

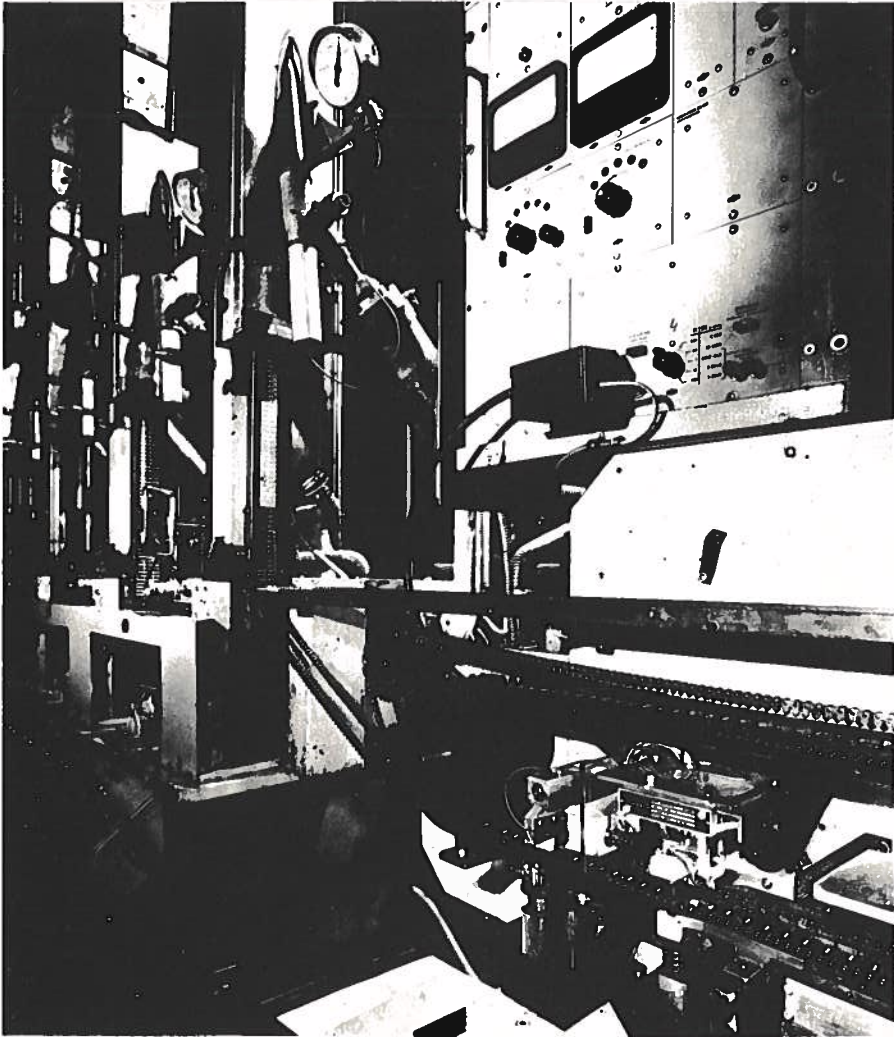
STUDIEBLAD

**TECHNISCH BLAD VOOR
PTT PERSONEEL**

Nr. 8, 35e jaargang augustus 1980

Chips 1
Optische telecommunicatie met behulp van glasvezels
Ontwikkelingen van de elektromagnetische telegrafie
PCM in Nederland

Technisch Engels
Technische berichten
Examenopgaven
Oplossingen examenopgaven



De constructie van metaalweerstand is in principe eenvoudig. De fabricage vraagt niet-temin vrij complexe apparatuur, waarvan hier een gedeelte is afgebeeld. (Philips Ned.)

STUDIEBLAD



technisch blad
voor PTT personeel

uitgave ABVA, NCBO en KABO.

redactie Hfdred. ing. B. Kieboom. Red. ing. P. A. de Boer, P. J. Boomgaard, ing. D. v. d. Mark
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.

abbonement f 18,- per jaar. Voor niet-PTT-ers f 30,- per jaar. Verschijnt maandelijks.

advertenties b.v. Drukkerij en Uitgeverij Smits, Westeinde 135, 2512 GW Den Haag,
tel. 070 - 89 53 90.



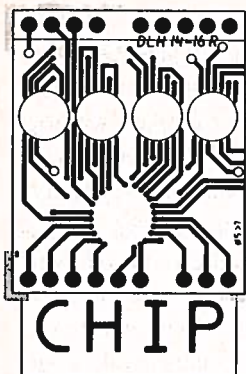
Bewegingloos - zonder kabels.

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 BV



Naar een „Wet op de Amusementsplicht”¹

prof. dr. J. Verhoeff

Omdat het onderwerp „Chips” steeds meer de gemoederen bezig houdt (soms zelfs verontrust!) heeft de redactie van het Studieblad PTT besloten hierover vrij uitvoerig te publiceren. Niet in de eerste plaats over de hierbij toegepaste, verfijnde technieken.

Het doel zal zijn de lezers meer inzicht te verschaffen in, en meer vertrouwd te maken met, de de chip (als drager van de micro-elektronische „revolutie”).

De samenleving zal zich moeten bezinnen op de gevolgen van dit (letterlijk) kleine stukje technologisch geweld teneinde in staat te zijn de voordelen uit te buiten en de risico's te minimaliseren.

De redactie is er in geslaagd om toestemming tot (gedeeltelijke) publicatie te verwerven van de door verschillende deskundigen samengestelde verhandelingen in het tijdschrift *Intermediair*.¹

Redactie

De auteur van dit artikel

Prof. dr. J. Verhoeff studeerde wis- en natuurkunde in Leiden en Amsterdam. Hij promoveerde aan de Universiteit van Amsterdam op een proefschrift getiteld: „Foutontdekkende decimale codes”. Na te hebben gewerkt aan het Mathematisch Centrum verlegde hij zijn werkterrein naar de automatisering. Hij schrijft graag speels over de ontwikkeling van de materie, energie en informatie op de manier, waarop Heer Bommel dat doet. „Laat de Tom Poezen maar tobben over de details”. Prof. Verhoeff is hoogleraar „Methodologie van de automatische informatieverwerking” aan de Erasmus Universiteit.

¹ *Intermediair* 24, d.d. 15-6-1979: „Chips”, onder redactie van Margot Chaumalaun. Eerder gepubliceerd in *Randstad Data* 79/3.

Wat is een chip?

Chip is een catchword geworden voor alles wat micro-elektronica is. De chip-technologie, ook wel flintertechnologie genoemd door taalpuristen, maakt gebruik van minuscule plaatjes silicium. Dit zijn de eigenlijke chipjes, waarop met uiterst verfijnde technieken patronen worden aangebracht, die het geheel als een elektronische schakeling doen werken. Door de miniaturisering slaagt men erin vele tienduizenden schakelementen op een chip van zeg 5 bij 5 millimeter onder te brengen. Wat zo'n schakeling doet hangt uiteraard af van de bedoeling van de ontwerper. Zeer bekend zijn de micro-compressoren of wel computers op chip en de geheugenchips. De chiptechnologie heeft vele voordelen. Ik noem in willekeurige volgorde: gering materiaalgebruik, hoge snelheid (korte verbindingen), laag energieverbruik, weinig ruimte nodig, geschikt voor massafabricage en grote betrouwbaarheid. De niet-repareerbaarheid speelt, door de lage kosten van de chip, geen rol meer.

Wat is de invloed van de chip?

De grote truc is dat men op de chips schakelingen aanbrengt met een algemeen toepasbare functie. Hierdoor kan dezelfde chip in veel verschillende apparaten gebruikt worden. Dit werkt kostenverlagend voor de fabricage van de chip, terwijl de ontwerper van apparatuur het voordeel heeft dat hij gebruik kan maken van uitgekende subsystemen. Men spreekt dan ook van systeem-bouw. Bij deze systeemgedachte hoort ook de spreiding van energieomzetters, zoals motoren. De informatieopnemers, zoals temperatuur- en licht-sensoren, worden ook meer en meer als funktionele eenheden op de markt gebracht. Ackoff spreekt reeds jaren van system-age, die de machine-age heeft opgevolgd.

Bij een apparaat, systeem, machine, eh dinges kan men vijf niveaus onderscheiden:

1. het frame dat als het ware de ruimtelijke relaties van de delen van het systeem onderling en van het systeem met de omgeving vastlegt;
2. de geleidingen, die het mogelijk maken dat delen van het systeem ten opzichte van elkaar van plaats kunnen veranderen, meestal volgens een goed gedefinieerde baan. Men denke aan lagers, scharnieren, gewrichten, parallelgeleiders etc.;
3. het krachterspel, waarmee de mogelijke bewegingen inderdaad uitgevoerd worden. Hieronder vallen motoren, pneumatiek, spieren e.d.;
4. de informatiehuishouding of besturing, die er voor zorgt dat de krachten op het juiste moment hun werk doen.

De oplettende lezertjes zal het opgevallen zijn, dat elk volgend niveau als het ware het vorige verandert;

5. het vijfde, nog weinig geautomatiseerde niveau is dus de verandering van de besturing of besturingsstrategie.

Ook zal het opgevallen zijn dat men in de loop der eeuwen steeds hogere niveaus heeft leren beheersen. De verovering van het derde niveau wordt wel de (Eerste) Industriële Revolutie genoemd. Deze revolutie is in twee fasen verlopen. De eerste fase begon met de introductie van de stoommachine, die als dure, moeilijk bedienbare krachtbron, niet alleen een fabriek van energie voorzag, maar ook de gehele informatie beïnvloedde. Men zag door de fabriekshallen een centraal aangedreven as, waardoor de diverse machines, via drijfriemen werden bekrachtigd. In de tweede fase, die een meer evolutionair karakter had, werd met de gemakkelijk bedienbare elektromotoren en plofmotoren de revolutie afgerond.

Aanvankelijk hield men nog vast aan de centrale as, maar die werd dan door een elektromotor aangedreven. Later kreeg elke machine een eigen motor, terwijl men tegenwoordig per machine diverse motoren kan aantreffen (per functie een motor). Ook in de afzonderlijke machines verdween de centrale as, die overigens ook voor synchronisatie binnen de machine zorgde. Het organisatorische denken van de ontwerpers veranderde langzamer dan de door de techniek aangeboden hulpmiddelen. Dit kan men ook tegenwoordig zien bij het gebruik van informatieverwerkende apparatuur.

Op een analoge wijze is het vierde niveau veroverd. De (maxi)computer speelde (speelt) de rol van de stoommachine, terwijl de microprocessor die van de elektromotor vervult. Evenals de stoommachine zal de (maxi)computer slechts een kort regime hebben. Evenals de stoommachine heeft ook de computer zijn voorlopers gehad, maar dat zijn details die we als Heren onder elkaar zullen overslaan. Terecht wordt hier van een tweede industriële revolutie gesproken.

Is de tweede revolutie erger dan de eerste?

De eerste revolutie keerde zich tegen de spierkracht van mens en dier. De tweede is in zoverre al erger omdat zij zich niet alleen richt tegen de intelligentie, maar ook tegen informatie-opnemende organen als oog en oor. Men zou kunnen zeggen tegen de capaciteit om oog en hand te coördineren. Het is merkwaardig dat het dier door de eerste revolutie volledig uit het productieproces is verdreven. Zou de tweede revolutie nu ook de mens volledig overbodig maken? In elk geval wordt nu het moeilijkere werk, dat we niet aan dieren konden overlaten, aangepakt.

Met het dier verdwenen door de eerste revolutie ook de dier-besturende functies, zoals koetsier en landbouwer. Deze functies werden echter vervangen door machine-besturende functies, zoals chauffeur en landbouwer.

Bovendien verschenen er veel nieuwe soorten machines die hun chauffeurs nodig hadden. De tweede revolutie attackeert in wezen juist de besturingsfunctie.

Onbemande landbouwwerktuigen zijn in de V.S. reeds lang een bekend verschijnsel, zelfs zonder computer. Het ligt voor de hand dat dit voor uitbreiding vatbaar is. Eigenlijk is dit op zichzelf helemaal niet erg. De stoommachine werd als vriend van de mijnwerkers aangekondigd. Inderdaad maakte zij de werkomstandigheden veiliger en nam zij een stuk vuil en onaangenaam werk uit handen. De vraag is echter of de mensen, die door die Tweede Industriële Revolutie, als die goed op gang komt, van hun menssonwaardige, gevaarlijke, vuile werk verlost worden, net zo gemakkelijk ander werk zullen vinden als destijds de koetsiers.

De invloed van de system-age!

Wat staat ons op niveau vier te wachten? In de eerste plaats veel hooggekwalificeerd werk, namelijk het ontwerpen van allerlei nieuwe systemen, respectievelijk het bij de tijd brengen van oude bekenden. In de laatste categorie vallen auto's, vaatwassers, naaimachines etc., die alle verbeterd en beveiligd kunnen worden met intelligente besturingen. Het onderhoud van allerlei, automatisch geproduceerde, spullen zal ook veel werk opleveren. Misschien leuk voor het curriculum de huisheerschool, ik bedoel de huishoudschool. De vrouw uit werken en de heer doet het onderhoud van de automatische huishoudapparatuur. Misschien wordt ons dit bespaard, daar men de automaten steeds meer zelfreparerend zal maken.

Het lijkt geen twijfel dat veel van het huidige werk zal verdwijnen. Dit zal onder druk van de vakbonden bij het minst gewilde werk beginnen. Daar de kieskeurigheid echter gelijke tred met de automatisering zal houden heeft dat weinig te betekenen. Het werken in de mijnen zal gelukkig door afstandsbediende manipulatoren of zelfs robots worden overgenomen. Wel zal de ontginning op veel grotere schaal en op moeilijker toegankelijke plaatsen, zoals de zeebodem en de planeten, gebeuren. Er zullen natuurlijk met de nieuwe technische hulpmiddelen ongehoord veel nu nog niet bedachte toepassingen komen. Tussen het bekende en het onbekende liggen de combinaties als stembestuurde automatische schrijfmachines, voor zover die nog niet door woordprocessors vervangen waren. Alhoewel hierdoor het werk op kantoor sterk zal veranderen, zal de beheersing van de besturing van apparaten nog grotere gevolgen hebben.

Klein is fijn

De afmeting van veel technische voortbrengselen is bepaald door onze lichaamsafmetingen. Voor een deel is dat noodzakelijk omdat de mens er

direct bij betrokken is. Hieraan lijden alle (mensen)transportmiddelen. Voor een ander deel omdat de mens in het systeem een (bestuurders)functie heeft, zoals bijvoorbeeld bij een dragline. Tenslotte is de reden vaak dat het met de mensenhand gemaakt wordt, het zwakste excuus.

Een fototoestel ter grootte van een speldeknop is niet zonder meer hanteerbaar, maar gemonteerd op een iets groter helicoptertje is het thans denkbaar dat men het met een afstandsbediening kan gebruiken. Een ideale candid camera. Een telefoontoestel is alleen maar zo groot als het is, omdat wij het nog op de ouderwetse manier met onze manussen manipuleren. Ook het formaat van een zakrekenmachine is niet meer bepaald door onze zakgrootte, maar door onze vingertoppen. Ik voorspel dat men steeds meer zal gaan miniaturiseren, ook met mechanismen en dat zal pas echt de maatschappij verbe . . . , pardon veranderen.

De werkverschuiving

Het is dunkt mij duidelijk te verwachten dat er een verschuiving in het werk zal komen, of liever dat die verschuiving eigenlijk al lang bezig is en zich zal voortzetten. Het is geen eenvoudige zaak, daar het zich laat aanzien dat het vrijkomende arbeidspotentieel niet of nagenoeg niet inzetbaar zal zijn voor het vrijkomende werk. Het is al moeilijk genoeg om een elektrotechnisch ingenieur, met een vijftien jaar oude opleiding daartoe om te scholen. Het zal dus hoofdzakelijk door de nieuwe generatie gedaan moeten worden, een zware taak voor het onderwijs. Het topwerk, namelijk het ontwerpen van de nieuwe systemen is maar weinigen gegeven. Zoals de kaarten nu liggen ziet het ernaar uit dat Nederland in deze geen rol van betekenis zal spelen. Het is hoogstens een stukje markt voor die landen waarin de innovatie en het ondernemersschap sterke troeven zijn.

Werkgelegenheid is niet langer een persoonlijk probleem, maar een probleem van een volk in haar geheel. Het wordt, vooral in Nederland, steeds duidelijker dat het inkomen van het verdienende deel van het volk eenvoudig op een of andere manier wordt omgeslagen over de totale bevolking. Persoonlijk geloof ik dat het niet gaat om het recht op werk, maar om het recht op inkomen of bestaan. Het is daarom essentieel dat er bij het onderwijs bijzondere aandacht wordt gegeven aan een paar procent uitschieters. Dit kost minder en is veel gemakkelijker dan het binnen de universiteit halen van vele, ongemotiveerde en ongetalenteerde potentiële werklozen. Zo bezien is het „Hoger onderwijs voor velen” slechts een betrekkelijk goede zaak. Voor een naïeve politicus wellicht gemakkelijker verkoopbaar dan een schijnbare bevoorrechtting van een top of elite. Zelfs al zou een dergelijke top zeer veel inkomen meer krijgen dan het gemiddelde, dan nog zou het voor het nationale inkomen beter

kunnen zijn. (Waarom geeft iets dergelijks in ons Nederland toch zoveel weerstanden, terwijl een topvoetballer persoonlijk miljoenen mag vergaren, waarmee onze nationale economie geen steek opschiet! Is het misschien omdat hij met een plat accent blijft praten?)

De nieuwe banen

Ik geloof overigens niet, dat de maatschappij in de toekomst zal bestaan uit een kleine „verdienende elite”, wier inkomen „en familie” verdeeld wordt over de rest van het werkloze volk. Wel geloof ik dat de definitie van werk verder verruimd of althans veranderd zal worden. In de indianenboeken, die mijn jongste zoon tegenwoordig leest of laat voorlezen, stond: „Een man werkt niet, maar jaagt!” Zeer merkwaardig, daar wij nu bij werk meer denken aan activiteiten, die noodzakelijk zijn om de gemeenschap in stand te houden. Ik bedoel: redelijk comfortabel in stand te houden. Het jagen lijkt daar voor nodig. De clou is overigens de betekenis van het „redelijk”. Vroeger was een bard per stam een luxe, nu hebben we een hele cultus vanaf gesubsidieerde orkesten tot miljoenen „verdienende” popgroepen (het ABBA-concern). Zo zal in het algemeen de professionele tijddoder van de werkarme bevolking als werkend worden erkend. En terecht!

Een groot deel (90%?) van het werk, dat de ambtenarij verricht zou vroeger als dwaze organisatie gezien worden. Maar laat ik niet cynisch worden, misschien krijgen wij nog de „luxe” van kentekenbewijs deel IV, of zelfs deel V. De belastinginning, die nu veel werk geeft, zou drastisch vereenvoudigen als er maar een paar inkomen-genietenden zouden zijn. Daar staat tegenover dat de uitkering van sociale voorzieningen, of de subsidiëring van „kunstenars en barden” weer veel moeilijker zal zijn. Een heleboel werk dus. Het bestrijden van de negatieve belastingontduiking is tegen die tijd misschien een groter en werkintensiever probleem dan die van de positieve nu. Ook het vergaren van informatie voor teletekst en de nieuwe media als viewdata zal nieuw werk opleveren. En ik acht het tenslotte zelfs denkbaar, dat via een „Wet op de Amusementsplicht” het beroep van bard in die nieuwe maatschappij dominant wordt . . .

Olifant met lange snuit

Bij deze beschouwingen ben ik er van uitgegaan, dat de lezers genoeg fantasie hebben om zelf verder te denken en *vooral* om tussen de regels te lezen. Ook ben ik er van uitgegaan dat er niets gebeurt wat het spel zal verstoren. Ik denk bijvoorbeeld aan het te vroeg dichtdraaien van de oliekraan, waardoor een zich bedreigd voelende natie zijn diplomatieke dienst par excellence, de „marines” er op uitstuurt om de olievelden te bezetten, ik bedoel natuurlijk te beschermen en dat derden dit niet, of misschien juist wèl, leuk vinden. En zo voorts . . .

(wordt vervolgd)

Optische telecommunicatie met behulp van glasvezels

Enige aspecten van een nieuw transmissiemedium

Ir. J. Mol

Inleiding

Het doel van dit artikel is, meer bekendheid te geven aan een nieuw transmissiemedium, de glasvezel. Daarbij zal worden ingegaan op de aard en de eigenschappen van de vezel, fabricagemethoden, breuklokalisatie, het maken van lassen en connectoren, terwijl voorts een optische vork zal worden besproken.

Binnen het kader van dit artikel kunnen de diverse onderwerpen slechts globaal worden behandeld. Voor hen die uitgebreider kennis willen nemen van het behandelde is aan het slot een literatuurlijst opgenomen, zie verwijzing [1].

Met nadruk wordt hier vermeld dat ten tijde van het schrijven van dit artikel binnen de PTT geen enkele beslissing is genomen over toepassing van glasvezels binnen het Nederlandse telecommunicatienet. Wel wordt momenteel in samenwerking met Philips en NKF een experimentele route tussen Eindhoven en Helmond gerealiseerd. Het is de bedoeling dat deze medio 1980 voltooid zal zijn. Onder meer de Verenigde Staten, Canada, Japan, Duitsland en België hebben al een dergelijk systeem.

De Nederlandse beproeving levert gegevens omtrent de gang van zaken onder de omstandigheden welke specifiek zijn voor ons land. Te denken valt b.v. aan de invloed van de vochtige bodem waarin de kabels begraven zijn. Deze invloed kan b.v. bepaalde storingen geven. Hierdoor vormen de resultaten van deze proef een wezenlijke bijdrage in internationaal verband.

Enige algemene zaken over signaaltransmissie

Telecommunicatie tussen knooppuntcentrales en districtscentrales wordt bedreven over symmetrische draaggolftelefoniekabels of over de radioweg (straaltorens). Bij de draaggolftelefoniekabel is sprake van 120 kanalen gestapeld per aderpaar. Per kabel van 24 aderparen bereikt men dan een transmissiecapaciteit van 2880 kanalen. Men dient hier al na enkele kilometers het signaal te versterken. Daar de kabel de hogere frequenties meer verzwakt dan de lagere, dient hierbij een frequentie-afhankelijke versterking te worden toegepast. Bij de radioverbinding kan de transmissiecapaciteit oplopen tot 2700 telefoniekanalen per straal over circa 40 km. Zowel in het geval van de draaggolftelefoniekabel als van de radioverbinding kan het signaal worden

gestoord. Weersomstandigheden kunnen bij de radioweg soms een straal storen (reserve-stralen zijn aanwezig) terwijl onder meer overspraak de transmissie-eigenschappen van kabels met kopergeleiders kan beïnvloeden.

Het voordeel van telecommunicatie met licht door glasvezels (dunne glazen draden van bijvoorbeeld 0,125 mm diameter) is, dat weersomstandigheden geen invloed hebben op de transmissiekwaliteit. De frequentiekaracteristiek is over een zeer groot gebied recht. Daar de demping zeer gering is kunnen over een vezel duizenden telefoniekanalen digitaal zonder versterking over soms wel 10 km worden getransporteerd. Dit wordt mede mogelijk gemaakt door de zeer geringe dispersie (zie verder). Een bijkomend voordeel is nog dat de grondstof, waaruit het glas wordt bereid (zie verder), alom ter wereld overvloedig aanwezig is en de vervaardiging van glasvezels dus geen belasting van de op aarde aanwezige grondstoffenvoorraad vormt.

Bestanddelen van een glasvezelverbinding

De bovenbedoelde glasvezels hebben een diameter van bijvoorbeeld 125 μm . Het is daarom noodzakelijk te beschikken over een lichtbron met een zeer groot stralend vermogen per oppervlakte-eenheid. In de praktijk voldoen hieraan slechts halfgeleiderlasers en halfgeleiderlichtemitterende dioden (LED's).

Zie het artikel *Laser*, Studieblad PTT, 1979, blz.257 e.v. [1]

De detectie aan het einde van een verbinding vindt plaats door middel van een fotodiode of een lawinefotodiode. De laatste is een fotodiode met een inwendige versterking. Het is eigenlijk de halfgeleiderversie van de fotomultipliatorbuis die bij sommigen wel bekend zal zijn.

De glasvezel

Wanneer licht zich voortplant in een stof wordt de lichtsnelheid v bepaald door de brekingsindex n van de stof volgens $v = c/n$. c stelt hierbij de lichtsnelheid in vacuum voor. Wanneer nu een lichtstraal invalt op een grensvlak tussen twee stoffen (zie fig. 1) dan wordt de richting van de straal gewijzigd. Daarvoor geldt de volgende formule (*wet van Snellius*):

$$n_I \sin \alpha_I = n_{II} \sin \alpha_{II}$$

Geldt nu dat de brekingsindex n_I van medium I groter is dan de brekingsindex n_{II} van medium II dan is er een hoek α_{Ig} aan te geven waarbij $\alpha_{II} = 90^\circ$.

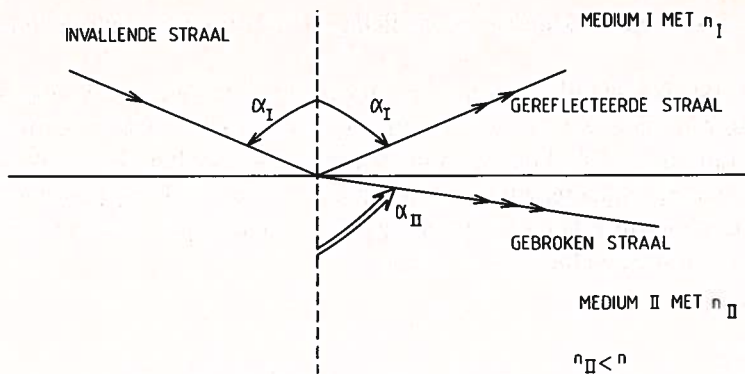
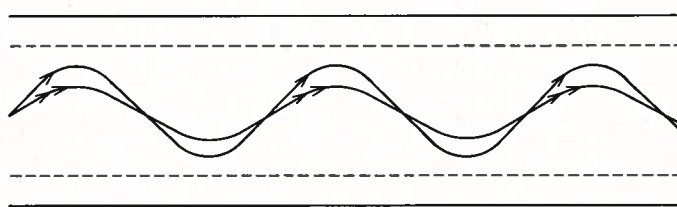


fig. 1. De wet van Snellius.

Vergroting van α_I resulteert in de afwezigheid van licht in medium II zodat voor $\alpha_I = \alpha_{I_g}$ het licht uitsluitend wordt teruggekaatst en niet gebroken. [2]. Dit verschijnsel wordt totale reflectie genoemd. Het α_{I_g} heet de grenshoek. Afgezien van een kleine aanvulling welke hier te ver zou voeren [3] geldt dit ook voor de glazen cylinder met coaxiale mantel in fig. 3a. De lichtstralen planten zich voort als daar aangegeven. Een dergelijke vezel heeft een stapvormig brekingsindexprofiel en wordt daarom *step-index-vezel* genoemd. Zie fig. 3b.

Een zeer veel toegepast indexprofiel is dat zoals getekend bij de vezel in fig. 2b. Het heeft, wat betreft de kern de vorm van een parabool. Een dergelijke vezel heet een *graded-index-vezel*, ook wel *grin-vezel*. We kunnen de kern bij benadering als het ware opgebouwd denken uit een aantal zeer dunne – maar ten opzichte van de golflengte van het licht nog altijd dikke – coaxiale cylinders. Zouden we daarop consequent de brekingswet van Snellius voor invallende lichtstralen toepassen dan blijkt dat het licht zich door deze structuur spiraalvormig voortplant. In fig. 2a zijn alleen stralen getekend welke de as snijden. De spiralen hiervan hebben, omdat zij in een plat vlak gelegd zijn, een bijzondere vorm: die van een sinus.



Lichtstralen in een vezel met parabolisch brekingsindexprofiel.

fig. 2a.



fig. 2b.

Voor een strenge wiskundige beschrijving wordt verwezen naar de literatuur [4].

Zoals in de voorgaande figuren is aangegeven hebben we te doen met vezels ter dikte van ongeveer $125 \mu\text{m}$. Er zijn er echter ook waarvan de kern slechts enkele μm dik is. De afmetingen in dwarsrichting zijn dan, door gebruik van een dikke mantel, aangevuld tot b.v. $125 \mu\text{m}$. Deze vezels heten *monomode-vezels*. Een *modus* is een voortplantingswijze van het licht. Verdere uitleg van het begrip mode zou hier te ver voeren.

Dispersie

Inleiding

Glasvezelverbindingen worden in de regel digitaal, dat wil zeggen met pulsen, bedreven. *Dispersie* is een verschijnsel waardoor de pulsen in de hoogte (= intensiteit) verminderen en in de tijd worden uitgesmeerd.

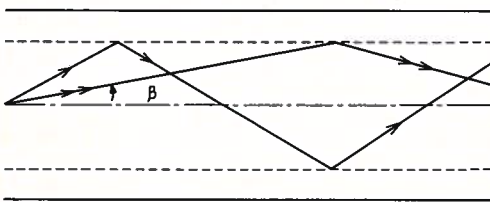
Bij hoge puls-frequenties zullen de pulsen elkaar aan het eind van de verbinding daardoor enigszins overlappen. Dit behoeft geen bezwaar te zijn mits de overlappings niet te groot zijn.

We dienen onderscheid te maken tussen *kleurdispersie* en *modedispersie*.

Een derde oorzaak, de zgn. *golfsgeleiderdispersie*, ook wel *intra-modedispersie* genoemd, die bij goede vezels klein is, wordt voor de eenvoud buiten beschouwing gelaten.

Bespreking van de dispersie

In het voorgaande is de voortplanting van het licht in een step-index-vezel en een multimode-vezel beschreven met behulp van lichtstralen. Hoewel een lichtstraal de werkelijkheid slechts benadert zal deze beschrijving voor dit artikel toch voldoende blijken.



Lichtstralen in een vezel met stapvormig brekingsindexprofiel.

fig. 3a.

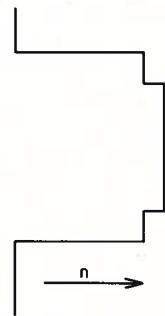


fig. 3b.

Uit fig. 3a blijkt dat niet alle lichtstralen dezelfde weg volgen. We vergelijken een lichtstraal die de as van de vezel snijdt en daarmee een hoek β maakt met een lichtstraal waarbij deze hoek nul is. Eenvoudig is in te zien dat de eerste

straal een $\left(\frac{1}{\cos \beta} \right)$ maal zo lange weg aflegt als de evenwijdige straal. Nu plant het licht zich in de vezel voort met een snelheid c/n per seconde. De waarde van c bedraagt $3 \cdot 10^8$ m/s.

n ligt voor glasvezels in de buurt van 1,5. We zien hieruit dat de rechtdoor-
gaande straal $5 \mu\text{s}^*$ nodig heeft om 1 km vezel te doorlopen. De straal die een
hoek met de as maakt heeft $\frac{5}{\cos \beta} \mu\text{s}$ nodig.

Voor dit uitgewerkt wordt moet men begrijpen dat β niet willekeurig groot
gemaakt kan worden. Uit fig. 1 blijkt dat de grootste hoek β van een lichtstraal
die in de vezel blijft zodanig is dat $\cos \beta = \sin \alpha_g = \frac{n_{\text{mantel}}}{n_{\text{kern}}}$. Een praktische
waarde voor $\frac{n_{\text{mantel}}}{n_{\text{kern}}} = 0,98-0,99$. Het tijdsverschil waarin bovengenoemde

lichtstralen 1 km vezel doorlopen bedraagt dan:

$$\Delta t = 5 \left(\frac{1}{\cos \beta} - 1 \right) \mu\text{s} = 0,005 \text{ tot } 0,010 \mu\text{s} = 5-10 \text{ ns}$$

Het bovenstaande geldt voor stralen die de as van de vezel snijden, zgn.
meridionale stralen. De meeste stralen in een vezel zullen de as echter niet
snijden. De hierbij behorende berekening zou hier te ver voeren. De uitkomst
blijft echter in goede benadering dezelfde.

Wel dient opgemerkt te worden dat het licht zodanig in een vezel kan worden
gekoppeld dat β niet te groot wordt. De waarde van Δ zou dan kleiner kunnen
zijn. Dit wordt in dat geval in de praktijk slechts ten dele bereikt. Door de
kleine verstrooiing die altijd wel in een vezel optreedt zullen we onderweg
rekening moeten houden met een zekere toename van β . Het exacte resultaat
zal door middel van metingen dienen te worden bepaald.

Het bovengenoemde verschijnsel wordt om redenen waar we niet verder op
ingaan, *mode-dispersie* genoemd. Het is niet het enige verschijnsel waardoor
„lichtstralen” niet gelijktijdig aankomen. Er bestaat namelijk ook dispersie als
gevolg van de spectrale breedte van de bron. Het begrip spectrale breedte is
eerder in dit blad behandeld [1]. Kort gezegd houdt het in dat de bron geen
licht van één kleur** uitzendt maar een aantal „kleuren”***. Er is dus een
zekere spreiding in de golflengte van het licht dat wordt uitgezonden.

* $1 \mu\text{s} = 1 \text{ microseconde} = \frac{1}{1000000} \text{ seconde}$

$1 \text{ ns} = 1 \text{ nanoseconde} = \frac{1}{1000000000} \text{ seconde}$

** De bij optische telecommunicatie gebruikte bronnen zenden licht uit in het infrarode gebied.
Omdat de straling onzichtbaar is kunnen we dus eigenlijk niet van kleur spreken.

De gebruikte halfgeleiderlasers hebben een spectrale breedte van $\Delta\lambda = 2$ nm, lichtemitterende dioden (LED) een van $\Delta\lambda = 20$ nm. Het licht van verschillende golflengten heeft een verschillende voortplantingssnelheid in de vezel veroorzaakt door een frequentie-afhankelijke brekingsindex. (De kleurschifting van zonlicht door middel van een prisma waardoor het spectrum zichtbaar wordt, berust ook op een verschil in brekingsindices voor de diverse gebieden van het spectrum.) Men kan nu aantonen dat de kleurdispersie bij gebruik van de meest gangbare glassoorten 0,06 ns/nm/km bedraagt. Bij gebruik van een laser geeft dit dus een kleurdispersie van

$$0,06 \times 2 = 0,12 \text{ ns/km}$$

Bij gebruik van een LED geldt hiermee een waarde van 1,2 ns/km. In het algemeen zal dus, zeker bij gebruik van een laser, bij een step-index-vezel de kleurdispersie kleiner zijn dan de mode-dispersie.

Het voorgaande wordt verduidelijkt met een rekenvoorbeeld. We veronderstellen een informatiedichtheid van 140 Mbits/s bij gebruik van binaire signalen (aan/uit-pulsen) zodat 1 bit/s = 1 puls/s. De gebruikte vezel is 10 km lang en als lichtbron wordt een laser toegepast.

Stel de dispersie van de vezel bedraagt 5 ns/km. Over het gehele traject bedraagt dit dus 50 ns. Globaal kunnen we met deze vezel niet meer dan 20 Mbits/s overbrengen. Deze beschouwing ziet af van de invloed van lassen tussen de diverse kabellengten en de invloed van de demping (zie verder). Wat betreft de dispersie heeft de in het voorgaande besproken grin-vezel betere eigenschappen. De mode-dispersie bedraagt hier namelijk:

$$\frac{n}{2c} \times \left(\frac{\Delta n}{n} \right)^2 \times 1000 \text{ s/km met } \Delta n = n_{\text{kern}} - n_{\text{mantel}}$$

Voor $\frac{n_{\text{mantel}}}{n_{\text{kern}}} = 0,99$ bedraagt de mode-dispersie dan

$$\frac{1,5}{2 \times 3 \cdot 10^8} 10^{-4} 10^{+3} \text{ s/km} = 0,25 \text{ ns/km}$$

Deze waarde ligt dus in dezelfde orde van grootte als de kleurdispersie bij gebruik van een laser. Bekijken we weer het voorbeeld, dan zien we dat de totale dispersie over het traject van 10 km (mode- plus kleurdispersie) 0,3 ns/km bedraagt. Afgezien van bijverschijnselen bij lassen onderweg en geen rekeninghoudend met de demping van de vezel, zien we dus dat een verkeer van 140 mb/s over dit traject makkelijk kan worden verzonden. Zelfs wanneer we het systeem met een LED bedrijven en de kleurdispersie tienmaal groter wordt, wordt dit nog met gemak gehaald.

Bij de monomode-vezels is de mode-dispersie nul. Hier hebben we uitsluitend te doen met kleur-dispersie. Het zal duidelijk zijn dat de combinatie van een monomode-vezel met een laser garant staat voor de transmissie van zeer grote bitstromen.

Demping

In het voorgaande is geen rekening gehouden met de demping van de glasvezel. Het licht wordt daarin namelijk verzwakt. Hiervoor zijn twee oorzaken aan te wijzen. De eerste oorzaak is gelegen in de absorptie van het licht door het glas. De energie wordt omgezet in warmte en gaat voor de informatie-overdracht verloren. De andere oorzaak is gelegen in de aanwezigheid van strooicentra in de vezel. Deze verstrooien het licht zodanig dat de „stralen” (eigenlijk moeten we hier van trillingswijzen spreken) van richting veranderen (de energie in een andere trillingswijze komt). Dit verschijnsel vergroot de mode-dispersie in een vezel (zie het hoofdstuk *Dispersie*), terwijl ook het licht dermate van richting kan zijn veranderd dat het niet meer in voorwaartse richting wordt geleid; het gaat zijwaarts uit de vezel of plant zich zelfs in terugwaartse richting voort. Van dit laatste verschijnsel kan, zoals hierna blijkt, nog een nuttig gebruik worden gemaakt.

Beide verschijnselen die tot de demping van het glas bijdragen bestaan uit een intrinsiek deel en een extrinsiek deel. Het intrinsieke deel van de demping is een grootheid behorende bij het zuivere, niet verontreinigende uitgangsmateriaal. Dit deel is laag te houden door een juiste materiaalkeuze. Het extrinsieke deel is een gevolg van onzuiverheden en inhomogeniteiten in het materiaal. Door zuiver te fabriceren is dit dus nog te verkleinen (zie verder).

Als we tussen twee repeaters 45 dB willen kunnen overbruggen is het duidelijk dat we de juiste glassoort van de juiste zuiverheid dienen te kiezen.

Onderstaande tabel geeft een indruk van de dempingen van glassoorten:

Vensterglas in gebruik bij de glasbouw	≈ 20.000 dB/km
Optisch glas voor lenzen	1.000 dB/km
Glas voor glasvezel	4 dB/km

De zuiverheid van glas voor de vezelfabricage dient zo te zijn dat slechts 1 vreemd atoom voorkomt op de 10^9 atomen in het glas. Om een indruk te geven van $1 : 10^9$: Dit is de verhouding van de inhoud van een vingerhoed tot twee maal die van een eengezinswoning.

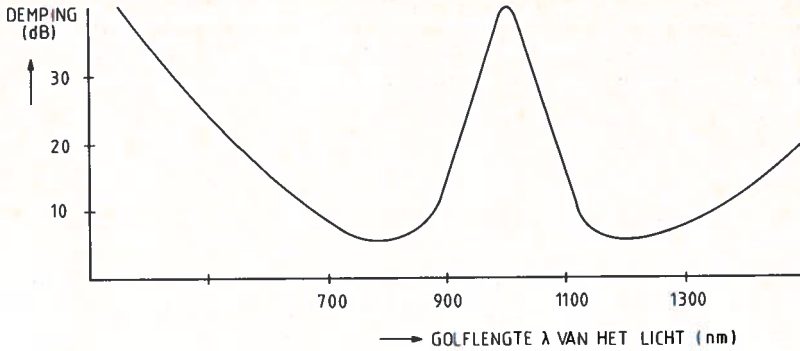
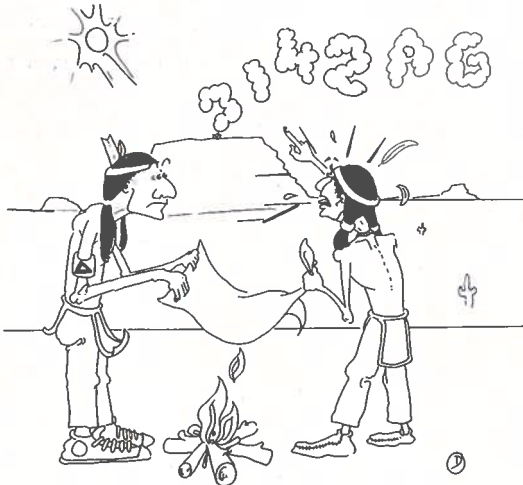


fig. 4. Voorbeeld van de demping van een glasvezel als functie van de golflengte van het gebruikte licht.

Tenslotte nog het verloop van de demping als functie van de golflengte. Deze is ruw geschetst in fig. 4.

Het overwegend dalen van de grafiek is voornamelijk een gevolg van de raleigh-verstrooiing. Deze is namelijk evenredig met $1/\lambda^4$. De piek bij 950 nm is een gevolg van OH-ionen in het glas. Door een nog zuiverder bereiding kan de concentratie hiervan nog worden teruggedrongen. Het weer stijgen bij grotere golflengten is een gevolg van lagere harmonischen van de OH-piek (de grondharmonische ligt bij $\lambda = 2,8$ nm).

We zien hieruit dat er twee gebieden zijn die optisch „open” zijn. Dit zijn de gebieden met een golflengte tussen 700 nm en 900 nm en tussen 1100 en 1300 nm. (wordt vervolgd)



Postcode, gebruik hem goed.

Postcode, gebruik hem goed.
Ook bij uw aanmelding
als abonnee op het
Studieblad PTT.
Zie adres administratie.

Ontwikkelingen van de elektromagnetische telegrafie

(Vervolg van blz. 211)

Abonnee telegrafie

In het voorgaande werd beschreven hoe de „verreschrijver”, die veel overeenkomst vertoont met een normale schrijfmachine en gemakkelijk is te bedienen, de mogelijkheid bood ook particulieren in staat te stellen onderling in telegrafische verbinding te treden.

Wij schrijven nu rond 1932.

In december 1932 besloot men tot invoering van het telefoontelexsysteem als een eerste stap en op basis van proefneming. Aanvankelijk was de toeloop van abonnees, in weerwil van een krachtig aangevatte acquisitie, niet groot. Velen zagen in een telexinstallatie maar weinig voordelen. Kenmerkend voor de opvatting in het zakenleven was wel de volgende uitspraak van de Postraad: „De Raad heeft waardering voor de technische vinding en voor de voortvarendheid waarmede het Hbs¹ deze zaak heeft aangevat, maar acht het tijdstip voor het lanceren van deze nieuwigheid ongunstig. Heeft dan ook niet de verwachting dat dit thans iets zal opleveren. Tot aanschaffing van apparaten ware niet over te gaan voordat men van enig succes verzekerd is, m.a.w. voordat men – b.v. door middel van de acquisitiedienst – gepeild heeft of handel en pers een behoorlijk aantal van deze installaties willen afnemen”. Dat er aanvankelijk weinig animo voor de nieuwe dienst bestond, ligt in wezen voor de hand. De telex immers is, evenals de telefoon, een middel van telecommunicatie, dat zijn waarde voor een groot deel ontleent aan een algemene verbreiding. Men had bij het eerste begin geen partners in het spel. Het zal duidelijk zijn, dat de acquisitiedienst van PTT in verband hiermee zich in eerste instantie wendde tot die instellingen, welke tussen de onderdelen van hun bedrijven een belangrijk berichtenverkeer onderhielden, zoals dagbladen met persbureaus, fabrieken met hun verkoopkantoren of nevenbedrijven, bankinstellingen met hun bijkantoren, enz. Doch zelfs daar had men veelal weinig succes, omdat het praktische nut van de telex niet met voorbeelden was aan te tonen. In het bijzonder wat de persinstellingen betreft was het eerste contact op het gebied van de telex ontmoedigend. De telefoon in combinatie

¹Hbs Hoofdbestuur der PTT, thans Centrale Directie genaamd.

met bekwame stenografen en automatische opname-apparatuur, de radio en ook de bodediensten waren, zo meende men daar, onovertreffbaar voor de overbrenging van nieuws. Na vele vergeefse pogingen bereikte men echter toch, dat enkele telexinstallaties in gebruik werden genomen. De grote voordelen van het nieuwe communicatiemiddel bleken toen spoedig genoeg. Weldra kwamen zelfs verzoeken binnen om gedurende de gehele dag een vaste lijn tussen de verreschrijvers beschikbaar te stellen, een telegraafhuurlijn dus. Dit bracht uiteraard mede, dat de telexdienst als zodanig zich enkele nog kort tevoren gewonnen gebruikers zag ontvallen, doch anderzijds bleek daaruit wel duidelijk, dat de verreschrijver als kantoormachine zich een vaste plaats aan het veroveren was.

De PTT deed een gelukkige greep, toen zij er in 1933 toe over ging de telegraafkantoren te Amsterdam, Rotterdam en 's-Gravenhage in de telexdienst op te nemen ten behoeve van de behandeling van telegrammen met de abonnees over het gehele land. Zij, die in de genoemde plaatsen voor dat doel reeds een vaste verbinding met het telegraafkantoor hadden, verzochten toen deze te wijzigen in een telexaansluiting, omdat daardoor tevens de mogelijkheid ontstond met de andere aangeslotenen in contact te komen.

De toeneming van het aantal abonnees, welke hiervan het gevolg was, deed op haar beurt verscheidene instellingen, die tot dan toe nog niet voldoende redenen aanwezig achtten voor deelneming aan de telexdienst, besluiten daar toe over te gaan. Nog gemakkelijker bleek het gegadigden te vinden, toen de mogelijkheid tot doorverbinding met telexaansluitingen in het buitenland werd opengesteld.

Samenvoeging van telex met telefoon opende immers de mogelijkheid van aansluiting op korte termijn van elke gegadigde, waar hij ook mocht wonen. Daarbij zou dan tevens de nieuwe kapitaalsinvestering tot een minimum – de kosten van de apparatuur bij de abonnees – beperkt worden. Aan de andere kant zag men ook de voordelen, welke verbonden waren aan een telegraaf-telexnet. Hiertoe behoorde o.a. de mogelijkheid om tot lagere tarieven te komen dan die, welke voor de telefoondienst golden.

De bladschrijver deed zijn intrede. De abonnee werd daardoor in staat gesteld tegelijkertijd vijf copieën te vervaardigen, terwijl men zelfs stencils of andere voor directe vermenigvuldiging geschikte ontvangbladen kon gebruiken. Daarnaast boden de ponsmachine, de reperforator en de automatische zender de mogelijkheid het seintempo tot een maximum op te voeren en de tijd, benodigd voor het eventueel doorzenden van ontvangen berichten, te bekorten. Ten slotte konden nu aan de deelnemers ook interlokale en zelfs internationale doorverbindingen in het vooruitzicht worden gesteld, waardoor het nut van een aansluiting belangrijk toenam.

Onder deze gunstige omstandigheden was het, dat het Staatsbedrijf der PTT zich ten taak stelde om de perspectieven van de abonneetelegrafie opnieuw ernstig te onderzoeken. Wat de inrichting van de dienst betreft konden enkele voorbeelden in het buitenland tot lering strekken. In de Verenigde Staten van Amerika had omstreeks 1929 de American Telegraph en Telephone Company een begin gemaakt met de aansluiting van abonnees op handcentraalposten. De verbindingen kwamen tot stand met behulp van telegraaflijnen en tegen een tarief, dat, al naar de afstand groter werd, lager was dan dat voor de telefoon. Deze bijzondere dienst duidde men in Amerika aan met de naam *Teletypewriter Exchange Service*, afgekort *TWX-Service*. Abonnementsgeld werd voor de toestellen niet geheven; de exploiterende maatschappij stelde zich tevreden met een matig garantiebedrag voor het af te wikkelen verkeer. In Duitsland had men even later proeven genomen met een automatisch verbindingssysteem, dat eveneens over telegraaflijnen werkte. Daartegenover had men in Groot-Brittannië een begin gemaakt met een combinatie van de abonneetelegraafdienst en de telefoon. De abonnee bouwt bij zulk een systeem de gewenste verbinding op met behulp van zijn telefoontoestel. Nadat telefonisch contact is gekregen, wordt overgeschakeld op de verreschrijver, waarna het verkeer verder telegrafisch wordt afgewikkeld. Men maakt daartoe bij de abonnee gebruik van een toonfrequentieapparaat, dat de uitgezonden seintekens van de verreschrijver omzet in wisselstromen. Omgekeerd zorgt het apparaat er tevens voor, dat de over de telefoonlijn binnengekomen wisselstroomimpulsen worden omgezet in gelijkstroomstoten, welke voor het functioneren van de verreschrijver nodig zijn. De eerste groepen van aansluitingen ontstonden in 1932; het jaarabonnement bedroeg 65 pond sterling. Als benaming voor de nieuwe vorm van verkeer had men het kunstwoord *telex* gevonden, afgeleid van *teleprinter* (verreschrijver) en *exchange* (centrale). Deze afkorting werd naderhand aanvankelijk door Nederland en in 1948 algemeen in Europa aangenomen.

Aangaande de voor Nederland te kiezen vorm van de telexdienst liet de directeur-generaal der PTT zich adviseren door een studiecmissie onder voorzitterschap van de inspecteur der PTT Th. W. L. M. de Winter. Het door deze commissie in de loop van 1932 uitgebrachte advies kwam hierop neer, dat men, om een begin te maken, het systeem van combinatie met de telefoondienst moest invoeren. Hieraan kon later tussen de plaatsen, welke daarvoor in verband met het aantal abonnees in aanmerking kwamen, eventueel een verbindingssstelsel worden toegevoegd, waarover uitsluitend per verreschrijver kon worden gecorrespondeerd. Hierbij had de commissie er zich rekenschap van gegeven, dat het moderne telefoonnet in een klein land als Nederland aan de telexdienst de beste kansen zou bieden voor een eerste ontwikkeling.

Telexverkeer met het buitenland

Bij de voorbereiding van het telexverkeer met het buitenland kwamen begrijpelijkerwijze in eerste instantie die vraagstukken aan de orde, welke zich voordeden in verband met de in de diverse landen toegepaste technieken. Het in Groot-Brittannië aangenomen stelsel stemde in hoofdzaak overeen met dat in Nederland. In de detailuitvoering bestonden echter verschillen, welke een beletsel vormden voor samenwerking. Zo waren de Nederlandse toonfrequentie-apparaten ingericht voor een wisselstroom van 1700 hertz, terwijl Groot-Brittannië zich hield aan 300 hertz. Pas nadat beide landen hun installaties hadden aangepast aan de inmiddels internationaal aanvaarde frequentie van 1500 hertz, konden in 1936 de eerste proeven worden genomen.

In Duitsland waren in de loop van 1933 te Berlijn en Hamburg automatische „telegraaf“-telexcentrales in dienst gesteld, die volgens een geheel ander systeem werkten dan de Nederlandse telexdienst. Een aanpassing verkreeg men reeds in december van hetzelfde jaar door een proefinstallatie, door Siemens en Halske te Berlijn opgesteld. Hierbij werd met het Nederlandse stelsel gewerkt tot Berlijn, waarna het Duitse systeem werd toegepast voor de verbinding met abonnees in Berlijn en Hamburg. Zelfs slaagde op deze wijze een proefverbinding tussen het Hoofdbestuur der PTT te 's-Gravenhage en de juist gereed gekomen eerste automatische centrale te Zürich.

Het internationale verkeer met de landen, welke het „telegraafstelsel“ gekozen hadden, ontwikkelde zich zeer voorspoedig. Het was in de ware zin des woords snelverkeer, omdat het aantal internationale verbindingen werd aangepast aan de verkeersbehoeften in de spitsuren. Voorzover de buitenlandse telexnetten geautomatiseerd waren, bracht de telefoniste van de overdraagpost te Amsterdam de verbindingen met de abonnees zelfstandig met behulp van haar kiesschijf tot stand. Een gunstige factor voor een snelle ontwikkeling was uiteraard, dat voor het gebruik van telegraafcircuit over lange afstanden de helft van het telefoontarief werd berekend. De kwaliteit van de transmissie was uitstekend en het is wel begrijpelijk, dat de dienst gaandeweg populariteit verkreeg.

Huurlijnen en distributienetten

Hoewel de binnenlandse telexdienst, dank zij de doeltreffende maatregelen, welke zowel op technisch als op exploitatief gebied waren genomen, naar behoren functioneerde, nam het gebruik geen grote afmetingen aan. Enerzijds was dit het gevolg van de omstandigheid, dat nog vele instellingen zich voor wat hun binnenlandse correspondentie betreft afzijdig hielden van de telex. Anderzijds gingen talrijke klanten, die regelmatig een druk berichtenverkeer onderhielden met de vaste relaties, er meer en meer toe over om daarvoor

telegraafhuurlijnen te gebruiken, waarlangs ononderbroken communicatie kon worden onderhouden. Hierdoor spaarde men niet alleen de tijd uit, die anders verloren ging door het veelvuldig weer tot stand brengen van de verbinding, maar bovendien kwam men zodoende in een voordeliger tariefklasse. De telexdienst met zijn normaal drie-minutentarieef voor interlokale gesprekken bleef echter van belang voor verspreide contacten van korte duur. De pers, die aanvankelijk voor de verreschrijver geen belangstelling had, ging ten slotte toch tot het gebruik van de telexdienst en van telegraafhuurlijnen over. *De Maasbode* brak het ijs door in 1933 een huurlijn te nemen tussen Rotterdam en Amsterdam. Andere grote bladen volgden en toen in 1934 het Algemeen Nederlands Persbureau (ANP) werd opgericht, kon voor de verspreiding van nieuws in Nederland een plan van inderdaad grote omvang ontworpen worden. Het gevolg was, dat het ANP in 1935 een overeenkomst sloot met de PTT tot aanleg van een telexdistributienet, waarop door middel van een stervormig systeem van telefoonverbindingen een zevental Nederlandse dagbladen werd aangesloten. Op deze wijze kon men alle geabonneerden tegelijk van een centraal punt uit – het ANP-bureau te Amsterdam, later te 's-Gravenhage – van nieuws voorzien.

Het net werd op 6 april 1936 in dienst gesteld en sindsdien ontvangt elke krant van betekenis in Nederland de berichten tot een omvang van 60.000 tot 80.000 woorden per dag over de verreschrijver.

Het aanvankelijk stervormig systeem van telefoonlijnen wijzigde men reeds spoedig in een *meervoudig telexdistributienet*, een systeem van meervoudige telegrafie, dat de mogelijkheid schiep tot verhuur van *kanalen* aan de gebruikers.

Hernieuwing van contacten na de oorlog heeft mede een ongekende vlucht van het internationale verkeer tot gevolg gehad.

Wat de voor de telexdienst toegepaste techniek betreft heeft men allerwegen uitbreiding en modernisering van de installaties ter hand genomen. Ook en zeker niet het minst in Nederland. Het spreekt vanzelf, dat hier, nadat omtrent de perspectieven van deze dienst zekerheid was verkregen, bij voortduring de aandacht is gericht geweest op de vorming van een afzonderlijk telexnet, bestaande uit telegraafverbindingen en voorzien van speciaal voor de afwikkeling van het telexverkeer ingerichte automatische centrales. Aangezien aanvankelijk met de beschreven combinatie van telex met telefoon op vlotte wijze aan de behoeften kon worden voldaan, bestond in Nederland de gelegenheid voor een rustige bestudering van de materie en was de mogelijkheid gegeven om voor de definitieve automatisering van de telexdienst te profiteren van de gerijpte inzichten op dit bijzondere terrein.

(wordt vervolgd)

PCM in Nederland

A. v. Rietschoten

(Vervolg van blz. 203.)

Decodering HDB3-signaal

In het voorgaande deel zijn enige regels gegeven voor de HDB3-code.

Decodering van het HDB3-signaal nu geschiedt volgens de volgende regels:

1. „Nullen” worden gedecodeerd als „nullen”.
2. Pulsen in het HDB3-signaal worden gedecodeerd als pulsen, uitgezonderd die pulsen, welke worden gevolgd door de combinaties $00V_+$ of $00V_-$, deze pulsen worden dan gedecodeerd als „nullen”.
3. De pulsen V_+ en V_- worden gedecodeerd als „nullen”, indien zij zijn voorafgegaan door de combinaties MB00 of M000 waarbij M een puls is, hetzij een B_+ , B_- , V_+ of V_- . Is dit niet het geval dan worden V_+ en V_- gedecodeerd als een puls.

In fig. 15 is een voorbeeld van het coderen en decoderen weergegeven.

De formulering van de coderegels, vermeld onder punt 4 (zie blz. 203 „Definitie HDB3-code”), is in overeenstemming met die, welke is omschreven in de annex van de CCITT-aanbeveling G.703. Met op andere wijze geformuleerde regels, zoals hierna vermeld, kan men wellicht gemakkelijker tot inzicht geraken op welke wijze een HDB3 gecodeerd signaal tot stand komt.

Series van vier nullen worden gecodeerd volgens onderstaande regels:

- a. de tweede en de derde „nul” van een serie worden gecodeerd als „nullen”;
- b. de vierde „nul” van een serie wordt gecodeerd als een overtredingspuls „V”, die een polariteit bezit, die tegengesteld is aan de voorgaande overtredingspuls;
- c. indien de overtredingspuls (op de vierde plaats) dezelfde polariteit heeft als de laatst opgetreden puls, dan blijft de eerste „nul” een „nul”;
- d. indien de overtredingspuls (op de vierde plaats) *niet* dezelfde polariteit bezit als de laatst opgetreden puls, dan wordt de eerste „nul” een puls met dezelfde polariteit als de overtredingspuls op de vierde plaats.

In fig. 16 is een codeervoorbeeld met deze regels weergegeven.

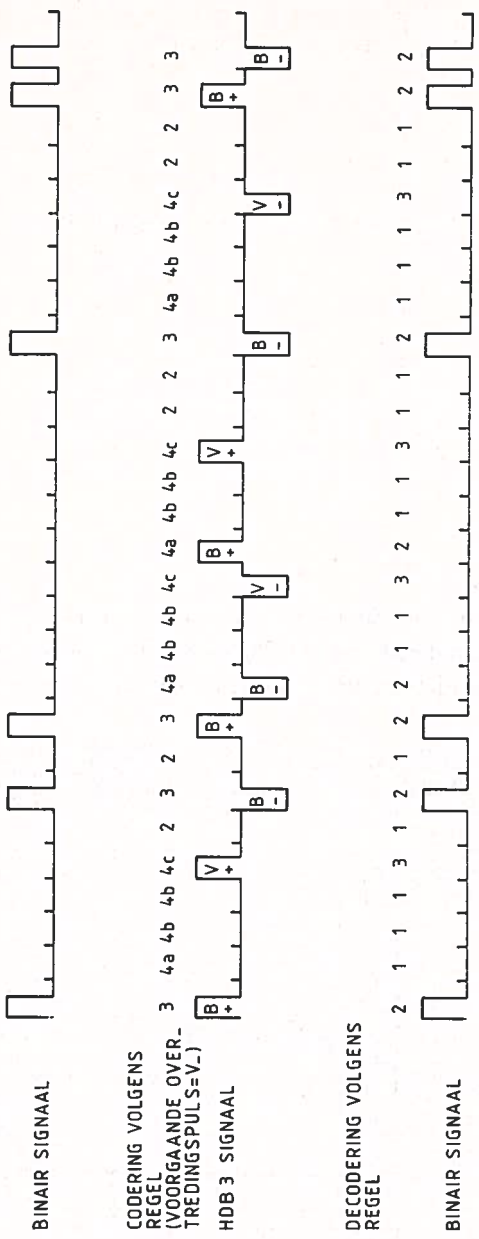


fig. 15.

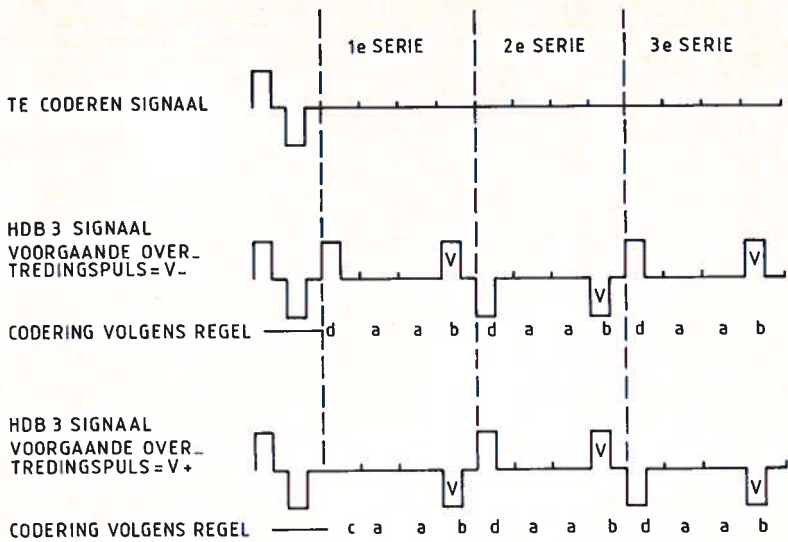


fig. 16.

Lijnapparatuur

Kabel

Zoals reeds aan het begin van dit artikel werd aangegeven zal het PCM-systeem voorlopig in de eerste plaats worden toegepast voor het verschaffen van meer (telefoon)verbindingen op secundaire kabels. Voor ieder PCM-

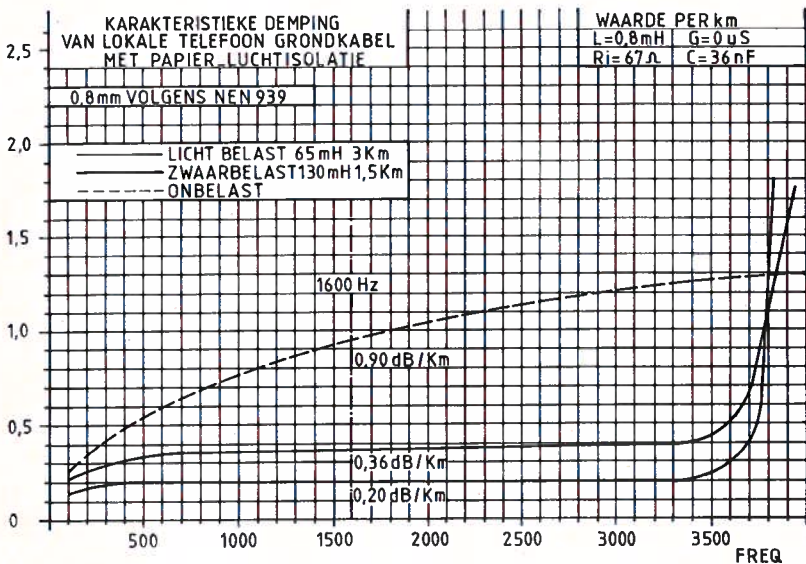


fig. 17.

systeem zijn twee ongepupiniseerde aderpennen nodig, één aderpennaar voor de „heen”richting en één aderpennaar voor de „terug”richting.

Deze aders moeten ongepupiniseerd zijn, omdat een gepupiniseerde ader een frequentieband doorlaat van 300-3400 Hz.

De frequentie van een PCM-sigitaal is zoals we zagen 2,048 Mbit/sec.

In fig. 17 is de frequentie-karakteristiek weergegeven van een lokale telefoon-

NORM 14

SOORT KABEL	VOLGENS	BIJZONDERHEDEN
GEPANTSERDE GROND KABEL MET PAPIER-LUCHT ISOLATIE VOOR LOKALE TELEFONIE	NEDERLANDSE NORM NEN 939	STERKABELS MET GELEIDERS VAN 0.5-0.6 EN 0.8 mm.
GEPANTSERDE GROND KABEL MET PAPIER-LUCHT ISOLATIE VOOR DISTRICTS EN INTERLOKALE TELEFONIE GELEIDERS 0.8-1.0-1.25- EN 1.5mm.	PTT NORM NR 14	BERUST OP NEN939, ECHTER WAT LAGERE BEDRIJFSCAPACITEIT EN KOPPELINGEN BIJ DE MEESTE TYPEN 3 STERGROEPEN INDE KERN

N	n	n ₁	n ₂	n ₃	n ₄	n ₅	n ₆	n ₇	TYPE VAN HET PANTSER
5	5								ELK VANDE HIERNAAST VERMELDE KABELS KAN GELEVERD WORDEN MET A ₁ -A ₂ -OF B PANTSERING (ZIE FIG 19)
10	2	8							
12	3	9							
15	5	10							
20	1	6	13						
27	3	9	15						
48	3	9	15	21					
75	3	9	15	21	27				
108	3	9	15	21	27	33			
147	3	9	15	21	27	33	39		
192	3	9	15	21	27	33	39	45	

N = AANTAL STERGROEPEN

fig. 18.

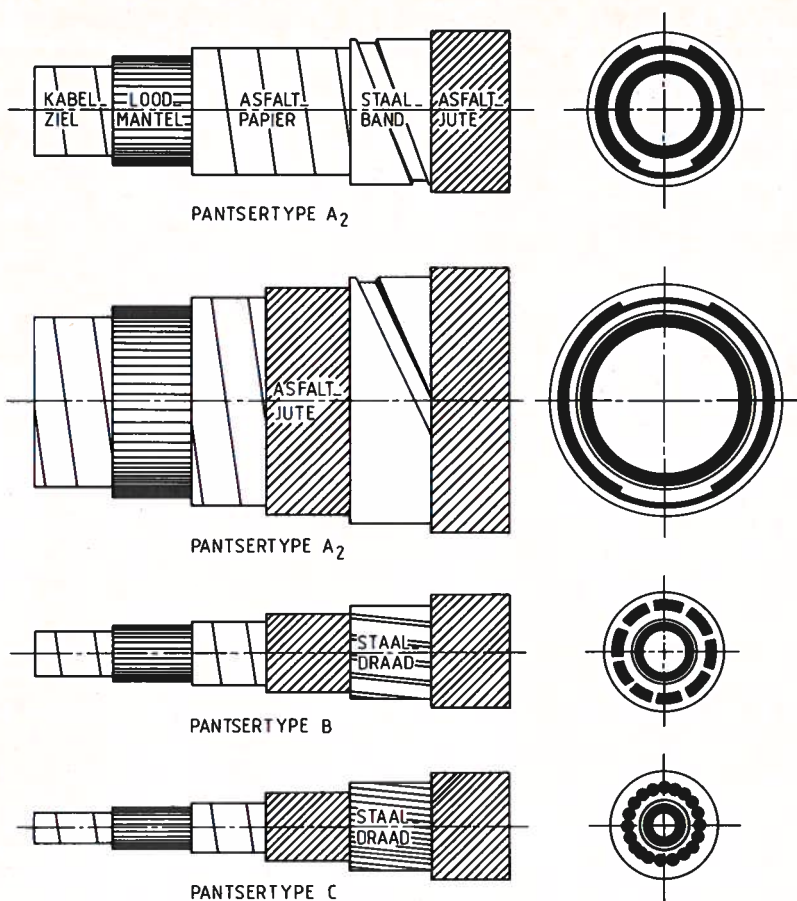


fig. 19.

grondkabel met papier-lucht-isolatie, met en zonder pupinisering.

In elk aderpaar moeten nu op regelmatige afstanden (max. 2000 m) lijn-impulsregeneratoren worden opgenomen om de impulsen, die door de kabel-eigenschappen worden verzwakt en vervormd, weer hun oorspronkelijke vorm te geven (regenereren). Zie ook het hoofdstuk Lijnimpuls-regenerator in het volgende nummer.

Kabels waarop voornamelijk bij PTT PCM-transmissie zal worden toegepast, zijn van het type NORM 14. Dit zijn LF-stergroepkabels met concentrische lagen en met papier-lucht-isolatie. In fig. 18 wordt in tabelvorm aangegeven waaraan kabels volgens norm 14 moeten voldoen. In fig. 19 zijn doorsneden van verschillende uitvoeringen gegeven.

(wordt vervolgd)

Technisch Engels

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

Message switching

Message switching networks **eliminate** the need for a **through connection** from **originator** to **recipient** before the message can be transmitted. Instead, a system of message routing **is employed** so that at each point of handling, its correct **destination** is known. Further, a means of message **storage** is provided at the regional stations so that an **outstation** can send a message at any time, even though his **previous messages have not yet been cleared** by the regional station.

This type of system is often known as **store and forward**; messages being accepted from terminal stations, stored until a free line to the next station becomes available, and then forwarded to the next station **regardless of the occupancy** of the **succeeding links**. This is called "relay operation" and thus the **intermediate stations** are known as "relay stations".

The function of a relay station is to receive messages from other relay stations or originators connected **directly** to the relay station itself, and to send them either to their final destination, or another relay station, for onward transmission. Every terminal station must have its own unique telegraphic address and messages addressed for a station must contain its address.

The address, called a "routing indicator", is made as short as possible and usually **consists of** from three to eight characters **inserted** in front of the text of the message, in the "**heading**". The heading acts as a reference for the message during its passage in the network, and will often also contain the routing indicator of the originator together with time of origin of the message.

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

EXPLANATORY NOTES

Message switching	berichtenverdeling
to eliminate	uitschakelen, teniet doen
through connection	directe verbinding
originator	(oorspronkelijke) zender van een bericht
recipient	ontvanger
is employed	wordt gebruikt
to employ	in dienst hebben, tewerkstellen
	ook: gebruiken, aanwenden
destination	bestemming
storage	opslag
outstation	eindpost
previous	voorafgaande, vorige
have not yet been cleared	nog niet zijn doorgezonden
“store and forward”	„opslaan en doorgeven”
regardless of	ongeacht
occupany	het (al of niet) bezet zijn
succeeding links	daaropvolgende verbindingen
to succeed	opvolgen, slagen
intermediate stations	tussenstations
directly	rechtstreeks
	N.B. Het Nederlandse ‚direct’ (dadelijk) is in het Engels: at once, immediately
to consist of	bestaan uit
inserted	ingevoegd
to insert	insteken, invoegen, plaatsen (b.v. van een advertentie in een krant)
heading	kop van een bericht

Technische berichten

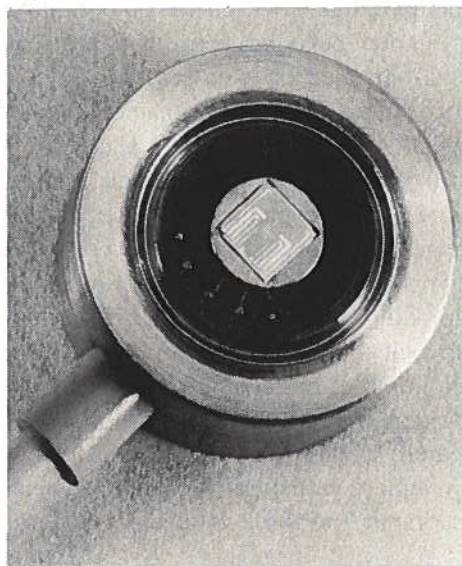
ing. B. Kieboom

SENSORS VOORTDUREND BELANGRIJKER

Grote markt voor kleine voelers

Nog maar nauwelijks hebben de microcomputers in de oude wereld vaste grond onder de voet gekregen of een nieuwe generatie perifere componenten dient zich aan: de sensors, die hun omgeving „afzoeken” en via actuators kunnen beïnvloeden. Tezamen met de centrale micro-elektronica wordt aldus een systeem gecreëerd, dat ongekende mogelijkheden biedt.

Vooralsnog schijnen alleen de aantallen sensors die op de markt zullen komen enigszins zeker te zijn: Siemens schat dat in West-Europa het marktaandeel van de microcomputerperiferie vanaf 1985 rond f 3,4 miljard zal bedragen, waaronder rond f 1 miljard aan sensors. Het belangrijkste aandeel hiervan wordt gevormd door de drukomzetters met rond 35%.



Sensors voortdurend belangrijker

Deze druksensor werkt met een rekbaar membraan dat uit silicium is vervaardigd. Aan de binnenzijde bevindt zich een rekgevoelig piëzokristal, terwijl aan de buitenzijde de parallel lopende geleiders van een weerstandsbrug te zien zijn. Het membraan bezit een diameter van 5 mm; de behuizing 26 mm.

Terwijl actuators in feite niets anders doen dan optische of acoustische signalen geven, functies als schakelaar of mechanische bewegingen uitvoeren, zijn de mogelijkheden van sensors vele malen groter. Reeds nu kunnen sensors worden ontwikkeld, waarvan het waarnemingsvermogen dat van de menselijke zintuigen ver overtreft. Het verschil zit enerzijds in de exacte reproduceerbaarheid van de waargenomen waarden en anderzijds in het opnemen van „onzichtbare” grootheden, waartoe door buizen stromende vloeistoffen evenzeer behoren als straling of magnetisme.

Sensors zullen op alle plaatsen worden ingezet waar het zaak is meestal niet-elektrische grootheden om te zetten in voor de microcomputer geschikte signalen. Volgens een door Siemens uitgevoerd onderzoek zullen motorvoertuigen en huishoudelijke apparaten rond 70% van de sensormarkt voor zich gaan opeisen. De meet- en regeltechniek staat met rond 12% op de tweede plaats, terwijl de gegevensverwerkende apparatuur en de communicatietechniek volgen met 5%.

Sensors werken reeds met infraroodlicht en ultrasone straling, met het bijzondere weerstandsgedrag van NTC- en PTC-weerstanden, met voor magnetische velden gevoelige halfgeleiders en met opto-elektronische componenten. Microcomputers kunnen gevoelig voor druk worden gemaakt door bijvoorbeeld een piëzo-omzetter toe te passen.

Dergelijke sensors bezitten drie functies, namelijk opnemen, omzetten en de signaalbewerking. Dit principe geldt voor alle soorten sensors. Zo is bijvoorbeeld een druksensor opgebouwd uit een rekbaar membraan, dat als opnemer dienst doet en de eigenlijke omzetter, die bestaat uit een in een brugschakeling opgenomen piëzokristal. Het verkregen signaal wordt versterkt tijdens de signaalbewerking, waarbij bijvoorbeeld gelijktijdig de invloed van de temperatuur kan worden gecompenseerd.

In dergelijke drukvoelers zijn onder andere geïnteresseerd: de automobielenindustrie (oliedruk in motor en remsysteem), de chemische industrie (kunststofproductie, spuitautomaten) en de procestechniek (vloeistofdruk in leidingen en drukvaten). Silicium-membraansensors en micro-elektronische drukomzetters zijn andere varianten van een type voeler, dat de toekomstige markt voor microcomputerperiferie voor rond een derde zal gaan beheersen.

Siemens persbericht

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. 255.

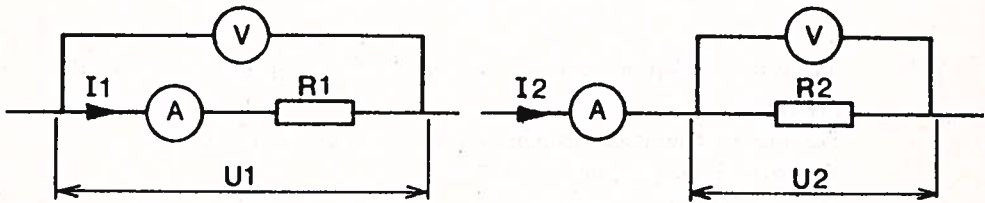
MT 31. Als A en V meetinstrumenten zijn waarvan de invloed op de schakeling, veroorzaakt door de inwendige weerstand, niet te verwaarlozen is, geldt

A $R_1 < \frac{U_1}{I_1}$ en $R_2 < \frac{U_2}{I_2}$

C $R_1 > \frac{U_1}{I_1}$ en $R_2 < \frac{U_2}{I_2}$

B $R_1 < \frac{U_1}{I_1}$ en $R_2 > \frac{U_2}{I_2}$

D $R_1 > \frac{U_1}{I_1}$ en $R_2 > \frac{U_2}{I_2}$



MT 32.

Het oppervlak van het gearceerde deel is

A $2,5 \pi \text{ cm}^2$

B $10,0 \pi \text{ cm}^2$

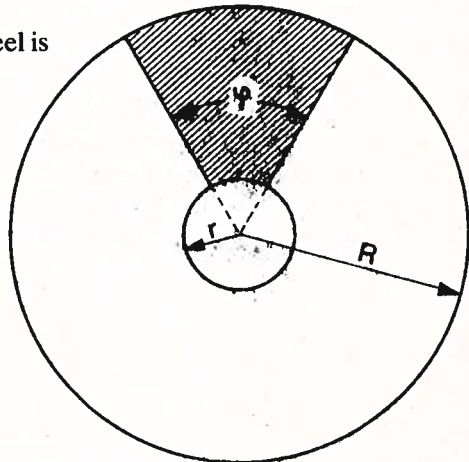
C $10,7 \pi \text{ cm}^2$

D $12,0 \pi \text{ cm}^2$

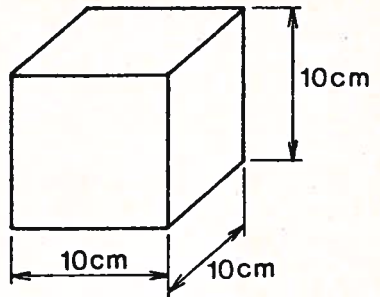
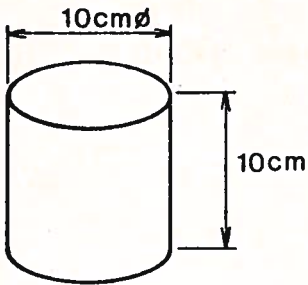
$\angle \varphi = 60^\circ$

$R = 8 \text{ cm}$

$r = 2 \text{ cm}$



MT 33.



Van de beweringen:

I de cilinder heeft een inhoud van 1 liter,

II de kubus heeft een inhoud van 1 liter,

is

- | | | | |
|---|-----------------|---|-----------------|
| A | I fout, II goed | C | I goed, II goed |
| B | I fout, II fout | D | I goed, II fout |

MT 34. Voor het vertinnen van een strook metaal wordt 3,6 newton tin gebruikt.

Het elektrochemisch equivalent is 6×10^{-6} newton/coulomb.

De stroom door het bad is 80 A.

De hiervoor benodigde tijd is

- | | | | |
|---|--------|---|---------|
| A | 750 s | C | 7500 s |
| B | 1500 s | D | 15000 s |

MT 35. 20 Liter water wordt verwarmd van 25°C tot 75°C .

Tijdens dit proces gaat 1800 kJ warmte verloren.

De soortgelijke warmte van water is $4200 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$.

1 Liter water heeft een massa van 1 kg.

Het rendement bedraagt

- | | | | |
|---|----------------|---|----------------|
| A | $\frac{3}{10}$ | C | $\frac{4}{7}$ |
| B | $\frac{3}{7}$ | D | $\frac{7}{10}$ |

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 31. B is goed.

MT 32. B is goed.

Toelichting:

Opp. grote cirkel = $\frac{1}{4} \pi 16^2 = \frac{1}{4} 256 \pi = 64 \pi$.

Opp. kleine cirkel = $\frac{1}{4} \pi 4^2 = \frac{1}{4} 16 \pi = 4 \pi$.

Opp. gearceerd gedeelte = $x 60 \pi$ ofwel $10 \pi \text{ cm}^2$.

MT 33. A is goed.

MT 34. C is goed.

Toelichting:

Totale hoeveelheid tin: 3,6 N.

1 coulomb = 1 amp/sec.

Per sec. dus 80 coulomb; per sec. wordt er vertind $80 \times 6 \times 10^{-6} =$

$4,8 \times 10^{-4}$ N. Aantal benodigde seconden: $\frac{\text{totale hoeveelheid tin}}{\text{hoeveelheid tin/sec.}} =$

$$\frac{3,6}{4,8 \times 10^{-4}} = \frac{3,6 \times 10^4}{4,8} = \frac{36000}{4,8} = 7500 \text{ sec.}$$

MT 35. D is goed.

Toelichting:

De temperatuur moet $75 - 25 = 50^\circ$ worden verhoogd, (Δt).

Aantal toe te voeren kJ: massa water $\times \Delta t \times$ soortelijke warmte = $20 \times 50 \times 4200 = 4200 \text{ kJ}$.

Totaal aantal kJ = kJ nuttig + kJ verlies = $4200 + 1800 = 6000 \text{ kJ}$.

$$\text{Rendement} = \frac{\text{nuttig}}{\text{toegevoerd}} = \frac{4200}{6000} = \frac{7}{10}$$

Telekommunikatie, een technologie aan de spits

GTE-ATEA besteedt permanent een aanzienlijk deel van haar potentieel aan research en ontwikkeling. Het werk van hooggeschoolde ingenieurs en technici heeft GTE-ATEA in staat gesteld reeds in 1967 de eerste elektronische automatische telefooncentrale te bouwen die door de Regie van Telegrafie en Telefonie besteld werd en te Hasselt in gebruik genomen.

Dank zij de inspanningen van haar laboratoria en studiebureaus, samen met die van haar internationale partner GTE is GTE ATEA in staat te allen tijde produkten aan te bieden die tot de meest vooruitstrevende behoren. Met haar toekomstgerichtheid neemt GTE-ATEA een baanbrekende positie in.



GTE ATEA

SURINAMESTRAAT 11 - 2585 GG 's-GRAVENHAGE
TEL. 070 - 61 47 41 - TELEX 31454 ATEA NL
