

# STUDIEBLAD

TECHNISCH BLAD VOOR  
PTT PERSONEEL

In dit nummer o.a.:

Non-impact printers

Koolmicrofoons in telefoontoestellen

Transmissie- en telecommunicatietechniek

Technisch Engels

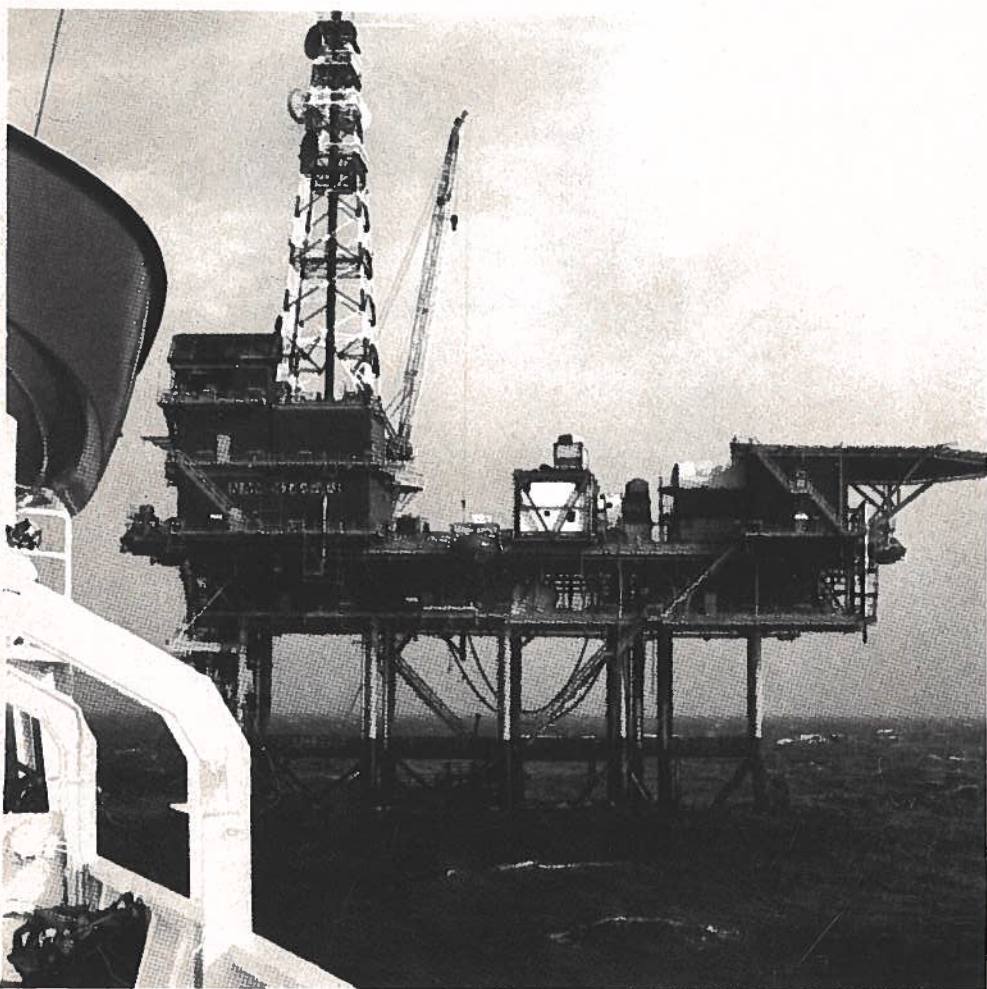
Examen opgaven

Examen oplossingen

Techn. berichten

Nr. 5, 36e jaargang

mei 1981



Op dit aardgasproductieplatform in de Noordzee zorgt Siemens „Alarm Shut Down” systeem voor de bewaking en het veilig uitschakelen van het produktieproces. Het is mede geschikt voor alle processen, waarbij om veiligheidsredenen de bewaking op afstand dient te geschieden.

# STUDIEBLAD



technisch blad  
voor PTT personeel

uitgave ABVA, NCBO en KABO.  
redactie Hoofdred. 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, tel. 070 - 75 64 20 na 18.00 uur 070 - 27 63 61.  
administratie ABVA/KABO, Bredewater 16, 2715 CA Zoetermeer, giro 4073, tel. 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,  
tel. 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**

# Non-impact printers

## Inleiding

Er bestaan vele soorten eindtoestellen, die als invoer/uitvoer-orgaan van een processor – of meer algemeen een computer – dienst kunnen doen.

Naast beeldschermen wordt vooral veel gebruik gemaakt van printers, die een afdruk van de ontvangen- of gezonden informatie op papier leveren.

Men spreekt wel van „hard-copy”-apparatuur; de afdruk valt enigszins te vergelijken met de tekst die een schrijfmachine levert; de wijze waarop die afdruk tot stand komt is evenwel totaal anders.

Het afdruk mechanisme van printers van verschillend fabrikaat kan ook karakteristiek zeer uiteenlopend zijn.

In het laatste decennium heeft de non-impact techniek zich een plaats weten te veroveren.

De definitie van een non-impact printer luidt: een printer die, over het algemeen computer-output, kan afdrukken zonder dat er van een aanslag (impact) tegen het papier via lint sprake is; dit in tegenstelling tot de impact printers zoals matrix-, ketting-, band-, roset- en bolletjes-printer.

Daar er voor deze technieken geen goede Nederlandse vertaling bestaat, zullen in dit artikel de Engelse benamingen „impact” en „non-impact” worden gebruikt.

Het is natuurlijk ook mogelijk om printers op een andere wijze onder te verdelen, b.v. in snelheid, kosten, toepassing of gebruikt papier. In dit artikel echter is het de bedoeling de non-impact technieken toe te lichten.

Deze technieken hebben sinds 1970 een grote vlucht genomen en de verwachting is dat het aantal non-impact printers relatief zal stijgen.

Belangrijke argumenten, zeker in de toekomst zullen zijn: goede kwaliteit, minder lawaai, hoge snelheid en minder onderhoud. Een nadeel van de non-impact printers kan zijn, dat er geen „doordrukken” of kopieën kunnen worden gemaakt.

Op het ogenblik zijn er diverse non-impact printers, die door hun specifieke eigenschappen een passende plaats hebben veroverd zoals:

- a. thermische printers: langzame printer toepassing, goede kwaliteit;
- b. spanningsgestuurde printers: snelle en goedkope printer, echter slechte kwaliteit;
- c. inktstraal printers: snelle en kwalitatief goede resultaten;
- d. elektrostatische printer: voor zowel snel printen als plotten met een redelijke kwaliteit;

e. elektrografische printers: voor zeer snelle printers met een goede kwaliteit. Voor de printers genoemd bij a, b en d is speciaal papier vereist.

Voor de toekomst wordt verwacht, dat de applicaties van de diverse printerprincipes duidelijker worden en zeker, ook qua kosten, moeten worden vergeleken met impact printers. Daarbij zullen de inktstraal printer en de elektrografische printer het meest opvallen.

Voor de opbouw van het karakter wordt ook bij non-impact technieken gebruik gemaakt van dot-systemen. Hoe meer dots per inch of per karakter, des te beter is de resolutie van het te printen karakter en derhalve dus de leesbaarheid.

Er volgt nu een beschrijving van elk printprincipe:

### *Thermische principe (fig. 1)*

Thermische printers gebruiken warmtegevoelig papier, dat van kleur verandert als het wordt verhit. Bij een omgevingstemperatuur tussen 10 en 40 °C is de printtemperatuur ongeveer 130 °C.

De karakters worden geformeerd door verwarmde printkopelementen, die horizontaal langs het papier schuiven.

Op deze manier worden de karakters van 7 x 7 of 7 x 9 dots gevormd tot 70 x 70 dots/inch.

Snelheden van 30 tot 120 cps (karakters per seconde) zijn voor de thermische printers mogelijk met veelal grafische mogelijkheden in hun karakterset.

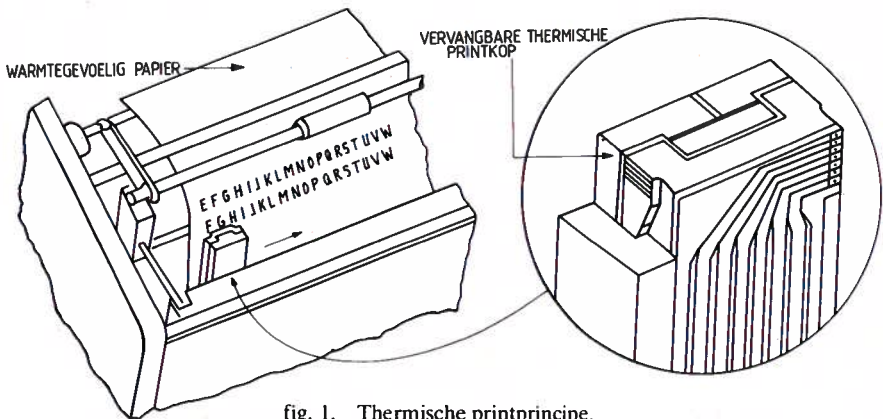


fig. 1. Thermische printprincipe.

Er zijn ook thermische printers met 1 verwarmingselement voor de gehele breedte van het papier dat dan horizontaal heen en weer beweegt om de karakters te formeren.

Deze thermische printer heeft ook grafische mogelijkheden terwijl een snelheid tot 500 lpm (lijnen per minuut) haalbaar is.

De langzame thermische printers worden toegepast op plaatsen waar geluidarme printers nodig zijn.

Het voornaamste nadeel is het gebruik van speciaal warmtegevoelig papier, dat na geruime tijd zal verbleken.

Thermische printers zijn goedkoper en werken geluidsarmer dan vergelijkbare impact printers.

De gemiddelde levensduur van de printkop bedraagt 20 miljoen karakters.

De betrouwbaarheid van de printer is uit te drukken in een MTBF (mean time between failure) cijfer van 2500 uren.

*Spanningsgestuurde principe* (elektrosensitive; fig. 2)

Printers met een printprincipe dat berust op het gevoelig zijn voor elektriciteit, gebruiken papier voorzien van een metaallaag aangebracht op een zwarte achtergrond. Dit principe werd reeds bij facsimile systemen toegepast.

Als de printkop horizontaal over het papier beweegt branden de matrixelementen de metaallaag, met een spanning, die tussen de 0 en 90 volt ligt, weg m.b.v. een stylus waardoor de zwarte achtergrond zichtbaar wordt.

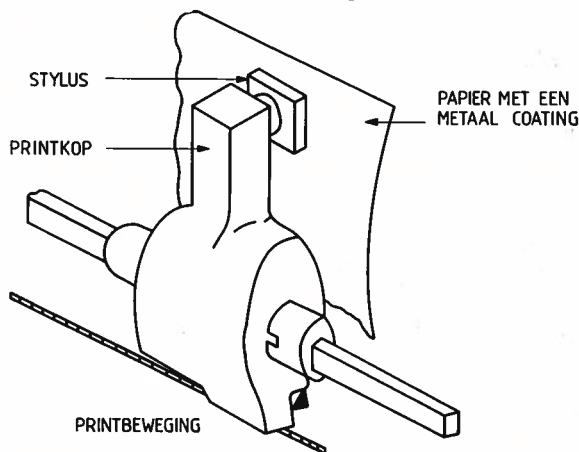


fig. 2. Spanningsgestuurde printprincipe.

De stylus wordt meestal van een wolfram legering gemaakt.

Spanningsgestuurde printers hebben een snelheid van 160 tot 6600 cps en de aanschafkosten zijn lager dan die van thermische printers.

De printkwaliteit is slecht en de kleurencombinatie van zilver en zwart geeft geen prettig beeld.

Het speciale papier kreukelt gemakkelijk en neemt snel vingerafdrukken over.

Tijdens de verwerking ontstaan een onaangename geur en een hoeveelheid stof.

Het grote voordeel is, dat spanningsgestuurde printers met hoge snelheid werken en de printkosten laag zijn. De stylus wordt gemiddeld één keer per jaar vervangen.

### *Inkstraal principes*

Er bestaan 2 basis typen inkstraal principes.

#### 1. Principe met ononderbroken inkstraal (continuous flow; fig. 3)

De inktdruppels worden elektrostatisch geladen en vervolgens gericht door verticale afbuigplaten die de druppels verticaal positioneren.

De printkop beweegt horizontaal.

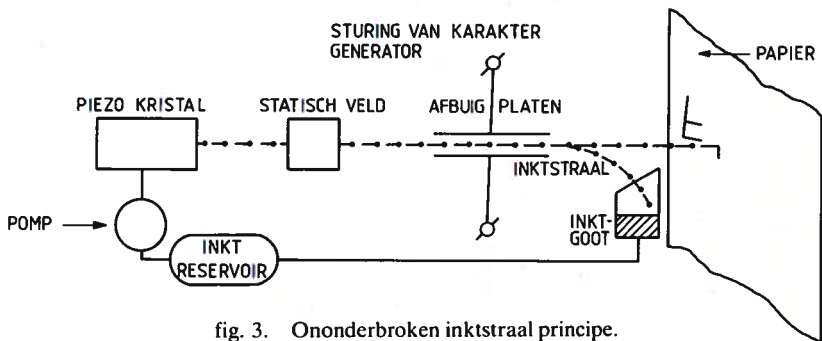


fig. 3. Ononderbroken inkstraal principe.

De inktdruk bij dit systeem is ca. 5,5 bar.

De inktdruppel heeft een diameter van 0,03 mm en een snelheid van 76 km/h.

De afstand van de inkttrichter tot het papier is ongeveer 20 mm.

Bij het spuiten van een karakter begint de spuittrichter links onder en spuit naar gelang de breedte van de karakter een aantal lijnen.

Wordt de straal niet afgebogen door het statische veld (maximaal 170 volt) dan spuit de inkt in de goot (gutter) en wordt weer teruggevoerd naar het inktreservoir.

De karakterhoogte is 10 mm.

Problemen die er eerst waren bij juiste drukstelling, het drogen van de inkt en het vervuilen van het printsysteem lijken nagenoeg opgelost.

#### 2. Principe met een inkstraal matrix (ink on demand)

Printers met dit principe hebben een inktkamer die een printkop met 6 of 12 kleine printkamers, voorzien van straalpijpjes (nozzles), voedt.

Deze zijn vertikaal in een kolom geplaatst op die plaatsen waar bij de impact printer de aanslagpennen zitten.

Elke kamer heeft zijn eigen piëzo-elektrisch element, dat er bij bekrachtiging voor zorgt dat er een drukgolfje ontstaat dat de druk in het inktpijpje verhoogt. Vervolgens treedt er een druppel inkt uit het straalpijpje. De doorsnede van een inktdruppel is op dat moment 0,1 mm en vloeit op het papier uit tot een zwarte vlek van 0,3 mm, hetgeen ook afhankelijk is van de gebruikte papierkwaliteit.

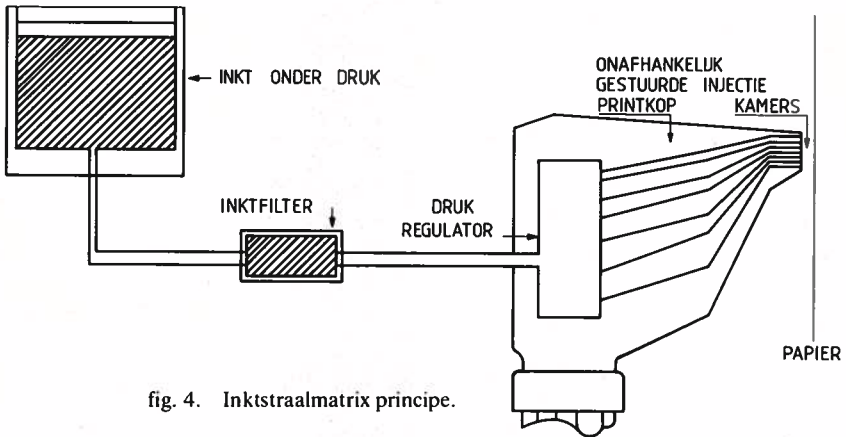


fig. 4. Inktstraalmatrix principe.

De inkt wordt in een container geleverd en is voldoende voor 5 miljoen karakters. De kwaliteit van de te printen karakters wordt steeds beter.

Ook is het mogelijk om m.b.v. dit principe kleurafdrukken te maken.

De betrouwbaarheid van het printprincipe is uit te drukken in een MTBF cijfer van 2000 uren.

De snelheid van de bidirectionele printer (zowel tijdens de heen- als teruggaande slag printen) is 270 cps.

### *Elektrostatische principe*

Elektrostatisch printen werd oorspronkelijk ontwikkeld om er sneller data mee te plotten dan met een plotter met inktpennen.

Elektrostatische printers gebruiken papier voorzien van een speciale isolerende laag die over een horizontale kam van 400 kleine metalen naalden beweegt. Spanningen van 380-400 volt worden afzonderlijk naar de naalden toegevoerd om een mozaïek van geladen deeltjes te vormen die de karakters vertegenwoordigen. Vervolgens krijgt het papier een hoeveelheid toner toegevoerd.

De opgeladen gedeelten trekken de toner aan om een zichtbaar beeld te vormen.

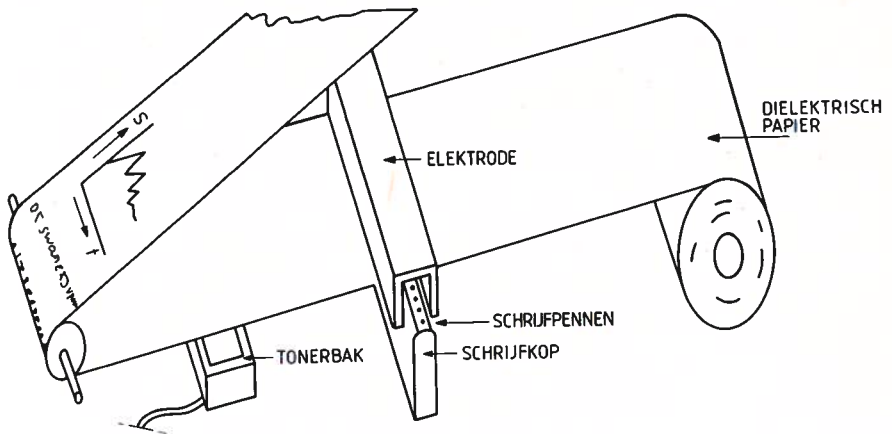


fig. 5. Elektrostatich principe.

Elektrostatiche printers hebben snelheden van 300 tot 1800 lpm (lijnen per minuut).

Het voordeel is, dat met dit principe tegelijkertijd als printer en als plotter kan worden gewerkt.

Als enig nadeel is het gebruik van papier met een speciale laag te vernoemen, waardoor de prijs per geprinte pagina hoger ligt dan bij de andere print-systemen, terwijl er ook intensiever preventief onderhoud noodzakelijk is.

De kwaliteit van de geprinte informatie is t.o.v. de andere printtechnieken minder goed.

De MTBF cijfers voor dit systeem liggen op 3000 uren.

#### *Elektrografische principes*

Elektrografische principes, vroeger ook wel xerografisch genoemd, berusten op een beeldmatige ontlading door licht-inwerking op een elektrostatich opgeladen oppervlak van een fotogeleider.

Op dit principe berusten de laser-printers en de image-printers.

#### Het laser principe (fig. 6 en 7)

Laser-printers hebben voordelen door hun grote snelheid, hun uitstekende printkwaliteit en door het gebruik van gewoon papier.

Het principe berust op een laserstraal met een erg laag vermogen van ca. 40 mW bij een maximale capaciteit en 25 mW in „stand-by” situatie.

Deze straal wordt door een lichtstraalmodulator gevoerd en zal afhankelijk van het te printen karakter de straal heen en weer bewegen en wel of geen lichtpunt op een fotogevoelige laag overbrengen.

Door een corona wordt deze laag die op een drum is gespannen, negatief opgeladen.



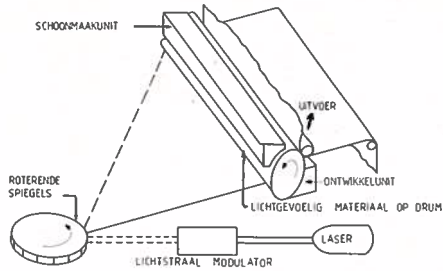


fig. 6. Laser principe.

De laserstraal wordt via een polygon spiegel (ronde schijf met spiegeltjes) afgebogen naar de drum met de fotogevoelige laag, waar de lichtpuntjes de lading wegnemen.

Dit geldt voor de gehele horizontale lijn op de drum via het polygon-spiegeltje. (Er zijn ook systemen met 6 lijnen.)

Verticaal worden de karakters gevormd door het draaien van de drum.

Het resultaat van deze twee bewegingen is een raster van vertikaal 144 lijnen per inch en horizontaal 180 lichtpunten per inch.

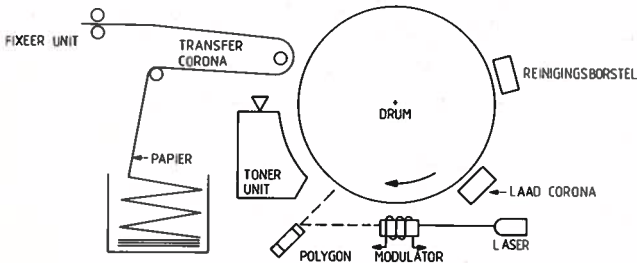


fig. 7. Laserstraal principe.

Het ontstane beeld op de fotogevoelige laag wordt langs een tonerstation gevoerd.

De tonerdeeltjes worden aangetrokken door de plaatsen waar de lichtpunten de fotogevoelige laag hebben ontladen.

Een transfercorona zorgt ervoor dat de toner van de fotogevoelige laag naar het papier wordt getrokken.

Het papier en de toner worden vervolgens langs een fixeerstation getransporteerd, waar de toner veegvast in het papier wordt gesmolten.

Achterblijvende tonerdeeltjes op de fotogevoelige laag worden door een reinigingsborstel verwijderd. In plaats van een drum kan ook een fotogevoelige band worden gebruikt.

Printsnelheden die afhankelijk zijn van het aantal verticale schrijfliijnen voor de karakters variëren van 900 tot 13360 lpm.

Sommige laserprinters hebben de mogelijkheid om na de oplaadcorona een formulier voordrukmasker aan te brengen met tekens, afbeeldingen, rasters e.d. voor formulieren, in zwart-wit weliswaar.

Een nadeel van laserprinters is dat zowel de aanschafkosten als de kosten per geprinte bladzijde hoog zijn (3voudige van impact printers).

Een ander minpunt kan zijn dat er veel onderhoud moet worden gepleegd, om een goede printkwaliteit te behouden.

De toner die bij de IBM 3800 laserprint wordt gebruikt en TNF bevat (trinitrofluoride) wordt in laboratoria onderzocht op mogelijke schadelijkheid voor de gezondheid.

De te printen karakters kunnen ook in hoogte per regel worden ingesteld en zijn van uitstekende kwaliteit.

Toepassingen zijn: het maken van teksten voor grafische toepassingen en in fotozetmachines.

Ook voor snelle facsimile systemen wordt de laserprinter toegepast.

### Image principe

Image printers werken met een kathode straalbuis als lichtbron.

Via een glasfiber optiek wordt een lichtsignaal van de kathodestraalbuis overgebracht op een lichtgevoelige zinkoxyde band.

Door een transfercorona wordt het kopieerpapier met de zinkoxyde band in aanraking gebracht.

De toner wordt door het papier overgenomen en gefixeerd.

Volgens dit principe kunnen 18 pagina's formaat A4 per minuut worden afgedrukt.

De resolutie is 300 x 300 dots per inch.

Een groot voordeel is dat de afgedrukte informatie onafhankelijk is van een karaktersetgenerator. Verdere gegevens van dit principe ontbreken, maar het zal zeker als intelligente kopieermachine van de toekomst een rol gaan spelen.

### Conclusie

Verwacht mag worden dat in de toekomst steeds meer non-impact printers zullen worden toegepast om computer-uitvoer te verwerken (zie overzicht).

Ongetwijfeld zullen de aanschaffingsprijzen en de onderhoudskosten voor deze systemen lager worden, om nog beter met de impact printers te kunnen concurreren. Op blz. 153 is een overzicht van een aantal non-impact printers gegeven.

# OVERZICHT

	Snelheid	Voordelen	Nadelen	Voorbeelden
Thermische printers	tot 120 cps	licht van gewicht geluidarm kleine afmetingen soms grafische mogelijkheden	thermisch papier (kleine hoeveelheden geen bezwaar)	miniterm control data 753 dataprodukt T80 NCR 260 Texas Instrument Silent 700 Hewlett Packard (div. modellen)
Spanningsgestuurde printers	tot 6600 cps	licht van gewicht kleine afmetingen	zilverachtig papier (slecht te bewaren) kwalijke geur bij slechte ventilatie	Axiom model EX 801 EX 820 EX 850 Rotary van SC I NM P420/430 van NIEAF ESP 40
Inktstraal printers	tot 300 cps	goede kwaliteit afdruk kleuren mogelijk	problemen inkttoevoer goede klimaatbeheersing noodzakelijk vervuiling	ononderbroken-inktstraal: IBM 6640 Bell & Howell syst. 96 matrix - inktstraal: Silonics Siemens (kleur)
Elektrostatische printers	tot 15.000 cps	hoge snelheden soms grafische mogelijkheden	speciaal papier	Versatec o.a. model 80 Honeywell Bull PPSO 700
Elektrografische printers	tot 15.000 cps	goede kwaliteit image printers; onafhankelijk van karaktergenerator	hoge aanschafkosten veel onderhoud	laserprinter: IBM 3800-6670 Xerox 9700 Siemens 3352 image printer: Wang IIP

# Koolmicrofoons in telefoontoestellen

Ir. J. Schop

## Inleiding

De uitvinding van de telefonie berustte in feite op een constructie die spraak kon omzetten in analoge elektrische signalen. Het construeren van geluidsweregevers voor telefonie gaf veel minder problemen. De ontwikkeling van steeds betere „omzetters” vond plaats gedurende het laatste kwart van de vorige eeuw. Dit heeft geleid tot de koolmicrofoon. De eigenschappen daarvan waren toentertijd nog niet best.

In Nederland kwam de ontwikkeling van de koolmicrofoon pas rond 1950 in het eindstadium.

Dit artikel beoogt een indruk te geven van de ontwikkeling en de eigenschappen van de koolmicrofoon. Tevens wordt het de lezer hopelijk duidelijk, waarom de koolmicrofoon in de telefonie zijn langste tijd heeft gehad.

## Historie

De uitvinding van Bell in 1875 was een constructie die geluidstrillingen kon omzetten in analoge elektrische stroomvariaties en andersom.

Als signaalgever had de constructie een te lage gevoeligheid. Als signaalontvanger voldeed hij goed. Als zodanig is hij, natuurlijk technisch verbeterd, nog steeds als telefoon in de Nederlandse telefoontoestellen in gebruik.

Na Bell's vinding is door onder andere Berliner, Edison, Blake, Hunning, Hughes en Gower getracht betere signaalgevers te construeren met behulp van enkele tegen elkaar liggende stukken kool. Het doel was een veel grotere signaalafgifte. In 1895 paste de fabriek Ericsson koolkorrels of koolgruis toe. Rond 1900 waren dergelijke microfoons overal in gebruik.

Bell noemde zijn vinding „telephone”. Men bleef geluidsweregevers volgens dit elektromagnetische principe construeren onder deze naam.

Hughes noemde in 1878 zijn signaalgever „microphone”. Deze naam heeft na veel verwarring algemeen ingang gevonden. Het woord telefoon wordt heden ten dage nog voor veel verschillende zaken gebruikt. Meestal wordt getracht het onderscheid duidelijk te houden met de woorden telefoon of telefoonkapsel voor de ontvangende omzetter; hoorn, handgreep of microtelefoon voor de houder met beide omzetters en toestel of telefoontoestel voor het

abonnee-apparaat. De woorden zoals telefoneren, telefoonbedrijf of -centrale geven verder geen aanleiding tot verwarring.

### **Ontwikkeling en eigenschappen**

Rond 1950 werd op het toenmalige Transmissielaboratorium van de Nederlandse PTT belangrijk werk verricht voor de ontwikkeling van een goede koolmicrofoonconstructie. De in de literatuuropgave genoemde publikaties van dr. ir. H. Mol geven hierover zeer veel informatie. Eén van deze artikelen begint hij met: „Misschien komt men na het lezen van dit artikel tot de conclusie, dat een koolmicrofoon eigenlijk helemaal geen eigenschappen heeft en in plaats daarvan slechts door gebreken wordt gekenmerkt.”

### *Gevoeligheid*

De koolmicrofoon is een verzameling losse contacten tussen een groot aantal koolkorrels. De microfonische werking van het geheel is het resultaat van de weerstandvariaties van de afzonderlijke contacten bij drukverschillen. De vormgeving van de elektroden en van de koolgruiskamer is heel belangrijk voor de goede werking van de microfoon. Al vóór 1900 werden koolmicrofoons met voldoende grote gevoeligheid vervaardigd. Men bleef echter last houden van snel teruglopende gevoeligheden tijdens het gesprek, wat door schudden of kloppen telkens kon worden opgeheven. Deze verschijnselen werden veroorzaakt door verkeerde koolkamerconstructies, waardoor het koolgruis kon worden samengedrukt zonder terug te kunnen veren. De microfoonweerstand vermindert dan sterk en de gevoeligheid loopt hard terug: de microfoon „slaapt in”. De koolkamerconstructie in de vorm van een bolschil met een holle vaste en een bolle beweeglijke elektrode is de oplossing gebleken voor dit soort problemen, [3][6].

De huidige koolmicrofoons zijn nog steeds geconstrueerd volgens dit principe. De gevoeligheid blijft redelijk constant tijdens het gesprek, ook bij scheef houden. Mol bewijst in [2] dat het signaalvermogen dat uit een bepaald type koolmicrofoon kan worden gehaald evenredig is met het opgenomen gelijkstroomvermogen. Het verlies aan signaalvermogen door verlies aan gelijkstroomvermogen in de toestelleiding wordt voedingsdemping genoemd. Dit signaalverlies bedraagt 4 dB voor 5 km lokale kabel met 0,5 mm aderdiameter. Eveneens beschrijft Mol met een wiskundige analyse de beweging van koolkorrels onder invloed van trilplaatbewegingen. Hieruit trok hij conclusies over eigenschappen en constructiedetails. Deze conclusies werden door metingen aan grote aantallen microfoons bevestigd. Grote aantallen omdat koolmicrofoons een zodanig grillig gedrag vertonen dat gevoeligheidsmetingen meestal variaties van enkele dB's laten zien.

### *Instabiliteit*

Als de bewegingen van de trilplaat geen blijvende wijziging in de ligging van de koolkorrels veroorzaken, is de koolmicrofoon stabiel. De gevaarlijkste vorm van instabiliteit is het „inslapen”. Dit trad altijd op bij microfoons met vlakke elektroden. Bij de genoemde bolschilconstructie komt dit nauwelijks meer voor. De gevoeligheid varieert bij herhaald meten wel enkele dB's. De oorzaak is dat als het koolgruis wat is bewogen, de contacten tussen de koolkorrels onderling zijn veranderd. Hierdoor zijn ook de eigenschappen van de koolmicrofoon als geheel veranderd. Variaties in gevoeligheid tot 4 dB zijn geen uitzondering.

### *Veroudering*

Fijn verdeeld koolgruis is hygroscopisch. De korrels nemen vocht en lucht op. Hierdoor stijgt de weerstand van de koolmicrofoon. Dit bepaalt het verouderingsproces van koolmicrofoons. Mechanische beschadiging zoals afbreken van de korrelpunten, het verbranden van de elektroden en korrels door vonken zijn vaak als oorzaken genoemd. Onderzoek in 1978 aan gebruikte koolmicrofoons (waaronder zeer oude met weerstanden van meer dan 400 ohm) met behulp van een elektronenmicroscop en een röntgen-elementen-analysator bracht echter bij deze exemplaren geen mechanische slijtage of chemisch oppervlakteveranderingen aan het licht.

In de loop der jaren was al gebleken dat het toepassen van de juiste koolsoort zeer kritisch is. De juiste eigenschappen van koolgruis zijn niet geheel te testen. Dit moet steeds proefondervindelijk worden uitgezocht door koolmicrofoons met het te testen gruis te vullen. Duidelijk is dat de chemische samenstelling bijzonder belangrijk is. Deze wisselt sterk met de winningsplaatsen.

### *Vervorming*

Het membraan geeft door zijn massa en zijn stijfheid één of meer resonantiepieken. Bij gunstige constructies kan de lineaire vervorming die hiervan het gevolg is, voldoende laag zijn.

De oorzaken van niet-lineaire vervorming zijn niet beperkt tot één. De trilplaat is moeilijker indrukbaar dan naar buiten te bewegen door de tegendruk van koolkorrels. Bij het naar buiten bewegen gaat de koolmassa niet direct mee, maar rollen de korrels er vrij achteraan. De droge wrijving tussen de korrels speelt ook een grote rol. Bij kool in rust is een veel grotere kracht, zogenaamde lostrekkraft, nodig dan de kracht om een beweging van korrels in stand te houden. Dit geeft het zogenaamde drempeleffect. De gunstige waarde daarvan blijkt in de praktijk miniem te zijn.

Dit alles geeft niet-lineaire vervorming met hysteresevervalsingen, afhanke-

lijk van de geluidsdruk en de geluidsfrequentie. Dit is een *intrinsieke*, dus onvermijdelijke eigenschap van koolmicrofoons. De grootte-orde bedraagt 15 à 30%. Door de instabiliteit is het niet exact te meten.

### *Ruis*

De ruis van koolmicrofoons met gelijkstroom gevoed, is veel hoger in niveau dan de normale thermische ruis. In [5] geeft Mol aan dat dit het gevolg is van kleine bewegingen van de koolkorrels die kleine weerstandsvariaties geven. Een goede koolmicrofoon geeft ongeveer evenveel ruis als normale centrale-storingssignalen en als ruis uit versterker- en stapelapparatuur. Het komt voor dat vonkvorming optreedt wat storingspieken (spetteren, gekraak) en zelfs fluiten tot gevolg heeft.

### *Metten aan koolmicrofoons*

Het reproduceerbaar meten aan koolmicrofoons is door de instabiliteitsverschijnselen niet eenvoudig. In de vijftiger jaren is door het Transmissielaboratorium het zogenaamde „ruisapparaat” ontworpen, waarmee de gevoeligheid en de weerstand, zo goed als mogelijk is, kunnen worden gemeten. De gevoeligheid wordt met 100 dB ruis van 300-3400 Hz bepaald; direct daarna wordt de gelijkstroomweerstand gemeten, omdat het koolgruis dan goed is losgeschud. Het gedrag van koolmicrofoons bij normale spraak wijkt hiervan af, omdat de geluidsdruk lager is en varieert, spraak een andere frequentieverdeling heeft en het losschudden in de praktijk minder geschiedt. Dit is echter niet reproduceerbaar te meten. Deze ruisapparaten worden nog steeds gebruikt, omdat de meetnauwkeurigheid toch door de instabiliteit van de microfoons wordt bepaald. Voor een goed kwaliteitsbeeld blijft men bij koolmicrofoons afhankelijk van spreek – en luisterproeven.

### *Recent onderzoek*

Van 1976 tot 1978 heeft de auteur van dit artikel ook enig onderzoek verricht, met het doel statistisch iets meer van het gedrag van koolmicrofoons vast te leggen. Hierbij bleek dat bij steeds maar herhaald meten aan één nieuwe koolmicrofoon gemiddelde gevoeligheidswaarden worden gevonden verdeeld met een standaardafwijking van 0,65 dB en weerstandswaarden verdeeld met een standaardafwijking van 10  $\Omega$ . Voor een goede transmissiekwaliteit zijn de gevonden verschillen veel te groot. Onderzoek aan gebruikte microfoons leverde gemiddeld lagere gevoeligheden en hogere weerstandswaarden op. Binnen ca. 4 jaar voldoet de helft en binnen ca. 6 jaar 70% van de koolmicrofoons niet meer aan de weerstandseis van maximaal 150  $\Omega$ . Microscopisch onderzoek (zie paragraaf Veroudering) aan een aantal van de oudere koolmicrofoons bracht niets aan het licht. Door dit onderzoek werd dezelfde

conclusie getrokken als Mol destijds: De koolmicrofoon wordt gekenmerkt door het ontbreken van eigenschappen. Ook te verwoorden met: De koolmicrofoon is in feite een verzameling „rotte” contacten.

### **Andere microfoons**

Het is al decennia lang mogelijk andere microfoons toe te passen. Een nadeel was altijd de hogere prijs, omdat andere microfoons een versterker nodig hebben. De ontwikkelingen van de laatste jaren hebben goede en goedkope microfoontypen zoals de elektreet, bruikbare versterker-IC's en IC's die de gehele toestelschakeling bevatten, opgeleverd. Hierdoor kan de koolmicrofoon geen lang leven meer beschoren zijn. Elektronische toestellen zullen langzamerhand de huidige toestellen gaan verdringen. Zij zullen meestal andere dan koolmicrofoons bevatten, wat marktdaling en prijsverhoging voor de koolmicrofoons zal inhouden.

De industrieën zijn tegenwoordig in staat voor de huidige T65-telefoon-toestellen „koolmicrofoonvervangers” te maken. Met vervangers worden andere typen microfoons met een versterkertje ingebouwd in een koolmicrofoonomhulling bedoeld. De prijs hiervan ligt tussen een- en tweemaal de koolmicrofoonprijs. De voordelen liggen in de transmissiekwaliteit, ontbreken van voedingsdemping en in de levensduur. Met dergelijke vervangers kunnen de huidige toestellen dienst blijven doen, ook nog lang nadat door de marktdaling de productie van koolmicrofoons volledig is gestopt.

Van 1976 tot en met 1980 is veel onderzoek aan het huidige telefoonnet verricht voor het opstellen van een nieuw transmissieplan. Eén van de mogelijke maatregelen is het verhogen van de gevoeligheid van de microfoons met 2 dB bij 0 dB voedingsdemping. Voor koolmicrofoons zou dit een verhoging van ca. 3 dB betekenen. Dit kan alleen als een duidelijk grotere instabiliteit en sterkere vervorming acceptabel zou zijn. Dat is niet het geval. Het voorstel voor het plan houdt dan ook in dat de koolmicrofoon wordt vervangen. Later zal in een artikel op de essenties van het nieuwe Transmissieplan nader worden ingegaan.

### **Literatuur**

- [1] Mol, dr. ir. H., Eigenschappen van koolmicrofonen, Het PTT-bedrijf, deel III nr. 2, augustus 1950.
- [2] Mol, dr. ir. H., Theorie van de koolmicrofoon (I), Het PTT-bedrijf, deel III nr. 4, juni 1951.
- [3] Mol, dr. ir. H., Theorie van de koolmicrofoon (II), Het PTT-bedrijf, deel IV nr. 1, oktober 1951.
- [4] Mol, dr. ir. H., Theorie van de koolmicrofoon (III), Het PTT-bedrijf, deel IV nr. 3, juni 1952.
- [5] Mol, dr. ir. H., Theorie van de koolmicrofoon (IV), Het PTT-bedrijf, deel V nr. 2, april 1953.
- [6] Mol, dr. ir. H., Theorie van de koolmicrofoon (V), Het PTT-bedrijf, deel V nr. 3, augustus 1953.



# Transmissie- en telecommunicatietechniek

ing. B. Kieboom  
(Vervolg van blz. 121.)

## *Transmissie*

Transmissie is het overbrengen van energie of informatie.

Naar de soort over te brengen energie wordt de transmissie verdeeld in:

- mechanische transmissie
- elektrische transmissie.

Naar de soort over te brengen informatie wordt de transmissie verdeeld in:

- telefoontransmissie (overdracht gesproken woord)
- muziektransmissie (overdracht muziek)
- beeldtransmissie (overdracht beeld, geschreven tekst, tekeningen, foto's e.d.)
- telegraaftransmissie (overdracht schrift)
- datatransmissie (overdracht informatie, meetgegevens, commando's alarmering, gegevens van en voor computer).

Transmissiewegen zijn kostbaar.

Kostenbesparende verbindingsmogelijkheden en methoden moeten worden toegepast om op grote schaal telecommunicatie te kunnen bedrijven.

Het meervoudig gebruik van dezelfde transmissiewegen voor gescheiden verbindingen kan kostenbesparend werken.

Er worden in hoofdzaak twee bruikbare methoden voor het meervoudig gebruik van transmissiewegen toegepast: *frequentieverdeling* en *tijdverdeling*.

Frequentieverdeling wordt bereikt met behulp van moduleren en filteren.

Kennis van modulatie methoden en van filters is dus onmisbaar.

Tijdverdeling vindt plaats met behulp van impulstechnieken. Kennis van impulsmodulatie en impulschakeltechniek is dus eveneens onmisbaar.

Overall waar de transmissieweg van aard verandert, zijn weer speciale ontvangers en zenders nodig, die het signaal van de ene soort in de andere omzetten.

Overgang van twee-enkelgerichte wegen op één dubbelgerichte transmissieweg en omgekeerd, behoort tot een van de voorbeelden, evenals de overgang van kabel op golfgeleider of radio en omgekeerd.

Hierbij komen naast de modulatieproblemen ook aan de orde „aanpassing” en „antennes”.

De overdracht van de signalen gaat niet zonder verliezen.

Vastgesteld wordt hoe groot de verliezen in elk transmissiemiddel zijn, in hoeverre toelaatbaar voor elk transmissiemedium afzonderlijk en voor de verbinding als geheel.

Een eventueel te groot verlies zal door middel van versterkers worden gecorrigeerd.

Enig inzicht in de verbindingstechniek is voor een transmissiegeïnteresseerde dus onontbeerlijk.

### *Overdracht van energie of informatie*

Energie-overdracht in de sterkstroomtechniek is, wat vervoer betreft met de daaraan gekoppelde apparatuur (machines, schakelaars e.d.), gebonden aan eisen en voorschriften, die worden gesteld door de samenwerkende energiebedrijven.

In opdracht van deze bedrijven worden proeven genomen (veelal bij KEMA te Arnhem), teneinde de mogelijkheden van vervoer te kennen.

Hierbij worden de kosten en technische mogelijkheden, gekoppeld aan de veiligheid voor mens en materieel, tegen elkaar afgewogen.

Het transport van de hiervoor bedoelde energie is een speciale techniek dat hier buiten beschouwing blijft.

De besturing evenwel gebeurt elektronisch, hetgeen in het algemeen informatieverwerkend gedeelte is besproken en hierna nog nader zal worden behandeld.

Informatie-overdracht is evenals de energie-overdracht gebonden aan eisen, voorschriften en afspraken in internationaal verband gesteld.

Zo geldt voor een telefoongesprek de enige en algemene eis dat het verstaanbaar moet zijn.

Voor informatie-overdracht via tekens e.d. geldt de eis dat de signalering onvervormd moet overkomen.

Om aan de eis van verstaanbaarheid te voldoen moet het overgebrachte geluid aan drie voorwaarden voldoen:

- het geluid moet de juiste sterkte hebben
- het geluid moet van voldoende kwaliteit zijn
- het gesprek moet niet door bijgeluiden worden gehinderd.

De telefoontransmissie omvat het geheel van maatregelen en technische voor-

zeningen, dat het vervullen van deze voorwaarden voor elke verbinding, die binnen een telefoonnet kan worden gevormd, moet verzekeren.

Het is duidelijk dat het grootste net hiervoor maatgevend is. Dit net is het „wereldtelefoonnet”. De eisen zijn in internationale overeenkomsten voor internationaal verkeer vastgelegd. Enkele van die eisen kunnen als volgt worden omschreven.

#### De juiste sterkte.

Een telefoongesprek is nog voldoende sterk, als in het toestel van de luisteraar ongeveer 1/400 van de energie, die door het sprekende toestel aan de lijn is afgegeven, wordt ontvangen.

Voldoet een verbinding niet aan deze voorwaarden, dan treedt er te veel *demping* op.

#### De kwaliteit.

De kwaliteit van een telefoongesprek wordt voldoende geacht, als alle frequenties uit de menselijke spraak, die tussen 300 Hz en 3400 Hz liggen, ongeveer in hun juiste onderlinge sterkteverhouding wordt weergegeven.

Frequenties die *niet* in het gesprokene voorkomen mogen niet worden weergegeven, dus ook niet de besturings- of pilootfrequenties.

Voldoet de verbinding niet aan deze voorwaarden, dan treedt *vervorming* op.

#### Bijgeluiden.

Deze kunnen van velerlei aard zijn, bijvoorbeeld:

- overspreken. Tengevolge van afwijkingen in de schakelapparatuur, kabels, draadloze verbinding, versterkers e.d., kan het gesprokene op een telefoonverbinding hoorbaar worden op een andere;
- fluiten, ruisen, brommen. Door diverse afwijkingen in apparatuur en verbindingswegen kunnen allerlei geluiden geproduceerd, die al naar gelang hun aard een naam krijgen;
- kiezengeruis. Veroorzaakt door niet constante overgangsweerstand op schakelaarcontacten. Gevolg, wegzakken van de gesprekken door deze tijdelijk verhoogde demping.

Ook de relatieve vochtigheid, die niet lager dan 40% mag zijn, kan van invloed zijn.

Voor informatie-overdracht, anders dan spraak, geldt de eis dat de informatie onvervormd overkomt in een zo klein mogelijke tijdséénheid.

Internationale afspraken zijn hierover gemaakt.

Informatie-overdracht zal hierna de aandacht krijgen.

### *Transmissiemiddelen*

Voor het overbrengen wordt gebruik gemaakt van verschillende transmissiemiddelen en transmissiewegen.

Transmissiemiddelen voor mechanische transmissie zijn:

assen, kettingen, drijfriemen, pneumatische- en hydraulische leidingen, tandwielen, riemschijven, kettingwielen, zuigers enz.

Op deze onderwerpen zal niet verder worden ingegaan.

Transmissiemiddelen voor elektrische transmissie zijn:

luchtleidingen, kabels, draadloze- of radioweg, versterkers, zenders, ontvangers, modulatie- en demodulatie-apparatuur enz.

Deze onderwerpen zullen nader worden besproken.

De transmissiemiddelen dienen voor:

telefonie, telegrafie, telex, datacommunicatie, mobilofonie, semaforie, muziek, televisie, facsimilé, viewdata, teletekst en telebord alsmede communicatie-apparatuur ten behoeve van bejaarden en minder validen.

Ook satellietcommunicatie met schepen (maritiem-verkeer), „digital selective calling” en pulscodemodulatie zal worden behandeld.

### *Taakstelling transmissie*

In het algemeen kan de taakstelling voor transmissie als volgt worden samengevat:

- bij de transmissie dient zo weinig mogelijk energie verloren te gaan;
- bij de transmissie dient het over te brengen signaal zo weinig mogelijk te worden vervormd;
- bij de transmissie dienen zo weinig mogelijk signalen te worden toegevoegd;
- bij de transmissie moet de snelheid van berichtgeving optimaal zijn;
- bij de transmissie moet de economische factor verantwoord zijn.

In hetgeen nu volgt wordt uitsluitend de elektrische transmissie behandeld en in het bijzonder de telefoon-, telegraaf-, muziek-, beeld- en datatransmissie.

Deze vormen van transmissie kunnen worden samengevat in het begrip telecommunicatietechniek of verreberichtgeving.

### *Transmissie-omzeters*

Algemeen.

Teneinde informatie te kunnen overbrengen is het noodzakelijk deze informatie aan de zenzijde met behulp van een omzetter om te zetten in een mechanisch- of elektrisch signaal.

Dit signaal moet daarna worden overgebracht of getransporteerd naar de ontvangzijde.

Dit transport via de transmissieweg moet weinig energie kosten en het signaal zo onvervormd mogelijk doorgeven.



fig. 5. Informatie-overdracht.

Aan de ontvangzijde wordt dit signaal weer omgezet naar de gewenste vorm van informatie.

Omzetter voor telefonietransmissie.

Bij telefonietransmissie wordt aan de zenzijde het gesproken woord, een vorm van acoustische energie in de vorm van luchtdrukvariaties, met behulp van een microfoon omgezet in elektrische energie. Aan de ontvangzijde wordt de elektrische energie met behulp van een telefoon weer omgezet in luchtdruktrillingen of wel akoestische energie.

Voor telefonie wordt meestal een koolmicrofoon gebruikt. Een koolmicrofoon bestaat uit een kamer gevuld met koolgruis. Deze kamer is afgesloten met een membraan. Door de koolmicrofoon vloeit een gelijkstroom. Wordt het membraan besproken, dan zal ten gevolge van de luchtdrukvariaties het koolgruis min of meer worden samengedrukt, waardoor er weerstandsvariaties ontstaan. Neemt de luchtdruk toe, dan wordt het koolgruis samengedrukt waardoor de weerstand afneemt. Neemt de luchtdruk af, dan wordt het koolgruis minder samengedrukt waardoor de weerstand toeneemt.

Tengevolge van de weerstandsvariaties zal de stroom door de koolmicrofoon min of meer afnemen, dit is een vorm van *gelijkstroommodulatie*.

De informatie, het gesproken woord, is omgezet in de gelijkstroomvariaties; het is derhalve voldoende de gelijkstroomvariaties over te brengen. In een telefooncentrale worden de variaties gescheiden van de gelijkstroomcomponent, waarna de verkregen wisselstroom wordt overgebracht.

De afgegeven wisselstroomenergie is circa 1000 maal zo groot als de toegevoegde akoestische energie. De *koolmicrofoon* is derhalve een versterker.

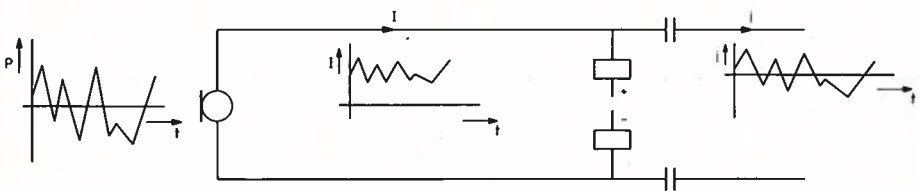


fig. 6. Zenzijde telefoonverbinding.

Aan de ontvangzijde wordt de wisselstroom toegevoegd aan een elektromagneet waarvoor een weekijzeren membraan is geplaatst. Het membraan wordt door een permanente magneet constant in een holle stand gebogen. Vloeit er nu door de spoel een wisselstroom dan zal het resulterende magnetische veld worden versterkt of verzwakt, waardoor het membraan een beweging maakt welke overeenkomt met de vorm van de toegevoerde wisselstroom. Het membraan brengt de lucht voor het membraan in trilling waardoor een geluid wordt waargenomen.

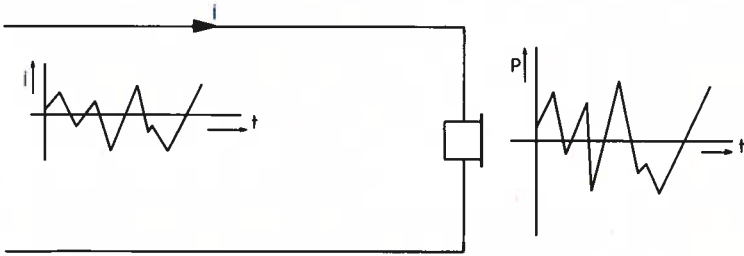


fig. 7. Ontvangzijde telefoonverbinding.

Het geluid dat wordt voortgebracht bij het spreken heeft een grillig verloop. Toch is het mogelijk een dergelijk grillig verloop te ontbinden in een aantal sinusvormige signalen.

Een toon bestaat uit een sinusvormig signaal met een bepaalde *frequentie*, de *toonhoogte*, en een bepaalde *amplitude*, de *toonsterkte*.

Behalve dit sinusvormige signaal, de *grondtoon*, heeft de toon ook nog componenten met een frequentie die een *veelvoud* zijn van de frequentie van de grondtoon en een amplitude die lager is dan de amplitude van de grondtoon, de zogenaamde *boventonen* of *hogere harmonischen*. Het aantal en de grootte van de boventonen bepalen de klank van de toon.

Het overbrengen van een telefoongesprek is dus niets anders dan het overbrengen van superpositie van sinusvormige signalen (fig. 8).

De door de stem voortgebrachte sinusvormige signalen zijn niet alle even sterk. In fig. 9 is de energieverdeling van de stem als functie van de frequentie weergegeven.

De gevoeligheid van het oor is voor alle frequenties niet gelijk. De gevoeligheid van het oor volgt uit de karakteristiek waarin de benodigde energie als functie van de frequentie waarbij het geluid nog juist wordt waargenomen, de zogenaamde *gehoordrempel*, is weergegeven.

Naast de gevoeligheid is tevens de grens waarbij de geluidsterkte een pijn in het oor veroorzaakt, de zogenaamde *pijngrens* van belang. In fig. 10 zijn de gehoordrempel en pijngrens weergegeven.

Overigens wordt hierbij opgemerkt dat zowel de gehoordrempel als pijngrens afhankelijk zijn van de leeftijd en eventuele beschadigingen van het oor. Binnen de gehoordrempel en pijngrens kan een geluid worden waargenomen zonder hinderlijke bijverschijnselen.

De frequenties die kunnen worden waargenomen liggen in de frequentieband van circa 16 Hz tot 16 kHz.

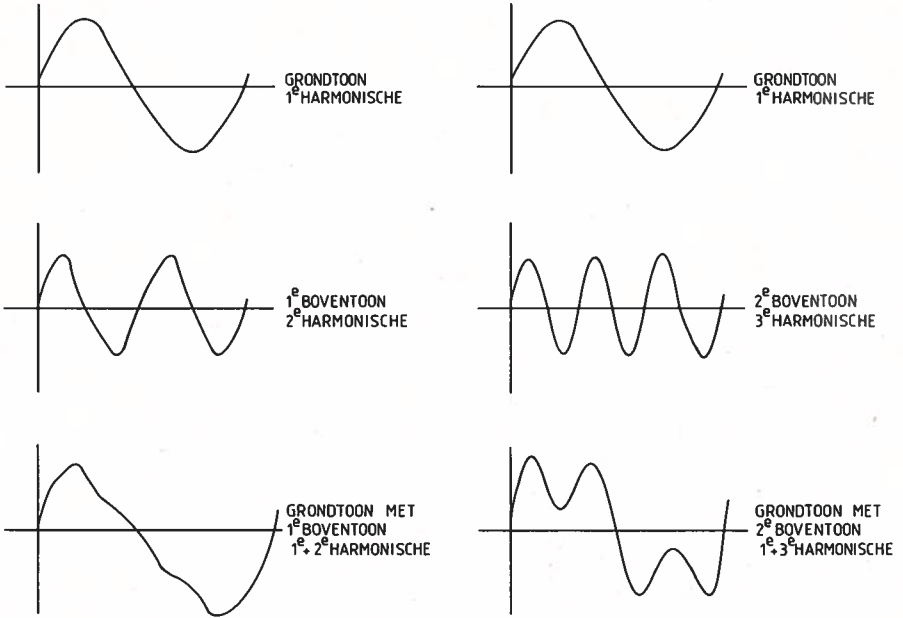


fig. 8. Grondtoon met harmonischen.

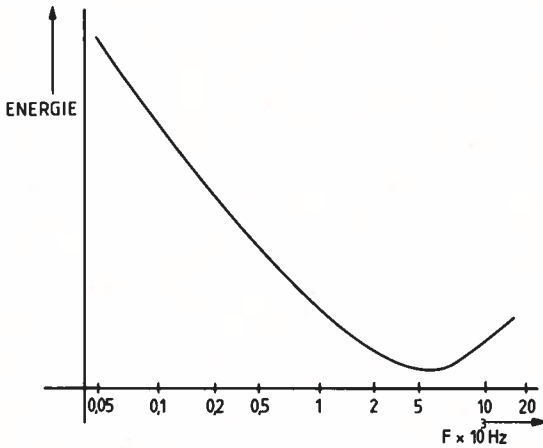


fig. 9. Frequentieverdeling van de stem.

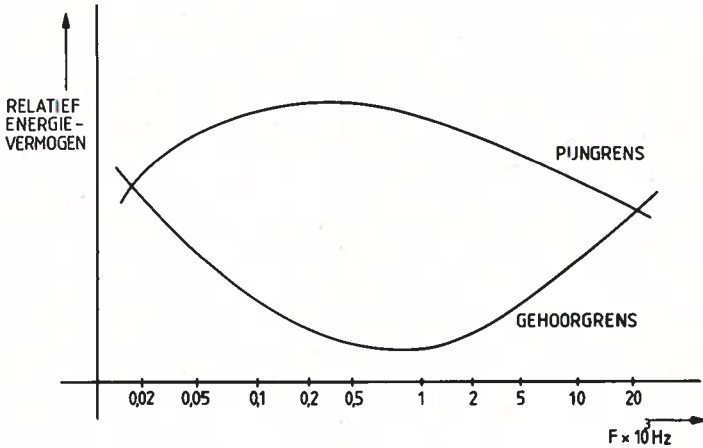


fig. 10. Frequentieverdeling van het oor.

De gevoeligheid van de koolmicrofoon en telefoon is niet voor alle frequenties gelijk, zie fig. 11. Hieruit blijkt dat een signaal wordt vervormd, een zogenaamde *lineaire vervorming*.

Door een beperking van de frequentieband wordt de verstaanbaarheid van het gesprek beperkt en moet derhalve aan de ontvangzijde in min of meerdere mate worden toegevoegd, de zogenaamde *herkenbaarheid*.

Is de frequentieband zeer smal dan is de verstaanbaarheid nagenoeg 0% en moet veel uit de fantasie worden toegevoegd, de herkenbaarheid is nagenoeg 100%. Is de frequentieband breed dan is de verstaanbaarheid nagenoeg 100% en de herkenbaarheid nagenoeg 0%.

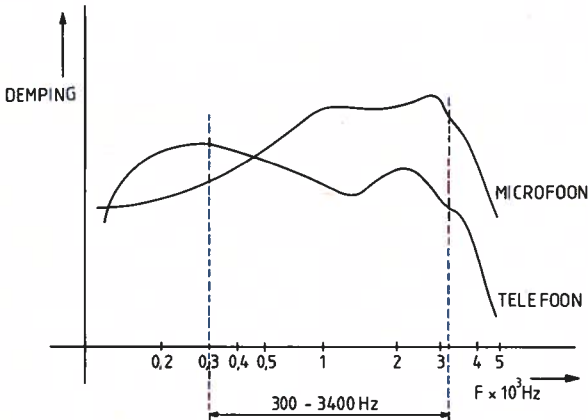


fig. 11. Gevoeligheid telefoonomzetzters.



Een en ander is afhankelijk van de gevoeligheid van oor, microfoon en telefoon. In fig. 12 zijn verstaanbaarheid en herkenbaarheid als functie van de frequentie weergegeven.

Na onderzoeken is internationaal door het CCITT, Comité Consultatif International Télégraphique Téléphonie, het internationale lichaam dat aanbevelingen geeft betreffende normalisatie in de telegraaf- en telefoon-techniek, aanbevolen de frequentieband voor telefonie te beperken van 300 tot 3400 Hz. Hierbij is rekening gehouden met de hoeveelheid energie aan zend- en ontvangzijde.

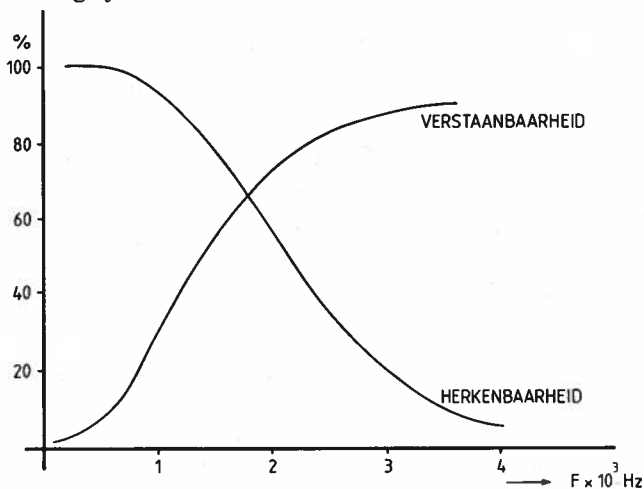


fig. 12. Verstaan- en herkenbaarheid van de telefoonomzeters.

#### Omzeters voor beeldtransmissie.

In principe komen de omzeters voor muziektransmissie overeen met de omzeters voor telefoontransmissie.

Aan de zenzijde een microfoon en aan de ontvangzijde een luidspreker.

Voor een goede muziektransmissie is het echter noodzakelijk de verstaanbaarheid kwalitatief te verbeteren. Het moet nu ook mogelijk zijn de klank goed waar te nemen teneinde de muziekinstrumenten te kunnen onderscheiden.

De bandbreedte voor een goede muziektransmissie moet daarom ten minste 20-20 000 Hz zijn, waardoor hogere eisen worden gesteld aan microfoon, luidspreker en transmissiemiddelen.

#### Omzeters voor beeldtransmissie.

Voor beeldtransmissie wordt aan de zenzijde in een opneembuis een ontvangen beeld op een plaat afgetast en omgezet in een elektrisch signaal. Aan

de ontvangzijde wordt het elektrische signaal weer zichtbaar gemaakt door het oplichten van een weergavebuis.

Zowel bij opname als weergave wordt het beeld lijnvormig afgetast en weergegeven. De kwaliteit van het beeld is afhankelijk van het aantal lijnen en het aantal puntjes, (beeldpuntjes) per lijn.

Voor een goede weergave moet het beeld uit circa 400 000 beeld-elementen bestaan.

Er zijn twee systemen:

- een beeld dat is opgebouwd uit 441 beeldlijnen, ca. 194 481 beeld-elementen, waarvoor een frequentieband nodig is van 0-2,4 MHz;
- een beeld dat is opgebouwd uit 625 beeldlijnen, ca. 390 625 beeld-elementen, waarvoor een frequentieband nodig is van 0-5,5 MHz.

Voor facsimilé of fototransmissie wordt aan de zenzijde een beeld door een lichtstraal afgetast en de lichtsterkte van het gereflecteerde licht omgezet in een elektrisch signaal.

Aan de ontvangzijde wordt het elektrische signaal door middel van een elektromagneet met schrijfstift omgezet in een beeld of door middel van een lampje waardoor een fotogevoelig materiaal wordt belicht.

De benodigde bandbreedte is afhankelijk van het aantal beeldpuntjes dat moet worden overgebracht.

Zo kan voor het overbrengen van een tekening of schrift worden volstaan met een smalle band, terwijl voor het overbrengen van foto's een brede band nodig is. Veelal wordt volstaan met de bandbreedte van een telefoontransmissieweg, dus 300-3400 Hz.

Omzeters voor telegraaftransmissie.

Voor het overbrengen van een teken of commando wordt volgens het internationale telegraaf-alfabet nr. 2 het teken omgezet in een telegraafteken. Een telegraafteken bestaat uit 5 elementen of bits die elk stroomvoerend of stroomloos kunnen zijn en een lengte hebben van 20 msec.

Aan de 5 elementen gaat een startelement vooraf; het startelement heeft een duur van 20 msec en is stroomloos. Na de 5 elementen wordt een teken afgesloten met een stop-element, het stop-element heeft een duur van 20 of 30 msec en is stroomvoerend.

Het overbrengen van een telegraafteken vraagt dus in het totaal

$$(1 + 5 + 1\frac{1}{2}) \times 20 = 150 \text{ msec.}$$

Voor telegraaftransmissie wordt gebruik gemaakt van gelijkstroom, *gelijkstroomtransmissie*, of een wisselstroom, de zogenaamde *toonfrequenttrans-*

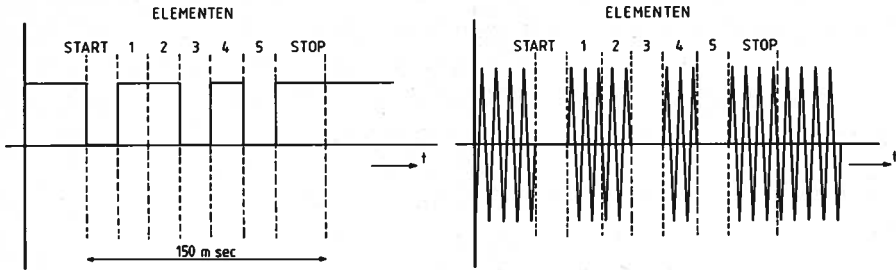


fig. 13. Telegraafteken.

*missie*. Volgens de internationale afspraak komt bij toonfrequenttransmissie geen toon overeen met een stroomloos element, dus een stop-element. In fig. 13 is een telegraafteken weergegeven.

Aan de *zendzijde* van een telegraaftransmissiesysteem wordt in het zendgedeelte van een verreschrijver na het indrukken van een toets, langs mechanische weg vijf zendrails in een positie gebracht die overeenkomt met de codering van het over te brengen teken. Vervolgens worden de zendrails afgetast en een elektrisch signaal gevormd dat overeenkomt met de posities van de zendrails. Door het zendgedeelte van de verreschrijver wordt het telegraafteken gecompleteerd door het toevoegen van een start- en stop-element.

Aan de *ontvangzijde* wordt het ontvanggedeelte van een verreschrijver gestart na het ontvangen van een startelement. Vervolgens wordt op vastgestelde tijdstippen bepaald of een stroomvoerend of stroomloos element wordt ontvangen. Het ontvangen signaal wordt mechanisch vertaald in de standen van vijf ontvangrails. De standen van deze rails zijn in overeenstemming met de ontvangen vijfeenhedencode. Tenslotte wordt langs mechanische weg het teken dat behoort bij de ontvangen code afgedrukt.

Bij *gelijkstroomtransmissie* bestaat het signaal uit een superpositie van een gelijkstroom (de gemiddelde waarde) en een wisselstroom. De frequentie van de wisselstroom is afhankelijk van de ontvangen codering. De grootste variatie ontstaat als de elementen afwisselend stroomvoerend en stroomloos zijn. De wisselstroom is dan een blokvormige grootheid met een periodeduur van 40 msec en een frequentie van 25 Hz. De blokvormige grootheid kan worden ontbonden in een aantal sinusvormige grootheden met een frequentie van 25, 75, 125, 175 Hz enz. (de oneven harmonischen) en met een amplitude die zich verhouden als 1 : 1/3 : 1/5 : 1/7 enz.

Bij *toonfrequenttransmissie* bestaat het signaal uit een superpositie van een sinusvormige grootheid met een frequentie gelijk aan de frequentie van de toon met boven- en onderzijbanden op een afstand van 25, 75, 125, 175 Hz enz. van de toon en een afnemende amplitude.

In principe komt derhalve telegraaftransmissie overeen met wisselstroomtransmissie eventueel met een gelijkstroomcomponent.

Naast het begrip *bandbreedte* wordt bij telegraaftransmissie ook wel gebruik gemaakt van het begrip *transmissiesnelheid*.

Onder de *transmissiesnelheid* wordt verstaan de snelheid waarmee de elementen of bits van een telegraafteken worden overgebracht.

De transmissiesnelheid is het aantal elementen of bits per seconde. De eenheid van transmissiesnelheid is *Baud*.

Het genormaliseerde telegraaftransmissiesysteem heeft een element of bit-duur van 20 msec. De transmissiesnelheid is dus:

$$\frac{10^3}{20} = 50 \text{ Baud.}$$

De benodigde bandbreedte voor een telegraaftransmissie is  $1,6 \times$  de transmissiesnelheid dus:

$$1,6 \times 50 = 80 \text{ Hz.}$$

**Omzetter voor datatransmissie.**

Voor datatransmissie worden in principe soortgelijke omzetter gebruikt als voor telegraaftransmissie.

Bij datatransmissie wordt echter wel gebruik gemaakt van grotere transmissiesnelheden. De over te brengen frequentieband is derhalve ook groter.

Zo wordt voor relatief lage transmissiesnelheden gebruik gemaakt van telefoontransmissiewegen, terwijl voor hoge transmissiesnelheden muziektransmissiewegen nodig zijn.

**Slotopmerking.**

Uit het voorgaande is gebleken dat in de meeste gevallen de telecommunicatietechniek in principe overeenkomt met de transmissie van wisselstroomsignalen. Een uitzondering vormen de telegraaftransmissie (indien daarbij met gelijkstroom wordt gewerkt), het overbrengen van kiesinformatie van telefooncentrales en de beeldtransmissie.

In het vervolg zal daarom hoofdzakelijk worden gesproken over wisselstroomtransmissie, terwijl in een enkel geval de gelijkstroomtransmissie ter sprake zal komen. (Wordt vervolgd.)

# Technisch Engels

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

## Programming

The program is a set of simple instructions linked together in such a way that the computer will **act** on them to perform the functions of a **message-switching system**. (The same computer with the different program and different **peripheral equipment** could do different work such as **payroll accounting**, or **process control**.) The program is prepared in binary form (**1's and 0's**), and punched on to paper tape, which is then fed into the computer via a photo-electric reader. The **pattern** of 1's and 0's is then stored in the computer memory.

The **interpretation of the requirements of the system** into program instructions will take many man-months of work. Time is then required to test the program with the equipment to make sure that **requirements are met** under all conditions. Once the system has been checked with its program, **minor operation changes** can be made by running in a paper tape containing the new program with instructions to enable the computer itself to modify the unwanted part of the program. As soon as the computer has stored the new information in its memory, it is ready to carry out its new function.

## Continuous operation

When the network requirements are such that **unbroken service** from the message-switching centre becomes **imperative**, **redundant equipment** is introduced to give a **mean time between failure** (m.t.b.f.) for the complete system of several years.

A possible configuration uses two computers connected together by a channel so that information can be exchanged. The principle is that one computer takes the "active" role and the other a "**stand-by**" role. Both machines require the same traffic and both process and store it, but only the active one gives an output to the telegraph lines. When a fault is detected anywhere in the active configuration, a change-over is made, and the standby takes over as the active without loss of traffic.

## Future of message switching

As networks become more complex, authorities will **turn from circuit switching** and manual message switching **to** automatic message switching. There is no doubt that automatic message switching systems will be based on

the computer, with its advantages of flexibility and speed. The computer will become **physically smaller** as integrated circuits replace **discrete components**. The **stage** has already been reached where the peripheral equipment is larger than the computer, and it is to be hoped that new and cheaper methods of storage will also result in these **devices** becoming smaller.

It is **likely** that large networks will be connected together and this will mean not only rationalisation of communication technique but also standardisation of **message format** and **operating procedure**.

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

---

<b>to act on instructions</b>	instructies volgen
<b>message-switching systems</b>	systeem voor het doorgeven van berichten
<b>peripheral equipment</b>	randapparatuur
<b>payroll accounting</b>	salarisadministratie
<b>process control</b>	procesbesturing
<b>1's and 0's</b>	enen en nullen
<b>pattern</b>	patroon
<b>interpretation</b>	vertolking, vertaling
<b>the requirements of the system</b>	de eisen van het systeem
<b>the requirements are met</b>	aan de eisen wordt voldaan
<b>minor changes</b>	kleine veranderingen
<b>unbroken service</b>	ononderbroken in dienst zijn
<b>imperative</b>	noodzakelijk
<b>redundant</b>	overtollig
<b>redundant equipment</b>	reserve-apparatuur
<b>mean time between failure</b>	gemiddelde tijdsduur tussen storingen
<b>stand-by (of: standby)</b>	reserve
<b>circuit switching</b>	kringkeuze, lijnschakeling
<b>to turn from – to –</b>	overgaan van – op –
<b>physically smaller</b>	fysiek kleiner, kleiner van afmetingen
<b>discrete components</b>	afzonderlijke componenten
<b>stage</b>	stadium
<b>device</b>	apparaat
<b>likely</b>	waarschijnlijk
<b>message format</b>	de indeling van het bericht
<b>operating procedure</b>	bedieningsprocedure

# 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.

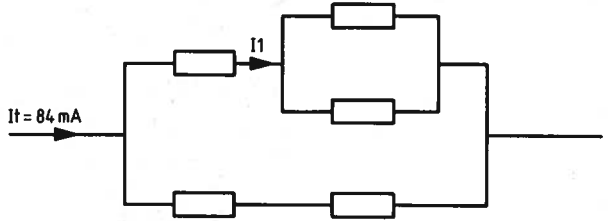
De oplossingen vindt men op blz. 175.

## MT 7.

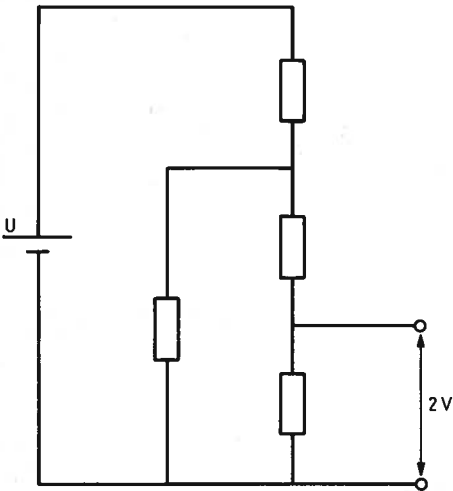
Alle weerstanden zijn gelijk.

$I_1$  is

- A 21 mA
- B 36 mA
- C 48 mA
- D 63 mA



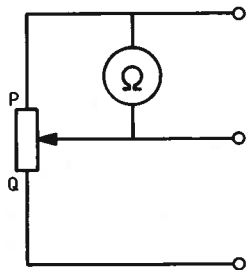
## MT 8.



Alle weerstanden zijn gelijk.  
In de schakeling geldt

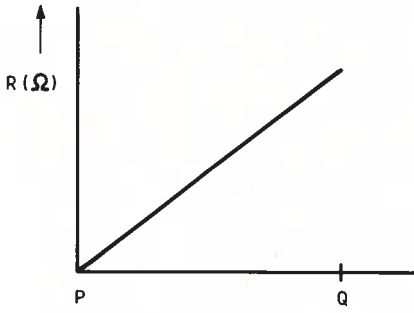
- A  $U = 5 \text{ V}$
- B  $U = 6 \text{ V}$
- C  $U = 8 \text{ V}$
- D  $U = 10 \text{ V}$

## MT 9.

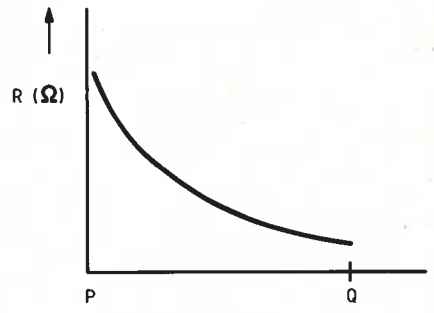


De looper van de lineaire potentiometer beweegt van P naar Q. De ohmmeter geeft het weerstandsverloop aan volgens figuur A

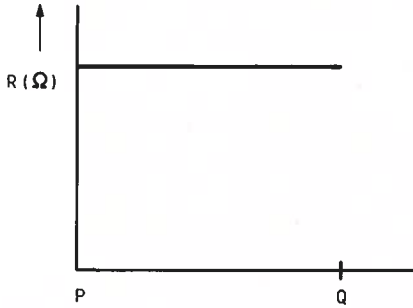
- B
- C
- D



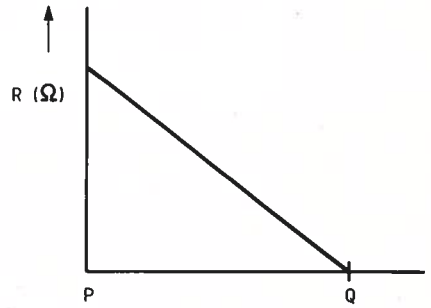
A



B

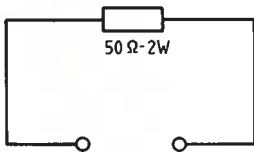


C



D

MT10.



De maximaal toelaatbare stroom bedraagt

- A        5    A
- B        25   A
- C        40   mA
- D        200   mA



# 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 7. C. is goed.

**Toelichting:**

Kennen we alle weerstanden de waarde 1 toe, dan is de bovenste tak  $1 + 0,5 = 1,5$ . De onderste tak is  $1 + 1 = 2$ .

Verhouding bovenste tak tot onderste tak  $1,5 : 2 = 3 : 4$ .

De stromen verhouden zich als  $4 : 3$  ofwel  $\frac{4}{7} : \frac{3}{7} = 48 : 36$

Door de bovenste tak vloeit 48 mA en door de onderste 36 mA, samen 84 mA.

MT 8. D is goed.

**Toelichting:**

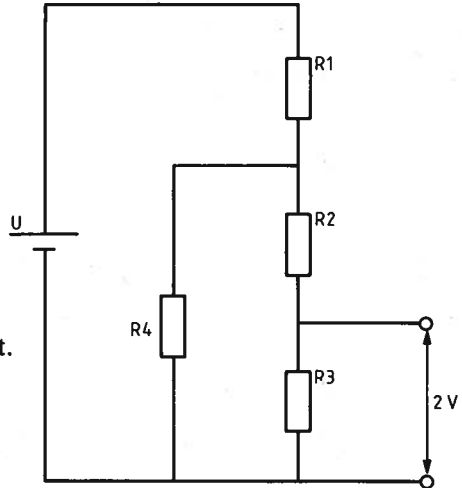
De spanning over  $R_2 + R_3 = 4$  V.

Vervangingsweerstand  $R_2 - R_3 - R_4 =$

$$\frac{2}{3} = R_1.$$

De spanning over  $R_1$  is dan

$$\frac{3}{2} \times 4 = 6 \text{ V. Totaal dus } 4 + 6 = 10 \text{ volt.}$$



MT 9. A is goed.

MT.10. D is goed.

**Toelichting:**

Vermogen =  $U \times I$ ; ook :  $I^2 \times R$ .

Dus:  $P = I^2 \times R$ .

$$\text{Of: } P = I^2 \times 50. I^2 = \frac{2}{50} = \frac{1}{25} \quad I = \sqrt{\frac{1}{25}} = \frac{1}{5} = 200 \text{ mA.}$$

Rectificatie opgaf MT 4 (blz. 140) "Examenvraagstukken.

MT 4.

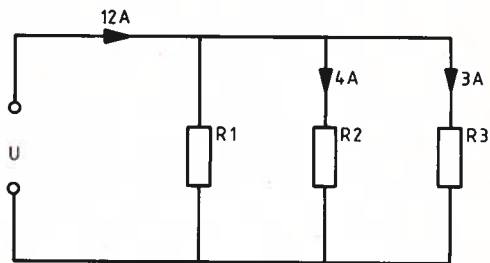
$R_1 : R_2 : R_3 =$

A 3 : 4 : 5

B 3 : 4 : 12

C 5 : 4 : 3

D 12 : 15 : 20



Oplissing:

MT 4. D is goed.

Toelichting:

De stroom door  $R_1$  bedraagt:  $12 - (4+3) = 5\text{ A}$ .

$R_1$ ,  $R_2$  en  $R_3$  kunnen ook worden geschreven als:

$$R_1 = \frac{U}{11} ; R_2 = \frac{U}{12} ; R_3 = \frac{U}{13} .$$

Omdat van deze breuken de tellers gelijk zijn geldt:

$$R_1 = \frac{1}{11} ; R_2 = \frac{1}{12} ; R_3 = \frac{1}{13} .$$

De weerstanden  $R_1$ ,  $R_2$  en  $R_3$  verhouden zich dus als

$$R_1 : R_2 : R_3 = \frac{1}{11} : \frac{1}{12} : \frac{1}{13} = \frac{1}{5} : \frac{1}{4} : \frac{1}{3} .$$

Het KGV is  $5 \times 4 \times 3 = 60$

$$\text{Dus: } R_1 : R_2 : R_3 = \frac{60}{5} : \frac{60}{4} : \frac{60}{3} = 12 : 15 : 20 .$$