

STUDIEBLAD



TECHNISCH BLAD VOOR
PTT PERSONEEL

Nr. 6, 39e jaargang

juni 1984

In dit nummer:

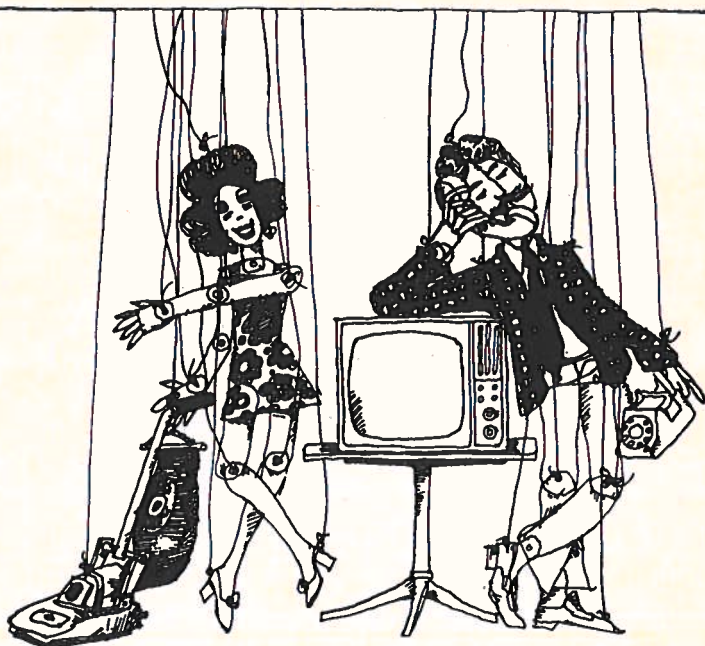
Zeekabelsysteem
Spraaktechnologie en PTT
Spraakherkenning
Verbindingswegen
Examenvraagstukken
Rubriek „Stellingen”
Examenoplossingen
Technische Berichten



Zeekabelapparatuur
een medewerker van de
fabrikant voert een test uit
(zie artikel blz. 161).

STUDIEBLAD technisch blad voor PTT personeel

uitgave AbvaKabo en CFO.
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,
telefoon 070 - 75 64 20 na 18.00 uur 070 - 27 63 61.
administratie AbvaKabo, Bredewater 16, 2715 CA Zoetermeer, giro 4073, telefoon 079 - 51 12 11,
voor verzending, administratie e.d.
abonnement f 18,- per jaar. Voor niet-PTT-ers f 30,- per jaar. Verschijnt maandelijks.
advertenties Uitgeverij en Drukkerij Smits B.V., Westeinde 135, 2512 GW Den Haag,
telefoon 070 - 89 53 90.



Bewegingloos - zonder kabels.

NKF maakt kabels.

Voor energie-overdracht en voor telecommunicatie.

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

NKF KABEL

Het zeekabelsysteem

J. Broersma

In 1850 werd de eerste zeekabel gelegd tussen Dover en Cap Griz Nez (Engeland).

In juli 1983 werd een nieuw zeekabelsysteem tussen Nederland en Denemarken in dienst gesteld, in het najaar 1983 gevolgd door een systeem tussen Nederland en Engeland.

Tussen toen en nu ligt meer dan 130 jaar zeekabelgeschiedenis. Een geschiedenis, waarin ook Nederland een rol heeft gespeeld.

In het nu volgende artikel zal de werking van het moderne zeekabelsysteem NL-DK IV globaal, aan de hand van een blokschema, worden beschreven. Tevens zal enige hulpapparatuur nader worden belicht. Overigens vertoont dit systeem grote overeenkomsten met soortgelijke systemen tussen Nederland en Engeland, zodat men na het lezen een algemene indruk heeft gekregen van de werking van zeekabels.

Alvorens hiermee te beginnen zal een stukje zeekabelgeschiedenis worden doorgenomen en enkele toekomstverwachtingen worden aangegeven.

Enkele begrippen werden reeds aangeduid in het artikel „Zeekabelsysteem”, verschenen in Studieblad PTT, jaargang 32, 1977, blz. 289 e.v.

In het jubileumboek „Honderd jaar telefonie”, blz. 151 t/m 160, wordt de ontwikkeling van de zeekabel behandeld.

Geschiedenis en toekomst

De eerste zeekabels werden vooral gebruikt voor telegrafie. Pas in het begin van deze eeuw werden er zeekabels gelegd voor telefonie-doeleinden. De eerste Nederlandse zeekabel werd in dienst genomen in 1922. Het betrof de kabel Aldeburgh-Domburg I. Deze kabel had slechts een capaciteit van enkele telefoongesprekken, uitsluitend op laag-frequent basis.

De draagtelefonie deed zijn intrede en enkele zeekabels werden aan die functie aangepast, zodat de capaciteit groter werd. In 1947 werd de eerste coaxiale zeekabel tussen Nederland en Engeland gelegd. In deze kabel waren nog geen tussenversterkers opgenomen. Een tussenversterker, of onderzeeversterker, is in dit geval een versterker met hoogwaardige componenten. Een bijzonderheid bij deze coaxiale kabel was nog, dat beide spreekrichtingen in één kabel waren ondergebracht. De scheiding werd verkregen door de ene richting in een lage frequentieband onder te brengen en de andere richting in een hoge frequentieband. De capaciteit bedroeg toen 84 circuits (kanalen) in beide richtingen.

In 1951 kwamen de eerste zeekebls in dienst welke waren voorzien van tussenversterkers. Sindsdien is er theoretisch eigenlijk niet veel veranderd in het systeem. In de loop van de tijd werd de apparatuur wel betrouwbaarder en de kwaliteit van de kabels verbeterde. Door het opvoeren van de bandbreedte en het gebruik van (meer) versterkers is de capaciteit inmiddels uitgebreid tot enkele duizenden circuits per kabel.

De huidige (analoge) techniek, die bij zeekeblsystemen wordt toegepast, zal echter vermoedelijk al binnen korte tijd worden verdrongen door digitale techniek.

Onlangs werd besloten om een glasvezelkabel te leggen tussen Engeland en België. Ook Nederland en Duitsland nemen deel aan dit project. Omdat dit de eerste zeekebel ter wereld is met die nieuwe techniek, zal deze kabel eerst een experimenteel karakter dragen teneinde ervaring te kunnen opdoen. Na twee jaar zal de kabel dan worden ingezet voor telecommunicatiedoeleinden. Opmerkelijk is, dat de glasvezelkabel aanmerkelijk meer circuits bevat dan de huidige coaxiale zeekebel; bovendien zijn daarbij beduidend minder tussenversterkers nodig.*

Vervanging van de kabels

In juli 1983 werd het zeekeblsysteem NL-DK IV in gebruik genomen. De eindstations van de kabel (terminals) staan in het versterkerstation Leeuwarden en in het Deense Römö, een eiland voor de west-kust van Jutland.

De kabel, met een totale lengte van 316 km, vervangt drie oude zeekebls. De oude kabels zijn inmiddels verlaten en hadden tezamen een capaciteit van slechts 300 telefoniekanalen.

Tot vervanging van de kabels is overgegaan om de volgende redenen:

- technische veroudering (de oudste kabels waren al meer dan 30 jaar in dienst);
- het onderhoud was relatief duur;
- de kwaliteitsfactor was te laag;
- de reserve-onderdelen waren moeilijk leverbaar;
- de capaciteit was te gering om de te verwachten groei van het internationale telefoonverkeer op te vangen.

De nieuwe zeekebel gaat een belangrijke internationale schakel vormen, waarvoor de volgende verklaring geldt:

- er is tussen België en Spanje een nieuwe zeekebel gelegd, welke ook het verkeer tussen de Scandinavische landen en Zuid-Europa zal afwikkelen. De kabel tussen Nederland en Denemarken vormt dus als het ware een verlengstuk;

* Zie ook het artikel „Optische communicatie m.b.v. glasvezels”, door ir. J. Mol, Studieblad PTT, jaargang 35, 1980, blz. 231, 277 en 334.

– De Scandinavische landen gaan hun satellietverkeer afwikkelen via het grondstation Burum (1985). De zeekabel vervult hier de functie van schakel tussen Scandinavië en Burum;

– Engeland vraagt reserve-capaciteit voor omstekingen, welke plaatsvinden als er een storing is op een van de Engelse zeekabels naar Scandinavië.

Het leggen van de kabel en het plaatsen van de benodigde apparatuur op beide eindstations, werd gegund aan de firma Fujitsu uit Japan. Deze fabrikant leverde kabel die voor alle partijen, qua prijsstelling en prestatie, het meest aantrekkelijke was. Hierbij moet nog worden opgemerkt, dat niet alleen Nederland en Denemarken eigenaar zijn van het kabelsysteem, maar ook Engeland, Noorwegen, Zweden en Finland.

Het systeem heeft 2700 kanalen. Hiervoor wordt op de zeekabel een frequentieband gebruikt van 3650 tot 36700 kHz. Om de afstand tussen Leeuwarden en Römö te overbruggen zijn 59 tussenversterkers (repeaters) nodig, waarvan er 47 in zee liggen. Bovendien zijn er in de kabel ook weer twee effenaars (equalisers) opgenomen. Deze zijn nodig om de frequentieband zoveel mogelijk vlak te houden. Door de frequentiekarakteristiek van de zeekabel worden de hoge frequenties meer gedempt dan de lage. Omdat dit bij het overbruggen van grote afstanden tot een te groot kwaliteitsverlies leidt, plaatst men de equalisers, die er voor zorgen dat de hoge en lage frequenties gelijkmatig worden gedempt over een bepaalde lengte kabel. De frequentiekarakteristiek van zo'n equaliser is in principe dus omgekeerd aan die van de zeekabel. Vaak wordt ook nog pre-emphasis (voor-egaliseratie) toegepast, waarbij aan het begin van een kabel de hoge frequenties worden bevoordeeld ten opzichte van de lage frequenties.

Ingegraven kabel

De zeekabel is over een lengte van 245 km ingegraven in de zeebodem, op een diepte van 400-600 mm. Dit was noodzakelijk i.v.m. het feit dat in dit gebied intensief wordt gevist. Hierbij wordt opgemerkt dat er enkele olie- en gaspijpleidingen, alsmede telefoniekabels moesten worden gekruist. Op die plaatsen ligt de kabel „gewoon” op de zeebodem, in plaats van dat hij is ingegraven.

Men heeft hier nog geen ervaring met het (voor reparatie) naar boven halen van de (begraven) zeekabel. Theoretisch gesproken kan een kabel door verzanding meer dan een meter in de zeebodem dalen. De kans dat hij zal worden beschadigd is erg klein. De toekomst zal moeten uitwijzen, hoeveel moeite het zal gaan kosten om de kabel weer boven water te krijgen, indien dat ooit noodzakelijk zou zijn.

Toegepaste apparatuur

We kunnen een onderscheid maken tussen: de systeemapparatuur, het overdrachtsmedium en de hulpapparatuur.

De stapelapparatuur wordt buiten beschouwing gelaten, omdat dit feitelijk geen onderdeel van het zoekabelsysteem uitmaakt.

Omdat er gebruik wordt gemaakt van een enkelvoudige coaxiale kabel, is er tweerichting-verkeer op de kabel. De scheiding van de richtingen wordt verkregen door de gesprekken in de ene richting onder te brengen in een lage frequentieband (3650-17048 kHz) en de gesprekken in de andere richting in de hoge frequentieband (22752-36700 kHz). Hierbij loopt de lage band van Leeuwarden naar Römö. De versterkers in de kabel zijn voorzien van speciale schakelingen om in beide richtingen te kunnen werken.

Om de loop van de signalen globaal te volgen wordt een vereenvoudigd blokschema gegeven in fig. 1.

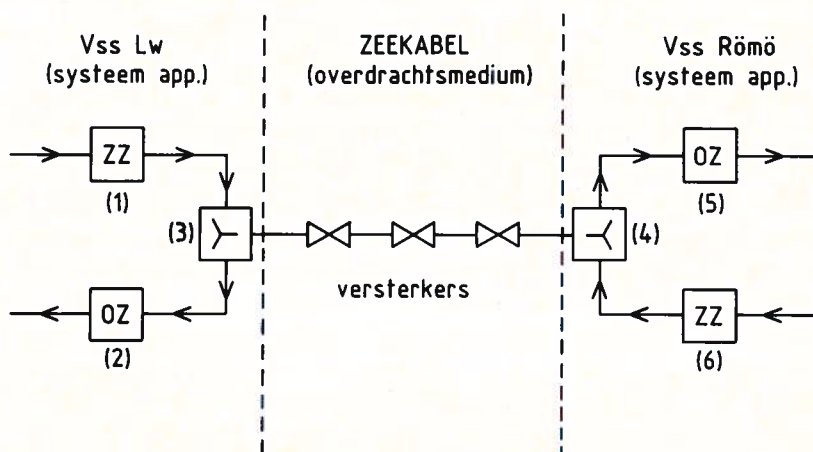


fig. 1.

De frequentieband die van Leeuwarden naar Römö gaat, wordt eerst aangepast voor transmissie over kabel in blokje 1 (systeemapparatuur zenzijde). Vervolgens gaat dit signaal via een soort vork (3) naar de zoekabel. In de kabel zitten versterkers (vs) om het signaal met voldoende niveau naar het tegenkantoor te kunnen brengen. In Römö wordt de frequentieband via een vork (4) gebracht naar de systeemapparatuur ontvangzijde (5), waar het wordt versterkt en aangepast voor verdere transmissie in Denemarken.

De richting van Römö naar Leeuwarden is als volgt: in Römö aanpassing (6) via de vork (4) te Römö en de zoekabel naar de vork te Leeuwarden (3). In blokje 2 wordt het signaal in de ontvangzijde aangepast voor transmissie in Nederland.

De systeemapparatuur

De systeemapparatuur zenzijde dient om de aangeboden frequentieband (316-12388 kHz) geschikt te maken voor toepassing op de zeekabel. De systeemapparatuur ontvangzijde doet het omgekeerde. Deze apparatuur staat bovengronds opgesteld in de versterkerstations Leeuwarden en Römö.

De systeemapparatuur heeft nog een aantal functies. Er zijn enkele voorzieningen getroffen om controle op de goede werking van het systeem mogelijk te maken, t.w.:

- lijnloodinjectie, wordt in het zendstation geïnjecteerd, om in het ontvangstation het systeem te kunnen controleren en om automatisch regelbare temperatuureffenaars te sturen;
- meetfaciliteiten, voor controle van de apparatuur en als zodanig een mogelijkheid voor kwaliteitsbewaking;
- injectiepunten, om willekeurige frequenties het systeem in te kunnen zenden. Dit gebeurt met losse zendapparatuur voor controlemetingen met b.v. het tegenkantoor;
- egalisatie netwerken, om indien nodig de frequentiekaracteristiek na een kabelstoring o.i.d. te corrigeren;
- toegang tot de zeekabel, plaatsen van zoektoon op de kabel;
- dienstlijnen, voor rechtstreeks contact via de zeekabel met het tegenkantoor;
- elektroding, voor het plaatsen van een zoektoon op de kabel terwijl het systeem normaal in bedrijf is.

In fig. 2 is een iets uitgebreider schema getekend van het systeem.

Het verkeer komt in Leeuwarden binnen via de straalverbinding A1-Lw SVI. De basisband (316-12388 kHz) wordt na het z.g. systeemrek aangeboden aan de zeekabel. In het begin van het systeem is een filter (1) opgenomen, die voorkomt dat vreemde frequenties en lijnloodsen vanuit de stapelapparatuur storingen teweeg zouden kunnen brengen in het zeekabelsysteem.

De belangrijkste stopfrequenties zijn de lijnloods 4287 kHz en een bandstopfilter van 272-276 kHz om de ruis van de voorliggende apparatuur uit het systeem te houden. De eigen ruis kan nu worden bewaakt in het ontvangkantoor.

Na het filter volgt een vork (2) welke dient voor het inkoppelen van een lijnloods (12435 kHz).

Hierna volgt de enige modulatie in het systeem. Van de volledige band worden de quartaire groepen 2 en 3 gescheiden van quartaire groep 1. (Een quartaire groep bevat 900 telefoonkanalen.)

De quartaire groepen 2 en 3 worden via filters gewoon doorgelaten, maar quartaire groep 1 wordt zodanig gemoduleerd dat deze boven groep 3 komt te

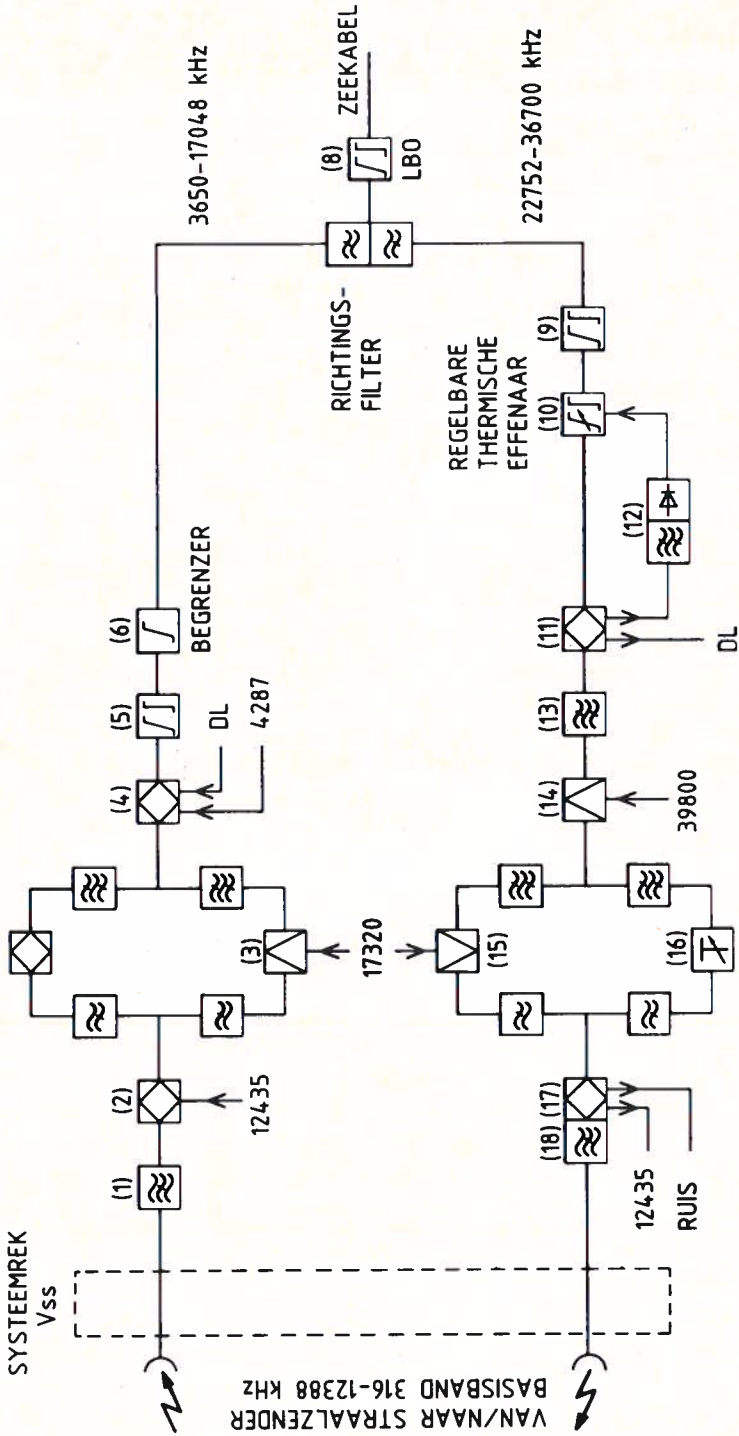


fig. 2.

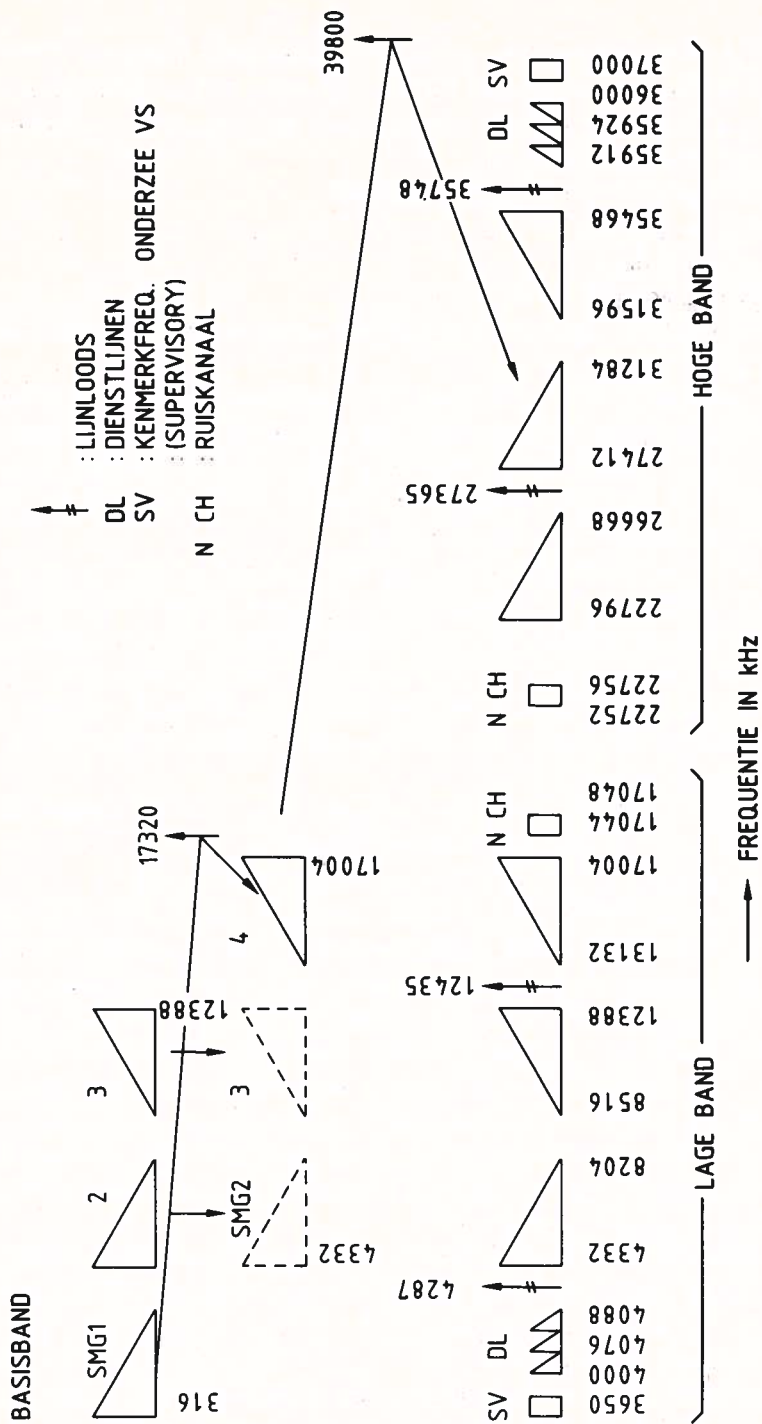


fig. 3.

liggen. Om dit te bereiken is een modulatiefrequentie nodig van 17320 kHz, waarbij de onderzijband wordt gebruikt. Dit gebeurt in een modulator (3). Na de filters worden de groepen weer bij elkaar gevoegd, de frequentieband ligt nu tussen 4332 en 17004 kHz.

Op de zeekabel wordt de volgorde nu dus:

- quartaire groep 2;
- quartaire groep 3;
- quartaire groep 4;

waarbij groep 4 de gemoduleerde groep 1 is (zie ook het frequentie-overzicht in fig. 3).

Na de modulatietrapp volgt een vork (4), die een tweede lijnloods in het systeem injecteert (4287 kHz). Bovendien is dit ook het punt waar de dienstlijnen (3 stuks) in het systeem worden gevoegd (DL). De drie dienstlijnen vormen tezamen een eigen klein draaggolfsysteem. Na aanpassing in de frequentieband worden zij in het systeem gevoegd.

De vork wordt gevolgd door enkele effenaars (5) en een limiter (6), die moeten voorkomen, dat te hoge niveaus de zeekabel kunnen bereiken.

Tot slot volgt het richtingsfilter, welke de zenzijde en de ontvangzijde koppelt aan de zeekabel. Dit richtingsfilter kan worden beschouwd als een soort vork. Tussen het richtingsfilter en de kabel is nog een LBO-netwerk aangebracht (Line Bildung Out). Dit is een stuk kunstkabel ter aanvulling van de eind/beginsectie van de kabel.

Opgemerkt wordt, dat er in het systeem ook nog diverse versterkers zijn opgenomen. Deze zijn in fig. 2 niet weergegeven.

De ontvangzijde in Leeuwarden doorloopt de volgende weg.

Het signaal komt binnen vanaf de zeekabel (hoge band = 22752-36700 kHz), doorloopt het LBO en wordt door het richtingsfilter gedwongen om naar de ontvangapparatuur te gaan. Hierbij worden eerst enkele effenaars gepasseerd (9). Vervolgens komt er een bijzondere effenaar (10), namelijk een thermische equaliser (= een regelbare temperatuur-effenaar). Deze effenaar dient ervoor om niveau-variaties ten gevolge van temperatuurschommelingen, die optreden in de kabel, te kunnen corrigeren. Hierbij moet nog worden vermeld dat elke zeeversterker ook een regelbare effenaar heeft. Op deze manier behoeft de thermische equaliser op het eindstation niet zoveel te regelen en kan het regelgebied beperkt blijven.

De thermische equaliser wordt bestuurd door de twee lijnloodsen. Deze lijnloodsen bepalen dus, hoe de equaliser wordt ingesteld. In de vork (11) worden de loodsen uitgekoppeld. Tevens worden hier ook de dienstlijnen uit het systeem gehaald. In de controller (12) worden de lijnloodsen uitgefilterd en gelijkgericht. Het niveau van de gelijkspanning is afhankelijk van het niveau

van de loods en is nu de maat waarin de effenaar zich instelt. Het behoort tot de mogelijkheden, dat een lijnloods wegvalt. Dit kan plaatsvinden bij een kabelbreuk of bij het wegvallen van de loodsgenerator aan de zenzijde. De controller ziet dan de loods niet meer en kan een willekeurige stand innemen. Om dit te voorkomen heeft de controller een geheugen („memory”).

Wanneer de loods plotseling wegvalt, onthoudt de „memory” de laatste stand; hierop blijft de effenaar dan ingesteld staan.

Filter 13 is een „band pass” filter. Deze laat alleen de gewenste frequentieband door.

Hierna wordt de hoge band in z'n geheel gedemoduleerd (blokje 14), waarna quartaire groep 4 weer wordt gedemoduleerd tot quartaire groep 1 (blokje 15). De frequentieband is nu weer geschikt voor verdere transmissie over de straal (316-12388 kHz). Voordat deze band het zeekabelsysteem weer verlaat, passeert hij eerst nog een vork (17), waarin een lijnloods en een ruisbandje worden gekoppeld. Deze worden gemeten, bewaakt en eventueel geregistreerd.

Filter 18 is een bandstopfilter voor de zeekabellijnloods 12435 kHz. Na dit filter is de band beschikbaar voor de straalverbinding.

De onderzeeversterkers

In elke onderzeeversterker (repeater) zijn, evenals in de eindstations, richtingsfilters aangebracht om de lage en hoge frequentieband te splitsen of weer samen te voegen. Door deze filters op een bepaalde manier te schakelen is het mogelijk om slechts één versterker te gebruiken (zie fig. 4).

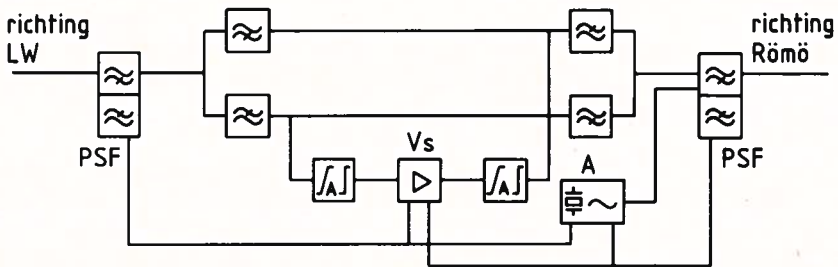


fig. 4.

De repeaters worden gevoed vanuit de beide eindstations. Dit gebeurt via de binnengeleider van de kabel, welke ook wordt gebruikt voor het transmissieverkeer. Uiteraard moeten transmissie en voeding in de repeaters worden gescheiden. Dit geldt overigens ook voor de eindstations. Deze scheiding vindt

plaats in het Power Separating Filter (PSF) door middel van voedingsseparatiefilters. De voedingsspanning voor de actieve delen van de repeater wordt verkregen met behulp van een zenerdiode (ca. 21 volt).

Elke repeater heeft ook nog een eigen oscillator, die een frequentie opwekt welke kenmerkend is voor de desbetreffende repeater. Deze oscillator zendt constant een frequentie uit, welke op elk willekeurig tijdstip kan worden gemeten. Elke repeater heeft dus z'n eigen kenmerkende frequentie, welke zich buiten de gespreksfuncties bevindt.

Door middel van deze kenmerkfrequenties kunnen de repeaters stuk voor stuk globaal worden gemeten op hun versterkingsfactoren. Bij een kabelstoring geeft de frequentie tevens een ruwe indicatie van de plaats waar zich de kabelbreuk bevindt. Meet men bijvoorbeeld repeater x wel, maar repeater $x+1$ niet meer, dan bevindt zich de vermoedelijke fout tussen repeater x en $x+1$. Voorwaarde is, dat er spanning op de kabel aanwezig moet zijn.

Hulpapparatuur

Zoals gemeld, wordt de kabel gevoed vanuit de beide eindstations, waarbij de voedingsapparatuur in serie is geschakeld. De binnengeleider dient als voedingsader, de aarde dient om het voedingscircuit sluitend te maken. Hiertoe zijn in de nabijheid van de eindstations aardpennen geslagen.

Bij een storing in een der voedingsapparaten neemt het andere station de gehele belasting automatisch over.

De voedingsapparatuur (Power Feeding Equipment) in een eindstation bestaat uit twee converters, welke in serie staan. Elke converter vormt een onafhankelijke stroombron.

De stroom door de kabel bedraagt 156 mA en is gestabiliseerd. De totale spanning is ca. 1200 V, waarbij ieder eindstation ongeveer de helft levert.

Draaggolfvoeding

De zeekabel heeft een eigen draaggolfvoedingssysteem voor het opwekken en verdelen van de diverse draaggolffrequenties en pilootfrequenties die nodig zijn voor het zeekabelsysteem.

De stamoscillator levert een frequentie van 2500 kHz, welke afgeleid is van een kristal van 500 kHz.

Zoals gebruikelijk is ook de draaggolf-voedingsapparatuur dubbel uitgevoerd. De stamoscillator kan met de hand worden geijkt op de vergelijkingsfrequentie 308 kHz, welke door het Dr. Neher Laboratorium, te Leidschendam, wordt gegenereerd.

Elektroding

Het is mogelijk om een zoektoon te injecteren, terwijl de zeekabel normaal in dienst is. Dit wordt „elektroding” genoemd.

Het is gebruikelijk om kabel en systeemapparatuur te scheiden en de zoektoon rechtstreeks op de kabelkop te zetten. In de meeste gevallen zal dit gebeuren naar aanleiding van een kabelstoring. De kabelvoeding wordt dan uitgeschakeld.

Bij elektroding echter, wordt eerst de voedingsstroom van de kabel verlaagd tot ca. 133 mA. De zoektoon (16,33-25 Hz) wordt vervolgens in het voedingsgedeelte van het zoekabelsysteem geïnjecteerd. In dat geval is de voedingsspanning dus een gemoduleerde gelijkspanning.

In de praktijk is gebleken, dat de stroom van de zoektoon niet groter dan 10 mA mag zijn, teneinde geen storingen in het transmissieverkeer teweeg te brengen. Bij deze stroom is de kabel op het land nog wel te vinden; op zee is dit niet mogelijk.

Om de vindbaarheid te verhogen zal de zoektoon op de gebruikelijke wijze rechtstreeks op de kabel moeten worden gezet. In dat geval is, afhankelijk van de kabel, een zoekstroom toegestaan van 100 mA. De frequentie van de zoektoon is uiteraard afhankelijk van de op het kabelschip aanwezige ontvangapparatuur.

Het meten aan het systeem

Tot voor enkele jaren werden metingen aan loodsen en repeaters uitgevoerd met de hand; met de komst van de computer kunnen deze metingen automatisch worden verricht.

De eerste Nederlandse zoekabel die computergecontroleerd werd, is de Alkmaar-Lowestoft kabel. In het versterkstation Alkmaar is daarvoor een computer opgesteld. Met behulp van deze computer zijn de benodigde meetinstrumenten van de zoekabel te bedienen.

Voor metingen op de zoekabel wordt gebruik gemaakt van de volgende meetinstrumenten:

- een frequentie-teller;
- een frequentie-generator;
- een selectieve niveau-meter.

Tezamen met enkele coaxiale schakelaars zijn voornoemde meters samengebouwd in een zogenaamde meetkast.

Afhankelijk van de programmering kan er nu, op diverse punten in het zoekabelsysteem, worden gemeten of gezonden.

In Leeuwarden en Domburg is eenzelfde meetsysteem opgesteld. In deze versterkstations is geen computer aanwezig omdat de computer in Alkmaar voldoende capaciteit heeft om ook deze meetsystemen te bedienen.

De computer maakt deel uit van een internationaal netwerk. Via datalijnen is de computer in Alkmaar verbonden met een van de Britse PTT-computers te

Lowestoft en met de Deense computer te Esbjerg.

Omdat computerbesturing het mogelijk maakt om op afstand de meetapparatuur te bedienen, is het niet noodzakelijk dat ter plaatse personeel aanwezig is. Met de terminal is het mogelijk om op afstand te meten.

Op deze manier is het bijvoorbeeld mogelijk om vanuit Leeuwarden een frequentie te laten zenden in het zeekabelsysteem te Römö, om deze vervolgens weer selectief te ontvangen in Leeuwarden.

Een andere mogelijkheid is om loodsmetingen te verrichten in het tegenkantoort.

Tenslotte

Voor het verstrekken van enig inzicht in zeekabelsystemen, is het systeem NL-DK IV, als voorbeeld genomen.

Opgemerkt kan worden dat de zeekabel niet meer het alleenrecht heeft van het vormen van verbindingen tussen de continenten. Satellietverbindingen zijn een grote concurrent geworden. De coaxiale zeekabel zal vermoedelijk het veld ruimen en zijn opvolger heet: glasvezelzeekabel.

Vertrouwelijkheid van informatie-overdracht kan nog het best worden gewaarborgd door overdracht via de kabel. Met de komst van die glasvezelzeekabel wordt dan een nieuw tijdperk in zeekabelsystemen ingeluid.

Spraaktechnologie en PTT

drs. H. R. C. Tromp

Op veel terreinen waar sprake is van communicatie tussen de mens en een machine, kan met vrucht apparatuur worden ingezet, die spraak kan begrijpen en opwekken. Voor PTT als communicatiebedrijf bij uitstek zijn de toepassingen in principe legio.

Evenals vele buitenlandse PTT-administraties verricht de Nederlandse PTT dan ook onderzoek naar de mogelijkheden die deze technieken bieden om de dienstverlening aan de abonnee en de interne bedrijfsvoering te verbeteren. Op nationaal en internationaal niveau vindt, zowel binnen PTT-kringen als daarbuiten, overleg plaats en worden onderzoekprogramma's op elkaar afgestemd. Door de onderlinge verschillen tussen talen is het voor ieder taalgebied noodzakelijk zelfstandig onderzoek te doen.

In het onderstaande wordt een aantal toepassingsmogelijkheden gegeven van spraakverwerkende apparatuur voor bedrijven als PTT. Dit lijstje is slechts bedoeld om een indruk te geven van de mogelijkheden; het is zeker geen volledige opsomming en is evenmin bedoeld als indicatie van diensten die PTT voornemens is te gaan voeren.

Spraakherkenning

De invoering van door een computer bestuurd telefooncentrales en de digitalisering van het communicatienet maken in principe talloze nieuwe diensten mogelijk. De gebruiker van deze diensten dient over een communicatiemiddel te beschikken met de machine die de diensten uitvoert. Met gesproken commando's wordt in vele gevallen een groter bedieningsgemak gerealiseerd, dan wanneer speciale code's moeten worden ingetoetst.

Een machine die spraak verstaat, kan onder andere in de volgende toepassingen worden gebruikt:

- het door middel van gesproken commando's instellen van speciale diensten.
Een voorbeeld van een dienst, die door moderne telefooncentrales kan worden geleverd, is het automatisch doorschakelen van binnenkomende gesprekken naar een door de gebruiker te kiezen andere aansluiting;
- het mondeling vragen van inlichtingen aan een machine, b.v. over telefoonnummers of over aankomsttijden van vliegtuigen;
- het uitvoeren van transacties, zoals het telefonisch overmaken van geldbedragen of het doen van bestellingen;
- het kiezen van een aansluiting door een naam of code te noemen. Dit kan

vooral aantrekkelijk zijn voor bedrijven, waar vaak veel intern telefoonverkeer is.

Spraaksynthese

Informatie wordt veelal als tekst opgeslagen en verspreid. Een machine die tekst kan omzetten in spraak, maakt informatie die in schriftelijke vorm beschikbaar is, toegankelijk via een standaard telefoontoestel.

Dit kan worden toegepast voor:

- het verstrekken van informatie uit computerbestanden. Deze informatie is momenteel slechts opvraagbaar met behulp van speciale apparatuur, zoals een beeldscherm of een Viditel-aansluiting;
- het geven van inlichtingen over zaken als telefoonnummers, saldi van rekeninghouders en PTT-diensten;
- het geven van meldingen of berichten (weerbericht, beursberichten). Door tekst als uitgangspunt te nemen, is het mogelijk de berichten snel te wijzigen, zonder dat daarvoor een studio en een spreker nodig zijn;
- leesmachines voor blinden en spreekmachines voor spraakgestoorden.

Sprekersverificatie

Bij het verstrekken van informatie of het uitvoeren van opdrachten, is soms een bescherming tegen onbevoegd gebruik noodzakelijk. Dit geldt onder meer voor het doen van financiële transacties of het opvragen van saldogegevens, hetgeen slechts aan de rekeninghouder is voorbehouden. In die gevallen bestaat de mogelijkheid de stem te gebruiken als legitimatiemiddel. Het systeem moet hiertoe beschikken over de stemkenmerken van de gebruiker.

Spraakcompressie

Door toepassing van spraakanalyse kan spraak sterk worden gecomprimeerd, waardoor een efficiëntere opslag of transport mogelijk is. De spraak kan weer hoorbaar worden gemaakt door opnieuw een expansie uit te voeren. Hierdoor ontstaat een spraaksignaal dat de voor het gehoor relevante kenmerken van het oorspronkelijke spraaksignaal bevat en hiervan nauwelijks is te onderscheiden.

Deze techniek is onder andere te gebruiken voor:

- zuinige opslag van spraak, bijvoorbeeld voor een gesproken-post systeem (Audibus). Gebruikers van zo'n systeem kunnen telefonisch berichten voor anderen inspreken. Deze berichten worden centraal opgeslagen. Degene voor wie het bericht is bestemd, kan het later telefonisch beluisteren;
- mobiele telefonie, waaronder de autotelefoon, waardoor een betere kwaliteit van de verbinding en bescherming tegen af luisteren kunnen worden

- bereikt;
- het verzenden van spraak via verbindingen die voor het overzenden van data zijn bedoeld.

De heer drs. H. R. C. Tromp heeft in samenwerking met de heer A. J. M. Orleans reeds eerder over dit onderwerp geschreven. Zie „Mens-machine communicatie d.m.v. spraak”, Studieblad PTT, april 1979, blz. 97 e.v.

Redactie

Spraakherkenning

L. J. P. van Heugten

Nu niet meer alleen in een technische omgeving, maar op steeds meer andere gebieden van de samenleving computers worden toegepast, wordt steeds duidelijker, dat de mens-machine-communicatie niet aan de mens is aangepast.

Het is gelukkig niet meer zo dat er ponskaarten of -banden nodig zijn om programma's en dergelijke in te voeren, maar de interactie met toetsenbord en beeldscherm is niet erg mens-vriendelijk.

Het gangbare communicatiemiddel tussen mensen onderling is SPRAAK en als machines nu over een of ander vorm van luistervaardigheid zouden beschikken, zodat spraak als invoermedium kan worden gebruikt, dan zou een lang gekoesterde wens in vervulling gaan. Talloze toepassingen op velerlei gebied zijn denkbaar als spraak automatisch wordt herkend. Als het ook nog nog mogelijk wordt spraak via de telefoon in te voeren, zijn de toepassingen voor iedereen bereikbaar.

Al meer dan dertig jaar geleden werd de eerste „spraakherkenner” gemaakt: een speelgoedhondje genaamd „Radio Rex”, dat op moest springen als zijn naam werd genoemd. (Het zal niemand verbazen, dat ook andere woorden het bestje konden laten springen en dat niet iedereen het voor elkaar kreeg.)

De ontwikkeling van systemen die spraak herkennen, begrijpen en interpreteren is verder gegaan en op het moment worden op diverse plaatsen in de wereld al eenvoudige spraakherkenningssystemen toegepast.

Er zal echter nog heel wat onderzoek moeten worden verricht, voordat er een machine bestaat, die ook maar een benadering is van de menselijke spraakherkenningscapaciteit. Voordat de „inspreekbare typemachine” een feit is, moeten er nog veel problemen worden opgelost.

We hoeven het immense probleem van de automatische spraakherkenning

gelukkig niet in een keer in zijn geheel op te lossen. Door beperkingen op te leggen aan de gebruikers (de mens bezit een groot vermogen zich aan te passen aan de machine) kan het herkenningssysteem relatief simpel worden gehouden.

De problemen die optreden bij automatische spraakherkenning liggen in de aard van het spraaksignaal zelf. Een spraaksignaal is in principe eenmalig en het is de uiteindelijke uitkomst van een zeer complex proces, waarbij allerlei soorten informatie (bijvoorbeeld woordkennis, grammatica, syntaxis, uitspraakregels en intonatiepatronen) een rol spelen en tevens wordt beïnvloed door directe aspecten als de gemoedstoestand van de spreker, de fysieke bouw van de spraakorganen en dergelijke. Het feit dat een spraaksignaal een eenmalige uiting is, impliceert dat een bepaald woord, door een spreker diverse keren uitgesproken, niet twee keer exact hetzelfde zal zijn.

Uitspraakverschillen worden nog groter als een woord door verschillende sprekers wordt gezegd. Worden de woorden niet afzonderlijk uitgesproken, maar in een zin, dan zullen de begin- en eindklanken van het woord worden beïnvloed door de eromheenliggende klanken (coarticulatie). Herkenning wordt dus steeds moeilijker. Daar komt nog bij, dat het in lopende spraak niet altijd mogelijk is aan te geven waar een woord begint en eindigt. Het is soms zelfs geheel onmogelijk woorden te segmenteren als men een op zichzelf staande zin hoort en geen extra informatie heeft over bijvoorbeeld de context of het gespreksonderwerp. Voorbeelden zijn woordparen die akoestisch weinig verschil vertonen, zoals „lief autootje” en „lief fotootje”, en combinaties van woorden die „aan elkaar geplakt” worden en niet direct worden herkend, zoals bijvoorbeeld „Loe en sien ogen net”.

Afhankelijk van de restricties die men aan de in te voeren spraak stelt, worden de systemen onderscheiden in losse-woordherkenners (isolated word recognizers), herkenners voor aaneengesproken woorden (connected word recognizers) en lopende spraakherkenners (continuous speech recognizers). Daarnaast kent men de spraakbegrijpende systemen (speech understanding systems), waarbij het niet de bedoeling is het spraaksignaal volledig te vertalen in een tekst, maar waar het gaat om de betekenis van de boodschap, de interpretatie hiervan om daarop actie te ondernemen. Alle drie de genoemde klassen kunnen in principe deel uitmaken van een spraakbegrijpend systeem; in het algemeen wordt de term gebruikt voor de grotere herkenningssystemen voor continue spraak, die een gespecificeerde taak uitvoeren.

Losse-woordherkenners

Alvorens men tot spraakherkenning kan overgaan, moet het akoestisch signaal in een voor de computer geschikte representatie worden omgezet; een

representatie waarbij de specifieke spraakkenmerken zoveel mogelijk behouden blijven en die zo min mogelijk geheugenruimte beslaat.

Vorbewerkingstechnieken, die worden toegepast, kunnen zowel in het tijd-domein (b.v. het tellen van het aantal nuldoorgangen van het signaal) als in het frequentiedomein (b.v. fourier-analyse) werken.

De twee toegepaste methoden voor de verbewerking zijn de LPC-analyse en de filtering met behulp van bandfilters. Met beide methoden tracht men uit een stukje van het spraaksignaal (b.v. van 20 msec.) de spectrale informatie te extraheren. De spraak is na deze bewerking omgezet in een reeks kenmerk-vectoren (voor elk tijdinterval een set getallen), waarmee verder wordt gewerkt.

Na de verbewerking vindt segmentatie plaats; hierbij wordt met gebruik-making van de stiltes tussen de woorden de spraak opgesplitst in de afzonder-lijke woorden. De gebruikelijke term hiervoor is „end-point-detection”. Daar er ook in het woord stiltes kunnen voorkomen (b.v. bij het begin van een plofklank mogen de stiltes niet te kort zijn. Het onbekende woordpatroon wordt dan vergeleken met de in de leerfase opgenomen referenties en wordt er beslist welk woord werd ingesproken.

De opbouw van een losse-woordherkenner is in fig. 1 schematisch weer-gegeven. [1]*

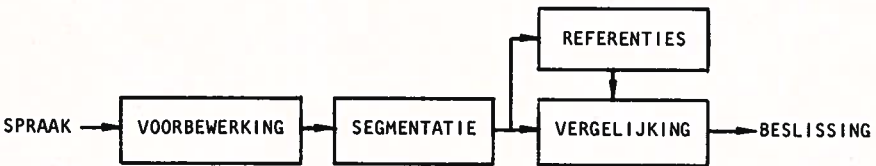


fig. 1. Blokschema losse-woordherkenner.

De referentie kan op verschillende manieren worden opgebouwd. De een-voudigste methode is van elk voorkomend woord een uitspraak als referentie te nemen. Om rekening te houden met de variabiliteit in het spreken, zullen er meer uitspraken worden gebruikt om een referentie te bepalen via een midde-lings- of een clusteringmethode. Als van een bepaald woord verschillende uitspraken bestaan (b.v. „zeven” en ”zeuven”) is het zinvol meer dan een referentie per woord te bepalen.

Ook als er meerdere personen van het systeem gebruik maken zullen er verschillende referenties per woord zijn. Duidelijk is dat het aantal referenties niet onbeperkt kan toenemen: hoe groter de vocabulaire wordt, hoe meer geheugenruimte nodig is, hoe meer rekentijd er wordt gebruikt, hoe groter de

* Voor [1], enz. zie „Bibliografie”, blz. 182.

kans is op onderlinge verwisselingen en hoe meer werk het is om de referenties van een nieuwe spreker te maken. Door de ontwikkelingen in de micro-elektronica tellen de eerste twee bezwaren steeds minder mee. Om aan het laatste bezwaar tegemoet te komen tracht men transformatieregels op te stellen om het systeem aan een nieuwe spreker aan te passen (sprekeradaptie). Om een zo goed mogelijke herkenning te krijgen, zullen optredende uitspraakverschillen zo mogelijk moeten worden teniet gedaan. Een zeer populaire methode is de „dynamic-time-warping” [2]. Deze methode is in staat in de berekening van het verschil tussen de test- en de referentie-uitspraak te corrigeren voor de tempovariaties in de spraak, die in het algemeen niet-lineair blijken te zijn, doordat ze alleen kunnen optreden bij bepaalde klanken (b.v. klinkers kunnen wel worden ingekort, maar plofklanken niet). De test- en referentie-uitspraak worden zo goed mogelijk op elkaar afgebeeld door tijdstippen over te slaan of te introduceren („matching”) en wordt de hierbij behorende minimale afstand berekend. Het principe is geschetst in fig. 2.

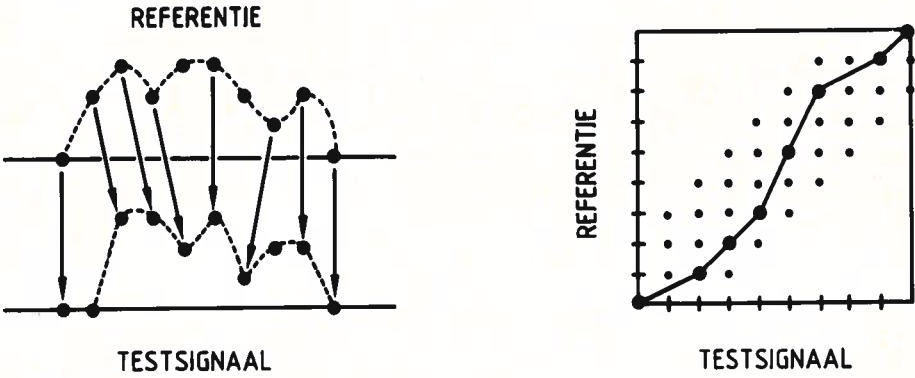


fig. 2. Principe van de dynamic-time-warping (DTW).

Als alle benodigde technieken worden aangewend, zal een herkenningssysteem dat uitsluitend gebruik maakt van de akoestische eigenschappen van spraak, nooit honderd procent accuraat kunnen werken.

Onvolkomenheden in de woordherkenning (b.v. veroorzaakt door een slordige uitspraak) kunnen worden verbeterd door voor de in te spreken woorden een syntaxis (grammaticale structuur) te definiëren. Een voorbeeld is een insprekbare rekenmachine waarbij alleen de structuur

„getal” – „bewerking” – „getal” – „uitkomst”

voorkomt. Als het eerste getal is ingevoerd kan alleen een bewerking volgen; er hoeft hier dan alleen te worden uitgemaakt of het volgende woord gelijk is

aan „plus”, „min”, „maal” of „gedeeld-door”. In feite wordt door de structuur de woordkeuze op een bepaald punt in de „zin” beperkt tot een deelset. Het spreken in losse woorden is niet erg natuurlijk en kan op den duur erg vervelend worden. De eerste stap om de herkenners wat mensvriendelijker te maken is, toe te staan de woorden zonder pauzes op te noemen. Directe toepassing is mogelijk bij cijferreeksen (telefoon-, rekeningnummers of bedragen). Bij de bestaande systemen voor herkenning van aaneengesproken woorden gaat men uit van de referenties van de losse-woordherkenning, met aanpassingen voor de segmentatie en de „matching”-methode, eventueel nog aangevuld met regels om woordoverlappen te corrigeren.

Momenteel zijn er commerciële losse-woordherkenners te koop, variërend van \$ 500 tot \$ 10.000, met herkenningspercentages van resp. 92% tot 98% voor sprekerafhankelijke toepassingen (percentages opgegeven door de fabrikant). Een sprekeronafhankelijke herkenner voor 10 (aaneengesproken woorden) tot 40 (losse) woorden kost \$ 80.000 [3].

De prijsverschillen worden onder meer beïnvloed door de robuustheid van de verschillende systemen in „moeilijke” omstandigheden (die in dit verhaal buiten beschouwing zijn gelaten), zoals een lawaaige omgeving, een smalle bandbreedte, verbindingen via telefoon en extra mogelijkheden zoals real-time verwerking, multiple-access (diverse personen tegelijk), gebruiksgemak en dergelijke. In de praktijk zijn er een aantal systemen in gebruik voor het vervoer van bagage op luchthavens, voor de kwaliteitscontrole in de industrie, voor het sorteren van pakketpost en invoeren van gegevens van luchtfoto's.

Spraakherkenningssystemen en spraakbegrijpende systemen

Ons ideaal „de sprekeronafhankelijke spraakherkenner voor een onbeperkte woordenschat” kan niet worden gebaseerd op de losse-woordherkenning; de referentietest zal te groot worden, omdat er eindeloos veel woordcombinaties mogelijk zijn met de hierbij optredende coarticulaties. Deze moeilijkheid kan worden omzeild door geen hele woorden, maar kleinere eenheden te herkennen.

In de fonetiek (het deel van de taalwetenschap dat zich bezighoudt met de bestudering van spraakklanken) bestaat het begrip foneem, de kleinste klank-eenheid die woordonderscheidend werkt [3]. Zoals in deze definitie naar voren komt is het begrip foneem gekoppeld aan taalkundige aspecten en niet aan akoestische. Een foneem kent dan ook door de invloed van omringende klanken verschillende realisaties (b.v. de „l” in „melk” en in „alaaf”); dit worden allofonen genoemd. In de Nederlandse taal onderscheidt men circa veertig fonemen en ongeveer honderd allofonen. Een overzichtelijk aantal, maar aan de foneemherkenning zitten nog wat haken en ogen.. Ten eerste is

het karakter van de fonemen (tussen de klassen onderling) zeer verschillend (vergelijk b.v. een klinker met een plofklank) zodat verschillende strategieën nodig zijn; de fonemen binnen een klasse zijn daarentegen zeer moeilijk te onderscheiden. Ten tweede, en dit is veel ernstiger, spreken we niet in losse fonemen; er is tijd nodig om de stand van de tong, mond en de lippen te veranderen, zodat we bij het spreken verglijden van het ene foneem naar het andere, waarbij vaak nog voordat een foneem echt is gevormd al wordt begonnen de spraakorganen te veranderen voor het volgende foneem. Proeven hebben uitgewezen dat de mens ook uit de omgeving van de klank veel informatie haalt; klinkers los uitgesproken (ze bevatten dan dus de overgangen naar stilte) worden zonder problemen herkend; als klinkers uit een zin worden „geknipt” en men laat ze in isolatie horen, wordt door proefpersonen slechts vijftig procent juist herkend!

Nemen we als herkenningseenheid niet de fonemen, maar juist de overgangen van het ene foneem naar de andere (difonen), dan wordt de informatie die hierin aanwezig is benut. Het aantal difonemen is ongeveer 1200. Gaan we nog een stapje verder, dan komen we bij de halve of hele lettergrepen. Hiervan zijn er omstreeks 2000. De segmentatie van spraak in halve lettergrepen kan in het ideale geval automatisch geschieden door te zoeken naar energie-toppen en -dalen.

Welke herkenningseenheid we ook gebruiken, er kan niet worden volstaan met een referentie per foneem, difoon of demi-syllabe, maar er zullen procedures nodig zijn voor de herkenning. Er is nog niet uitgemaakt welke de beste herkenningseenheid is, of welke combinatie de beste resultaten geeft. Een nadeel dat ze allemaal hebben is de sprekerafhankelijkheid. Aan dit probleem is nog weinig aandacht besteed; er zijn wel enkele methoden ontwikkeld voor spreker-normalisatie maar hoe nu precies de sprekerinvloed uit het spraaksignaal is te verwijderen, is nog niet bekend.

De uitkomst van de herkenners bestaat over het algemeen uit een of andere code, die het spraaksignaal representeert. Deze code moet verder worden behandeld om uiteindelijk te komen tot een tekst of een interpretatie. Zo komen we dus bij de spraakbegrijpende systemen. Al eind jaren 60, begin jaren 70 waren er enkele grote projecten aan de gang. Op diverse wijzen trachtte men de taalkundige informatie te benutten. Zo introduceerde men Markov-modellen voor de dialoogbeschrijving en maakte men statistieken voor opeenvolging van klanken met bijbehorende kansen.

Geweldig ambitieus werd in 1971 door het Advanced Research Project Agency (ARPA) van het Amerikaanse ministerie van defensie het Speech Understanding Research (SUR)-project gestart, met als doel een doorbraak te forceren in de spraakverwerking. De studiegroep benadrukte het concept van

spraakbegrijpende t.o.v. spraakherkende systemen en definieerde als doel het ontwerpen van een systeem dat moest voldoen aan [4]:

„Accept continuous speech, from many cooperative speakers, in a quiet room, with a good microphone, with slight adjustments for each speaker, accepting 1000 words, using an artificial syntax, yielding less than 10% semantic error, in a few times real time.”

Vijf jaar dat is vijftien miljoen dollar later werden vier systemen gedemonstreerd, waarvan er een volledig aan de specificaties voldeed (de „HARPY” [4]). Naast dit geweldige resultaat is er tijdens het project op diverse gebieden ervaring opgedaan en belangrijke vooruitgang geboekt.

Voorbeelden hiervan zijn:

- systeem-organisatie;
- grammatica-ontwerp;
- controle-strategieën;
- semantiek en context;
- fonetische analyse;
- gebruik van statistische kenmerken.

Soms wordt weleens gedacht, dat het onderzoek van de spraakherkenning alleen bestond uit het ARPA-SUR project, maar vrijwel alle grote laboratoria zijn bezig met onderzoek op het gebied van de spraakherkenning; in de Verenigde Staten zijn dat b.v. Bell labs, IBM, TI e.a., in Japan o.a. NEC, NTT, Matsushita; verder laboratoria in Europa, Rusland, enz.

Momenteel worden er enkele spraakbegrijpende systemen uitgetest in de praktijk; o.a. het luchtvaart-informatie-systeem van Bell labs in Amerika [6] en het treinreserveringssysteem in Japan [7, 8].

Toekomstverwachtingen

Steeds vaker komt men in (vak-)tijdschriften artikelen en advertenties tegen van grote en kleine systemen, die spraak als in- en/of uitvoergrootheid gebruiken. Dit betreft dan voornamelijk losse-woordherkenners en synthesechips, die door het succes in de micro-elektronica op grote schaal voor weinig geld kunnen worden geproduceerd. Op korte termijn zullen deze eenvoudige spraaksystemen in allerlei toepassingen op de consumentenmarkt (spelletjes, speelgoed, elektrische apparaten, in de autobranche) worden gepresenteerd. Het is echter te betwijfelen of het publiek behoefte heeft aan het gebruik van spraak in allerlei snuffjes, waar de spraak niet echt als medium wordt benut.

Op langere termijn is voor de lopende spraakherkenning een rol weggelegd in de kantoorautomatisering, in informatiesystemen via de telefoon, spraakgestuurde apparatuur (gehandicapten) en dergelijke. Verwacht wordt dat over vijf jaar sprekeronafhankelijkheid werkelijkheid is geworden en in de jaren 90

in de kantooromgeving de spraakverwerkingsapparatuur even normaal zal zijn als de typemachine nu.

De vraag of het ooit mogelijk zal zijn de perfecte spraakherkenner te bouwen blijft open. Zeker is dat er in de huidige kennis nog grote hiaten zitten en de technologie op het moment ontoereikend is. Het toekomstig onderzoek op het gebied van de spraakherkenning mag zich dan ook niet beperken tot het op grote schaal toepassen van de bestaande herkenners, vervolmaken van huidige systemen en technieken en het ontwikkelen van systemen gebaseerd op bekende modellen. Zowel fundamenteel als toegepast onderzoek op het gebied van taalkunde en taaltechnologie moeten de noodzakelijke inzichten en nieuwe technieken verschaffen om stap voor stap „DE HERKENNER“ te ontwikkelen.

Bibliografie

- [1] *Proceedings of the International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing, ICASSP '83*, Boston.
- [2] H. Sakoe and S. Chiba, „*Dynamic programming algorithm optimization for spoken word recognition*”, IEEE Trans. Acoustics, Speech and Signal Processing, ASSP-26, No. 1, pp. 43-49.
- [3] W. A. Lea, „*Selecting the best speech recognizers for the job*”, Speech Technology, Vol. 1, No. 4, pp. 10-29.
- [4] P. Ladefoged, „*A course in phonetics*”, New York, Harcourt Brace Jovanovitch, 1975.
- [5] D. H. Klatt, „*A review of the ARPA speech understanding systems*”, J. Acoust. Soc. America, Vol. 62, No. 6, pp. 1345-1366.
- [6] B. Lowerre, „*The Harpy speech recognition systems*”, PH.D. dissertation, Computer Science Dept., Carnegie-Mellon U., 1977.
- [7] S. E. Levinson, K. L. Shipley, „*A conversational-mode airline information- and reservation system using speech input and output*”, Bell System Techn. J., Vol. 59, No. 1, pp. 119-137.
- [8] R. Nakatsu, M. Kohda, „*An acoustic processor in a conversational speech recognition system*”, Review of the electrical communication laboratories, Vol. 26, No. 11-12, pp. 1486-1504.
- [9] K. Shikano, M. Kohda, „*A linguistic processor in a conversational speech recognition system*”, Review of the electrical communication laboratories, Vol 26, No. 11-12, pp. 1505-1520.

Verbindingswegen

Samengesteld door ing. B Kieboom
(Vervolg van blz. 158.)

Niet lineaire coder

In de praktijk is het complementair maken van een compressiekarakteristiek, zoals in fig. 51 is getekend, erg moeilijk te verwezenlijken.

Wanneer de karakteristieken van de compressor en de expander niet exact elkaars spiegelbeeld zijn, wordt alleen maar een hoeveelheid vervorming geïntroduceerd i.p.v. voorkomen. Dit probleem is ondervangen door i.p.v. een compressor, een niet-lineaire coder te introduceren. Hierin wordt de gewenste karakteristiek (fig. 52) benaderd door een aantal rechte lijnen. Door de knikpunten van deze lijnstukken digitaal vast te leggen, kan de decoder zeer nauwkeurig complementair worden gemaakt.

Het is om deze reden, dat de niet-lineaire coder de voorkeur verdient boven de compressor.

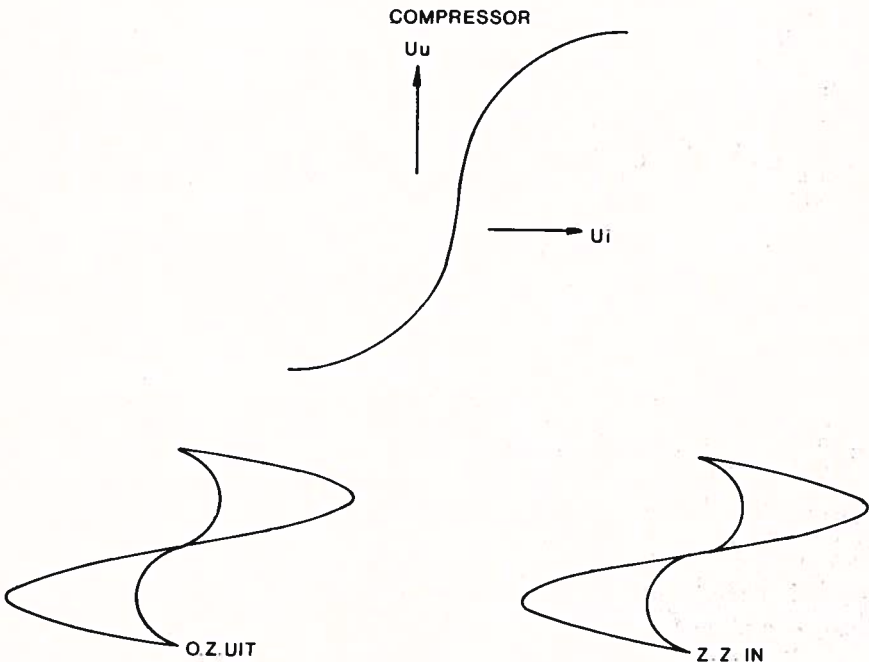
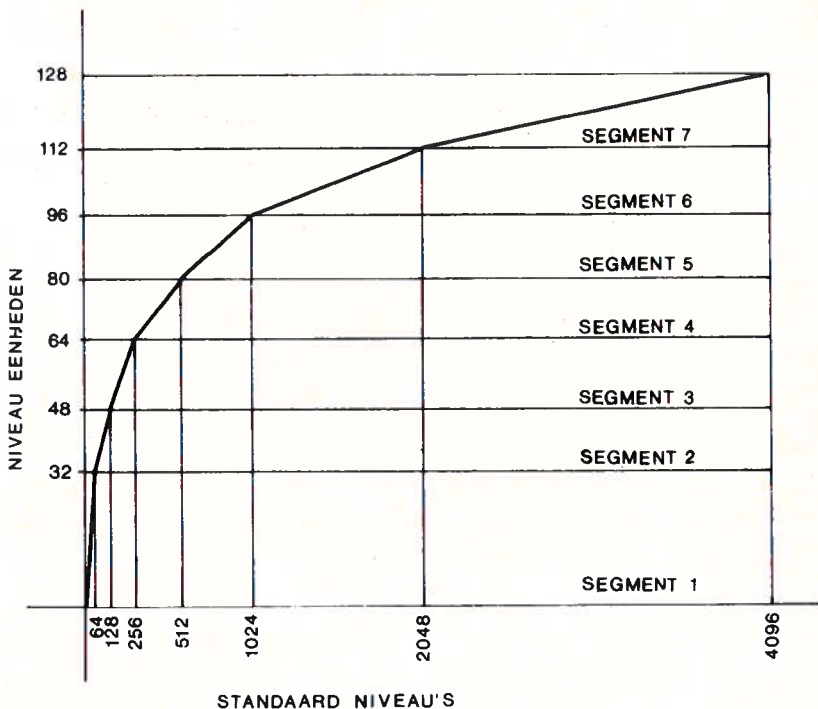


fig. 51. Compressiekarakteristiek.

De karakteristiek van de niet-lineaire coder is verdeeld in 7 segmenten. Ieder segment is verdeeld in een aantal niveau-eenheden. In het eerste segment vertegenwoordigen twee standaardniveaus één niveau-eenheid. In segment 7 vertegenwoordigen 128 standaardniveaus één niveau-eenheid. Van de tussenliggende segmenten worden de standaardniveaus per niveau-eenheid steeds groter (fig. 52).



SEGMENT	1	2	STANDAARD NIVEAU'S PER NIVEAU EENHEID				
"	2	4	"	"	"	"	"
"	3	8	"	"	"	"	"
"	4	16	"	"	"	"	"
"	5	32	"	"	"	"	"
"	6	64	"	"	"	"	"
"	7	128	"	"	"	"	"

fig. 52. Compressie-kromme volgens de A-Wet.

De opbouw van het PCM-sigitaal

De rasterindeling

Als wordt bemonsterd met een frequentie van 8 kHz en daarbij een 8 bitscode gebruikt, dan zal het aantal pulsen per kanaal $8 \times 8000 = 64 \text{ kbit/sec}$ zijn.

Het aantal kanalen is 32, zodat de totale transmissiesnelheid $32 \times 64.000 = 2048$ kbit/sec. wordt.

Het 2048 kbit/sec. signaal is opgebouwd uit 500 hoofdrasters, die elk weer zijn samengesteld uit 16 rasters.

Deze rasters zijn genummerd van 0-15. Eén raster stelt 1 gehele bemonsteringscyclus voor, alsmede codering van alle 32 kanalen. De hiervoor benodigde tijd is dan $\frac{1}{8000} = 125 \mu\text{sec}$.

Deze kanalen, ook wel tijdsleuven genoemd, zijn elk samengesteld uit 8 bits. De tijdsleuven zijn genummerd van 0-31. Van deze 32 tijdsleuven worden er 30 gebruikt voor de transmissie van 8 bits codewoorden van 30 LF-kanalen.

Dit zijn de tijdsleuven 1 t/m 15 en 17 t/m 31. Tijdsleuf 0 wordt gebruikt voor transmissie van het rastersynchronisatiekenmerk en voor transmissie van het alarmeringsbit. Dit geschiedt afwisselend.

In tijdsleuf 16 van elk raster wordt de signaleringsinformatie en het hoofdrastersynchronisatiekenmerk geplaatst (fig. 53).

Synchroniseren en signaleren

Hoofdrastersynchronisatie.

Deze zorgt ervoor, dat de kanaalsignaleringsinformatie voor de 30 LF-kanalen, via het ontvangedeelte van het signaleringsmultiplex, aan de juiste kanaalontvangers wordt toegewezen. Deze informatie wordt in de eerste vier bits van tijdsleuf 16 in raster 0 verzonden.

Rastersynchronisatie.

Deze is nodig om de 8 bits codewoorden van de LF-kanalen, na de codering, aan de juiste kanaaluitgangen te kunnen toewijzen. Dit kenmerk wordt verzonden met de bits 2 t/m 8 (x0011011) van tijdsleuf nul. Dit gebeurt om het andere raster.

Alarmtransmissie.

In de rasters, waarbij tijdsleuf nul niet voor rastersynchronisatie wordt gebruikt (dat is om het andere raster) vindt alarmtransmissie plaats. In geval van alarm is het derde bit van deze tijdsleuf een „1”.

Signaleringsbits.

De tijdsleuven 16 van de rasters 1 t/m 15 worden gebruikt voor de kanaalgebonden signaleringsinformatie voor de 30 LF-kanalen. Hiervoor worden de bits 1 t/m 3 en 5 t/m 7 gebruikt. Een overzicht is in fig. 54 gegeven.

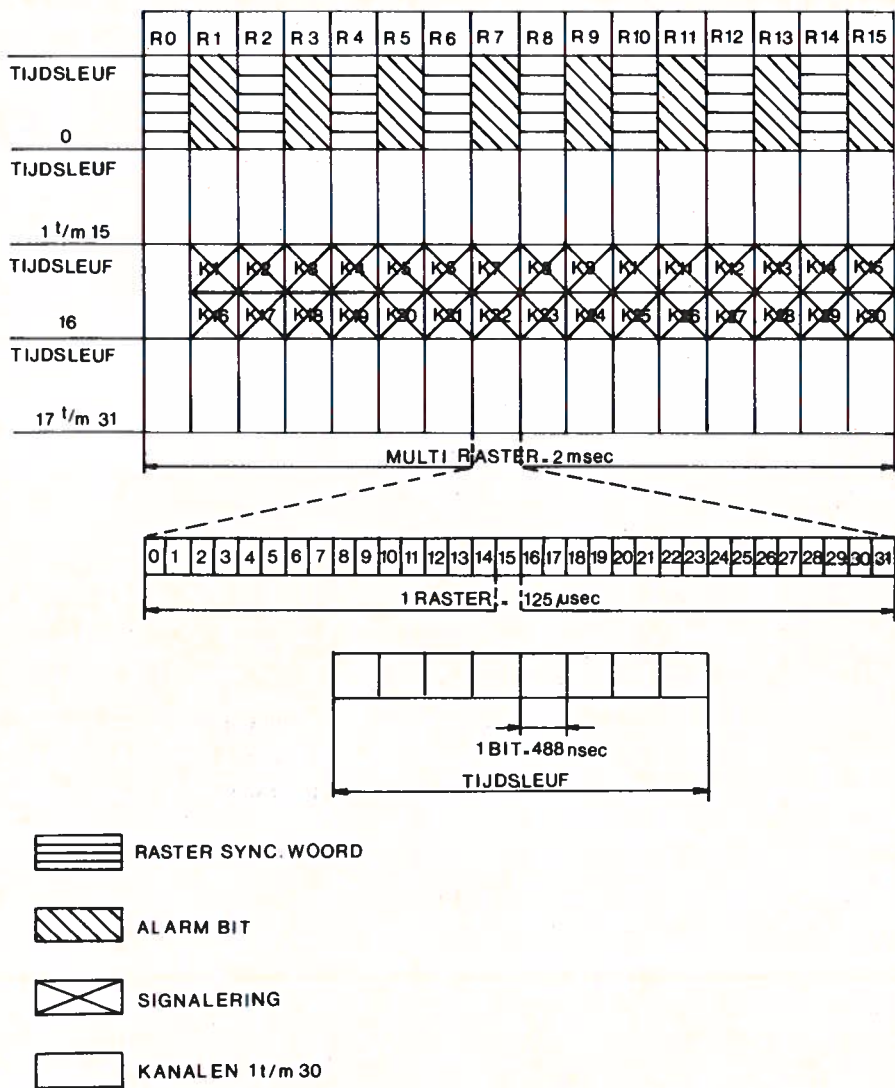


fig. 53. Informatie en Kenmerk.

(Wordt vervolgd.)

Examenvraagstukken

bewerkt door ing. P. A. de Boer



In deze regelmatig terugkerende rubriek worden enige vraagstukken behandeld van de VEV examens MT, de RCD examens voor zendamateur C en cursusvraagstukken DKRV.

De opgaven zijn gesteld volgens het meerkeuze systeem.

De nummering bestaat uit het jaar van publicatie plus het nummer van de opgave (84-1, 84-2, enz.).

De oplossingen vindt u op blz. 190.

84-10 De resonantie-frequentie f_0 van een kring, welke opgebouwd is uit een spoel met een zelfinductie L en een condensator met een capaciteit C , wordt bepaald door de formule:

A $f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{LC}$

B $f_0 = 2\sqrt{LC}$

C $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

D $f_0 = \frac{2\pi}{\sqrt{LC}}$

84-11 In de onderstaande figuur is een blokschema van een superheterodyne ontvanger weergegeven.

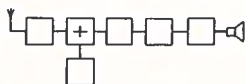
Het blokje in het blokschema gemerkt met het teken +, stelt het volgende voor:

A de detector

B de mengtrap

C de oscillator

D de middenfrequent-versterker



84-12 Het binaire getal voor 21 is:

A 11001

B 01110

C 10101

D 10011

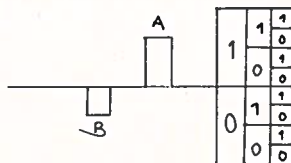
84-13 De code voor puls B uit opgave 84-14 is:

A 000

B 010

C 100

D 110



84-14 De code voor puls B uit opgave 84-13 is:

- A 000
- B 010
- C 100
- D 110

84-15 Met een superheterodyne ontvanger moet een zender worden ontvangen die werkt op een frequentie van 1 MHz. De oscillator van de ontvanger is ingesteld op een frequentie van 550 kHz. De middenfrequent-versterker is afgeregeld op de frequentie:

- A 1,2 MHz
- B 1 MHz
- C 0,55 MHz
- D 0,45 MHz

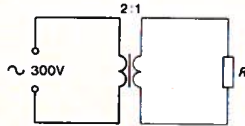
84-16 Een installatie neemt een vermogen op van 30 kW. De arbeidsfactor ($\cos \varphi$) van de installatie is 0,6.

Het schijnbaar vermogen is:

- A 18 kVA
- B 30 kVA
- C 48 kVA
- D 50 kVA

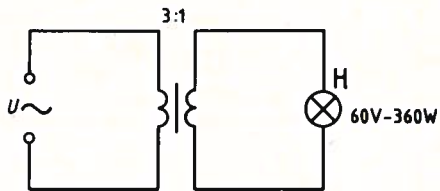
84-17 De verliesvrije transformator is belast met een weerstand $R = 100 \Omega$. De stroom door R is:

- A 0,75 A
- B 1,5 A
- C 3 A
- D 6 A



84-18 De lamp H heeft de juiste spanning. De stroomsterkte en het vermogen aan de primaire zijde van de verliesvrije transformator zijn:

stroom	vermogen
A 2 A	120 W
B 2 A	360 W
C 18 A	120 W
D 18 A	360 W





Stellingen

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

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

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

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

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

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

A. J. W. van den Boom

TH Eindhoven

„Door de invoering van de tweede fase opleiding aan de Technische Hogescholen zal een nieuw type ingenieur, n.l. met een hoge initiële specialisatiegraad en een te vrezen geringere breedte, zijn intrede in de beroepspraktijk doen.”

C. J. A. Corsten

TH Eindhoven

„Bij al het doemdenken moeten we niet vergeten dat ook de toekomst eens ‚die goeie ouwe tijd’ zal kunnen zijn.”

„Met betrekking tot het probleem van de verwerking van chemisch afval is in het verleden de uitdrukking ‚zand erover’ soms al te letterlijk gehanteerd.”

C. H. M. Coenen

RU Utrecht

„De alternatieve geneeswijzen blijven bestaan bij de gratie van het feit, dat vele ziekten vanzelf overgaan en dat suggestie een grote kracht is.”

„Het is onjuist te veronderstellen dat ‚de welbespraakte hulpverlener uit de gezondheidszorg’ een geblesseerde knie beter zou kunnen praten.”

R. Bauer

RU Utrecht

„In zekere zin is de hoogte en de uitgestrektheid van de Zwitserse bergen rechtstreeks evenredig aan het aantal koekoeksklokken door dit land geproduceerd.”

J. de Bruijne

RU Utrecht

„Stellingen zijn ‚hapklare brokken’ voor hoogleraren.”

J. Koene

TH Eindhoven

„Toptennis wordt als kijkspel aantrekkelijker, indien de lengte van het servicevak aanzienlijk kleiner wordt gemaakt.”

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.

84–10 C is goed.

Toelichting

De formule $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ is afgeleid van: $2\pi fL = \frac{1}{2\pi fC}$.

84–11 B is goed.

84–12 C is goed.

84–13 B is goed.

84–14 C is goed.

84–15 D is goed.

Toelichting

Als regel geldt hierbij: $f_{\text{ant}} = f_{\text{osc}} + f_m$.

Omgewerkt: $f_m = f_{\text{ant}} - f_{\text{osc}}$, $f_m = 1000 - 550 = 450$ kHz.

84–16 D is goed.

Toelichting

Schijnbaar vermogen wordt berekend volgens:

opgenomen vermogen $\times \frac{10}{6} = \frac{30 \times 10}{6} = 50$ kW.

84–17 B is goed.

Toelichting

De secundaire spanning is 150 V. $I_{\text{sec.}} = \frac{150}{100} = 1,5$ A.

84–18 B is goed.

Toelichting

De gloeilamp vraagt (voor 360 Watt) een stroom van 6 A.

Dan bedraagt de stroom in de primaire wikkeling $\frac{6}{3} = 2$ A.

Alleen B voldoet daaraan.

Technische berichten

ing. B. Kieboom

NIEUW IN DE BENELUX

„NO-HEAT”[®] KRIMPPRODUKTEN

Het Amerikaanse bedrijf Insulation Systems Inc. heeft een isolerend/beschermend krimpproduct ontwikkeld (gepatenteerd) waarbij men geen warmtebronnen meer nodig heeft.

Dit produkt wordt al sinds jaren met succes toegepast o.a. bij de Nasa (space shuttle).

In tegenstelling tot de tot nu toe gebruikte krimpmoffen en -kousen zijn er bij het werken met de „NO-HEAT”[®] produkten geen warmte- of hittebronnen nodig.

Het in Amerika reeds jaren beproefde produkt werkt „koud”, dit betekent, dat het speciaal behandelde isoleermateriaal vanzelf krimpt zodra het aan de buitenlucht wordt blootgesteld.

Men hoeft slechts het „NO-HEAT”[®] krimpproduct op, of om, het te isoleren en/of te beschermen onderdeel aan te brengen.

Bijzondere gereedschappen of voorzieningen zijn niet nodig.

Het elastische materiaal: – P.V.C.

– hypalon

– neopreen

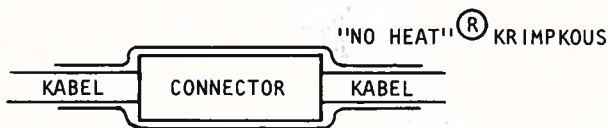
– urethaan

– silicone

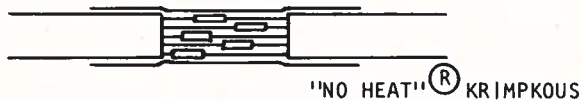
– E.P.D.M.

– viton

zet zich al in 10 à 20 minuten vast.



waterdichte bescherming van b.v. een connector.



ter bescherming van draadaansluitingen.

Het krimproces heeft zich na 24 uur volledig voltooid.

„NO-HEAT”[®] krimproducten zijn te verkrijgen als hulzen, slangen, kappen of als gevormd product.

Tevens is er een tape verkrijgbaar (b.v. voor reparatiewerk).

De „NO-HEAT”[®] materialen omvatten een breed scala van technische toepassingen. Zo zijn zij bestand tegen temperaturen oplopend van -75°C tot $+325^{\circ}\text{C}$.

Toepasbaar in b.v.:

- elektro- elektronische industrie,
- werkzaamheden ondergronds,
- pijpleidingen,
- voor speciale isolatie/beschermingsproblemen volgens opgegeven specificaties.



N.B. Het belichten van nieuwe producten in de rubriek „Technische berichten” houdt niet automatisch een aanbeveling in.