

# STUDIEBLAD

TECHNISCH BLAD VOOR  
PTT PERSONEEL

Nr. 6, 37e jaargang

juni 1982

In dit nummer o.a.:

**Beschouwingen over diverse modulatiemethoden bij TDM-systemen**

**NOS/PTT microfoons (4)**

**Transmissie- en telecommunicatietechniek**

**Technisch Engels**

**Examen opgaven**

**Examen oplossingen**



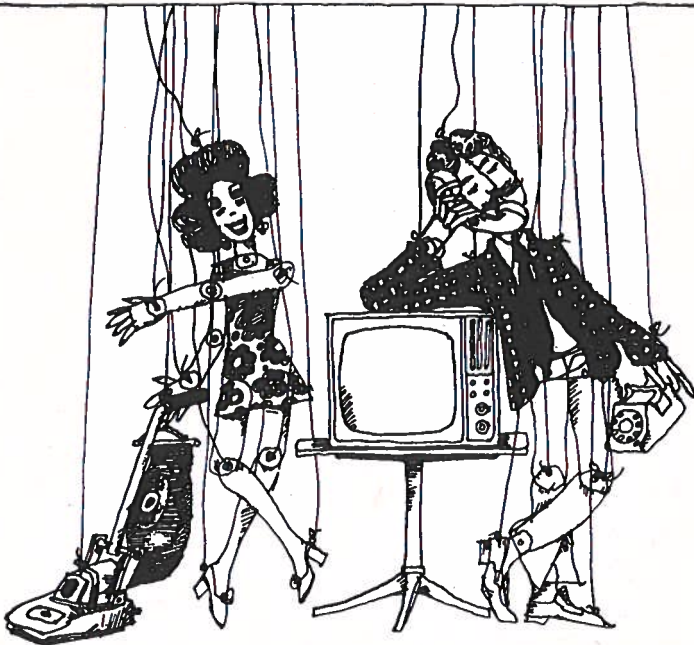
Het geprogrammeerd aanbrengen van componenten op prentplaten bij de Centrale Werkplaats PTT te Den Haag.

# 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**

# Beschouwingen over diverse modulatiemethoden bij TDM-systemen

ir. J. P. M. Akerboom

## Inleiding

In dit artikel worden methoden uiteengezet om analoge informatie om te zetten in digitale informatie.

Omdat economische voordelen moeten worden afgewogen tegen nadelen als grotere vervorming, is er altijd sprake van een compromis.

Keuzemogelijkheden worden duidelijk tegen elkaar afgewogen.

TDM (time division multiplex) is gebaseerd op het bemonsteringstheorema, dat zegt dat een signaal (begrensd in bandbreedte tot  $W$  Hz) is bepaald, indien de signaalamplitudes op een „afstand” gelijk aan of kleiner dan  $\frac{1}{2W}$  s worden gegeven. In fig. 1 is dit in tekening gebracht.

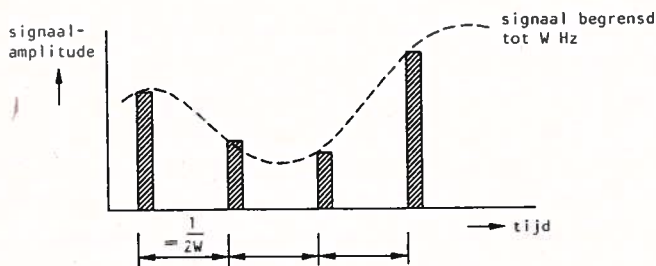


fig. 1.

De zogenaamde monsters (samples) kunnen weer worden toegevoerd aan een filter dat bij  $W$  Hz afsnijdt, waarna het oorspronkelijke signaal aan de uitgang van het filter verschijnt. Daar het niet mogelijk is een filter te maken dat precies bij  $W$  Hz „ideaal” afsnijdt – een dergelijk filter kan slechts worden benaderd – zal enige vervorming optreden. Het in fig. 1 weergegeven gemoduleerde signaal bestaat nu uit pulsamplitudemonsters met een breedte die afhankelijk is van de toegepaste technieken. Door een aantal signalen achter elkaar te bemonsteren kan men de monsters van deze signalen na elkaar overbrengen; men stapelt dus in tijd: TDM = time division multiplex. Teneinde te weten bij welk signaal (ook wel kanaal genoemd) het monster behoort, heeft men een synchronisatiekenmerk nodig. In fig. 2 is dit verduidelijkt.

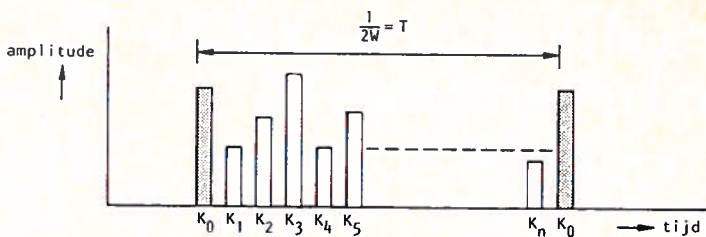


fig. 2.

Tijdsleuf nul ( $K_0$ ) is de zogenaamde synchronisatietijdsleuf waarin het synchronisatiekenmerk is ondergebracht, gevolgd door de kanalen in de tijdsleuven  $K_1, K_2 \dots K_n$ . Opgemerkt zij dat elk kanaal in een dergelijk systeem geen hogere frequenties in het frequentiespectrum mag hebben dan  $W$  Hz. De tijdsduur  $\frac{1}{2W}$  wordt de rasterduur (ook wel frameduur)  $T$  genoemd en het geheel binnen deze tijd  $T$  noemt men het raster (ook wel frame).

Indien het signaal van fig. 2 wordt getransporteerd moet aan de ontvangzijde een synchronisatiedetectiemechanisme aanwezig zijn, dat het synchronisatiekenmerk in  $K_0$  zoekt. Is dit gevonden, dan is de volgende tijdsleuf kanaal  $K_1$ , enzovoorts. Is de kanaalidentificatie aan de ontvangzijde niet juist, dan zal moeten worden gezocht naar het synchronisatiekenmerk; dit noemt men wel framing. De tijd, hiermee gepaard gaande, de hersynchronisatietijd, zal men zo kort mogelijk wensen te maken. Deze tijd is het kortst, indien het synchronisatiekenmerk in  $K_0$  niet in andere tijdsleuven of combinatie van 2 opeenvolgende tijdsleuven kan worden gesimuleerd. Men heeft dan een direct systeem (forward acting). Indien simulatie van het synchronisatiekenmerk wel optreedt, kan men pas besluiten dat men in synchronisatie is, nadat een voldoende aantal malen achter elkaar het synchronisatiekenmerk op de juiste tijdstippen is ontvangen. Men noemt dit wel een „backward acting” systeem.

## Modulatiemethoden

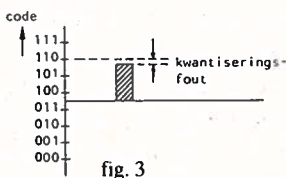
### *PAM-PBM-PPM*

In het voorgaande is eigenlijk al een modulatiemethode besproken, namelijk PAM (PulsAmplitudeModulatie). Het is echter ook mogelijk om deze PAM-pulsen om te zetten in pulsen met constante hoogte en variabele breedte; dit is dan PBM (PulsBreedteModulatie). Een andere methode is om pulsen met constante hoogte en breedte een variabele plaats in een vast tijdrooster te geven, hetgeen PPM (PulsPlaatsModulatie) wordt genoemd; de afwijking van de pulspositie ten opzichte van het tijdrooster is dan een maat voor de amplitude.

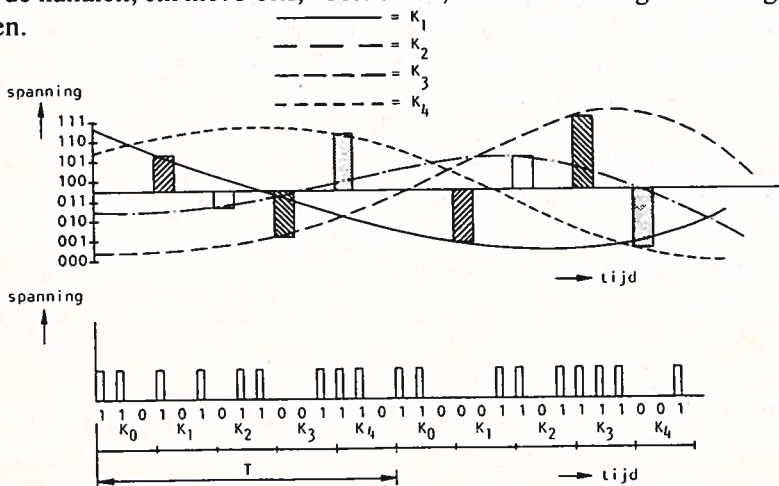
Alle hierboven genoemde modulatiemethoden maken gebruik van het bemonsteringstheorema en zijn analoog, daar de analoge informatie van het oorspronkelijke signaal nog voorkomt in amplitude (PAM), in breedte (PBM) of in plaats (PPM).

### PCM

Een methode om van een analoog signaal over te gaan naar een zuiver digitaal signaal is bijvoorbeeld PCM (PulsCodeModulatie). Met behulp van een codeerinrichting (coder) worden de pulsamplitudemonsters omgezet in binaire getallen. In fig. 3 is dit aangeduid voor een gegeven sample. Daar de amplitude boven het midden van de codes 101 en 110 ligt, wordt dit monster weergegeven door de codecombinatie 110. Zou het monster onder dit midden liggen, dan zou de codecombinatie 101 zijn. Er wordt dus in deze zogenaamde digitalisering van het analoge signaal (PAM-monster) een afrondingsfout gemaakt, de zogenaamde kwantiseringsfout, die aanleiding geeft tot kwantiseringsvervorming. Deze vervorming zal kleiner worden naarmate men meer codes (dus ook meer bits) gebruikt, waardoor een fijnere verdeling van de verticale as van fig. 3 wordt verkregen. Een 0-sigitaal wordt dus volgens dit figuur of door 100 of door 011 weergegeven.



In een TDM-stelsel, waarbij bijvoorbeeld een synchronisatietijdsleuf en 4 gecodeerde kanalen, elk met 3 bits, voorkomen, kan men het diagram van fig. 4 opzetten.



Hierin is  $K_0$  de tijdsleuf (in dit voorbeeld) als synchronisatiekenmerk de code 110 voorkomt. Het bovenste deel van fig. 4 geeft de analoge signalen van de kanalen  $K_1$  t/m  $K_4$  met hun respectieve monsters weer en het onderste deel geeft de hierbij behorende codes. Er kan daarbij een afrondingsfout ontstaan, die maximaal gelijk is aan de halve code-afstand. De periodeduur  $T$  mag hoogstens gelijk zijn aan  $\frac{1}{2W}$  s, waarin  $W$  de hoogste voorkomende frequentie in één van de signalen  $K_1$  t/m  $K_4$  is.

Indien we ons tot telefoniesignalen beperken, is een spraakband tot 3400 Hz voldoende voor de verstaanbaarheid. De bemonsterfrequentie zou dan dus  $2 \times 3400 \text{ Hz} = 6,8 \text{ kHz}$  kunnen zijn. Om een niet al te duur filter per kanaal aan de zenzijde en de ontvangzijde te moeten maken, neemt men echter in het algemeen 8 kHz als bemonsterfrequentie, zodat de rasterduur  $T$  gelijk wordt aan  $125 \mu\text{s}$ .

We hebben dus (zie fig. 4) een digitale informatiestroom verkregen door een aantal (in dit geval 4) analoge signalen na elkaar via een analoog-digitaal-omzetter in een zogenaamde gekwantiseerde vorm om te zetten.

We gaan nu nog even verder in op de manier van coderen volgens het PCM-principe. Zoals uit fig. 3 blijkt, is de maximale kwantiseringsfout bij elk signaalmonster even groot, daar we de verticale as in deze figuur in gelijke parten hebben gedeeld. Kleine amplitudes, die relatief veel informatie bevatten, worden procentueel slechter afgerond dan grote amplitudes. Voor het verkrijgen van een procentueel gelijke afrondingsfout over het gehele amplitudengebied zou dus eigenlijk de verdeling in de kleinere amplitudenrangen fijner moeten worden. Men noemt dit compressie, waarbij de zwakke signalen relatief meer worden versterkt dan de sterke signalen. De karakteristiek volgens welke dit gebeurt, is de compensatiekarakteristiek. Aan de ontvangzijde zal het tegenovergestelde proces moeten plaatsvinden: de expansie volgens de expansiekarakteristiek, en wel zo dat het produkt van compressie en expansie één is of althans een constante.

### **Coderingsmethoden voor PCM**

De codering van een PAM-monster in een code kan op vele manieren plaatsvinden. Wat het principe hiervan betreft kan men onderscheid maken tussen „word at a time“-codering, „bit at a time“-codering en „step at a time“-codering.

#### *„Word at a time“-codering*

Bij dit principe zijn alle codes, bijvoorbeeld in de vorm van spanningen, aanwezig en wordt het PAM-monster direct, in één stap, omgezet in de

dichtstbijzijnde code. In fig. 5 is dit voor een code van 3 bits, waarbij dus 8 referentiespanningen aanwezig zijn, aangegeven. Opgemerkt zij dat de compressie nog niet is toegepast. In deze figuur wordt het „gearceerde” monster in één keer (zie stippellijn) omgezet in de code 5 (= 101 in BCD-codering). Praktisch kan dit bijvoorbeeld worden gerealiseerd met een elektronenstraalbuis, waarbij de afbuigspanning het PAM-sigitaal is en op de buis roosters zijn aangebracht die de betreffende codes voorstellen.

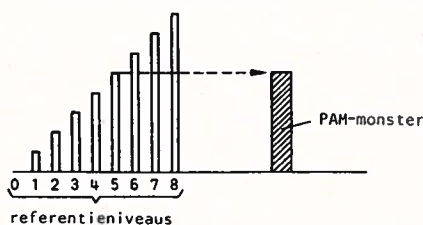


fig. 5.

### „Bit at a time”-codering

Voor het bepalen van de eerste bit moet worden nagegaan (met behulp van een verschillingsversterker), of het monster groter of kleiner is dan de halve referentiespanning  $E_{ref}$  (zie fig. 6).

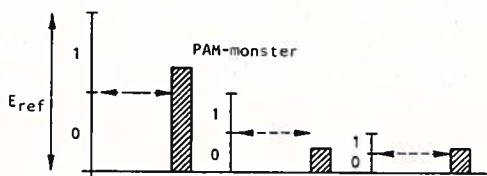


fig. 6.

Is het monster groter, dan wordt de eerste bit een 1. In dit geval wordt dan  $1/2 E_{ref}$  van het monster afgetrokken en wordt dit nieuwe monster vergeleken met  $1/4 E_{ref}$ . Daar het nieuwe monster kleiner is dan  $1/4 E_{ref}$ , is de 2e bit een 0. Tenslotte wordt het zojuist ontstane monster vergeleken met  $1/8 E_{ref}$  (zie fig. 6). Aangezien dit monster groter is dan  $1/8 E_{ref}$ , wordt de derde bit een 1. We hebben dus 3 keer (zie stippellijnen in fig. 6) moeten vergelijken om de code 101 te krijgen. Een praktische uitvoering is de zogenaamde „feedback-coder”.

### „Step at a time”-codering

In deze codering wordt eerst de „laagste” codegroep vergeleken met het PAM-monster. Is deze lager dan het PAM-monster, dan wordt één stap verder

nagegaan of de volgende codegroep kleiner is. Dit gaat zo door tot het moment dat het eerstvolgende codewoord groter is dan het PAM-monster. In fig. 7 is dit weergegeven voor een codering van 3 bits, waarbij het monster weer de code 101 krijgt. Een praktisch voorbeeld is een PAM-PBM-omzetter, waarbij het breedte-gemoduleerde signaal een teller gedurende de pulsbreedte laat tellen. De stand van de teller vertegenwoordigt dan de code. Men noemt dit wel de telcoder.

Voor een codering van  $n$  bits hebben we respectievelijk 1,  $n$  en  $2^n$  stappen in de drie hiervoor genoemde coderingen nodig om de gewenste code te verkrijgen.

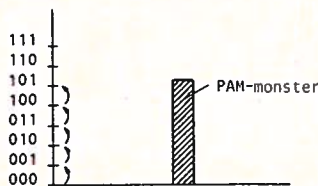


fig. 7.

### Compressiemethoden voor PCM

Hiervoor hebben we gezien dat het nodig is om compressie toe te passen, teneinde een zo goed mogelijk constante kwantiseringsvervorming van alle signaalamplitudes te verkrijgen. Daartoe moeten de zwakke signalen relatief meer worden versterkt dan de sterke signalen. De compressiekarakteristiek zal daarom een vorm moeten hebben zoals in fig. 8 is aangegeven.

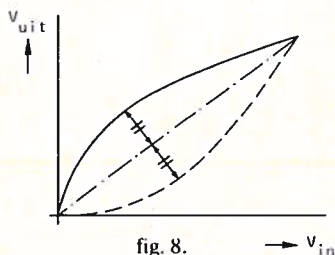


fig. 8.

De coördinaatassen zijn in deze figuur aangegeven in spanningen: de ingangsspanning  $V_{in}$  en de uitgangsspanning  $V_{uit}$ . De functie die in fig. 8 is weergegeven, zal op fysische wijze moeten worden gerealiseerd. Een van de eerst toegepaste functies voor de compressiekarakteristiek was de zogenaamde  $\mu$ -karakteristiek, die met behulp van een diode-weerstand-netwerk kon worden gerealiseerd. Het verband tussen  $V_{uit}$  en  $V_{in}$  wordt door de genormeerde vergelijking



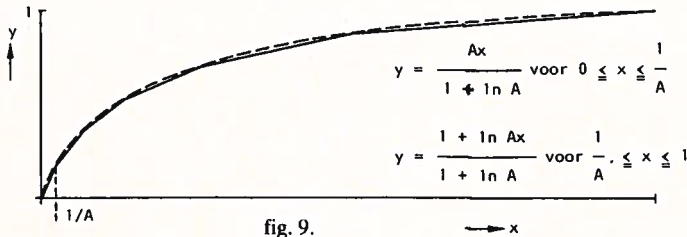
$$y = \frac{V_{uit}}{V_{in}} = \frac{\log(1 + \mu x)}{\log(1 + \mu)} \quad \text{waarin } 0 \leq x \leq 1$$

De expansiekaracteristiek aan de ontvangkant moet een spiegelbeeld van de compressiekaracteristiek aan de zendkant zijn (zie stippelijijn in fig. 8). Het zal duidelijk zijn dat, ingeval de kanalen in een TDM-schakelcentrum worden geschakeld, alle compressiekaracteristieken en alle expansiekaracteristieken gelijk moeten zijn, daar in dit geval elke compressor met elke andere expander moet kunnen samenwerken.

Bovengenoemde compressie kan dus met relatief goedkope elementen worden gemaakt. Indien men er echter van uitgaat dat de relatieve kwantiseringsfout constant moet zijn, komt men tot een wiskundige formulering, de zogenaamde A-karakteristiek.

$$y = \frac{V_{uit}}{V_{in}} = \frac{1 + \ln Ax}{1 + \ln A} \quad \text{waarin } A = 87,6$$

Deze functie, die men slechts kan benaderen met fysische elementen, wordt voor  $x < \frac{1}{\epsilon A}$  negatief. De meest eenvoudige methode is om de karakteristiek met behulp van een aantal rechte lijnstukken te benaderen, waarbij voor  $0 < x < \frac{1}{A}$  een rechte lijn uit de oorsprong wordt getrokken  $y = \frac{Ax}{1 + \ln A}$ , zie fig. 9.



Men noemt dit wel de „piecewise-linear” compressie.

De hier genoemde  $\mu$ - en A-karakteristiek zijn wel de meest toegepaste compressiekaracteristieken.

Wat compressie en codering betreft kan men:

1. eerst compressie toepassen en dan codering;
2. eerst codering toepassen en dan compressie;
3. codering en compressie tegelijkertijd toepassen.

Alle drie vormen van compressie en codering komen in de praktijk voor.

## Deltamodulatie

Het hiervoor beschreven PCM-systeem is dus een zogenaamd discreet systeem: op vaste tijdsafstanden is er al of niet een puls aanwezig. Een ander discreet systeem, dat volgens een ander principe werkt, is de deltamodulatie. In fig. 10 is dit aangegeven. Het te coderen signaal  $s$  wordt aan de verschil-

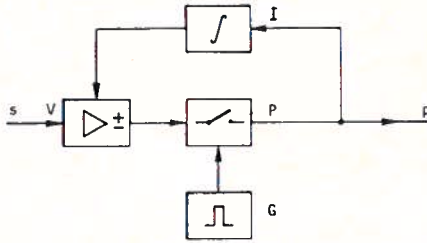


fig. 10.

versterker  $V$  met een signaal van de integrator  $I$  vergeleken. Is dit verschil negatief of positief, dan wordt de „schakelaar” in de poort  $P$  al of niet gesloten. Is de schakelaar  $P$  gesloten en komt een puls van de generator  $G$ , dan zal deze puls worden uitgezonden ( $p$ ) en ook aan de integrator  $I$  worden toegevoerd. Het uitgangssignaal van  $I$  wordt hierdoor groter, waardoor het signaal  $s$  wordt benaderd. Op discrete tijdstippen bepaald door de generator  $G$ , worden dus al of niet pulsen over de lijn gezonden. Ook hier wordt het analoge signaal gedigitaliseerd. In fig. 11 is dit verduidelijkt. De zogenaamde bemonster-

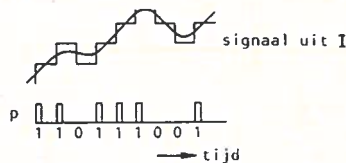


fig. 11.

frequentie moet in dit modulatieproces ongeveer 50 kHz zijn voor spraak. Dit is dus een codering van 1 bit. Door ook hier multiplexing toe te passen kan men een TDM-systeem krijgen. Opgemerkt zij dat in dit systeem een code per kanaal moet worden toegepast.

### Voor- en nadelen van digitalisering en stapeling in tijd van analoge signalen

In het voorafgaande hebben we gezien dat PCM en deltamodulatie twee mogelijke manieren zijn om analoge informatie om te zetten in discrete informatie. Op het ogenblik is, economisch gezien, PCM de goedkoopste methode voor telefonie, daar codering, compressie en centrale besturing gemeenschappelijk kunnen worden uitgevoerd voor een aantal (in USA 24, in Europa 32) tijdsleuven. Hetzelfde geldt in omgekeerde richting voor decodering, expansie en centrale besturing, daar PCM een vierdraadstransmissie-systeem is.

#### Voordelen

- Eén van de grootste voordelen van digitalisering van analoge signalen is dat met behulp van zogenaamde regeneratieve repeaters, die op bepaalde afstanden (orde van grootte 2 km) in het transmissietraject worden opgenomen, de nadelige invloeden van ruis en overspraak op de overdracht kunnen worden opgeheven. In deze repeaters wordt, uit het aangeboden verzwakte en vervormde PCM-signaal, een sampling-wave gemaakt, die de signalen aftast en deze weer uitzendt in de gewenste digitale vorm. In fig. 12 is dit verduidelijkt.

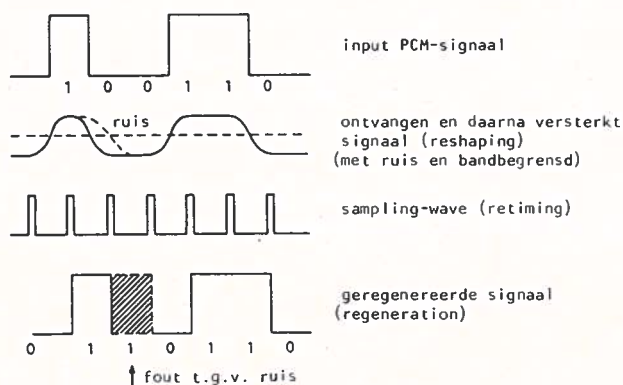


Fig. 12.

Er kunnen dus fouten ontstaan ten gevolge van ruis, overspraak e.d. De kans hierop zal kleiner worden wanneer o.a. de repeater afstand kleiner wordt. In fig. 12 is duidelijk te zien dat men een behoorlijke vervorming mag toelaten voordat er een fout in een bit optreedt.

- In een TDM gedigitaliseerd systeem wordt een aantal tijdsleuven achter elkaar in tijd getransporteerd over één traject, welk traject ook wel de hoofdweg (highway) wordt genoemd. Het schakelen van telefoongesprekken, in dit geval de kanalen, komt neer op het gedurende de tijd van één kanaal sluiten van een schakelaar. Deze schakelaar kan hierna weer voor een ander kanaal worden gebruikt. Hierdoor is het dus mogelijk een schakelaar gemeenschappelijk voor vele kanalen, na elkaar in de tijd te gebruiken. Hierin ligt één van de voordelen van een TDM-PCM-centrale ten opzichte van een conventionele centrale, waarin voor ieder gesprek elke schakelaar in deze verbinding gedurende de gespreksduur wordt gebruikt.
- Een ander voordeel is dat gebruik kan worden gemaakt, vooral in de PCM-centrales, van technieken die zijn en worden ontwikkeld voor computers en processoren. Men denke hierbij aan de ontwikkeling van geheugens, die voor een PCM-centrale van groot belang zijn.

#### *Nadeel*

Het grote nadeel is dat voor transmissie van gedigitaliseerde analoge informatie een veelvoud van de oorspronkelijke bandbreedte nodig is. Het volgende moge dit duidelijk maken. Voor een tot 3400 Hz begrensd telefoonsignaal is een bandbreedte nodig van:  $8000 \text{ Hz (bemonsteringsfrequentie)} \times 8 \text{ (indien elke sample met 8 bits wordt gecodeerd)} : 2 \text{ (ongeveer de helft is nodig om een digitaal signaal te kunnen overbrengen)} = 32 \text{ kHz}$ , dus een ca. 10 keer zo grote bandbreedte. Hierbij zij opgemerkt dat dit een zuiver informatie-theoretisch nadeel is. Echter de economie van het systeem is bepalend.

In een volgend artikel zal worden ingegaan op de TDM-centrale, gebaseerd op het tegenwoordig meest toegepaste systeem, namelijk pulscodemodulatie.

# Microfoon-toepassingen bij muziekuitzendingen (4)

J. S. Koolschijn  
(Vervolg van blz. 141.)

## *Versterkers*

Niet alleen de microfoons (hiervoor behandeld), ook de versterkers die erop volgen moeten aan strenge eisen voldoen.

- amplitude/frequentiekarakteristiek zo recht mogelijk in het gehele hoorbare gebied (binnen bepaalde toleranties)
- transientgetrouwheid
- ongevoeligheid voor mechanische schokken, vocht en temperatuur (gebruiksomstandigheden)
- zo constant mogelijke faserelatie tussen in- en uitgaand signaal voor alle frequenties
- eigen stoorniveau zo laag mogelijk
- geen eigen lineaire vervorming, behalve opzettelijk aangebracht d.m.v. regelorganen (toonregeling, equalising, kapfilters)
- geen eigen niet-lineaire vervorming, behalve opzettelijk aangebracht d.m.v. regelorganen (zoals in elektrische gitaren, elektrische orgels, synthesizers)
- zo groot mogelijke oversturingsreserve

Vooraf na de geweldige technologische ontwikkelingen, die hebben geleid tot de fabricage van halfgeleiders en geïntegreerde schakelingen, hebben diverse fabrieken van professionele geluidsapparatuur, maar ook de NOS zelf, studio-installaties ontworpen en gebouwd, die in staat zijn het door de microfoons geproduceerde signaal te bewerken tot de illusie, waarbij de luisteraar zich prettig voelt.

## *De ontvanger*

Over de ontvanger – en de luisteromstandigheden – bij de luisteraar thuis zou men een dik boek kunnen schrijven. Dat zullen we hier maar niet doen. Men behoeft zijn fantasie maar even aan het werk te zetten, om tot de wildste, vreemdste installaties te komen, soms HiFi, soms middelmatig, soms met de luidsprekers achter de gordijnen, omdat moeder-de-vrouw „die kassies” zo lelijk vindt staan.

Kan men zich enig beeld vormen van de kwaliteit, die dan overblijft?

### *Het werk van de programmeur*

Het interessantste is ongetwijfeld het manipuleren met microfoons, platen, banden en mengtafels.

Zo interessant, dat elke wervingsadvertentie voor programmeur personeel enige honderden sollicitaties oplevert.

Ook hier moeten we beginnen met de microfoon.

Een microfoon kan niet kijken of interpreteren, zoals een concertbezoeker doet. Hij „hoort” alleen, en in principe alle toonhoogten even sterk (zie de eisen).

Sommige – goedkope – microfoons hebben voorkeurfrequentiebanden, zoals de koolmicrofoons (telefoon) en de kristalmicrofoon; die zijn bij de NOS dan ook niet (meer) in gebruik.

Voor evenementen in de open lucht, die van nature in balans zijn (toonbalans), zou men in principe kunnen volstaan met één enkele microfoon (voorlopig doen we het nog mono).

Zulke evenementen zijn: de menselijke stem, alle voorkomende geluiden in de natuur, zoals die op een toehoorder in het vrije veld afkomen. In de open lucht, dus zonder reflecties.

In „gesloten” lucht, beter: in omsloten lucht, wordt de zaak snel anders.

Daarbij kan men nog onderscheid maken tussen:

- a. niet-reflecterende wanden (ook vloer en/of plafond)
- b. wel-reflecterende wanden.

Bij niet-reflecterende wanden is er weinig verschil met de open-lucht-situatie; hoogstens kan de ingesloten luchtkolom enigszins provocerend werken op bepaalde lage tonen.

Indien er wel-reflecterende wanden zijn, is er sprake van een akoestiek. De ontstane reflecties zijn afhankelijk van de hardheid, de stijfheid, de „korrel” en de positie van de reflecterende vlakken. Reflecties zijn dan ook niet voor alle toonhoogten even sterk; nu gaat de oorspronkelijke „natuurlijkheid” van de geluidsbron verloren omdat de reflecties het geproduceerde geluid gaan versterken, maar niet voor alle toonhoogten; het geluid wordt „gekleurd”. Er kunnen ook faseverschijnselen optreden, die andere toonhoogten kunnen verzwakken tot zelfs compleet uitdoven, misschien precies op de plek, waar we die éne microfoon hebben opgesteld!

Daarom is nu één microfoon niet meer genoeg, en moeten er „steun” microfoons komen voor die elementen, waarvan de toonhoogte *niet* door de wanden worden gereflecteerd, of waar voor uitdoving van toonhoogten wordt gevreesd, geplaatst op kortere afstand van die elementen dan de „hoofdmicrofoon”.

Een goed voorbeeld is een orkest in een concertzaal. Die zaal heeft akoestiek. Oorspronkelijk, in de begintijd van de radio, had men in die zaal één microfoon, op een zo gunstig mogelijke plaats opgehangen, per geval vastgesteld, afhankelijk van de samenstelling van het orkest.

Al gauw kwam daar een tweede bij, dichtbij dat (die) instrument(en), dat (die) solistisch moet(en) klinken, dus meer aandacht hebben, „dichtbij” klinken, een grotere intensiteit hebben.

Het signaal daarvan werd voorzichtig gemengd bij dat van de hoofdmicrofoon (we zijn nog steeds mono bezig).

Daarna kwam een derde microfoon, bij niet door de wanden gereflecteerde instrumenten, meestal lage tonen producerend: de contrabas(sen).

Vervolgens een vierde microfoon bij instrumenten, die relatief (vooral bij enige akoestiek) te ver weg klinken, maar toch af en toe een belangrijke partij hebben mee te blazen: de houtblazers.

Een vijfde microfoon bij langzamerhand in het spektakel verdwijnende instrumenten, het klein slagwerk; een zesde, zevende, achtste enz.

Allemaal nodig om de luisteraar thuis, die het orkest alleen maar horen kan, maar niet *zien* spelen, de illusie te geven in de zaal te zitten.

Hetzelfde gold in gelijke mate voor de lichte muziek, waarvan de ensembles de meest uiteenlopende bezettingen hebben.

Thans wordt, vooral bij grote bezettingen, een groot aantal microfoons gebruikt, afhankelijk van de heersende akoestiek.

De hoofdmicrofoon is gebleven, toegevoegd worden vele steunmicrofoons, soms ook nog achterin de zaal „Ambiance”-microfoons om het klinken van de zaal op te vangen (en het applaus van het publiek).

Bij de lichte muziek heeft men dan ook nog te maken met de moeilijkheid, dat door het arrangement de „natuurlijke balans” zoek is. Daarom wordt bij lichte muziek de microfoon achterin de zaal, en zelfs ook de hoofdmicrofoon, meestal weggelaten, en wordt een mooi klinkende „akoestiek” volledig kunstmatig gemaakt.

Het is in dit verband goed even stil te staan bij de vraag, wat men onder een goede akoestiek moet verstaan. Dat is n.l. sterk gebonden aan het evenement.

Men noemt in Nederland de grote zaal van het Concertgebouw te Amsterdam en die van de Doelen te Rotterdam zalen met een goede akoestiek. De referentie is dan de klank die het symfonie-orkest daarin veroorzaakt.

Toch gebeurt het heel vaak, dat slechts één pianist in die grote ruimte optreedt. Een piano maakt „kamermuziek”, is niet bedoeld voor grote zalen. Alleen het feit, dat er een paar duizend bezoekers in zijn verrichtingen zijn geïnteres-

seerd, veroorzaakt, dat men het in een grote zaal organiseert. Klanktechnisch een onmogelijke situatie, die de NOS-technicus moet vertalen naar een piano in een kleine, intiemere ruimte.

Maar door die toenemende publieke belangstelling voor „de grote solist” heeft de constructie van de piano door de jaren heen zo’n vlucht genomen, dat moderne concertvleugels in staat zijn een grote zaal te „vullen”. De vraag blijft dan, in hoeverre dit een verwording is van het oorspronkelijke instrument. (Informeer maar bij pianostemmers!)

Violen van nu produceren een veel krachtiger toon dan in de 17e eeuw, hetzelfde geldt voor blaasinstrumenten; er is een tendens naar steeds groter, steeds luider, wat niet synoniem behoeft te zijn met: steeds mooier.

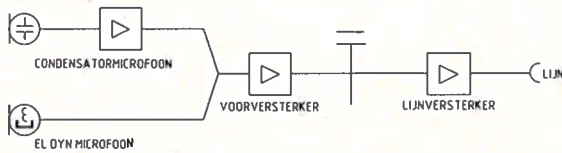


fig. 25. Blokschema versterkerkanaal.

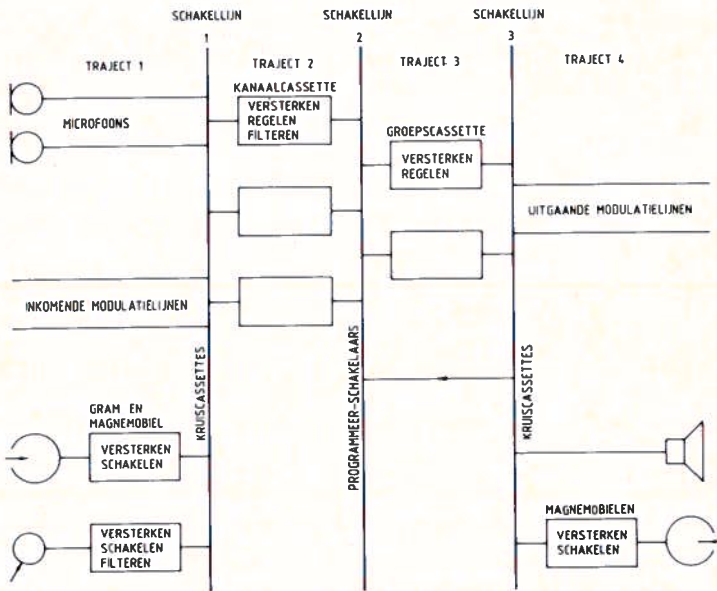


fig. 26. Blokschema's van het gereedschap van de programmatechnicus (regeltafel).



Met de microfoonsignalen moet vervolgens iets worden gedaan (fig. 25). Ze komen in de installatie terecht, het belangrijkste gereedschap van de programmatechnicus.

Een installatie kan worden verdeeld in:

- a. signaalbronnen
- b. een regeltafel
- c. signaalverbruikers

De bronnen bevinden zich in traject 1 van het grote blokschema, zie fig. 26; de trajecten 2 en 3 zitten in de regeltafel, de verbruikers zijn in traject 4 ondergebracht.

In de regeltafel bevat traject 2 de kanaalcircuits, waarbij onder een kanaal wordt verstaan het circuit, nodig voor de „bewerking” van één bronsignaal.

Traject 3 bevat de groepscircuits, waarbij onder groep wordt verstaan een circuit, waarin één of meerdere kanalen of aftakkingen daarvan worden samengevoegd voor verdere bewerking.

Tussen de elementen in de verschillende trajecten zijn omschakelbare verbindingen nodig.

Wil men komen tot een doelmatige opzet van bouwstenen en tot een eenvoudige bedrading tussen deze stenen onderling, dan moet men de beperking opleggen, dat alleen aan het begin en aan het eind van een traject wordt geschakeld. Al deze schakelverbindingen worden in het schema geconcentreerd op de verticale schakellijnen. De circuits tussen de schakellijnen kunnen dan constructief worden samengevat tot bouwstenen.

In een regeltafel zitten de volgende eenheden:

- a. kanaalcassettes
- b. groepscassettes
- c. cassettes voor hulpcircuits

Een kanaalcassette bevat alle circuits en bedieningsorganen, nodig om één bronsignaal vanaf schakellijn 1 te bewerken en te brengen op het niveau van schakellijn 2. Voor verschillende typen bronnen kan worden volstaan met één type kanaalcassette.

Een groepscassette bevat alle circuits en bedieningsorganen, nodig om de op schakellijn 2 samengebrachte signalen te bewerken en te versterken tot het niveau van schakellijn 3.

Groepscircuits kunnen nog worden verdeeld in hoofdgroepen en neven-groepen. Hoofdgroepen hebben betrekking op directe programmasignalen, neven-groepen op zaken als galm, decor enz.

Hoewel hoofd- en neven-groepen in vele details kunnen verschillen, is hun functie in hoofdzaak dezelfde; alle groepscassettes vertonen dan ook qua schema en constructie een zekere uniformiteit.

De cassettes voor hulpcircuits bevatten controle-, telefoon-, intercomschakelingen e.d., ze zijn in het schema buiten beschouwing gelaten.

Schakellijn 1 is nodig, wanneer meer bronnen dan kanalen ter beschikking staan, of wanneer het gewenst is de verdeling van bronnen over de kanalen te variëren.

Schakellijn 2 voorziet in de mogelijkheid enkele tientallen kanalen te combineren in een twaalfstal mengrails.

De schakeling is zodanig, dat een groot aantal combinaties mogelijk is voor zowel hoofd- als nevecircuits.

Op schakellijn 3 worden de groepen verbonden met hun verbruikers.

Er is voorzien in de mogelijkheid de uitgangssignalen van de hoofdgroepen terug te voeren naar schakellijn 2. Dit stelt, samen met de faciliteiten op schakellijn 2, de gebruiker in staat de regeltafel aan verschillende situaties aan te passen. Het opbouwen van circuits met behulp van de schakellijnen wordt „programmeren” genoemd.

Op schakellijn 3 worden de voornaamste verbruikers gevormd door de lijnverbindingen naar andere installaties. Op deze verbindingen vindt het signaaltransport plaats op lijnniveau.

Wanneer het signaal van een groep moet worden opgenomen, op een naast de regeltafel staande „magnemobiel”, dan wordt ook hier het signaal getransporteerd op lijnniveau; het opneemapparaat bevat zelf alle circuits, die voor opname nodig zijn. Op sommige groepen moeten luidsprekers worden aangesloten; de meeste luidsprekers hebben ingebouwde krachtversterkers, dus ook hier weer transport op lijnniveau.

Samenvattend: op schakellijn 3 vinden we uitsluitend uitgaande lijnverbindingen op lijnniveau.

Vóór schakellijn 1 vinden we als bronnen: microfoons, inkomende lijnverbindingen en de uitgangen van fonomobielen. De weergeefcircuits van deze laatste, met hun speciale eisen, zijn ondergebracht in de fonomobielen zelf, zodat het uitgangsniveau hiervan weer lijnniveau is, en we in traject 1 uitsluitend lijn- en microfoonniveau aantreffen.

Een kanaalcassette moet natuurlijk beginnen met een microfoonversterker. Wanneer nu een bron met lijnniveau op de cassette moet worden aangesloten, zijn er twee mogelijkheden:

- a. het lijnniveau komt via schakellijn 1 direct op de kanaalingang. De kanaalcassette moet dan een schakelaar bevatten, die dit signaal òf verzwakt òf om de voorversterker heen voert. Dit heeft twee nadelen: een extra bedieningsorgaan op de cassette en sterke niveauverschillen op schakellijn 1, waarvan het laatste nadeel, vooral indien schakellijn 1 in de regeltafel zit,

nog het grootst is, omdat dan overspreken van sterke bronnen op zwakke welhaast onvermijdelijk is. Overspreken op dit punt is zeer gevaarlijk, daar inkomende lijnen „programmavreemde” signalen kunnen voeren, zoals meettonen, signalen van terugspoelende bandmachines, e.d.

- b. het lijn niveau wordt met vaste verzwakkers teruggebracht tot een gemiddeld microfoonniveau voordat het op schakellijn 1 komt. Genoemde nadelen zijn dan overwonnen, maar er rijzen nieuwe problemen: de microfoonversterker mag, ondanks de grote voorverzwakking (ca. 50 dB), geen afbreuk doen aan de signaal/ruisverhouding van het binnenkomende lijn-signaal. Bij de huidige transistorversterkers is dit echter geen wezenlijk probleem meer.

Het gevolg is dus, dat we op schakellijn 1 uitsluitend microfoonniveau aantreffen.

Schakelen op microfoonniveau!

Dat vereist schakelaars, die altijd goed contact maken en nooit mogen kraken! Immers de gehele versterkerketen komt hier nog na, een draaischakelaar in de open lucht is wegens corrosie dus uit den boze.

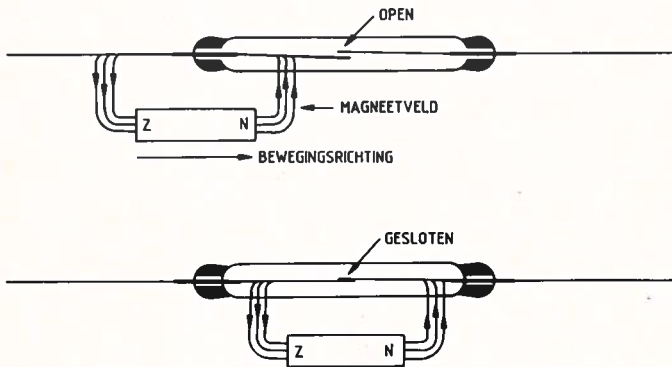


fig. 27. Werking van een tongcontact.

Daarom gebeurt het schakelen in de z.g. kruiscassette.

Het belangrijkste onderdeel van zo'n kruiscassette is de tongschakelaar (fig. 27). Deze bestaat uit 2 contacttongen van ferromagnetisch materiaal in een hermetisch gesloten glazen buisje, dat gevuld is met een gasmengsel van 97% stikstof en 3% waterstof. Daardoor is corrosie of vervuiling van de contactplaats uitgesloten. Bovendien is, om bij lage spanningen en stromen van een goed contact te zijn verzekerd, de contactplaats hardverguld.

Het activeren kan geschieden met een staafmagneet of een spoel; men gebruikt in de kruiscassettes een staafmagneet. Omdat elke verbinding symmetrisch is uitgevoerd, moet elke staafmagneet twee tongschakelaars activeren, bij het kiezen van fonomobielen zelfs drie; het derde contact dient dan om het bijbehorende start- en signaleringscircuit tussen regeltafel en fonomobiel door te verbinden, waarbij het belangrijk is, dat deze schakelspanningen en -stromen zo laag mogelijk zijn, om beïnvloeding van de gevoelige microfoonleidingen te voorkomen. Daarom gebeurt het inschakelen van de machines via relais, het tongcontact krijgt dan alleen de zwakke stroom door de spoelwindingen te verwerken.

Door middel van de kruiscassettes kan op elk kanaal een keuze gemaakt worden uit 12 bronnen (fig. 28).

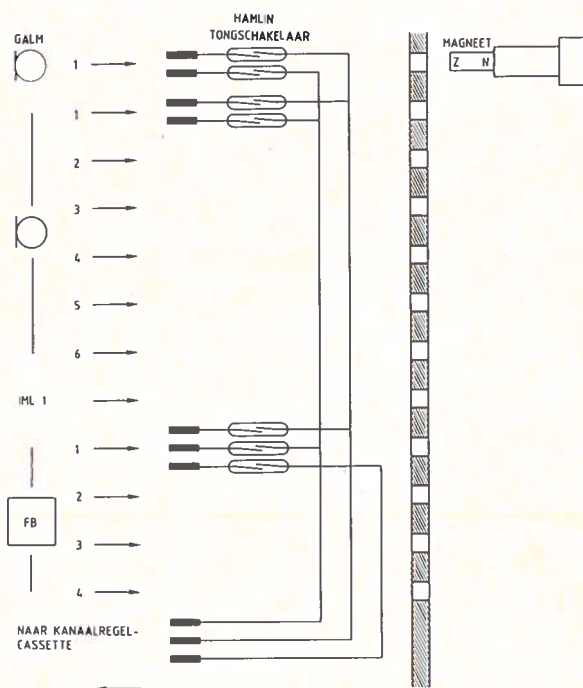


fig. 28. Schema van een kruiscassette.

Kruiscassettes worden ook gebruikt om op schakellijn 3 de uitgangen van de groepscassettes met een aantal verbruikers te verbinden.

Van de kruiscassette komt het signaal in de kanaalversterker. Het eenvoudigste blokschema daarvan is te zien in fig. 26. Het principe van een professionele versterker is altijd: voorversterker – regelorganen – volversterker.

De volversterker is zodanig geconcipeerd, dat hij het vereiste niveau afgeeft bij de benodigde uitgangsimpedantie.

De waarden daarvan hangen af van de plaats van de versterker in de installatie, en van de vraag wat er nog met het signaal moet gebeuren.

De kanaalregelcassette bevat het totale circuit van één kanaal tussen microfooningang en mengrailsysteem. In het blokschema zien we van links naar rechts de microfoon en microfoonversterker MV, een stappenverzwakker, de regelaar, de filtervoorversterker, het filter, de filtereindversterker, en het mengrailsysteem met de galm-, diversen- en richtingsregelaars (fig. 28).

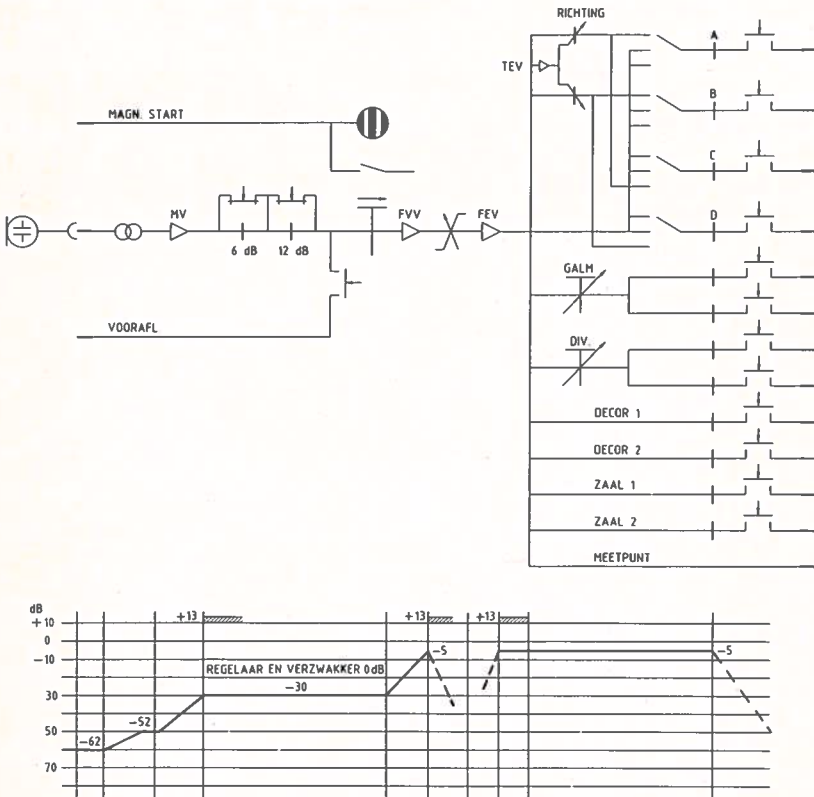


fig. 28. Blokschema en niveaudiagram van de kanaalcassette.

Met de stappenverzwakker, die in bepaalde gevallen noodzakelijk is om de regelaar in een prettig regelgebied te krijgen, kan men drie mogelijkheden kiezen:  $-8$ ,  $-16$  en  $-24$  dB. Bij later ontwikkelde cassettes is in deze waarden verandering gebracht, of zijn de stappenverzwakkers helemaal weggelaten, om plaats te maken voor andere regelorganen.

D.m.v. een verende toets kan men het signaal afluisteren, dat aan de regelaar wordt aangeboden.

Als regelaar wordt een hoogohmige koolbaanregelaar gebruikt. Deze is voorzien van microschakelaars voor diverse afstandssignalerings- en startmogelijkheden.

Het correctiefilter bevat een kiesschakelaar voor hoog op en af en laag op en af; in later ontwikkelde cassettes ook nog een accentfilter met positieve en negatieve regeling.

Het mengrailsysteem van fig. 28 bevat de programmeerschakelaars naar de hoofdgroepen A t/m D en de nevgroepen GALM 1 en 2, DIVERSEN 1 en 2, DECOR 1 en 2, ZAAL 1 en 2. In later ontwikkelde cassettes zijn de aanduidingen ZAAL 1 en 2 vervangen door E en F.

Het mengen in stereogroepen geschiedt via de richtingregelaar, eventueel

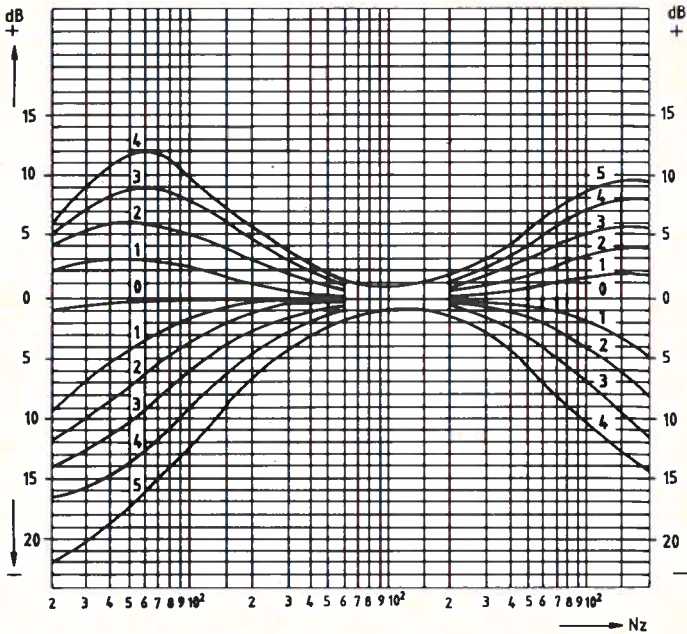


fig. 29. Filterkarakteristieken.

m.b.v. de tegenfase-eindversterker TEV. Galm- en diversensignalen kunnen worden gemengd en geregeld met afzonderlijke potentiometers. Nevenstaande filterkarakteristieken geven een idee van de „toonregeling”, die per kanaal mogelijk is (fig. 29).

Het kantelpunt van het filter is 1000 Hz, de werkgebieden zijn 60 Hz en 15.000 Hz.

Deze filter voorziet in een „hoog”- en „laag”-regeling, bij later ontwikkelde cassettes is ook een „midden”-toonregeling aangebracht, waarvan het werkgebied op een zevental frequenties is in te stellen.

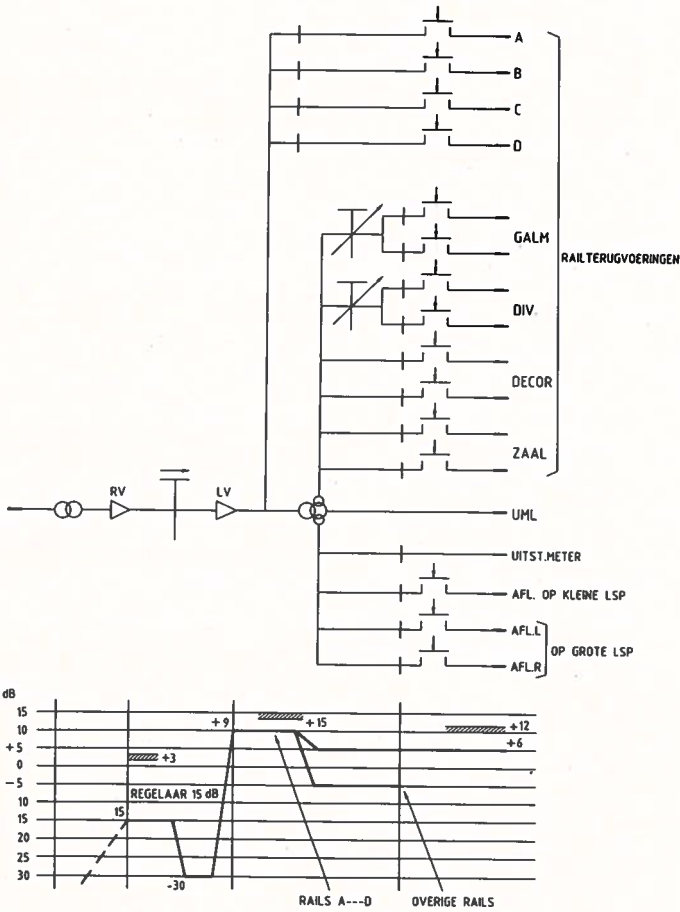


fig. 30. Blokschema en niveaudiagram van de groepscassette.

In de groepscassette is het circuit vanaf het programma-mengrailsysteem tot aan de uitgaande lijn volledig opgenomen. We zien in het blokschema van links naar rechts de railversterker, de groepsregelaar, de lijnversterker en het uitgangscircuit met de galm- en diversenregelaars (fig. 30). Evenals in de kanaalcassette is ook hier een hoogohmige koolbaanregelaar toegepast.

De uitgangsschakeling omvat een lijnversterker met lijnaanpassingstransformator en diverse railterugvoeringen. De lijnversterker kan in de eerste plaats lijnen voeden. Deze worden op de secundaire wikkeling van de aanpassings- trafo aangesloten. Verder voedt de lijnversterker direct de terugvoeringen naar de programmarails en via een tertiaire wikkeling van de trafo de terugvoeringen naar de nevenmengrails, waarvan GALM en DIVERSEN regelbaar zijn.

Op een andere tertiaire wikkeling van de trafo zijn vier aftakkingen gemaakt voor afliuister- en meetcircuits. Twee aftakkingen kunnen via een thyristor-gestuurde relaisschakeling op de linker en rechter primaire afliuisterrail worden gekozen (want de tafel is uiteraard bedoeld voor stereo-gebruik), de derde op het secundaire afliuistercircuit, de vierde voedt rechtstreeks een uitsturingsmetversterker.

De optimale secundaire belasting is ongeveer 80 Ohm, zijnde de impedantie van moderne muzieklijnverbindingen. De beide secundaire wikkelingshelften van de uitgangstrafo zijn dan parallel geschakeld, de max. uitgangsspanning bedraagt + 14 dBm.

Deze kunnen ook in serie worden gezet, hetgeen van belang is bij de neven-groepscassettes. De max. uitgangsspanning bedraagt dan + 18 dBm ( $6,2 V_{\text{eff}}$ ) aan 300 Ohm.

Er heeft nog een ontwikkeling plaatsgevonden in de groepscassettes, die geleid heeft tot een afwijkend type met ingebouwde toonregeling en begrenzer, ten behoeve van subgroeps-schakelingen.

(Wordt vervolgd.)



# Transmissie- en telecommunicatietechniek

ing. B. Kieboom  
(Vervolg van blz. 157.)

Overzicht dempingen en versterkingen

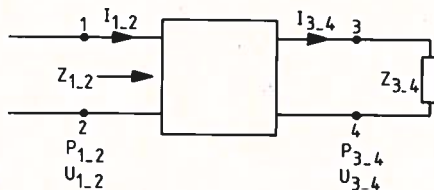


fig. 39. Vierpool.

Demping:

$$a = 10 \log \frac{P_{1-2}}{P_{3-4}} \text{ dB}$$

Spanningsdemping:

$$a_u = 20 \log \frac{U_{1-2}}{U_{3-4}} \text{ dB}$$

Stroomdemping:

$$a_i = 20 \log \frac{I_{1-2}}{I_{3-4}} \text{ dB}$$

Verband tussen  $a$ ,  $a_u$  en  $a_i$ :

$$a = a_u - 10 \log \frac{Z_{1-2}}{Z_{3-4}} \text{ dB}$$

$$a = a_i + 10 \log \frac{Z_{1-2}}{Z_{3-4}} \text{ dB}$$

Versterking:

$$g = 10 \log \frac{P_{3-4}}{P_{1-2}} \text{ dB}$$

Spanningsversterking:

$$g_u = 20 \log \frac{U_{3-4}}{U_{1-2}} \text{ dB}$$

Stroomversterking:

$$g_i = 20 \log \frac{I_{3-4}}{I_{1-2}} \text{ dB}$$

Verband tussen  $g$ ,  $g_u$  en  $g_i$ :

$$g = g_u - 10 \log \frac{Z_{3-4}}{Z_{1-2}} \text{ dB}$$

$$g = g_i + 10 \log \frac{Z_{3-4}}{Z_{1-2}} \text{ dB}$$

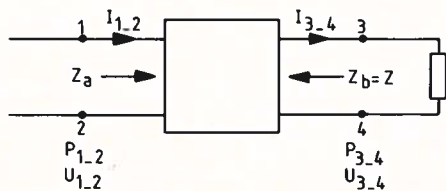


fig. 40. Vierpool.

Vierpooldemping:

$$a = 10 \log \frac{P_{1-2}}{P_{3-4}} \text{ dB}$$

Vierpoolspanningsdemping:

$$a_u = 20 \log \frac{U_{1-2}}{U_{3-4}} \text{ dB}$$

Vierpoolstroomdemping:

$$a_i = 20 \log \frac{I_{1-2}}{I_{3-4}} \text{ dB}$$

Verband tussen  $a$ ,  $a_u$  en  $a_i$ :

$$a = a_u - 10 \log \frac{Z_a}{Z_b} \text{ dB}$$

$$a = a_i + 10 \log \frac{Z_a}{Z_b} \text{ dB}$$

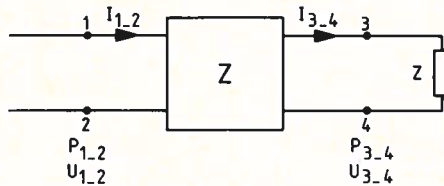


fig. 41. Vierpool.

Vierpoolversterking:

$$g = 10 \log \frac{P_{3-4}}{P_{1-2}} \text{ dB}$$

Vierpoolspanningsversterking:

$$g_u = 20 \log \frac{U_{3-4}}{U_{1-2}} \text{ dB}$$

Vierpoolstroomversterking:

$$g_i = 20 \log \frac{I_{3-4}}{I_{1-2}} \text{ dB}$$

Verband tussen  $g$ ,  $g_u$  en  $g_i$ :

$$g = g_u - 10 \log \frac{Z_b}{Z_a} \text{ dB}$$

$$g = g_i + 10 \log \frac{Z_b}{Z_a} \text{ dB}$$

Karakteristieke demping:

$$a = 10 \log \frac{P_{1-2}}{P_{3-4}} \text{ dB}$$

Karak. spanningsdemping:

$$a_u = 20 \log \frac{U_{1-2}}{U_{3-4}} \text{ dB}$$

Karak. stroomdemping:

$$a_i = 20 \log \frac{I_{1-2}}{I_{3-4}} \text{ dB}$$

Verband tussen  $a$ ,  $a_u$  en  $a_i$ :

$$a = a_u = a_i \text{ dB}$$

Karakteristieke versterking:

$$g = 10 \log \frac{P_{3-4}}{P_{1-2}} \text{ dB}$$

Karak. spanningsversterking:

$$g_u = 20 \log \frac{U_{3-4}}{U_{1-2}} \text{ dB}$$

Karak. stroomversterking:

$$g_i = 20 \log \frac{I_{3-4}}{I_{1-2}} \text{ dB}$$

Verband tussen  $g$ ,  $g_u$  en  $g_i$ :

$$g = g_u = g_i \text{ dB}$$

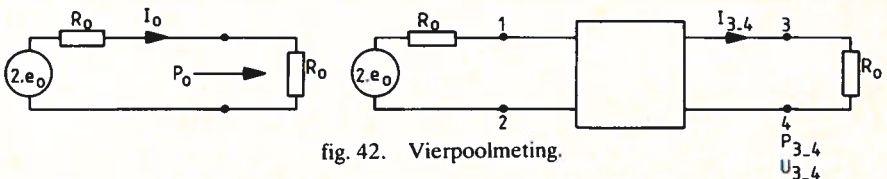


fig. 42. Vierpoolmeting.

Bedrijfsdemping:

$$a_{R_0} = 10 \log \frac{P_0}{P_{3-4}} \text{ dB}$$

Bedrijfsspanningsdemping:

$$a_{u,R_0} = 20 \log \frac{e_0}{U_{3-4}} \text{ dB}$$

Bedrijfstroomdemping:

$$a_{i,R_0} = 20 \log \frac{I_0}{I_{3-4}} \text{ dB}$$

Verband tussen  $a_{R_0}$ ,  $a_{u,R_0}$  en  $a_{i,R_0}$ :

$$a_{R_0} = a_{u,R_0} = a_{i,R_0} \text{ dB}$$

Bedrijfsversterking:

$$g_{R_0} = 10 \log \frac{P_{3-4}}{P_0} \text{ dB}$$

Bedrijfsspanningsversterking:

$$g_{u,R_0} = 20 \log \frac{U_{3-4}}{e_0} \text{ dB}$$

Bedrijfstroomversterking:

$$g_{i,R_0} = 20 \log \frac{I_{3-4}}{I_0} \text{ dB}$$

Verband tussen  $g_{R_0}$ ,  $g_{u,R_0}$  en  $g_{i,R_0}$ :

$$g_{R_0} = g_{u,R_0} = g_{i,R_0} \text{ dB}$$

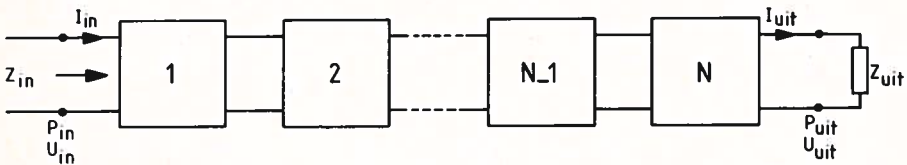


fig. 43. Transmissiesysteem.

Restdemping:

$$a_{rest} = 10 \log \frac{P_{in}}{P_{uit}} \text{ dB}$$

Rest-spanningsdemping:

$$a_{u,rest} = 20 \log \frac{U_{in}}{U_{uit}} \text{ dB}$$

Rest-stroomdemping:

$$a_{i,rest} = 20 \log \frac{I_{in}}{I_{uit}} \text{ dB}$$

Verband tussen  $a_{rest}$ ,  $a_{u,rest}$  en

$a_{i,rest}$ :

$$a_{rest} = a_{u,rest} - 10 \log \frac{Z_{in}}{Z_{uit}} \text{ dB}$$

$$a_{rest} = a_{i,rest} + 10 \log \frac{Z_{in}}{Z_{uit}} \text{ dB}$$

Restversterking:

$$g_{rest} = 10 \log \frac{P_{uit}}{P_{in}} \text{ dB}$$

Rest-spanningsversterking:

$$g_{u,rest} = 20 \log \frac{U_{uit}}{U_{in}} \text{ dB}$$

Rest-stroomversterking:

$$g_{i,rest} = 20 \log \frac{I_{uit}}{I_{in}} \text{ dB}$$

Verband tussen  $g_{rest}$ ,  $g_{u,rest}$  en  $g_{i,rest}$ :

$$g_{rest} = g_{u,rest} - 10 \log \frac{Z_{uit}}{Z_{in}} \text{ dB}$$

$$g_{rest} = g_{i,rest} + 10 \log \frac{Z_{uit}}{Z_{in}} \text{ dB}$$

Verband tussen demping en versterking:

$$a = -g \text{ dB}$$

$$g = -a \text{ dB}$$

### Samenstelling van een vierpool

Een vierpool is opgebouwd uit langs impedanties  $Z_1$  en dwars impedanties  $Z_d$ . De eenvoudigste vierpool bestaat uit één langs impedantie  $Z_1$  en één dwars impedantie  $Z_d$ , zie fig. 44. Een dergelijke vierpool wordt een halve sectie van een halve cel genoemd.

Voor de dwars impedantie  $Z_d$  wordt ook wel, vooral in berekeningen, de reciproke waarde van de dwars impedantie  $Z_d$  de admittantie  $Y_d$  met als eenheid de siemens =  $\text{ohm}^{-1}$ , voor de vierpolen gebruikt.

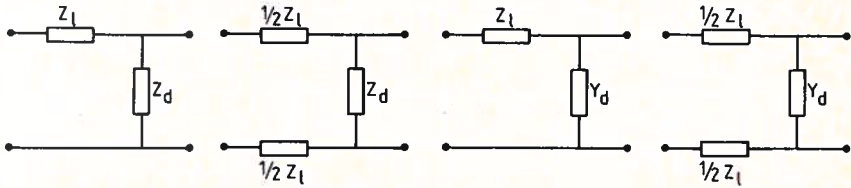


fig. 44. Vierpoolsamenstelling.

Twee halve secties kunnen op twee verschillende manieren worden samengevoegd tot één vierpool.

Worden twee halve secties zodanig samengenomen dat de beide langs impedanties direct in serie zijn geschakeld, dan wordt de verkregen vierpool een  $\pi$ -sectie genoemd. De langs impedanties kunnen dan worden samengevoegd tot één langs impedantie voor een ongebalanceerde vierpool of tot twee langs impedanties voor een gebalanceerde vierpool, zie fig. 45.

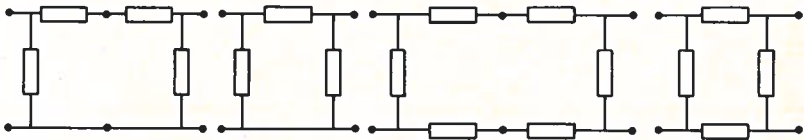


fig. 45. Vierpoolsamenstelling.

Worden twee halve secties zodanig samengenomen dat de beide dwarsimpedanties direct parallel zijn geschakeld, dan wordt de verkregen vierpool een T-sectie genoemd. De dwarsimpedanties of admittanties kunnen dan nog worden samengevoegd tot één dwarsimpedantie of admittantie, zie fig. 46.

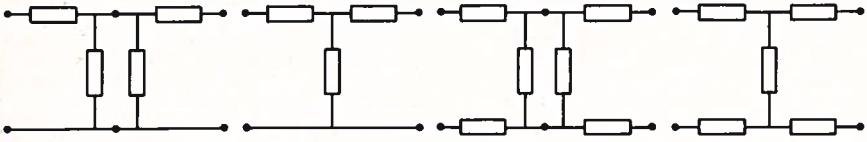


fig. 46. Vierpoolsamenstelling.

Gecompliseerde vierpolen bestaan uit samenvoegingen van de hiervoor genoemde grondvormen. Zo kunnen een aantal  $\pi$ -secties of T-secties in serie worden geschakeld waardoor een zogenaamde laddervierpool ontstaat waarvan de „bomen” bestaan uit langsimpedanties en de „sporten” uit de dwarsimpedanties. (Wordt vervolgd.)

# Technisch Engels

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

## Radio Telephone Extensions

An **extension** of the normal telephone system or of private communication to mobile subscribers in cars, trains or other vehicles **is now quite widely provided** by means of **properly authorised** v.h.f. **radio links**. The subscriber is licensed to use approved transmitting and receiving equipment operating on **an allocated channel** within a given radius of the transmitter. The service is of value to **professional men, transport operators, taxis, police, security operators, constructional contractors** and so on.

**Comparatively** simple private systems for **paging** persons in a given building operate usually by a **magnetic loop** system operating at a frequency in the kHz region above the **radio range**. The called individual receives a bleep in a pocket receiver by means of a coded selection system and then usually has to go to a nearby telephone to take the message.

## Videophones

These are special systems which include a television **display screen** and/or a television camera to transmit to the **remote subscriber** a picture of the caller or of documents, maps, plans etc. The U.S.A. Picturephone system has been operated in various forms by the Bell System in America. The methods of transmitting the picture information over the telephone system **are continually being developed**, the newer high bit rate **p.c.m.** systems having **obvious potentialities** in this field.

The application of p.c.m. ring main systems also been proposed for speech subscribers. This could save the need for individual cable **pairs** being run, a single coaxial cable loop service to connect a number of subscribers; individuals being served by a multiplexed channel. Decoding or **A/D conversion** could be performed in the **subset**. This type of system has attractions in view of the high cost of present cabling for individual subscribers. The possibility of **encryption** of the speech for security reasons is an **added advantage** of a digital system of this type.

Overgenomen uit: "Telecommunications Pocket Book"  
samengesteld door T. L. Squires uitg. Newnes-Butterworths, Londen.

## EXPLANATORY NOTES

<b>extension</b>	verlenging, uitbreiding ook: toestel aangesloten op huistelefoon- centrale
<b>is now quite widely provided</b>	wordt thans op vrij grote schaal mogelijk gemaakt
<b>properly authorised radio links</b>	radioverbindingen waarvoor volgens de voorschriften machtiging is verleend
<b>an allocated channel</b>	een toegewezen kanaal
<b>professional men</b>	mensen met een (academisch) vrij beroep, zoals artsen, juristen, geestelijken, enz.
<b>transport operators</b>	ondernemers in de vervoerssector
<b>security operators</b>	bewakingsdiensten
<b>constructional contractors</b>	aannemers
<b>comparatively</b>	betrekkelijk
<b>paging</b>	oproepen
<b>magnetic loop</b>	magnetische lus
<b>audio range</b>	het bereik van de hoorbare frequenties
<b>display screen</b>	beeldscherm
<b>remote subscriber</b>	de abonnee op afstand
<b>are continually being developed</b>	worden voortdurend verder ontwikkeld
<b>p.c.m.</b>	impulscodemodulatie
<b>obvious potentialities</b>	duidelijke mogelijkheden
<b>pairs</b>	dubbeladers
<b>A/D conversion</b>	analoog/digitaal omzetting
<b>subset (= subscriber's set)</b>	abonneetoestel
<b>encryption</b>	codering
<b>added advantage</b>	extra voordeel

# 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.

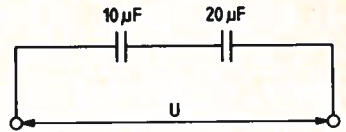
De oplossingen vindt men op blz. 192.

MT 25.

Voor elk van de condensatoren is de maximaal toelaatbare spanning 40 V.

De hoogste waarde die U mag hebben is

- A 20 V
- B 40 V
- C 60 V
- D 80 V



MT 26.

Een draaispoelmeter klasse 2 heeft, indien de wijzer tot de helft van de schaal is uitgeslagen, een maximale fout van

- A 1% van de aangewezen waarde
- B 4% van de aangewezen waarde
- C 1% van de eindwaarde van de schaal
- D 4% van de eindwaarde van de schaal

MT 27.

De spanning U blijft constant.

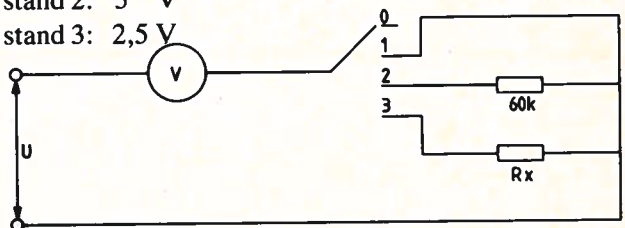
De meter wijst aan: in stand 1: 10 V

in stand 2: 5 V

in stand 3: 2,5 V

$R_x$  is

- A 20 k $\Omega$
- B 30 k $\Omega$
- C 90 k $\Omega$
- D 180 k $\Omega$





MT 28.

De SI eenheden voor arbeid en vermogen zijn

arbeid		vermogen
A	W	Nm/s
B	J	W
C	W	J/s
D	Nm	Ws

---

MT 29.

Juist is

	elektron	ion
A	negatief geladen	geen lading
B	negatief geladen	positief of negatief geladen
C	positief geladen	positief geladen
D	positief geladen	positief of negatief geladen

---

MT 30.

Een elektromotor met een asvermogen van 18000 W heeft een rendement van 85%.

Het aan de motor toegevoerde vermogen bedraagt

- A 15,3 kW
  - B 18,0 kW
  - C 20,7 kW
  - D 21,2 kW
- 

LAAT UW STUDIEBLADEN  
NIET SLINGEREN  
BINDT ZE IN!

# 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:**

Omdat bij serieschakeling altijd de kleinste condensator de hoogste spanning voert geldt dat voor de C van  $10 \mu\text{F}$  een spanning van 40 V is toegestaan.

C2 voert dan uiteraard 20 V. Tiesamen 60 V.

---

MT 26. B is goed.

---

MT 27. D is goed.

---

MT 28. B is goed.

---

MT 29. B is goed.

---

MT 30. D is goed.

**Toelichting:**

Het toegevoerde vermogen wordt berekend uit:

$$\frac{100}{85} \times 18000 = 21,1764 \text{ kW.}$$