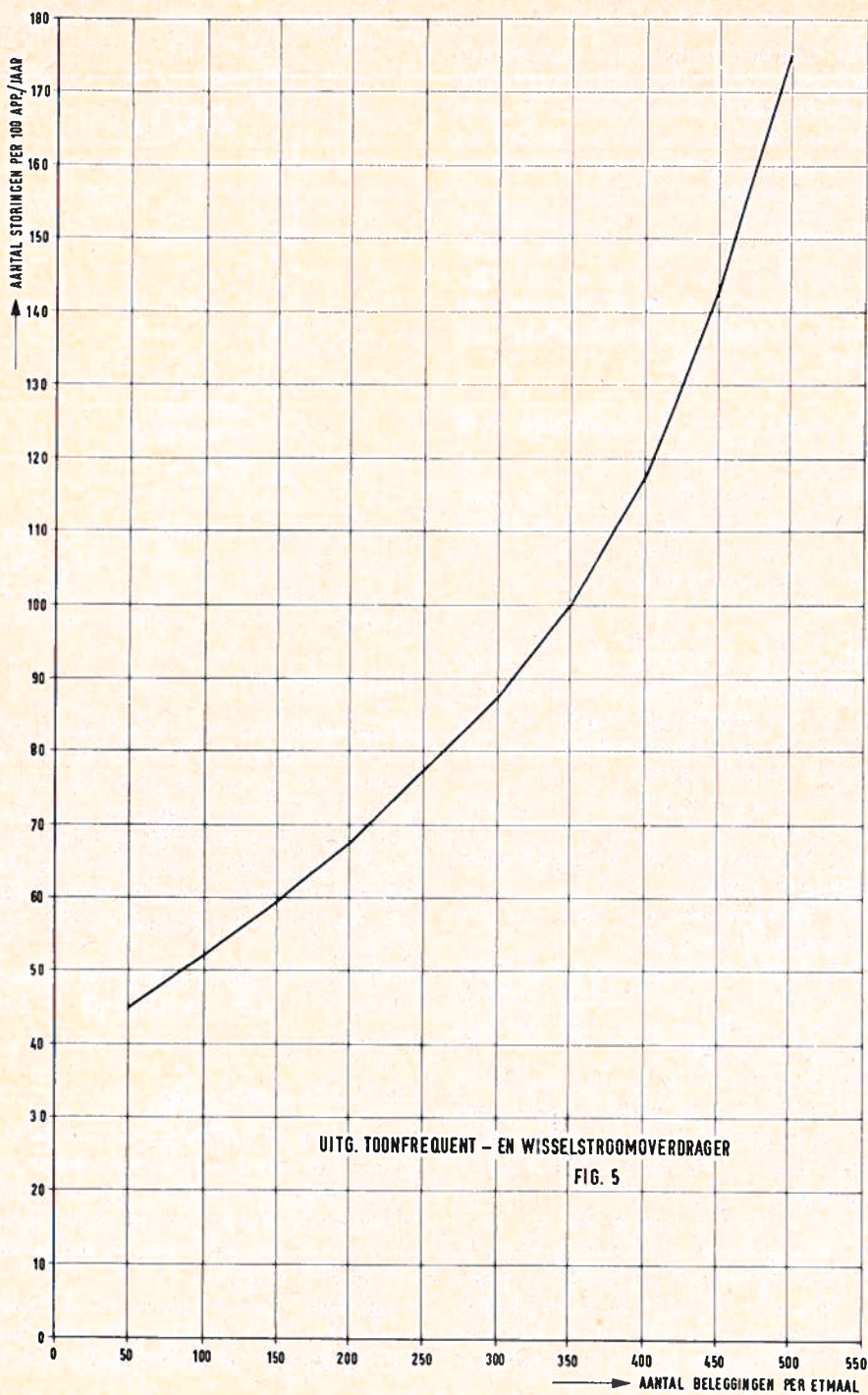
Bij het meten van het aantal beleggingen per etmaal dient men er rekening mee te houden, dat wanneer het aantal beleggingen gering is de spreiding ook ontoelaatbaar groot kan worden. Door middel van de grafiek Tf 960 G 50 of met de elementaire formules van de wiskundige statistiek is dit op eenvoudige wijze vast te stellen.

Door niet één, maar een aantal etmalen te meten is deze moeilijkheid te ontwijken.

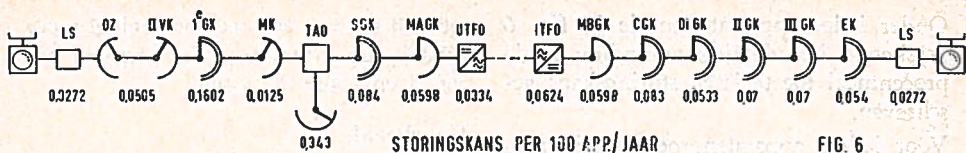
### Uitgaande overdragers.

Evenals van de hefdraaikiezers en motor-kiezers het aantal optredende fouten per 100 apparaten per jaar, als functie van de beleggingsintensiteit grafisch werd weergegeven, is dat ook voor de uitgaande overdragers mogelijk.

In dit geval worden niet alleen de fouten in de overdrager zelf geteld, maar ook alle afwijkingen die zich voordoen in de



UITG. TOONFREQUENT - EN WISSELSTROOMOVERDRAGER  
 FIG. 5



STORINGSKANS PER 100 APP./JAAR

FIG. 6

aan deze overdrager vast verbonden transmissiewegen en kiestrappen.

Fig. 5 laat het genoemde verband tussen het aantal beleggingen per etmaal en het aantal storingen zien.

Men ziet de grote steilheid van deze curve het bewijs leveren dat ook hier het onderhoud o.a. afgestemd moet worden op het aantal beleggingen.

### Storingskans.

Behalve dat men bij het onderhoud van telefooncentrales de economische en technische zijden moet bezien, is het ook nodig de storingskans voor de abonnee binnen de verantwoorde grenzen te houden. Al eerder is gezegd dat de gemelde storingen worden geturfd en ondergebracht in kolommen aangevende de onderzoekhandelingen, waardoor deze storingen voorkomen hadden kunnen worden.

Van belang is echter ook de tijd tussen het moment waarop de storing ontstaat en het ogenblik waarop deze door een periodiek onderzoek gevonden wordt.

Immers het is niet zeker dat degene, die deze storing als abonnee meldt, ook werkelijk de eerste is die van deze storing hinder ondervindt.

Is de periodiciteit van het onderzoek kort, dan is ook de kans dat meerdere abonnees last van een bepaalde storing ondervinden (storingskans) evenredig hieraan. Het is mogelijk om aan de hand van de gegevens door de bedrijfsobservatie-richting en de statistische bewaking van telefooncentrales verstrekt, voor ieder apparaat de storingskans te berekenen.

Beschouwt men een van district tot district opgebouwde verbinding (fig. 6) dan blijkt dat deze verbinding opgebouwd is

door middel van een aantal apparaten als 1e GK, TAO, motorkiezer enz.

Van ieder van deze apparaten is het aantal storingen per 100 apparaten per jaar bekend.

Bij de berekeningen die hier volgen is gebruik gemaakt van de gemiddelde landelijke gegevens van recente datum.

Door deze cijfers als verhoudingsgetallen toe te passen en te vermenigvuldigen met het gemiddelde aantal afwijkingen van interdistrictsverbindingen, is voor ieder apparaat zijn procentuele bijdrage vast te stellen.

De procentuele storingskans van een interdistricts-verbinding is door bedrijfsobservaties vastgesteld op 1,21 % (landelijk-jaarlijks voortschrijdend gemiddelde). Deze 1,21 % zegt dus dat van de 1000 verbindingen er 12 mislukken door een afwijking van de telefoon-apparatuur. De mislukkingen die plaatsvinden als gevolg van stagnatie en opbouwverlies zijn veel groter dan deze 1,21 %.

Toch is het echter van belang om door middel van een doelgericht onderhoud deze cijfers te verkleinen of op zijn minst te stabiliseren.

Houdt men al de hiervoor beschreven factoren zoals nuttigheid, storingskans enz. in het oog, dan is men er ook zeker van niet nodeloos een aantal arbeidsuren aan onnuttig onderhoud te besteden.

Het laat zich indenken dat er een meest gunstige storingskans is ten aanzien van het aantal onderhoudsuren.

Wanneer een langere ervaring met het doelgericht onderhoud is opgedaan zal het wellicht mogelijk zijn het verband aan te geven tussen de storingskans en het aantal onderhoudsuren.

Onder ieder apparaat van de in fig. 6 getekende interdistricts-verbinding is de procentueel toe te laten storingskans geschreven.

Voor iedere apparatengroep is zijn aandeel in de 1,21 % storingskans als volgt berekend:

Aantal fouten per 100 apparaten per jaar voor iedere groep is  $p_1, p_2, p_3 \dots p_n$ . Dan is de storingskans  $S_x$  van een bepaalde groep apparaten:

$$S_x = \frac{P_x}{\sum_{i=1}^n p}$$

Voor de hefdraaikiezers Tfc321P10/11 en 21 wordt deze storingskans dan:

$$S = \frac{23,3}{336,86} \times 1,21 = 0,084 \%$$

en voor de motor-A- en B- groepkiesers:

$$S = \frac{16,7}{336,86} \times 1,21 = 0,0598 \%. \quad (\text{Fig. 6}).$$

Deze cijfers houden nog geen rekening met het aantal beleggingen per etmaal maar geven aan de storingskans van een apparaat met een gemiddeld aantal beleggingen.

Immers de tijden waarin bedrijfsobservaties worden uitgevoerd liggen in de „drukke uren”.

Daarin ligt dan besloten de waarschijnlijkheid, dat deze geobserveerde gesprekken veelal zijn opgebouwd over apparaten behorende tot alle drie de beleggingsgroepen.

Immers het telefoonverkeer in „de stille uren” speelt zich voornamelijk af over de kiestrappen met meer dan 300 beleggingen per etmaal.

Gezien fig. 3 en 5 is de storingskans dan groter.

Wanneer men het berekende storingskanscijfer van een bepaalde apparatengroep vergelijkt met fig. 6, dan is het gewenst om voor de kiestrappen met 0

tot 100 en 300 en meer beleggingen per etmaal een correctie-factor afgeleid uit fig. 3 en 5 toe te passen.

### Voorbeeld.

In een districtscentrale, waar sinds enige jaren doelgericht onderhoud wordt toegepast, bezien we hoe het met de storingskans van de hefdraaikiezers type Tfc321P10/11 en 12 is gesteld.

De gegevens over de eerste 13 weken van 1963 gaven de volgende cijfers te zien: 14 actieve afwijkingen gevonden door onderzoek en eveneens 14 gemelde fouten.

Het betrof hier een groep van 381 apparaten samengesteld uit S-, C-, en Internationale groepkiesers met een verkeersintensiteit van 100 tot 300 beleggingen per etmaal.

De storingskans  $S$  van deze hefdraaikiezers is nu als volgt te definiëren:

$$S = \frac{\text{aantal gestoorde stroomlooperperioden}}{\text{totaal aantal stroomlooperperioden}} = \frac{f}{D}$$

Over de beschouwde 13 weken is de storingskans dan als volgt te bepalen:

$$S = \frac{f}{D} = \frac{14 \times \frac{1}{2} + 14 \times \frac{1}{4}}{381 \times 13 \times 5} = 0,042 \%$$

Zoals hiervoor is berekend mag  $S = 0,084 \%$  zijn.

Zouden we de storingskans van 1,21 % voor een interdistrictsverbinding als blijvende norm hanteren dan wijst deze berekening er op dat de periodiciteit ver groot kan worden, met andere woorden geen korte dagtest maar een tweedaags onderzoek.

Wellicht geeft de voor de berekeningen gebruikte terminologie aanleiding tot een verdere uitleg.



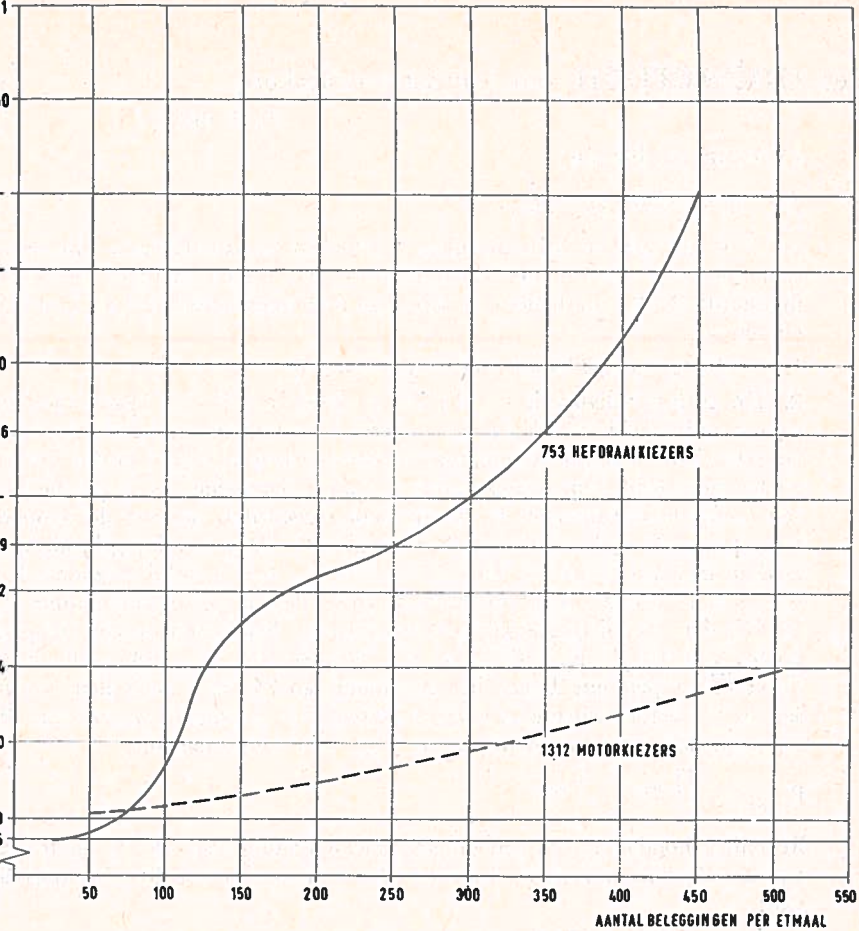


FIG. 3

AANTAL BELEGGINGEN PER ETMAAL

S = storingskans; de kans in procenten uitgedrukt dat een abonnee een afwijking constateert.

D = aantal stroomlooperperioden; aantal apparaten of stroomlopen van een groep vermenigvuldigd met het aantal malen dat het onderzoek in de beschouwde periode plaatsvindt.

f = aantal gestoorde stroomlooperperioden; is samengesteld uit het aantal gevonden en gemelde storingen dat in het beschouwde tijdvak is opgetreden en het deel van de periode dat elk dezer storingen heeft geduurd.

Er moet worden nagegaan in hoeverre deze storing een bijdrage tot de storingskans heeft geleverd.

Wordt het onderzoek van de betrokken apparaten of stroomlopen elke t dagen verricht, dan zal een storing die bij dit onderzoek wordt gevonden, gemiddeld  $\frac{1}{2}$  t dagen aanwezig zijn geweest.

Wanneer een storing echter t.g.v. een melding bij een tussentijds onderzoek wordt gevonden, dan zal deze tijd gemiddeld  $\frac{1}{4}$  t dagen zijn.

Men kan deze melding als een onderzoek tussen het normale onderzoek opvatten.

(wordt vervolgd)

(Vervolg van blz. 88)

## 15. Werkpunt-stabilisatie.

Het hoe en waarom hiervan zullen we toelichten aan de hand van een praktisch ontwerp van een eindversterkertrap. We kiezen hiervoor een klasse A ingestelde OC 72. In de door de fabrikant opgestelde specificaties van de OC 72 vinden we:

1. De hoogst toelaatbare kristaltemperatuur  $T_{j\max} = 75\text{ }^\circ\text{C}$ .
2. De collector-dissipatie — dit is het door de collector opgenomen gelijkstroomvermogen  $P_C = U_{BC} \times I_C$  — wordt in het germanium kristal in warmte omgezet. Hierdoor zal de temperatuur van het kristal stijgen boven die van de omgevende lucht. Om deze stijging te kunnen berekenen is in de specificaties een factor  $K$  opgenomen. Er wordt door uitgedrukt, hoeveel de temperatuur stijgt per mW collectordissipatie. Voor de OC 72 geldt: bij gebruik van een koelvin met een oppervlak van  $12,5\text{ cm}^2$  is  $K = 0,3\text{ }^\circ\text{C/mW}$  en zonder koelvin is  $K = 0,4\text{ }^\circ\text{C/mW}$ . Is de dissipatie  $50\text{ mW}$ , de omgevingstemperatuur  $T_{\text{omg}} = 25\text{ }^\circ\text{C}$ , dan zal bij toepassing van een koelvin, het kristal op een temperatuur komen van  $T_{\text{omg}} + P_C \times K = 25\text{ }^\circ\text{C} + 50\text{ mW} \times 0,3\text{ }^\circ\text{C/mW} = 40\text{ }^\circ\text{C}$ . Daar de kristaltemperatuur  $T_j$  aan het maximum van  $75\text{ }^\circ\text{C}$  is gebonden, wordt ook aan de collectordissipatie een grens gesteld. De maximale waarde van  $P_C$  bij een bepaalde omgevingstemperatuur  $T_{\text{omg}}$  is te berekenen uit:

$$P_{C\max} = \frac{T_{j\max} - T_{\text{omg}}}{K}$$

Rekening houdende met een omgevingstemperatuur van  $45\text{ }^\circ\text{C}$  en toepassing van een koelvin, komen we voor de OC 72 op een maximale collectordissipatie van:

$$P_{C\max} = \frac{75\text{ }^\circ\text{C} - 45\text{ }^\circ\text{C}}{0,3\text{ }^\circ\text{C/mW}} = 100\text{ mW}.$$

Voor de omgevingstemperatuur is de vrij hoog schijnende waarde van  $45\text{ }^\circ\text{C}$  gekozen, omdat we bij het ontwerpen rekening moeten houden met uitzonderlijke situaties, waarin de versterker kan terechtkomen. Zo kan van een in de zomerzon staande versterkerkast de binnentemperatuur gemakkelijk  $45\text{ }^\circ\text{C}$  bedragen.

3. De piekwaarde van de spanning tussen basis en collector ( $U_{BC}$ ) mag niet groter zijn dan  $32\text{ V}$ .
4. Om de vervorming gering te houden mag de collector-gelijkstroom ( $I_C$ ) niet groter zijn dan  $50\text{ mA}$ .
5. Bij  $U_{EC} = 5,4\text{ V}$  en  $I_E = 10\text{ mA}$  kan de waarde van de stroomversterkingsfactor in de g.e.-schakeling ( $\alpha_{FE}$ ), voor individuele nieuwe exemplaren, liggen tussen  $45$  en  $120$ . In de berekening van een versterker moeten verouderingsverschijnselen opgenomen worden. Een ervaringsfeit is, dat de  $\alpha_{FE}$  van een transistor na verloop van tijd terugloopt. Daarom is het raadzaam bij de bere-

kening uit te gaan van bijv. een minimale  $\alpha_{FE}$  van 25 (de zogenaamde eindelevensduurwaarde) in plaats van de door de fabrikant opgegeven minimum waarde van 45.

6. De collector-lekstroom in de g.b.-schakeling ( $I_{CBO}$ ) is bij 25 °C en  $U_{BC} = 10$  V: maximaal 10  $\mu$ A.

7. De collector-lekstroom in de g.e.-schakeling ( $I_{CEO}$ ) is bij 25 °C en  $U_{EC} = 10$  V: maximaal 300  $\mu$ A.

Uit de onder 2 genoemde maximale collector-dissipatie kunnen we al direct een conclusie trekken omtrent het maximale signaalvermogen, dat door de eindtrap — binnen redelijke vervormingspercentages — aan de belasting kan worden afgegeven.

Een klasse A ingestelde transistorversterker heeft nl., evenals een penthode-eindbuis, een rendement van 50 %. Onder de gestelde omstandigheden is het uitgangsvermogen van de OC 72 dus ten hoogste 50 mW.

De onder 3 genoemde maximale piekspanning tussen collector en basis begrenst de waarde van de batterijspanning. De plaatsing van een transformator in het collectorcircuit — zoals in de opzet volgens figuur 32 — heeft tot

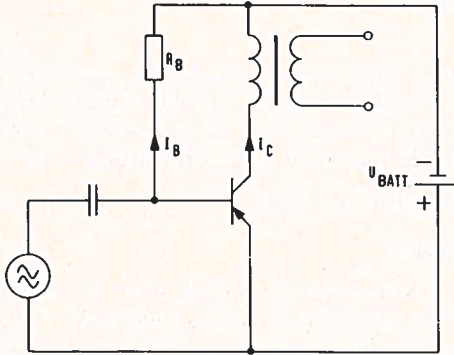


FIG. 32

gevolg, dat de piekspanning tussen basis en collector het dubbele kan bedragen van de batterijspanning. Bij oversturing van de eindtrap kan dit zelfs nog meer worden. Met een keuze van 9 V voor de batterijspanning blijven we echter met een ruime marge onder de maximaal toelaatbare piekspanning.

Met de batterijspanningskeuze is tevens voor een groot deel de gelijkstroominstelling van de OC 72 bepaald. Althans in de schakeling volgens figuur 32. Maximaal signaalvermogen wordt verkregen bij maximale collectordissipatie. Dus  $P_C = U_{BC} \times I_C$  moet 100 mW bedragen. Door verwaarlozing van de enkele tienden volts van  $U_{EB}$  en onderstellende, dat de gelijkstroomweerstand van de primaire wikkeling van de transformator 0 ohm is, kunnen we stellen, dat  $U_{BC} = U_{BATT} = 9$  V.

Hieruit volgt, dat  $I_C$  op een waarde van  $\frac{P_C}{U_{BC}} = \frac{100 \text{ mW}}{9 \text{ V}} = 11 \text{ mA}$

ingesteld moet worden om een zo groot mogelijk uitgangsvermogen te bereiken.

Aan de onder 4 genoemde maximale waarde van 50 mA voor  $I_C$  komen we dus lang niet toe.

Als we voorop stellen, dat ons ontwerp stabiel moet werken tot een omgevings-temperatuur van 45 °C en dat de transistor zonder meer vervangen moet kunnen worden door elk willekeurig exemplaar van het type OC 72, dan zijn we met die insteels voor  $I_C$  nog niet zo gemakkelijk klaar.

Ten eerste mag de waarde van 11 mA in geen geval groter worden om overschrijding van de max.  $P_C$  te voorkomen. Volgens de hoofdformule voor de g.e.-schakeling:

$$I_C = \alpha_{FE} I_B + I_{CEO}$$

bestaat  $I_C$  uit een  $\alpha_{FE}$  maal versterkte basisstroom plus een lekstroom  $I_{CEO}$ . Deze laatste is bij 25 °C maximaal 300  $\mu A$ .

Daar de lekstroom zich praktisch verdubbelt per 10 °C temperatuursverhoging, moeten we bij 45 °C rekenen op 1,2 mA lekstroom. Voor de versterkte basisstroomcomponent blijft dan nog 11 mA - 1,2 mA = 9,8 mA over. We kunnen dus stellen, dat  $\alpha_{FE} I_B$  ten hoogste 9,8 mA mag bedragen. Van dit product hebben we  $I_B$  in de hand door de keuze van  $R_B$  daar:

$$I_B = \frac{U_{BATT}}{R_B}$$

Kiezen we de waarde van  $I_B$  nu zo, dat vermenigvuldiging met de hoogst voorkomende waarde van  $\alpha_{FE}$  — welke volgens de specificaties 120 bedraagt — juist 9,8 mA oplevert, dan zijn we er zeker van, dat onder geen enkele omstandigheid de maximale collectordissipatie wordt overschreden. We moeten  $I_B$  dus instellen op  $\frac{9,8 \text{ mA}}{120} = 81,7 \mu A$  en wel door  $R_B = \frac{81,7 \mu A}{9 \text{ V}} = 110 \text{ k}\Omega$  te maken.

De instelling is hiermee veilig gesteld, maar aan de schakeling kleeft het grote bezwaar, dat van een transistor met minimale  $\alpha_{FE}$  en  $I_{CEO}$  de collectordissipatie veel kleiner is, dan het maximaal toegestane en daardoor ook het maximaal af te geven signaalvermogen.

Als bijv. een transistor in de schakeling wordt geplaatst met een  $\alpha_{FE} = 25$  en een  $I_{CEO} = 50 \mu A$ , dan is:

$$I_C = 25 \times 81,7 \mu A + 50 \mu A = 2,1 \text{ mA}$$

en

$$P_C = 9 \text{ V} \times 2,1 \text{ mA} = 19 \text{ mW}.$$

Als de aanpassing van het uitgangscircuit gebaseerd is op maximale collectordissipatie, is het maximaal af te geven signaalvermogen nog minder dan de helft van  $P_C$  en zal slechts 1,75 mW bedragen, tegen 50 mW voor een transistor met maximale waarden.

Om dit bezwaar te ondervangen moet een schakeling gekozen worden, waarin de collector-gelijkstroom in mindere mate afhankelijk is van variaties in  $\mu_{FE}$  en  $I_{CEO}$ . Dit is mogelijk door in het circuit een gelijkstroom tegenkoppeling te introduceren. Een voorbeeld hiervan zien we in figuur 33.

Hierin zorgt de weerstand  $R_E$  voor de tegenkoppeling. Het om de één of andere

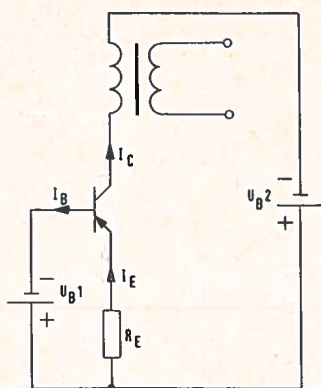


FIG. 33

reden toenemen van de collectorstroom wordt tegengegaan, doordat dit gepaard gaat met een vergroting van de spanning over  $R_E$ , waardoor  $U_{EB}$  afneemt en diensgevolg ook de basisstroom. We kunnen ook stellen, dat in deze schakeling:

$$I_E = \frac{U_{B1} - U_{EB}}{R_E}$$

Als nu  $U_{B1}$  behoorlijk wat groter is dan de enkele tienden volts van  $U_{EB}$ , dan kunnen we  $I_E$  met een redelijke nauwkeurigheid bepalen uit:

$$I_E = \frac{U_{B1}}{R_E}$$

Uit de hoofdformule voor de g.b.-schakeling volgt:

$$I_C = \alpha_{FB} \cdot I_E + I_{CBO}$$

Bezien we van de componenten — waaruit  $I_C$  is samengesteld — eerst eens de stroomversterkingsfactor  $\alpha_{FB}$ . In de specificaties vinden we alleen de uiterste waarden van  $\alpha_{FE}$ .

$$\text{Nu is } \alpha_{FE} = \frac{\alpha_{FB}}{1 - \alpha_{FB}}, \text{ waaruit volgt, dat } \alpha_{FB} = \frac{\alpha_{FE}}{\alpha_{FE} + 1}$$

Bij de twee uiterste waarden van  $\alpha_{FE}$ , resp. 25 en 120, heeft  $\alpha_{FB}$  resp. de waarden 0,962 en 0,992. Terwijl bij  $\alpha_{FE}$  de waarden bijna een factor 5 uiteenlopen, zijn de mogelijke variaties in  $\alpha_{FB}$  slechts 3 %.

Bij een redelijke grote waarde van  $U_{B1}$  wordt de emitterstroom  $I_E$  vrijwel geheel bepaald door  $U_{B1}$  en  $R_E$ , zodat hierin de variaties ook niet meer dan enkele procenten behoeven te zijn. Tenslotte is van  $I_{CBO}$  bekend, dat deze bij 25 °C maximaal 10  $\mu\text{A}$  kan zijn. Dit resulteert bij 45 °C in een maximum van 40  $\mu\text{A}$ . Deze geringe maximale waarde van de lekstroom kunnen we op een totale collectorstroom van, stel 11 mA praktisch verwaarlozen.

De aangegeven schakeling heeft dus het grote voordeel, dat de ingestelde collectorstroom vrijwel constant blijft, onder alle mogelijke omstandigheden. In dit opzicht is de schakeling wel als één van de meest ideale te kenschetsen. Belangrijke nadelen zijn echter de extra benodigde batterij en het feit, dat

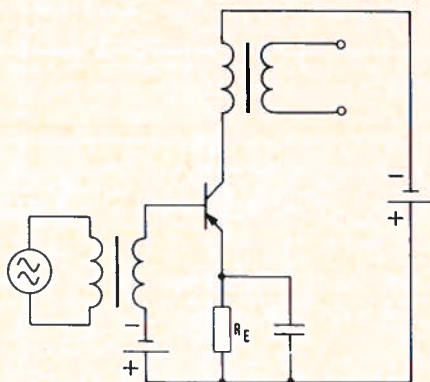


FIG. 34

besturing van de eindtrap alleen met een transformator mogelijk is. Dit laatste is aangegeven in figuur 34. In deze figuur zien we tevens, hoe de gelijkspanningstegenkoppeling, door middel van de weerstand  $R_E$  voor signaalstromen teniet wordt gedaan door  $R_E$  te ontkoppelen met een condensator.

De transformator is te vervangen door een condensator als we deze, zoals is aangegeven in figuur 35, in het basiscircuit een weerstand  $R_p$  opnemen. Dit gaat uiteraard ten koste van de stabilisatie. De volgende berekening kan ons uitsluitsel geven in welke mate dit het geval is.

In figuur 35 is:

$$U_{B1} = I_E \cdot R_E + U_{EB} + I_B \cdot R_p \dots \dots \dots (1)$$

Als  $U_{B1}$  groot is ten opzichte van  $U_{EB}$ , dan mogen we deze laatste spanning wegcijferen, waardoor (1) wordt vereenvoudigd tot:

$$U_{B1} = I_E \cdot R_E + I_B \cdot R_p \dots \dots \dots (2)$$

Volgens Kirchhoff is:

$$I_E = I_C + I_B \dots \dots \dots (3)$$

Substitueren we (3) in (2), dan is:

$$U_{B1} = I_B (R_p + R_E) + I_C \cdot R_E.$$

We kunnen hieruit dan de volgende uitdrukking voor de basisstroom aflezen:

$$I_B = \frac{U_{B1}}{R_p + R_E} - I_C \cdot \frac{R_E}{R_p + R_E} \dots \dots \dots (4)$$

In de hoofdformule voor de g.e.-schakeling is  $I_{CEO}$  te vervangen door  $(\alpha_{FE} + 1) I_{CBO}$ . Daar  $\alpha_{FE}$  in het algemeen veel groter is dan 1 kunnen we — zonder een grote fout te maken — de uitdrukking voor  $I_{CEO}$  vereenvoudigen tot:

$$I_{CEO} = \alpha_{FE} \cdot I_{CBO}.$$

De hoofdformule wordt dan:

$$I_C = \alpha_{FE} \cdot I_B + \alpha_{FE} \cdot I_{CBO} \dots \dots \dots (5)$$

De substitutie van (4) in (5) geeft:

$$I_C = \alpha_{FE} \cdot \frac{U_{B1}}{R_p + R_E} - \alpha_{FE} \cdot \frac{R_E}{R_p + R_E} \cdot I_C + \alpha_{FE} \cdot I_{CBO}.$$

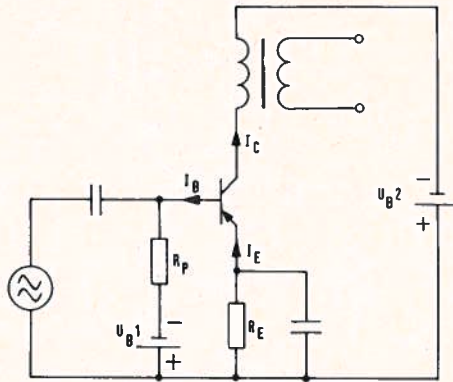


FIG. 35

Hieruit is als volgt een uitdrukking voor  $I_C$  af te leiden:

$$I_C + \alpha_{FE} \cdot \frac{R_E}{R_P + R_E} \cdot I_C = \alpha_{FE} \cdot \frac{U_{B1}}{R_P + R_E} + \alpha_{FE} \cdot I_{CBO}$$

$$I_C \left( 1 + \alpha_{FE} \cdot \frac{R_E}{R_P + R_E} \right) = \alpha_{FE} \cdot \frac{U_{B1}}{R_P + R_E} + \alpha_{FE} \cdot I_{CBO}$$

$$I_C = \frac{\alpha_{FE} \cdot \frac{U_{B1}}{R_P + R_E}}{1 + \alpha_{FE} \frac{R_E}{R_P + R_E}} + \frac{\alpha_{FE}}{1 + \alpha_{FE} \frac{R_E}{R_P + R_E}} \cdot I_{CBO}$$

$$I_C = \frac{\alpha_{FE} \cdot U_{B1}}{R_P + (\alpha_{FE} + 1) R_E} + \frac{\alpha_{FE} (R_P + R_E)}{R_P + (\alpha_{FE} + 1) R_E} \cdot I_{CBO}$$

Als we hieruit ook  $(\alpha_{FE} + 1) = \alpha_{FE}$  stellen, dan is:

$$I_C = \frac{\alpha_{FE} \cdot U_{B1}}{R_P + \alpha_{FE} \cdot R_E} + \frac{\alpha_{FE} (R_P + R_E)}{R_P + \alpha_{FE} \cdot R_E} \cdot I_{CBO} \dots (6)$$

Wanneer  $U_{B1} = 1,9 \text{ V}$ ,  $R_P = 1,73 \text{ k}\Omega$  en  $R_E = 140 \Omega$ , dan is voor een minimum transistor met  $\alpha_{FE} = 25$  en  $I_{CBO}$  bij  $25^\circ \text{C}$  bijv.  $2 \mu\text{A}$ :

$$I_C = 8,9 \text{ mA} + 0,018 \text{ mA} = 8,918 \text{ mA}$$

Voor een maximum transistor met  $\alpha_{FE} = 120$  en  $I_{CBO}$  bij  $45^\circ \text{C}$   $40 \mu\text{A}$  wordt:

$$I_C = 12 \text{ mA} + 0,5 \text{ mA} = 12,5 \text{ mA}$$

Wanneer  $U_{B2} = 9 \text{ V}$ , dan mag  $I_C$  in dit geval, groter zijn dan  $11 \text{ mA}$ , omdat  $U_{BC}$  enkele volts lager is dan  $U_{B2}$ .

Hoewel niet ideaal, is het resultaat toch alleszins redelijk.

Om de berekening eenvoudig te houden is de extra batterij  $U_{B1}$  nog steeds gehandhaafd. In werkelijkheid kan deze op eenvoudige wijze geëlimineerd worden door  $U_{B1}$  en  $R_P$  te vervangen door twee weerstanden  $R_1$  en  $R_2$  en deze te schakelen zoals is aangegeven in figuur 36.

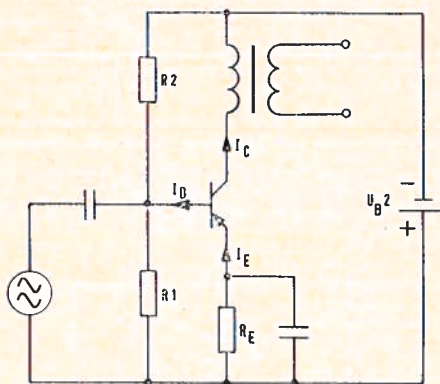


FIG. 36

Als  $R_1$  en  $R_2$  zo gekozen worden, dat  $\frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot U_{B2} = U_{B1}$  en  $\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = R_P$  dan is volgens de stelling van Thevenin de schakeling in figuur 36 volkomen gelijkwaardig aan die van figuur 35.

De wijze van werkpuntstabilisatie, zoals deze uiteindelijk in figuur 36 is verwezenlijkt, is het meest gebruikte systeem.

De dimensionering ervan is als volgt:

De verhouding tussen  $R_1$  en  $R_2$  kiest men in de buurt van 1 : 4.

Afgezien van de basisstroominvloed, zal de spanning over  $R_1$  dan ongeveer het vijfde deel van de batterijspanning bedragen. Dezelfde spanning staat nagenoeg ook over  $R_E$  als we de relatief kleine  $U_{EB}$  verwaarlozen. De emitterstroom is dan:

$$\frac{U_{B2}}{5 \cdot R_E}$$

Daar  $I_C$  slechts enkele procenten van  $I_E$  afwijkt kunnen we stellen, dat ook

$$I_C = \frac{U_{B2}}{5 \cdot R_E}$$

De collectorstroom is dus in te stellen met behulp van  $R_E$ .

De instelwaarde van  $I_C$  is te berekenen door de vereiste collectordissipatie  $P_C$  te delen door  $U_{BC}$ , welke  $\frac{4}{5} \cdot U_{B2}$  is.

Is  $R_E$  op deze wijze bepaald, dan kiest men  $R_1$  een aantal malen groter dan  $R_C$ .

De verhouding  $\frac{R_1}{R_E}$  bepaalt de mate van stabilisatie. Naarmate de verhouding kleiner wordt gekozen is de stabilisatie beter.

In de praktijk kiest men  $R_1$  een 10 à 15 maal groter dan  $R_E$ .

Voor schakelingen, waarin een zeer goede stabilisatie nodig is kan men  $R_1$  bijv.  $5 \times R_E$  kiezen. Een kleinere verhouding tussen  $R_1$  en  $R_E$  zal echter in het algemeen ten koste gaan van de versterking, zoals we later zullen zien.

(wordt vervolgd)



*Hoewel op het uitgebreide artikel over bovenstaand onderwerp in het nummer van november 1964 waarderende dankjes door de schrijver werden ontvangen, waren er twee bij, waarin commentaar geleverd werd. Voor het ene, waarin technische opmerkingen — de meter betreffende — werden gemaakt, zijn we dankbaar en de schrijver heeft deze gaarne willen bestuderen en uitwerken. Voor het andere wordt verwezen naar „HET SCHRIJVEN VAN ARTIKELEN VOOR HET STUDIEBLAD OP BLZ. 130.*

Als onderhoudsman in een telefooncentrale en helper van jonge collega's bij hun studie, heb ik de behoefte gevoeld wat te schrijven over de AVO-meter, die sedert enige maanden bij ons in gebruik is. Ik ben dus geen meter-specialist en daarbij méér vertrouwd met gelijkstroom, dan met wisselstroom. Onze telefoonautomaten werken nu eenmaal op gelijkspanning!

Bij de behandeling van meetinstrumenten op de cursus wordt de draaispoelmeter tot een volt- of een ampèremeter gemaakt met behulp van voorschakelweerstand, resp. shunts en dat zit er zó in, dat aan de — in de hoogspannings-sterkstroombouwtechniek toegepaste — meettransformatoren niet gedacht is. De letter "T" in het schema op blz. 325/1964 gaf mij ook geen aanwijzing in deze richting; er wordt evenwel mee aangegeven, dat met de bijgeschreven getallen het aantal windingen wordt bedoeld (T van het engelse "turns" = windingen).

Door het schrijven van een onzer collega's hierop opmerkzaam gemaakt, zal getracht worden een duidelijker verklaring van de meting van wisselspanningen en wisselstromen met de AVO-meter te geven.

Alvorens ons echter tot dit meetinstrument te bepalen, willen we eerst de toepassing van meettransformatoren in het algemeen bezien.

In de sterkstroombouwtechniek worden span-

ningen toegepast, welke verre liggen boven de dagelijkse gebruiksspanningen van 220/380 V.

We kennen spanningen van 3000 V, 5000 V, 10 kV, 110 kV en de laatste jaren ook al van 220 kV; de mogelijke toepassing van 380 kV is in studie.

Iedereen zal kunnen begrijpen, dat het veel te gevaarlijk — en bij de hoogste spanningen praktisch onuitvoerbaar — is, deze spanningen op een schakelbord te brengen en er een voltmeter rechtstreeks op aan te sluiten of een ampèremeter in de hoogspanningsleiding op te nemen.

In de hoogspanningsruimte, waar de transformatoren opgesteld staan, wordt voor het meten van de spanning dan ook een meettransformator geplaatst, welke secundair 100 V levert; deze spanning kan eenvoudig naar het schakelbord worden gebracht, waarop een voltmeter wordt verbonden, weliswaar voor 100 V, doch

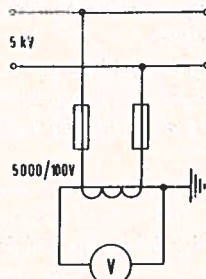


FIG. 1

met een schaal voor de te meten hoge spanning.

Voor het meten van de stroom geschiedt iets dergelijks, doch we moeten wel het grote verschil in de toepassing tussen spanning- en stroomtransformatoren voor ogen houden.

### Spanningstransformatoren (fig. 1).

Een spanningstransformator gedraagt zich als een gewone transformator. Terwijl de primaire wikkeling berekend is voor de te meten hoge spanning, levert de secundaire bij alle soorten 100 V, zodat men dezelfde voltmeters (voor 100 V) kan gebruiken, doch dan alleen de schaalverdeling aanpast.

Van de transformator hebben we geleerd — voor de jongste collega's komt dit nog wel — dat deze bestaat uit twee wikkelingen, welke aangebracht zijn op een zachtstalen kern, bestaande uit zachtstalen platen van een bepaalde vorm.

Sluiten we op de primaire wikkeling een wisselspanning aan, dan wordt er in de kern een wisselend magnetisch veld opgewekt, dat op zijn beurt een emk — tegengesteld — in de primaire wikkeling opwekt. Door de kleine resulterende spanning kan er maar een heel klein stroompje lopen (nullaststroom); *de onbelaste transformator gedraagt zich als een smoorspoel.*

In de secundaire wikkeling wordt een emk opgewekt volgens de formule:

$$E_p : E_s = N_p : N_s \text{ of in woorden:}$$

*de spanningen verhouden zich als de aantallen windingen.*

Voor de stromen geldt:  $I_p : I_s = N_s : N_p$  of in woorden: *de stromen verhouden zich omgekeerd als de aantallen windingen.*

Uit beide vergelijkingen is aan te tonen, dat:  $E_p \times I_p = E_s \times I_s$ , d.w.z. *de vermogens zijn primair en secundair gelijk en  $I_p \times N_p = I_s \times N_s$ , d.w.z. de aantallen ampère-windingen zijn primair en secundair*

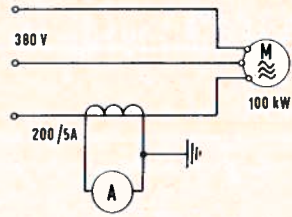


FIG. 2

*daar gelijk* en daardoor ook de beide magnetische velden.

Sluiten we op de secundaire spanning een uitwendige weerstand aan, dan wordt een stroom geleverd, welke het veld in de kern tegenwerkt. Door het afnemen van dit veld wordt primair de tegen-emk kleiner, zodat méér stroom kan worden toegevoerd. Automatisch wordt dus geregeld dat het secundair afgenomen vermogen ( $E_s \times I_s$ ) primair ( $E_p \times I_p$ ) wordt toegevoerd.

Het vermogen van deze meettransformatoren behoeft maar gering te zijn, want er is alleen maar de voltmeter op aangesloten; aan de isolatie van de wikkelingen dienen echter hoge eisen te worden gesteld.

Zou de uitwendige weerstand secundair = 0 zijn, d.w.z. indien de secundaire wikkeling kortgesloten is, dan wordt  $I_s$  zeer groot, het veld in de kern zeer klein, de tegen-emk primair praktisch = 0, zodat door de grote primaire stroom de wikkeling zal verbranden.

*Een spanningstransformator mag dus nimmer worden kortgesloten!*

Zou de voltmeter defect zijn en vervangen moeten worden, dan kan deze zonder meer van het schakelbord worden weggenomen.

Wat t.o.v. de primaire hoogspanning?

Eerst spanning afschakelen van de hoogspanningsleiding.

### Stroomtransformatoren.

In fig. 2 is de schakeling van een stroomtransformator getekend. Alle firma's le-

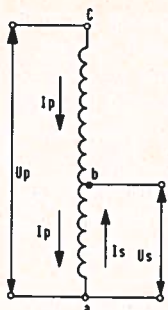


FIG. 3

veren stroomtransformatoren, welke primair voor een bepaalde hoge stroom zijn berekend, doch secundair loopt dan in alle gevallen slechts 5 A, als de stroom primair zijn maximale waarde heeft. Op het schakelbord wordt dus een ampèremeter voor 5 A aangebracht; de schaalverdeling geeft echter de waarde van de primaire stroom aan.

In principe is de werking van alle transformatoren gelijk. Daar de primaire wikkeling in serie in de stroomvoerende geleidingen is opgenomen, moet de weerstand zeer klein zijn, anders zou de spanningsval in de transformator van te grote invloed zijn. Dit is in sterke mate het geval, wanneer de ampèremeter niet aangebracht zou zijn. De transformator is dan onbelast en werkt dus als een smooispoel de hoofdstroom tegen. Is in dit geval de secundaire wikkeling kortgesloten, dan is de primair opgewekte tegen-ermk

zeer klein en ondervindt de primaire stroom dus geen hinder.

*Bij het vervangen van een evt. defecte ampèremeter moet de secundaire wikkeling vooraf worden kortgesloten!*

In het voorbeeld van fig. 2 zal de motor bij maximale belasting 190 A opnemen; er is daarom een stroomtransformator aangebracht met een verhouding  $5 : 200 = 1 : 40$ . Secundair zijn er  $40 \times$  zoveel windingen aanwezig als primair. Deze laatste bestaat dikwijls uit een rechte koperen staaf, waaromheen de secundaire spoel op een zachtstalen kern soms scharnierend is aangebracht.

### De spaartransformator of autotransformator.

De transformatorwerking kan ook verkregen worden met één wikkeling op een zachtstalen kern; dit kan voor sommige doeleinden — zoals in de AVO-meter — worden toegepast. In fig. 3 is het schema getekend; de primaire wikkeling is die tussen a en c met  $N_p$  windingen, het gedeelte ab daarvan vormt de secundaire wikkeling met  $N_s$  windingen.

Ook hier geldt:  $E_p : E_s = N_p : N_s$ .

Deze transformator kan ook zowel voor verhoging als voor verlaging van de beschikbare spanning worden gebruikt.

Wanneer het aantal windingen totaal ( $ac = N_p$ ) bijv. 100 bedraagt en dat van

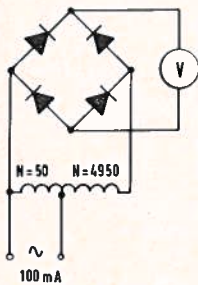


FIG. 4

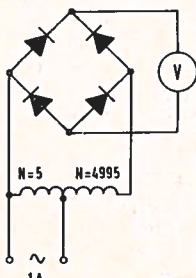


FIG. 5

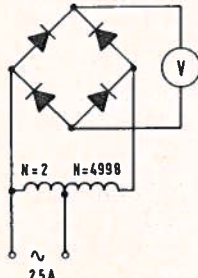


FIG. 6

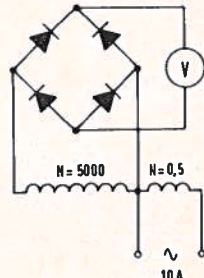


FIG. 7

het gedeelte  $ab (= N_s)$  10, dan is de verhouding dus als 10 : 1.

Deze schakeling kan zowel voor spanningstransformator als voor stroomtransformator dienst doen.

### Wisselstroommetingen met de AVO-meter.

*Wilt u niet vergeten op blzn 333 en 334 van het novembernummer 1964 te verwijzen naar blz. 145 van jaargang 1965!*

In tegenstelling tot het oorspronkelijke artikel wordt eerst het meten van wisselstromen bekeken.

In de fig'n 4 t/m 7 zijn de fig'n 17 t/m 20 van blzn 333 en 334 vereenvoudigd weergegeven. Thans blijkt duidelijk de toepassing van het stroomtransformator-principe en wel in de vorm van een spaartransformator.

Bij het meetbereik van 100 mA (fig. 4) is de verhouding van de aantallen windingen als 50 : 5000 = 1 : 100. We weten, dat wanneer het aantal windingen secundair  $n \times$  groter is, de stroom dan secundair  $n \times$  kleiner is, het aantal ampère-windingen was nl. gelijk. De stroom door de Graetz-schakeling is dus 100 : 1 = 1 mA. Dit zal dus de stroom zijn, nodig voor de volle uitslag van de meter.

Bij het meetbereik van 1 A (fig. 5) is de verhouding als 5 : 5000 = 1 : 1000, zodat de stroom door het meetgedeelte ook nu 1000 : 1 = 1 mA bedraagt.

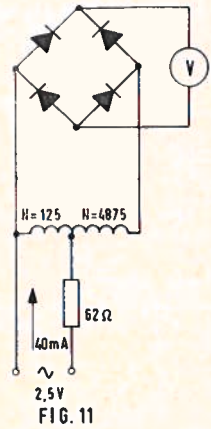
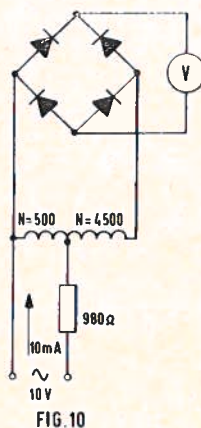
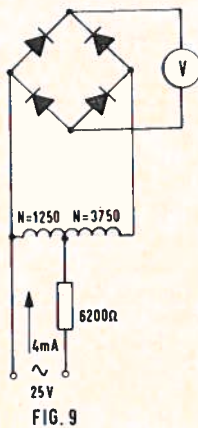
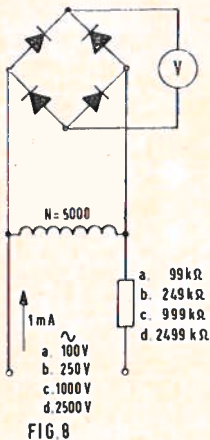
Hetzelfde constateren we bij de meetbereiken 2,5 A (fig. 6), waar de verhouding als 1 : 2500 is en bij 10 A (fig. 7), waar 0,5 : 5000 = 1 : 10.000 de stroom 10.000  $\times$  zo klein maakt.

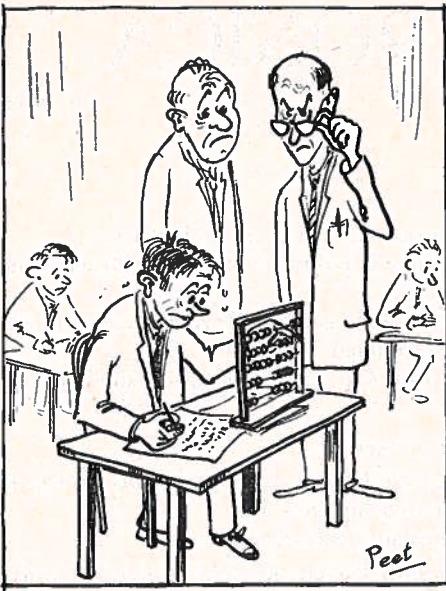
### Wisselspanningen meten met de AVO-meter.

We zien, dat de schema's voor deze metingen (fig'n 8 t/m 11) praktisch gelijk zijn aan de vorige. Het is toch ook zo, dat een voltmeter in feite niet anders is dan een mA-meter met een hoge weerstand, — welke hier dan ook is voorgeschakeld — waarvan de wijzerplaat als volt-schaal geijkt is.

In de 4 gevallen a t/m d (fig. 8) is er telkens een andere voorschakelweerstand opgenomen. Bij het verbruik van 1 mA gaat hierin zoveel verloren, dat er 1 V voor het meetgedeelte overblijft. Bij het bepaalde meetbereik wordt dan de volle uitslag verkregen.

De 5000 windingen op de transformator-kern leggen nu geen gewicht in de schaal; zij vormen slechts een (inductieve) shunt over de Graetzschakeling.





## Examenantwoorden 65-037

1. De weerstand is  $24 \Omega$  en de spanning  $48 \text{ V}$ .

$$I = \frac{U}{R} = \frac{48}{24} = 2 \text{ A.}$$

2. De weerstand van het verwarmings-element is  $55 \Omega$ ; de stroom is  $4 \text{ A}$ .  
De spanning = stroom  $\times$  weerstand  
 $U = I \times R = 4 \times 55 = 220 \text{ V}$ .

3.  $R_w = 10 \Omega$   
 $t = 80^\circ - 60^\circ = 20^\circ \text{ C}$   
 $R_k$  bij  $60^\circ \text{ C}$  stellen we op  $x$   
 $R_w = R_k (1 + \alpha t)$   
 $10 = x (1 + 0,0036 \times 20)$   
 $10 = x (1 + 0,072)$   
 $10 = x \cdot 1,072$

$$x = \frac{10}{1,072}$$

$$x = 9,32$$

Bij  $60^\circ \text{ C}$  bedraagt de weerstand van deze zilverdraad  $9,32 \Omega$ .

4. De spanning  $U = I \times (R_{II} + r_i)$   
 $1,5 = 5 \times (x + 0,04)$

$$\frac{1,5}{5} = x + 0,04$$

$$x = 0,3 - 0,04 = 0,26$$

$$R_{II} = 0,26 \Omega.$$

5. We noemen de temperatuursstijging  $x$

$$R_w = R_k (1 + \alpha t)$$

$$30,8 = 30 (1 + 0,0015 \times x)$$

$$\frac{30,8}{30} = 1 + 0,0015 x = 1,02$$

$$0,0015 x = 1,02 - 1$$

$$0,0015 x = 0,02$$

$$x = \frac{0,02}{0,0015} = 133$$

Bij het meetbereik van  $25 \text{ V}$  (fig. 9) is de impedantie (wisselstroomweerstand)

$$R \text{ 6200 ohm } \pm \text{ imp} = \frac{25000}{6200 + \text{imp}} \text{ 1 mA.}$$

Verh. trafo =  $1250 : 3750$ .

Let op: autotrafo dus in werkelijkheid  $1 : 4$ ; secundair dus  $\frac{1}{4} I$  primair, zó berekend, dat een stroom van  $4 \text{ mA}$  wordt opgenomen. Daar de verhouding van de aantallen windingen is als  $1250 : 5000 = 1 : 4$ , is ook nu de stroom door de Graetzschakeling  $1 \text{ mA}$ .

Hetzelfde constateren we bij het meetbereik van  $10 \text{ V}$  (fig. 10) – stroom  $10 \text{ mA}$ , verhouding  $500 : 5000 = 1 : 10$  en bij dat van  $2,5 \text{ V}$  (fig. 11) – stroom  $40 \text{ mA}$ , verhouding  $125 : 5000 = 1 : 40$ ; in deze gevallen is de secundaire stroom ook  $1 \text{ mA}$ .

We hebben gezien dat de stroom secundair  $n \times$  kleiner is, wanneer het aantal windingen secundair  $n \times$  groter is; het aantal ampère-windingen is primair en secundair nl. gelijk.

(Vervolg van blz. 124)

## 8. Triode-karakteristieken.

Er zijn twee factoren, welke de anodestroom  $I_a$  in een triode bepalen.

De ene factor is de *anodespanning*  $V_a$ ; deze is positief, zodat de elektronen van de kathode afkomstig worden aangetrokken.

De andere factor is de *roosterspanning*  $V_g$ ; deze is negatief, zodat de elektronen van de kathode afkomstig terug worden gestoten.

Met behulp van de grafieken is de invloed van  $V_a$  en  $V_g$  op de anodestroom  $I_a$  na te gaan.

Deze grafieken heten de *triodekarakteristieken*.

1. Het verband tussen de *anodespanning*  $V_a$  en de *anodestroom*  $I_a$  wordt weergegeven door de zogenaamde  *$I_a$ - $V_a$  karakteristiek*.

De roosterspanning  $V_g$  is hierbij constant gehouden.

2. Het verband tussen de *roosterspanning*  $V_g$  en de *anodestroom*  $I_a$  wordt weergegeven door de zogenaamde  *$I_a$ - $V_g$  karakteristiek*.

De anodespanning  $V_a$  is hierbij constant gehouden.

Met behulp van de schakeling van figuur 92 zijn beide karakteristieken te bepalen.

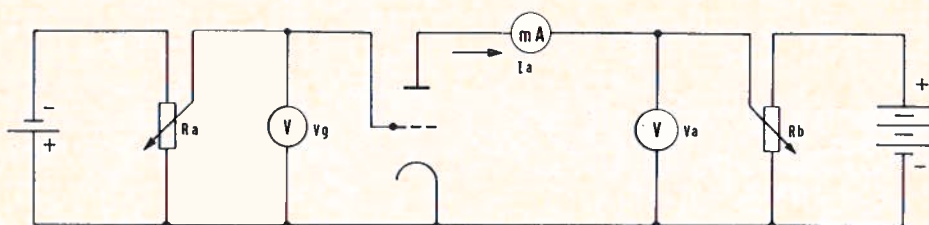


FIG. 92

Zowel de anodespanning  $V_a$  als de roosterspanning  $V_g$  zijn hier te variëren. De anodestroom  $I_a$  is eveneens steeds af te lezen. Door  $R_b$  te veranderen kunnen we de anodespanning wijzigen.

Stel, dat we de anodespanning vanaf 20 V met 40 V verhogen tot 300 V bij een bepaalde roosterspanning en de bijbehorende anodestroom dan telkens noteren.

Het voorgaande wordt enige malen herhaald bij een andere roosterspanning, zodat we uiteindelijk de volgende tabel kunnen samenstellen. (blz. 151). Wordt tabel 6 horizontaal afgelezen dan zien we, dat  $I_a$  en  $V_g$  variëren bij een constante  $V_a$ . Dit geeft de  $I_a$ - $V_g$  karakteristiek. Wordt tabel 6 vertikaal afgelezen dan zien we, dat  $I_a$  en  $V_a$  variëren bij een constante  $V_g$ . Dit geeft de  $I_a$ - $V_a$  karakteristiek.

Voor het samenstellen van de karakteristieken wordt voor  $V_a$  de positieve

Tabel 6

Va volt	Ia mA				
	Vg = 0V	Vg = -1V	Vg = -2V	Vg = -3V	Vg = -4V
20	0,6	0,0	-	-	-
60	1,3	0,1	-	-	-
100	2,1	0,4	-	-	-
140	2,9	0,9	0,1	-	-
180	3,9	1,7	0,2	-	-
220	4,8	2,5	0,6	-	-
260	-	3,4	1,3	0,1	-
300	-	-	2,1	0,5	0,1

Gemeten aan een ECC 83

horizontale as gekozen, omdat Va steeds positief is. Voor Vg wordt de negatieve horizontale as gekozen, omdat Vg steeds negatief is.

Voor Ia wordt de positieve vertikale as gekozen, omdat Ia altijd positief is.

De Ia-assen van beide grafieken kunnen worden samengevoegd tot één Ia-as; immers, in beide grafieken worden dezelfde Ia-waarden uitgezet (figuur 93). In de Ia-Va karakteristiek is Vg constant gehouden. In de Ia-Vg karakteristiek is Va constant gehouden. In verband met dit constant houden van één der groot-heden spreekt men van *statistische karakteristieken*.

Het blijkt ook mogelijk te zijn om karakteristieken te construeren uit de con-structie van weer andere karakteristieken. Zijn bijv. de Ia-Va karakteristieken geconstrueerd, dan zijn de Ia-Vg karakteristieken door constructie te verkrijgen. Het omgekeerde is ook mogelijk (zie de streeplijnen in figuur 93).

Probeer dit zelf na te gaan.

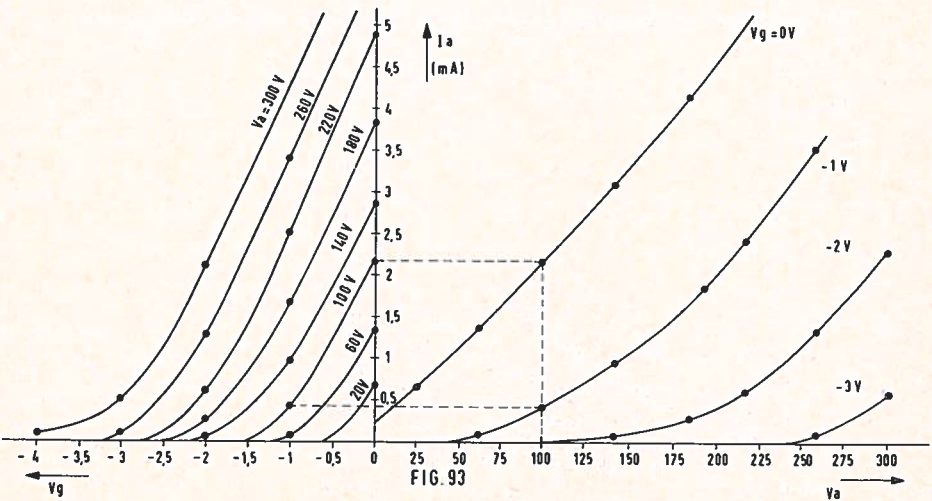


FIG. 93

Met het opnemen van tabel 6 moeten we wel zeer voorzichtig zijn.

De anodespanning moet steeds van 0, of in ons geval vanaf 20 V, langzaam worden verhoogd. Zouden we meteen de maximaal toelaatbare anodespanning bij een willekeurige roosterspanning aansluiten, dan is het mogelijk, dat de maximaal toelaatbare stroom ver overschreden wordt. De buis zou door de grote stroom vernield kunnen worden. Deze stroom geeft namelijk een oververhitting.

### 8.1. De Ia-Va karakteristieken.

Het verloop van de Ia-Va karakteristieken in figuur 93 is wel te verwachten. De triode gedraagt zich bij een roosterspanning van 0 V als een *diode*. Wordt het rooster met een negatieve spanning ingesteld, dan zal de anodestroom pas gaan vloeien als de afstotende werking van het rooster is overwonnen (negatieve spanning tegen negatieve elektronenstroom).

Wordt het rooster nog meer negatief ingesteld, dan moet de anodespanning hoger worden wil er een anodestroom gaan vloeien.

In verband met de *negatieve ruimtelading* (elektronenwolk) rondom de kathode, de *constructie* van de buis en de *negatieve roosterspanning* zullen de verschillende Ia-Va karakteristieken *niet* evenwijdig lopen.

Veelal worden deze verschillen verwaarloosd en worden de karakteristieken toch evenwijdig getekend. Er zullen nu zes grootheden, welke reeds eerder ter sprake kwamen, worden besproken. Drie hiervan in de Ia-Va karakteristiek en drie in de Ia-Vg karakteristiek.

#### 8.1.1 De gelijkstroomweerstand.

Door het niet recht zijn van de karakteristieken is de gelijkstroomweerstand van een triode niet constant. Wordt de roosterspanning te negatief ingesteld bijv. -4 V volgens tabel 6 en figuur 93, dan vloeit er *geen stroom* door de buis,  $I_a = 0$  mA.

De *gelijkstroomweerstand* is hierbij dan *maximaal* of wel *oneindig groot*.

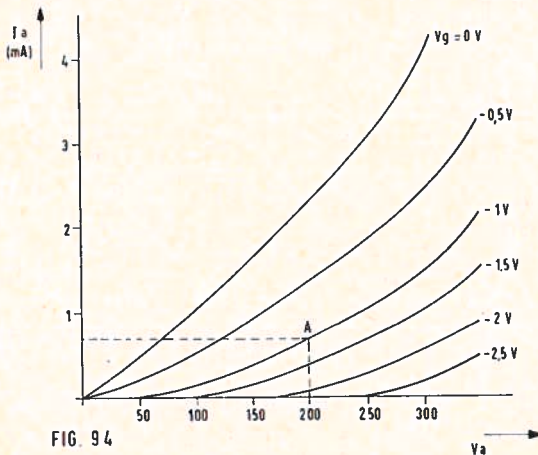


FIG. 94



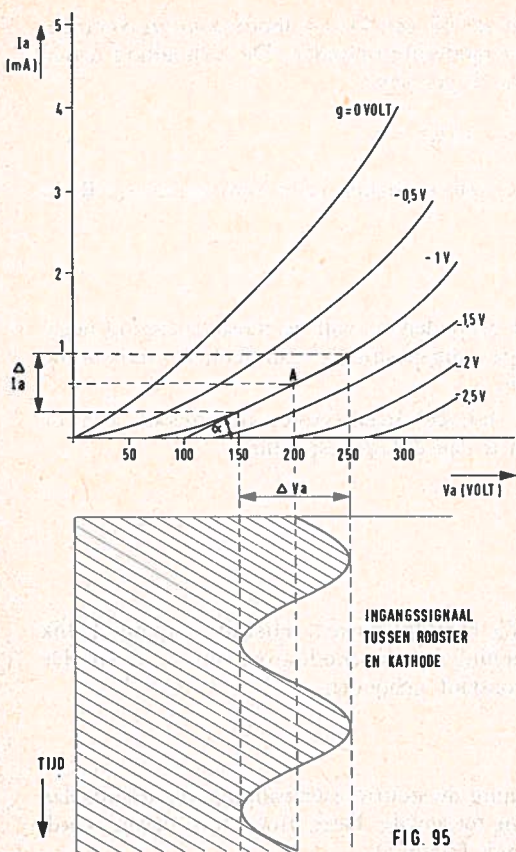


FIG. 95

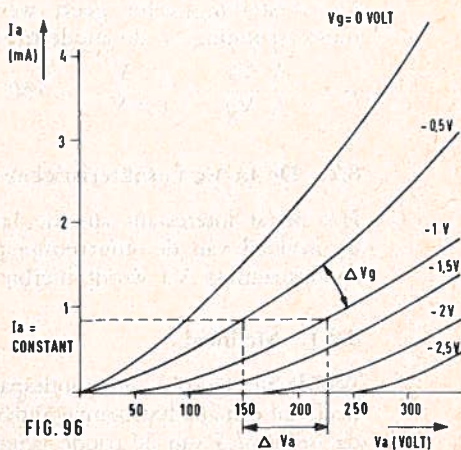


FIG. 96

Volgens een willekeurige triodekarakteristiek van figuur 94 is de gelijkstroomweerstand in punt A:

$$R = \frac{V_a}{I_a} = \frac{200 \text{ V}}{0,66 \text{ mA}} = 303030 \Omega = 303 \text{ k}\Omega.$$

### 8.1.2. De wisselstroomweerstand.

De *wisselstroomweerstand* van een triode wordt ook wel de *inwendige weerstand*  $R_i$  genoemd. Deze weerstand heeft met de gelijkstroomweerstand niets te maken.

Bij de inwendige weerstand gaat het om een liefst zo *klein* mogelijke *verandering* van de anodespanning en de anodestroom.

De gelijkstroomweerstand van een triode is alleen (bijna) gelijk aan de inwendige weerstand als de roosterspanning 0 volt is.

Ga dit na in figuur 95.

Is de roosterspanning constant, dan zal bij een kleine anodespanningsverandering een bijbehorende anodestroomverandering optreden. De verhouding tussen beide wordt de inwendige weerstand  $R_i$  genoemd.

$$R_{ix} = \frac{\Delta V_a}{\Delta I_a} = \frac{100 \text{ V}}{0,66 \text{ mA}} = 151515 = 151,5 \text{ k}\Omega$$

Meestal wordt aangenomen, dat de karakteristieken recht zijn, zodat ook  $R_i$  in dit gebied constant is.

### 8.1.3. De versterkingsfactor.

Wordt nu de anodestroom constant gehouden, terwijl de roosterspanning negatiever wordt gemaakt en de anodespanning positiever, dan geeft de verhouding van beide de versterkingsfactor aan.

De versterkingsfactor geeft weer, hoeveel maal groter de invloed van de roosterspanning op de anodestroom is dan de anodespanning.

$$\mu = \frac{\Delta V_a}{\Delta V_g} = \frac{75 \text{ V}}{0,5 \text{ V}} = 150$$

## 8.2. De $I_a$ - $V_g$ karakteristieken.

Het meest interessant zijn de  $I_a$ - $V_g$  karakteristieken. Hieruit is onmiddellijk de invloed van de stuurroosterspanning op de anodestroom af te lezen. De anodespanning  $V_a$  wordt hierbij constant gehouden.

### 8.2.1. Steilheid.

Wordt bij een constante anodespanning de stuurroosterspanning veranderd, dan heeft dit een anodestroomverandering tot gevolg. Deze stroomverandering wordt de *steilheid*  $S$  van de triode genoemd. Figuur 97.

Doordat de  $I_a$ - $V_g$  karakteristieken ongeveer evenwijdig lopen heeft eenzelfde

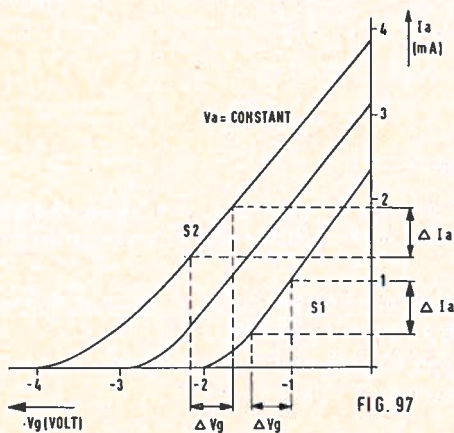


FIG. 97

AFKNIJPPANING  
 $V_a = 100V$   
 $I_a = 0mA$   
 $V_g = -2,2V$

FIG. 98

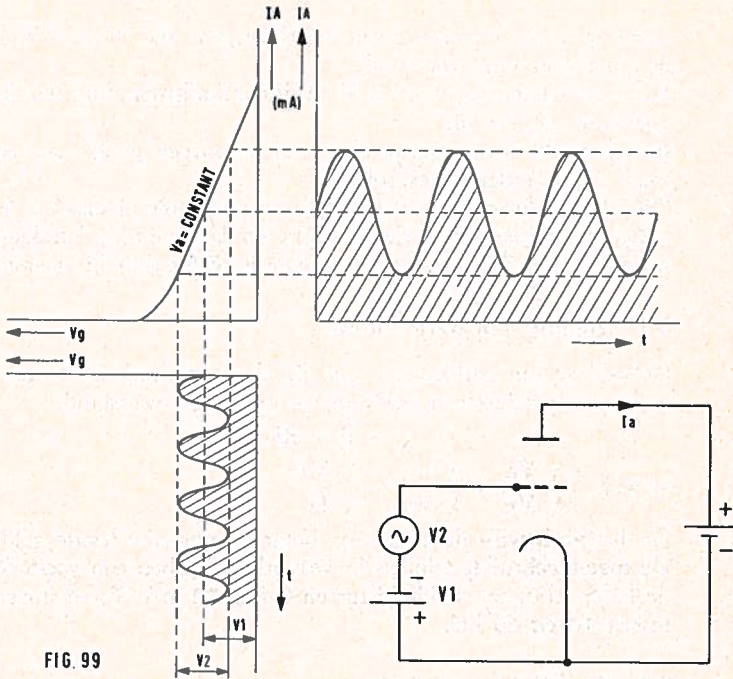
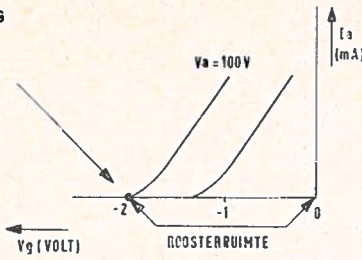


FIG. 99

roosterspanningsverandering steeds dezelfde anodestroomverandering tot gevolg. Zie figuur 97, S1 en S2.

$$S1 = \frac{\Delta I_a}{\Delta V_g} = \frac{1 - 0,4}{1,5 - 1} = \frac{0,6 \text{ mA}}{0,5 \text{ V}} = 1,2 \text{ mA/V.}$$

$$S2 = \frac{\Delta I_a}{\Delta V_g} = \frac{1,9 - 1,3}{2,1 - 1,6} = \frac{0,6 \text{ mA}}{0,5 \text{ V}} = 1,2 \text{ mA/V.}$$

### 8.2.2. Roosterruimte, afkniijppanning.

De roosterspanning kan dusdanig worden ingesteld, dat de *anodestroom nul mA* is bij een bepaalde vaste anodespanning. Deze ingestelde roosterspanning

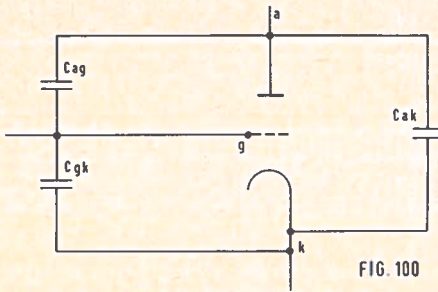


FIG. 100

wordt de *afkniijpspanning* van de triode genoemd. Deze afkniijpspanning is van de anodespanning afhankelijk.

De roosterspanning tussen 0 V en deze afkniijpspanning wordt de *roosterruimte* genoemd; figuur 98.

In figuur 99 is de superpositie te zien van een gelijk- en een wisselspanning, zoals reeds eerder is besproken.

Ook de anodestroom gaat hierdoor mee variëren. Helaas is deze anodestroomverandering niet zuiver sinusvormig, omdat de  $I_a$ - $V_g$  karakteristiek niet zuiver lineair is. Een kleine *vervorming* wordt echter dikwijls genomen.

### 8.3. Stelling van Barkhausen.

De stelling van Barkhausen zegt, dat de versterkingsfactor van een triode gelijk is aan het product van steilheid en inwendige weerstand.

$$\mu = S \times R_i$$

of wel: 
$$\frac{\Delta V_a}{\Delta V_g} = \frac{\Delta I_a}{\Delta V_g} \times \frac{\Delta V_a}{\Delta I_a}$$

Dit laatste bewijst deze stelling, hetgeen voor elke triode geldt.

De meest gebruikte trioden in versterkers hebben een versterkingsfactor tussen de 10 en 100; een steilheid tussen 0,4 en 12 mA/V; en inwendige weerstand tussen 10 en 60 k $\Omega$ .

### 8.4. Parasitaire capaciteiten.

De versterking van een triode  $\mu$  is niet dezelfde als die van een versterker met triode; deze is nl. altijd kleiner.

Door de constructie van de buis ontstaan tussen de elektroden capaciteiten.

Deze capaciteiten ontstaan niet alleen door het vacuüm van de buis met elektroden, maar ook door de pennen in de buisvoet en de aansluitdraden in de buis. Deze capaciteiten worden  $C_{ag}$ ,  $C_{gk}$  en  $C_{ak}$  genoemd (figuur 100).

Deze parasitaire capaciteiten hebben een zeer nadelige invloed, hetgeen later zal blijken.

De theorie ofwel de eigenschappen en karakteristieken van de diode en triode zijn hiermede behandeld. Hierna zullen deze buizen in praktische toepassingen worden gezien.

(wordt vervolgd)

Bij J. B. Wolters Uitgeversmaatschappij N.V. te Groningen is uitgegeven een boek getiteld: Het Nijverheidsonderwijs.

„*Constructieeler voor metaalbewerkers 1.*”

Na bestudering van dit boek komt men tot de conclusie, dat als men zijn mening over de inhoud wil geven, het beste doet de *Inleiding* te plaatsen.

Een en ander omdat de schrijvers B. Hazelhof, A. Hensen en S. K. Wolf in dit boek hun doelstelling op voortreffelijke wijze hebben bereikt.

#### INLEIDING.

In dit eerste deel *Constructieeler voor metaalbewerkers* willen we de leerlingen van de L.T.S. enige kennis bijbrengen van de verschillende constructies die bij het samenstellen van werktuigonderdelen voorkomen. Ingewikkelde machines zijn uit tal van kleinere onderdelen samengesteld. Deze onderdelen moeten op de een of andere manier aan elkaar worden bevestigd. Sommige machinedelen worden blijvend aan elkaar verbonden, andere delen moeten daarentegen zodanig aan elkaar vastgemaakt worden dat ze ook weer gedemonteerd kunnen worden.

We moeten ons dus bij het bouwen van werktuigen voortdurend afvragen, welke verbinding tussen de machinedelen het meest geschikt is. Voor de ene verbinding zal men schroeven gebruiken, voor een andere constructie zal men lasverbindingen kiezen enz. Het vak „*Constructieeler*” heeft onder andere ten doel ons te leren een goede keuze te maken uit de verschillende verbindingsmiddelen.

Maar om een keuze te kunnen maken, moeten we precies de voor- en nadelen van deze verbindingsmiddelen kennen.

Het zal duidelijk zijn, dat het vak „*Constructieeler*” onmisbaar is om een goed vakman te worden. Wat is een goed vakman? Wel, dat is iemand die o.a. goed op de hoogte is van allerlei constructies en verbindingen. Daardoor is hij in staat tot het demonteren en monteren van allerlei machinedelen en zelfs van gehele machines. Hij weet hoe de verschillende onderdelen tot één geheel zijn samengesteld. Verder weet hij welke krachten op de machinedelen werken. Hierdoor kan hij de machines zo behandelen, dat ze lange tijd in goede staat blijven. Soms gebeurt het wel dat zulk een vakman een bepaalde constructie verbetert. Hierdoor kan het mogelijk zijn dat een machine beter werkt of op een eenvoudiger wijze gemonteerd kan worden.

Van een goed vakman mogen we ook verwachten, dat hij technische tekeningen kan lezen en de betekenis kent van allerlei vaktermen en uitdrukkingen. Het is te begrijpen, dat al deze hoedanigheden niet vanzelf ons eigendom worden.

Er zijn veel jaren van hard leren voor nodig om de vereiste vakkennis op te doen. Als we ons hiervoor willen inspannen, dan behoeven we er niet aan te twifelen dat we ons in de toekomst ook een goed vakman mogen noemen.

Het boek is met tekeningen en foto's keurig verzorgd, terwijl met het beant-

door P. v. d. Leest

*Vervolg Les VII.*

## Stijl.

„De sleper gooit *handig* de smeerlap voor de sleeijzers”.

Het woord *handig* verheldert de betekenis van gooien. Als er had gestaan inplaats van *handig*, *sloom*, *slordig*, *stuntelig*, dan zou de betekenis van gooien een andere kleur hebben gekregen. Zoals we de bijvoeglijke naamwoorden gebruiken tot verheldering van wat we met zelfstandige naamwoorden zeggen, zo gebruiken we de bijwoorden in de zin om andere woorden dan zelfstandige naamwoorden scherper te belichten.

Ga maar eens na:

Jan schrijft.

De machine loopt.

De vogel fluit.

Het regent.

Het werd donker.

Het is koud.

De chauffeur reed snel.

Jan schrijft *regelmatig*.

De machine loopt *geruisloos*.

De vogel fluit *schel*.

Het regent *hard*.

Het werd *plotseling* donker.

Het is *vinnig* koud.

De chauffeur reed *razend* snel.

Probeer nu zelf bijwoorden te vinden, die duidelijk maken, wat je zeggen wilt.

Piet voetbalt . . . . .

Mijn zusje leest . . . . . maar schrijft . . . . .

Het dondert . . . . .

De hond jankt . . . . .

De klok luidt . . . . .

Het is hier . . . . . tochtig.

De diesel loopt . . . . . snel.

Ze had een . . . . . wit jurkje aan.

Kees trok een . . . . . vies gezicht.

Het gebruik van het juiste voorzetsel is niet gemakkelijk.

Luister maar eens naar een vreemdeling, die nederlands spreekt.

Ook al is hij onze taal vrij machtig, dan hoor je hem vaak fouten maken in het gebruik van voorzetsels.

woorden van een zeer uitgebreid aantal los bijgevoegde vragen kan worden nagegaan of de behandelde materie begrepen is.

Wij kunnen dit boek bijzonder aanbevelen. Het is bij voornoemde uitgever verkrijgbaar gesteld.

Het kost f 6,90; bij aanschaffing van 20—50 exemplaren f 6,20 per exemplaar, bij aanschaffing van 51—100 exemplaren f 5,85 per exemplaar, bij aanschaffing van 101 en meer exemplaren f 5,50 per exemplaar.

De Redactie.

## Oefening.

a. *Vul het juiste voorzetsel in.*

Ik schaam me . . . . . je gedrag.

Jan is verzot . . . . . vis.

Het hart draait me . . . . . mijn lijf.

Piet trekt de neus . . . . . ons op.

Waarom spot je . . . . . de gebreken van dat jongetje.

Ik ben beu . . . . . je gezeur.

Dat zal wel . . . . . het weer liggen.

Je kunt die brutaliteit niet . . . . . zijn kant laten gaan.

De koopman heeft een wanbetaler . . . . . het gerecht gedaagd.

Het hapert ons . . . . . goede hulp.

De veroordeelde beruste niet . . . . . zijn vonnis.

Onze hond is verzot . . . . . kersen.

Wie zich . . . . . een ander spiegelt, spiegelt zich zacht.

Men moet dieven . . . . . dieven vangen.

We krijgen het wel klaar, maar het gaat . . . . . kunst en vliegwerk.

Wees voorzichtig met dat zaakje, ga niet . . . . . een nacht ijs.

b. *Vervang de cursief gedrukte woorden door alledaagse.*

*Allengskens* verminderde het aantal vluchtelingen.

De gewonde chauffeur is gisteren *overleden*.

De *teraardebesteding* zal maandag plaatsvinden.

De onverlaten *hadden zich niet ontzien* het graf te *schenden*.

Vol moed *togen* we aan het werk.

Als we de antieke bokaal wat *nauwlettender beschouwen* merken we al *spoedig*, dat hij niet echt is.

Na de storm was alles *deerlijk* gehavend.

Het *bevreemt* me *ietwat*, dat we nog niets van hem gehoord hebben.

Bij elke opmerking keek de man me *gramstorig* aan.

We hadden zelden zo'n *rampspoedige* tocht gehad.

## LES VIII.

### Grammatica.

We hebben nu alle zinsdelen gehad, die we bij de redekundige ontleding meestal gebruiken nl.: onderwerp, gezegde, lijdend voorwerp, meewerkend voorwerp, bijvoeglijke en bijwoordelijke bepalingen.

We gaan meestal niet verder, hoewel men de bijwoordelijke bepalingen soms verdeelt in allerlei groepen o.a. van tijd, plaats, enz. Deze onderscheiding heeft weinig zin en we houden het dus maar bij de voornoemde, dan komen we nog problemen genoeg tegen.

„*De soldaten lagen verkleumd in de loopgraaf*”.

Waar hoort dat woord *verkleumd* nu bij? Waar zegt het iets van?

Van de *soldaten* natuurlijk, het is dus een *bijvoeglijke bepaling* en *verkleumd* is dus een *bijvoeglijk naamwoord*.

Maar het staat ook weer niet helemaal los van *lagen*; dat rekenen we dan maar niet mee.

„Ik verf de muur rood.”

Alweer een probleem. Waar hoort *rood* bij? Bij de *muur* of bij *verven* of bij beide? De *muur* wordt *rood* door het verven; het woord zegt dus in elk geval iets van de muur; noem het dus maar weer een *bijvoeglijke bepaling* in de *redkundige*, en een *bijvoeglijk naamwoord* in de *taalkundige ontleiding*.

### Oefening.

*Ontleed de volgende zinnen redkundig, zo volledig mogelijk.*

Wie heeft je dat onzinnige verhaal verteld?

Jan heeft het me gisteren op school verteld.

We zaten in de achterste bank te praten.

De leraar merkte het gelukkig niet.

Hij stond op het bord te schrijven.

Hij was helemaal verdiept in zijn werk.

Ik zal U de volgende week een dikke brief met een massa bijzonderheden sturen.

Doe je er dan ook een foto van jullie huis bij?

De kinderen speelden op het plein achter de school.

Daar mag je niet voetballen.

In 1958 zag je geen diligences meer.

Op de bok zat een koetsier in een mooie livrei met glimmende knopen.

Wij verlangen erg naar vakantie.

We gaan met ons hele gezin naar de duinen.

Geef mij maar een glas duinwater uit de kraan.

### Spelling: De Apostrof.

We moeten wel onderscheid maken tussen een *komma* en een *apostrof*.

Een komma is een leesteken en geeft zo goed en zo kwaad als dat kan, een rust aan, een adempauze bij het lezen van proza en poëzie. Men springt hier wel eens vreemd mee om. Soms vallen die rusten, die adempauzen precies daar, waar een lange samengestelde zin in enkelvoudige zinnen kan worden verdeeld.

„Jan wilde wel iets zeggen, maar die andere jongen viel hem in de rede”.

Achter *zeggen* zal iedereen wel even rusten, maar dat is bijv. helemaal niet het geval in: „Ze zeggen dat er een vliegtuig gevallen is”.

Daarom komt er hier achter *zeggen* geen komma te staan.

Nogmaals, de komma is een ritmisch teken, een leesteken.

Geheel iets anders is de apostrof (of weglatingsteken). Die gebruiken we dus als we willen aangeven dat er iets is weggelaten.

„Dat 's bij jullie buiten beter.”

In de gewone gesproken taal zegt iemand waarschijnlijk niet:

Dat *is* beter, maar *dat's* beter.

Om nu de weglating van de *i* van *is* aan te geven staat er op die plaats een apostrof.

„'t Smaakt beter”. In zeer verzorgde of nadrukkelijke taal zegt iemand misschien wel eens „Het smaakt beter”. Als we nu de gesproken taal willen afbeelden, gebruiken we inplaats van *bet* dus 't.