

# Databus

maandblad voor microcomputer-techniek



Computers leren spreken  
en luisteren

nr. 7/8  
juli/aug. 1982

f 8,25

**SIEMENS**

# Ontstoringcomponenten voor elke toepassing



Naast uitstralende storingen bestaan er ook storingen die via het lichtnet uw meetinstrumenten, telefoonbeantwoorder of radio binnenkomen. Of stralende storingen, zoals magneetkleppen waarvan het magnetisch veld ook weer op meetinstrumenten e.d. inwerkt met alle ongemakken van dien.

## Omvangrijk programma

Voor ieder storingsprobleem heeft Siemens het juiste ontstoringcomponent.

Of het nu gaat om kleine huishoudelijke apparatuur, elektrische schrijfmachines, meetinstrumenten of ontvanginrichtingen. We beschikken over een omvangrijk productenpakket: van het simpelste smoorspoeltje via filters tot de meest gecompliceerde afgeschermde cabine.

## Zwaardere eisen

De eisen, die men voor VDE met betrekking tot ontstoring aan de technische specificaties van componenten stelt, zijn onlangs verzwwaard.

Met ingang van december 1982 mogen uitsluitend nog condensatoren worden

gebruikt, die van het VDE-teken 565-1 zijn voorzien.

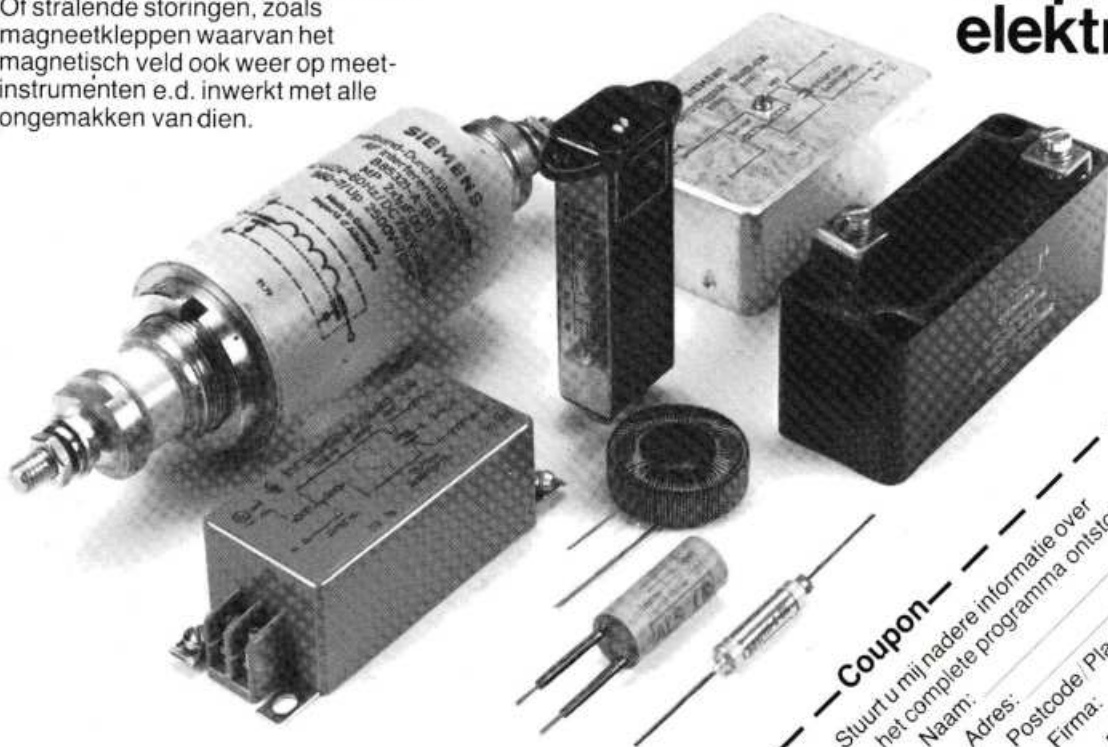
Een voorbeeld hiervan zijn onze X2-condensatoren (zie afbeelding)

Wilt u meer informatie over ons programma ontstoringcomponenten? Stuur u dan even de coupon naar ons toe.

U kunt ons natuurlijk ook altijd even bellen.

Siemens Nederland N.V.  
Verkoopafdeling Elektronica  
Postbus 16068, 2500 BB Den Haag  
Tel. 070-78 2345 (doorkiesnummer)

## Siemens: uw partner in elektronica



## Coupon

Stuur u mij nadere informatie over  
het complete programma ontstoringcomponenten van Siemens.

Naam:

Adres:

Postcode:

Plaats:

De coupon in een open envelop zonder  
postzegel sturen naar Siemens  
Elektronica, Antw.nr.  
716, 2500 VG  
DEN HAAG

# INHOUD



Bij de voorplaat:  
Dit nummer is voor een groot  
gedeelte gevuld met  
informatie over  
spraaksynthese en  
-herkenning. De orerende chip  
op het omslag is van General  
Instrument, evenals de  
illustratie.

|                                                                     |          |
|---------------------------------------------------------------------|----------|
| Spraaktechnologie in de jaren '80                                   | 11       |
| Digitale datareductie bij spraakcodering                            | 17       |
| Spraaksynthese met golfvormcodering<br>Toepassingen van Digitalker  | 25       |
| Het PASS-systeem<br>Spraakdata wordt direct in EPROM geprogrammeerd | 31       |
| VLSI spraaksynthesizers<br>Een marktoverzicht                       | 35       |
| A/D- en D/A- omzetter voor spraakverwerking                         | 41       |
| Manipulaties met spraakgeluid<br>Computer bewerkt menselijke stem   | 44       |
| Pratende computer moet nu nog leren luisteren                       | 49       |
| Een klein spraakherkenningssysteem                                  | 53       |
| Spraakherkenningssystemen                                           | 61       |
| Hannover Messe en Compec                                            | 65       |
| Digital op het personal computerpad                                 | 69       |
| Vaste rubrieken                                                     |          |
| Picojournaal                                                        | 6, 7, 51 |
| Computerschaak                                                      | 9        |
| Buffers                                                             | 43       |
| Microjournaal                                                       | 73       |

## Databus

### Maandblad voor microcomputertechniek

**Uitgave van:**  
Kluwer Technische Tijdschriften BV  
Directeur: C. Vervoord  
Directeur en verantwoordelijk uitgever  
voor België: J. de Wit  
Boterbloemenlaan 8, 2680 Bornem (B).

**Nederland:**  
Postbus 23, 7400 GA Deventer  
Telefoon: 05700 - 91911  
Telex: 49540  
**Belgie:**  
Van Putlei 33, 2000 Antwerpen  
Telefoon: 031 - 38 79 86, Telex 71663 Klutijd

**Redactie:**  
H. ten Bosch, hoofdredacteur  
ing. J. van Egdom,  
ing. J. P. A. van Prooijen,  
M. Verstrepen (redactie België), tst. 30  
Redactiesecretariaat: 05700 - 91374

**Medewerkers:**  
N. Baaijens, A. M. Bijnen,  
ir. F. H. J. F. Janssen, drs. W. D. M. Janssen,  
M. Jungerling, J. Kuipers, B. Kuijer,  
H. Leydens, ing. Th. C. Lof, J. Louwman,  
H. F. v. Rietschote, J. G. Smilde, D. Winia.

**Medewerkers buitenland:**  
Dr. W. Baier (W-Duitsland),  
W. Lefebvre (België), R. Lingier (België),  
S. Libes (USA), A. Osborne (USA),  
R. Zaks (USA), H. Dennert (Japan).

**Advertenties:**  
**Nederland:**  
Hoofd advertentie-exploitatie: L. Havelaar  
Reserveringen:  
05700 - 91493/91471/91476/91491  
Materiaal: 05700 - 91693  
Bewijsnummers: 05700 - 91478  
Betalingen: 05700 - 91484  
**België:** 031 - 387986, tst 21

Advertentie-opdrachten worden uitgevoerd  
overeenkomstig onze leveringsvoorwaarden gedeponeerd  
ter Griffie van de Arrondissementsrechtbanken en de  
Kamers van Koophandel

**Abonnementen:**  
**Nederland:**  
Jaarabonnement: f 84,95 (incl. BTW)  
Losse nummers: f 8,25 (incl. BTW)  
Opgeven abonnementen: 05700 - 91488  
**België:**  
Jaarabonnement: F 1425 (incl. BTW)  
Losse nummers: F 150 (incl. BTW)  
Opgeven abonnementen:  
031 - 387986, tst 25

Nieuwe abonnees ontvangen van de administratie een  
stortings-acceptgirokaart.  
Men wordt verzocht voor betaling van het  
abonnementsgeld van deze kaart gebruik te maken.

Opzegging van het abonnement kan uitsluitend  
schriftelijk geschieden, uiterlijk 1 maand voor het einde  
van het kalenderjaar, nadien vindt automatische  
verlenging plaats voor 1 jaar.

Databus verschijnt 11 x per jaar

De in Databus opgenomen schema's, programmalistings en  
bouwbeschrijvingen zijn uitsluitend bestemd voor  
huishoudelijk en experimenteel gebruik - (octrooiwet)

„Het auteursrecht t.a.v. de redactionele inhoud van dit  
tijdschrift wordt voorbehouden.  
Ongeautoriseerde vervoerleiding en/of openbaarmaking  
van het geheel of gedeelten daarvan op welke wijze ook is  
verboden.”

© 1982

„Het verlenen van toestemming tot publicatie in dit  
tijdschrift houdt in dat de auteur de uitgever, met uitsluiting  
van ieder ander, onherroepelijk machtigt de bij of krachtens  
de Auteurswet door derden verschuldigde vergoeding voor  
kopieën te innen of daartoe in en buiten rechte op te treden  
en dat de auteur er mee instemt dat de uitgever deze  
volmacht overdraagt aan de door auteurs- en uitgevers-  
vertegenwoordigers bestuurd Stichting Reprorecht, tot  
welke overdracht de uitgever zich zijnerzijds verbindt - en  
dat deze Stichting aan de te innen gelden een in  
overeenstemming met haar statuten en reglementen  
bepaalde bestemming geeft.”



lid NOTU,  
Nederlandse Organisatie van  
Tijdschrift-Uitgevers  
lid FPPB,  
Federatie van de Periodieke Pers van België

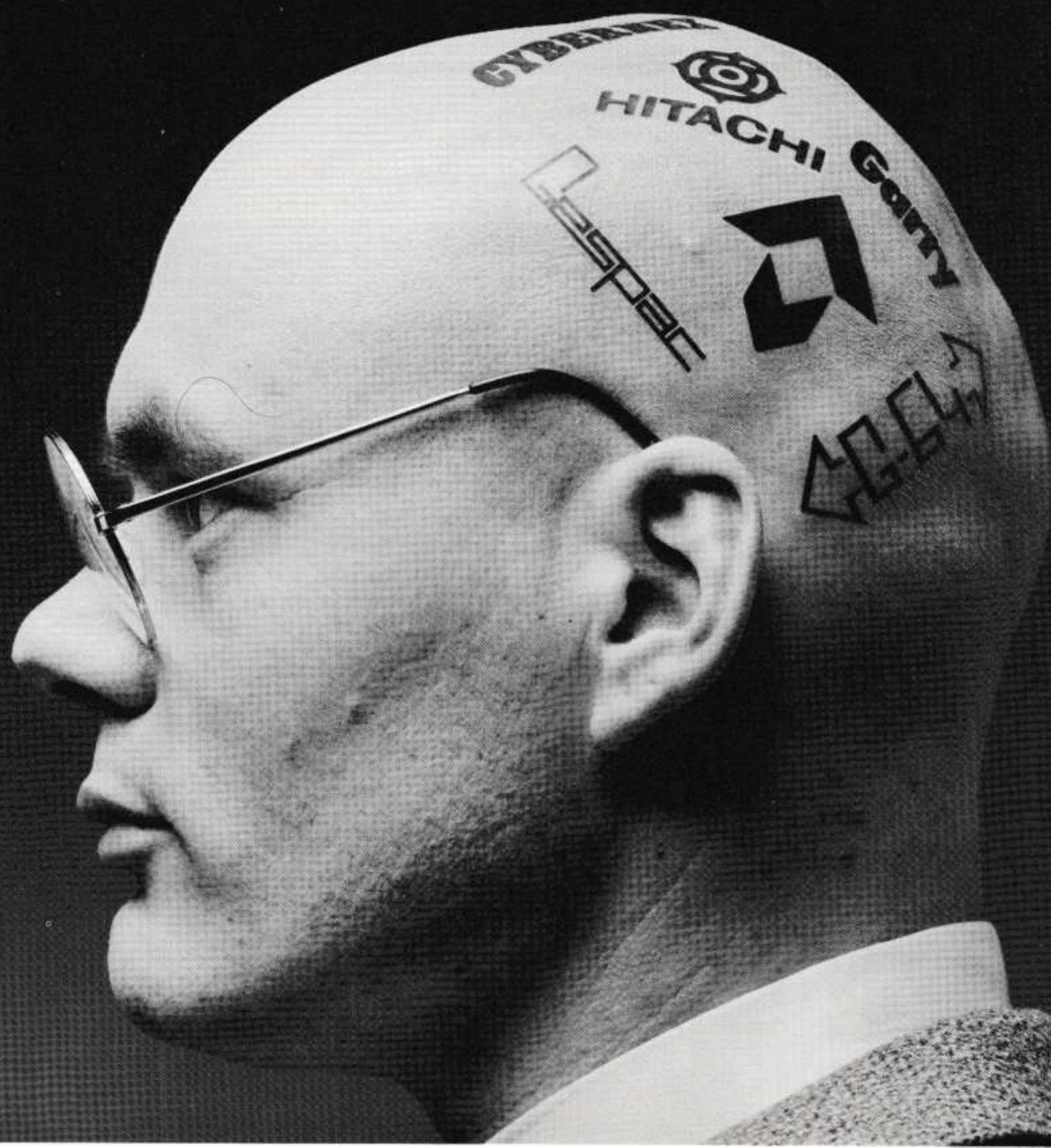
Arcobel bv, uitgegroeid tot het Arcobel Mikro-Elektronika Innovatie Centrum, is leverancier van standaard componenten en modules, bedenker van maatwerk bij specifieke toepassingen en kan U steeds terzijde staan bij toepassingen van en vernieuwingen met mikro-elektronika. Of het U gaat om chips of geheel industriële projecten, het Arcobel team – enthousiast en servicebewust als steeds – probeert altijd de juiste oplossingen voor U te vinden. Vaak wordt daarbij uitgegaan van het standaard leveringsprogramma, waaruit we hier graag een greep doen:

**Er zijn de geïntegreerde schakelingen,**  
van Advanced Micro Devices, veelal via de unieke

IMOX produktiemethode gefabriceerd en dus van gegarandeerde kwaliteit (MIL-STD en AQL-normen worden bijgeleverd), maar ook het i.c.-pakket van Hitachi waardoor alle microprocessors die U maar kunt bedenken onder een dak zijn samengebracht. De veelheid van perifere bouwstenen en technologieën, maar ook de evaluatie/ontwikkelingsystemen van beide fabrikanten lichten wij graag toe.

**De LCDII en LCDIII mogelijkheden,**  
die het programma van Hitachi U te bieden hebben, compleet met ontwikkelingssupport, geven – al of niet gekombineerd met CMOS bouwstenen – vrijwel onbeperkte mogelijkheden.

# ...EN WIE KENT ALLE KOPLOPERS



### De Gespac Eurokaart modules,

eurokaarten met een 64-polige DIN-konnektor: de G64 bus, die zó ontworpen is dat alle microprocessoren (ook bubble memories) hierop kunnen worden aangesloten.

Er zijn kaarten voor allerhande toepassingen, maar ook voorgedecodeerde kaarten met wire-wrap velden voor specifieke gebruikerstoepassingen. Daarnaast zijn er uit Gespac eurokaarten opgebouwde ontwikkelingssystemen en is omvangrijke ontwikkelingssoftware beschikbaar.

Alweer een facet van het leveringsprogramma waar het Arcobel team trots op is!

Daarnaast worden Uw interessesferen in onze komputer vastgelegd en wordt U automatisch op de hoogte gehouden van de allernieuwste ontwikkelingen op die gebieden van de mikro-elektronika die U interesseren.

En natuurlijk staan we steeds voor U klaar om datasheets, databoeken en alles wat U maar nodig heeft direkt aan U af te zenden.

En denkt U aan innoveren in samenwerking met Arcobel, dan komt U in aanmerking voor subsidie omdat het Arcobel Mikro-Elektronika Innovatie Centrum is geplaatst op de lijst van de Rijks Nijverheids Dienst.

# UIT ZIJN BLOTE HOOFD...NOU?

### En de geavanceerde terminals van Cybernex.

Terminals met smooth scroll feature en vele andere mogelijkheden, volledig onder software besturing en met instelling van alle functies met behulp van het toetsenbord. Daarnaast zijn er meer intelligente terminals en terminals die door het Arcobel Mikro-Elektronika Innovatie Centrum voor U kunnen worden aangepast aan Uw specifieke wensen.

### Dan zijn er de Garry aansluitmaterialen.

Alles op het gebied van i.c. sockets en wire wrap panelen, standaard – zoals eurokaarten en experimenteerpanelen – maar ook volgens Uw eigen specificaties.

### Maar wij kunnen veel meer voor U.

In ons laboratorium houden wij ons bezig met hardware/software ontwikkelingen, systeem integratie en testprocedures. Ook verzorgen wij principe-oplossingen (en daarbij behorende kostenkalkulaties) en de voorlopige planning van hele projecten. Betrouwbaarheid en service staan daarbij hoog in het Arcobel-vaandel! En wat erg belangrijk is: de aangedragen ideeën worden niet bij U uitgeprobeerd, maar zijn volledig getest en betrouwbaar wanneer ze bij U worden geïnstalleerd.

### Van het kleinste onderdeelje tot complete systemen.

Dat kan weleens tamelijk onoverzichtelijk lijken. Om een juist beeld te geven van de standaard mogelijkheden geven wij maandelijks een bulletin uit, dat U weer eens vanuit een andere gezichtshoek dan de puur data-hoek informatie verschaft.

Wilt U méér weten? Stuur onderstaande bon ingevuld in en wij nemen direkt contact met U op. Natuurlijk kunt U ons ook bellen en vragen naar John Pol.

*Arcobel*  
mikro-elektronika innovatie centrum



Griekenweg 25  
5342 PX Oss  
Postbus 344  
5340 AH Oss  
telefoon:  
04120-30335\*  
telex 37489  
viditelnummer  
37644

Graag wil ik meer weten over de activiteiten van Arcobel.

naam \_\_\_\_\_

bedrijf \_\_\_\_\_

adres \_\_\_\_\_

woonplaats \_\_\_\_\_ postcode \_\_\_\_\_

telefoon \_\_\_\_\_



## Osborne computer

De nauwelijks tot leven gekomen Osborne importeur BMB, waarin Compu 2000, Datamate en Infotheek participeerden, heeft een amputatie ondergaan. Infotheek stapte eruit, omdat - zoals Wim van Leenen, de directeur formuleert - bij nader inzien de gebruiker er niet mee gediend is. De prachtigste gemeenplaats die mij ter oren is gekomen de laatste tijd. Of van Leenen sociaal werker is en alleen het beste met u voor heeft! Nonsens, Infotheek wil gewoon geld verdienen en afspraken over prijzen en afzetpunten maken hem dat moeilijker. Wat ligt dus meer voor de hand dan de belemmeringen die er zijn uit de weg te ruimen.

De vraag is nu of Osborne dit gerommel wel leuk vindt; anderzijds moet men zich ook realiseren, dat het Osborne een zorg zal zijn, als het maar omzetverhogend voor hem werkt.

Alleen voor de gebruiker wordt het moeilijker, want die moet nu niet alleen de prijs vergelijken, maar ook de software erbij en of manuals in de Engels of Nederlandse taal worden meegeleverd. Terwijl ze hier een beetje aan het ruziën zijn, gaat Adam Osborne gewoon door en zal aan het einde van dit jaar ca. 150.000 exemplaren hebben verkocht, ruzie of niet hier in Nederland. Waarschijnlijk nog dit jaar, zal Osborne in de Verenigde Staten met een nieuwe personal computer op de markt komen. Even niet schrikken, de prijs zal ongeveer \$ 500,- bedragen en is inclusief software. Adam Osborne, die met de Osborne I het bijna ongelooflijke realiseerde, beweert nu zelfs, dat de prijs/presentatie verhouding van de \$500,- computer alles zal slaan! Er is reden om aan te nemen, dat Adam Osborne zijn voorspelling zal kunnen waarmaken. Alleen aan zijn reputatie is hij dat al verplicht.

## ZX 81 krijgt concurrentie

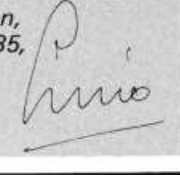
En nog wel uit onverwachte hoek ook! Velen zullen het niet weten, maar Timex produceert voor Sinclair de ZX 81. Sinclair is alleen maar (nou alleen maar...) een "bedenk en verkoop"-organisatie, die zijn computers daar laat maken waar ze het voor de laagste prijs doen. Timex maakt iedere 10 seconden een ZX 81, dus een beetje kunnen ze het wel. De ZX 81 werd uitvoerig door Timex aan de tand gevoeld en nu komt de TC 1000 van de band, met hetzelfde hoge tempo. De TC 1000 heeft 2 Kbyte RAM (ZX81 1Kbyte) en kost op een Amerikaanse stuiver na, \$100,-. Maar liefst 100.000 verkoop-punten zullen de TC 1000 gaan verkopen. De software-ondersteuning is goed te noemen en reikt van spelletjes en onderwijsprogramma's tot VisiCalc achtige en administratieve programma's. Eind 1983 verwacht Timex er 1.000.000 exemplaren van verkocht te hebben.

# PICO JOURNAAL

*De rubriek Picojournaal wordt verzorgd door Lino Bijnen. Het Amerikaanse nieuws komt van Sol Libes, terwijl berichten uit Japan afkomstig zijn van Henk Dennert.*

*Alle nieuwtjes, roddels, geruchten en tips waarvan u meent dat ze voor publicatie in aanmerking komen, kunnen aan de heer Bijnen worden doorgegeven, die ze op "juistheid" onderzoekt en voor publicatie bewerkt. Natuurlijk kunt u, wat deze rubriek betreft, ook voor vragen en op- of aanmerkingen bij hem terecht.*

*Het adres is: Lino Bijnen, Alberdingk Thijmalaan 35, 3842 ZB Harderwijk.*



Duidelijk is nu natuurlijk wel, dat Timex en Sinclair niet meer op zo'n erg goede voet staan en dat de onderhandelingen die liepen over de produktie door Timex van het Sinclair vlakke beeldscherm zijn afgebroken. Timex komt volgens zeggen ook uit met een krachtiger computer, terwijl voor ca \$ 99,- een printer en een communicatie-interface op de markt zullen komen. De 16Kbyte RAM uitbreiding, kost iets minder dan \$ 50,- en dat is de helft van de prijs die Sinclair er voor wil hebben.

## Consument accepteert niet alles!

Voor u is dat misschien logisch, maar niet voor producenten van consumenten producten. Misubishi Electric, produceerde een microwave fornuis en leverde dat onder de merken Panasonic en Quasar. Het probleem, dat een dergelijk fornuis moeilijk is te bedienen en daardoor een nogal uitvoerige gebruiksaanwijzing verlangt, werd ondervangen door een gesproken gebruiksaanwijzing, natuurlijk een microprocessor met een spraaksynthesizer. Het kon dus niet meer fout gaan; spul in de oven, luisteren en smikkelen. Maar zo ging het niet, dat wat een groot succes leek te worden, werd de flop van 1980/1981. De huisvrouw wenst niet te worden toegesproken door een "blikken stem", die eventjes zal vertellen hoe je de kip braadt, of een endere lekkernij smooit. Mitsubishi heeft de blikken stemmen het zwijgen opgelegd en nu, in een iets andere behuizing en met papieren gebruiksaanwijzing, worden ze weer goed verkocht!

## Hoe meer software te verkopen?

Het antwoord daarop geeft Context, 833 West Colorado Ave, Colorado Springs, CA 80905. Men dient volgens Context betere manuals te hebben en hoe je die moet maken kan men leren op en van seminars die men organiseert. Voor \$ 125,- kan men de truc leren, maar het kan ook goedkoper.

Ook Bill Gates van Microsoft, niet de eerste de beste, geeft een hint om meer software te verkopen: "Zorg voor gebruikersvriendelijker software". Een sterk advies; maar zijn tweede is nog beter, in ieder geval veel goedkoper: "Neem de oude brochures en stempel er gewoon op 'User-friendly' op". Ik had het zelf kunnen bedenken...

## Over snelheden gesproken

Een van moeilijkste beoordelingscriteria bij een printer is de printsnelheid. Niet omdat niet ik bij machte ben te lezen en vast te stellen dat 20 meer is dan 10, maar omdat 20 bij printers niet meer hoeft te zijn dan 10. Moeilijk verhaal, toch waar, want zover er al een normalisatie is, de meeste fabrikanten gebruiken hem uit tactische overwegingen kennelijk niet.

De Microline 80 drukt 80 karakters per seconde af, maar omdat het geen bidirectionele printer is, print de 80 heen wel en terug niet, gevolg: de naam zou Microline 40 moeten zijn, 40 karakters per seconde.

Heath-Zenith maakt een nieuwe high-speed printer, de 25. Snelheid 30 woorden per seconde, of 150 karakters per seconde. Het gemiddelde Heath-woord heeft dus 5 letters!?

De Microplus daisy wheel printer/typemachine typt volgens opgave van de leverancier ca. 10 karakters per seconde. Wat is de marge van "ongeveer", 10% of 50% afwijkend van 10 karakters? Qume maakt een nieuwe daisy wheel printer, de "Sprint 9". Snelheid, afhankelijk van de uitvoering, 45 of 55 karakters per seconde. Maar er staat wel iets bij wat niet is gedefinieerd: "average English text, no bust rate". Duidelijk niet waar!

## 20.000 programma's voor de IBM personal computer

De titel lijkt een stunt en is het eigenlijk ook wel, maar aan de andere kant is het helemaal waar. Xedex (1345 Ave. of Americas, New York NY 10105) introduceert de Baby Blue CPU. Het is een print die in de IBM past. Deze eenheid maakt het mogelijk CP/M programma's te verwerken. Wordt gebruik gemaakt van PC-DOS, dan gedraagt het board zich als een 64 Kbyte geheugenkaart. Daarentegen, als een CP/M-80 programma wordt toegepast, dan doet de Z80B zijn werk en verwerkt de CP/M programma's. Voor \$ 600,- een interessant produkt.

### The works

Omnicon heeft wat geleerd van Adam Osborne. Men koopt voor een bepaald bedrag de rechten om bepaalde softwarepakketen te mogen verkopen. Een transactie die veel geld kost, maar daarna kan men er net zo veel van verkopen als men zelf wenst. Voor Omnicon betekende dat gewoon, dat men na de koop te hebben gedaan, goed moet adverteren om grote aantallen af te zetten. En dat doet men. The Works verkoopt men voor \$ 399,- en de normale handelsprijs is ongeveer \$ 1200,-. Voor dit bedrag krijgt men Wordstar, CP/M 2.2, MBASIC-80 en CBASIC II. Voorwaar een koopje, met dien verstande, dat het alleen voor de TRS 80 model I leverbaar is. (Omnicon, 1127 Hearst Street, Berkeley CA 94702).

### Apple - Pearcom - Apollo II

Na de Pearcom, die de Apple als uitgangspunt heeft, is er nu ook een Koreaanse "imitatie". Geen fraai woord - de Amerikanen gebruiken "look-alikes" of "work-alikes" een passende vertaling ervan heb ik nog niet kunnen bedenken. De Koreaanse Apple heet Apollo II. Dit schijnt een 100% kopie te zijn, waarbij zelfs geen enkele poging is gedaan om ook maar iets anders te maken dan Apple deed. Apple zit daar wel mee in zijn maag, want men heeft niet veel mogelijkheden om de verkoop tegen te houden. Het zou betekenen, dat men in ieder land de importeur, of in het uiterste geval meerdere importeurs zou moeten aanpakken; dat lijkt een onmogelijke zaak. Overigens schijnt in Duitsland en in beperkte mate ook hier een levendige handel te zijn in 100% kopieën van het Apple board. Voor een zeer lage prijs bouwt men zelf een compatible Apple computer. Meer informatie ontbreekt, ook de visie van Apple hierover. Pearcom reageerde op een eerder Pico-journaal en meldde, dat men in tegenstelling tot mijn opmerking, alles heeft gedaan om alle Apple patenten te omzeilen; dit leidde zelfs tot een Pearcom-PAL patentaanvraag. Inmiddels zal Apple deze zomer met zijn Super II uitkomen, die ongeveer 25% goedkoper zal zijn dan de huidige II en een nadeel van dit type niet zal hebben: Apple heeft namelijk besloten om over te gaan naar 24 regels van elk 80 karakters, en zowel grote als kleine letters!

### Verkoop van laaggeprijsde PC's

Zo langzamerhand zijn er wat micro's op de markt, die aan de onderkant van de markt thuishoren; ook in Nederland kennen we er een aantal. Nu kunnen we van mening verschillen over de mogelijkheden die diverse computers hebben en of u in staat bent op een ZX 81 uw administratie bij te houden, een feit is, dat er

honderdduizenden van worden verkocht. In deze markt vinden we naast de al genoemde ZX 81, de VIC 20, de Atari 400 en nog wat andere merken. Speciaal deze goedkope computers worden bij warenhuizen verkocht. Maar daar moet omzetsnelheid worden gerealiseerd, want een meter stelling kost een boel geld. Dat betekent, dat men continu moet stunts en dat de marges laag zijn. Langzamerhand beginnen de warenhuizen grote belangstelling te krijgen voor software, en dat is heel begrijpelijk, want hier gaat de vergelijking op "stofzuiger/stofzak", "pick up/plaat", "scheerkrabber/scheermesje". Het is duidelijk de computer met weinig winst verkopen, de software met een goede marge!

### Softwareleveranciers in de lift

Begonnen in kelders, garages en op de slaapkamer, nu uitgegroeid tot firma's van naam.

Digital Research heeft nu 150 personeelsleden en een omzet van \$ 20.000.000,-. MicroPro, een man of 50, en een omzet van \$ 6.000.000,-. Microsoft heeft 125 personeelsleden en een omzet van \$ 30.000.000,-. Visicorp, een firma die Visicalc bedacht en eerst Software Arts heette, begint nog maar net, heeft ook maar enkele personeelsleden, maar wel een omzet van \$ 3.000.000,-. En wat belangrijker is, een goed software-aanbod. Microsoft en Digital Research gaan de Apple truc uithalen en brengen hun aandelen op de markt. Het brengt ze luiquide middelen en de alleeneigenaren worden van vermogend in een paar uur tijd, plotseling steenrijk.

### Pascal in ROM voor Nascom

Sinds de verkoop en fabricage van Nascom computers in handen is van het Engelse bedrijf Lucas Logic, heeft deze nieuwe producent niet stil gezeten. Een van de nieuwe Nascom producten is de Micro-ed, een computer die speciaal bedoeld is voor het onderwijs. De computer is opgebouwd rond een Nascom 2 print en heeft 8 Kbyte gebruikersgeheugen en een 8 Kbyte Microsoft BASIC-interpret in ROM. Processor is de ook in andere Nascom computers gebruikte Z80A. Naast het feit dat de Micro-ed er aantrekkelijk uitziet, is het apparaat ook aantrekkelijk geprijsd: 399 pond.

Verder heeft Lucas Logic aangekondigd dat men binnenkort een compleet Pascal pakket beschikbaar heeft dat slechts 12 Kbyte geheugen in beslag neemt. Het kan worden gebruikt op Nascom 1 en 2 computers die beschikken over een NAS-SYS 1 of 3 monitorprogramma. Nascom Pascal bestaat uit een runtime pakket (4,5 Kbyte), een besturingsprogramma (0,5 Kbyte) een beeldscherm-editor (1,5 Kbyte) en een compiler (5,5



Kbyte). De compiler zet het programma direct om in Z80 machinetaal, zonder het eerst te vertalen in een P-code. Hierdoor wordt een omzettingssnelheid bereikt van 2000 regels per minuut.

De Pascal compiler is beschikbaar in de vorm van zes 2 Kbyte EPROMS (2716) en op cassette. De importeur, Maas Computer Consultants in Bunde (043) 64 11 47, weet er meer van.

### Acorn Nieuws

Steeds meer computergebruikersclubs gaan een eigen clubblad uitgeven. Voorbeelden hiervan zijn o.a. de TRS-80 vereniging, de P2000 gebruikersgroep, de PET/CBM/VIC gebruikersgroep, enz. Ook de Acorn Computerclub Nederland geeft sinds het begin van dit jaar een losbladig clubblad uit onder de naam „Acorn Nieuws”.

Kort geleden ontvingen we het vijfde nummer van Acorn Nieuws, dat door de samenstellers als belangrijkste nummer van dit jaar wordt betiteld. Omdat we de voorgaande nummers niet kennen en ook geen inzicht hebben in wat er nog gaat komen, is dit moeilijk te beoordelen. Vast staat wel dat de leden - en natuurlijk ook het bestuur - van ACN niet stilzitten. Nummer 5 van Acorn Nieuws bevat artikelen over het uitbreiden van het gebruikersgeheugen met 16 Kbit CMOS-IC's, het koppelen van de Atom met joy-sticks, het uitbreiden van de BASIC-interpret en veel programmeertips.

Coördinator van de Acorn Computerclub is G. H. Borghaerts, Hatertseweg 3, 6581 KD Malden (080) 58 13 56.

## Arabische karaktergenerator

Volgens een artikel in een recent nummer van ESA Bulletin, een uitgave van de Europese ruimtevaartorganisatie ESA, is men er in geslaagd een intelligente karaktergenerator te maken die Arabisch schrift kan opwekken. De ontwikkeling van de generator heeft plaatsgevonden bij ESRIN, een dochter van ESA die gevestigd is in Frascati (Italië) en waar de gigantische databank van ESA wordt beheerd.

Het Arabische schrift is zeker voor Europeanen een niet te ontcijferen „gekriemel“ dat is opgebouwd uit niet minder dan 200 verschillende tekens. Via allerlei kunstgrepen zijn wetenschappers er in geslaagd om hieruit 52 basistekens te destilleren waarmee 156 karakters kunnen worden gevormd. Het hiermee verkregen schrift komt weliswaar niet exact overeen met de Arabische schrijftaal, maar is desondanks goed leesbaar voor Arabieren.

De karaktergenerator accepteert als ingangssignaal een normale 7-bit ASCII-code, zodat het op bestaande computersystemen kan worden aangesloten.

Hoewel men bij ESRIN de generator met discrete componenten heeft opgebouwd, zal het volgens de ontwerpers geen onoverkomelijke problemen opleveren om het geheel in een LSI-IC te integreren. Welke halfgeleiderfabrikant durft het aan.

## Wil de echte PC-leider ontstaan?

Waarschijnlijk is het Tandy met een omzet van \$ 370 miljoen, daarna Apple met \$ 334 miljoen en dan de grote meute. IBM is nog niet op de plaats die men hem toedenkt, de eerste. Maar er zijn aanwijzingen, dat dit best die kant op kan gaan. Eind 1984 verwacht men 1 miljoen PC's te hebben verkocht. Daartoe werd een nieuwe fabriek geopend, waar 500 mensen werken.

De invloed van de Japanners is (nog) te verwaarlozen, maar of dat zo zal blijven is de vraag.

## Piraterij

Over dit onderwerp raak ik denk ik nooit uitgesproken. Digital Research en Micropro hebben op basis van een wet die in de VS al enige maanden van kracht is een proces aangespannen tegen Data Equipment en de dochterondernemingen van deze firma. Data Equipment zou illegaal kopieën hebben gemaakt van Wordstar, Datastar, Wordmaster en Mailmerge, allen van Micropro, en van diverse CP/M-pakketten van Digital Research. Dataforce, een van de dochters van Data Equipment, was OEM voor beide aanklagers en verkocht de illegaal gemaakte software als één pakket, tezamen met hardware. De firma's kwamen erachter omdat de gebruikers vroe-

# PICO JOURNAAL

gen om updates, terwijl zij niet als kopers van de software stonden geregistreerd.

De schadeclaim bedraagt \$ 1.000.000,- en per geconstateerde overtreding nog eens \$ 50.000,-. Toewijzing betekent het faillissement van Data Equipment. Intussen maakt Advanced Computer Security Concepts in Annadale VA, Amerika bekend een doorbraak te hebben gerealiseerd om software-piraterij tegen te gaan. Veel is er nog niet van bekend, maar het gepatenteerde systeem schijnt te zijn gebaseerd op de Data Encryption Standard van de Amerikaanse regering, een systeem, dat volgens insiders zijn kwaliteit al zou hebben bewezen.

Piraterij, zoals door Dataforce werd beoefend, komt ook in de Benelux voor. Het zal u wel bekend zijn en misschien kunt u zelfs tussen uw eigen software illegale kopieën vinden. Mij zijn de volgende gevallen bekend en als de belanghebbenden mij schrijven ben ik bereid man en paard of zoals u wilt naam en adres te noemen.

Een Nederlandse Appledealer met een gelijknamig filiaal in België verkoopt software voor de Apple met daarbij de manuals in gekopieerde vorm. Over de vorm van de software heb ik het dan maar helemaal niet meer. Een van de grootste dealers van CBM in Nederland levert gekraakte softwarepakketten. Zo gaan de pakketten OZZ en VisiCalc, om er maar een paar te noemen, de deur uit voor lagere prijzen dan de originele versies. De gekraakte versie is zelf weer beschermd, zodat de koper er geen kopie van kan maken! U moet van mij aannemen, dat het hier om het topje van de spreekwoordelijke ijsberg gaat.

## MP/M voor Intel's 80286

Digital Research heeft een multi-user/multi-tasking operating systeem aangekondigd voor de nieuwe 16-bit microprocessor iAPX286 (80286) van Intel. De processor heeft, vergeleken met z'n voorganger de 8086, een 16 maal zo grote adresseercapaciteit (16 Mbyte), virtual memory support (1 Gbyte per gebruiker), geheugenprotectie en multi-tasking hardware. Bovendien is de 80286 zes maal sneller dan de 8086.

Voor Digital Research is het MP/M 286 operating systeem een logisch vervolg op MP/M 86, het multi-tasking be-

sturingssysteem voor de 8086. Hoewel MP/M 86 ook kan worden gebruikt bij de iAPX286, worden hierbij de mogelijkheden van de nieuwe 16 bitter niet tot het uiterste benut. Zaken als geheugenbescherming en virtueel geheugen worden bij MP/M 286 wel gebruikt. Het nieuwe operating systeem is compatibel met MP/M- en CP/M 86 in die zin dat applicatiesoftware en programmeertalen die onder dit besturingssysteem draaien zijn te gebruiken in combinatie met MP/M 286. Ook programma's die onder CP/M draaien kunnen met minimale aanpassingen worden gebruikt op een iAPX 286 systeem met MP/M 286.

## Prism printer

"U zult waarschijnlijk onze mening delen, dat de Prism een vernieuwing op het gebied van matrix printers is". Een van de zinnen uit de brief die Gromesoft (postbus 7436, 3284 ZG Zuid Beijerland, tel. 01866-2391) mij toezond. Een dergelijke zin maakt mij uiterst voorzichtig.... Echter de Prism printer van Integral Data Systems is echt iets bijzonders. In diverse kleuren kan worden geprint en dat met een zeer goede resolutie. Er zijn twee uitvoeringen, één met 80 karakters en één met 132 karakters regelbreedte en er zijn vele opties mogelijk. De printsnelheid is maximaal 200 karakters per seconde en bidirectioneel. De importeur kan u nog veel meer informatie verstrekken over de Prism Color printer.

## IBM-robot

Naast alle andere produkten die IBM maakt, heeft men nu ook de 7535-robot geïntroduceerd, die kan worden geprogrammeerd met de IBM Personal Computer. De gebruikte taal is AML, dat staat voor A Manufacturing Language.

De robot, die overigens in Japan wordt gemaakt, gaat \$ 28.500 kosten, terwijl voor het programma \$ 5.575 op tafel moet worden gelegd.

Voor eigen gebruik test IBM de RS-I robot, waarvan de arm in 6 richtingen kan bewegen. Enigszins gehandicapt is deze robotarm nog wel, want hij(of zij?) heeft slechts twee vingers.

## Logo voor Apple II

Apple Computer Inc. zal optreden als exclusief vertegenwoordiger voor de nieuwe versie van de programmeertaal Logo die draait op de Apple II computer. Logo is een taal die speciaal is bedoeld voor kinderen en onderwijskundige toepassingen. Logo Computer Systems Inc. (LCSI) heeft speciaal de Apple gekozen om daarop de genoemde programmeertaal te implementeren, omdat deze computer veelvuldig in het onderwijs wordt gebruikt.

### Nieuwe modules voor Scisys Sensor

Binnenkort komen twee nieuwe en sterker spelende programma's (verwisselbare modules) voor de Sensor schaakcomputer van Scisys beschikbaar. Het zijn de Hyper Modern Super Strong en Classic Style Super Strong, beide met 4 Kbyte ROM, naast de 4 Kbyte ROM, die als basis aanwezig is. In deze machine is slechts 250 byte RAM aanwezig. Met deze beperkte geheugencapaciteit bereikte programmeur Julio Kaplan een topprestatie.

De nieuwe programma's spelen sterk, met wat meer bedenktijd ongeveer even sterk als Mephisto 2 en Mark 5, zoals uit bijgaande toernooiresultaten blijkt. Dat de Classical iets minder scoorde dan de Hypermodern valt meer aan toeval toe te schrijven. Beide programma's (modules) hebben een beperkte openingsbibliotheek en een terugspeelmogelijkheid tot en met 6 ply. Natuurlijk geven Mark 5 en Mephisto 2 meer informatie en beschikken zij over meer mogelijkheden; bovendien hebben de beide nieuwe Sensormodules 50% meer bedenktijd nodig (level 4, 5 en 6 opschakelen naar mate de partij vordert). Binnenkort zal ik Julio Kaplan ontmoeten en u verslag doen van dit onderhoud. Vast staat, dat deze schaakprogrammeur met een zeer beperkte geheugencapaciteit hetzelfde bereikt als anderen met een soms 4-voudige geheugencapaciteit.

In de Sensor huist een 6502A microprocessor (2 MHz). De nieuwe modules kosten evenals het Strong moduul f 129,-, een koopje dus. Het Hypermodern moduul speelt een soort modern schaak, zeer ondernemend soms. De Classical speelt meer klassiek.

Zes programma's speelden een dubbelrondige competitie (bedenktijd  $\pm$  3 minuten per zet). Het toernooiresultaat toont tabel 1.

De Scisys Sensor standaard, toch echt niet zo zwak spelend, was niet tegen al dit geweld opgewassen. Voor f 129,- meer maakt u uw Sensor Standaard schaakcomputer aanmerkelijk sterker. Prijs van de Scisys Sensor met standaard moduul is f 499,-.

Importeur: Electronics Nederland BV, tel. 020 - 13 99 60

### Nieuwe schaakcomputers

Conchess met het sterke Princess programma, komt in juli/augustus a.s. uit met vier schaakcomputers. Steeds met hetzelfde verwisselbare schaakprogramma, dat volgens mijn voorlopige tests zeer sterk speelt (op het eindspel na).

Prijzen in West-Duitsland zijn DM. 598,- voor de reiscomputer (sensor contacten)

## COMPUTER SCHAAK

DM. 798,- voor een reedcontactenbord met veel informatie, DM. 998,- voor een groot reedcontactenbord (als Mephisto ESB) en DM. 1198,- voor een groot en luxe reedcontactenbord met koperen schaakstukken. De Nederlandse prijzen zijn nog niet bekend, maar zullen wel wat hoger zijn.

Fidelity (Challenger) komt met de nieuwe Sensory 6 en de Sensory 9, beide met verwisselbaar programma. De Sensor 9 kost ca. f 750,- en speelt sterker dan zijn broer, de Champion Challenger, die echter over meer mogelijkheden beschikt. Naar mij bleek, speelt de Sensory 6 zwak, maar is uiteraard goedkoper.

Mephisto werkt aan diverse nieuwe programma's. In oktober komt de Mephisto Junior uit, een schaakprogramma dat qua speelkracht tussen de Mephisto 1 en 2 ligt, zonder verwisselbaar programma, maar wel spelend op lichtnet en oplaadbare accu en in een nieuwe platte kast. Prijs: ongeveer f 440,-, dus vrij goedkoop.

Het nieuwe Mephisto 3 moduul komt niet vóór april 1983 beschikbaar. Dit moduul, met een grote geheugencapaciteit (dubbele van Mephisto 2), vergt een lange voorbereidingstijd. Wel is nu zeker dat de 1802-microprocessor het nieuwe programma goed aan kan, iets wat ik eerder betwijfelde. Dit nieuwe programma speelt erg sterk, ca. 2000 elopenpunten, maar er op wachten heeft geen zin.

Speel nu reeds met uw Mephisto 2, later – over een jaar – steekt u daar het nieuwe moduul 3 in. Voorts werkt Mephisto nog aan een experimenteel programma.

Scisys introduceert in het najaar de President, een fraaie schaakcomputer met een Kaplan schaakprogramma (goede waar hoeft geen kranen). Uiteraard met verwisselbaar programma en sensor techniek (prijs ca. f 750,-).

In het najaar komt ook het verbeterde programma voor de Mark 5 beschikbaar. Naam van dit verwisselbare moduul is Mark 5.1. De prijs is nog onbekend.

Op korte termijn komt de Scisys Companion op de markt. Een fraaie schaakcomputer met sensor techniek, iets zwakker spelend dan de Scisys Sensor Standaard, maar beter dan de Partner 2000. Het programma geschreven door Julio Kaplan, is niet verwisselbaar. Prijs: ca. f 350,-. Vermoedelijk komt binnenkort een goedkope Oost-Duitse schaakcomputer op de markt, SC2 genaamd. De prijs ervan zal iets boven de f 250,- liggen, het programma is niet verwisselbaar en is even sterk als de Challenger 7. Zeer zware uitvoering (2½ kg), typisch een Oost Europees produkt. Ik speelde er 50 partijen mee: voor zwakkere schakers een goede schaakcomputer. Importeur: Balance BV, tel. 02990 - 345 98.

Morphy (Applied Concepts) komt met de Morphy Destiny, een schaakcomputer die met sensor-techniek is te bedienen. Het programma speelt sterker dan het Morphy Master programma (moduul), maar is niet verwisselbaar. Leverbaar vanaf juli 1982 tegen de aantrekkelijke prijs van ca. f 575,-.

Voor de Morphy-GGM zijn inmiddels het Grünfeld S moduul (7000 openingsvarianten) en Capablanca S moduul beschikbaar. Prijzen: resp. f 495,- en f 625,-. Het verbeterde Capablanca S moduul lost mat op tot en met 21 ply (mat in elf!), heeft bovendien een verbeterde eindspelbehandeling, geeft plydiepte aan, waardeert de stelling in decimale cijfers en laat de berekende „boom“ zien. Kortom, een voortreffelijk moduul met 24 Kbyte ROM. Voorlopig alleen bij Merkelbach Amsterdam (020 - 24 69 92) verkrijgbaar. Oude Grünfeld en Capablanca modules zijn aldaar tot verbeterde S-versies „om te bouwen“ voor redelijke prijzen. Later komt een nieuwe, sterke Challenger schaakcomputer op de markt, waarschijnlijk Challenger President genaamd. Prijs en verdere gegevens zijn op dit moment onbekend.

Misschien wordt het u inmiddels groen en geel voor de ogen. Mijn advies: rustig blijven, de ontwikkeling houden wij niet tegen.

J. Louwman

Tabel 1.

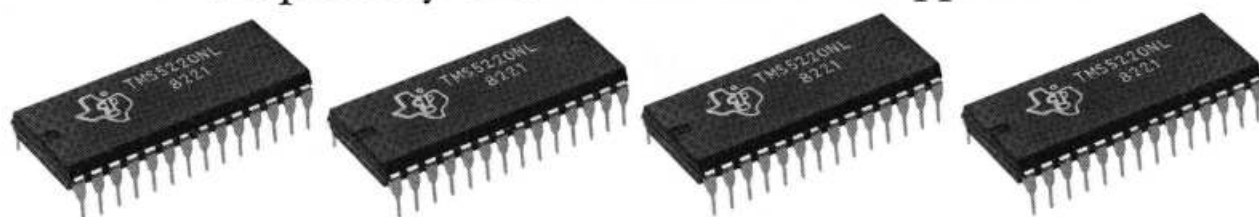
|                            | gesp. gew. remise |   |   | verl. | ptn. | %  | bed. tijd p. zet | level  |
|----------------------------|-------------------|---|---|-------|------|----|------------------|--------|
| 1. Mark 5                  | 10                | 6 | 1 | 3     | 6½   | 65 | 2'18''           | C 6    |
| 2. Mephisto 2              | 10                | 6 | 1 | 3     | 6½   | 65 | 3'41''           | 4-5-6  |
| 3. Super Modern Sensor     | 10                | 6 | 1 | 3     | 6½   | 65 | 2'14''           | 40/120 |
| 4. Classical Strong Sensor | 10                | 5 | 0 | 5     | 5    | 50 | 3'42''           | 4-5-6  |
| 5. Strong Sensor           | 10                | 4 | 2 | 4     | 5    | 50 | 3'44''           | 4-5-6  |
| 6. Standaard Sensor        | 10                | 0 | 1 | 9     | ½    | 5  | 3'46''           | 4-5-6  |

NAVIGATIE-APPARATUUR • AUTOMATISCHE TELEFOONBEANTWOORDERS • MELDKAMERS  
PRODUKTIE PROCES CONTROLE • BEVEILIGINGSSYSTEMEN • TELEFOONCENTRALES • KASSA'S

# INNOVATIE IN OPTIMA FORMA

OMROEPSYSTEMEN (BUS, TREIN, Vliegtuig) • DOKA-APPARATUUR • PATIENTEN-BEWAKING  
LIFTEN • ALARMSYSTEMEN • METERS • TERMINALS • INFORMATIESYSTEMEN  
WOORDPROCESSORS • KEUKEN-APPARATUUR

## TI Speech Synthesis verover ook uw applicatie



TI's Speech Synthesis: de sprekende chip.  
De menselijke stem elektronisch voortgebracht:  
duidelijk en prettig om te horen.

Voortbouwend op een ontwikkeling, die in het midden van de zeventiger jaren begon, introduceert TI hiermede een nieuw tijdperk in de mens/machine communicatie.

Nú, in 1982, levert TI het breedste Speech assortiment met de daarbij behorende hardware en software ondersteuning: de stem synthesizers TMS 5110 en TMS 5220, speciale stemgeheugens, speech-boards, woordbibliotheken, "custom made speech" en speech-ontwikkelingsapparatuur.

Speech Synthesis kent geen taalbarrière. In chipvorm is elke taal of combinatie van talen probleemloos te produceren: Engels, Duits, Spaans, Frans, Japans en natuurlijk Nederlands.

### geautoriseerde TI distributors:

*Nederland* Diode Utrecht, 030 - 884214  
Vekano Eindhoven, 040 - 810975  
Texim Haaksbergen, 05427 - 1115

*België* Inelco Brussel, 02-2160160  
Ritro Antwerpen, 031-353272

### Zijn hier toepassingen voor u bij?

- duidelijke spreekstem bij een visuele display,
- het gesproken woord waar hand/oog coördinatie noodzakelijk is, of de ruimteverlichting ontoereikend,
- ondersteuning bij verwerking van complexe informatie,
- het benadrukken van waarschuwingen,
- stap-voor-stap instructie.

Belt u 020 - 47 33 91

en vraag naar toestel 5110 of 5220 (!)  
voor de Speech Demonstratie.

U wordt dan direct verbonden met de sprekende chip. Speech moet u horen.

### BON

Zend mij meer informatie  
over TI's Speech Synthesis

naam onderneming \_\_\_\_\_

adres \_\_\_\_\_

postcode \_\_\_\_\_ plaats \_\_\_\_\_

telefoon \_\_\_\_\_

naam \_\_\_\_\_

functie \_\_\_\_\_

Opsturen naar één van onderstaande adressen.



Texas Instruments, de uitvinder van het IC, de microprocessor en de microcomputer.

## TEXAS INSTRUMENTS

European Semiconductor Division



Texas Instruments Holland B.V. (Semiconductor Div.) Postbus 283, 1180 AG Amstelveen, tel. 020-47 33 91  
Texas Instruments Belgium S.A./N.V. (Semiconductor Div.) Raketstraat 100, 1130 Brussel, tel. 02-7208000

# Spraaktechnologie in jaren '80

S.B. Crook

Hoewel het terrein van de elektronische spraaksynthese zich voortdurend uitbreidt maakt spraakcompositie daar toch nog geen deel van uit en dat is juist wat het publiek ervan verwacht en er in de nabije toekomst zeker ook van zal verlangen. Men dient echter wel te bedenken dat in het zicht van een veeleisende markt, waar men ten behoeve van een volgens klanten-specificatie samengestelde woordenschat naar natuurlijker stembuigingen zoekt, spraakanalyse- en coderingsprocessen nog steeds een van de belangrijkste oorzaken van de problemen vormen. Recente technische vooruitgang heeft bijgedragen tot de ontwikkeling van spraaksynthesizers die een uitermate goed verstaanbare klank leveren. Diezelfde processen bieden trouwens ook potentiële mogelijkheden voor het ontwikkelen van een natuurlijker en aanvaardbaarder spraakweergave ten behoeve van een algemeen consumentengebruik.

De uiteindelijke doelstelling van spraaksynthese is in de computer over een elektronische intelligentie te kunnen beschikken die syntactisch juiste en begrijpelijke zinnen formuleert en die ook articuleert. Bij de uiteindelijke analyse is de doelstelling om door middel van spraaksynthesetechnieken een goede verstaanbaarheid zowel als een goede natuurgetrouwheid te ontwikkelen. Zodra de spraaksynthesizer volledig in staat is om als met menselijke intelligentie overdrachtelijke uitdrukkingen te formuleren en te articuleren zal daarmee een eind komen aan de mechanische, robotachtige klank.

Duidelijk is, dat het doel van de spraaksynthese dient te zijn een technologie te ontwikkelen die over de intelligentie beschikt om begrijpelijke zinnen te for-

muleren. Het formuleren van uitdrukkingen met behulp van LPC (zie inzet), waarbij woorden en uitdrukkingen vloeiend in elkaar overgaan, levert een zeer natuurlijk klinkende, verstaanbare spraak op, maar met een beperkte woordenschat. Daarentegen is het niet mogelijk om een onbeperkte stroom digitale informatie in de synthesizer te sturen.

Over het geheel genomen produceren spraaksynthesizers een natuurlijk klinkende spraak, maar synthetische spraak is – zelfs met de huidige technologie – nog duidelijk te onderscheiden van menselijke spraak. Voor dit probleem zijn verschillende redenen aanwijsbaar. Zo is taal bijvoorbeeld in hoge mate overdrachtelijk. Dat wil zeggen dat aan elkaar geregen woorden gezamenlijk

een betekenis hebben die zich tot voorbij die van de individuele betekenis van de woorden uitstrekt. Omdat intelligentie onafscheidelijk is verbonden aan het ten behoeve van de synthese formuleren van een mededeling, uitdrukking of zin, houdt onze overdrachtelijke taal een zekere uitdaging in. Zo heeft een idioom vaak een overdrachtelijke betekenis. Neem bijvoorbeeld de uitdrukking „De tijd vliegt“. In letterlijke zin heeft deze uitdrukking geen enkele betekenis, maar overdrachtelijk des te meer. Dit duidt erop dat de betekenis van woorden heel vaak wordt bepaald door de context waarin ze worden gebruikt. Daaruit volgt dat het samenstellen en articuleren van overdrachtelijke uitdrukkingen een soort menselijke intelligentie vergt. Dat is het fundamentele probleem.

Het hoeft geen betoog dat spraak sterk verschilt van het geschreven woord. Het was dan ook tamelijk eenvoudig om voor het weergeven van tekst op een beeldscherm streng voorgeschreven, formele wijzen te ontwikkelen om informatie te rangschikken. Voor spraak gaat dit echter, door de problemen bij de digitale verwerking van audiopatronen en natuurlijk de problemen rond de intelligentie, niet op.

## Synthese

De vernieuwingen in de spraaksynthese die nodig zijn om een constante groei te kunnen waarborgen laten zich in een drietal tijdbestekken onderbrengen. Momenteel is het mogelijk om spraaksignalen op te slaan door de spraak met een klokfrequentie van 8 tot 10 kHz te bemonsteren en te bewerken. Dit levert een digitale datafrequentie voor de spraak op van 100 000 bit per seconde. PCM-codecs en compandertechnieken



(Illustratie: National Semiconductor)

zijn in volledig digitale telecomunicatiesystemen geheel geaccepteerd, maar de datasnelheid daarvan – 64 000 bit per seconde – is nog te hoog. Het antwoord daarop is geweest de ontwikkeling van Linear Predictive Coding (LPC) ten behoeve van de spraaksynthese. Met de komst van geheugenbouwstenen met een capaciteit van 128 Kbit en groter, werd het mogelijk om met LPC enkele minuten kwalitatief hoogwaardige spraak op te slaan in een geheugen dat met normale technieken slechts een of twee seconden spraak zou kunnen bevatten. Het geheim van deze methode schuilt in het feit dat het parameters van het volgende spraakmonster aan de hand van een lineaire combinatie uit de voorgaande spraakmonsters voorspelt.

Door gebruik te maken van LPC-modellen en allophonen zullen constructieve syntheses technieken tegen de jaren 1983-84 geleidelijke overgangen van het ene linguïstische geluid naar het andere mogelijk maken. Het daarop volgende probleem is dat een vorm van kunstmatige intelligentie moet worden ontwikkeld die de mededelingen op de wijze formuleert zoals wij normaal spreken. De doelstelling op langere termijn is duidelijk: het ontwikkelen van een produkt dat een mededeling formuleert. Hoewel toepassingen en spraakkwaliteit momenteel nog beperkt zijn, is er alle reden om te geloven dat de spraaksynthesetechnologie zoals die tegenwoordig wordt gebruikt de uiteindelijke oplossing zal kunnen betekenen voor het probleem van het formuleren van mededelingen. Tegen het eind van dit decennium zullen componenten beschikbaar zijn met voldoende intelligentie om zelf zinnen te formuleren. De problemen daarbij liggen natuurlijk voor de hand, zo berust bijvoorbeeld op dit moment de constructieve syntheses techniek nog op bouwstenen die bestaan uit linguïstische elementen – fonemen, allophonen

en half-lettergrepen (zie inzet). De vraag is of deze aanpak ook geschikt is om de lange-termijn doelstelling te realiseren: een computer die zelf een mededeling formuleert.

In spraak overgebrachte brokken informatie zullen altijd worden beïnvloed door onze vaardigheid om ze te interpreteren en te preciseren hoe ze elkaar beïnvloeden. Bekend is dat constructieve synthese met succes kan worden toegepast mits de elementaire bouwstenen goed zijn gedefinieerd. Hiervoor moesten echter voor tal van woorden vele jaren worden besteed om een volledig inzicht te krijgen in de wijze van manipuleren met deze elementen. Deze aanpak produceert een tamelijk omvangrijk spraakgebied met zeer goede verstaanbaarheid. Zo bestaat er een systeem dat tienduizend woorden tekst met een verstaanbaarheid van 97 of 98% in spraak kan omzetten. Deze methode berust echter op elektronische vormen van synthese en het ontbreekt daarbij wezenlijk aan natuurlijkheid en subtiliteit.

Een bestand van wezenlijke spraakdata kan een alternatief zijn voor het gebruik van linguïstische vormen. Zo is er een begin gemaakt met het werk aan tevoren opgestelde computerprogramma's voor het analyseren van grote aantallen woorden en het opstellen van een bestand van wezenlijke spraakdata. Deze informatie kan dan worden gebruikt voor het ontwikkelen van spraaksynthese die, in tegenstelling tot de waargenomen linguïstische elementen, op wezenlijk spraakelementen is gebaseerd. Dit kan uitmonden in een onbeperkte woordenschat die in de gewenste natuurlijkheid en verstaanbaarheid voorziet.

### Allophonen en fonemen

De oudere systemen, waarmee werd getracht spraak te produceren door het stemkanaal na te bootsen, leverden onnatuurlijk klinkende spraak. Deze ongewone eigenschappen waren een gevolg van het feit dat de synthetisch gegenereerde woordfragmenten (fonemen) niet voldoende informatie bevatten omtrent intonantie, klemtoon en artistiek laten klinken. Een methode om synthetische spraak natuurlijker te laten klinken is de fonemen op te delen in kleine woordfragmenten, de zogenaamde allophonen. Deze allophonen mogen worden opgevat als woordfragmenten die zijn gebaseerd op fonemen, maar waarvan de geluidsveranderingen afhangen van waar het foneem in het woord wordt gebruikt. Elke foneem kan dus meerdere verschillende allophonen hebben. Met allophonen kunnen woorden langs synthetische weg worden verkregen door eerst het woord in conventionele fonemen op te delen en vervolgens aan elke foneem die allophonen toe te kennen die het meest natuurgetrouw klinkende geluid opleveren.

### Linear Predictive Coding

Linear Predictive Coding (LPC) is geperfectioneerd tot een punt waarbij het tot de best begrepen en meest uitgebreide methoden voor spraaksynthese is geworden. Bij deze techniek bedient men zich van Linear Predictive Filters en wordt gebruik gemaakt van door bemonstering van de golfvorm verkregen statistische gegevens om het volgende signaalmonster te voorspellen. Een dergelijke voorspelling is alleen mogelijk als de statistische gegevens van de spraakgolfvorm niet veranderen met de tijd. Weliswaar is dat wel het geval, maar zo langzaam dat met LPC spraaksignalen kunnen worden gegenereerd. Het voordeel van LPC is dat met lage bitfrequenties kan worden gewerkt en verstaanbaar geluid wordt verkregen. Doornieuw bitfrequenties bij LPC zijn 1 tot 4,8 Kbit/s.

De halfgeleidertechnologie en de digitale verwerkingssystemen die nodig zijn om dit doel te bereiken zijn hedendaagse realiteit. Het probleem is de ontwikkeling van de synthese op lange termijn en kan het best als volgt worden geformuleerd: kunnen computers zoals we die vandaag de dag kennen, worden geprogrammeerd met de kunstmatige intelligentie die nodig is om een mededeling te formuleren? Dat is het probleem waarop men zich moet concentreren, want dat is wat het grote publiek waarschijnlijk verwacht.

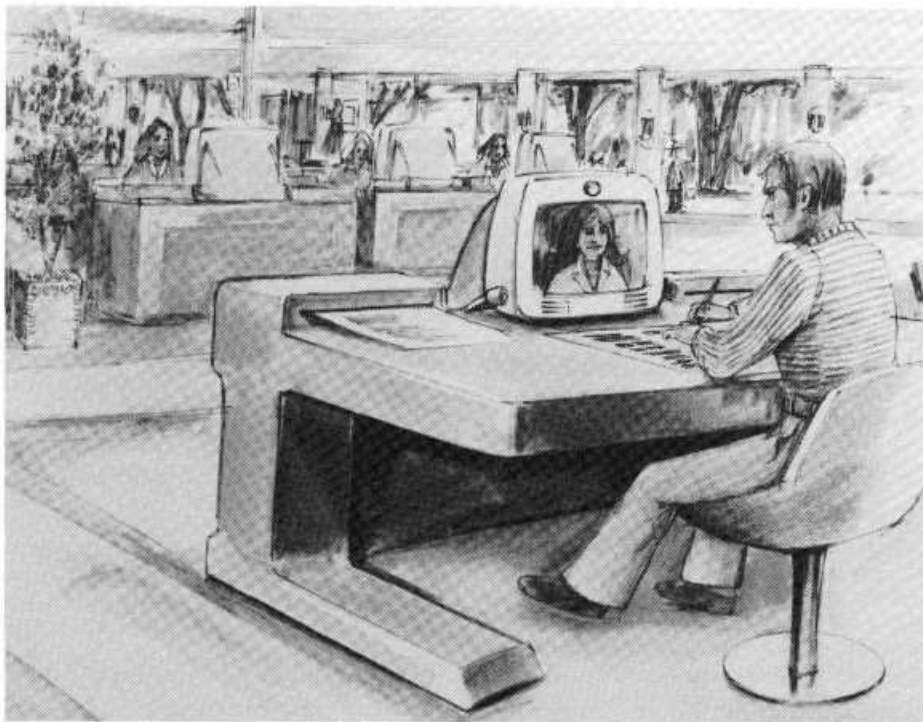
### Herkenning

Het is eenvoudig vast te stellen dat het terrein van de herkenning het moeilijkste is. Het is niet alleen een betrekkelijk nieuw terrein, maar het is ook uiterst gecompliceerd.

Nemen we bijvoorbeeld de hedendaagse stemherkenning. Momenteel weet de computer een aantal tevoren opgeslagen woorden te herkennen. Daarbij worden de uitgesproken woorden vergeleken met opgeslagen woorden en wordt een of andere vorm van schakelaar geactiveerd. Dit is woordherkenning van het simpelste niveau.

De doelstelling op korte termijn is woordherkenning. Spraak wordt langs synthetische weg gegenereerd uit opgeslagen digitale informatie die van feitelijke spraaksignalen is afgeleid. Omdat de spraak voor de communicatie van de mens het voornaamste hulpmiddel is en machines met een spraakuitgang nieuwe taken kunnen opnemen en bestaande taken efficiënter kunnen uitvoeren, dient de ontwikkeling van woordherkenning als van fundamenteel en onmiddellijk belang te worden beschouwd voor het uiteindelijk herkennen van uitdrukkingen ten behoeve van volledig interactieve spraaksystemen. Bij deze eerste stap dienen al onmiddellijk een aantal belangrijke problemen te worden opgelost alvorens de volgende stappen kunnen worden ondernomen. Zo is het bijvoorbeeld om tot de onmiddellijke doelstelling van woordherkenning te komen nodig dat de woorden als losse woorden worden uitgesproken en niet in elkaar overlopen of in elkaar vloeien, zoals bij normale spraak zo vaak gebeurt.

Het zijn de onzorgvuldigheden, achtteloosheid en dialecten bij de uitspraak die in dit stadium problemen bij de ontwikkeling van woordherkenning opleveren. Daarnaast dienen eveneens de problemen rond homoniemen (gelijkluidende woorden met verschillende betekenissen) en dialecten te worden opgelost. Dit zijn problemen die verband houden met de individuele spreker. Met andere woorden al het werk dat op dit moment wordt verricht beweegt zich in het vlak van de sprekerafhankelijke woord-



Afb. 2. In het kantoor van de toekomst zal volgens velen op grote schaal gebruik worden gemaakt van spraaksynthese en -herkenning. (Illustratie: AEG-Telefunken).

herkenning. Dit betekent dat de computer alleen woorden kan herkennen die door een bepaalde persoon worden uitgesproken.

Dit hoeft geen negatieve of sombere situatie te zijn. Met LSI en VLSI-technologie en nieuwe herkenningsalgoritmen kunnen ook dit soort problemen worden overwonnen. Deze verruimde woordherkenning is een tussentijdse doelstelling en dient zonder al te grote

problemen tegen 1983-84 te zijn opgelost. Relatief goedkope individuele woordherkenning wordt als een bereikbare mogelijkheid gezien en de wetenschappers hebben er al uiteenlopende successen mee geboekt.

De doelstelling op lange termijn is vrijwel identiek aan die van de spraaksynthese. Hierbij dient de mogelijkheid te worden ontwikkeld om spraaksignalen in machine-intelligente vorm te ver-

talen. Individuele woorden en uitdrukkingen dienen te worden herkend en de computer moet zo worden geprogrammeerd dat deze verstaat wat er wordt gezegd.

Vraagt het kopend publiek: „Kan ik tegen de computer praten?” dan bedoelt men eigenlijk: „Begrijpt de computer wat ik zeg?”. Begrijpen van een mededeling is hierbij dus van doorslaggevend belang. Met andere woorden, als iemand iets zegt dat in creatief opzicht uniek is, zal de computer dat dan herkennen, begrijpen en beantwoorden? Momenteel is het antwoord daarop: „Nee!” Over tien jaar zullen we daarop misschien „Ja” kunnen zeggen. Maar de doelstelling verschilt sterk van het herkennen van een aantal vast opgeslagen mededelingen. Het uiteindelijke doel is een onberperkte spraakherkenning.

Laten we deze procedure voor een beter begrip nog eens een stap verder voeren. Ook het herkennen van aaneengeregen woorden of uitdrukkingen levert problemen op. De woorden dienen zorgvuldig te worden gekozen en niet overdachtelijk te worden gebruikt. De woorden dienen zo te worden gekozen en uitgesproken dat ze exact uitdrukken wat de spreker wenst. De ontvangende computer dient zo te worden geprogrammeerd dat hij deze woorden en uitdrukkingen kan opnemen. Een dergelijke situatie is identiek aan het schrijven van een programma in Fortran, waarbij men eveneens beperkingen krijgt opgelegd in de taal die mag worden gebruikt. Met andere woorden de spreker dient Fortran- en geen Cobol-statements te gebruiken, omdat het een Fortran-programma betreft. Dit is noodzakelijk omdat de computer een procedurele machine is. Het uiteindelijke doel is op niet-procedurele wijze tegen de computer te kunnen praten. Waarom? Omdat de kopers – met inbegrip van onszelf – op die manier spreken. Dat stelt ons dan voor dezelfde problemen als bij de synthese, namelijk of computers over de mogelijkheden beschikken om een soort kunstmatige intelligentie in stand te houden die nodig is om niet-procedurele spraak te herkennen.

Bij de uiteindelijke analyse dient met twee spraakproblemen rekening te worden gehouden. Het functionele probleem is de vertaling van spraakdata in digitale data. Dit is een digitaal signaalverwerkingsprobleem, maar een probleem dat kan worden opgelost met de bestaande LSI- en VLSI-technologie. LPC-filters, synthese-componenten en signaalprocessoren op chipniveau vormen niet langer onoverkomelijke problemen meer.

#### Spraak applicaties

De wetenschappers dienen te bepalen



Afb. 3. Spraaksynthese plastisch voorgesteld. (Foto: Philips).

wat er met algoritmen en de huidige computer kan worden bereikt. Daarbij zal men zich voor een zeer reëel probleem gesteld zien. Bereiken wat het publiek denkt dat er werkelijk met spraakherkenning is te bereiken, is wellicht niet mogelijk. De reden daarvan is dat computers zonder procedurele statements geen tekst kunnen herkennen. Alle taal en woorden dienen binnen een sterk gestructureerde vorm beperkt te blijven. De computer zelf dient beter te worden begrepen. Spraak vergroot niet de intelligentie van de computer. We dienen allereerst duidelijk te maken wat we verstaan onder termen als „de computer praat” of „de computer luistert”. Vertaalt de computer eenvoudig de op een terminal getypte woorden in een stemsignaal en vertaalt hij het gesproken woord op soortelijke wijze als over het toetsenbord ingevoerde data? Op de lange termijn zal men wensen dat de computer op dezelfde niet-procedurele wijze zal kunnen spreken en luisteren als wij dat zelf doen. Toegegeven dient te worden dat een dergelijke respons van de zijde van de computer een intelligentiepeil vergt waartoe de computer wellicht nooit in staat zal blijken te zijn. Zeker is dat het apparaat momenteel niet tot een dergelijke respons in staat is.

De research heeft met betrekking tot het proces van het ontwikkelen van een bepaald synthese-niveau zowel als van herkenning een veelheid van informatie opgeleverd. Zo kan bijvoorbeeld de ontwikkeling van een digitale signaalvertaler, die spraak omzet in digitale waarden en daarna weer terug zet in spraak, wat van die problemen oplossen. Het geheim schuilt in wat er met de data gebeurt nadat die zijn vertaald. Wat er voor en na een vertaling gebeurt is niet zo onafhankelijk als men eens dacht dat het was. Het begrijpen van uitdrukkingen waarvan de woorden aan elkaar zijn geregen, hangt nauw samen met de redundantie van woorden en spraakdata en de correlatie tussen de woorden van een bepaalde zin.

De synthese kent nog steeds gebieden die we niet begrijpen. De woordherkenning van een tekst blijft moeilijk zelfs wanneer de woorden afzonderlijk duidelijk kunnen worden onderscheiden. En de herkenning van spraak is zelfs nog moeilijker als die ook nog moet worden vertaald. Zo kent bijvoorbeeld het vertaalproces aanzienlijke vertakkingen in de verwerking van data. Beiden zijn niet onafhankelijk, maar er is bovendien verrassend veel verschil.

Dit blijkt bijvoorbeeld bij spraaksynthese waarbij tijdens een opname woorden op sterk gestructureerde wijze aan iemand worden opgegeven. De betreffende persoon wordt gevraagd om het woord uit te spreken. Vervolgens worden de



Afb. 4. Een van de eerste sprekende consumentenartikelen was *Speak & Spell* van Texas Instruments.

spraakdata van het woord vastgesteld. Daarbij leren we echter al snel dat er voor een bepaald woord nog enorme verschillen in data kunnen optreden. Afhankelijk van hoe het woord wordt uitgesproken treden er aanzienlijke verschillen in de informatiestructuur op.

Taalkundige bewerkingsprogramma's ondervinden moeilijkheden met de woorden op grond van de klemtoon. Dat leert ons dat het proces van begrijpen van elk van de afzonderlijke woorden uit een zin niet geheel los staat van trachten de betekenis van die zin te begrijpen. Beiden zijn niet zo onafhankelijk als men wellicht zou wensen. Dit zijn geen twee verschillende afzonderlijke problemen, maar vormen in werkelijkheid slechts een probleem. Begrijpen van de afzonderlijke woorden betekent begrijpen van de betekenis van de zin, maar begrijpen van de betekenis van de zin zoals die wordt uitgesproken verschaft inzicht in de betekenis van de afzonderlijke woorden. Dit is een gevolg van de redundantie die in taal besloten ligt. We dienen onszelf dan ook af te vragen: „Kunnen de huidige computers die redundantie opmerken?” Dit vormt een belangrijk probleem en is, zelfs zonder vertaling van gesproken woord in spraakdata, moeilijk tot stand te brengen.

Sommige mensen zijn van mening dat de computer niet de juiste machine is om dit probleem aan te pakken. Zo is er bijvoorbeeld een stroming die betoogt dat uiteindelijk wel de geschikte algoritmen zullen worden ontwikkeld. Daarentegen betogen anderen met gelijke reputatie dat er intrinsieke beperkingen aan de computer kleven die de oplossing van deze problemen in de weg staan. Het aantal oplossingen vermenigvuldigt

zich met een fenomenale snelheid. Door grote aantallen woorden in te voeren groeit het aantal combinaties daarvan tot mogelijke uitdrukkingen tot astronomische waarden uit. Het zou vrijwel onmogelijk worden deze permutaties voldoende te kennen om de computer met de noodzakelijke informatie te programmeren. Zeker is dat een dergelijk algoritme niet is te definiëren. De onmiddellijke taak bestaat er dan ook uit om met LSI-chips een digitale signaalprocessor te ontwikkelen waarmee het probleem tegen 1984-85 kan worden opgelost.

#### Spraak versus de betekenis van spraak

De markt wordt de stuwende kracht achter meer waarneembare intelligentie van de computer. Naarmate meer producten met spraak worden geïntroduceerd zullen de reacties op die producten waarschijnlijk positiever zijn. Een goed voorbeeld van dit soort reacties op een dergelijk produkt vormt Texas Instruments' leerhulpmiddel *Speak & Spell*. Uitgaande van het mechanisme van de natuurlijke spraakproductie werd een model van dat productieproces opgenomen waarin digitale signaalverwerkingstechnieken werden toegepast. Dit produkt heeft een bijzonder gunstig onthaal gekregen. Een reden waarom het zo'n succes werd, is dat het zo levensecht klinkt, met een natuurlijk klinkende spraak. Tal van wetenschappers geloven dat de reacties op dergelijke producten in de nabije toekomst zo groot zullen zijn dat de gebruikers producten met meer merkbare intelligentie zullen verlangen.

De vraag naar meer merkbare intelligentie is er en zal in de toekomst alleen nog maar toenemen. We zullen dit verklaren. Als men tegen een produkt kan praten en het produkt beantwoordt die conversatie, dan zal men zeker geneigd zijn te denken dat dat produkt over een hoger intelligentiepeil beschikt. Men zal gefrustreerd raken en vervolgens boos worden als datzelfde apparaat die intelligentie niet blijkt te produceren. In termen van producten met spraakmogelijkheden weten we dat die niet over dezelfde intelligentie beschikken als de mensen die ze gebruiken. Maar dat is de huidige situatie. De markt daarentegen zal verwachten dat als dezelfde producten over drie jaar nog eens nieuw worden gekocht, ze dan ook grotere mogelijkheden zullen hebben. De slogan luidt creativiteit. De markt zal verlangen dat ze wat creativiteit bezitten.

Omdat de mens geneigd is om zich op onmiddellijke functionele problemen te concentreren, concentreren de spraakwetenschappers en technici zich momenteel op die creativiteit. Het is echter noodzakelijk, zelfs verplicht, dat naarmate een heel scala van consumenten-

industriële-, telecommunicatie- en militaire-produkten met spraakmogelijkheden beschikbaar komt, de uiteindelijke produkten met die creatieve mogelijkheden zullen zijn uitgevoerd.

### Nieuwe technologieën

In de industrie heerst nogal wat verwarring omtrent de uiteindelijke doelstellingen van de spraaksynthese en -herkenning. Mogelijk is dat een gevolg van het feit dat de industrie zich tot nu toe zo snel heeft ontwikkeld. Geheel los daarvan heeft de markt, die de stuwende kracht was achter meer merkbare intelligentie, kopers opgeleverd die spraakprodukten kopen zonder de huidige mogelijkheden ervan zelfs maar in te zien. Veel fabrikanten zien het toevoegen van spraak-mogelijkheden als een foefje om hun produkten te verkopen. Dit is des te tragischer omdat de mogelijkheden van de spraak tot ver voorbij het stadium van het foefje reiken en mogelijkheden voor echte conversatie in zich bergen.

In de begindagen van de TTL-schakelingen was het een rage om met deze componenten allerlei ludieke knipperende „kunstwerken“ te maken. Hoewel er aan tal van nieuwe produkten de lucht van een of ander foefje kleefde, was het toch de vraag naar door TTL geboden intelligentie die druk op de ontwikkeling van de microprocessor zette. Eenzelfde

soort druk zal vandaag zowel als in de toekomst tot intelligentere spraakprodukten leiden. De produkten van dit moment zullen waarschijnlijk volgend jaar zijn verouderd. De produkten die voor het komende jaar zijn gepland, zullen het daarop volgende jaar waarschijnlijk niet meer blijken te voldoen.

De markt zal de nodige druk uitoefenen om zowel vanuit het oogpunt van applicatie als van technologie, de mogelijkheden van het produkt te vergroten. Voor de industrie is het van belang dat die druk tijdig wordt gesignaleerd. Dit zal de voor belangrijke vernieuwingen in spraaktechnologie noodzakelijke prikkel verschaffen, zowel voor spraakherkenning als ten behoeve van de synthese.

De problemen op deze nieuwe terreinen zullen zeker worden opgelost, maar het zal op zijn minst nog de rest van dit decennium vergen om die taak tot een goed eind te brengen. De uiteindelijke oplossing zal een gemeenschappelijke zijn. Zo zal er bijvoorbeeld een machine komen die luistert en praat volgens dezelfde grondbeginselen. De gebruikte algoritmen zullen tal van gebieden gemeenschappelijk hebben en beide functies zullen in de machine zijn opgenomen. Hoewel de feitelijke synthese en herkenning afzonderlijke functies zullen zijn, zullen de vernieuwingen die het ene

probleem oplossen waarschijnlijk ook de vernieuwingen zijn die het andere probleem oplossen.

Een eerste stap bij het zoeken van oplossingen van deze beletsels is te erkennen dat computers op zich een beperkte bandbreedte hebben en dat er beperkingen zijn gesteld aan het soort algoritmen dat op een computer kan worden verwerkt. De oplossing is dan ook niet om nieuwe speciale architecturen of snellere computers te ontwikkelen, het alternatief is het bandbreedteprobleem op te lossen.

Er is wel eens gesteld dat dit uiteindelijk zou kunnen worden gerealiseerd door een veelheid van kleine computers te gebruiken. Mocht dit als een deugdelijke aanpak worden beschouwd, dan dienen de ontwerpers zich er wel van bewust te zijn dat het onmogelijk is om voor het oplossen van het probleem 10 000 afzonderlijke microprocessoren te programmeren. Het resultaat is dat het oplossen van dit bandbreedteprobleem een ander probleem introduceert: programmeerbaarheid. De computer dient per definitie zelf-programmerend of zelf-organiserend te zijn. De oplossing van dit probleem op lange termijn zal dan ook waarschijnlijk vernieuwingen in computerintelligentie vereisen, waarbij gebruik wordt gemaakt van grote computernetwerken die zelf-organiserend zijn en die op de taal zelf berusten.

## APPLE MICROCOMPUTERS EN EPSON PRINTERS VOOR EXTREEM LAGE PRIJZEN!

|                                                |          |
|------------------------------------------------|----------|
| Apple 64K, incl. diskdrive en controller ..... | f 4662,- |
| Interface printer .....                        | f 300,-  |
| Sanyo 12", groen scherm ..                     | f 708,-  |
| 8 "Drives 2 x 630 Kbytes ..                    | f 6356,- |
| CP/M microsoft Z80 kaart ...                   | f 975,-  |
| Z80 kaart .....                                | f 411,-  |
| 16K RAM kaart werkt als language kaart ...     | f 381,-  |
| Pascal handboeken .....                        | f 123,-  |
| 80 koloms videx kaart .....                    | f 805,-  |
| Video swith voor 80 koloms kaarten .....       | f 106,-  |
| Enhancer toetsenbord modificatie .....         | f 381,-  |
| Viewdata kaarten met programmatuur .....       | f 360,-  |
| 2000 vel, blank, kettlingpapier                |          |
| A4-formaat met lengte perforatie .....         | f 55,-   |

### SOFTWARE:

|                                                    |         |
|----------------------------------------------------|---------|
| Volledige boekhouding en debiteuren-bewaking ..... | f 450,- |
| Fakturering .....                                  | f 350,- |
| zeer uitgebreide programmatuur beschikbaar.        |         |
| Printers: Daisy Systems, Anadex en Epson.          |         |

Informeer naar onze overige artikelen en prijzen:

telefoon 05788-2029

Alle prijzen zijn exclusief 18% BTW.

# Data Processing Systems

AUTOMATISERINGS-BEDRIJFSADMINISTRATIE-  
BEDRIJFSADVIEZEN-FINANCIERINGEN

Vlierstraat 12 - 8171 BC Vaassen - tel. 05788-2029

## NIEUW IN NEDERLAND !

DEMONSTRATIE  
de DGC talker is  
dagelijks te  
bekijken via de  
telefoon van  
16 tot 18 uur  
Tel. 01883-11300  
ma. 1/m vr/jdag



HIER SPREEKT  
DE DGC TALKER  
SPRAAKSYNTHESISER  
VOOR DE TRS 80\*

De DGC talker is een spraaksynthesiser welke gebruik maakt van een foneengenerator.

Hierdoor kan een bijna onbeperkte woordenschat worden samengesteld. De benodigde geheugen ruimte is 26 byte's voor de sturing van de interface, en  $\pm 10$  byte's per seconde spraak.

Alleen een luidspreker dient nog te worden aangesloten. Het apparaat heeft een ingebouwde voeding. In de meegeleverde gebruiksaanwijzing staan diverse voorbeelden om de DGC talker in te passen in bestaande programma's.

Tevens wordt een demo-programma op tape meegeleverd. Uit voorraad leverbaar. Levering onder rembours of na vooruitbetaling. Bestellingen schriftelijk of telefonisch.

BINNENKORT OOK LEVERBAAR  
VOOR DE APPLE, VIC, NEC, ENZ.

# 549.-

EXCL. BTW

## DGC COMPUTER SYSTEMS

KORENSCHOOFF 15 3224VA HELLEVOETSLOUIS TEL. 01883-11300  
BANK N.M.B. H./SLUIS REK. NO. 68 91 14 613 POSTGIRO 5265943

OOK VERKRIJGBAAR BIJ:



COMPUBEST B.V.  
KEERWEER 6  
3012 KB ROTTERDAM  
010 - 129392

Nenijwa  
Computer Services

Leendert Tulpalaan 3D  
6713 AV Ede  
Tel.: 08380-10856



Carel Vedder

POSTBUS 614  
3700 AP ZEIST  
TEL.: 03404-22828

DEALER AANVRAGEN WELKOM



# WELCOME OLIVETTI OPE'S PRINTERS



DM5100/5200

## DOT MATRIX PRINTERS

DM 5050: 100 char./sec; 9 needles  
DM 5100: 140 char./sec.; 9 needles  
DM 5150: 2 or 4 colour DM 5100  
DM 5200: 200 char./sec.; 9 needles  
DM 5280: 180 char./sec.; 16 needles  
high resolution.

### Options:

tractors; special interface; aut. sheet feeders; extra buffer; man. front feeders.



DY311

## DAISY WHEEL PRINTERS

DY 111: 10 char./sec.; low speed  
DY 211: 25 char./sec.; par. interface  
DY 311: 32 char./sec.; par. interface  
DY 821: 80 char./sec.; high speed

### Options:

tractors; special interfaces; aut. sheet feeders; 60 special daisy wheels.

**SUPERIOR PRINT QUALITY, VERY LOW  
NOISE, FULLY SUPPORTED, STOCK  
DELIVERIES, VERY ATTRACTIVELY PRICED**



electronics international bv

Adm. Banckertweg 22 - 2315 SR Leiden - Telefoon 071 - 14 60 45\*

### Authorized Dealers:

Techn. Bur. Verhoeff, Den Haag  
Tel. 070 - 55 13 24  
Basc. Comp. Systems, Rijswijk  
Tel. 070 - 900 100  
Computer Winkel, Groningen  
Tel. 050 - 13 14 27  
Windgassen Computers, Uden  
Tel. 04132 - 66805  
C.S.K., Rotterdam  
Tel. 010 - 11 29 26



signalen te construeren. Een voorbeeld is de zgn. *basis-band codering*, waarbij de broninformatie bestaat uit een als bron signaal fungerend residusignaal dat is onttrokken aan een laagfrequent signaal en de energie-inhoud van het onbrekend hoogfrequent deel. Bij de synthese wordt uit deze informatie een geschikt bron signaal geconstrueerd. Met meer geavanceerde methoden kunnen resultaten worden bereikt die vergelijkbaar zijn met die van golfvormcoders.

In het hiernavolgende zal een selectief overzicht worden gegeven van een aantal fundamentele technieken en kenmerken in spraak-specifieke datareductie. De nadruk zal liggen op tijddomein codering in golfvormcoders en vocoders. Het is opportuun te bedenken dat onder spraakcodering meestal dient te worden verstaan een (inverteerbare) datareducerende bewerking en een (inverteerbare) codering van de gereduceerde data. Op het typische coderingsaspect (alfabetkeuze, woord-codering versus vectorcodering, enz.) zal hier niet worden ingegaan. Wel zal eerst een beperkte karakterisering van spraak worden gegeven.

#### Kenmerken van spraak

Met spraaksignalen wordt hier bedoeld in de tijd bemonsterde spraak. Dit is een reeks amplitudemonsters met gelijke tijdafstand  $\{s(nT)\}$  of  $\{s(n)\}$  waarin  $n = \dots -2, -1, 0, 1, 2, \dots$  (met  $n=0$  een zekere tijdsprong) en  $T$  de bemonsteringsperiode (de bemonsteringsfrequentie is dan  $F_s = 1/T$ ). Spraak kan slechts worden beschreven in termen van distributies, dichtheden en zekere verwachtingen of (tijd-)gemiddelden. Fig. 2 toont twee fragmenten (momentopnamen): een stemhebbende „aa” (fig. 2a) en een stemloze „s” (fig. 2b).

Een aantal kenmerken valt hierbij op. Het fragment in fig. 2a („aa”) is schijn-periodiek en intenser dan het veel chaotischer segment in fig. 2b („s”). Beide zijn kenmerkend, enerzijds voor *stemhebbende* klanken, dit zijn door periodieke trillingen van de stembanden opgewekte klanken, en anderzijds voor *stemloze* klanken, dit zijn door spleten geloopte ruisachtige turbulente luchtstromingen. De amplitudedichtheid is gekenmerkt door een grote waarschijnlijkheid van zeer kleine tot kleine amplituden (stilteperioden en stemloze segmenten) en een niet onaanzienlijke waarschijnlijkheid van piek-amplituden (stemhebbende delen).

Er zit derhalve flink wat dynamiek in spraak ( $>40$  dB) die bovendien in de tijd varieert. Spraaksignalen zijn immers niet stationair en gegenereerd met een in de tijd van vorm veranderd klankvormend („kleurend”) kanaal (mond-, keel-

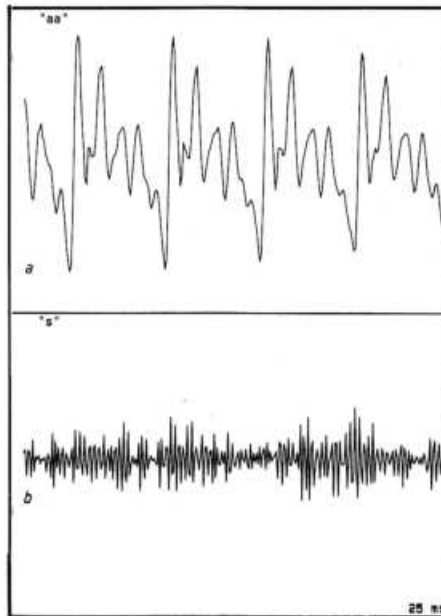


Fig. 2. Spraak in beeld: (a) stemhebbende „aa” en (b) stemloze „s”.

en neusholte) vanuit een niet constante bron. Vormveranderingen van het kanaal voltrekken zich evenwel voldoende langzaam om „locale” (schijn) stationariteit te kunnen rechtvaardigen. Voor niet te lange segmenten (gemiddeld 20 ms) wordt de amplitudedichtheid redelijk benaderd door een Gaussisch model. Voor spraakcodering is dit een niet onbelangrijk gegeven.

Wegens het schijn-periodieke karakter van stemhebbende spraak en de niet totale ongecorreleerdheid van stemloze

klanken zijn spraaksignalen in elk geval in zekere mate uit zichzelf voorspelbaar. Voor de mate van voorspelbaarheid is de mate waarin amplitudewaarden op korte en langere tijdafstanden onderling zijn gecorreleerd bepalend. Tot deze karakterisering dient de *autocorrelatie reeks* (en functie):  $\{r(k)\} = R$ , waarbij

$$r(k) = \frac{1}{n+1} \sum_{n=n_1}^{n=n_2} s(n)s(n-k), \quad 0 < k < N$$

$$n_2 - n_1 = N \text{ en } |r(k)/r(0)| < 1.$$

Voor ongecorreleerde signalen geldt  $r(k) = 0$  en  $k \neq 0$ .

Voor de volledigheid dient te worden opgemerkt dat de gegeven definitie van  $r(k)$  een stationaire reeks  $\{s(n)\}$  veronderstelt.

Voor spraaksignalen zal de segmentlengte  $N$  derhalve gemiddeld 20 ms bedragen. Het is niettemin van belang kennis te nemen van het feit dat  $r(k)/r(0)$  voor langere tijdsegmenten (orde van grootte van tientallen seconden) min of meer een exponentieel dalend verloop heeft als functie van  $k$ , met als typische waarde 0,9 voor  $r(1)/r(0)$ , wijzend op een zeer sterke correlatie van direct aangrenzende amplitudemonsters. Het verloop van  $r(k)/r(0)$  voor korte schijn-stationaire segmenten heeft een oscillerend karakter, minder of meer gedempt en meer of minder glad naar gelang het een stemhebbend dan wel een stemloos segment betreft. (zie fig. 3a).

Met het oog op frequentiedomein codering is de spraakkarakterisering in ter-

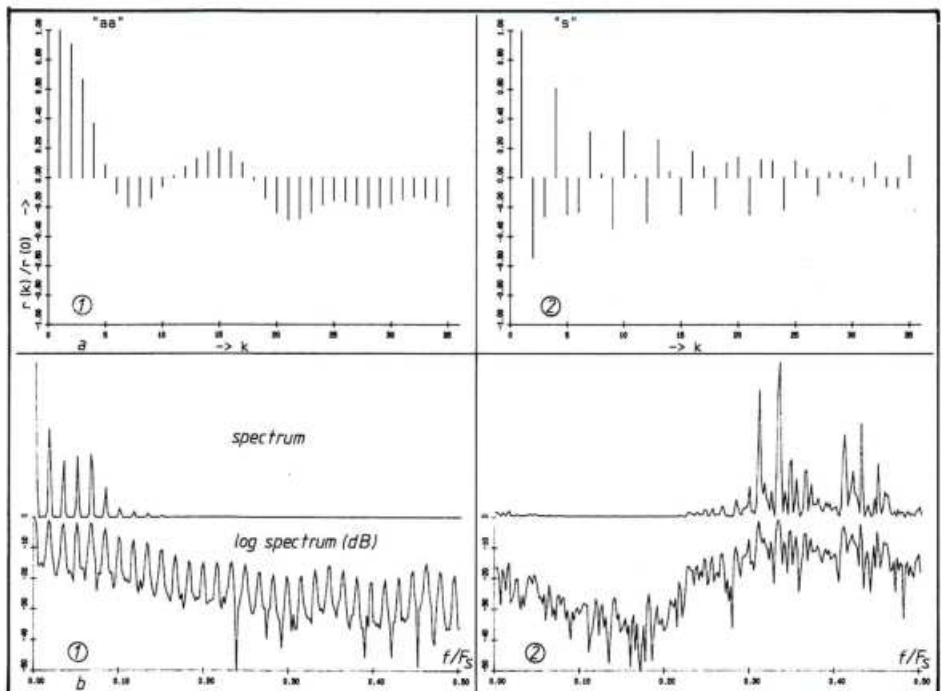


Fig. 3. Korte-segment karakterisering van spraak. a.: Correlatiefunctie van stemhebbende „aa” (1) en van stemloze „s” (2); b.: spectrum van stemhebbende „aa” (1) en stemloze „s” (2)

men van *spectrale vermogensdichtheid* (spectrum),  $W(\omega)$  of  $W(\theta)$  van belang. Het betreft de (waarschijnlijkheid van) verdeling van het spraakvermogen ( $r(0)$ ) over alle mogelijke frequenties  $f (= \omega/2\pi)$  of hoeken  $\theta (= \omega T = 2\pi f/F_s)$ . Over langere tijd gemiddeld (orde van grootte van 10-tallen seconden) oogt de spectrale dichtheidsfunctie van spraak min of meer als die van een laagdoorlatend gefilterde witte ruis. Witte ruis heeft een vlak spectrum. Natuurlijk zijn spraaksignalen begrensd in bandbreedte, en niet in de eerste plaats door een bewuste bandbegrenzing tot de helft van de monsteringsfrequentie:

$$f_{\max} \leq F_s/2 \text{ of } \theta \leq \pi \text{ (Nyquist-theorema)}$$

maar gewoon omdat het spraakkanaal als akoestische pijp met caviteiten begrenste kleuringscapaciteiten heeft.

De twee karakterizeringen, autocorrelatie (tijd) en spectrum (frequentie) zijn geheel equivalent. Autocorrelatiefunctie en spectrale dichtheidsfunctie zijn zgn. Fourier-paren, waarbij de Fourier-transformatie een orthogonale, en dus simpel omkeerbare, transformatie is van tijd-domein naar frequentiedomein. Dergelijke transformaties spelen een grote rol in frequentiedomein golfvormcoders. Ze lenen zich zeer goed voor hardware-implementaties in „real-time” toepassingen. De korte-segment spectra die behoren bij de kortesegment correlatiefuncties in fig. 3a, zijn afgebeeld in fig. 3b. Stemloze klanken klinken, zoals het spectrum 2 in fig. 3b laat zien, als hoogfrequent gefilterde ruis. Spectra van stemhebbende klanken, met als typisch voorbeeld het klinkerspectrum 1 in fig. 3b, tonen een andere spectrale verdeling.

Er is een *fijn-structuur* die de stemband trillingsfrequentie, de zgn. pitch-frequentie, en vele harmonischen daar-

van verraadt, en die gesupperponeerd is op een *omhullende spectrum*, het zgn. *kanaalspectrum*. Spectrum 1 van fig. 3b laat zien dat lage frequenties relatief de „boventoon” voeren. Het zijn niettemin de hoogfrequent componenten die, tezamen met de fijnstructuur, verantwoordelijk zijn voor de subjectieve „natuurlijkheden” kenmerken van spraaksignalen. Merk op dat de omhullende structuur in het stemhebbend spectrum een aantal (gemiddeld 3 tot 5) uitgesproken hobbels vertoont, de zgn. *formanten*.

Het zijn de resonantiefrequenties (gedempte trillingen) van het spraakkanaal, en iedere stemhebbende klank heeft zijn eigen karakteristieke stel formanten. Zij zijn verantwoordelijk voor de specifieke „kleur” van klinkers die ontstaat door de voorkeursbehandeling die de harmonischen van de pitch-frequentie via deze formanthobbels krijgen toebedeeld ten opzichte van deze die „naast” de eigenresonanties vallen.

Tenslotte is het goed te wijzen op het feit dat de mate waarin en de wijze waarop het spectrum (het signaal) afwijkt van een vlak spectrum (een ongecorrleerd signaal), maatgevend is voor de voorspelbaarheid van, spraaksignalen. Dit is van belang voor de hierna te bespreken (optimale) kwantiserings- en coderingsmethoden.

#### Kwantiseren van spraaksignalen: PCM

In een digitale context zullen na het discretiseren van spraak tot signalen  $\{s(nT)\}$  slechts een beperkt aantal codewoorden (bijv.  $2^b$  binaire woorden van  $b$  bits) ter beschikking zijn voor het weergeven van de amplituden  $s(n)$ . Een verdere discretisering, nu van de amplituden, of *kwantisering* is derhalve nodig: de verzameling amplituden moet worden afgebeeld op de verzameling

codewoorden door kwantisering tot een van de daarmee bereikbare ( $2^b$ ) niveaus. De combinatie van equidistante tijdsdiscretisatie en binaire amplitudekwantisering heet *pulscode modulatie* (PCM). Daar  $\{s(nT)\}$  in bandbreedte is begrensd tot  $\frac{1}{2} F_s$  ( $F_s = 1/T$ ), zal met decoderingsmiddelen de omgekeerde afbeelding en laagdoorlatend filteren (afsnijfrequentie  $\frac{1}{2} F_s$ ), de originele spraak worden teruggewonnen, althans op de kwantiseringsfout, of -ruis, na.

Het is goed deze maat voor het verschil tussen originele en teruggewonnen spraak (een kwaliteitsverlies) wat nauwkeuriger in beeld te brengen. In fig. 4a is een *uniforme* kwantiseringsafbeelding getekend. Er staat dit: voor alle gehele waarden  $k$  tussen  $-3$  en  $+3$  wordt  $s(n)$  groter dan  $(k - \frac{1}{2})d$  en kleiner dan of gelijk aan  $(k + \frac{1}{2})d$  afgebeeld op  $\hat{s}(n) = kd$ . Alle  $s(n)$  groter dan  $3,5d$  (kleiner dan  $-3,5d$ ) satureren op  $\hat{s}(n) = 3d$  ( $\hat{s}(n) = -3d$ ). Hierin is  $d$  de *stapgrootte*. Er zijn 7 niveaus die bijvoorbeeld met  $2^3 - 1$  binaire woorden van 3 bits zijn te beschrijven (een achtste niveau op  $-4d$  met code 100 zou kunnen worden toegevoegd).

Ten aanzien van de karakterisering van de *kwantiseringsfout*  $q(n) = s(n) - \hat{s}(n)$ , zijn de volgende drie onderstellingen wezenlijk. Vooreerst zal  $\{s(n)\}$  voldoende complex zijn om de onderstelling te kunnen rechtvaardigen dat alle waarden van  $q(n)$  tussen  $-d/2$  en  $+d/2$  met gelijke waarschijnlijkheden voorkomen. Dit impliceert derhalve dat  $s(n)$  zeer waarschijnlijk binnen het kwantiseringsbereik ligt ( $7d$ ), zodat overloop of saturatie slechts zeer sporadisch kan optreden.

Als spraaksignalen gesegmenteerd in korte blokken ( $\pm 20$  ms) met een Gaussische amplitudedistributie kunnen worden gemodelleerd (gemiddelde waarde

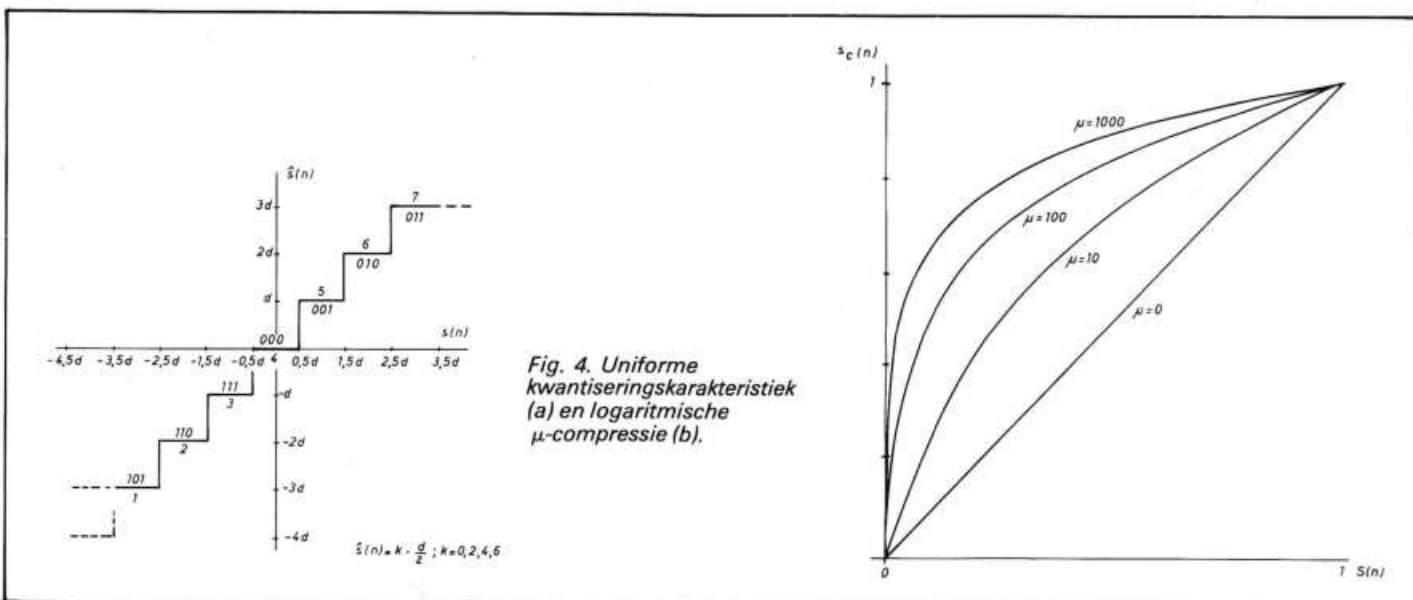


Fig. 4. Uniforme kwantiseringskarakteristiek (a) en logaritmische  $\mu$ -compressie (b).

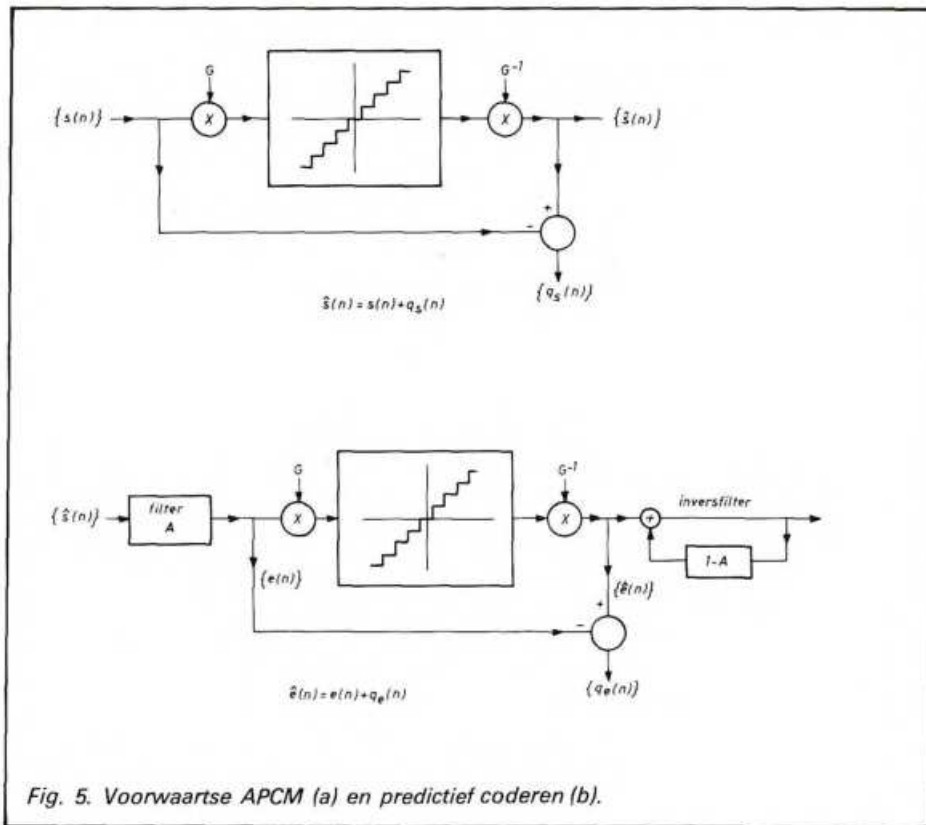


Fig. 5. Voorwaartse APCM (a) en predictief coderen (b).

nul en blok variantie  $\sigma_s^2 = r(0)$ , zal de waarschijnlijkheid dat  $s(n)$  buiten een kwantiseringsschaal  $[-4\sigma_s, +4\sigma_s]$  valt slechts 1 op 10.000 bedragen. Een stapgrootte  $d$  van  $8 \sqrt{r(0)} 2^{-b}$  ( $b=3$  in fig. 4) is dan ruim bevredigend. Verder zal de stapgrootte klein genoeg zijn (het aantal bits  $b$  groot genoeg) om de onderstelling te schragen dat de kwantiseringfout niet is gecorreleerd met  $\{s(n)\}$  noch met zichzelf. De kwantiseringfout kan dan worden gekenmerkt door een gemiddeld-kwadratische waarde (variancie of ruisvermogen)  $\sigma_q^2 = \frac{d^2}{12}$ . Een maat

voor de kwantiseringsschaal is gebruikelijk de verhouding tussen signaalvermogen en (kwantisering)ruisvermogen, op een logaritmische schaal:

$$\text{SNR (dB)} = 10 \log_{10} \frac{\sigma_s^2}{\sigma_q^2} \cdot O_p$$

op grond van alle voorafgaande onderstellingen wordt voor  $b > 2$ :  $\text{SNR (dB)} = 6b - 7,269$ , dit is, voor elke bit 6 dB winst. Anders gezegd, een signaal/ruis-verhouding van 65 dB vergt  $b=12$  bits en geeft een informatiestroom van  $bF_s = 120.000 \text{ bit/s}$  ( $F_s = 10 \text{ kHz}$ ). Dit vergt niet alleen een enorm aantal bits, het is zelfs een zeer geflateerde schatting, en wel op grond van het volgende.

Volgens de eerder gegeven formule  $\text{SNR (dB)} = 6b - 7$  zou een 7 bit uniforme kwantisering een signaal/ruis-verhouding van 35 dB opleveren. Een dergelijke relatie, SNR versus  $b$ , is echter gebaseerd op de onderstelling dat het gaat

om stationaire signalen met bekende variantie. Spraak is daarentegen niet stationair en heeft een grote dynamiek, dit is een grote variatie van het vermogen over korte schijnstationaire segmenten. Voor een 35 dB signaal/ruis-verhouding zijn bij spraak dan ook niet 7 maar 12 bits nodig (waar de gegeven formule bij 11 bits een verbetering van zo'n 30 dB voorspelt t.o.v. 7 bits!).

Toch is met 7-bit codering een 35 dB SNR haalbaar en wel door zogenaamde *compressie-expansie codering* (compander) of algemener, door niet-uniforme kwantisering. Bij niet-uniforme kwantisering worden frequent aangeboden kleinere amplituden fijner gekwantiseerd dan sporadisch voorkomende piekamplituden. Niet-uniform kwantiseren is in dit geval hetzelfde als uniform kwantiseren van het gecomprimeerd signaal. Zeer wel bekend is de exponentiële kwantisering (logaritmische compressie) volgens zgn.  $\mu$ -compressie (fig. 4b) of A-compressiewetten. A-compressie is een voor kleine  $s(n)$  gelineariseerde versie van  $\mu$ -compressie. Hoewel deze techniek traditioneel in gebruik is blijft het niet-stationaire gedrag van spraak niet op de voet volgt.

Het kan dus beter, en wel door middel van adaptief coderen: *adaptieve pulse-code modulatie APCM*. Bij APCM wordt de stapgrootte, bij al of niet uniform

kwantiseren, gestuurd door het gemiddelde vermogen van het spraaksignaal. Een eenvoudig voorbeeld is het uniforme kwantiseringsschema van fig. 4a, waarin nu  $d=d_n$  en wel zodanig dat  $d_n = d_{n-1}$ .  $S(\hat{s}(n-1))$  met  $S(\hat{s}(n-1))$  als multiplicatieve schaalfactor die slechts afhangt van het niveau van het gekwantiseerde signaal op het „vorige” tijdstip, dit is van de laatste waarde van  $k$ . Dit is een achterwaarts APCM schema.

Een voorwaarts APCM schema is getekend in fig. 5a. Daarin is  $G$  een adapterende schaalfactor waarmee wordt bereikt dat de (uniforme) kwantiseringsoperator de spraak krijgt aangeboden als segmenten (typisch 20 ms) van gelijk vermogen. Dit is dan een equivalent voor een niet-uniforme kwantisering.

Het is goed erop te wijzen, dat maximaliseren van de signaal/ruis-verhouding (via minimaliseren van het vermogen van de uniforme kwantiseringsschaal) een objectief criterium is dat, in (A)PCM, het korte-segment spraakspectrum niet-selectief verstoort. Het spectrum van spraak (fig. 3b) is evenwel niet vlak, zodat „vlakke” kwantiseringsschaal ongelijk wordt gemaskeerd: meer in het laag- en minder in het hoogfrequent gebied (althans voor stemhebbende spraak). Dit wordt door het spectraal selectief luis-terend oor niet als aangenaam ervaren. Aan dit subjectief criterium kan tegemoet worden gekomen door de kwantiseringsschaal te „kleuren” (spectraal vorm te geven) in overeenstemming met het spraakspectrum. Hoe dit kan worden gerealiseerd zal duidelijker worden bij het bespreken van de predictieve coderingstechnieken.

Bij logaritmische en adaptieve PCM van spraaksignalen is de informatiereductie slechts een correctie voor de in dit specifieke geval niet toepasbare onderstellingen waarop de SNR versus  $b$  relatie van PCM is gebaseerd. Van werkelijke datareductie is pas sprake als gebruik wordt gemaakt van de voorspelbaarheid van spraaksignalen.

#### Redundantie reducerend coderen: (A)PC

Voorspelbaarheid kan zowel worden gemeten in het tijddomein (correlatie  $R$ ) als in het frequentiedomein (spectrum  $W(\theta)$ ).

$r(0)$  is het gemiddelde vermogen

$$\frac{1}{N} \sum_N s(n)s(n)$$

van een (vaak met een venster gewogen) spraaksignaal van lengte  $NT$  (Nyquist bemonsterd met frequentie  $F_s = \frac{1}{T}$ ). Als  $\{s(n)\}$  niet ge-

correlleerd is, dan is  $r(k) = 0$  voor alle  $k$  ongelijk aan 0, en dan is  $W(\theta)$  constant en gelijk aan  $r(0)$ . Dat wil zeggen dat dan

de logaritme van de verhouding  $W(\theta)/r(\theta)$ , een genormaliseerd logaritmisch spectrum, zeg  $P(\theta)$ , gelijk is aan nul. Het gemiddelde van  $P(\theta)$  wordt gebruikt als maat voor de „vlakheid” van het spectrum  $W(\theta)$ , en wel in een zodanig genormaliseerde vorm dat deze maat, zeg  $R(W)$ , varieert tussen 0 en 1 en slechts 1 is als  $W(\theta)$  vlak is.

Redundantie reducerend coderen in het tijddomein kan nu worden omschreven als een techniek waarbij aan de kwantiseringsoperator een uit het spraaksignaal  $\{s(n)\}$  afgeleid residusignaal  $\{e(n)\}$  wordt aangeboden met een zodanig spectrum  $W_e(\theta)$  dat geldt  $R(W_e) > R(W_s)$ .

Het signaal  $\{e(n)\}$  is dan zwakker gecorreleerd, dat wil zeggen minder voorspelbaar en daardoor minder redundant. Er is meer. Stel dat

$$e(n) = s(n) + a_1s(n-1) + \dots + a_p s(n-p) \quad (1)$$

Dan kan worden aangetoond, dat  $R(W_e) = R(W_s) \cdot r_s(0)/r_e(0)$ , mits aan een bepaalde voorwaarde van omkeerbaarheid is voldaan. Dit laatste is een voorwaarde waaraan overigens altijd kan worden voldaan.

De winst  $G_p = r_s(0)/r_e(0)$  (signaal/residu-verhouding in dB is

$$10 \log_{10} \frac{r_s(0)}{r_e(0)})$$

zal derhalve groter zijn dan 1 als het vermogen  $r_e(0)$  kleiner is dan het spraakvermogen  $r_s(0)$ . En omdat, voor een gegeven informatiestroom, dat wil zeggen een gegeven aantal bits  $b$ , het vermogen van de kwantiseringsruis grosso modo evenredig is met het vermogen dat aan de kwantiseringsoperator wordt aangeboden, zal in dit geval kwantisering van het residusignaal leiden tot een kleiner ruisvermogen, dat wil zeggen tot een grotere (spraak) signaal/ruis-verhouding

$$SNR(dB) = 10 \log_{10} \frac{r_s(0)}{r_q(0)}$$

Als de verzameling van coëfficiënten  $A = (1, a_1, \dots, a_p)$  in het bovenstaande verhaal benozen dat  $r_e(0)$  minimaal is, dan wordt de som

$$-\sum_{i=1}^p a_i s(n-i) = \hat{s}(n)$$

een optimale lineaire predictie (orde  $p$ ) van  $s(n)$  genoemd, alle  $n$  in het segment van lengte  $N$ . Het residusignaal  $e(n) = s(n) - \hat{s}(n)$ , met minimaal gemiddeld vermogen, is dan de kwadratisch geminimaliseerde predictie-fout:

$$r_e(0) = \frac{1}{N} \sum e(n)e(n) \text{ is minimum.}$$

De operatie (1) heet spectraal vervlakend, of ook wel wit-makend filteren, omdat het residusignaal  $\{e(n)\}$  een vlakker spectrum heeft dan het spraaksig-

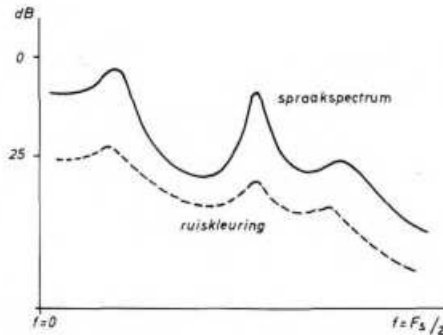


Fig. 6. Spectrale verdeling van kwantiseringsruis en spraakvermogen.

naal  $s(n)$ , ( $R(W_e) > R(W_s)$ ) en dus zwakker gecorreleerd is, dat wil zeggen meer het karakter van witte ruis heeft. De eerder genoemde omkeerbaarheidsvoorwaarde garandeert dat het spraaksignaal door *invers filteren* uit het gekwantiseerde residusignaal kan worden geregenereerd, en wel als volgt:

$$e(n) = s(n) + a_1s(n-1) + \dots + a_p s(n-p) \quad \uparrow \\ \text{residu uit spraak}$$

$$\hat{e}(n) = e(n) + q_e(n) \leftarrow \text{kwantiseren}$$

$$\hat{s}(n) = \hat{e}(n) - a_1\hat{s}(n-1) - \dots - a_p\hat{s}(n-p) \quad \uparrow \\ \text{spraak uit residu}$$

De laatste stap is stabiel, in de zin dat de afstand van  $\{\hat{s}(n)\}$  tot  $\{s(n)\}$  slechts wordt bepaald door de afstand van  $\{\hat{e}(n)\}$  tot  $\{e(n)\}$ .

De hierboven beschreven wijze van coderen heet *predictief coderen* (PC) en is in beeld gebracht in fig. 5b. Als bovendien de verzameling coëfficiënten  $A$  voor opeenvolgende korte schijnstationaire spraak segmenten (typisch 20 ms) bijgesteld worden voor bij de segmenten horende optimale predictie, spreekt men van *adaptief predictief coderen* (APC).

Er werd al eerder gewezen op de mogelijkheid om kwantiseringsruis te wegen, of te kleuren, ten einde deze beter achter de spraak te verbergen in overeenstemming met de selectieve ge-

voeligheid van het oor voor kwantiseringsdistorsie. Het schema van fig. 5b geeft zulk een, wellicht ongewilde, ruiskleur als gevolg van een met  $A$  gewogen, dus frequentie-afhankelijke accumulatie. Dat wil zeggen filtering van de kwantiseringsruis. Het spraaksignaal wordt immers gesynthetiseerd door filtering van het gekwantiseerde residusignaal  $\{\hat{e}(n)\}$ , dat wil zeggen van zowel het residusignaal  $\{e(n)\}$  als de kwantiseringsruis  $\{q_e(n)\}$ . De verhouding van het spectrum van de coderingsruis  $\{s(n) - \hat{s}(n)\}$  en het spectrum van de kwantiseringsruis  $\{q_e(n)\}$  heeft het verloop van  $W_h(\theta)$ , d.i. het spectrum van  $\{h(n)\}$ . Nu kan worden aangetoond dat  $r_e(0)W_h(\theta)$  een optimale benadering is van (de omhullende van) het spraakspectrum  $W_s(\theta)$ , dat wil zeggen van het spraakformanten- of kanaalspectrum, zie fig. 3b. Met andere woorden, het schema van fig. 5b geeft een ruisspectrum dat min of meer een (laagvermogen) kopie is van het spraakspectrum zelf, zie fig. 6.

Nogmaals, het oor waardeert signaal/ruis-verhoudingen niet gelijkelijk over alle frequenties en het maskeringsschema van fig. 6 is subjectief niet optimaal. Een betere maskering blijkt te worden verkregen door nog meer ruis te concentreren tegenover de spraakspectrumhobbels (formanten) en door minder ruis te accepteren tussen deze concentraties van vermogen en in het hoogfrequent gedeelte (althans voor het voorbeeld van stemhebbende spraaksegmenten).

Fig. 7 toont een coderingsschema waarin extra kleur van kwantiseringsruis als mogelijkheid voorhanden is, en wel door een terugkoppeling van de gefilterde kwantiseringsruis  $\{q_e(n)\}$ , (filter  $F$ ).

De vraag zal wellicht zijn opgekomen waarom de in kwantiserings- en coderingstechnieken bekende namen als differentieële pulscodemodulatie (DPCM) en delta modulatie (DM) niet in dit verhaal zijn gevallen. Het antwoord hierop is eenvoudig: DPCM en DM zijn bijzondere (hoewel, historisch gezien

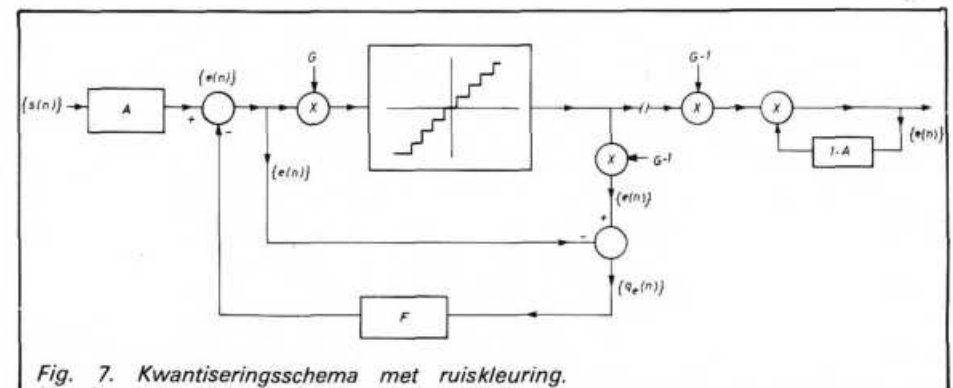
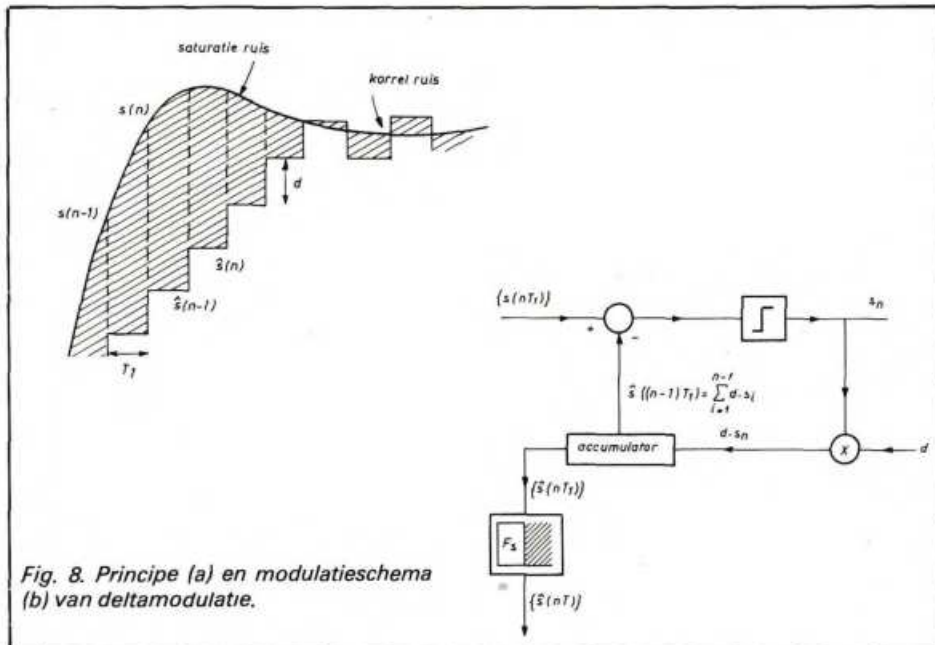


Fig. 7. Kwantiseringsschema met ruiskleur.

voorlopers) en wel uiterste gevallen van PC. In zijn eenvoudigste vorm is DPCM een eerste orde, niet-optimale predictieve codering. Dat wil zeggen dat niet  $\{s(n)\}$  maar  $\{s(n) + a_1 s(n-1)\}$  wordt gekwantiseerd met  $a_1 = -1$ . Aangetoond kan worden, dat een SNR winst slechts dan resulteert als de correlatie tussen naburige amplituden ( $r(1)$ ) in  $\{s(n)\}$  groter is dan 0,5. (Voor stemhebbende spraak is  $r(1)/r(0)$  typisch 0,9).

In deze eenvoudige DPCM wordt de originele spraak door integratie teruggewonnen. Accumulatie van kwantiseringsfouten wordt voorkomen middels een terugkoppeling. Via het principe van lekkende integratie ( $|a_1| < 1$ ) is het een kleine stap naar een optimale damping, dit is een optimale lineaire predictor van orde 1. Een stap verder geeft hogere orde predictie waarbij in niet adaptieve schema's orden groter dan 2 tot 3 geen zin hebben zoals blijkt uit de eigenschappen van de autocorrelatiefunctie of het spectrum van lange segment spraaksignalen. Verdere winst kan dan slechts komen van adaptieve predictieve schema's, dat wil zeggen van korte segment analyses. Deltamodulatie (DM) is een ander uiterste. Het betreft een DPCM met slechts 2 kwantiseringsniveaus, dit is  $b=1$ . Bij DM wordt echter de correlatie tussen naburige amplituden in  $\{s(n)\}$  kunstmatig verhoogd door te bemonsteren met een frequentie  $F_{1,s}$  die groter is dan de Nyquist frequentie  $F_s$  (overbemonstering).

Fig. 8a toont het principe van DM. Het is een trapfunctie-benadering van  $\{s(nT_1)\}$ ,  $T_1 \ll T$ , als volgt: als  $s_n = \pm 1$  het teken is van het verschil tussen  $s(n)$  en de vorige trapfunctie waarde  $\hat{s}(n-1)$  van  $s(n-1)$  dan wordt de nieuwe stapfunctie-benadering van  $s(n)$  de waarde  $\hat{s}(n) = \hat{s}(n-1) + s_n$ . Met andere woorden  $\{s(n)\}$  groeit met stappen  $d$  in de richting van  $s_n$ . Fig. 8b geeft het DM-schema. De kwantiseringsfout in DM is korrelruis (de trapfunctie oscilleert om het signaal heen) of saturatieruis (de trapfunctie blijft op een afstand van het signaal). In het eerste geval zal  $s_n \neq s_{n-1}$  in het andere geval zal  $s_n = s_{n-1}$ . Kwaliteitsverbetering



is mogelijk met adaptieve deltamodulatie ADM), waarbij de stapgrootte wordt bijgesteld volgens een of andere adaptatiewet.

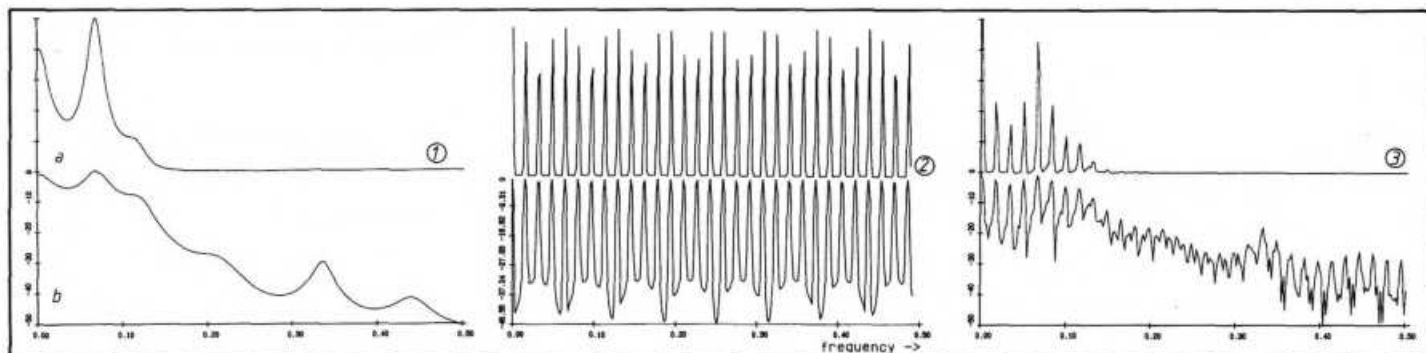
#### Redundantie reducerend modelcoderen (LPC-Vocoder)

Fig. 3b suggereert dat het spectrum van een segment schijn-stationaire spraak van tweeën een is: het spectrale beeld van stemloze spraak is dat van hoogdoorlatend gefilterde witte ruis; van stemhebbende spraak daarentegen is het vermogen min of meer geconcentreerd in een discreet aantal harmonischen. Dit spectrum lijkt op, en is ook, een bemonsterd continu spectrum, zoals is te zien in fig. 9 (vergelijk met fig. 3b, 2). Voor voldoende kleine waarden van  $f_0/F_s$  is fig. 9a het spectrum 1 duidelijk een omhullende van het spectrum 3. Het signaal dat 2 tot spectrum heeft, is een pulstrein: pulsen op onderlinge afstand  $1/f_0$ .

Fig. 9. Systeem en signaalspectra (a); 1: spectra van kanaal; 2: van bronsignaal; 3: van synthetische spraak. De overeenkomstige logaritmische spectra zijn weergegeven in (b).

Het is een uiterst eenvoudig model voor de trillende stembanden (stemfrequentie of pitch-frequentie  $f_0$ ), waarmee stemhebbende spraak wordt gegenereerd. In fig. 9a moet dan het spectrum 1 een model zijn voor het spraakkanaal als filter met spectrale filterkarakteristiek als geschetst, en waarin de hobbels (zie fig. 9b) de zgn. formanten zijn. Een vocoder is een spraakanalyse/synthese systeem waarin spraak gekarakteriseerd/gegenereerd wordt middels een model van zowel de fysische bron (pulstrein of witte ruis) als van het fysische kanaal (filter  $s$ ). De (gecodeerde) parameters die de modellen concretiseren leveren tezamen de informatie in deze redundantie reducerende spraak-model-codering.

Er is een aantal mogelijkheden denkbaar om het kanaal te beschrijven. (In klassieke kanaalvocoders en fasevocoders wordt gebruik gemaakt van wat later sub-band codering zal worden: spraak wordt in een aantal banden gefilterd en de verzameling sub-band signalen wordt hetzij in het tijddomein, hetzij in het frequentiedomein gekwantiseerd en gecodeerd). Een recentere vocoder is de



zogenoemde LPC-vocoder (LPC = lineaire predictieve codering), waarmee een drastische reductie van informatie beoogd wordt. In tegenstelling tot A(PC) wordt in de LPC-vocoder niet het middels lineaire predictie verkregen residusignaal, maar een model daarvoor gecodeerd.

Hier is, zeer beknopt, het idee. Vooreerst kan worden aangetoond, dat een continu spectrum, zeg 1 in fig. 9a, kan worden gefactoriseerd, dat wil zeggen, er bestaat een met een filter  $H$  te benaderen functie, impulsresponsie  $\{h(n)\}$ , zodanig dat  $W_h(\theta)$  dit spectrum (optimaal) benadert. Voorts zal de lezer zich herinneren dat bij de bespreking van (A)PC, van het spectrum  $r_e(0)W_h(\theta)$ , waarin  $W_h(\theta)$  het spectrum is van het bij (A)PC gebruikte inverse (synthese) filter en  $r_e(0)$  het gemiddelde vermogen is in het residusignaal, gezegd is dat dit spectrum een optimale benadering is van (de omhullende van) het spraakspectrum.

M.a.w., voor voldoende kleine waarden van de pitch-frequentie ( $f_0$ ) zal het A(PC) inverse filterspectrum  $r_e(0)W_h(\theta)$  het spraakspectrum 3 in fig. 9a omhullen. Dit betekent dat, steeds voor voldoende lage  $f_0$ , het inverse filter  $H = \{h(n)\}$  met spectrum  $W_h(\theta)$  het kanaal met spectrum 1 in fig. 9a optimaal zal modelleren. (Voor grotere waarden van  $f_0$  zal  $r_e(0)W_h(\theta)$  nog steeds het spraakspectrum modelleren, nu inclusief een deel van de fijnstructuur; het zal dus geen omhullend spectrum zijn, dus ook geen model voor het fysische spraakkanaal). In de LPC-vocoder wordt derhalve het fysische spraakkanaal in model gebracht met het (inverse) filter  $H$ , of op equivalente wijze met de parameters in  $A = (1, a_1, \dots, a_p)$ , of met elke equivalente verzameling parameters.

Een dergelijk filter is getoond in fig. 10. Het is interessant hier op te merken dat dit filter niet zomaar het filter  $H$  implementeert maar, meer nog, een werkelijk model is voor het fysische spraakkanaal: een akoestische pijp met caviteiten. Dit filter (en equivalente structuren ervan) heeft numeriek zeer aantrekkelijke eigenschappen en leent zich als geen ander voor implementatie in een VLSI-IC.

Tenslotte geeft fig. 11 een relatie tussen het A(PC) residusignaal en het LPC bron-signaal.

#### Transformatie coders en sub-band coders

Tot besluit volgt hier voor de volledigheid nog een enkel woord over de zogenoemde adaptieve transformatie codering (ATC), en sub-band codering (SBC).

Van een spraaksignaal kan een kort

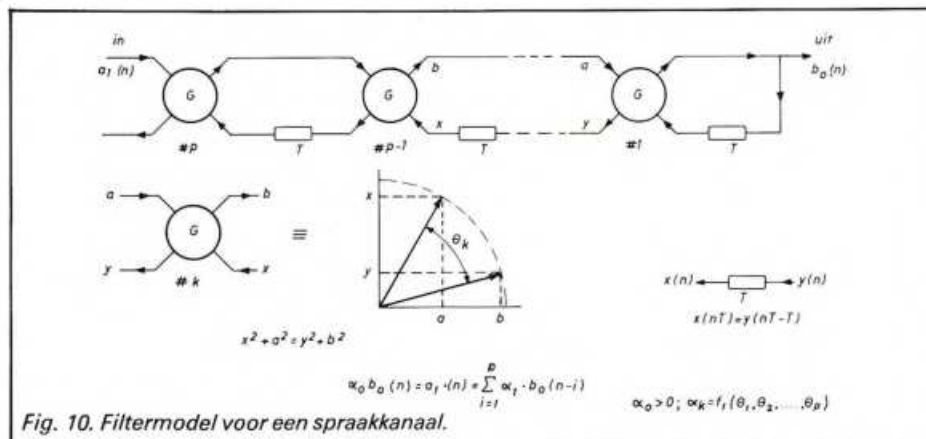


Fig. 10. Filtermodel voor een spraakkanaal.

schijn-stationair segment  $\{s(n)\}$  van lengte  $N$  worden getransformeerd van het tijddomein naar het frequentiedomein:  $\{s(n)\} \rightarrow \{W_k\}$ , lengte  $N$ , met behulp van zogenoemde orthogonale transformaties. Hiervan is de discrete Fouriertransformatie het bekendste voorbeeld, maar in de context van spraakcodering wordt ook de discrete cosinustransformatie gebruikt. In beide gevallen is de inverse transformatie (noodig voor spraakregeneratie of -synthese) die transformatie zelf. De transformatiecoëfficiënten  $W_k = W(2\pi \frac{k}{N})$  worden meestal individueel gekwantificeerd, elk met eigen (uniforme) stapgrootte  $d_k$  en aantal niveaus  $2^k$ .

Voor een gegeven informatiestroom (aantal bits  $b = \sum b_k$  per seconde) kan een optimale toekenning  $b_k$  versus  $W_k$  worden bepaald. Aangehouden kan worden, dat de winst die kan worden verkregen t.o.v. pulscodemodulatie sterk gerelateerd is aan de eerder geïntroduceerde maat voor de vlakheid

van het spectrum, nl.  $1/R(w)$ . De winst bij ATC is dus vergelijkbaar met die bij APC, en dit is ook niet verwonderlijk daar beide coderingsschema's eenzelfde optimale reductie van redundantie in spraak beogen. Net als bij APC is ook bij ATC een optimale kleuring van de coderingsruis mogelijk.

Sub-band codering (SBC) tenslotte, is al eerder ter sprake gekomen en is een zogenoemde filterbankinterpretatie van discrete Fouriertransformaties van door een schuivend venster bekeken spraaksignalen. In SBC wordt elk spraaksegment gemoduleerd en gefilterd tot een groep signalen die individueel worden gekwantiseerd en gecodeerd. De groep filters bestrijken tezamen de gehele spraak band ( $0 \text{ Hz} \rightarrow \frac{1}{2} F_s \text{ Hz}$ ) maar kunnen deze zó verdelen, dat elk een formantgebied bestrijkt waardoor de kort-tijd correlaties ten gevolge van de spraak-specifieke formantstructuren ten volle kunnen worden benut.

Net zoals bij ATC de voor reconstructie benodigde (inverse) transformatie dezelfde is als de bij de analyse gebruikte (directe) transformatie, zal ook bij SBC de synthese van de spraak de omgekeerde bewerking (filteren en moduleren) zijn van de analyse met voor beide dezelfde filters. Hier zal niet verder worden ingegaan op de diverse wijzen waarop de conceptuele sub-band systemen in de praktijk worden gerealiseerd. Voor deze en andere verdere details wordt de lezer verwezen naar de literatuur, waarbij onderstaande referenties als wegwijzers kunnen dienen.

#### Literatuur:

J. L. Flanagan et al, „Speech Coding”, IEEE Trans. on Communications, vol. COM-27, No. 4, 710-737, (1979).

J. M. Tribolet and R. E. Crochiere, „Frequency Domain Coding of Speech”, IEEE Transactions on Acoustics, Speech and Signal Processing, Vol. ASSP-27, No. 5, 512-530, (1979).

J. D. Markel and A. H. Gray, Jr., „Linear Prediction of Speech”, New York, Springer-Verlag, 1976.

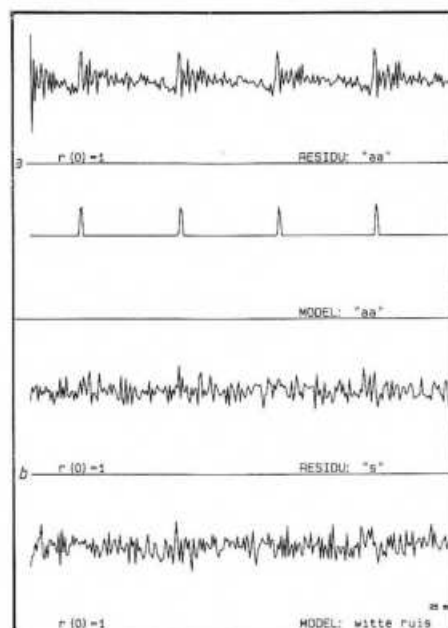
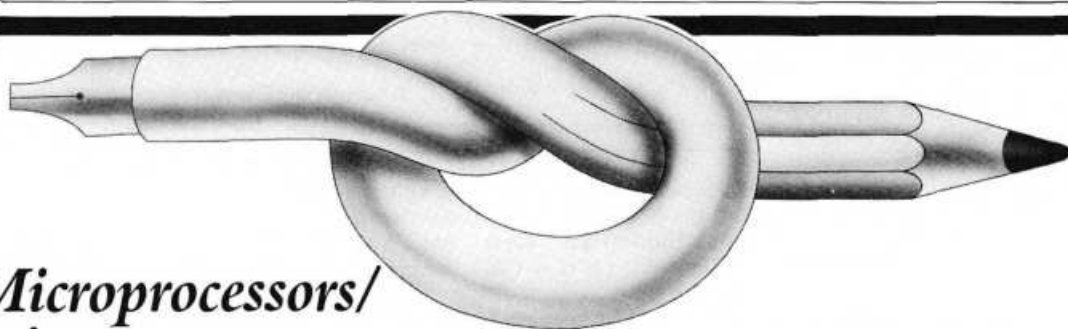


Fig. 11. Residusignalen en modellen. Stemschijnd (a) en stemsloos (b).

# Studeren bij Elektronica opleidingen Dirksen betekent bijblijven



## Microprocessors/ microcomputers

De cursus microprocessors/microcomputers is bestemd voor technici en elektronici, die een gedegen kennis van de microprocessor willen verkrijgen. Naast een grondige kennis over de opbouw van de microcomputer leert u ook eenvoudige programma's in assembly-taal te schrijven.

## Assembly programming 8080/8085 en interfacing

De cursus assembly programming 8080/8085 en interfacing is een vervolg hierop voor hen die in de praktijk programma's voor procesbesturingen moeten ontwikkelen.

## Computertechnicus

Het cursusdeel computertechnicus C is bedoeld voor hen die de cursusedelen CT-A (= praktische digitale techniek) en CT-B (= microprocessors/microcomputers) reeds hebben gevolgd en als technicus te maken krijgen met grotere computersystemen en diverse soorten rand-apparatuur.

## Basic programming

In de cursus BASIC leert u problemen analyseren en in

stroomdiagrammen omzetten. Vervolgens leert u programma's in BASIC schrijven.

## Pascal

De hogere programmeertaal PASCAL leent zich bij uitstek voor gestructureerd programmeren. In de cursus wordt dit uitgebreid behandeld, zodat deze cursus zowel bedoeld is voor hen, die voor het eerst kennismaken met de computer als voor degenen, die reeds een programmeertaal beheersen.

## En voorts:

Op het gebied van de elektronica hebben we verder de cursussen: meet- en regeltechnicus, TV-technicus, basis elektronicus, middelbaar elektronicus, praktische digitale techniek, videotechniek en digitale audio. In onze studiegids "automatiseringscursussen" vindt u informatie over onze NOVI-opleidingen (basiskennis informatica e.a.)

**Tip** Alle cursussen kunnen volledig schriftelijk worden gevolgd (thuis en in eigen tempo). Daarnaast bestaat er de mogelijkheid deel te nemen aan de mondelinge begeleiding. Eénmaal per 3 of 4 weken komt u dan naar één van de zeven cursusplaatsen, waar de bestudeerde lessen nog eens worden doorgenomen.



## Elektronica opleidingen Dirksen

Parkstraat 25, 6828 JC Arnhem  
Tel.: 085-451641 of vanuit België:  
0031 85451641

Wat betreft het schriftelijk onderwijs  
erkend door de minister van onderwijs  
en wetenschappen bij beschikking  
d.d. 18-12-1974,  
kenmerk BVO-SFO 129 448.

## Bon

Zend mij informatie en een proefles van de cursus(sen): .....

Naam: .....

Adres: .....

Postcode + plaats: .....

Deze bon in een gesloten envelop, zonder postzegel, zenden naar:  
Elektronica opleidingen Dirksen, Antwoordnummer 677,  
6800 WC Arnhem.

Of bel 085-451641 ook 's avonds en tijdens het weekend

# Spraaksynthese met golfvormcodering

## Toepassing van Digitaltalker

Golfvormcodering (waveform coding) is naast de formant synthese en LPC-techniek een methode voor het langs synthetische weg genereren van spraaksignalen. Deze techniek is bij uitstek geschikt voor kleine systemen met een woordenschat van 200 of minder woorden. De verstaanbaarheid van de met de hier beschreven schakelingen gegenereerde signalen is zeer goed, zelfs de voor een bepaalde persoon kenmerkende spraakklank is reproduceerbaar.

De hier beschreven spraaksyntheseschakelingen, die door National Semiconductor in de handel worden gebracht onder de naam „Digitaltalker”, werken met golfvormcodering waarbij het aangeboden spraaksignaal direct in digitale vorm wordt omgezet. Wil dit systeem echter economisch zijn, dan dient een geschikte datacompressie te worden uitgevoerd.

Om de benodigde geheugencapaciteit, die voor een mannelijke stem gemiddeld 1 000 bit/woord bedraagt, duidelijk te verminderen wordt redundante spraakinformatie onderdrukt. Dit wordt

bereikt door aanpassen van de fasen van afzonderlijke spectrale bestanddelen van het signaal, gelijkrichting, adaptieve deltamodulatie en door het herhalen van geluidsperioden. Bij weergave kan dan uit de gecomprimeerde data weer een natuurlijk spraaksignaal worden teruggewonnen.

### Digitaltalker-systeem

Het Digitaltalker-systeem bestaat uit een spraakprocessor-chip (SPC) van het type MM54104 en een spraakcode-ROM. Om met deze beide schakelingen een minimum-configuratie voor een spraak-

uitvoersysteem op te bouwen (fig. 1), moeten daar nog de componenten voor de oscillator, een filter en een luidspreker aan worden toegevoegd. De ROM bevat naast de stuurdata de gecodeerde spraaksignalen die voor het langs synthetische weg genereren van menselijke spraakgeluiden nodig zijn. De spraakprocessor kan tot 128 Kbit ROM direct adresseren. Dit komt overeen met een woordenschat van ca. 128 woorden.

Uit fig. 1 blijkt dat het Digitaltalker-systeem eenvoudig is te gebruiken. Met een 8-bit startadres wordt één van de 256 synthetisch te genereren woorden of uitdrukkingen gekozen. Het eigenlijke syntheseproces wordt gestart met de schrijfpuls en een chip-selectsignaal. Een interrupt-signaal aan het eind van een woord of uitdrukking vergemakkelijkt het samenvoegen van verschillende uitdrukkingen tot hele zinnen.

Fig. 2 geeft het blokschema van de spraakprocessor MM54104. Nadat het adres van het gewenste woord of uitdrukking op de start-adresbus is gezet, wordt het WR-signaal in het besturingswoordregister geladen. Daarop voert de processor in het geheugen een reeks bewerkingen uit om de stuurinformatie te verkrijgen voor het eerste blok data dat moet worden gesynthetiseerd. De stuurdata bestaan onder andere uit de volgende gegevens: type golfvorm, aantal herhalingen en het adres van de del-

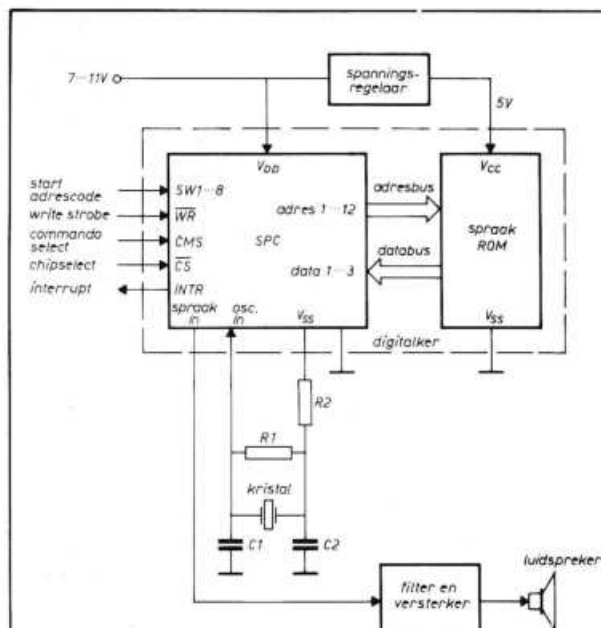
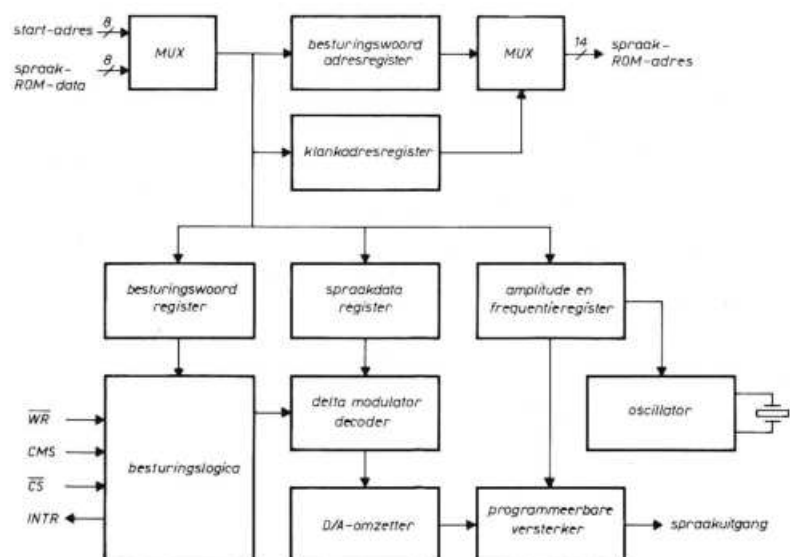


Fig. 1. Minimum-configuratie van een spraaksysteem (Digitaltalker). De spraakprocessor SPC zet de spraakdata vanuit de ROM om in gesproken tekst.

Fig. 2. Opbouw van de spraakprocessor; hierop moeten extern alleen nog de onderdelen voor de klokgenerator worden aangesloten (kristal, R en C).



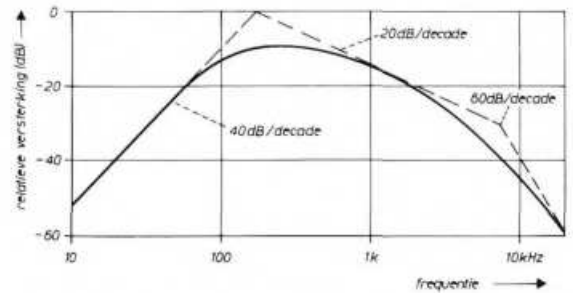
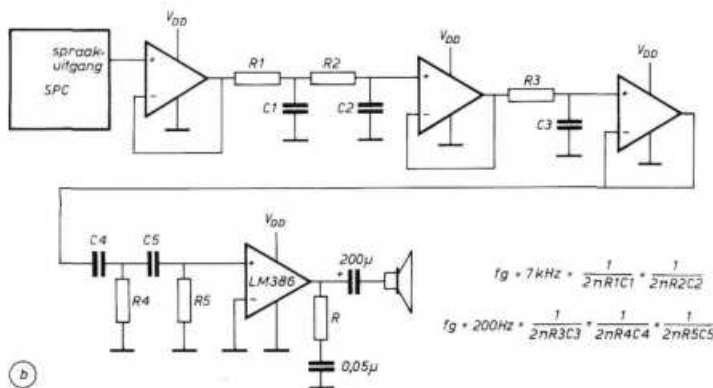
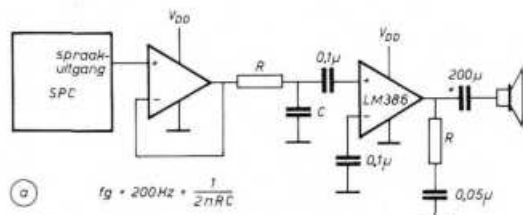


Fig. 4. Ideale frequentiearakteristiek van het audiokanaal.

Fig. 3. Filter- en versterkerschakelingen voor de LF-uitgang: a) minimale configuratie; b) filter met gedefinieerde bovenste en onderste afsnijfrequentie.

tagemoduleerde spraakdata. Dit adres wordt in het klank-adresregister geladen en wordt gebruikt om de oorspronkelijke golfvorm van het spraaksignaal te reconstrueren.

Voordat de synthese wordt uitgevoerd dienen de stuurdata te worden gedecodeerd waaruit wordt afgeleid of het gaat om mannelijke of vrouwelijke spraak, stemloos of stemhebbend geluid, of om een pauze. Nadat dat is vastgesteld begint de processor met het ophalen van de eigenlijke spraakdata. In deze data ligt de frequentie-informatie besloten die in een programmeerbare oscillator wordt geladen, en de amplitude-informatie waarmee een programmeerbare versterker wordt gestuurd. Is dat gebeurd, dan haalt de processor uit de ROM de deltagemoduleerde data op die achtereenvolgens door een deltagemoduleerder, een digitaal-analoog omzetter en de programmeerbare versterker worden gevoerd om een bepaald spraak-uitgangssignaal te verkrijgen.

De programmeerbare oscillator en -versterker zijn voor het genereren van een natuurlijk klinkende spraak bijzonder belangrijk. Deze onderdelen stellen de processor in staat, toonhoogte en geluidsterkte van spraakgeluiden en lettergrepen te laten aanzwellen en afnemen.

De generator kan mannelijke stemmen met een grondfrequentie van 80 ... 200 Hz en vrouwelijke stemmen met een

grondfrequentie van 160 ... 400 Hz nabootsen.

Omdat de spraakdata ten behoeve van de synthese uit het gedifferentieerde en bemonsterde ingangssignaal worden afgeleid moet het uitgangssignaal van de processor worden gefilterd met een laagdoorlaatfilter met een afsnijfrequentie van ca. 200 Hz en een demping van 20 dB/decade. Daarmee wordt ook de hoogfrequent-vooringstelling die tijdens de analyse wordt toegepast, weer teniet gedaan. Beschikt het betref-

fende systeem zelf al over een onderste afsnijfrequentie van 200 Hz, dan kan het laagdoorlaatfilter achterwege blijven. De ligging van de afsnijfrequentie kan aan het specifieke karakter van de spraak worden aangepast. Een lage mannelijke stem klinkt beter als de afsnijfrequentie bij 100 Hz ligt terwijl een vrouwelijke- of een kinderstem beter klinkt met een afsnijfrequentie van 300 Hz. Fig. 3 geeft hiervoor een aantal filterschakelingen en fig. 4 de frequentiearakteristiek.

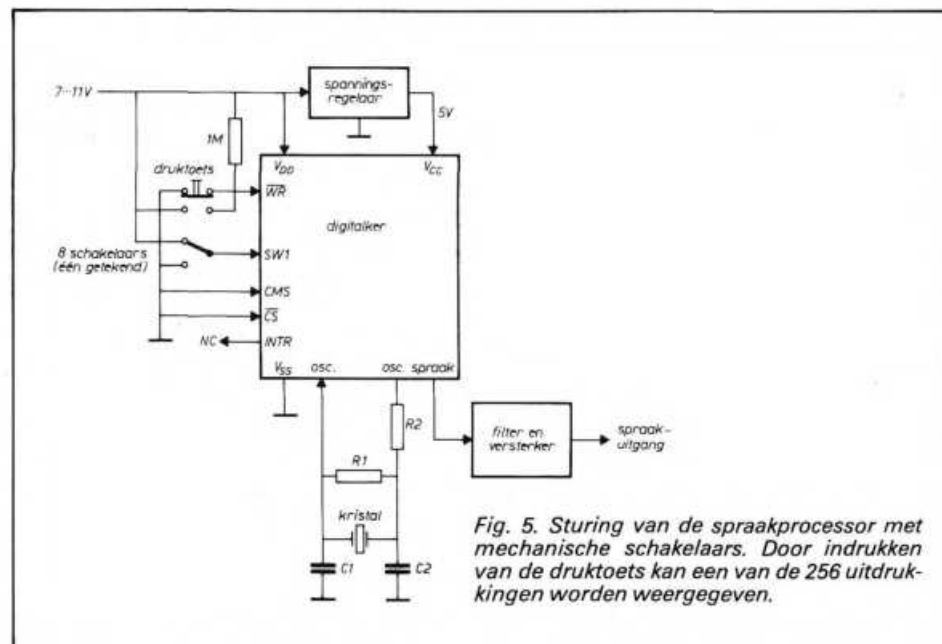
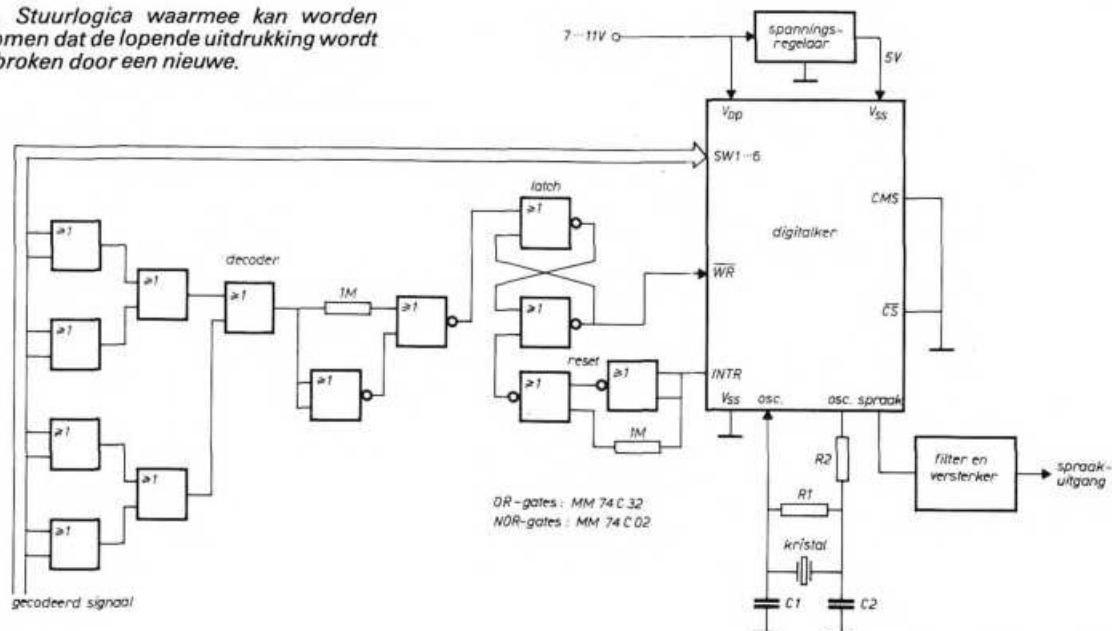


Fig. 5. Sturing van de spraakprocessor met mechanische schakelaars. Door indrukken van de druktoets kan een van de 256 uitdrukkingen worden weergegeven.

Fig. 6. Stuurlogica waarmee kan worden voorkomen dat de lopende uitdrukking wordt onderbroken door een nieuwe.



### Toepassingen

Het Digitalker-systeem is eenvoudig te gebruiken, terwijl aan de interface niet al te zware eisen worden gesteld. De interface is TTL-compatibel en werd zo ontworpen dat deze in combinatie met de bekende microprocessoren kan worden gebruikt. Op de chip is een anti-dender-schakeling opgenomen waarvoor maar één externe weerstand nodig is.

### Directe sturing

De eenvoudigste en meest voor de hand liggende toepassingen zijn die waarmee vaste, volledige mededelingen kunnen worden uitgesproken en het niet nodig is verschillende uitdrukkingen aaneen te rijgen. Een dergelijke schakeling is geschetst in fig. 5. Bij deze schakeling die, als het startadres aanwezig is, een hele mededeling uitspreekt, kan met minimale sturing worden volstaan. Zodra op de ingangen SW 1...8 het juiste adres staat, wordt door indrukken van de op WR aangesloten druktoets de processor opgedragen de betreffende mededeling uit te spreken. Deze procedure begint op de stijgende flank op de WR-lijn. De pull-up weerstand aan WR dient voor de contactdender-onderdrukking.

De spraakprocessor is zo geschakeld dat als een nieuwe uitdrukking wordt gestart, terwijl de processor nog met de vorige bezig is, de lopende uitdrukking wordt afgebroken en met een nieuwe wordt begonnen. Is de mogelijkheid tot het afbreken van een mededeling niet gewenst, dan moet er of voor worden gezorgd dat er tijdens het verwerken van de mededeling geen sturing plaatsvindt, of er moet een vergrendelings-latch worden opgenomen, zoals fig. 6 laat

zien. Deze latch verhindert dat een stijgende flank op de WR-ingang wordt aangelegd zolang de uit te spreken mededeling nog niet voltooid is. Aan het slot van de mededeling wordt de INTR-lijn hoog, waardoor de latch wordt gereset.

De spraakprocessor kan tot 128 Kbit ROM adresseren. De ROM's die bij de Digitalker worden gebruikt, zijn van een type met programmeerbare chip-select ingangen. Daardoor is voor spraaksig-naalgeheugens met een capaciteit van 16 tot 256 Kbit geen externe logica no-

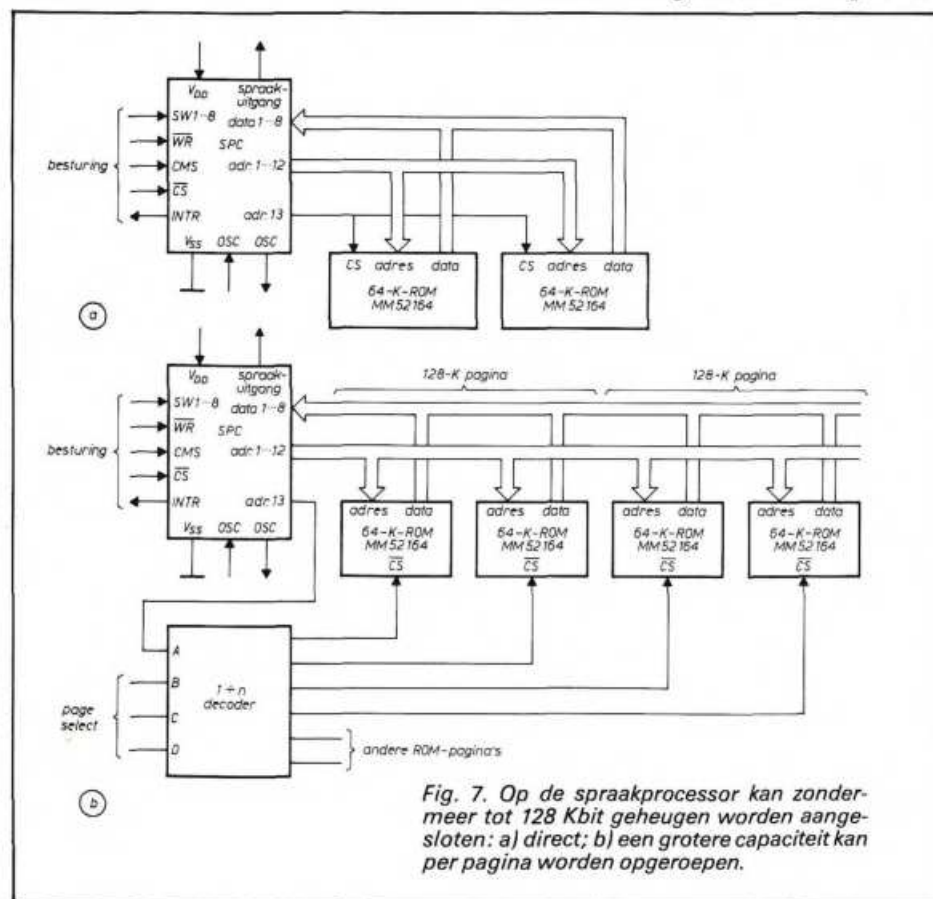


Fig. 7. Op de spraakprocessor kan zonder meer tot 128 Kbit geheugen worden aangesloten: a) direct; b) een grotere capaciteit kan per pagina worden opgeroepen.

# BEDRIJFSTECHNICI, MONTAGECHEFS, COMMERCIEEL MEDEWERKERS, WERKVOORBEREIDERS

Veel technische termen zijn niet in een algemeen woordenboek opgenomen. Natuurlijk, een groot aantal technische termen kent u wel, maar voor de uitzonderingen én voor alle zekerheid is een technisch woordenboek onontbeerlijk.

Kluwer's Universeel Technische Woordenboeken geven u die zekerheid en de minder frequent voorkomende termen die anders een struikelblok vormen.

Zo bent u zeker van een correcte vertaling. En dat betekent veel minder gemiste kansen.

Kluwer's Universeel Technische Woordenboeken bevatten:

- 55.000 termen per deel
- termen uit praktisch ieder gebied van de moderne wetenschap en techniek
- taalkundige informatie
- afwijkend taalgebruik (met name Engels/Amerikaans, Nederlands/Vlaams)

De serie werd speciaal afgestemd op bedrijven en instellingen die zich op het brede vakgebied van de techniek bewegen.

Een greep uit de opgenomen disciplines

aerodynamica  
architectuur  
automobieltchniek  
automatisering  
biologie  
chemie  
computers

elektriciteit  
elektronica  
fysica  
geometrie  
hout  
mathematica  
metaal

pneumatiek  
radio/TV  
scheepsbouw  
telefoon/telegraaf  
transport  
weg- en waterbouw  
werktuigbouw

De serie bestaat uit de delen:

Frans – Nederlands  
Nederlands – Frans  
Duits – Nederlands  
Nederlands – Duits  
Engels – Nederlands  
Nederlands – Engels

Voor telefonische bestellingen: Libresso bv, tel. 05700 - 911 53



**Kluwer Technische Boeken bv – Deventer**

---

## Bestelbon

Deze bon uitknippen en in een ongefrankeerde enveloppe zenden aan Kluwer Technische Boeken bv, Antwoordnummer 7, 7400 VB Deventer

Ondergetekende wenst te ontvangen rechtstreeks/via boekhandel\* \_\_\_\_\_

|                                           |            |
|-------------------------------------------|------------|
| _____ ex. (06090) Nederlands-Frans        | à f 103,50 |
| _____ ex. (06082) Frans-Nederlands        | à f 99,50  |
| _____ ex. (06058) Nederlands-Engels       | à f 103,50 |
| _____ ex. (07712) Engels-Nederlands       | à f 99,50  |
| _____ ex. (06074) Nederlands-Duits        | à f 103,50 |
| _____ ex. (06066) Duits-Nederlands        | à f 103,50 |
| _____ ex. (12554) N/F-F/N-N/E-E/N-N/D-D/N | à f 525,00 |

☐ meer informatie over de uitgaven van Kluwer Technische Boeken bv.

(Bedrijfs)naam : \_\_\_\_\_  
t.a.v. : \_\_\_\_\_  
Adres : \_\_\_\_\_  
Plaats : \_\_\_\_\_ Postcode : \_\_\_\_\_  
Datum : \_\_\_\_\_ Handtekening : \_\_\_\_\_

Prijzen incl. BTW, excl. verzendkosten. Ook verkrijgbaar via de boekhandel.

\* Doorhalen wat niet gewenst wordt.

Levering, facturering en incassering: Libresso bv, Deventer.

Voorwaarden gedeponeerd bij de arrondissementsrechtbank te Zutphen onder nummer 129/80 d.d. 22 december 1980.

In het voorgaande werd gebruik gemaakt van de spraakprocessor in een configuratie met één kanaal, d.w.z. dat slechts een processor en een geschikt geheugen werden gebruikt. Het is echter ook mogelijk om een combinatie van meerdere spraakprocessoren te realiseren die toegang hebben tot een gemeenschappelijk spraak-ROM. Dergelijke systemen vinden toepassing in elektronische betalingsautomaten, onderwijssaparaaten voor meerdere leerlingen of telefoon-antwoordapparaten. Een

Bij de in fig. 9 geschetste situatie worden de kanalen met een zo hoge frequentie demoneerd dat alle precessoren op het juiste moment over de juiste data beschikken. Bij deze techniek dient een vollediige afstactcyclus in minder dan 20  $\mu$ s te worden afgewerkt. De geschetste configuratie is zo uitgewerkt dat een spraak-ROM door acht processoren wordt gebruikt. Elke processor heeft gedurende 2  $\mu$ s toegang tot de ROM, wat een cyclus van 16  $\mu$ s oplevert. Gedurende die 2

Meer kanalen  
tonatie verloren gaat.  
een dergelijk systeem de natuurlijke in-  
aan elkaar worden gegeven omdat bij  
MM54104 kunnen beter geen tonemen  
tonatie worden vastgelegd. Met een  
realistische spreektraant vereiste in-  
gekozen en dat deze met de voor een  
dat de uitdrukkingen zorgvuldig worden  
houden. Daarbij dient men erop te letten  
de vereiste stembuigingen rekening te  
worden gegeven, is het van belang met  
den of uitdrukkingen aan elkaar kunnen  
ROM voor een systeem waarmee wor-  
Bij het voorbereiden van een spraak-  
constant blijft.  
het formaat van de mededeling in felle  
voortdurend veranderd, maar waarbij  
figuuratie waarvan de woordvolgorde  
sieke voorbeeld van het soort con-  
stellen. De sprekende klok is het klas-  
standaard vocabulaire zinnen samen te  
Dit maakt het heel eenvoudig om uit een  
structuerees kan worden aangehouden.  
wordt aangegeven dat een nieuwe in-  
aansluiting hoog wordt en waarmee  
terrupt afgegeven waarbij de INTR-  
In fig. 8 is een dergelijke configuratie ge-  
te combineren.

Sturing door een microprocessor  
Worden de schakelaars die in fig. 5 op  
het systeem zijn aangesloten, vervan-  
gen door een microprocessor, dan  
maakt dat de Digitaalkeer veelzijdig bruk-  
baar. Behalve de reeds genoemde  
mogelijkheid bij om woorden of uitdruk-  
kingen tot uiteenlopende mededelingen  
te combineren.

dig. Fig. 7a laat een gangbare spraak-ROM-configuratie zien met twee 64 Kbit ROM's van het type MM52164. Nor-  
maaliter kan met 128 Kbit worden vol-  
staan, maar er mag ook een grotere ca-  
paciteit worden aangesloten, zoals fig.  
7b laat zien. Bij deze schakeling wordt  
het geheugen in stappen van 128 Kbit  
uitgebreid. Elke pagina van het ge-  
heugen is zo opgebouwd dat deze een  
compleet deel van de spraakbibliotheek  
van een bepaald systeem bevat.

fig. 9. dergelijke configuratie is geschetst in

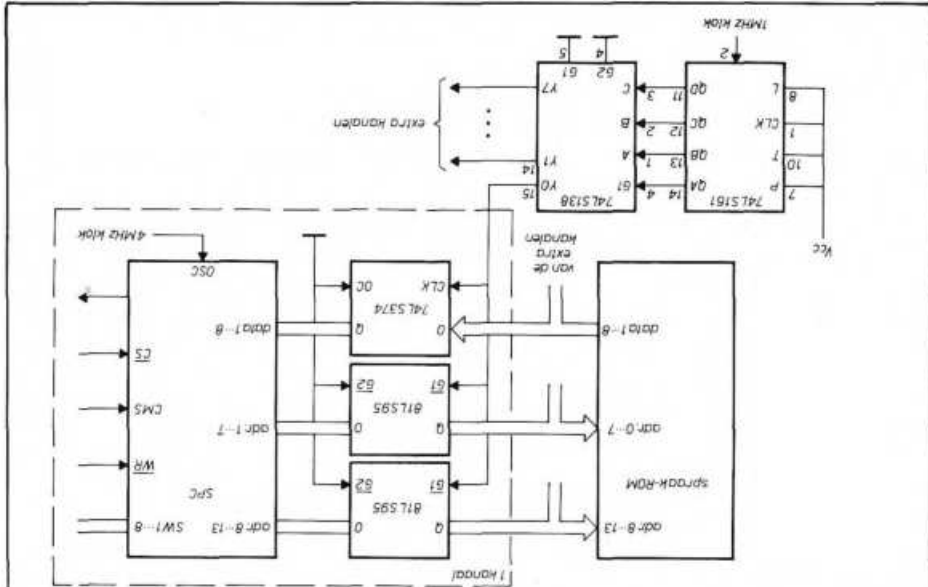
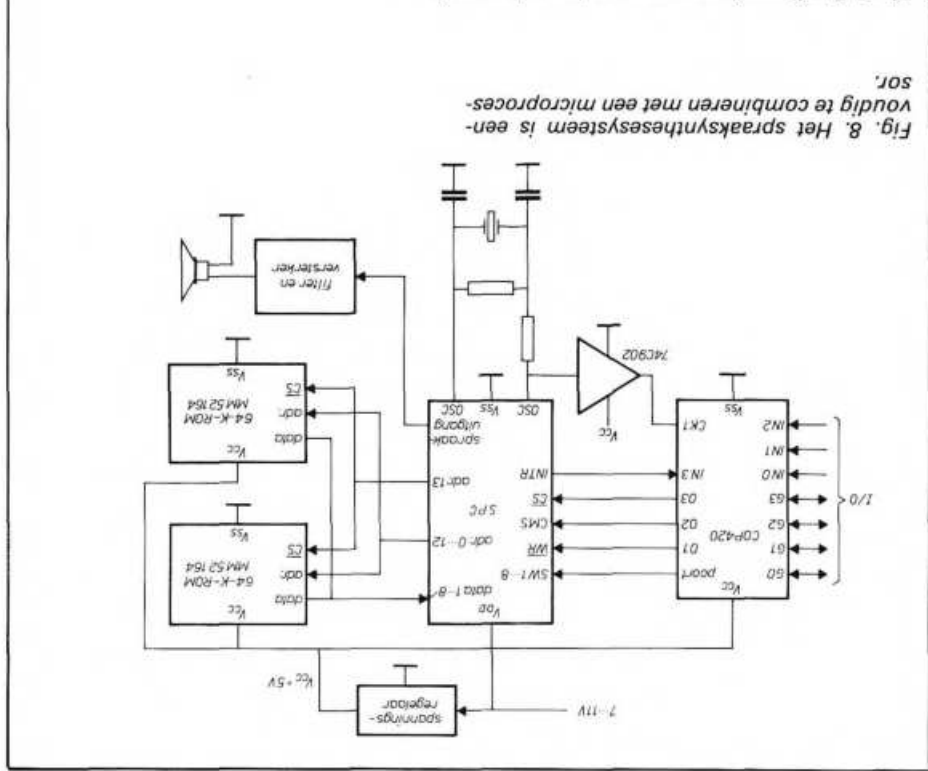


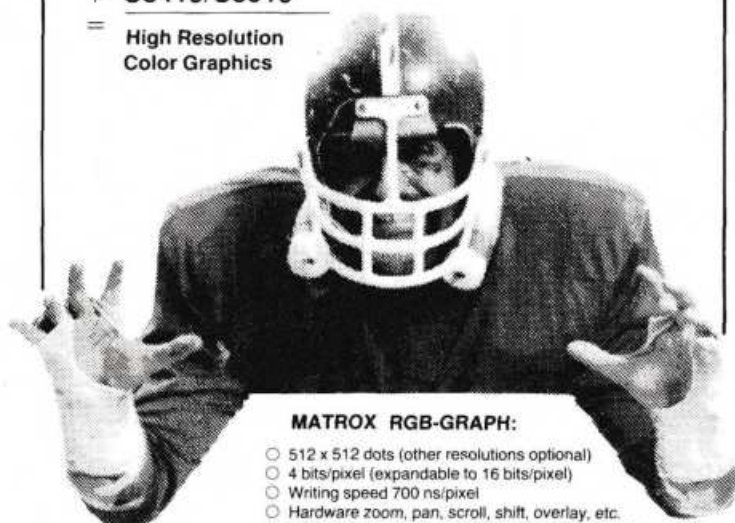
Fig. 8. Het spraaksynthesesysteem is eenvoudig te combineren met een microprocessor.



tijd van 16  $\mu$ s oplevert. Gedurende die 2  $\mu$ s wordt door de spraakprocessor het adres op de adresbus van de ROM gezet. De spraak-ROM geeft de data af over de bus van waaruit ze in het dataregister van de betreffende spraakprocessor worden geladen. Deze techniek hoeft niet tot acht kanalen beperkt te blijven, maar kan door de demonsteringsfrequentie die overeenkomstig te verhogen gemakkelijk tot 16 kanalen worden uitgebreid. Belangrijk is dat de cyclustijd niet groter wordt dan 20  $\mu$ s.

RGB-GRAPH  
+ C3419/C3919

= High Resolution  
Color Graphics



**MATROX RGB-GRAPH:**

- 512 x 512 dots (other resolutions optional)
- 4 bits/pixel (expandable to 16 bits/pixel)
- Writing speed 700 ns/pixel
- Hardware zoom, pan, scroll, shift, overlay, etc.
- Optional real-time frame-grabber (video digitizer)
- Multibus; LSI-11 Qbus

**MITSUBISHI C3419/C3919:**

- High resolution shadow-mask CRT
- Bandwidth 50 Hz-24 MHz
- 14 inch or 20 inch CRT
- Rackmount versions available
- Long persistence fosfors available



Herengracht 22 - 4924 BH Drimmelen  
telefoon 01626-3850 - telex 74341 matrx nl

# MAAKT U 'T NOU EENS XIMPEL VOOR XEROX.

Onder het motto "Xerox maakt 't ximpel" lanceert Rank Xerox® de laatste tijd opmerkelijke vernieuwingen op het gebied van de elektronische informatieverwerking. Voor u zou bijvoorbeeld de Xerox 820® tekst- en informatieverwerker interessant kunnen zijn. Een zeer veelzijdige en geavanceerde mikrocomputer, getuige het feit dat u een complete 5 1/4 inch configuratie, inclusief CP/M operating system heeft en... beneden de 10 mille.

We zouden over de Xerox 820 deze hele pagina kunnen volschrijven. Maar 't is wel zo efficiënt als u de bon opstuurt.

Dan sturen wij u een overzichtelijke brochure en maken eventueel een afspraak voor een demonstratie.

## ALLES OVER DE XEROX 820 MIKROCOMPUTER.

30/6-102-7139

Ik wil ☐ meer informatie over de Xerox 820.

☐ een afspraak maken voor een demonstratie.

Naam: \_\_\_\_\_

Adres: \_\_\_\_\_

Postcode: \_\_\_\_\_ Plaats: \_\_\_\_\_

Telefoon: \_\_\_\_\_

In open envelop zonder postzegel naar Rank Xerox,  
Antwoordnummer 1409, 1000 SE Amsterdam.

**RANK XEROX**

Rank Xerox en Xerox zijn wettig geïmponeerde handelsmerken en handelsnamen van Rank Xerox Ltd.

# Digitale foutzoekers binnen ieders bereik.

Voor u als elektronicus, die steeds meer werkt met digitale technieken, zijn IC troubleshooters eenvoudig onmisbare instrumenten. Uw basisgereedschap bij het opsporen van fouten in digitale schakelingen.

Hewlett-Packard heeft een hele reeks eerlijk geprijsde IC troubleshooters. Stuk voor stuk betrouwbaar, solide en uiterst eenvoudig in gebruik. Los leverbaar of in complete foutzoek-kits.

Vul de bon in, stuur 'm op en u ontvangt gratis onze 20 pagina's tellende brochure.



**Logic clip.**  
Deze geeft de status aan van maximaal 16 IC aansluitingen in één keer. Vanaf f474,-

**Logic probe.**  
Toont het logische niveau: hoog, laag of onjuist; enkele pulsen of pulstreinen. Vanaf f327,-

**Current tracer.**  
Een inductieve opnemer die de stroompulsen weergeeft. Spoor kortsluitingen en onderbroken aansluitingen op. Vanaf f1.308,-

**Logic pulser.**  
Stuurt IC's aan in hun schakeling, zodat ze getest kunnen worden. Het lossolderen van componenten of het onderbreken van printbanen is niet nodig. Vanaf f458,-



### Stuur de bon op.

DB 30-6

Zend mij de gratis 20 pagina's tellende IC troubleshooters brochure.

Naam: \_\_\_\_\_

Functie: \_\_\_\_\_

Bedrijf/Instelling: \_\_\_\_\_

Adres: \_\_\_\_\_

Postcode + Plaats: \_\_\_\_\_

In open ongefrankeerde enveloppe zenden aan: Hewlett-Packard Nederland BV,  
Antwoordnummer 57, 1180 VB Amstelveen.

Prijs excl. BTW, vrijblijvend.

# Het PASS-systeem

Spraakdata wordt direct in EPROM geprogrammeerd

A. Chisholm, Texas Instruments

De groep Consumenten Produkten van Texas Instruments introduceerde met het leerhulpmiddel „Speak and Spell” het eerste commerciële produkt waarin van de technologie van LSI spraaksynthese gebruik werd gemaakt. Sinds de sprekende chip door de halfgeleiderdivisie van TI voor algemeen gebruik werd vrijgegeven is een groot scala van ondersteunende produkten opgebouwd om de ontwerper bij het toepassen van spraaksynthese te assisteren. Het nieuwste TI-produkt op dit gebied – en onderwerp van dit artikel – is PASS, een draagbaar spraakanalysesysteem dat in staat is om de spraakdata direct in een EPROM te programmeren.



Met de PASS-koffer, een microfoon en een eenvoudige terminal kan spraak direct in EPROM worden gezet.

Het belangrijkste dat een ontwerper die met de gedachte speelt spraaksynthese te gaan gebruiken nodig heeft is een bron voor de data die door de chip in menselijke spraak wordt omgezet. Voorheen werd de levering van spraakdata door TI op twee manieren behandeld. De eerste, een bron van goedkope data, is de spraakbibliotheek. Dit is een verzameling data van circa duizend Engelse en Amerikaanse woorden en nog eens circa duizend andere woorden, meestal in Europese talen. Deze woorden worden gewoonlijk tijdens de ontwikkelingsfase gebruikt om de ontwerper

een indruk te geven van het effect dat hij met zijn produkt kan bereiken. Het grootste probleem met bibliotheekwoorden is dat woorden die in een verschillende context en op verschillende punten in een zin worden uitgesproken een andere stembuiging hebben. Worden om zinnen te vormen individuele woorden bij elkaar gevoegd, dan is het resultaat meestal niet zo geweldig. Hoewel het gebruik van bibliotheekspraak voor bepaalde applicaties, bijvoorbeeld bij industriële bedienings- en waarschuwingssystemen, voor het uiteindelijke produkt wel acceptabel is, kan het

gebruik van bibliotheektaal ook moeilijkheden opleveren als een woord nodig is dat in die bibliotheek niet voorkomt. Soms weet men dat te omzeilen door de beschikbare woorden op een slimme manier te combineren. Zo zou men het woord „before” kunnen samenstellen uit B en 4, maar zoiets is niet altijd mogelijk.

Voor tal van toepassingen, vooral voor consumentenprodukten en wanneer een speciale woordenschat of een nieuwe taal nodig is, moeten klanten-specifieke woordenlijsten en zinnen worden samengesteld.

## Klantenspecifieke spraak

In het verleden werd voor het samenstellen van klantenspecifieke spraakdata de spraak door een Regional Technology Centre (RTC) van TI gedigitaliseerd. Deze gedigitaliseerde spraak werd dan voor verdere bewerking doorgezonden naar de Verenigde Staten. Uiteindelijk werd de bewerkte spraakdata teruggezonden naar het RTC en op het door de klant gewenste medium ondergebracht. Deze methode levert kwalitatief hoogwaardige spraak, maar heeft het bezwaar niet een echt real-time analysesysteem te zijn.

De nieuwste ontwikkeling van Texas Instruments op het gebied van ondersteuning bij de spraaksynthese is PASS – Portable Analysis en Synthesis System. Dit is een spraakanalysesysteem ter grootte van een diplomatenkoffertje, opgebouwd rond TI's 16-bit microcomputermodulen, waarmee in enkele seconden spraak voor het hele assortiment spraaksynthesizers van TI kan worden geanalyseerd. De unit levert met elk van de synthesizers een vrijwel onmiddellijke weergave en kan de spraakdata direct in een EPROM programmeren.

Het geheim achter de prestaties van PASS is dat grote hoeveelheden software door een hardware pre-processor zijn vervangen. Hierdoor wordt de hoeveelheid data die in real-time wordt geproduceerd teruggebracht tot een hoeveelheid die gemakkelijk door de systeemsoftware kan worden verwerkt. PASS is een zelfstandig systeem dat alle hardware en software bevat, nodig om spraakdata te produceren, met inbegrip van een microfoon en een luidspreker. Geheel zelfstandig kan er met een druk op de knop spraak mee worden geanalyseerd en weergegeven. Door er een terminal op aan te sluiten, krijgt men toegang tot alle faciliteiten die nodig zijn om kwalitatief goede klantenspecifieke spraakdata te produceren, waaronder een veelzijdige spraakdata-editor.

## Werking

Op de terminal wordt de letter A van Analyseren ingetypt, dan wordt de scha-

kelaar op de microfoon ingedrukt, de tekst ingesproken en de schakelaar losgelaten. Na 0,5 tot 5 seconden, afhankelijk van de lengte van de zin, reageert PASS door de zin te herhalen. De zin kan nogmaals worden herhaald door R van Replay in te typen of er kan een nieuwe analyse worden gestart door weer een A in te typen.

Deze twee instructies worden gebruikt tot de zin klaar is en op de juiste wijze klinkt. Moet de spraakdata nog verder worden bewerkt, dan kan die worden uitgeprint, de geluidssterkte, toonhoogte en filterparameters worden gecorrigeerd en de hele zin worden beoordeeld op volle snelheid of een negende deel van de volle snelheid. Dit stelt de operator in staat overgangen tussen individuele datablokken te beluisteren. Ook kan elk blok afzonderlijk worden beluisterd. Het eenvoudigste gebruik van de editor is het wegnemen van de pauze aan het begin van de zin tussen het moment van indrukken van de microfoon-schakelaar en het begin van de uitspraak. Met behulp van de editor kunnen echter ook drastische veranderingen in het karakter en de intonatie van de spraak worden aangebracht, omdat de operator geluidsniveau, toonhoogte en timbre van de stem volledig kan manipuleren.

PASS kan ook in combinatie met een microcomputer ontwikkelingssysteem van de TMAM 9XXX serie worden gebruikt. Op deze wijze biedt de microcomputer de mogelijkheid spraakdatabestanden op te bouwen en toegang te krijgen tot een krachtig spraak-softwarepakket dat is ontworpen voor het beheer van het databestand en aanzienlijk ruimere opmaakfaciliteiten verschaft.

### Codering

Het doel van spraaksynthese is de hoeveelheid data, die nodig is om menselijke spraak langs elektronische weg op te wekken, te verminderen. De eenvoudigste methode om spraak digitaal te coderen is het gebruik van golfvormcodering, dat wil zeggen dat met regelmatige tijdintervallen een spanningsmeting aan de spraakgolfvorm wordt uitgevoerd. De spraak wordt weer gereconstrueerd door de data door een digitaal-analoog converter te sturen waarvan het uitgangssignaal een getrapte reconstructie van de oorspronkelijke spraakgolfvorm is (fig.1). Deze stappen kunnen worden weggewerkt door de uitgangsgolfvorm door een laagdoorlaatfilter te sturen.

De kwaliteitsbepalende factor bij golfvormcodering is het op elk bemonsteringspunt gebruikte aantal bits. Dit is bepalend voor het ruisniveau in de golfvorm en de bemonsteringsfrequentie die weer bepalend is voor de benodigde bandbreedte. Dergelijke systemen wor-

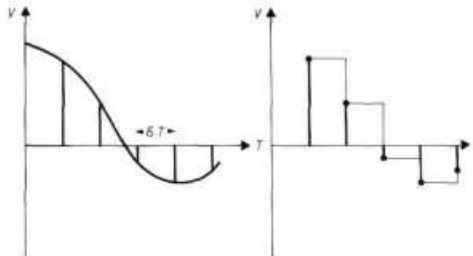


Fig. 1. Golfvormcodering komt tot stand door met regelmatige tijdintervallen spanningsmetingen uit te voeren. Uit deze data kan de golfvorm worden gereconstrueerd door middel van een digitaal-analoog-omzetter en het uitsluiten van de spanningssprongen in de golfvorm. Deze methode wordt ook toegepast in digitale telefoniesystemen maar vergt een hoge datasnelheid van 64 Kbit/s.

| TR   | TL     | P   | F1  | F2  | F3  | F4  | F5  | F6  | F7  | F8  | F9  | F10 |
|------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 0.01 | 0.0264 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 1.5 | 1.2 | 0.9 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.3 | 0.2 |
| 0.02 | 0.028  | 0.6 | 0.2 | 0.0 | 0.7 | 0.6 | 0.5 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.3 | 0.2 |
| 0.03 | 0.029  | 0.6 | 0.2 | 0.0 | 0.7 | 0.6 | 0.5 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.3 | 0.2 |
| 0.04 | 0.056  | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.7 | 0.9 | 1.0 | 0.8 | 0.7 | 0.9 | 0.8 | 0.7 |
| 0.05 | 0.032  | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 1.4 | 0.7 | 0.9 | 0.8 | 0.7 | 0.9 | 0.8 | 0.7 |
| 0.06 | 0.025  | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 1.5 | 0.5 | 0.8 | 0.7 | 0.6 | 0.4 | 0.6 | 0.6 |
| 0.07 | 0.025  | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 1.6 | 0.4 | 0.6 | 0.6 | 0.5 | 0.4 | 0.6 | 0.6 |
| 0.08 | 0.026  | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 1.5 | 0.6 | 0.8 | 0.8 | 0.6 | 0.5 | 0.4 | 0.6 |
| 0.09 | 0.051  | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.8 | 1.1 | 1.1 | 0.9 | 0.8 | 0.7 | 0.9 | 0.8 |
| 0.10 | 0.030  | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 1.5 | 0.8 | 0.8 | 0.6 | 0.5 | 0.4 | 0.6 | 0.6 |
| 0.11 | 0.028  | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 1.6 | 0.6 | 0.9 | 0.8 | 0.7 | 0.9 | 0.8 | 0.7 |
| 0.12 | 0.027  | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 1.6 | 0.7 | 0.9 | 0.8 | 0.7 | 0.9 | 0.8 | 0.7 |
| 0.13 | 0.019  | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 1.8 | 0.7 | 0.9 | 0.8 | 0.7 | 0.9 | 0.8 | 0.7 |
| 0.14 | 0.034  | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 1.4 | 0.6 | 0.8 | 0.8 | 0.7 | 0.9 | 0.8 | 0.7 |
| 0.15 | 0.039  | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 1.4 | 0.5 | 0.8 | 0.8 | 0.7 | 0.9 | 0.8 | 0.7 |
| 0.16 | 0.030  | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 1.5 | 0.6 | 0.8 | 0.8 | 0.7 | 0.9 | 0.8 | 0.7 |
| 0.17 | 0.038  | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 1.1 | 0.6 | 0.9 | 0.7 | 0.6 | 0.4 | 0.6 | 0.6 |
| 0.18 | 0.033  | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 1.6 | 0.7 | 0.8 | 0.5 | 0.4 | 0.6 | 0.6 | 0.6 |
| 0.19 | 0.058  | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.6 | 0.9 | 1.0 | 0.9 | 0.8 | 0.7 | 0.9 | 0.8 |
| 0.20 | 0.033  | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 1.4 | 0.7 | 0.9 | 0.8 | 0.7 | 0.9 | 0.8 | 0.7 |
| 0.21 | 0.037  | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 1.4 | 0.8 | 0.9 | 0.8 | 0.7 | 0.9 | 0.8 | 0.7 |
| 0.22 | 0.031  | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 1.5 | 0.6 | 0.8 | 0.7 | 0.6 | 0.4 | 0.6 | 0.6 |
| 0.23 | 0.035  | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 1.2 | 0.6 | 0.9 | 0.8 | 0.7 | 0.9 | 0.8 | 0.7 |
| 0.24 | 0.034  | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 1.4 | 0.6 | 0.8 | 0.8 | 0.7 | 0.9 | 0.8 | 0.7 |
| 0.25 | 0.020  | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 1.7 | 0.5 | 0.8 | 0.7 | 0.6 | 0.4 | 0.6 | 0.6 |
| 0.26 | 0.025  | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 1.6 | 0.5 | 0.8 | 0.9 | 0.8 | 0.7 | 0.9 | 0.8 |
| 0.27 | 0.031  | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 1.3 | 0.4 | 0.6 | 0.6 | 0.5 | 0.4 | 0.6 | 0.6 |
| 0.28 | 0.017  | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 1.8 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.5 | 0.4 | 0.6 | 0.6 |
| 0.29 | 0.021  | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 1.7 | 0.9 | 0.9 | 1.0 | 0.9 | 0.8 | 0.7 | 0.9 |
| 0.30 | 0.021  | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 1.6 | 0.4 | 0.6 | 0.6 | 0.5 | 0.4 | 0.6 | 0.6 |
| 0.31 | 0.016  | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 2.3 | 0.9 | 0.8 | 0.6 | 0.5 | 0.4 | 0.6 | 0.6 |
| 0.32 | 0.018  | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 1.8 | 0.4 | 0.6 | 0.6 | 0.5 | 0.4 | 0.6 | 0.6 |
| 0.33 | 0.018  | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 1.7 | 0.4 | 0.6 | 0.6 | 0.5 | 0.4 | 0.6 | 0.6 |
| 0.34 | 0.019  | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 1.7 | 0.4 | 0.6 | 0.6 | 0.5 | 0.4 | 0.6 | 0.6 |
| 0.35 | 0.017  | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 1.8 | 0.5 | 0.7 | 0.7 | 0.6 | 0.4 | 0.6 | 0.6 |
| 0.36 | 0.020  | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 1.7 | 0.5 | 0.8 | 0.8 | 0.7 | 0.9 | 0.8 | 0.7 |
| 0.37 | 0.024  | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 1.6 | 0.5 | 0.8 | 0.8 | 0.7 | 0.9 | 0.8 | 0.7 |
| 0.38 | 0.040  | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 1.3 | 0.8 | 0.9 | 0.9 | 0.8 | 0.7 | 0.9 | 0.8 |
| 0.39 | 0.099  | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.6 | 1.2 | 0.8 | 0.8 | 0.7 | 0.9 | 0.8 | 0.7 |
| 0.40 | 0.128  | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 1.4 | 0.9 | 0.8 | 0.7 | 0.9 | 0.8 | 0.7 |
| 0.41 | 0.497  | 1.3 | 1.0 | 0.0 | 2.0 | 0.8 | 0.8 | 0.7 | 0.7 | 0.6 | 1.0 | 0.6 |
| 0.42 | 0.855  | 1.4 | 1.5 | 0.0 | 1.8 | 1.1 | 1.1 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 1.1 | 0.6 |
| 0.43 | 1.145  | 1.4 | 1.5 | 0.0 | 1.9 | 1.2 | 1.2 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 1.1 | 0.6 |
| 0.44 | 1.015  | 1.4 | 1.5 | 0.0 | 1.9 | 1.3 | 1.1 | 0.7 | 1.0 | 0.9 | 0.9 | 0.6 |
| 0.45 | 0.814  | 1.3 | 1.5 | 0.0 | 1.8 | 1.6 | 0.9 | 0.8 | 0.9 | 0.2 | 1.1 | 0.5 |
| 0.46 | 0.328  | 1.1 | 1.6 | 0.0 | 1.7 | 1.4 | 1.0 | 0.6 | 0.9 | 0.3 | 1.1 | 0.5 |
| 0.47 | 0.097  | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.6 | 1.4 | 1.2 | 0.9 | 0.8 | 0.8 | 1.1 | 0.5 |
| 0.48 | 0.081  | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.6 | 1.5 | 1.1 | 0.9 | 0.8 | 0.8 | 1.1 | 0.5 |
| 0.49 | 0.145  | 0.5 | 0.0 | 0.0 | 1.5 | 1.2 | 0.9 | 0.7 | 0.6 | 0.4 | 0.6 | 0.6 |
| 0.50 | 0.536  | 1.3 | 1.0 | 0.0 | 1.8 | 0.9 | 1.0 | 0.7 | 1.0 | 0.3 | 1.1 | 0.5 |
| 0.51 | 0.604  | 1.2 | 1.9 | 0.0 | 1.7 | 1.9 | 0.7 | 0.7 | 0.6 | 0.7 | 1.2 | 0.5 |
| 0.52 | 0.515  | 1.1 | 1.9 | 0.0 | 1.6 | 1.6 | 1.1 | 0.4 | 0.9 | 0.9 | 1.0 | 0.6 |
| 0.53 | 0.450  | 1.1 | 1.9 | 0.0 | 1.6 | 1.4 | 1.1 | 0.8 | 1.0 | 0.5 | 0.9 | 0.6 |
| 0.54 | 0.316  | 1.0 | 2.0 | 0.0 | 1.5 | 1.5 | 1.1 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.6 | 0.3 |
| 0.55 | 0.061  | 0.5 | 1.1 | 0.0 | 1.3 | 0.5 | 0.9 | 1.0 | 0.8 | 0.6 | 0.8 | 0.5 |
| 0.56 | 0.048  | 0.5 | 1.1 | 0.0 | 1.5 | 0.4 | 0.8 | 0.9 | 0.8 | 0.7 | 0.8 | 0.3 |
| 0.57 | 0.034  | 0.5 | 2.1 | 0.0 | 1.7 | 0.3 | 0.6 | 0.8 | 0.8 | 0.6 | 0.9 | 0.3 |
| 0.58 | 0.287  | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 0.5 | 2.2 | 0.9 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.9 | 0.3 |
| 0.59 | 0.297  | 1.1 | 2.0 | 0.0 | 1.7 | 1.1 | 0.7 | 0.7 | 0.6 | 0.8 | 0.7 | 0.5 |
| 0.60 | 0.734  | 1.2 | 2.0 | 0.0 | 1.9 | 1.0 | 0.7 | 0.7 | 0.6 | 0.8 | 0.8 | 0.5 |
| 0.61 | 0.279  | 1.1 | 2.1 | 0.0 | 1.9 | 0.9 | 0.6 | 0.7 | 0.7 | 0.9 | 0.8 | 0.5 |
| 0.62 | 0.209  | 1.1 | 2.1 | 0.0 | 2.1 | 1.3 | 0.4 | 0.7 | 0.4 | 0.6 | 0.7 | 0.5 |
| 0.63 | 0.076  | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 1.9 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 0.8 | 0.8 | 0.9 | 0.3 |
| 0.64 | 0.071  | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 2.1 | 0.4 | 0.4 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.3 |
| 0.65 | 0.058  | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 2.4 | 1.1 | 0.4 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.3 |
| 0.66 | 0.045  | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 2.5 | 1.2 | 0.6 | 0.3 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.3 |
| 0.67 | 0.096  | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 2.2 | 0.5 | 0.2 | 0.2 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.3 |
| 0.68 | 0.053  | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 2.3 | 1.0 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.3 |
| 0.69 | 0.056  | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 1.8 | 0.4 | 0.4 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.3 |

Fig. 2. Formaat van de spraakdata voor de TMS 5100. De data wordt elke 25 ms aan de chip toegevoerd in max. 49 bit lange blokken. Elk blok bevat de voor de amplitude, toonhoogte en de LPC-filterparameters bepalende data.

den ook toegepast in digitale telefoniesystemen. In Europa wordt gewerkt met een bemonsteringsfrequentie van 8 kHz. Bij een bemonsteringsnauwkeurigheid van 8 bit levert dat een bitfrequentie op van 64 Kbit/s. Deze grote hoeveelheid data kan aanzienlijk worden vermindert. Met golfvormcodering kan binnen bepaalde vaste grenswaarden voor bandbreedte en signaal/ruis-verhouding elke golfvorm worden gereproduceerd, mits men bereid is genoeg te nemen met een hoge datasnelheid. Het menselijk spraakmechanisme kan slechts een beperkt scala van geluiden voortbrengen en daarvan kunnen we profiteren om de datafrequentie te verlagen.

De menselijke spraak komt tot stand door met de stembanden stuwende periodieke trillingen voort te brengen waarbij het geluidsspectrum met de mond wordt gevormd. Het elektrische model van een dergelijk mechanisme kan bestaan uit een periodieke puls-generator en een digitaal filternetwerk. Om met dit model spraak te reproduceren in plaats van de met de gewenste golfvorm overeenkomstige data over te zenden, hoeven alleen de stuurparameters van het model te worden gegeven: de frequentie en de amplitude van de signaalbron, en de filterkromme bepalende coëfficiënten. In het TI-systeem worden deze parameters elke 25 ms herzien. De datasnelheid is maximaal 2000 bit/s en gemiddeld 1200 bit/s.

Het Linear Predictive Coding (LPC) proces waarmee de spraak wordt geanalyseerd om de data te verkrijgen waarmee de synthesizer die spraak weer moet kunnen reconstrueren, bestaat uit digitaal filteren. In feite gaat het hier om een filter met tegenovergestelde eigenschappen van het filter in de sprekende chip.

De spraak wordt eerst gedigitaliseerd waarna ze door het filter van al zijn harmonischen wordt ontdaan zodat een foutsignaal overblijft dat correspondeert met het stuursignaal. De filterkromme wordt voortdurend gewijzigd om de fout tot een minimum te beperken terwijl de filterparameters elke 25 ms worden opgeslagen om als de filterparameters voor de synthesizer te worden gebruikt. Frequentie (toonhoogte) en amplitude van het foutsignaal worden gemeten en gecodeerd en door de synthesizer gebruikt om frequentie en amplitude van de signaalgenerator te programmeren. In fig. 2 zijn voor de TMS 5100 de data voor het woord „DATABUS” uitgezet. Van links naar rechts zijn dat de gecodeerde parameters voor amplitude (E), herhalen (R), frequentie (P) en de tien filterparameters (K). Duide-lijk is dat enkele speciale technieken werden gebruikt om de datasnelheid te verlagen.

Voor stemhebbende klanken als „A” en

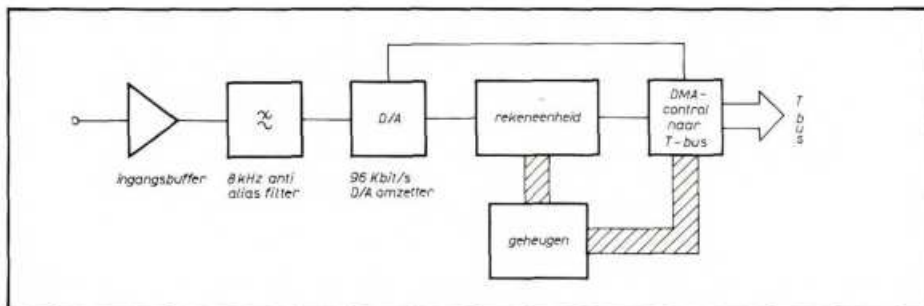


Fig. 3. Blokschema van de PASS-analyseprint.

„E” zijn tien K-parameters nodig om ze nauwkeurig te reproduceren. Voor de stemloze klanken „CH” en „T” kan daarvoor met de vier voornaamste K-parameters worden volstaan. Door voor de toonhoogte de code 00000 te geven wordt voor stemloze klanken gekozen. De herhalingsbit maakt het mogelijk amplitude en toonhoogte te wijzigen zonder tien nieuwe K-parameters te hoeven specificeren. Met de nodige voorzichtigheid gehanteerd, zorgen deze eigenschappen voor een bruikbaar compromis tussen datasnelheid en spraakqualiteit.

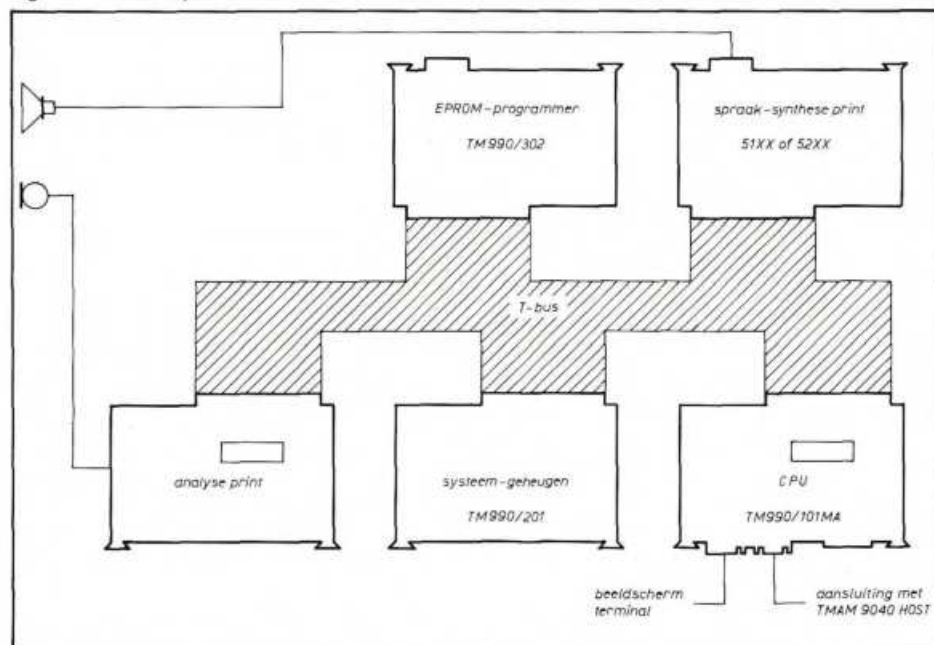
In PASS wordt een speciale analyseprint gebruikt voor het uitvoeren van de voor het analyse-filter (fig. 3) benodigde real-time functies. De andere componenten van PASS (fig. 4) zijn leden van TI's familie microcomputerprinten, de TM990/101 MA (een rond de TMS9900 opgebouwde CVE), de geheugen uitbreidingsprint TM990/201, de software ontwikkelingsprint TM990/302 zoals die wordt gebruikt voor het programmeren van de EPROM terwijl voor de TMS 51XX of TMS 52XX verschillende

spraakpanelen leverbaar zijn.

PASS accepteertingangssignalen van een microfoon of van een lijnbron zoals een bandrecorder. De signalen worden versterkt en gebufferd en door een 4 kHz laagdoorlaatfilter gestuurd. De op de print aanwezige analoog/digitaal-omzetter werkt met een nauwkeurigheid van 12 bit en een bemonsteringsfrequentie van 8 kHz.

Kenmerkend voor de werking van elk digitaal filtersysteem is de behoefte aan snel vermenigvuldigen en accumuleren van monstersignalen voor het berekenen van de autocorrelatie-coëfficiënten. In PASS gebeurt dat door een hardware vermenigvuldiger waarmee vermenigvuldigen en accumuleren in 150 ns worden uitgevoerd. Berekend voor elk 25 ms blok worden de autocorrelatie coëfficiënten met behulp van DMA (Direct Memory Access) doorgegeven aan het systeemgeheugen van de TMS9900 processor. De resterende filterfuncties worden in software uitgevoerd. Een complete analyse wordt in circa drie tot vijf seconden voltooid. De grotere bereikbaarheid van klanten-

Fig. 4. Het PASS-systeem.



specifieke spraakdata zoals PASS die verschaft betekent een belangrijke stap vooruit op het gebied van de spraaksynthese waarmee ontwerpers van zowel grote als kleine productiereeksen hun producten voor zichzelf kunnen laten spreken.

PASS is in Nederland beschikbaar bij de TI-Dealers Diode BV te Utrecht en Vekano BV in Eindhoven.

### Congres fonetische wetenschap

Van 1 tot 6 augustus 1983 wordt in de Utrechtse Jaarbeurs voor de 10e keer het International Congres of Phonetic Sciences georganiseerd. Een en ander gebeurt onder auspiciën van het Instituut voor Fonetiek van de Universiteit van Utrecht. De te behandelen onderwerpen zijn:

- Akoestiek en spraakverwerkende systemen
- Spraakproductie
- Spraakperceptie
- Spraak en taal
- Toepassingsgericht onderzoek van spraak

Naast diverse lezingen over bovengenoemde onderwerpen zal ook een tentoonstelling van spraakverwerkende systemen worden gehouden. De organisatoren nodigen degenen die bijdragen aan dit congres kunnen leveren uit om voor 1 januari 1983 een uittreksel van het te behandelen onderwerp in te dienen. Voor informatie kan men zich wenden tot:

QLT Convention Services, Keizersgracht 792, 1017 EC Amsterdam (020) 223720.

### Tijdschrift over computerspraak

Hoewel de wetenschap over computers en gesproken woord nog tamelijk jong is, is er toch al een tijdschrift dat zich bezighoudt met dit onderwerp. Onder de titel Speech Technology verschijnt het viermaal per jaar en het behandelt naast de meest recente technische ontwikkelingen ook de toepassingen van computerspraak, terwijl ook productbeschrijvingen aan de orde komen. De nadruk ligt op de technische kant van het vak. Voor geïnteresseerden geven we hier het adres:

Speech Technology  
c/o Media Dimensions  
525 East 82nd Street  
New York, NY 10028, USA  
(212) 6806451

**Echte  
betrouwbaarheid  
kent  
geen  
grenzen**



**Neem kontakt met ons op wij geven u graag advies:**



**RODELCO  
electronics**

2280 AG Rijswijk · Verrijn Stuartlaan 29  
Postbus 296 · Netherlands  
Tel.: 0 70/99 57 50 · Tlx.: 32506 rod nl

Maxell Europe GmbH  
Emanuel-Leutze-Straße 1, 4000 Düsseldorf 11  
Tel.: 00-49-211/59 51-0, Tlx.: 8 587 288 mxl d

**maxell**<sup>®</sup>  
data-dragers  
de betrouwbare  
**maxell**<sup>®</sup>  
Datenträger  
die Zuverlässigen  
**maxell**<sup>®</sup>  
supports magnétiques  
la fiabilité  
**maxell**<sup>®</sup>  
magnetic media  
reliability plus  
**maxell**<sup>®</sup>  
supporti magnetici  
l'affidabilità  
**maxell**<sup>®</sup>  
soportes de datos  
la fiabilidad  
**maxell**<sup>®</sup>  
datalagring  
för extra säkerhet  
**maxell**<sup>®</sup>  
datamedia  
til at stole på  
**maxell**<sup>®</sup>  
magneettinen muisti  
se luotettava  
**maxell**<sup>®</sup>  
datamedia  
til å stole på  
**maxell**<sup>®</sup>  
φορείς δεδομένων  
τά αξιόπιστα

# VLSI-Spraaksynthesizers

## Een marktoverzicht

J. van Egdom

Tot voor kort was spraaksynthese een kostbare en gecompliceerde aangelegenheid. Het digitaal opslaan van gesproken informatie vroeg een zo gigantische hoeveelheid geheugen, dat het nauwelijks aantrekkelijk was om hiervan gebruik te maken. Coderingstechnieken hebben een aanzienlijke reductie van data mogelijk gemaakt, zodat slechts een paar VLSI-componenten nodig zijn voor het samenstellen van een spraaksynthesizer. In dit artikel wordt een overzicht gegeven van dergelijke VLSI-spraaksynthesizers.

De afgelopen jaren hebben diverse halfgeleiderfabrikanten spraaksynthese-IC's op de markt gebracht. Groten op dit gebied zijn Texas Instruments, National Semiconductor en General Instrument. Hoewel in Europa en de Verenigde Staten nog niet zo bekend, zijn er ook verschillende Japanse leveranciers op dit gebied. Verwacht mag worden dat ook hier de Japanners in de toekomst een groot marktaandeel voor hun rekening zullen nemen.

### Tekst in ROM

Gewoonlijk levert een fabrikant van spraaksynthese-IC's ROM's die een standaard vocabulaire bevatten en die zijn aangepast op de synthesizers. In de ROM is gecodeerde informatie over frequentie en amplitude van de uit te spreken woorden opgeslagen. Het gebruik van deze standaard vocabulaires is een goedkope oplossing, maar men is dan wel aangewezen op de woorden die de fabrikant heeft geprogrammeerd. Meestal zijn dit woorden voor tijdmelding, getallen, enz.

Het is echter ook mogelijk om voor een speciale toepassing een ROM (of EPROM) te laten programmeren met daarin een zgn. „custom-design” woordenschat. Dit is over het algemeen een kostbare aangelegenheid, omdat het programmeren door de fabrikant moet gebeuren die daarvoor speciale apparatuur heeft. Voordat de spraakinformatie in ROM wordt gezet, moet het namelijk worden ge-edit (bijgeschaafd); een zeer nauwkeurig werk dat door specialisten moet worden gedaan. Texas Instruments gebruikt voor het overbrengen van spraakinformatie een satellietverbinding met Nice (Frankrijk), waar zich het TI-spraakcentrum bevindt. Voor het programmeren van kleine aantallen EPROM's heeft bovengenoemde firma kort geleden het PASS-systeem geïntroduceerd. Dit is een compact, draagbaar instrument waarmee gesproken informatie direct in een EPROM kan worden gezet, terwijl men

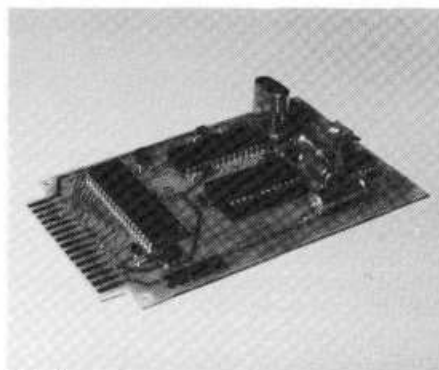
tussentijds een controle kan uitvoeren en waarmee ook (op beperkte schaal) de ingesproken informatie kan worden bijgeschaafd. Elders in dit nummer leest u meer over de werking van PASS.

### Synthesizers

Hieronder zullen we een beknopt overzicht geven van het aanbod van de verschillende fabrikanten op het gebied van spraaksynthesizers. Een belangrijk punt is dat de keuze van de juiste synthesizer niet m.b.v. een datasheet alleen kan worden gemaakt; de kwaliteit van het spraaksignaal is iets zeer subjectiefs en een beoordelingscriterium is moeilijk te leggen.

### General Instrument

De SP0250 van GI is een spraaksynthesizer die werkt volgens het LPC (Linear Predictive Coding)-principe en per seconde maximaal 2500 bit nodig heeft. Via een TTL-compatibele 8-bit bus is deze synthesizer eenvoudig te koppelen met een microprocessor. De



Afb. 1.

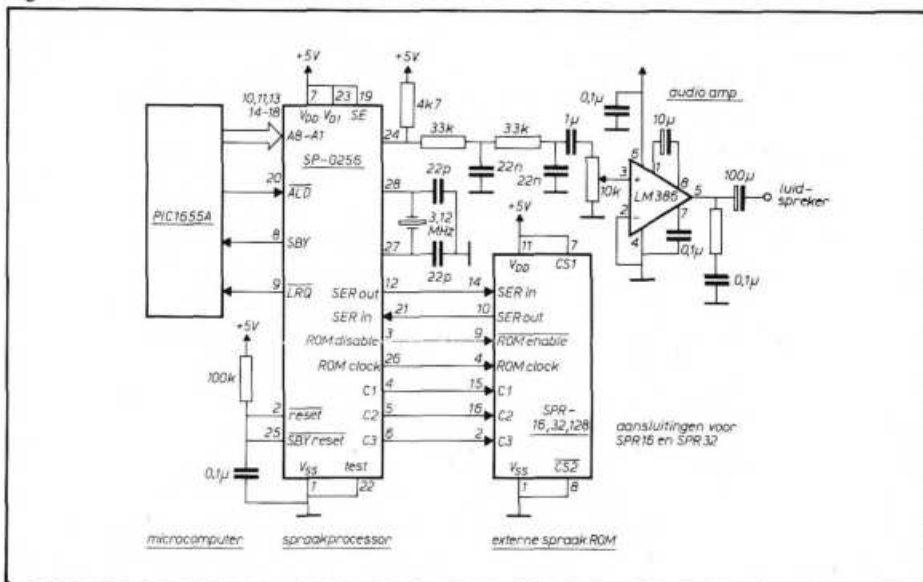
SP0250 is o.a. toegepast op de spraaksynthese module VSM2032 (afb. 1) van General Instrument. Hier is de SP0250 verbonden met een PIC1650 microcomputer en een 4 K x 8 bit ROM. De geheugencapaciteit van de module laat een woordenschat toe van ong. 32 woorden. Standaard is o.a. een vocabulaire voor calculatortoeepassingen leverbaar. Een andere synthesizer van GI die ook volgens het LPC-principe werkt is de SP0256 (fig. 2). Op de chip van de SP0256 bevindt zich 16 Kbit ROM die een maximale spraakduur van 15 seconden mogelijk maakt. De maximale externe ROM-capaciteit kan worden uitgebreid tot 491 Kbit. Deze in NMOS-technologie vervaardigde synthesizer werkt bij een voedingspanning van 4,7 tot 7 volt.

Als laatste General Instrument synthesizer noemen we de SP0232 die qua opzet gelijk is aan de SP0256, maar een interne ROM-capaciteit heeft van 32 Kbit, wat volgens GI overeenkomt met bijna een halve minuut spraak.

### Hitachi

Het HD38880 twee-chip spraaksysteem bestaat uit een synthesecomponent en

Fig. 2.



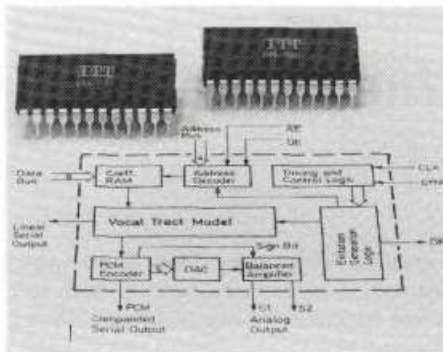
één (of meer) spraak ROM's met een capaciteit van 128 Kbit. Dit systeem kan niet zelfstandig werken, maar heeft de hulp van een microcomputer nodig. De HD 38880 is volgens PMOS-technologie gefabriceerd en heeft een voedingspanning van -10 volt nodig. Met deze volgens het LPC-principe werkende synthesizer en een (128 Kbit) geheugen-IC kan een maximale spraakduur van 1,6 minuten worden bereikt. Door het aantal ROM-IC's uit te breiden tot zestien, kan deze duur worden opgevoerd tot 27 minuten. Op de spraakprocessor-chip is een laagfrequent versterker geïntegreerd. De uitgangsdata kunnen echter ook in seriële vorm voor de D/A-omzetter worden afgetakt.

Op één chip is het CMOS spraaksysteem HD61885 van Hitachi ondergebracht. De geïntegreerde 32 Kbit ROM is goed voor zo'n halve minuut spraak. Met externe ROM's van het type HD44881 (128 Kbit) kan de spraakduur worden opgevoerd tot ongeveer een half uur. Interessant is het opgenomen vermogen van deze synthesizer dat bij een voedingspanning tussen 3,6 en 5,5 volt slechts 5 mW bedraagt.

#### ITT-Intermetall

De UAA 1003 en UAA 1103 zijn NMOS spraakgeneratoren die masker-programmeerbaar zijn voor verschillende vocabulaires. De componenten zijn bedoeld voor „low-cost” toepassingen zoals wekkers, telefoonbeantwoorders, enz. In het geheugen op de chip van de UAA1003 kan een woordenschat van maximaal 20 woorden worden opgeslagen, terwijl de capaciteit van de UAA1103 tweeëndertig woorden bedraagt. De UAA1003 is leverbaar met een geprogrammeerde woordenschat voor het uitspreken van de tijd in het Duits, Engels en Frans. De op klanten-specificatie programmeerbare UAA1103 kan via een 5-bit woord door een microprocessor gestart en geadresseerd worden. Wanneer een zin met meer woorden moet worden uitgesproken, moeten de woorden stuk voor stuk afzonderlijk worden geadresseerd. Beide bovengenoemde componenten werken bij een voedingspanning van 5 V.

Eveneens van ITT zijn de LPC-synthesizers UAA1104 en UAA1105 (afb. 3). De eerste is bedoeld voor „stand-alone” toepassingen, waarbij dan nog een externe ROM en een eenvoudige microcomputer nodig zijn. De tweede – de UAA1105 – kan worden gebruikt in combinatie met een bestaand microprocessorsysteem. In beide gevallen is de woordenschat slechts begrensd door de adresseercapaciteit van de gebruikte microcomputer. De componenten kunnen worden gevoed met een enkele 5 V voedingspanning.



Afb. 3.

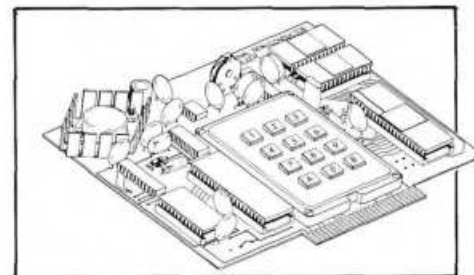
#### Mitsubishi

De M58817 AP is een LPC-synthesizer die volgens de fabrikant in combinatie met een spraak-ROM van het type M58818 (128 Kbit) 100 seconden gesproken informatie kan leveren. Door meer ROM's te gebruiken kan dit worden uitgebreid tot 1600 seconden. Op de chip van de synthesizer bevindt zich een interface voor communicatie met een microcomputer. De PMOS M58817AP heeft een voedingspanning van -10 V nodig en is ondergebracht in een 28-polige behuizing. Zowel mannelijke als vrouwelijke stemmen kunnen door de juiste programmering worden verkregen, terwijl het met deze synthesizer ook mogelijk is om geluidseffecten op te wekken.

#### National Semiconductor

Onder de aanduiding MM54104 brengt National Semiconductor een spraaksynthesizer op de markt die werkt volgens het golfvorm coderingsprincipe. De MM54104 is gefabriceerd in NMOS-technologie en werkt bij een voedingspanning van 7 tot 11 V. Het opgenomen vermogen bedraagt maximaal 0,5 W. De fabrikant levert deze synthesizer, gecombineerd met verschillende hoeveelheden ROM en diverse aansluitmogelijkheden onder de naam Digitaler. Een

van deze systemen is de spraaksynthese evaluatiekit DT1000 (afb. 4). De DT1000 herbergt naast de synthesizer twee Maxi ROM's die 138 woorden bevatten, een audioversterker, een toetsenbord en een microcontroller uit de Cops-familie. Via een printconnector kan de DT1000 worden gekoppeld met een bestaand microcomputersysteem.



Afb. 4.

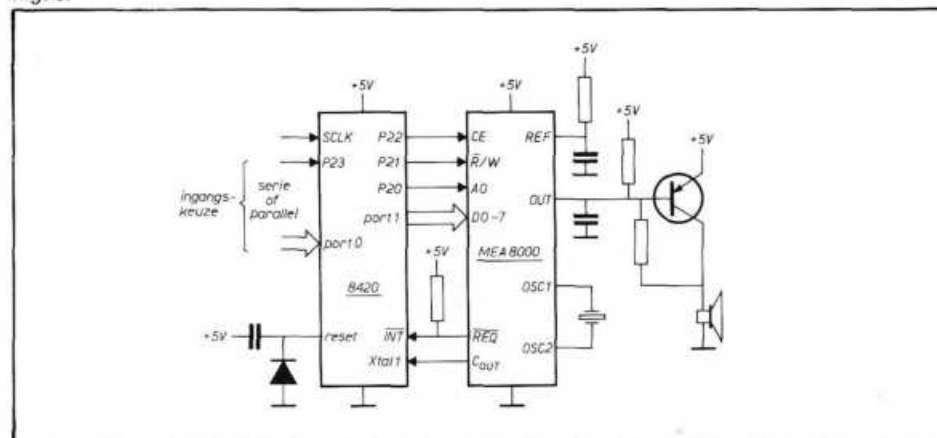
#### NEC

De  $\mu$ PD7752 is een CMOS spraakprocessor die werkt volgens het principe van formant-synthese. Op de chip heeft deze processor een ROM-capaciteit van 32 Kbit, wat overeenkomt met een totale spraakduur van 27 seconden. Extern is de ROM-capaciteit uit te breiden via een microprocessor. De  $\mu$ PD7752 bezit hiermee een 8080/85 compatibele bus. Tevens kan deze processor worden bestuurd door een 8048 single chip microcomputer via dezelfde bus. Bovendien accepteert deze synthesizer ook seriële ingangsinformatie. De uitgangsinformatie is zowel analoog als digitaal beschikbaar. Het digitale uitgangssignaal bestaat uit 14 bits in seriële vorm. Bij een voedingspanning van 5 V bedraagt het opgenomen vermogen gemiddeld 50 mW.

#### Philips

Mede dank zij inspanningen van het Instituut voor Perceptie Onderzoek (IPO) is de MEA8000 spraaksynthesizer van Philips tot stand gekomen. Deze formant-

Fig. 5.



synthese bouwsteen beschikt over een standaard 8-bit bus waarover communicatie met een willekeurige microprocessor kan plaatsvinden. Spraakinformatie wordt opgeslagen in een externe ROM. Bij een bitrate van 1000 bit/s kan met deze synthesizer nog een goed verstaanbaar signaal van redelijke kwaliteit worden verkregen. De schakeling bevat een achtste orde digitaal filter met een vaste en drie programmeerbare formantfrequenties en vier programmeerbare bandbreedten. Op de chip is ook een D/A-omzetter geïntegreerd, zodat extern nog slechts een laagdoorlaatfilter nodig is om een aanvaardbaar signaal te krijgen (fig. 5). Deze NMOS component is ondergebracht in een 24 pins DIL-behuizing en verbruikt bij een voedingspanning van 5 V een vermogen van gemiddeld 150 mW.

### Texas Instruments

De PMOS spraaksynthesizer TMS5100 werkt volgens het principe van lineaire predictie (LPC). Via een 4-bit woord, dat bij voorbeeld van een TMS1000 4-bit microcomputer afkomstig kan zijn (fig. 6), genereert deze synthesizer aan de hand van in een extern ROM opgeslagen data spraaksignalen. Voor de externe ROM kan bijv. een TMS6100 (128 Kbit) of een TMS6125 (32 Kbit) worden gebruikt. Per seconde spraak zijn 1200 bits nodig en met de maximale ROM-capaciteit (16 IC's van het type TMS6100) kan ruim een

bruikt zoals EPROM's, RAM's of floppy disks. De TMS 5200 is vervaardigd in PMOS-technologie en moet worden gevoed uit + en - 5 V.

### Votrax

Een firma die zich bezighoudt met computerspraak en van huis uit niet, zoals de hierbovengenoemde fabrikanten, een halfgeleiderfabrikant is, is Votrax. De foneem-synthesizer van Votrax wordt toegepast in diverse „low-cost” spraakmodulen. Het aantrekkelijke van de SC-01 (fig. 7), zoals Votrax deze synthesizer noemt, is dat op eenvoudige wijze woorden kunnen worden gevormd. De vocabulaire van de SC-01 bestaat namelijk uit 64 fonemen (klanken), die kunnen worden gekoppeld tot complete woorden of zinnen. De afzonderlijke fonemen kun-

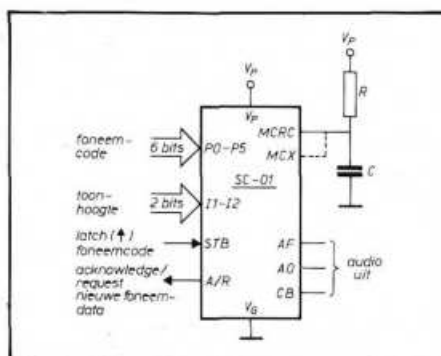


Fig. 7.

nen worden opgeroepen met een 6-bit code terwijl met een 2-bit code de toonhoogte kan worden bepaald (4 niveau's). De uitgang van de SC-01 kan direct worden aangesloten op een audioversterker. De voedingspanning van deze CMOS-component mag liggen tussen 7 en 14 volt en het stroomverbruik bedraagt 9 mA. Per seconde spraak worden slechts 80 tot 100 bits gebruikt; gevolg hiervan is wel dat de geproduceerde klank niet te vergelijken is met formant- of LPC-synthesizers.

De SC-01 is o.a. toegepast in de bekende Type 'n Talk spraakmodule die door Votrax zelf op de markt wordt gebracht. Deze module is voorzien van een 1 watt audioversterker en kan op de meeste microcomputersystemen worden aangesloten.

Een recente ontwikkeling van het Nederlandse bedrijf DGC Computer Systems, maakt ook gebruik van de Votrax foneem-synthesizer. De DGC-Talker kan op dit moment alleen nog maar worden gebruikt in combinatie met de TRS-80, maar in de toekomst zal het apparaat ook op andere computers kunnen worden aangesloten. Om de DGC-Talker te sturen is een machinetaalprogramma van slechts 26 bytes nodig, terwijl elke seconde spraak nog eens 10 bytes vergt.

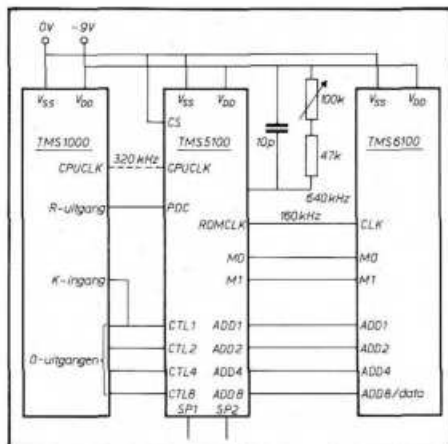


Fig. 6.

half uur spraak worden gevuld. De voeding van de TMS5100 bedraagt -9 V. Een tweede LPC-synthesizer van Texas Instruments is de TMS5200. Deze spraakprocessor heeft op de chip een 128-bit FIFO-buffer (First In First Out) dat communicatie met gangbare 8-bit microprocessors mogelijk maakt. Dit buffer heeft een 8-bit parallelle ingang en een seriële uitgang. Deze spraakcomponent kan hierdoor data betrekken uit een TMS6100 of via de microprocessor. Door deze laatste mogelijkheid kunnen ook andere geheugenmedia worden ge-

## Leveranciers spraaksynthese- IC's

### General Instrument

Curijn M. Hasselaar  
postbus 37  
4190 CA Geldermalsen  
(03455) 3150

### Hitachi

Arcobel BV  
postbus 344  
5340 AH Oss  
(04120) 30335

### ITT-Intermetall

ITT Semiconductors  
Francis Wellesplein 1  
B-2000 Antwerpen  
(031) 381312

### Mitsubishi

MCA-tronix  
Delftweg 69  
2289 BA Rijswijk  
(015) 134940

### National Semiconductor

Rodelco Electronics  
postbus 296  
2280 AG Rijswijk  
(070) 995750

### NEC

NEC Electronics  
Alard du Hamelstraat 33  
5622 CC Eindhoven  
(040) 445845

### Philips

Philips Nederland BV  
afd. Elonco  
postbus 52  
5600 PB Eindhoven  
(040) 783749

### Texas Instruments

Texas Instruments Holland BV  
postbus 283  
1180 AG Amstelveen  
(020) 473391

### Votrax

DGC Computer Systems  
Korenschoof 15  
Hellevoetsluis  
(018) 16849

De samenhang tussen individu, organisatie en techniek krijgt gestalte in de kantooromgeving. Met het accent op de menselijke factor. Voor grote bedrijven gaat de integratie van tekst, data, beeld en stem een rol spelen.

Philips levert o.m. communicatie-, dataverwerkings- en tekstverwerkingssystemen, netwerken, Digital Optical Recording en de benodigde systeemarchitectuur.

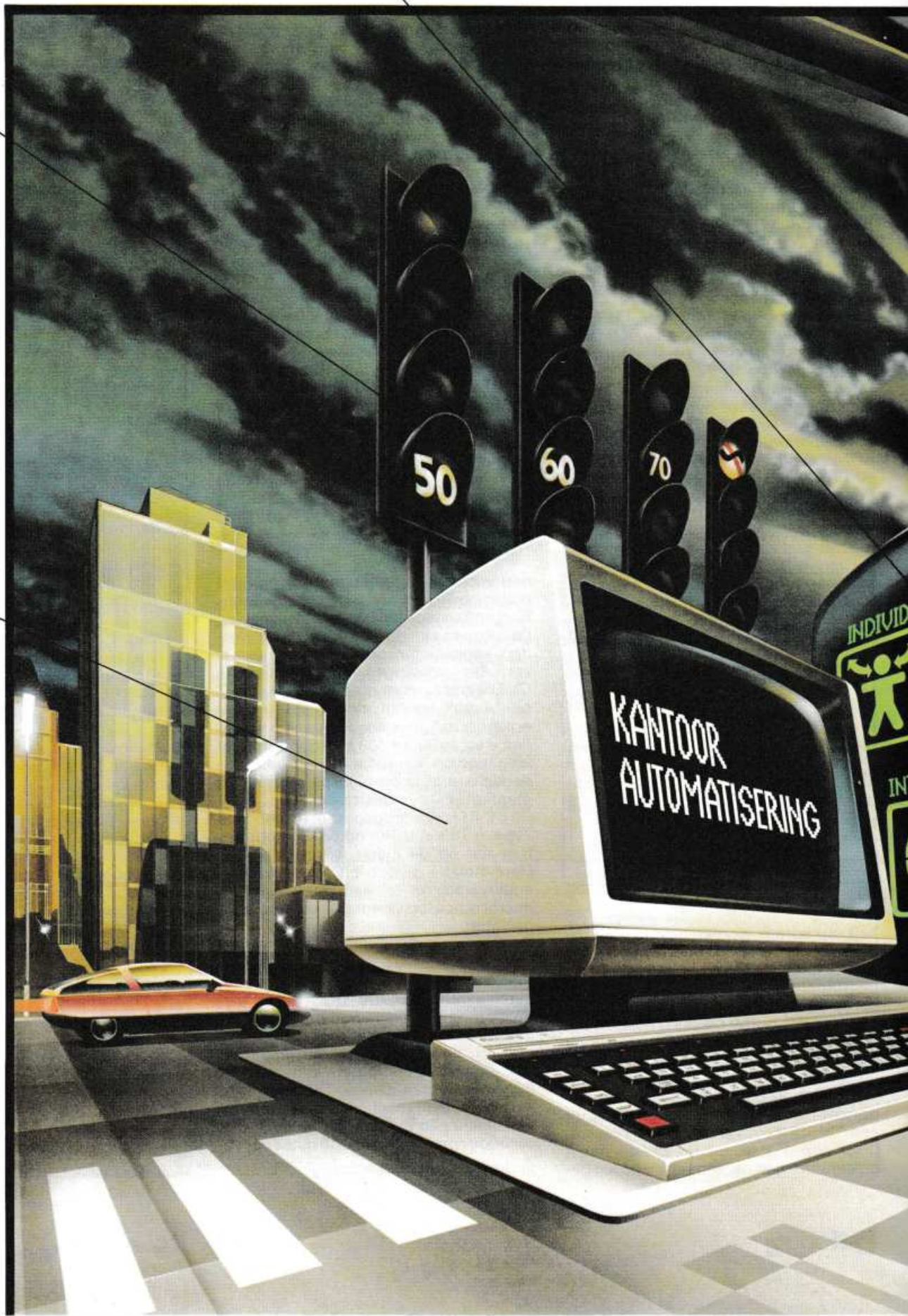
Het intensieve en complexe verkeer van vandaag vraagt om moderne hulpmiddelen ter bevordering van veiligheid en doorstroming.

Geavanceerde detectie-, informatie- en communicatiesystemen zijn hierbij onontbeerlijk.

Philips levert deze systemen en heeft de kennis en ervaring voor het creëren van het integrale systeemconcept.

Kantoorautomatisering: voor kleine bedrijven nemen de toepassingsmogelijkheden van bijv. tekst- en dataverwerking en "electronic mail" snel toe.

Philips levert flexibele systemen, die met een bedrijf mee kunnen groeien.



# Informatie- en communicatiesystemen bijeen. De toekomst kan beginnen.



**C**ommunicatie is een vrijwel alles omvattend begrip geworden. Televisie staat voor communicatie, net als de telefoon en de computer. Tekstverwerking, verkeerssystemen, netwerken, zendapparatuur... 't is allemaal communicatie, een interactie tussen mensen onderling en tussen mens en machine. Binnen kleine en grote bedrijven en tussen bedrijven over en weer beweegt zich, in twee richtingen, een informatiestroom, die steeds breder en dieper wordt.

Steeds meer informatie moet worden opgeslagen, moet worden getransporteerd, moet worden verwerkt. Dat omvangrijke werkterrein roept vragen op, vragen van verschillende aard, waarmee u echter bij één bedrijf voor het antwoord terecht kunt. Die bundeling van kennis en kunde, die integratie van informatie en communicatie vindt u bij Philips Telecommunicatie en Informatie-Systemen B.V., kortweg PTIS B.V.

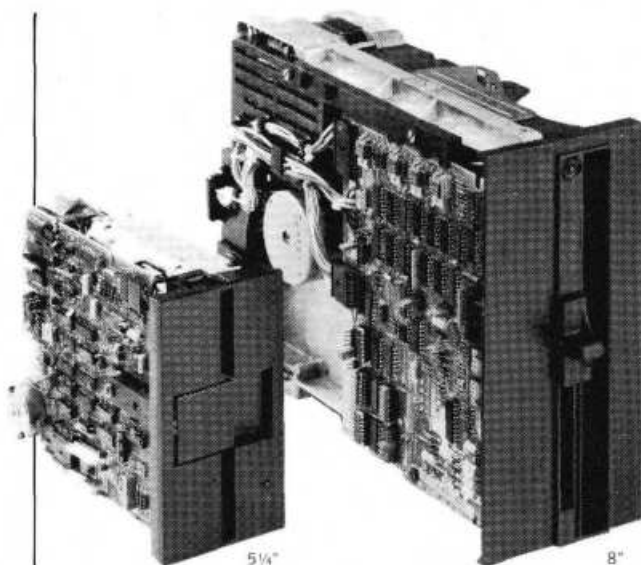
Drie divisies opereren er in nauwe samenwerking, zodanig dat complexe projecten kunnen worden ontworpen en gerealiseerd als één geheel. Technologieën en systemen van uiteenlopende aard grijpen hier op logische wijze in elkaar. Dat is niet alleen praktisch, maar óók economisch. De toekomst kan beginnen. Vandaag als u wilt.

## **PTIS B.V.** **Integratie van informatie en communicatie.**

PHILIPS TELECOMMUNICATIE EN INFORMATIE-SYSTEMEN B.V.  
MAANWEG 156, 2516 AB DEN HAAG. TEL.: 070 - 762766.

**PHILIPS**

# WELCOME OLIVETTI OPE'S DISK DRIVES



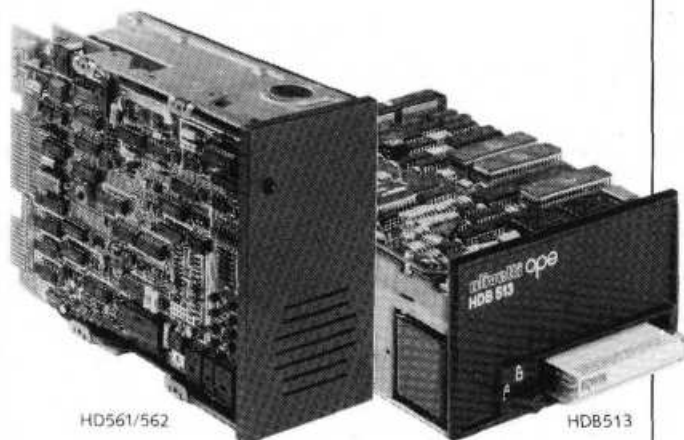
## FLOPPY DISK DRIVES

### 5 1/4" FLOPPY DISK DRIVES

- FD501: single side / 40 tracks / 250 kbyte /  
25 ms track-to-track access
- FD502: double side / 2x40 tracks / 500 kbyte  
25 ms track-to-track access
- FD591: single side / 80 tracks / 500 kbyte  
3 ms track-to-track access
- FD592: double side / 2x80 tracks / 1 Mbyte  
3 ms track-to-track access

### 8" FLOPPY DISK DRIVES

- FD801: single side / 77 tracks / 800 kbyte  
3 ms track-to-track access
- FD802: double side / 154 tracks / 1,6 Mbyte  
3 ms track-to-track access



## FIXED DISK DRIVES

### 5 1/4" WINCHESTER FIXED DISK

- INTERFACE: Fully compatible with Seagate ST506
- HD561/1: 3.04 Mbyte form.
- HD561/2: 6.08 Mbyte form.
- HD562/3: 10.20 Mbyte form.
- INTERFACE: Bidirectional bus
- HD512/2: 11.2 Mbyte form. / voice coil
- HD512/3: 18.7 Mbyte form. / voice coil
- Average access time: 26 msec.

### 5 1/4" MICROWINCHESTER WITH INTEGRATED TAPE BACK-UP

- HDB513 : Disk: 10 Mbyte form. / 25 ms. average access.
- Tape: 6.8 Mbyte form.
- Dump / restore time: 3.5 min.

### 8" WINCHESTER FIXED DISK

- INTERFACE: Bidirectional bus
- HD860/2: 29 Mbyte form. / voice coil.
- HD860/3: 48 Mbyte form. / voice coil.
- Average access time: 40 msec.

### Authorized Dealers:

- Techn. Bur. Verhoeff, Den Haag  
Tel. 070 - 55 13 24
- Bisc. Comp. Systems, Rijswijk  
Tel. 070 - 900 100
- Computer Winkel, Groningen  
Tel. 050 - 13 14 27
- Nenijwa, Ede. Tel. 08380 - 10856
- C. Vedder, Zeist  
Tel. 03404 - 22828
- Compu 2000, Amsterdam  
Tel. 020 - 360901



electronics international bv

Adm. Banckertweg 22 - 2315 SR Leiden - Telefoon 071 - 14 60 45\*

# A/D- en D/A-omzetter voor spraakverwerking

J. Lohse

Gebruikers van microcomputers met meer dan 16 Kbyte RAM beschikken in principe over mogelijkheden tot in- en uitvoer en verwerking van menselijke spraak. Voor de communicatie met de computer moet de menselijke stem echter worden omgezet in digitale informatie. De hier beschreven schakeling kan zowel worden gebruikt voor spraakinvoer als voor spraakuitvoer.

Voordat werd begonnen met het ontwerp van de schakeling is eerst geëxperimenteerd met de in- en uitvoer van spraaksignalen via de cassette-interface. Op deze manier werd een dermate slecht verstaanbaar spraaksignaal verkregen dat al snel op andere methoden werd overgegaan.

Voor een serieuze aanpak van spraak-

verwerking zijn snelle 8-bit digitaal/analoog- en analoog/digitaal-omzetters nodig. De A/D-omzetter zet het spraaksignaal om in 8-bit codewoorden en de D/A-omzetter zet die 8-bit woorden weer om in de betreffende spanningen. In dit artikel wordt een voor spraakverwerking geschikte schakeling beschreven waarin gemakkelijk te verkrij-

gen componenten zijn toegepast. De schakeling wordt door de microprocessor op dezelfde wijze geadresseerd als een geheugenplaats. Wordt op het adres van de schakeling een codewoord gezet, dan fungeert de schakeling automatisch als D/A-omzetter en verschijnt op de analoge uitgang van de schakeling een met deze waarde overeenkomstige spanning. Wordt de schakeling door de microprocessor uitgelezen, dan fungeert hij als A/D-omzetter en stelt het uitgelezen byte de aan de analoge ingang van de schakeling aangelegde momentele waarden van de spanning voor. Doordat de schakeling automatisch van functie verandert, kan er zonder extra software op bijzonder comfortabele wijze mee worden gewerkt. De schakeling wordt aangesloten op de databus van de microprocessor. Verder zijn nog nodig een chip-select signaal (CS), een lees/schrijf-signaal (R/W) en een kloksignaal van minstens 1 MHz. Bij systemen opgebouwd rond een microprocessor van het type 6502 kan het kloksignaal  $\phi_0$  (vaak ook aangeduid met  $\phi_2$ ) worden gebruikt. Aanpassing

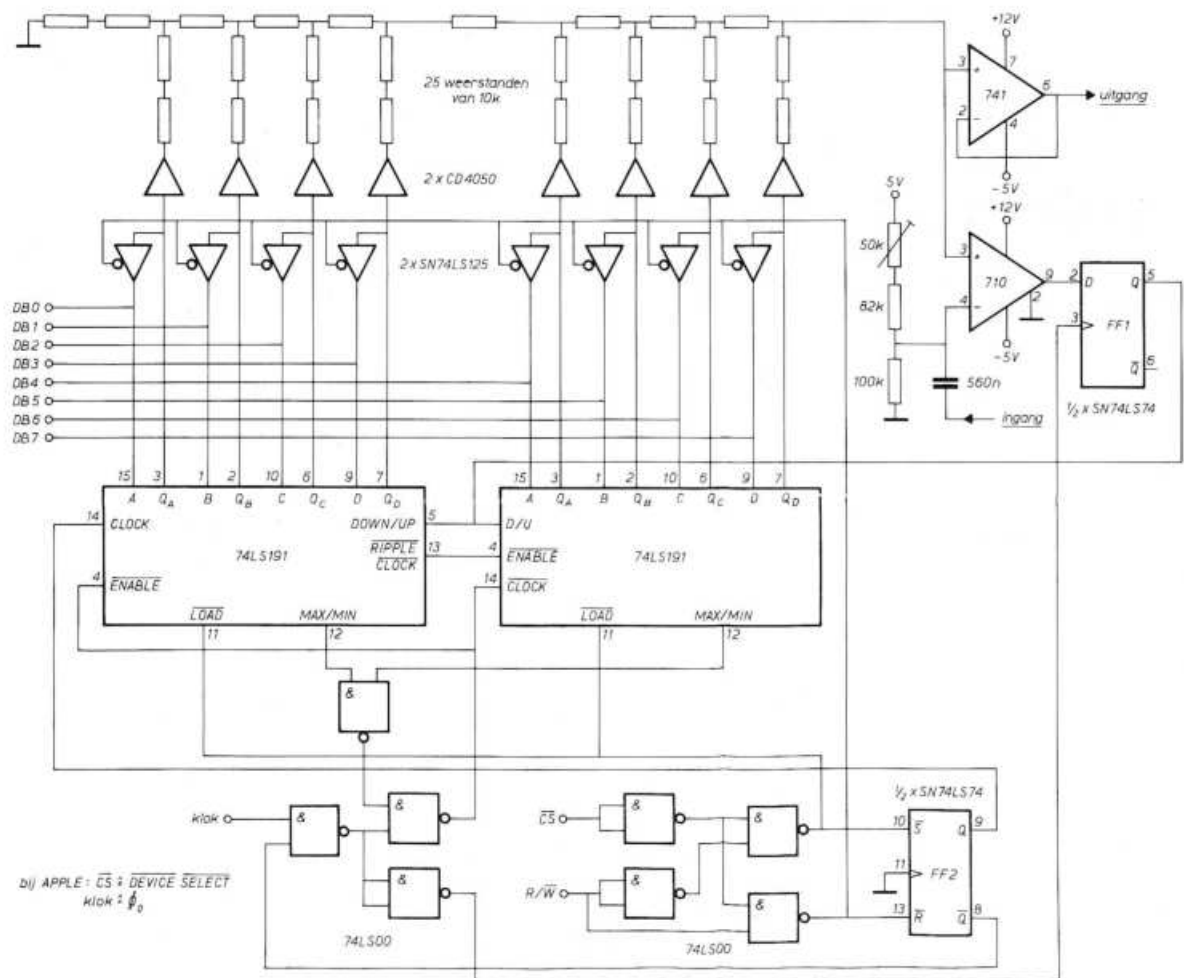


Fig. 1. Schema van de A/D- en D/A-omzetter.

IN PRIJS VERLAAGD:

## SCI 8003 300 baud modem

- full duplex
- auto answer
- CCI TT V24 interface
- kieslijn volgens V21 norm
- geschikt voor A en B zijde
- in eigen fabriek vervaardigd
- PTT goedgekeurd
- alle elektronica op één bord in een metalen behuizing



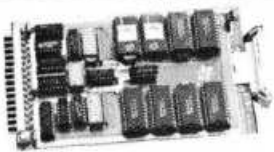
**Stock Control  
International**

Energielaan 7 - 5406 AD Uden  
Telefoon 04132 - 6 55 51 - Telex 50409

PRIJS  
f 1250,-

## B.E.M.-7

De meest veelzijdige 16Kbyte RAM/EPROM kombi-kaart



- \* RAM's en EPROM's kunnen door elkaar geplaatst worden in de desbetreffende IC voeten. Elke RAM/EPROM IC voet kan individueel geselecteerd worden voor EPROM (5V) of statische RAM (2K x 8).
- \* Alleen +5V voeding nodig.
- \* Volledig gebufferd en gedecodeerd.
- \* De BEM-7 kaart kan geplaatst worden in stappen van 1K (binnen 65K adresruimte).
- \* Variabele veldlengte, selecteerbaar per RAM/EPROM IC
- \* De BEM-7 is in diverse uitvoeringen leverbaar zoals:  
BEM-7/16R, als 16Kbyte RAM kaart fl 795,-  
BEM-7/12R, als 16Kbyte RAM kaart fl 765,-  
en IC voeten voor 4Kbyte EPROM  
BEM-7/8R, als 8Kbyte RAM kaart fl 695,-  
en IC voeten voor 8Kbyte EPROM  
BEM-7, als 16Kbyte RAM/EPROM kombi-kaart fl 395,-  
excl. RAM's/EPROM's



**BRUTECH  
ELECTRONICS**

Waverbancken 10-12  
TELEFOON: 02972 - 39 65

3645 VS VINKEVEEN  
TELEX 18576 BEMIN NL

# We nodigen u uit voor een persoonlijke stoei- partij



U geeft uw zaken een persoonlijk tintje. Doet uw best om inzet en efficiëntie tot rendement te krijgen. Dat is niet altijd makkelijk. Denkt vaak aan een computer maar weet de weg niet.

Nu heeft Datamate daar een simpele en persoonlijke oplossing voor gevonden.

Een stoeipartij op een Personal Computer in haar showroom. Konkreet betekent dit, dat u met uw probleem bij Datamate terecht kunt op het moment dat u dat wilt, en zelf mag „spelen” met onze apparatuur al is het een hele dag.

Terzake kundige adviseurs zijn in de buurt voor raad en daad.

Automatiseren kan! Het kan goedkoop. Het kan simpel. Het is duidelijk, een Personal Computer verschaft elke zakenman, nadat de gegevens zijn ingevoerd, snel en exact een helder inzicht in de huidige stand van zaken.

Leg uw probleem in onze showroom, samen vinden we dan de oplossing. Laten we u zien wat voor u de juiste apparatuur kan zijn en de beste toepassings-programma's.

**Persoonlijke inzet wordt ondersteund door een „Personal Computer”.**

Grootste Apple-dealer van Nederland.  
Officiële Osborne-dealer met volledige Hard-ware ondersteuning.



**datamate**

**Datamate B.V.**  
Postadres:  
Postbus 75061  
1117 ZP Schiphol-Oost  
Telefoon 020 - 43 49 18

Vestigingsadres:  
Bouwerij 75  
1185 XW Amstelveen-Zuid.

aan systemen met andere microprocessoren levert nauwelijks problemen op. In plaats van een lees/schrijf-sigitaal moet dan een soortgelijk signaal worden gebruikt dat alleen gedurende de schrijfcycli laag wordt. Ook een geschikt kloksigitaal zal meestal wel te vinden zijn. Het prototype van de schakeling werd gemaakt voor de Apple II. Daarbij wordt het Device-Selectsignaal als CS-sigitaal gebruikt. De schakeling kan worden aangesproken met het hexadecimale adres COnO waarin n het „nummer van de poort plus 8" voorstelt. Op alle poorten zijn de benodigde signalen en spanningen beschikbaar.

### Werking van de schakeling

Bij het schema (fig. 1) dient nog te worden opgemerkt dat de voedingspanning van +5 V met minstens vier condensatoren van 100 nF naar massa moet worden ontkoppeld. De -5 V en de +12 V spanningen worden met elk een condensator van 100 nF naar massa ontkoppeld.

De wisselspanningscomponent van het analoge signaal wordt via een spanningsdeler op de inverterende ingang van de comparator (type 710) aangelegd. Hetingangssigitaal wordt vergeleken met de door het weerstandsnetwerk afgegeven spanning. De spanning over het weerstandsnetwerk is recht evenredig met de waarde van de twee 4-bit tellers die samen een 8-bit bidirectionele teller vormen.

Is hetingangssigitaal kleiner dan het referentiesigitaal van het weerstandsnetwerk, dan telt de teller af. Is hetingangssigitaal groter, dan telt hij op. De referentiespanning van het netwerk wordt dus voortdurend gelijk gemaakt met de ingangspanning, zodat de tellerstand een maatstaf wordt voor de momentele waarde van hetingangssigitaal.

Wordt de schakeling door de microprocessor uitgelezen, dan geven de acht tri-state buffers aan de uitgangen van de teller de stand van de teller door aan de databus. Het signaal van de comparator wordt tussentijds opgeslagen in FF1, zodat het gedurende de actieve flank van de klokpuls niet kan veranderen. Om verder op- of aftellen bij maximale respectievelijk minimale tellerstand te voorkomen, wordt het kloksigitaal van de teller in die gevallen geblokkeerd omdat anders al bij geringe oversturing ontoelaatbare vervormingen zouden optreden.

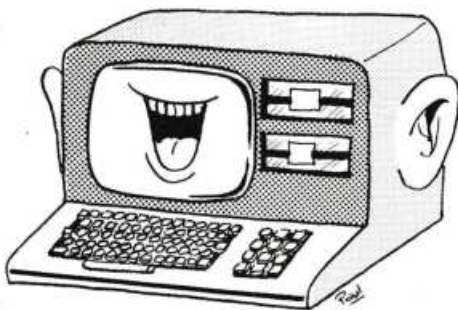
In FF2 is de eigenlijke functie vastgelegd. Moet de schakeling als digitaal/analoog-omzetter werken, dan blijft het kloksigitaal permanent geblokkeerd. Tijdens een schrijfcycli wordt het geschreven byte in de teller geladen en blijft de tellerstand, tot hij weer overgeschreven wordt, behouden. De waarde

van de teller wordt door het weerstandsnetwerk omgevormd tot een daarmee evenredige spanning die aan de uitgang van de als spanningsvolger geschakelde OpAmp kan worden afgenomen.

Bij de eerste leescyclus van de als D/A-omzetter gebruikte schakeling wordt nog het laatst geschreven byte gelezen, maar de schakeling wordt gelijktijdig als A/D-omzetter geschakeld, zodat bij de eerstvolgende leescyclus weer de gedigitaliseerde ingangsspanning wordt gelezen.

De uitgangen van de tellers zijn via CMOS-buffers met het weerstandsnetwerk gekoppeld omdat CMOS-logica tussen massa en +5 V minder sterk van de ideale schakelaar afwijkt dan TTL-bouwstenen. Bij het nabouwen van de schakeling dient men erop te letten dat van de beide 4050's maar acht van de twaalf CMOS-buffers worden gebruikt. De ingangen van de niet-gebruikte buffers moeten aan massa worden gelegd. De ingangsspanning van het spraaksigitaal mag maximaal 5 Vtt bedragen. De ingang kan daarom het best op de luidsprekeruitgang van de signaalbron worden aangesloten. Bij het nabouwen van de schakeling zijn overigens nauwelijks problemen te verwachten. Van de comparator 710 dient nog te worden opgemerkt dat de in het schema aangegeven nummering van de aansluitpennen betrekking heeft op een 14 pins DIL-omhulding. De trimpotentiometer dient zo te worden ingesteld dat bij analoog/digitaal-omzetting met kortgesloten ingang 7FH of 80H verkregen wordt.

Beschikt men over een hoogohmige spanningsmeter, dan kan de spanning aan de inverterende ingang van de 741 met de trimpotentiometer ook op 2,5 V worden afgeregeld. Vervolgens kan dan de weerstand van de trimpotentiometer worden gemeten en door een vaste weerstand met ongeveer gelijke waarde worden vervangen. Daarna bent u gereed voor uw experimenten op het gebied van de spraakverwerking.



# BUFFERS

*Buffers is de gratis advertentierubriek voor Databus-lezers. Oproepen en aanbiedingen kunt u sturen aan: Redactie Databus, postbus 23, 7400 GA Deventer.*

### Aangeboden:

ITT2020 personal microcomputer met 48 Kbyte RAM, 2 game paddles, schakelaar voor hi-res software, 2 BASIC-versies en 100 programma's op ruim 30 cassettes. Vraagprijs f 2700,-.  
A. Hollander, Leiden (071) 170185.

VIC-20 met datacassetterecorder; slechts twee maanden oud. Veel software voor de VIC-20. Prijs: f 1400,-.  
J. Ouwens, Dahliastraat 10a, Rotterdam tel.: (010) 854062.

Sinclair ZX80, compleet met instructieboek. Prijs: f 225,-.  
J. Zuijdevelt, A. Gogolweg 47, Vlissingen.

VIC-20 computer (nieuw) met cassette-recorder. Prijs: f 1100,-.  
H. van 't Kruis, Cacaomolen 4, Koog a/d Zaan, tel: (075) 355776.

 **apple  
computer**  
**BESTELLEN,  
MANUDAX  
BELLEN  
04139-  
2901**

Joenix op uw  
Apple 2

Bel Manudax  
over OS-9

**Manudax Nederland bv  
PB 25 - 5473 ZG Heeswijk**



# Manipulaties met spraakgeluid

## Computer bewerkt menselijke stem

Op het Instituut voor Perceptie Onderzoek (IPO, een samenwerkingsverband tussen Philips Research en de Technische Hogeschool Eindhoven) wordt al enige tijd onderzoek verricht naar de structuur van menselijke spraak. Men heeft o.a. speciale computerprogramma's ontwikkeld voor het analyseren en bewerken van spraak. De resultaten van het onderzoek zijn ondermeer toegepast bij het ontwerpen van een spraaksynthesechip MEA 8000 die door Philips' hoofdfabriek Elcoma in productie is genomen.

Het spraakonderzoek op het IPO wordt verricht met behulp van een systeem (in essentie een computerprogramma) voor de analyse en de resynthese van spraakgeluid, dat wij kortweg met SPARX (Speech Analysis and Resynthesis eXperiments with speech) zullen aanduiden. Daarin kan – met behulp van een computer en randapparatuur voor de registratie en reproductie van geluid – natuurlijk spraakgeluid worden geanalyseerd in dertien parameters die betrekkelijk langzaam veranderen, nl. ongeveer met de snelheid waarmee de keel- en mondholte van vorm verandert. Vanuit deze parameters kan het spraakgeluid weer worden geresynthetiseerd. De parameters vertegenwoordigen fysische grootheden die direct verantwoordelijk zijn voor duidelijke elementen van de spraakperceptie, zoals de toonhoogte, de luidheid en de spraakklanken.

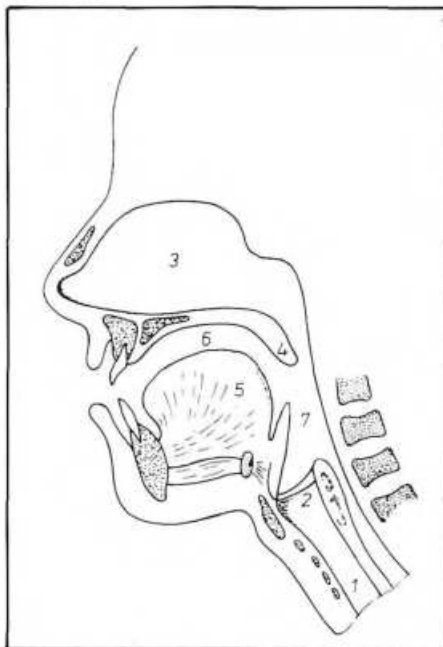
De codering in dertien langzaam variërende parameters maakt in de eerste plaats een grote reductie mogelijk van de geheugenruimte die nodig is voor de opslag van het spraakgeluid. In de tweede plaats maakt het het spraakgeluid manipuleerbaar doordat men de parameters vóór de resynthese selectief kan bewerken en aldus, bij voorbeeld, het toonhoogteverloop van de spraakuiting kan veranderen zonder de andere eigenschappen aan te tasten.

Bij de ontwikkeling van sprekende machines streeft men in de eerste plaats steeds naar een zo zuinig mogelijke opslag van spraaksignalen. Met een systeem als SPARX wordt een spraaksig-naal van 120 Kbit per seconde via de dertien parameters reeds gereduceerd tot 16 Kbit/s. Men kan echter ook wel, ten koste van de kwaliteit van de gereproduceerde spraak met minder bits per seconde toe, door vergroving van de parameterbeschrijving. Met SPARX kan men het effect bestuderen van de vergroving op de kwaliteit.

*Dit artikel is een redactionele bewerking van een manuscript van J. 't Hart, prof. dr. S. G. Nootboom, ir. L. L. M. Vogten en ir. L. F. Willems, allen medewerkers van het Instituut voor Perceptie Onderzoek. Het manuscript werd gepubliceerd in het Philips Technisch Tijdschrift 1981/82, nr. 4.*

In de tweede plaats gaat het erom, met de gekozen kleine eenheden goed lopende en goed verstaanbare spraakuitingen te genereren. Wanneer de machine het geluid van de juiste woorden in de juiste volgorde zonder meer reproduceert, is het resultaat onbruikbaar. In een natuurlijke spraakuiting is het spraakgeluid van een woord

Fig. 1 Doorsnede van de spraakorganen. 1 Luchtpijp. 2 Stembanden. 3 Neusholte. 4 Zachte gehemelte. 5 Tong. 6 Mondholte. 7 Keelholte.



nl. sterk afhankelijk van zijn omgeving. Om goed lopende, verstaanbare spraak te verkrijgen moeten de fysische eigenschappen van elk woord dus worden aangepast aan zijn omgeving. Vooral op dit punt doet zich de behoefte gevoelen aan spraakperceptie-onderzoek en aan de manipuleerbaarheid van spraakgeluid.

### Natuurlijke spraak

Fig. 1 toont een doorsnede van de menselijke spraakorganen. Het fysische principe van de spraakvorming is eenvoudig. Er is een veranderlijke geluidsbron en er is een veranderlijk akoestisch filter dat het brongeluid wijzigt.

Voor de klinkers en de stemhebbende medeklinkers (bijv. m, n, l, r, b, d) ontstaat het brongeluid door het trillen van de stembanden (2), die met een zekere frequentie (de „bronfrequentie“) luchtdrukpulsen vanuit de luchtpijp (1) doorlaten. De bronfrequentie bepaalt de waargenomen toonhoogte. Een spreker regelt de bronfrequentie, en daarmee de toonhoogte van zijn spraak, via de spanning in zijn stembanden. De gemiddelde toonhoogte varieert van spreker tot spreker, en ligt voor vrouwen en kinderen in het algemeen hoger dan voor mannen. De energie-inhoud van de drukpulsen, en daarmee de luidheid, wordt bepaald door het drukverval over de stemspleet en de spanning in de stembanden. De geluidsterkte varieert zeer sterk: spraak heeft een grote dynamiek (fig. 2).

Het akoestische filter bestaat voor de stemhebbende klanken uit de mond- en keelholte, en wanneer het zachte gehemelte (4) de neusholte niet afsluit – zoals bij de nasale medeklinkers m en n – ook uit de neusholte. De spreker verandert tijdens het spreken voortdurend de vorm van de tong, de onderkaak en de lippen, zodat de filterwerking en daarmee de fysische structuur van het spraakgeluid zich van moment tot moment wijzigt. Dat is de belangrijkste oorzaak van de verschillen tussen de individuele klinkers en medeklinkers.

Bij de stemloze wrijfklanken f, s en g is het brongeluid een geruis dat ontstaat door turbulentie van de luchtstroom uit de longen in een vernauwing in de mondholte. Bij de f bevindt die vernauwing zich tussen onderlip en boventanden, bij de s tussen tongblad en tandkassen, en bij de g tussen de achterkant van de tong en het zachte gehemelte. Bij de stemhebbende wrijfklanken v en z zijn er twee geluidsbronnen: stembandtrillingen en luchtturbulenties.

Bij de stemloze plofklanken p, t en k gebeurt er weer iets anders. Daarvoor wordt gedurende een korte tijd (ongeveer 50 tot 150 ms) de mondholte volledig afgesloten, waarna die afsluiting



Fig. 2. Registratie van de geluidsgolf van de gesproken zin: „Wie de schoen past, trekke hem aan”. Het diagram geeft de uitgangsspanning van de microfoon (verticaal) als functie van de tijd (horizontaal).

plotseling wordt opgeheven, zodat de luchtdruk die zich tijdens de afsluiting heeft opgebouwd een kortdurend ruisgeluid veroorzaakt. Deze afsluiting vindt voor de p plaats tussen de lippen, voor de t tussen de tongpunt en de tandkassen en voor de k tussen de achterkant van de tong en het zachte gehemelte. Ook bij de stemhebbende plofklanken b en d is er een volledige afsluiting in de mondholte. Deze onderscheiden zich echter van de stemloze doordat de stembandtrilling gedurende de gehele afsluiting aanwezig blijft.

Bij deze wrijf- en plofklanken is het akoestisch filter beperkt tot de ruimte na de vernauwing die de turbulenties veroorzaakt. Terwijl bij voorbeeld bij de g het akoestisch filter wordt gevormd door een groot deel van de mondholte, is dat bij de s nog maar een kleine ruimte, terwijl het brongeluid van de f vrijwel ongefilteld de mond verlaat.

### De bron-filtertheorie van spraakproductie

Een algemeen aanvaarde theorie voor de spraakvorming is de „bron-filtertheorie” van Fant<sup>1</sup>; zie fig. 3a. Daarin gaat het van de bron U afkomstige geluid – een reeks pulsen dan wel akoestische ruis – door twee filters: het filter O gevormd door de keel-, mond- en neusholte, en het filter R dat de uitstraling aan de mondopening beschrijft. Essentieel voor stemhebbend geluid is, dat het spectrum naast de grondtoon (frequentie  $F_0$ ) een groot aantal boventonen bevat; alleen daardoor kan het filter O zo'n grote invloed hebben. In het spectrum van een normale stemhebbende bron blijkt de amplitude van de boventonen af te nemen met ongeveer 12 dB per octaaf. Als het brongeluid akoestische ruis is, neemt men meestal aan dat het spectrum ervan ongeveer vlak is („witte ruis”).

Het amplitudespectrum  $S(f)$  van een stationair spraaksignaal is nu gelijk aan het spectrum  $U(f)$  van de bron, vermenigvuldigd met de overdrachtsfuncties  $O(f)$  en  $R(f)$  van de filters O en R:

$$S(f) = U(f) \cdot O(f) \cdot R(f) \quad (1)$$

De overdrachtsfunctie  $R(f)$  vertegenwoordigt het effect dat het geluid door de mondopening des te minder wordt

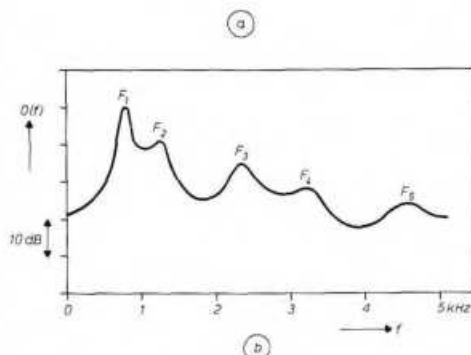
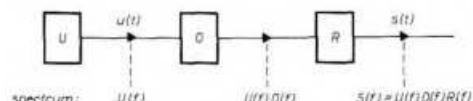


Fig. 3. a) Blokschema van het bron-filtermodel van Fant<sup>1</sup> voor de spraakorganen. Het brongeluid  $u(t)$  van de bron U (langen en stembanden) wordt door het filter O (keel- en mondholte) en het filter R (mondopening) gefilteld tot het spraakgeluid  $s(t)$ . Onder het diagram: de signalen in het „frequentiedomein”. b) Overdrachtsfunctie  $O(f)$  van het filter O voor een bepaalde vorm van het keelmondkanaal; de pieken worden formanten genoemd.

verstrooid, en dus in de voorwaartse richting minder wordt verzwakt, naarmate de frequentie hoger is; het komt

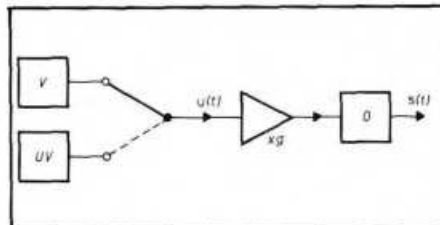


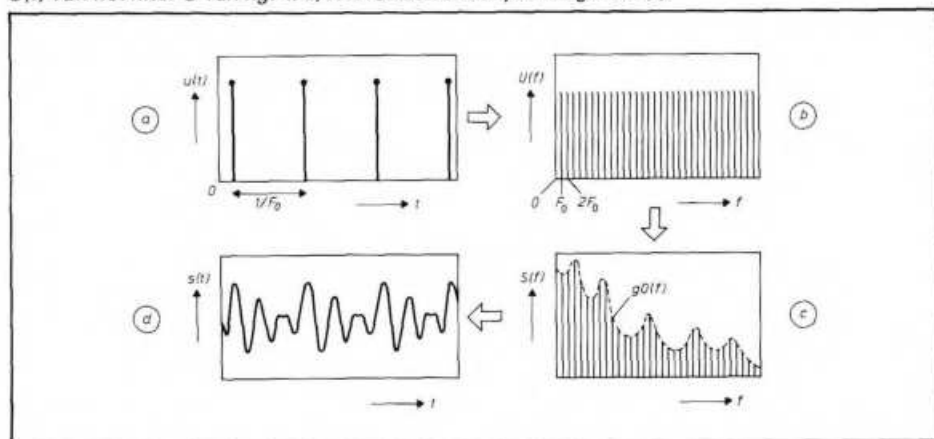
Fig. 4. Het synthesesmodel. In het filter O zijn de functies van O en R uit fig. 3 en de spectrale structuur van de bron (afneming van 12 dB per octaaf) opgenomen. Het spectrum van de bron is hier dus „vlak”: hetzij een reeks equidistante componenten van gelijke sterkte (V, „voiced”), hetzij witte ruis (UV, „unvoiced”). De amplitude ( $g$ ) van het geluid wordt geregeld met een variabele versterker tussen bron en filter.

overeen met een toeneming van de amplitude met 6 dB per octaaf.

De overdrachtsfunctie  $O(f)$  bepaalt in hoofdzaak de „klank” en het „timbre” van het geluid. Men kan de mondkeelholte beschouwen als een wat grillig gevormde buis, die aan één zijde vrijwel gesloten en aan de andere zijde open is. Zo'n buis heeft een aantal resonantiefrequenties die we in de overdrachtsfunctie  $O(f)$  terugvinden als pieken, de zgn. formanten (fig. 3b). Elke formant wordt gekarakteriseerd door een middenfrequentie en een bandbreedte. Voor de waarneming van spraak zijn in het algemeen niet meer dan vijf formanten, gelegen in het frequentiegebied van 100 Hz tot 5 kHz, van belang. In volgorde van toenemende frequentie worden zij aangeduid met  $F_1$  t.e.m.  $F_5$ . Het eigen karakter waardoor klinkers zich van elkaar onderscheiden, blijkt vooral te worden bepaald door de eerste drie formanten. De formanten  $F_4$  en  $F_5$  dragen niet wezenlijk bij tot de herkenbaarheid van spraakklanken, maar zijn wel van belang voor de natuurlijkheid van de spraak en de herkenbaarheid van de spreker.

Bij het spraakonderzoek zoals dat met

Fig. 5. Signalen en spectra in het synthesesmodel met stemhebbende bron. a) Het bronsignaal  $u(t)$ , en serie deltapulsen met periode  $1/F_0$ . b) Het spectrum  $U(f)$  van  $u(t)$ , een reeks componenten van gelijke sterkte op afstand  $F_0$  (grondtoon met boventonen). c) Het spectrum  $S(f)$  van het spraaksignaal, zijnde het produkt van  $U(f)$ , de versterkingsfactor  $g$  en de overdrachtsfunctie  $O(f)$  van het filter O van fig. 4. d) Het resulterende spraaksignaal  $s(t)$ .



systemen als SPARX wordt uitgevoerd, gaat men overigens uit van het eenvoudiger model van fig. 4, het synthesesmodel<sup>2</sup>. Dit bevat slechts één filter  $O$ , waarin de functie van het filter  $O$  van fig. 3a is verenigd met die van  $R$  (toeneming van 6 dB per octaaf), terwijl ook de afneming van 12 dB per octaaf van de stemhebbende bron erin is verwerkt. De stemhebbende bron  $V$  („voiced”) heeft hier dus een „vlak” spectrum, bestaande uit een reeks frequentiecomponenten van gelijke sterkte bij de frequenties  $F_0$ ,  $2F_0$ ,  $3F_0$  enzovoort (fig. 5b). Het corresponderende bronsignaal bestaat uit een reeks deltapulsen met periode  $1/F_0$  (fig. 5a). De stemloze bron  $UV$  („unvoiced”) is weer witte ruis. Voor het spectrum  $S(f)$  van het „gesynthetiseerde” spraaksignaal  $s(t)$  geldt:

$$S(f) = U(f) \cdot O(f) \quad (2)$$

zie fig. 5c. De omhullende van het spectrum is nu niet meer vlak; daardoor worden de discrete pulsen van fig. 5a in de tijd uitgesmeerd (fig. 5d). De sterkte van het spraaksignaal kan worden geregeld door een versterker tussen bron en filter.

Spraak wordt in dit model beschreven met de volgende parameters: de binaire parameter ( $V/UV$ ) die bepaalt of de bron stemhebbend of stemloos is; de bronfrequentie  $F_0$  – voor het geval van een stemhebbende bron –; de amplitude  $g$ ; en de frequenties  $F_1$  t.e.m.  $F_5$  en de bandbreedten  $B_1$  t.e.m.  $B_5$  van de formanten die  $O$  karakteriseren. Vooruitlopend op de werking van SPARX, geeft fig. 6 alvast als voorbeeld een spraakuiting, ge-

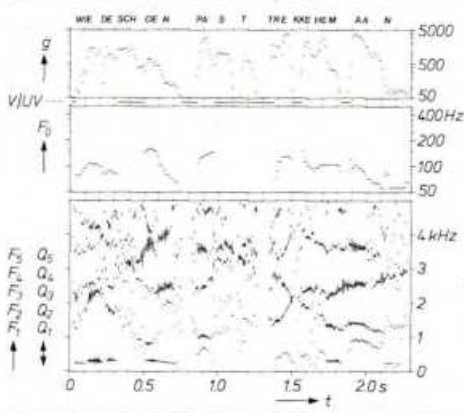


Fig. 6. Analyse van de spraakuiting: „Wie de schoen past, trekke hem aan” in de dertien parameters als functies van de tijd. Voor de amplitude  $g$  en de bronfrequentie  $F_0$  zijn logaritmische schalen gebruikt. Bij  $V/UV$  is stemhebbend ( $V$ ) met wit aangegeven, stemloos ( $UV$ ) met zwart. In het onderste gedeelte vindt men voor elk tijdstip vijf zwartingen. De centra daarvan representeren, van beneden naar boven, resp.  $F_1$  t.e.m.  $F_5$ . In plaats van de bandbreedten  $B$  worden in deze diagrammen de kwaliteitsfactoren  $Q$  ( $=F/B$ ) aangegeven, als dikte van de zwarting. Een grotere zwarting correspondeert dus met een hogere piek in het spectrum. De parameters zijn opgeslagen met 16 Kbit/s.

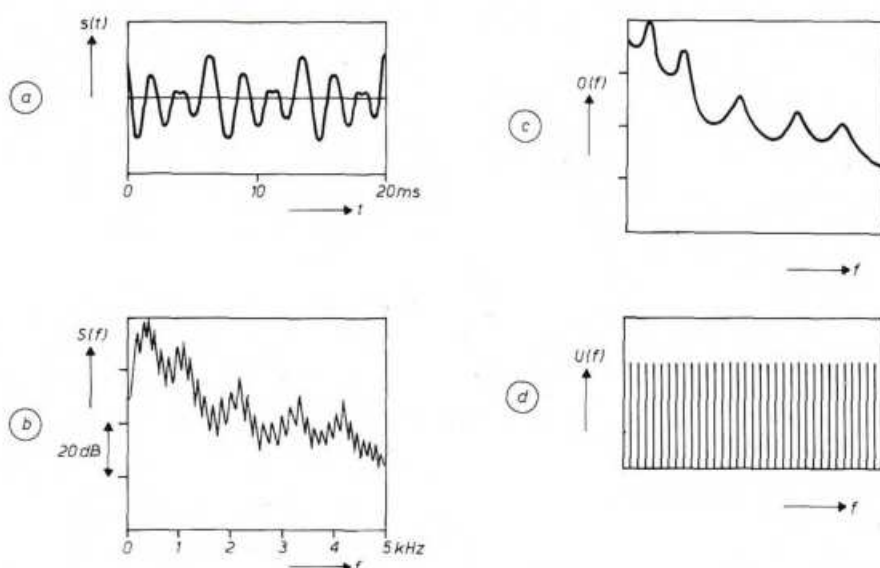


Fig. 7. Het analyseprobleem „in het frequentiedomein”: het spectrum (b) van een natuurlijk (stationair) spraaksignaal (a) te ontleden in de factoren van het synthesesmodel (c, d). De verticale schaal in (a) is een lineaire, die in (b) en (c) is logaritmisch. De analyse wordt in feite uitgevoerd met een digitale computer „in het tijdsdomein”.

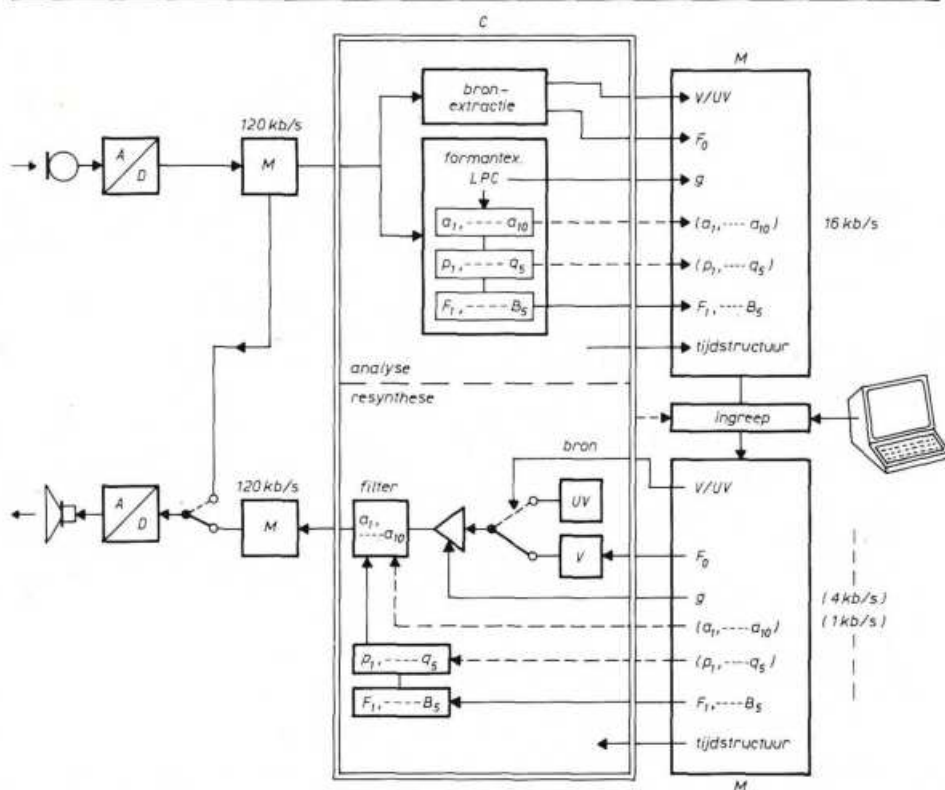


Fig. 8. Blokschema van SPARX. In de bovenste helft vindt de analyse plaats, in de onderste de resynthese. A/D analoog-digitaalconversie, D/A digitaal-analoogconversie. M schijfgeheugen; dit wordt in het diagram op vier plaatsen gebruikt: voor opslag van het spraaksignaal in digitale vorm zowel vóór de analyse als na de resynthese, en voor opslag van de parameters zoals die worden verkregen uit de analyse en zoals ze worden gebruikt voor de resynthese. Tussen beide parameterbestanden kan een „ingreep” plaatsvinden (vergroving van de beschrijving of bewerking van het verloop van sommige parameters). C computer, waarin de eigenlijke analyse en resynthese plaatsvinden. Vanzelfsprekend vertegenwoordigen de blokken in C alleen onderdelen van het programma, geen apparatuur. De ingreep kan met de hand dan wel via een subroutine in de computer gebeuren. Bij de resynthese kan men, in plaats van  $F_1, \dots, B_5$ , ook de bij de formantextractie verkregen parameters  $a_1, \dots, a_{10}$  of  $p_1, \dots, q_5$  gebruiken.

analyseerd in deze dertien parameters. Omdat deze parameters duidelijke elementen van de perceptie representeren, zijn zij geschikt als aangrijpingspunten voor het reproduceren en manipuleren van spraakgeluid. De mogelijkheid dat het brongeluid tegelijkertijd periodiek en ruisachtig is – zoals bij de klanten „v” en „z” – is in dit model, en dus ook in SPARX, niet opgenomen.

### Het systeem SPARX

Bij de analyse van een natuurlijk spraaksignaal  $s(t)$  (fig. 7a) in de dertien parameters gaat het er eigenlijk om het spectrum  $S(f)$  van het signaal (fig. 7b) te ontleden in de twee factoren van het model (fig. 7c, d): een betrekkelijk gladde overdrachtsfunctie  $O(f)$  van het filter  $O$  en een reeks equidistante frequentiecomponenten van gelijke sterkte, dan wel een witte-ruisspectrum,  $U(f)$ . De analyse, en ook de resynthese, wordt echter niet uitgevoerd in het „frequentiedomein” (Fourier-analyse en -synthese), maar geheel in het „tijdsdomein” (bewerkingen van pulstreken); dit gebeurt met een digitale computer. We bespreken nu de daarbij gevolgde methode.

Bij de analyse moet het analoge spraaksignaal eerst worden gedigitaliseerd. Het wordt daartoe bemonsterd met (in SPARX) een frequentie van 10 kHz, d.i. een bemonsteringsfrequentie die frequenties tot bijna 5 kHz in het spectrum nog tot hun recht kan laten komen (theorema van Nyquist<sup>3</sup>). Elk monster wordt vervolgens gekwantiseerd op een gehele waarde tussen -2048 en +2047 (12 bits). Eén seconde spraak is nu dus gecodeerd in  $10\,000 \times 12$  bits, dus in 120 Kbit. Voor de bewerkingen in de computer kunnen we nu verder de signalen beschouwen als tijdreeksen van signaalwaarden (monsters).

De filter- en bronkarakteristieken worden onafhankelijk van elkaar uit het spraaksignaal geëxtraheerd. Voor de formantextractie wordt gebruik gemaakt van de zgn. lineaire predictie, waar we hier verder niet op ingaan.

In fig. 8 is het systeem SPARX in zijn geheel schematisch weergegeven. Het bovenste gedeelte geeft de analyse weer van een spraaksignaal, zoals hierboven besproken. Samengevat wordt het ingesproken, analoge signaal na conversie in 120 Kbit/s, opgeslagen in het schijfgeheugen  $M$ . Het is dan beschikbaar voor analyse in de parameters  $V/UV$ , ...  $B_s$ . Voor elk spraaksegment per 10 ms worden deze opgeslagen in  $M$ .

De resynthese (onderste gedeelte van fig. 8) vindt geheel plaats volgens het schema van fig. 4, en is eigenlijk niet anders dan de analyse in omgekeerde richting. De parameters uit het geheugen worden gebruikt om een „bron” en een „filter” (geen schakelingen, maar

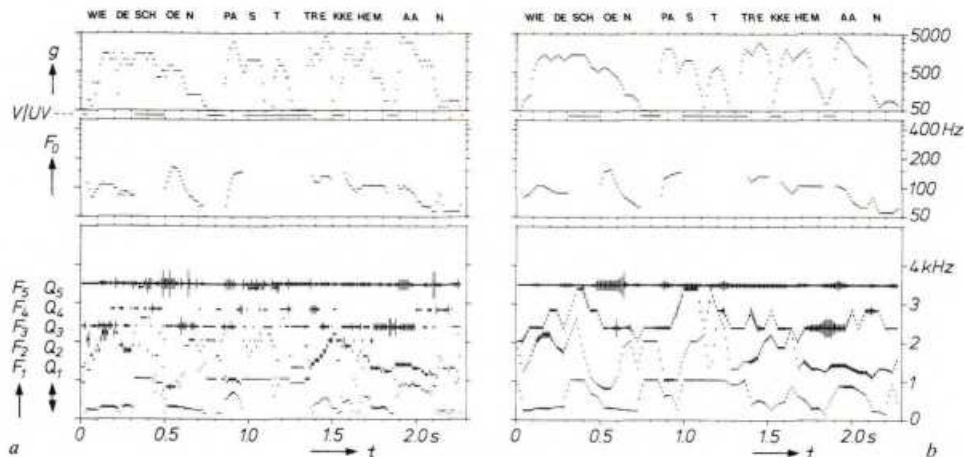


Fig. 9. Analysegegevens van dezelfde spraakuiting als van fig. 6, maar nu met een gereduceerd aantal bits voor de parameters, a) 4 Kbit/s, b) 1 Kbit/s. Ten behoeve van de bitstroomreductie is o.m. het aantal formanten beperkt tot 4, terwijl van de bovenste alleen de kwaliteitsfactor  $Q_4$  kan variëren;  $F_4$  is vastgezet. In (b) zijn de parameters slechts om de 40 ms gegeven; daartussen zijn zij automatisch lineair geïnterpoleerd.

programmatuur) te besturen. Zij worden voor elke 10 ms spraak ververst; het uitgangssignaal wordt weer, in de vorm van 120 Kbit/s, opgeslagen in  $M$ , en kan na conversie van een luidspreker ten gehore worden gebracht.

### Spraakonderzoek met SPARX

Met SPARX kunnen we vóór de resynthese van spraakgeluid ingrijpen in het parameterbestand (zie fig. 8), en het effect van zo'n ingreep op het spraakgeluid bestuderen. We beschouwen hier twee soorten van zulke ingrepen: vergroving van het parameterbestand („bitstroomreductie”) en veranderingen in het verloop van de parameters („spelen met geluid”).

#### Bitstroomreductie

We hebben in de inleiding gezien dat het voor verschillende toepassingen van

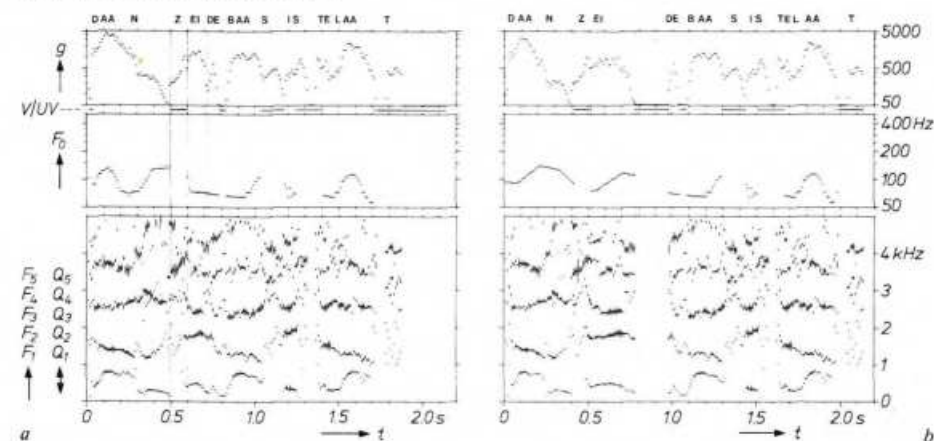
sprekende machines van groot belang is spraakuitingen of spraaksignalen zo zuinig mogelijk op te kunnen slaan.

Na de analyse is een spraaksignaal in SPARX opgeslagen in 16 Kbit/s (= per seconde 100 analysevensters, met elk 13 parameters die gemiddeld met ca. 12 bits per parameter zijn beschreven). Dit is reeds een belangrijke reductie ten opzichte van de oorspronkelijke 120 Kbit/s.

Bij directe resynthese blijkt dat het proces wel gepaard gaat met enig verlies aan kwaliteit, maar dat het resultaat goed verstaanbaar is en goed klinkt.

Om geheugenruimte te besparen kan men overgaan tot een grovere opslag. Het resultaat van zo'n vergroving kan met SPARX worden beluisterd. De vergroving vindt plaats op twee manieren. Ten eerste door de modelparameters grover te kwantiseren, ten tweede door

Fig. 10. a) Analysegegevens van de spraakuiting: „Daan, zei de baas, is te laat”. b) Dezelfde gegevens na de volgende manipulaties: verandering van de toonhoogtecontour van „Daan zei”; verlenging van de klank „ei” in „zei” met een factor 2; verkorting van „Daan” met een factor 0,8; invoeging van een pauze van 200 ms na „Daan zei”. De „zin” is daardoor veranderd in: „Daan zei: de baas is te laat”.



het aantal analysestappen per seconde te verminderen.

Dit laatste is mogelijk doordat de veranderingen in het spraakgeluid zich veelal vrij langzaam voltrekken. De verschijnselen in spraak die zich wel snel voltrekken, zoals de plotselinge toename van energie bij plofklanken (p, t, k, b, d), worden dan ook wat slechter afgebeeld bij het verminderen van het aantal analysestappen.

De toelaatbare kwantisering is niet voor alle parameters hetzelfde. Ons oor lijkt vrij gevoelig te zijn voor veranderingen in de frequenties van de laagste drie formanten, maar veel minder voor veranderingen in de frequenties van de vierde en vijfde formant. Deze kunnen dus heel grof gekwantiseerd of zelfs vastgezet worden. Ook de bandbreedten van de formanten hoeven niet erg precies bewaard te blijven.

Bij een zorgvuldige keuze van de kwantisering is spraak nog goed verstaanbaar bij een reductie tot 1 Kbit/s. Daarna neemt de verstaanbaarheid snel af. Voor praktische toepassingen lijkt 4 Kbit/s een goede compromiswaarde. Fig. 9 geeft de parameters voor dezelfde spraakuiting als fig. 6, maar nu beschreven met resp. 4 en 1 Kbit/s.

#### Spelen met spraakgeluid

Met SPARX kan men spelen met het verloop van de toonhoogte, de amplitude of één of meer van de andere parameters, zonder de overigen te beïnvloeden, en het effect daarvan op het spraakgeluid bestuderen. Naast de dertien parameters is er daarbij nog een „verborgen” parameter, die in fig. 8 reeds is opgenomen: de tijdsstructuur. Fig. 10 geeft een voorbeeld waarin zowel met de toonhoogte als met de tijdstructuur is gemanipuleerd, en wel zodanig dat de uiting niet alleen anders klinkt, maar ook wat anders is gaan betekenen.

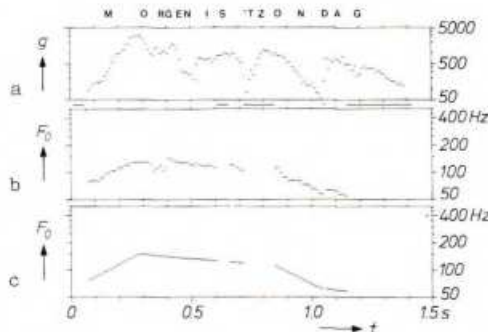


Fig. 11. Het verloop van de amplitude (a) en de bronfrequentie (b) van de zin „Morgen is het zondag”, volgens de analyse van natuurlijke spraak. c) Een gestileerde frequentiecontour, die op het gehoor nauwelijks te onderscheiden is van die van (b).

Het kunnen manipuleren met spraakgeluid is essentieel voor het ontwikkelen van sprekende machines. Om de gedachte te bepalen, zullen we daarbij denken aan een „tekst-naar-spraak”-systeem, dat (in digitale vorm gepresenteerde) tekst in spraakgeluid omzet. Het systeem herkent de woorden uit de tekst, en roept de bijpassende spraakgeluiden, gecodeerd in de dertien parameters, op uit zijn vocabulaire<sup>4</sup>. Zoals we reeds hebben gezien, moeten de opgeroepen woordgeluiden dan wel worden aangepast aan hun klankomgeving in de geproduceerde spraakuitingen. Er wordt allereerst naarstig gezocht naar geschikte regels voor deze aanpassing. De regels moeten enerzijds zo eenvoudig zijn dat zij vertaald kunnen worden in algoritmen voor de machine, anderzijds moeten zij aanpassingen leveren die leiden tot verstaanbare en liefst goed klinkende spraak. De mogelijkheid om zulke regels te vinden, berust op de mogelijkheid het grillige verloop van de parameters van natuurlijke spraak te vervangen door een sterk vereen-

voudigd, „gestileerd” verloop, zonder de verstaanbaarheid en de goede klank te veel aan te tasten.

Aanpassingsregels zullen moeten worden gemaakt voor de duur, de geluidsterkte, de bronfrequentie en de formantfrequenties van de woordgeluiden in het vocabulaire. Als resultaat van ons onderzoek bij het IPO hebben wij in het bijzonder voor de bronfrequentie (toonhoogte) een stelsel bruikbare regels – een „intonatigrammatica” – gevonden.

Deze zijn gedistilleerd uit een groot aantal gestileerde toonhoogtecontouren van natuurlijke spraak. Bij de stileren kan men zeer ver gaan. Fig. 11 geeft een voorbeeld van een gestileerde toonhoogtecontour die voor ongetrainde luisteraars niet te onderscheiden is van de oorspronkelijke contour. De bruikbaarheid van onze intonatigrammatica hebben wij getoetst met een groot aantal luisterproeven, waarbij de oorspronkelijke melodie van natuurlijke spraakuitingen via SPARX werd vervangen door een volgens de grammatica geconstrueerde melodie. Daarbij is gebleken dat de overgrote meerderheid van Nederlandse toonhoogtecontouren reeds met de eenvoudige versie zeer bevredigend kan worden gesimuleerd.

#### Literatuur:

- <sup>1</sup> G. Fant, Acoustic theory of speech production, Mouton, Den Haag 1970.
- <sup>2</sup> Zie b.v. J. D. Markel en A. H. Gray Jr., Linear prediction of speech, Springer, Berlijn 1976.
- <sup>3</sup> Zie b.v. L. R. Rabiner en R. W. Schafer, Digital processing of speech signals, Prentice-Hall, Englewood Cliffs 1978.
- <sup>4</sup> Een bespreking van het theorema van Nyquist is ook te vinden in F. W. de Vrijer, Philips techn. T. 36 313, 1976, op blz. 351.
- <sup>5</sup> Er bestaan reeds enige van dergelijke systemen voor het Amerikaans-Engels; zie b.v. d. H. Klatt, IEEE Trans ASSP-24, 391. 1976.

## computercollectief

Amstel 312a 1017 AP Amsterdam 020-223573

microcomputer tijdschriften, boeken en software

**COMPUTERCOLLECTIEF** bevindt zich in het centrum van Amsterdam, aan de Amstel tegenover theater Carré. We zijn eenvoudig bereikbaar met metro, station Weesperplein, of met tram 4, 6, 7, 10, halte Frederiksplein.

In onze winkel, geopend van woensdag t/m zaterdag van 11.00 tot 17.00, verkopen wij

tijdschriften, boeken, software en toebehoren voor microcomputers. Bij voorbeeld:

- ACCEL3 een BASIC compiler voor de TRS-80 model I en III (Southern Software). Maakt machinetaal van uw BASIC programma's. Leverbaar op tape of disk. Eenvoudig te gebruiken, snel compilatieproces, geringe code-expansie. f 300,-.
- SFINKS 3.0 schaakprogramma voor de TRS-80 model I en III (William Fink). Het sterkste TRS schaakprogramma. Verslaat met gemak Sargon II, Gambiet81 en zelfs mychess. Uitstekende graphics, denkt in de tijd van de tegenspeler, schaakklok. 32K vereist. Op tape of disk. f 140,-.
- BAG OF TRICKS disk utilities voor de Apple (Quality Software). Gemaakt door de auteurs van de bestseller 'Beneath Apple DOS' (nog steeds leverbaar voor f 69,-). Het pakket bevat een manual van 150 blz. plus een diskette met de utilities TRAX, INIT, ZAP en FIXCAT. Tiesamen een hoeveelheid onschatbare informatie voor de Apple disk gebruiker. f 140,-.
- PROGRAMMING THE PET/CBM door Raeto West (Level Limited). Een boek van meer dan 500 bladzijden met alles over BASIC, machinetaal, tape, disk, printer, plotter, plus een reference sectie over elke ROM. Het standaardwerk voor elke Commodore bezitter. f 79,-.

Kom eens langs of stuur een kaartje en vraag onze uitgebreide prijslijst aan.

stuur ons een briefkaart  
met uw naam en adres en  
met de vermelding  
'DATABUS' en wij sturen u  
gratis onze nieuwe ZOMER  
1982 catalogus toe.

**COMPUTERCOLLECTIEF**  
**Amstel 312a**  
**1017 AP AMSTERDAM**  
**bank: 69.79.15.646**  
**giro: 4.475.158**  
**alle prijzen incl BTW**  
**verzendskosten f 6,-**

# Pratende computer moet nu nog leren luisteren

Nico Baaijens

Grote en kleine computers, uitgerust met spraaksynthesizers, praten je momenteel al de oren van het hoofd. Ten onrechte zou daardoor de indruk kunnen ontstaan dat „speech processing” een beheerste techniek is en dat toetsenborden weldra zullen worden vervangen door microfoons. Spraakverwerking kent echter twee kanten: het voortbrengen van verstaanbare kunstmatige spraak en het kunnen interpreteren en verwerken van ingesproken natuurlijke taal. Dat laatste is nog een probleem. De kunst van het luisteren is voor computers nog moeilijker onder de knie te krijgen dan voor mensen.

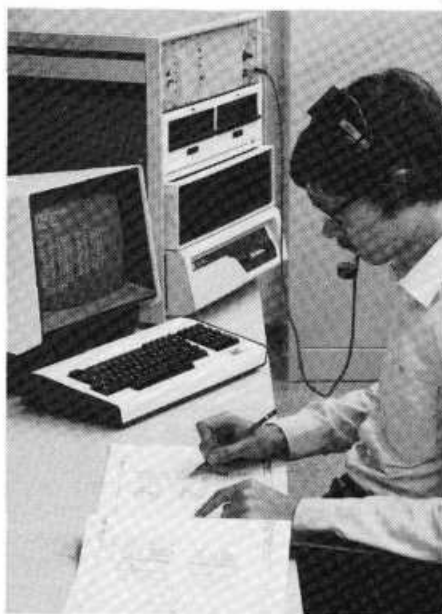
Het zal nog wel even duren voordat continue spraakherkenning aan de bestaande lijst van beheerste technieken kan worden toegevoegd. Tot die tijd wordt de popularisering van het computergebruik gehinderd door de huidige, moeilijke en trage wijze van gegevensinvoer.

We leven in het tijdperk van de eindgebruiker, wordt weleens gezegd en dat betekent dat computerfabrikanten en softwareleveranciers er al het mogelijke aan doen om hun systemen vooral gebruiksvriendelijk te maken. De hardwarefabrikanten steken elkaar de loef af met betaalbare en steeds veelzijdiger wordende systemen. Veel softwareleveranciers komen met systeem- en toepassingsprogramma's, die zo gemakkelijk in het dagelijkse gebruik zijn, dat zelfs kinderen de was kunnen doen.

En toch. Het aantal microcomputers- en terminalgebruikers zou veel groter kunnen zijn. Niet dat computer- en terminalgebruik de mensen afschrikt, maar het is juist dat toetsenbord dat voor velen de drempel wel erg hoog maakt. Met andere woorden: om echt van een computer te kunnen profiteren, moet je kunnen typen. Al is het maar met twee vingers. Te veel mensen hebben geen zin en/of geen tijd om die kunst alsnog onder de knie te krijgen. Hun speurtochten langs vele alfanumerieke en functietoetsen zijn vermoeiende bezigheden, waar zij al heel gauw schoon genoeg van krijgen. Voor hen zou een geavanceerd en foolproof spraakherkenningssysteem een uitkomst zijn.

## Spraak: een gecompliceerd signaal

Als we bedenken dat spraak het gearticuleerd in trilling brengen van de lucht is en dat dat door mensen op een steeds verschillende manier wordt gedaan, dan hebben we in technische zin te maken met een ongelofelijk ingewikkeld signaal. Zelf hebben we de kunst van het



Afb. 1. Bij de ADES-spraakherkenner van AEG-Telefunken kunnen data in gesproken vorm worden ingevoerd. De computer geeft telkens aan of het is begrepen.

verstaan van gesproken woorden en zinnen tijdens de prille kinderjaren geleerd. Daardoor zijn we nu van nature in staat om in plaats van een eenduidig spraaksignaal een veelheid van verschillende spraaksignalen te verwerken. Dat betekent dat we in staat zijn om vrouwen- en mannenstemmen te verstaan en dat het unieke timbre in elke stem geen beletsel vormt om het gesprokene te kunnen begrijpen.

We kunnen nog meer. We verstaan elkaar ook goed temidden van veel voor- en achtergrondlawaai en met een beetje goede wil kunnen we ook nog die ene stem beluisteren, als er twee praters met gelijke geluidsterkte door elkaar heen spreken. Het blijkt een hele toer te zijn om dit menselijke interpreteringsvermogen na te bootsen in een systeem van

hardware en software. Het kunstmatige gehoor is aanwezig, in de vorm van de microfoon. Die microfoon levert een analoog en in principe verwerkbaar signaal op om tot een herkenning te komen. Een herkenningssysteem voor spraaksignalen werkt echter met referentiepatronen, die in een geheugen zijn vastgelegd. Moeilijk is het niet om in een computergeheugen een vocabulaire of woordenschat aan te leggen van de referentie- of vergelijkingspatronen van een groot aantal woorden, die in de verwerkingsfase kunnen worden vergeleken. Daarbij kunnen of moeten zelfs toleranties worden ingebouwd, omdat de mens de woorden steeds iets anders zal uitspreken. De woorden kunnen immers al of niet beklemtoond zijn en in de uitspraak verschillen, afhankelijk van de gevoelswaarden, die weer in de zinsmelodie tot uitdrukking worden gebracht.

Tot zover kunnen bestaande spraakherkenningssystemen vrij aardig met geïsoleerde en duidelijk uitgesproken woorden omgaan. Dat wil dus zeggen dat er nogal wat beperkingen zijn, opgelegd door het aantal referentiwoorden in het geheugen en door de grote diversiteit van de stempatronen van de sprekers. Bovendien moet de spraakinvoer ook nog zo goed als vrij zijn van storende ruis en achtergrondgeluiden, omdat die extra geluidstrillingen in het te verwerken patroon worden opgenomen en zo de herkenning extra moeilijk kunnen maken.

Binnen vrij enge grenzen is spraakherkenning mogelijk en wordt zij in de praktijk ook toegepast, zoals in AEG-Telefunken's systeem ADES (Akustisches Daten Erfassungssystem, afb. 1). Bij het halfsynthetische ADES-systeem is de computeroperator door middel van microfoon op en hoofdtelefoon met het systeem verbonden. Het systeem reageert op spraakinvoer en zal bij de geringste twijfelgevallen om herhaling of opheldering vragen. De operator moet binnen de vocabulaire van het systeem blijven en vooral luid en duidelijk spreken. Doet hij dit niet dan reageert ADES met een afgemeten: „Bitte lauter...”. Is de spraakinvoer wel goed verstaan dan bevestigt het systeem dit met de synthetische kreet: „Bitte eingeben...”, overeenkomstig dus de bekende mededelingen op het beeldscherm: „Ready” of „Ok”.

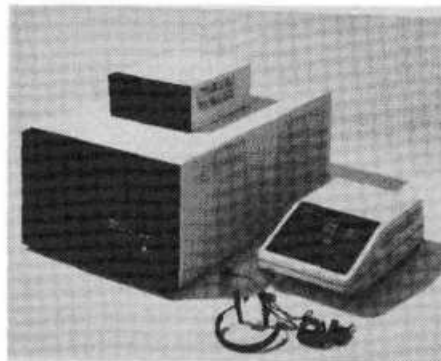
## Geavanceerde systemen

Onder een „geavanceerd” spraakherkenningssysteem zou een systeem moeten worden verstaan, dat evenals de mens, of zo mogelijk nog beter dan de mens, continue spraak verstaat en snel kan interpreteren. Het mag er dan niet toe doen dat die spraak wordt uitgesproken door een veelheid en een grote

verscheidenheid van stemmen en dialecten, die daarbij ook nog worden gestoord door akoestische en/of elektronische ruis. Zo'n ideaal systeem hebben we kunnen beluisteren in de onvergetelijke SF-film „2001: A Space Odyssey“. Het behoorde toe aan de onnipotente boordcomputer HAL-9000. Deze toekomstcomputer was zelfs al zo ver dat hij de kunst van het liplezen verstond: een zeer vergevorderde combinatie dus van spraakherkenning en visuele patroonherkenning.

Iets dat hier al een beetje op lijkt is het Britse systeem Logos, ontwikkeld door het computerbedrijf Logica en het overheidsinstituut Joint Speech Recognition Unit (JSRU). Logos beschikt over een behoorlijk ruime woordenschat van tweeduizend woorden. De verwerkingseenheid is, dankzij 16-bit microprocessorchips snel genoeg om tot op zekere hoogte „continuous speech“ te kunnen volgen, uitgesproken door diverse stemsoorten. Het systeem heeft echter nog wat moeite met wat mensen onder normale taal verstaan. Het patroonherkenningsprogramma accepteert alleen volledig uitgesproken en goed gearticuleerde woorden. Ingeslikte woorden of delen van woorden, zoals in „ham'-neggs“ voor ham and eggs en „heyp'-ney“ voor half penny worden niet begrepen.

Desondanks kan van een vrij geavanceerd systeem worden gesproken. Voorlopig verstaan we hieronder een spraakherkenningsstelsel, dat verder gaat dan alleen het vergelijken van stempatronen van geïsoleerd uitgesproken woorden met de sjablonen in het geheugen. Om te kunnen compenseren voor diverse stemsoorten en uitspraak-



Afb. 2. De luistermachine van NEC is in staat om gesproken zinnen van maximaal vijf woorden te begrijpen.

wijzen is een softwarebenadering vereist, die uitstijgt boven het domweg vergelijken binnen zekere grenzen en met zekere toleranties.

Tegenwoordig maken verreweg de meeste spraakherkenningsystemen gebruik van de zogenaamde „statistical pattern recognition“. Dat is een breed begrip, waarbinnen tal van methoden en verfijningen worden toegepast en natuurlijk nog verder worden geperfectioneerd. Een van de meest belovende is Linear Predictive Coding (LPC). Daarbij wordt een te verwerken patroon verdeeld in segmenten van 10 milliseconden lengte. De analyse van deze segmenten levert de zogenaamde LPC-parameters op. Het beste resultaat van deze aanpak is de herkenning van continue spraak in real time, maar met een beperkte vocabulaire van zo'n honderd woorden. De herkenningsscore kan daarbij oplopen van 98 tot 99 procent, maar alleen onder laboratoriumomstandigheden.

Afb. 3. Fred Jelinek (links op de foto) bestudeert het stempatroon van een stukje tekst, zoals dat zojuist is ingesproken. Continue spraakverwerking vereist voorlopig nog zeer veel verwerkingscapaciteit.



In de praktijk van alledag brent dit soort systemen het er veel minder goed van af. Daarbij daalt de herkenningsscore naar ongeveer vijftig procent. Door het systeem wordt dan te vaak om herhaling gevraagd om het als gegevensinvoermedium voor bijvoorbeeld tekstverwerking aantrekkelijk te maken. Wel worden dit soort systemen met succes toegepast op werkplekken, waar mensen de handen vrij moeten hebben en de gegevensinvoer zich kan beperken tot het inspreken van getallen, losse woorden of commando's en codes.

### De luistermachine van NEC

Systemen voor continue spraakherkenning vinden we op dit ogenblik nog hoofdzakelijk in research- en ontwikkelingslaboratoria. De systemen, die wel reeds worden toegepast, beperken zich tot het beluisteren, vergelijken, interpreteren en verwerken van codes en zijn dus nog een heel eind af van speech processing in de sfeer van het veel bezongen „kantoor van de toekomst“.

Toch is er een „luistermachine“ of systeem voor continue spraakherkenning voor praktijktoepassingen beschikbaar van NEC (afb. 2), dat al weer een stuk verder gaat. Dit systeem heeft de beschikking over een woordenschat van maximaal 120 woorden, die door de gebruiker kunnen worden geselecteerd. Binnen het systeem wordt gebruik gemaakt van een bekende techniek, die wordt aangeduid als dynamic programming. Deze techniek biedt een oplossing voor het probleem waarmee de meeste spraakherkenners worstelen, namelijk het bepalen waar het ene woord eindigt en het volgende woord begint. In continue spraak bestaan geen spaties tussen de afzonderlijke woorden, zoals bij geschreven teksten. De gesproken woorden worden aan elkaar geplakt en pauzes tussen de woorden worden meestal toegepast om een beklemtoningseffect te sorteren.

In de luistermachine van NEC kan met dynamic programming worden uitgezocht waar de woorden beginnen en eindigen, zodat de herkenning van gesproken woorden een aanzienlijk hogere score haalt. Een nadeel is echter dat deze methode nogal wat verwerkingscapaciteit versnoept, zodat de woordenschat voorlopig nog tot zo'n 120 woorden beperkt moet blijven. Daar staat tegenover dat met de nieuwste VLSI-microprocessorchips een aanzienlijke tijdswinst kan worden geboekt. Een uitbreiding van de woordenschat naar tweehonderd woorden lijkt daarmee een haalbare kaart geworden.

In serieuze praktijktoepassingen, zoals telefoonbeantwoorders, bestelsystemen en produktiemelders, is een dergelijke woordenschat meestal royaal toereikend. Het ziet er naar uit dat NEC met dynamic programming op de goede

weg is naar echte geavanceerde systemen, die gesproken taal kunnen omzetten naar verwerkbaar gegevens. Tekstverwerkingsystemen van de toekomst zullen op dit principe gaan steunen. Maar of zo'n geavanceerd systeem er al binnen enkele jaren zal komen, valt nog te betwijfelen.

#### Leren ze 't ooit?

Continue spraakherkenning is, zoals gezegd, nog een zaak van research en ontwikkeling. Vrijwel alle grote computerfabrikanten houden zich er mee bezig en melden nu en dan hoopvolle vorderingen. Onlangs hebben Frederick Jelinek (afb. 3) en zijn medewerkers van de Continuous Speech Recognition Group van IBM Research te Yorktown Heights tijdens een congres van de Society of Automotive Engineers (SAE) te Detroit verslag uitgebracht van zijn vorderingen. Hij wist te melden dat zijn proefopstel-

ling continue spraak herkent op basis van een woordenschat van duizend woorden en verwerkt tot beeldscherm- of printeruitvoer. Het score-gemiddelde ligt rond de negentig procent, maar ok hier weer onder laboratoriumomstandigheden.

Het IBM experiment wordt gedaan met een groot en snel computersysteem: een Systeem/370 Model 168. De woorden worden ingesproken in een stil vertrek, dat zo goed als vrij is van storende bijgeluiden en in een normaal dicteertempo. Het is daarbij opvallend hoeveel verwerkingscapaciteit van het forse computersysteem er aan te pas moet komen om dit mogelijk te maken. Het systeem krijgt letterlijk handen vol werk aan het verwerken van een uitgesproken zin, die dertig seconden duurt. De computer heeft er namelijk honderd minuten (dat is meer dan anderhalf uur!) voor

nodig om het signaal te verwerken tot een geprojecteerd of afgedrukt stukje tekst.

Het zal duidelijk zijn dat de volwassenwording van spraakherkenningssystemen niet zozeer afhankelijk kan zijn van de verwerkingscapaciteit. Zelfs 16- en 32-bits VLSI-microprocessorchips bieden daarin weinig soelaas. De ideale „speechprocessor“ van de toekomst die, vrijwel onmiddellijk na het inspreken, de geschreven tekst weergeeft, zal het in hoofdzaak moeten hebben van de software-benadering. Enkele belangrijke innovaties op dit punt worden nog steeds met belangstelling en een zeker ongeduld tegemoet gezien.

Als deze doorbraken er niet komen, zullen computers het luisteren naar mensen nooit leren.

#### Apple II wordt IBM Personal Computer

Op de onlangs gehouden West Coast Computer Faire introduceerden twee bedrijven uitbreidingskaarten voor de Apple II die deze machine laten werken als een IBM Personal Computer. Beide kaarten zijn opgebouwd rond de 8088 microprocessor, tevens het hart van IBM's kleinste. De ene firma, Coprocessors Inc., kondigde haar geesteskind aan met „De kaart waarvan IBM hoopt dat u hem niet zal kopen“, terwijl Metamorphic Systems Inc. haar produkt aanpreekt met: „De toekomst voor Apple II“. Zowel de 88 Card van Coprocessors als de MetaCard van Metamorphic heeft 64 Kbyte RAM aan boord, wat kan worden uitgebreid tot 128 Kbyte. De kaarten zijn echter niet exact gelijk, want met de MetaCard is het mogelijk om gelijktijdig programma's op de 8088 en de 6502 te laten draaien, terwijl dat bij de 88 Card niet mogelijk is.

vervangen. Met 43.000 poortschakelingen op een chip zal de Ethernet controller chip ruim 50% complexer zijn dan de 8086.

## PICO JOURNAAL

#### Op weg naar een BASIC-standaard

Ongeveer een jaar bestaat er een BASIC-werkgroep als onderafdeling van de programmeertalencommissie van het Nederlands Normalisatie Instituut (NNI). Normalisatie is een probleem dat zich op vele terreinen in de automatisering voordoet, maar de programmeertaal BASIC is een torentje van Babel op zichzelf. De werkgroep bespreekt kritisch een gedegen ontwerpvoorstel voor een standaard van BASIC. Dit ontwerp is gemaakt door het Amerikaanse normalisatie-instituut ANSI en overgenomen door de internationale organisatie voor standaardisering ISO. Dit zogenaamde „draft proposal“ wordt voor commentaar gezonden aan de actieve leden, waarvan Nederland er een is. In een later stadium wordt dan, na stemmingen over de verschillende voorstellen, de standaard vastgesteld. Het ontwerp omvat een uitgebreide versie van BASIC, voorzien van de modernste snuffjes. Zo zijn er indrukwekkende uitbreidingen op het gebied van functies, lusstructuren, string-manipulatie, regelopmaak en bestanden. Speciale hoofdstukken zijn gewijd aan program-

ma-segmentatie, foutenopvang, grafische manipulaties en real-time verwerking.

Voor belangstellenden is het mogelijk tot de werkgroep toe te treden. Het is interessant werk, maar het kost wel tijd. Er wordt een halve dag per maand vergaderd en men dient er rekening mee te houden dat minstens zo'n tijdperiode nodig is om het te behandelen gedeelte voor te bereiden.

Geïnteresseerden in het werk van de BASIC-werkgroep kunnen contact opnemen met de heer Andree Hollander, secretaris van de werkgroep, (071) 17 01 85; of met het N.V.T.G.-verenigingsbureau, (020) 72 82 22.

#### Hong Kong bereidt computerproductie voor

Ongetwijfeld geïnspireerd door de succes van het dichtbij gelegen Japan, begint Hong Kong zich te roeren in de productie van computers. Vooruitlopend op een volledig verslag over deze nieuwkomers, kunnen wij reeds berichten dat de firma Micon Tech Ltd. in Hongkong heeft aangekondigd speed met de productie te kunnen beginnen van de „Micon 68“, een centrale verwerkingseenheid die zodanig is uitgerust dat hij kan worden aangesloten op microprocessorsystemen. De fabrikant beweert dat het systeem erg flexibel is en dat individuele klanten het kunnen programmeren naar hun eigen behoeften. Inmiddels bericht de Hongkong „South China Morning Post“ dat de overheid in Hongkong een groter aantal mensen in de Britse kroonkolonie zal gaan opleiden voor computerwerk. Het aantal mensen dat nu al werkzaam is op dit gebied bedraagt 7500, terwijl er een behoefte bestaat voor nog eens 600 arbeidskrachten.

Henk Dennert

#### Intel ontwerpt Ethernet controller chip

Het samenwerkingsverband dat de firma's Rank Xerox, Digital Equipment en Intel enige tijd geleden hebben gesloten ter ondersteuning van Ethernet, heeft voor Intel geresulteerd in het ontwerpen van een communicatiebesturing voor Ethernet op één chip. Intel heeft al enige tijd een communicatiebesturing voor dit lokale netwerk in de vorm van een single board computer. Deze iSBC550 is gebaseerd op de 8088 microprocessor en heeft 8 Kbyte EPROM waarin het Ethernet protocol is opgeslagen. Daarbij beschikt de iSBC550 over 8 Kbyte statisch RAM en 16 Kbyte dynamisch RAM. Deze single board computer zet signalen van de Multibus om in een seriële signaal met een baudrate van 10 Mbit/s. De te ontwerpen VLSI component zal bovengenoemde single board computer gaan



# Prijsverlagingen

## NorthStar<sup>TM</sup>



### ADVANTAGE<sup>TM</sup>:

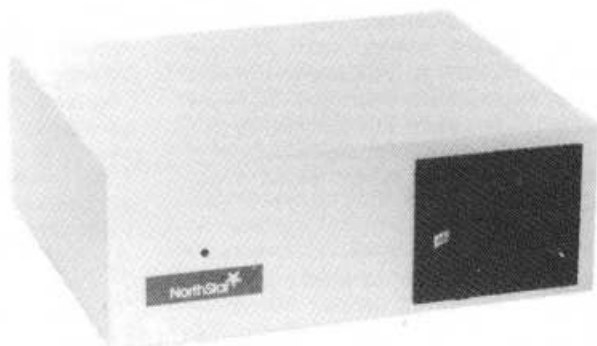
Volledig geïntegreerde desk-top-computer, Z80A<sup>®</sup> + 8035 processoren, 64 K RAM met pariteit, 12 inch scherm (240 x 640 dots grafisch) met 20 K video-RAM, Selectric<sup>®</sup> Style toetsenbord met numeriek gedeelte en 15 functietoetsen, RS-232 interface (asynchroon 45 tot 19.200 baud, synchroon 2400 tot 51.000 baud), 6 I/O-bus slots.

|                                                                            |        | Prijs nu |
|----------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| — ADVANTAGE met 2 floppy-disk-drives van elk 360 Kb                        | 12.500 | 11.760   |
| — ADVANTAGE met 1 floppy-disk-drive van 360 Kb en 1 5" Winchester van 5 Mb | 20.600 | 16.340   |
| — G-CP/M, met grafische routines                                           | 935    | 530      |
| — G-DOS/BASIC, met grafische routines                                      | 935    | 530      |
| — Uitbreiding met 16-bits 8088 processor                                   | nieuw  | 1.595    |

### HORIZON<sup>®</sup>:

Computersysteem met Z80A processor, 64 K RAM met pariteit, 12 S-100 bus slots. Winchester-systemen leverbaar in multi-user uitvoering, 2 RS-232- en 2 Centronics parallel-interfaces.

|                                                                          |        | Prijs nu |
|--------------------------------------------------------------------------|--------|----------|
| — HORIZON met 2 floppy-disk-drives van elk 360 Kb                        | 11.200 | 11.200   |
| — HORIZON met 1 floppy-disk-drive van 360 Kb en 1 5" Winchester van 5 Mb | 18.700 | 16.340   |
| — 2-user HORIZON 5,36 Mb                                                 | 24.500 | 21.560   |
| — 3-user HORIZON 5,36 Mb                                                 | 26.700 | 23.850   |
| — 4-user HORIZON 5,36 Mb                                                 | 28.900 | 26.140   |
| — 5-user HORIZON 5,36 Mb                                                 | 31.100 | 28.430   |
| — up-grade kit 5 Mb Winchester                                           | 9.350  | 7.840    |
| — CP/M voor HORIZON                                                      | 720    | 530      |



Alle prijzen zijn excl. B.T.W., franco huis, incl. installatie en instructie.

**Binnenkort leverbaar voor ADVANTAGE: NETWERK (L.A.N.)**

Het North Star logo en ADVANTAGE zijn handelsmerken of geregistreerde handelsmerken van North Star Computers, Inc.  
CP/M is een geregistreerd handelsmerk van Digital Research.  
Z80A is een geregistreerd handelsmerk van Zilog, Inc.  
Selectric is een geregistreerd handelsmerk van International Business Machines.

# Tricom

**CAB HOLLAND**

Postbus 202  
3370 AE Hardinxveld-Giessendam  
Telefoon: 01846-6638

**DEALERS :** Asterisk B.V., Papendrecht, 078-159616, Deltec, Naarden, 02159-48620, ICAM, Heerlen, 045-716381, Ing. bureau Koopmans, Hardinxveld-Giessendam, 01846-6833, Ing. bureau Schröder, Eindhoven, 040-421821, Systeem 2000, Eindhoven, 025-440972, Tricom-Den Bosch, 's-Hertogenbosch, 073-418043

## Een klein spraakherkenningsysteem

T. A. Jackson

**Herkenning van de menselijke stem door de computer wordt al vele jaren bestudeerd en als gevolg hiervan worden op dit moment diverse kleine systemen aangeboden. Het systeem dat in dit artikel wordt beschreven is bedoeld om te laten zien wat er met minimale hulpmiddelen mogelijk is. In de huidige vorm is het niet optimaal, maar het werkt wel. Het past zich aan aan de stem van een bepaalde spreker en kan afzonderlijke woorden herkennen. Op deze manier kan een woordenschat van 16 woorden of meer worden opgebouwd.**

Het systeem waarmee deze spraakherkenner is opgebouwd bestaat uit een MEK6802D5 ontwikkelingskit van Motorola met 4 Kbyte extra geheugen. Op de computer is een beeldschermterminal aangesloten voor communicatie met de

gebruiker, terwijl verder nog een speciaal audiosysteem op de computer is aangesloten.

De computer is gebaseerd op een 6802 microprocessor, die een instructieset heeft die gelijk is aan die van de 6800. De

kloksnelheid van de processor is iets minder dan 1 MHz. Op de MEK6802D5 bevindt zich een 6821 PIA met twee 8-bit parallele poorten. Verder is een RS232C-interface aanwezig, die werd gebruikt voor de verbinding met de terminal. De PIA zorgt in het herkenningssysteem voor de verbinding met het audiosysteem.

Figuur 1 geeft het blokschema van dat audiosysteem. Dominerend in het audiogedeelte zijn de acht banddoorlaatfilters. Voor het microfoontje kan een eenvoudig type worden gebruikt, een goedkope cassette recorder microfoon voldoet redelijk.

Het schema van de audioversterker/compressor is getekend in fig. 2. De componenten zijn zo gekozen dat ze gemakkelijk verkrijgbaar zijn en zijn daarom niet optimaal. Diode 1N34 vormt in combinatie met de serie weerstand van 10 k $\Omega$  een stroomgestuurde verzwakker. Compressie van het audiosignaal wordt gerealiseerd door het uitgangssignaal gelijk te richten en met de aldus verkregen gelijkspanning de verzwakker te sturen.

Figuur 3 geeft een van de banddoorlaatfilters met aan de uitgang een gelijkrichter en een afvlakfilter. De eerste OpAmp vormt het actieve filter, terwijl de tweede is geschakeld als inverter, waardoor dubbelzijdige gelijkrichting mogelijk wordt. In totaal zijn acht van deze schakelingen nodig. De waarden van R1, R2, R3 en C zijn gegeven in tabel 1.

Het schema van de analoge schakelaar, de A/D-omzetter en de timer is afgebeeld in fig. 4. Omzetting van analoog naar digitaal geschiedt volgens de methode van successieve benadering, waarbij een D/A-omzetter wordt gebruikt van het type 1408 en een comparator. De omzetter kan de acht filteruitgangen in ongeveer 2,5 milliseconden lezen. De signalen hebben een maximale waarde van 5 volt. Lezen van de filteruitgangen gebeurt via een analoge schakelaar van het type 4051, die wordt bestuurd door de PIA. Met de gegeven componenten is de timer inge-

Fig. 1. Blokschema van het audiosysteem.

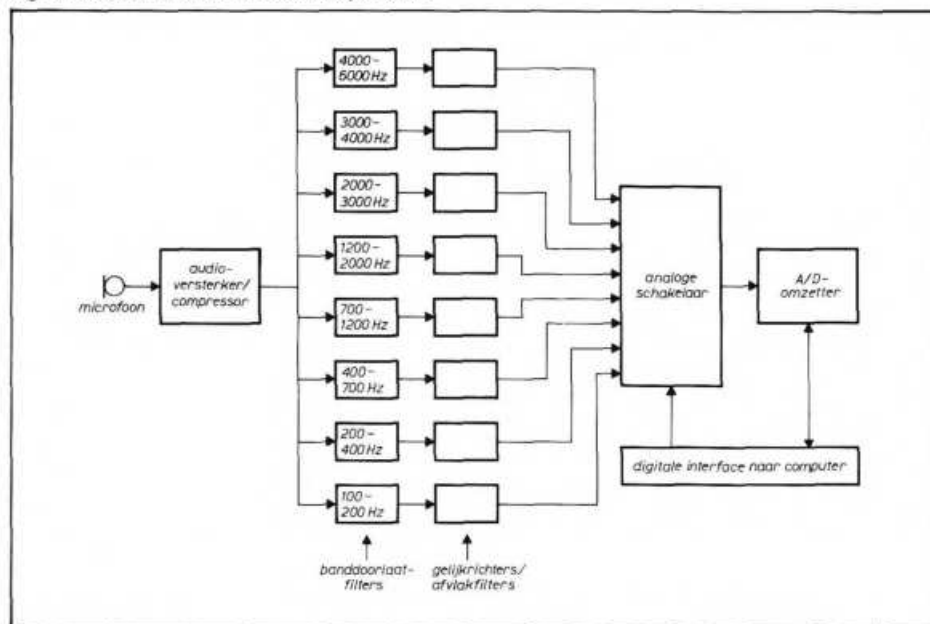
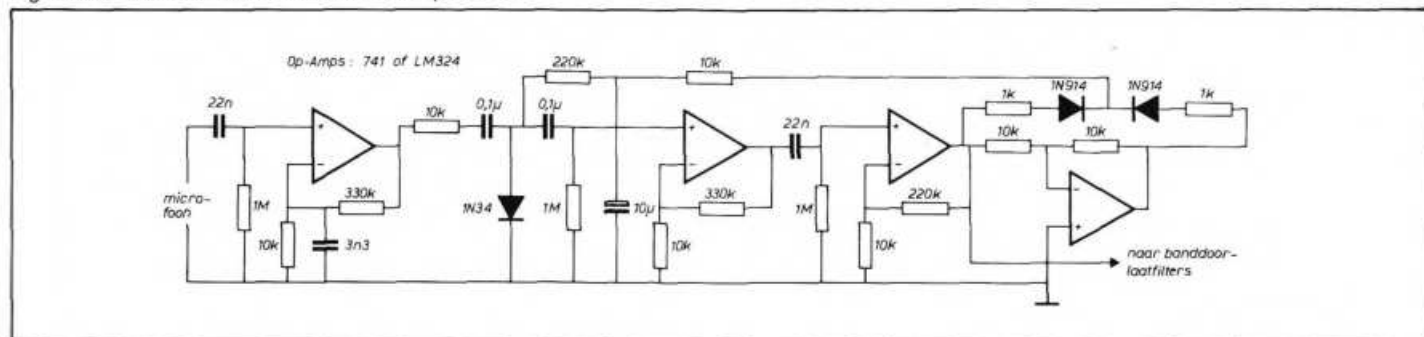


Fig. 2. Microfoonversterker en volumecompressor.



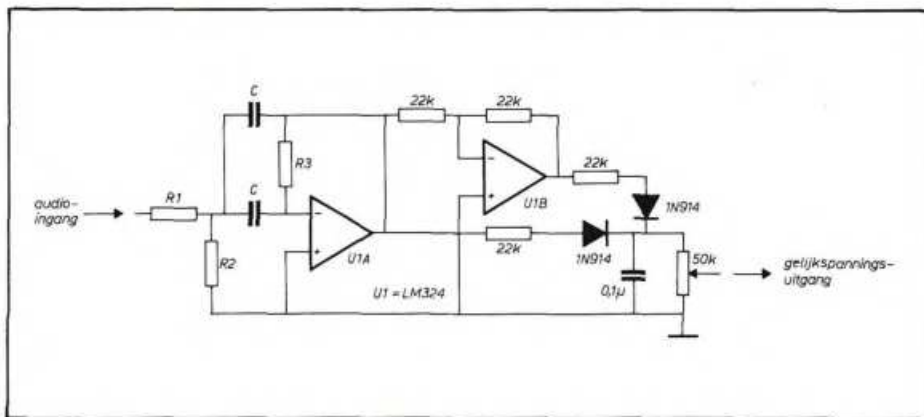


Fig. 3. Banddoorlaatfilter met gelijkrichter. In totaal zijn acht van deze filters nodig. De waarden van R1, R2, R3 en C zijn te vinden in tabel 1.

Fig. 4. Timer en 8-kanaals A/D-omzetter.

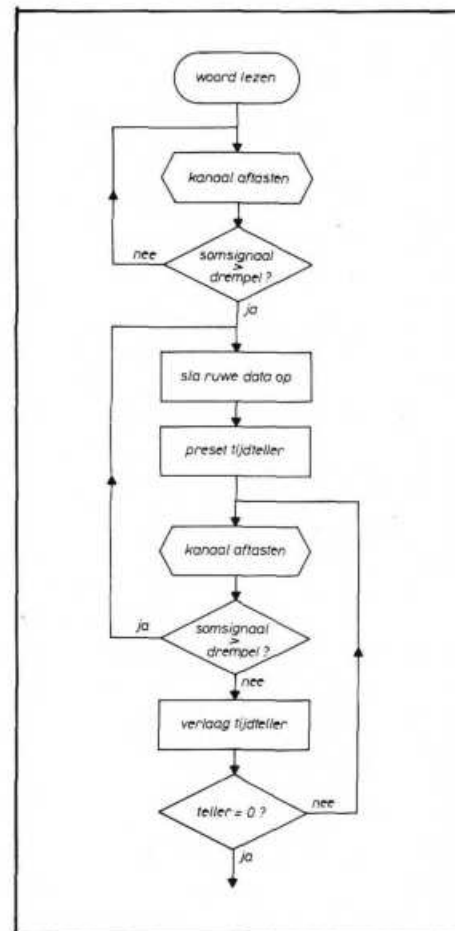
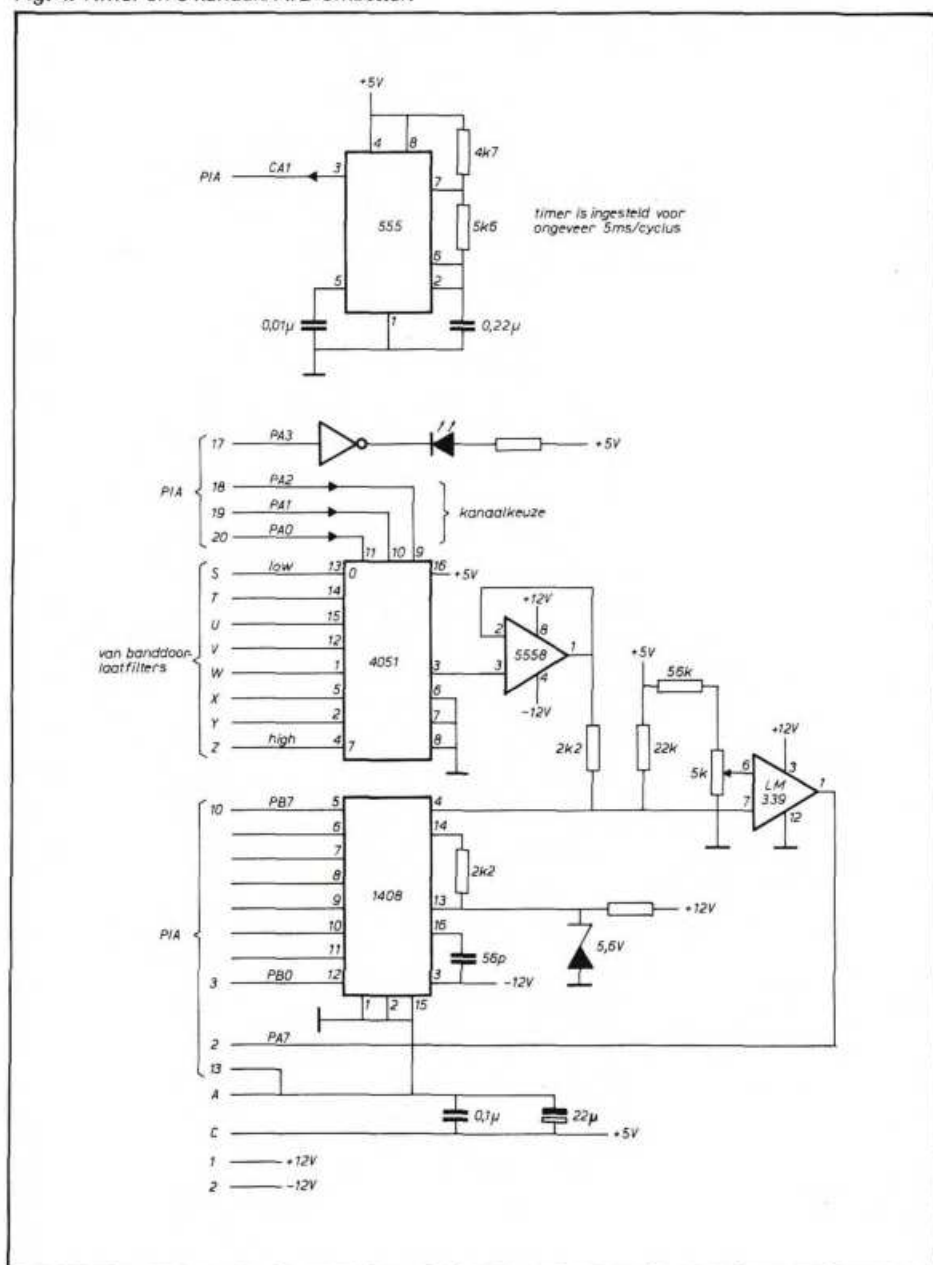
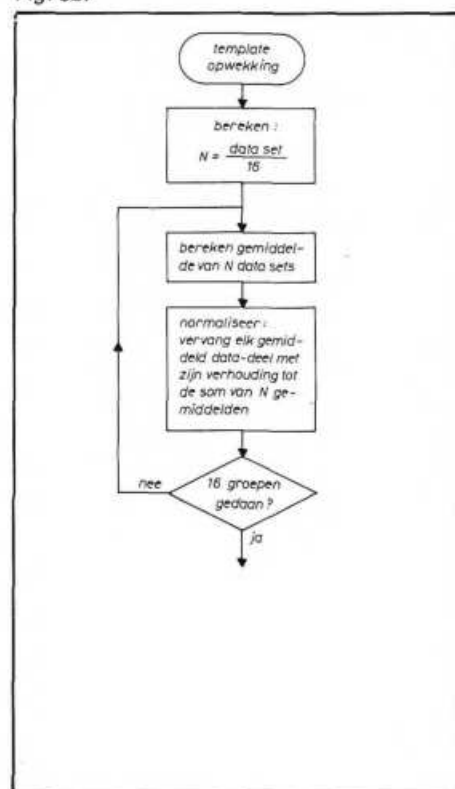


Fig. 5a.

Fig. 5b.



Tabel 1. Waarden van R1, R2, R3 en C voor de filters van fig. 3.

| f midden(Hz) | f laag(Hz) | f hoog(Hz) | R1 ( $\Omega$ ) | R2 ( $\Omega$ ) | R3 ( $\Omega$ ) | C ( $\mu F$ ) |
|--------------|------------|------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|
| 140          | 100        | 200        | 10K             | 4,7K            | 39K             | .1            |
| 280          | 200        | 400        | 10K             | 4,7K            | 27K             | .068          |
| 530          | 400        | 700        | 6,8K            | 1,5K            | 20K             | .068          |
| 935          | 700        | 1200       | 3,3K            | 1K              | 10K             | .068          |
| 1500         | 1200       | 2000       | 3,9K            | 1K              | 12K             | .033          |
| 2400         | 2000       | 3000       | 12K             | 1,5K            | 33K             | .01           |
| 3400         | 3000       | 4000       | 10K             | 820             | 27K             | .01           |
| 5000         | 4000       | 6000       | 6,8K            | 680             | 18K             | .01           |

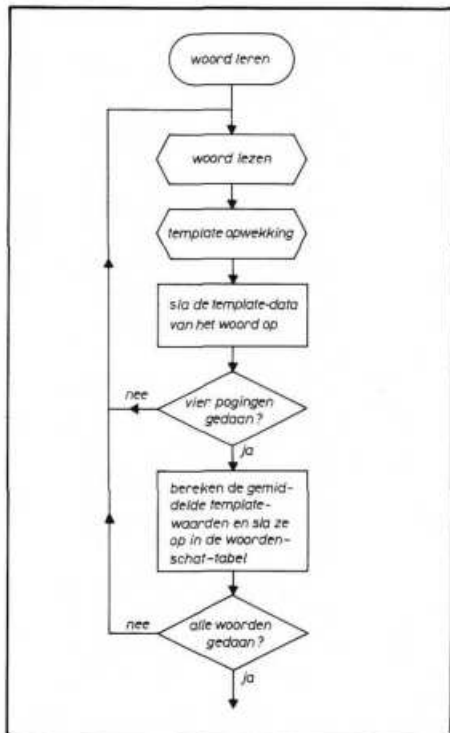


Fig. 5c.

steld op een periodetijd van ongeveer 5 ms. Bij het hier beschreven systeem is de timer ondergebracht op de print van de computer en de A/D omzetter is gemonteerd op een afzonderlijk printje dat via een 24 polige PIA-connector is verbonden met de computer.

#### Herkenningsoftware

De stroomdiagrammen van de bijbehorende software zijn weergegeven in fig. 5. Elk gesproken woord wordt voorgesteld door een groep van 128 bytes (template). Deze groep wordt op de volgende manier verkregen: Als de som van de acht filter uitgangsignalen een bepaalde drempel overschrijdt, worden de acht signalen om de vijf milliseconden gemeten en opgeslagen. Dit gaat door tot de som van de acht signalen onder een bepaalde grenswaarde komt. Dan volgt een korte pauze, en als de

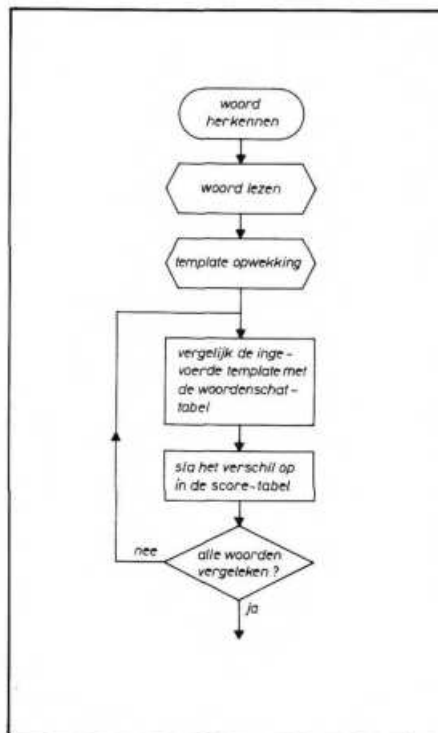


Fig. 5d.

drempelwaarde weer wordt overschreden, begint de procedure opnieuw.

Als de som van de signalen gedurende de gehele pauze onder de drempelwaarde blijft, wordt aangenomen dat het woord is ingesproken en de opgeslagen data worden verwerkt. De data worden verdeeld in 16 tijdsegmenten en voor elk kanaal gemiddeld. Bovendien worden de data genormaliseerd, zodat de getallen het gedeelte van het totale signaal voorstellen dat aanwezig is in elk van de frequentiebanden. Deze normalisatie helpt het effect van inconsistentie in het volume van de stem te verminderen. Het leerprogramma verwacht dat elk woord vier maal wordt uitgesproken en de gemiddelde data worden dan in een overeenkomstig blok van de woordenschat-tabel geplaatst. Het herkenningproces bestaat uit de

beschreven spraakanalyse en het vergelijken van de resulterende combinatie (template) met elke combinatie die in de woordenschat-tabel is opgeslagen. Hierbij worden corresponderende bytes van elkaar afgetrokken en de som van de absolute waarden van de verschillen (de score) wordt berekend. De combinatie uit de tabel met de laagste score wordt als „winnaar” gekenmerkt. Als het aantal monsters tijdens het inspreken onder een bepaalde drempel blijft, neemt het systeem aan dat het hier om achtergrondgeruis gaat en er wordt geen analyse gestart.

#### Verbeteringen

Er zijn diverse mogelijkheden om het aantal foute herkenningen klein te houden. Voor de „scores” kan een bovengrens worden gedefinieerd en verder kan een ondergrens worden ingesteld voor het verschil tussen de beste en de op een na beste „scores”. Bovendien kan men – als dit verschil te klein is – het systeem laten vragen om het woord opnieuw in te spreken.

Bij een grotere woordenschat zullen beslissingsberekeningen een aanzienlijke tijd in beslag nemen. De snelheid kan dan worden opgevoerd door in de tabel aan elk woord een aantal bits toe te voegen, die de essentiële woorteigenschappen voorstellen. Voordat de tabel dan definitief wordt doorlopen, kunnen eerst deze bit-combinaties worden bekeken en aan de hand daarvan worden bepaald welk woord het meest in aanmerking komt.

#### Ervaringen

Het hier beschreven systeem werkt redelijk goed waar het klinkers betreft, maar het herkennen van medeklinkers levert hier en daar moeilijkheden op. Bij het inspreken van de Engelse telwoorden één tot acht was de betrouwbaarheid bij herkenning ongeveer 95%. Het inspreken vereist enige oefening en moet zorgvuldig gebeuren. Ook is het systeem gebruikt voor het herkennen van BASIC-statements. Het enige probleem dat hierbij optrad was verwarring rond de woorden „LET” en „NEXT”.

Een aanzienlijke verbetering kan worden verkregen door het audiosysteem te optimaliseren. Een betere versterker en een aangepaste volume-compressor zullen dit bewerkstelligen.

#### Literatuur:

- Tobey, et al., „Operational Amplifiers, Design and Applications,” McGraw-Hill Book Co., 1971.
- Aldridge, D., „Analog-to-Digital Conversion Techniques with the M6800 Microprocessor System,” Motorola Semiconductor Products Inc., 1975.

Rabiner, L. R. and Schafer, R. W., „Digital

|   |                                  |      |                         |    |      |     |       |                            |    |      |     |       |                                                  |    |                                                    |    |     |       |    |                                                           |    |                                                           |    |                                                         |    |                                                    |    |                                                     |    |                                                  |    |                                                     |    |                                                   |    |                           |    |                                                           |     |                                                          |     |                                                   |     |                                     |     |                   |     |                |     |                                |     |                  |     |                              |     |               |     |                |     |                  |     |                                  |     |                          |     |                |     |                               |     |                     |     |     |     |                                                           |     |                        |     |                          |     |                            |     |            |     |                        |     |              |     |                              |     |       |     |       |     |                       |     |            |     |                |     |       |     |                                   |     |                 |     |                      |     |                                                     |     |                                                         |     |                                                       |     |                                                     |     |                                                       |     |                                                          |     |                                                        |     |                      |     |                                        |     |                                      |     |                                      |     |      |     |                                                           |     |                                                           |     |                                                      |     |                                                         |     |                                                           |     |                                                        |     |                                          |     |                                    |     |                                    |     |        |     |       |     |                                   |     |            |     |             |     |           |     |       |     |            |     |         |     |              |     |     |     |       |     |     |     |       |     |       |     |      |     |       |     |        |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |      |     |     |
|---|----------------------------------|------|-------------------------|----|------|-----|-------|----------------------------|----|------|-----|-------|--------------------------------------------------|----|----------------------------------------------------|----|-----|-------|----|-----------------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------------|----|---------------------------------------------------------|----|----------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------|----|--------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------|----|---------------------------------------------------|----|---------------------------|----|-----------------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------|-----|---------------------------------------------------|-----|-------------------------------------|-----|-------------------|-----|----------------|-----|--------------------------------|-----|------------------|-----|------------------------------|-----|---------------|-----|----------------|-----|------------------|-----|----------------------------------|-----|--------------------------|-----|----------------|-----|-------------------------------|-----|---------------------|-----|-----|-----|-----------------------------------------------------------|-----|------------------------|-----|--------------------------|-----|----------------------------|-----|------------|-----|------------------------|-----|--------------|-----|------------------------------|-----|-------|-----|-------|-----|-----------------------|-----|------------|-----|----------------|-----|-------|-----|-----------------------------------|-----|-----------------|-----|----------------------|-----|-----------------------------------------------------|-----|---------------------------------------------------------|-----|-------------------------------------------------------|-----|-----------------------------------------------------|-----|-------------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------|-----|--------------------------------------------------------|-----|----------------------|-----|----------------------------------------|-----|--------------------------------------|-----|--------------------------------------|-----|------|-----|-----------------------------------------------------------|-----|-----------------------------------------------------------|-----|------------------------------------------------------|-----|---------------------------------------------------------|-----|-----------------------------------------------------------|-----|--------------------------------------------------------|-----|------------------------------------------|-----|------------------------------------|-----|------------------------------------|-----|--------|-----|-------|-----|-----------------------------------|-----|------------|-----|-------------|-----|-----------|-----|-------|-----|------------|-----|---------|-----|--------------|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-------|-----|-------|-----|------|-----|-------|-----|--------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|-----|
| 1 | * AUDIO PROCESSOR FOR 48000/6802 | E300 | 256 BYTES FOR AVERAGING | 85 | ATAB | EQJ | #E300 | 128 BYTES FOR CURRENT WORD | 86 | ATAB | EQJ | #E280 | THE FOLLOWING GOES INTO ON-BOARD USER ROM (2716) | 88 | * THE FOLLOWING GOES INTO ON-BOARD USER ROM (2716) | 89 | ORJ | #E800 | 90 | * THE FOLLOWING PROGRAM (FROM START TO CTX) WILL READ AND | 91 | DISPLAY EACH AUDIO CHANNEL IN TURN, RUNNING CONTINUOUSLY. | 92 | IT IS NOT A NECESSARY PART OF THE RECOGNITION SOFTWARE. | 93 | BUT A CONVENIENCE FOR CHECKING FOR PROPER HARDWARE | 94 | OPERATION. IT USES THE DS KIT DISPLAY FEATURES, AND | 95 | WOULD HAVE TO BE REWRITTEN FOR ANY OTHER SYSTEM. | 96 | MY PRACTICE HAS BEEN TO RUN THIS FIRST TO MAKE SURE | 97 | EVERYTHING LOOKS OK, THEN HALT AND MOVE ON TO ONE | 98 | OF THE LEARNING ROUTINES. | 99 | * THIS PROGRAM WILL DISPLAY THE CHANNEL NUMBER AND SIGNAL | 100 | VALUE FOR EACH AUDIO CHANNEL. IT MOVES FROM CHANNEL 1 TO | 101 | CHANNEL 8, AND THEN RETURNS TO CHANNEL 1, RUNNING | 102 | CONTINUOUSLY UNTIL HALTED MANUALLY. | 103 | * DSIRAG EQUATES: | 104 | #MFR EQU #E419 | 105 | STORAGE FOR MAIN PROG. POINTER | 106 | HEXBUF EQU #E42C | 107 | ENTRY FOR DISPLAY OPERATIONS | 108 | PUR EQU #F0B8 | 109 | DSIRAG ROUTINE | 110 | START LDX #CTEST | 111 | CORE/DISPLAY SEQUENTIAL CHANNELS | 112 | MAKE IT THE MAIN PROGRAM | 113 | INITIALIZE PIA | 114 | INITIALIZE ACIA FOR LATER USE | 115 | GO TO FIRST DISPLAY | 116 | PUT | 117 | THE FOLLOWING IS CALLED BY 'PUT'. SEE DSIRAG FOR DETAILS. | 118 | CTC IS NOT INITIALIZED | 119 | NEW CHAN EVERY 256 LOOPS | 120 | THIS IS HEX DISPLAY BUFFER | 121 | LDA A OPTR | 122 | DISPLAY CHANNEL NUMBER | 123 | STA A PIAARA | 124 | ALSO SET UP PIA ADDRESS BITS | 125 | INC A | 126 | AND A | 127 | UPDATE CHANNEL NUMBER | 128 | STA A OPTR | 129 | STA A HEXBUF+2 | 130 | STA A | 131 | DO NOT FOLLOW TO SEGMENT PATTERNS | 132 | A SHORT PROGRAM | 133 | AFTER INITIALIZATION | 134 | THIS CAN BE USED AFTER ONE OF THE LEARNING PROGRAMS | 135 | HAS BEEN EXECUTED. THIS PROGRAM WILL REPEATEDLY EXECUTE | 136 | IDENT AND DISPLAY SCORE RESULTS ON A CRT TERMINAL. IT | 137 | DOES NOT DISPLAY ACTUAL WORDS SPOKEN, BUT THE INDEX | 138 | VALUE CORRESPONDING TO THE MATCHING VOCABULARY ENTRY. | 139 | NOTE THAT IDENT CAN BE CALLED BY OTHER SOFTWARE AS WELL. | 140 | SEE THE COMMENTS PRECEDING IDENT FOR MORE INFORMATION. | 141 | INITIALIZE PIA PORTS | 142 | INITIALIZE ACIA PORT (FOR CRT TERMINAL | 143 | TURN ON DISPLAY FUNCTION (SEE IDENT) | 144 | ACCEPT A SPOKEN WORD. LOOK FOR MATCH | 145 | LOOP | 146 | NOTE THAT IDENT CAN BE CALLED BY OTHER SOFTWARE, AND THAT | 147 | AUTOMATIC DISPLAY OF RESULTS & SCORES CAN BE SWITCHED OFF | 148 | SCOR WILL CONTAIN THE NUMBER OF THE VOCABULARY ENTRY | 149 | WHICH THIS ROUTINE BELIEVES IS THE BEST MATCH. IT IS UP | 150 | TO USERS TO UTILIZE THE TOTAL SCORE RESULTS IF CONFIDENCE | 151 | LEVEL TESTS ARE APPLIED, OR ALTERNATE CHOICES SELECTED | 152 | (SUCH AS WITH SYNTAX-AIDED RECOGNITION). | 153 | GATHER ALL WORD DATA, PUT IN 'RAW' | 154 | COMPRESS DATA INTO 128-BYTE RECORD | 155 | CRUNCH | 156 | SCORE | 157 | NOW FIND THE BEST (LOWEST) SCORE. | 158 | LDX #BLOCK | 159 | LDA B VTS12 | 160 | LDA A #FF | 161 | LDLUP | 162 | BCS A 1005 | 163 | LDA A 0 | 164 | STA B BSCORE | 165 | INX | 166 | DEC B | 167 | BNE | 168 | LDA B | 169 | LDLUP | 170 | LDI5 | 171 | LDA B | 172 | BSCORE | 173 | LDI5 | 174 | LDI5 | 175 | LDI5 | 176 | LDI5 | 177 | LDI5 | 178 | LDI5 | 179 | LDI5 | 180 | LDI5 | 181 | LDI5 | 182 | LDI5 | 183 | LDI5 | 184 | LDI5 | 185 | LDI5 | 186 | LDI5 | 187 | LDI5 | 188 | LDI5 | 189 | LDI5 | 190 | LDI5 | 191 | LDI5 | 192 | LDI5 | 193 | LDI5 | 194 | LDI5 | 195 | LDI5 | 196 | LDI5 | 197 | LDI5 | 198 | LDI5 | 199 | LDI5 | 200 | LDI5 | 201 | LDI5 | 202 | LDI5 | 203 | LDI5 | 204 | LDI5 | 205 | LDI5 | 206 | LDI5 | 207 | LDI5 | 208 | LDI5 | 209 | LDI5 | 210 | LDI5 | 211 | LDI5 | 212 | LDI5 | 213 | LDI5 | 214 | LDI5 | 215 | LDI5 | 216 | LDI5 | 217 | LDI5 | 218 | LDI5 | 219 | LDI5 | 220 | LDI5 | 221 | LDI5 | 222 | LDI5 | 223 | LDI5 | 224 | LDI5 | 225 | LDI5 | 226 | LDI5 | 227 | LDI5 | 228 | LDI5 | 229 | LDI5 | 230 | LDI5 | 231 | LDI5 | 232 | LDI5 | 233 | LDI5 | 234 | LDI5 | 235 | LDI5 | 236 | LDI5 | 237 | LDI5 | 238 | LDI5 | 239 | LDI5 | 240 | LDI5 | 241 | LDI5 | 242 | LDI5 | 243 | LDI5 | 244 | LDI5 | 245 | LDI5 | 246 | LDI5 | 247 | LDI5 | 248 | LDI5 | 249 | LDI5 | 250 | LDI5 | 251 | LDI5 | 252 | LDI5 | 253 | LDI5 | 254 | LDI5 | 255 | LDI5 | 256 | LDI5 | 257 | LDI5 | 258 | LDI5 | 259 | LDI5 | 260 | LDI5 | 261 | LDI5 | 262 | LDI5 | 263 | LDI5 | 264 | LDI5 | 265 | LDI5 | 266 | LDI5 | 267 | LDI5 | 268 | LDI5 | 269 | LDI5 | 270 | LDI5 | 271 | LDI5 | 272 | LDI5 | 273 | LDI5 | 274 | LDI5 | 275 | LDI5 | 276 | LDI5 | 277 | LDI5 | 278 | LDI5 | 279 | LDI5 | 280 | LDI5 | 281 | LDI5 | 282 | LDI5 | 283 | LDI5 | 284 | LDI5 | 285 | LDI5 | 286 | LDI5 | 287 | LDI5 | 288 | LDI5 | 289 | LDI5 | 290 | LDI5 | 291 | LDI5 | 292 | LDI5 | 293 | LDI5 | 294 | LDI5 | 295 | LDI5 | 296 | LDI5 | 297 | LDI5 | 298 | LDI5 | 299 | LDI5 | 300 | LDI5 | 301 | LDI5 | 302 | LDI5 | 303 | LDI5 | 304 | LDI5 | 305 | LDI5 | 306 | LDI5 | 307 | LDI5 | 308 | LDI5 | 309 | LDI5 | 310 | LDI5 | 311 | LDI5 | 312 | LDI5 | 313 | LDI5 | 314 | LDI5 | 315 | LDI5 | 316 | LDI5 | 317 | LDI5 | 318 | LDI5 | 319 | LDI5 | 320 | LDI5 | 321 | LDI5 | 322 | LDI5 | 323 | LDI5 | 324 | LDI5 | 325 | LDI5 | 326 | LDI5 | 327 | LDI5 | 328 | LDI5 | 329 | LDI5 | 330 | LDI5 | 331 | LDI5 | 332 | LDI5 | 333 | LDI5 | 334 | LDI5 | 335 | LDI5 | 336 | LDI5 | 337 | LDI5 | 338 | LDI5 | 339 | LDI5 | 340 | LDI5 | 341 | LDI5 | 342 | LDI5 | 343 | LDI5 | 344 | LDI5 | 345 | LDI5 | 346 | LDI5 | 347 | LDI5 | 348 | LDI5 | 349 | LDI5 | 350 | LDI5 | 351 | LDI5 | 352 | LDI5 | 353 | LDI5 | 354 | LDI5 | 355 | LDI5 | 356 | LDI5 | 357 | LDI5 | 358 | LDI5 | 359 | LDI5 | 360 | LDI5 | 361 | LDI5 | 362 | LDI5 | 363 | LDI5 | 364 | LDI5 | 365 | LDI5 | 366 | LDI5 | 367 | LDI5 | 368 | LDI5 | 369 | LDI5 | 370 | LDI5 | 371 | LDI5 | 372 | LDI5 | 373 | LDI5 | 374 | LDI5 | 375 | LDI5 | 376 | LDI5 | 377 | LDI5 | 378 | LDI5 | 379 | LDI5 | 380 | LDI5 | 381 | LDI5 | 382 | LDI5 | 383 | LDI5 | 384 | LDI5 | 385 | LDI5 | 386 | LDI5 | 387 | LDI5 | 388 | LDI5 | 389 | LDI5 | 390 | LDI5 | 391 | LDI5 | 392 | LDI5 | 393 | LDI5 | 394 | LDI5 | 395 | LDI5 | 396 | LDI5 | 397 | LDI5 | 398 | LDI5 | 399 | LDI5 | 400 | LDI5 | 401 | LDI5 | 402 | LDI5 | 403 | LDI5 | 404 | LDI5 | 405 | LDI5 | 406 | LDI5 | 407 | LDI5 | 408 | LDI5 | 409 | LDI5 | 410 | LDI5 | 411 | LDI5 | 412 | LDI5 | 413 | LDI5 | 414 | LDI5 | 415 | LDI5 | 416 | LDI5 | 417 | LDI5 | 418 | LDI5 | 419 | LDI5 | 420 | LDI5 | 421 | LDI5 | 422 | LDI5 | 423 | LDI5 | 424 | LDI5 | 425 | LDI5 | 426 | LDI5 | 427 | LDI5 | 428 | LDI5 | 429 | LDI5 | 430 | LDI5 | 431 | LDI5 | 432 | LDI5 | 433 | LDI5 | 434 | LDI5 | 435 | LDI5 | 436 | LDI5 | 437 | LDI5 | 438 | LDI5 | 439 | LDI5 | 440 | LDI5 | 441 | LDI5 | 442 | LDI5 | 443 | LDI5 | 444 | LDI5 | 445 | LDI5 | 446 | LDI5 | 447 | LDI5 | 448 | LDI5 | 449 | LDI5 | 450 | LDI5 | 451 | LDI5 | 452 | LDI5 | 453 | LDI5 | 454 | LDI5 | 455 | LDI5 | 456 | LDI5 | 457 | LDI5 | 458 | LDI5 | 459 | LDI5 | 460 | LDI5 | 461 | LDI5 | 462 | LDI5 | 463 | LDI5 | 464 | LDI5 | 465 | LDI5 | 466 | LDI5 | 467 | LDI5 | 468 | LDI5 | 469 | LDI5 | 470 | LDI5 | 471 | LDI5 | 472 | LDI5 | 473 | LDI5 | 474 | LDI5 | 475 | LDI5 | 476 | LDI5 | 477 | LDI5 | 478 | LDI5 | 479 | LDI5 | 480 | LDI5 | 481 | LDI5 | 482 | LDI5 | 483 | LDI5 | 484 | LDI5 | 485 | LDI5 | 486 | LDI5 | 487 | LDI5 | 488 | LDI5 | 489 | LDI5 | 490 | LDI5 | 491 | LDI5 | 492 | LDI5 | 493 | LDI5 | 494 | LDI5 | 495 | LDI5 | 496 | LDI5 | 497 | LDI5 | 498 | LDI5 | 499 | LDI5 | 500 | LDI5 | 501 | LDI5 | 502 | LDI5 | 503 | LDI5 | 504 | LDI5 | 505 | LDI5 | 506 | LDI5 | 507 | LDI5 | 508 | LDI5 | 509 | LDI5 | 510 | LDI5 | 511 | LDI5 | 512 | LDI5 | 513 | LDI5 | 514 | LDI5 | 515 | LDI5 | 516 | LDI5 | 517 | LDI5 | 518 | LDI5 | 519 | LDI5 | 520 | LDI5 | 521 | LDI5 | 522 | LDI5 | 523 | LDI5 | 524 | LDI5 | 525 | LDI5 | 526 | LDI5 | 527 | LDI5 | 528 | LDI5 | 529 | LDI5 | 530 | LDI5 | 531 | LDI5 | 532 | LDI5 | 533 | LDI5 | 534 | LDI5 | 535 | LDI5 | 536 | LDI5 | 537 | LDI5 | 538 | LDI5 | 539 | LDI5 | 540 | LDI5 | 541 | LDI5 | 542 | LDI5 | 543 | LDI5 | 544 | LDI5 | 545 | LDI5 | 546 | LDI5 | 547 | LDI5 | 548 | LDI5 | 549 | LDI5 | 550 | LDI5 | 551 | LDI5 | 552 | LDI5 | 553 | LDI5 | 554 | LDI5 | 555 | LDI5 | 556 | LDI5 | 557 | LDI5 | 558 | LDI5 | 559 | LDI5 | 560 | LDI5 | 561 | LDI5 | 562 | LDI5 | 563 | LDI5 | 564 | LDI5 | 565 | LDI5 | 566 | LDI5 | 567 | LDI5 | 568 | LDI5 | 569 | LDI5 | 570 | LDI5 | 571 | LDI5 | 572 | LDI5 | 573 | LDI5 | 574 | LDI5 | 575 | LDI5 | 576 | LDI5 | 577 | LDI5 | 578 | LDI5 | 579 | LDI5 | 580 | LDI5 | 581 | LDI5 | 582 | LDI5 | 583 | LDI5 | 584 | LDI5 | 585 | LDI5 | 586 | LDI5 | 587 | LDI5 | 588 | LDI5 | 589 | LDI5 | 590 | LDI5 | 591 | LDI5 | 592 | LDI5 | 593 | LDI5 | 594 | LDI5 | 595 | LDI5 | 596 | LDI5 | 597 | LDI5 | 598 | LDI5 | 599 | LDI5 | 600 | LDI5 | 601 | LDI5 | 602 | LDI5 | 603 | LDI5 | 604 | LDI5 | 605 | LDI5 | 606 | LDI5 | 607 | LDI5 | 608 | LDI5 | 609 | LDI5 | 610 | LDI5 | 611 | LDI5 | 612 | LDI5 | 613 | LDI5 | 614 | LDI5 | 615 | LDI5 | 616 | LDI5 | 617 | LDI5 | 618 | LDI5 | 619 | LDI5 | 620 | LDI5 | 621 | LDI5 | 622 | LDI5 | 623 | LDI5 | 624 | LDI5 | 625 | LDI5 | 626 | LDI5 | 627 | LDI5 | 628 | LDI5 | 629 | LDI5 | 630 | LDI5 | 631 | LDI5 | 632 | LDI5 | 633 | LDI5 | 634 | LDI5 | 635 | LDI5 | 636 | LDI5 | 637 | LDI5 | 638 | LDI5 | 639 | LDI5 | 640 | LDI5 | 641 | LDI5 | 642 | LDI5 | 643 | LDI5 | 644 | LDI5 | 645 | LDI5 | 646 | LDI5 | 647 | LDI5 | 648 | LDI5 | 649 | LDI5 | 650 | LDI5 | 651 | LDI5 | 652 | LDI5 | 653 | LDI5 | 654 | LDI5 | 655 | LDI5 | 656 | LDI5 | 657 | LDI5 | 658 | LDI5 | 659 | LDI5 | 660 | LDI5 | 661 | LDI5 | 662 | LDI5 | 663 | LDI5 | 664 | LDI5 | 665 | LDI5 | 666 | LDI5 | 667 | LDI5 | 668 | LDI5 | 669 | LDI5 | 670 | LDI5 | 671 | LDI5 | 672 | LDI5 | 673 | LDI5 | 674 | LDI5 | 675 | LDI5 | 676 | LDI5 | 677 | LDI5 | 678 | LDI5 | 679 | LDI5 | 680 | LDI5 | 681 | LDI5 | 682 | LDI5 | 683 | LDI5 | 684 | LDI5 | 685 | LDI5 | 686 | LDI5 | 687 | LDI5 | 688 | LDI5 | 689 | LDI5 | 690 | LDI5 | 691 | LDI5 | 692 | LDI5 | 693 | LDI5 | 694 | LDI5 | 695 | LDI5 | 696 | LDI5 | 697 | LDI5 | 698 | LDI5 | 699 | LDI5 | 700 | LDI5 | 701 | LDI5 | 702 | LDI5 | 703 | LDI5 | 704 | LDI5 | 705 | LDI5 | 706 | LDI5 | 707 | LDI5 | 708 | LDI5 | 709 | LDI5 | 710 | LDI5 | 711 | LDI5 | 712 | LDI5 | 713 | LDI5 | 714 | LDI5 | 715 | LDI5 | 716 | LDI5 | 717 | LDI5 | 718 | LDI5 | 719 | LDI5 | 720 | LDI5 | 721 | LDI5 | 722 | LDI5 | 723 | LDI5 | 724 | LDI5 | 725 | LDI5 | 726 | LDI5 | 727 | LDI5 | 728 | LDI5 | 729 | LDI5 | 730 | LDI5 | 731 | LDI5 | 732 | LDI5 | 733 | LDI5 | 734 | LDI5 | 735 | LDI5 | 736 | LDI5 | 737 | LDI5 | 738 | LDI5 | 739 | LDI5 | 740 | LDI5 | 741 | LDI5 | 742 | LDI5 | 743 | LDI5 | 744 | LDI5 | 745 | LDI5 | 746 | LDI5 | 747 | LDI5 | 748 | LDI5 | 749 | LDI5 | 750 | LDI5 | 751 | LDI5 | 752 | LDI5 | 753 | LDI5 | 754 | LDI5 | 755 | LDI5 | 756 | LDI5 | 757 | LDI5 | 758 | LDI5 | 759 | LDI5 | 760 | LDI5 | 761 | LDI5 | 762 | LDI5 | 763 | LDI5 | 764 | LDI5 | 765 | LDI5 | 766 | LDI5 | 767 | LDI5 | 768 | LDI5 | 769 | LDI5 | 770 | LDI5 | 771 | LDI5 | 772 | LDI5 | 773 | LDI5 | 774 | LDI5 | 775 | LDI5 | 776 | LDI5 | 777 | LDI5 | 778 | LDI5 | 779 | LDI5 | 780 | LDI5 | 781 | LDI5 | 782 | LDI5 | 783 | LDI5 | 784 | LDI5 | 785 | LDI5 | 786 | LDI5 | 787 | LDI5 | 788 | LDI5 | 789 | LDI5 | 790 | LDI5 | 791 | LDI5 | 792 | LDI5 | 793 | LDI5 | 794 | LDI5 | 795 | LDI5 | 796 | LDI5 | 797 | LDI5 | 798 | LDI5 | 799 | LDI5 | 800 | LDI5 | 801 | LDI5 | 802 | LDI5 | 803 | LDI5 | 804 | LDI5 | 805 | LDI5 | 806 | LDI5 | 807 | LDI5 | 808 | LDI5 | 809 | LDI5 | 810 | LDI5 | 811 | LDI5 | 812 | LDI5 | 813 | LDI5 | 814 | LDI5 | 815 | LDI5 | 816 | LDI5 | 817 | LDI5 | 818 | LDI5 | 819 | LDI5 | 820 | LDI5 | 821 | LDI5 | 822 | LDI5 | 823 | LDI5 | 824 | LDI5 | 825 | LDI5 | 826 | LDI5 | 827 | LDI |
|---|----------------------------------|------|-------------------------|----|------|-----|-------|----------------------------|----|------|-----|-------|--------------------------------------------------|----|----------------------------------------------------|----|-----|-------|----|-----------------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------------|----|---------------------------------------------------------|----|----------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------|----|--------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------|----|---------------------------------------------------|----|---------------------------|----|-----------------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------|-----|---------------------------------------------------|-----|-------------------------------------|-----|-------------------|-----|----------------|-----|--------------------------------|-----|------------------|-----|------------------------------|-----|---------------|-----|----------------|-----|------------------|-----|----------------------------------|-----|--------------------------|-----|----------------|-----|-------------------------------|-----|---------------------|-----|-----|-----|-----------------------------------------------------------|-----|------------------------|-----|--------------------------|-----|----------------------------|-----|------------|-----|------------------------|-----|--------------|-----|------------------------------|-----|-------|-----|-------|-----|-----------------------|-----|------------|-----|----------------|-----|-------|-----|-----------------------------------|-----|-----------------|-----|----------------------|-----|-----------------------------------------------------|-----|---------------------------------------------------------|-----|-------------------------------------------------------|-----|-----------------------------------------------------|-----|-------------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------|-----|--------------------------------------------------------|-----|----------------------|-----|----------------------------------------|-----|--------------------------------------|-----|--------------------------------------|-----|------|-----|-----------------------------------------------------------|-----|-----------------------------------------------------------|-----|------------------------------------------------------|-----|---------------------------------------------------------|-----|-----------------------------------------------------------|-----|--------------------------------------------------------|-----|------------------------------------------|-----|------------------------------------|-----|------------------------------------|-----|--------|-----|-------|-----|-----------------------------------|-----|------------|-----|-------------|-----|-----------|-----|-------|-----|------------|-----|---------|-----|--------------|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-------|-----|-------|-----|------|-----|-------|-----|--------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|-----|



```

0172 * NOW DISPLAY ALL SCORES FOR TEST PURPOSES.
0173 * NOTE THAT SCORES ARE STORED IN REVERSE ORDER
0174 LDX #BLOCK
0175 STX #PTR
0176 LDA A #VTSZ
0177 STA A #PTR
0178 JSR GETA
0179 TAB
0180 TYEXA
0181 BSR
0182 REC
0183 INC
0184 JSR
0185 EOL
0186 * LEARN A SET OF WORDS
0187 * THIS IS SHORTCUT LEARNING PROGRAM, SAY EACH WORD ONCE.
0188 * SEE LEARN4 (AT END) FOR BETTER QUALITY LEARNING.
0189 LEARN LDX VTRB
0190 STX VTRB
0191 LDA A #VTSZ
0192 STA A #PTR
0193 BSR CRUNCH
0194 JSR MOVE
0195 DEC LNKNT
0196 BNE LNKLP
0197 SWI
0198 *
0199 *
0200 *
0201 * TYPE HEX VALUE, THEN A SPACE
0202 TYEXA JSR TYEX
0203 LDA B #20
0204 JMP OUTCH
0205 *
0206 *
0207 * WORD INPUT SUBROUTINE.
0208 * PUTS RAW DATA INTO "RAW" AREA UNTIL END-OF-WORD
0209 * (NOTE: NO PROTECTION AGAINST CONTINUOUS SOUND. NEEDS
0210 * FIX TO LIMIT STORAGE ADDR TO PROTECT OTHER RAM AREAS.
0211 * NO PROBLEM WITH NORMAL, CAREFUL USE.)
0212 WORD LDA A #EOWC
0213 STA A #EOWC
0214 LDA A #LEVL
0215 STA A #LEVL
0216 LDX #PTR
0217 STX #PTR
0218 CLR A
0219 W010
0220 BSR
0221 JSR GROSS
0222 BLS W010
0223 LDA A #LEVL
0224 STA A #LEVL
0225 BSR
0226 W015
0227 JSR GROSS
0228 BHI W020
0229 * BELOW THRESHOLD.
0230 CLR A
0231 DEC A
0232 BGE W015
0233 RTS
0234 W020
0235 SHOVE
0236 STA A #EOWC
0237 LDA A #EOWC
0238 BSR
0239 * SCAN ROUTINE TO TO ALL AUDIO CHANNELS ONE TIME
0240 * ENTER WITH A = 0 FOR LED OFF, A = 108 FOR LED ON
0241 *
0242 SCAN TEST PIACRA
0243 BPL SCAN
0244 STA A #PTR
0245 LDX #SCIP
0246 STX #SCIP
0247 LDA A #PTR
0248 STA A #PTR
0249 INC A
0250 BSR READ
0251 DEC A
0252 LDX #SCIP
0253 STA A #PTR
0254 STX #SCIP
0255 LDA A #PTR
0256 BSR
0257 *
0258 *
0259 *
0260 *
0261 *
0262 *
0263 *
0264 *
0265 *
0266 *
0267 *
0268 *
0269 *
0270 *
0271 *
0272 *
0273 *
0274 *
0275 *
0276 *
0277 *
0278 *
0279 *
0280 *
0281 *
0282 *
0283 *
0284 *
0285 *
0286 *
0287 *
0288 *
0289 *
0290 *
0291 *
0292 *
0293 *
0294 *
0295 *
0296 *
0297 *
0298 *
0299 *
0300 *
0301 *
0302 *
0303 *
0304 *
0305 *
0306 *
0307 *
0308 *
0309 *
0310 *
0311 *
0312 *
0313 *
0314 *
0315 *
0316 *
0317 *
0318 *
0319 *
0320 *
0321 *
0322 *
0323 *
0324 *
0325 *
0326 *
0327 *
0328 *
0329 *
0330 *
0331 *
0332 *
0333 *
0334 *
0335 *
0336 *
0337 *
0338 *
0339 *
0340 *
0341 *
0342 *
0343 *
0344 *
0345 *
0346 *
0347 *
0348 *
0349 *
0350 *
0351 *
0352 *
0353 *
0354 *
0355 *
0356 *
0357 *
0358 *
0359 *
0360 *
0361 *
0362 *
0363 *
0364 *
0365 *
0366 *
0367 *
0368 *
0369 *
0370 *
0371 *
0372 *
0373 *
0374 *
0375 *
0376 *
0377 *
0378 *
0379 *
0380 *
0381 *
0382 *
0383 *
0384 *
0385 *
0386 *
0387 *
0388 *
0389 *
0390 *
0391 *
0392 *
0393 *
0394 *
0395 *
0396 *
0397 *
0398 *
0399 *
0400 *
0401 *
0402 *
0403 *
0404 *
0405 *
0406 *
0407 *
0408 *
0409 *
0410 *
0411 *
0412 *
0413 *
0414 *
0415 *
0416 *
0417 *
0418 *
0419 *
0420 *
0421 *
0422 *
0423 *
0424 *
0425 *
0426 *
0427 *
0428 *
0429 *
0430 *
0431 *
0432 *
0433 *
0434 *
0435 *
0436 *
0437 *
0438 *
0439 *
0440 *
0441 *
0442 *
0443 *
0444 *
0445 *
0446 *
0447 *
0448 *
0449 *
0450 *
0451 *
0452 *
0453 *
0454 *
0455 *
0456 *
0457 *
0458 *
0459 *
0460 *
0461 *
0462 *
0463 *
0464 *
0465 *
0466 *
0467 *
0468 *
0469 *
0470 *
0471 *
0472 *
0473 *
0474 *
0475 *
0476 *
0477 *
0478 *
0479 *
0480 *
0481 *
0482 *
0483 *
0484 *
0485 *
0486 *
0487 *
0488 *
0489 *
0490 *
0491 *
0492 *
0493 *
0494 *
0495 *
0496 *
0497 *
0498 *
0499 *
0500 *
0501 *
0502 *
0503 *
0504 *
0505 *
0506 *
0507 *
0508 *
0509 *
0510 *
0511 *
0512 *
0513 *
0514 *
0515 *
0516 *
0517 *
0518 *
0519 *
0520 *
0521 *
0522 *
0523 *
0524 *
0525 *
0526 *
0527 *
0528 *
0529 *
0530 *
0531 *
0532 *
0533 *
0534 *
0535 *
0536 *
0537 *
0538 *
0539 *
0540 *
0541 *
0542 *
0543 *
0544 *
0545 *
0546 *
0547 *
0548 *
0549 *
0550 *
0551 *
0552 *
0553 *
0554 *
0555 *
0556 *
0557 *
0558 *
0559 *
0560 *
0561 *
0562 *
0563 *
0564 *
0565 *
0566 *
0567 *
0568 *
0569 *
0570 *
0571 *
0572 *
0573 *
0574 *
0575 *
0576 *
0577 *
0578 *
0579 *
0580 *
0581 *
0582 *
0583 *
0584 *
0585 *
0586 *
0587 *
0588 *
0589 *
0590 *
0591 *
0592 *
0593 *
0594 *
0595 *
0596 *
0597 *
0598 *
0599 *
0600 *
0601 *
0602 *
0603 *
0604 *
0605 *
0606 *
0607 *
0608 *
0609 *
0610 *
0611 *
0612 *
0613 *
0614 *
0615 *
0616 *
0617 *
0618 *
0619 *
0620 *
0621 *
0622 *
0623 *
0624 *
0625 *
0626 *
0627 *
0628 *
0629 *
0630 *
0631 *
0632 *
0633 *
0634 *
0635 *
0636 *
0637 *
0638 *
0639 *
0640 *
0641 *
0642 *
0643 *
0644 *
0645 *
0646 *
0647 *
0648 *
0649 *
0650 *
0651 *
0652 *
0653 *
0654 *
0655 *
0656 *
0657 *
0658 *
0659 *
0660 *
0661 *
0662 *
0663 *
0664 *
0665 *
0666 *
0667 *
0668 *
0669 *
0670 *
0671 *
0672 *
0673 *
0674 *
0675 *
0676 *
0677 *
0678 *
0679 *
0680 *
0681 *
0682 *
0683 *
0684 *
0685 *
0686 *
0687 *
0688 *
0689 *
0690 *
0691 *
0692 *
0693 *
0694 *
0695 *
0696 *
0697 *
0698 *
0699 *
0700 *
0701 *
0702 *
0703 *
0704 *
0705 *
0706 *
0707 *
0708 *
0709 *
0710 *
0711 *
0712 *
0713 *
0714 *
0715 *
0716 *
0717 *
0718 *
0719 *
0720 *
0721 *
0722 *
0723 *
0724 *
0725 *
0726 *
0727 *
0728 *
0729 *
0730 *
0731 *
0732 *
0733 *
0734 *
0735 *
0736 *
0737 *
0738 *
0739 *
0740 *
0741 *
0742 *
0743 *
0744 *
0745 *
0746 *
0747 *
0748 *
0749 *
0750 *
0751 *
0752 *
0753 *
0754 *
0755 *
0756 *
0757 *
0758 *
0759 *
0760 *
0761 *
0762 *
0763 *
0764 *
0765 *
0766 *
0767 *
0768 *
0769 *
0770 *
0771 *
0772 *
0773 *
0774 *
0775 *
0776 *
0777 *
0778 *
0779 *
0780 *
0781 *
0782 *
0783 *
0784 *
0785 *
0786 *
0787 *
0788 *
0789 *
0790 *
0791 *
0792 *
0793 *
0794 *
0795 *
0796 *
0797 *
0798 *
0799 *
0800 *
0801 *
0802 *
0803 *
0804 *
0805 *
0806 *
0807 *
0808 *
0809 *
0810 *
0811 *
0812 *
0813 *
0814 *
0815 *
0816 *
0817 *
0818 *
0819 *
0820 *
0821 *
0822 *
0823 *
0824 *
0825 *
0826 *
0827 *
0828 *
0829 *
0830 *
0831 *
0832 *
0833 *
0834 *
0835 *
0836 *
0837 *
0838 *
0839 *
0840 *
0841 *
0842 *
0843 *
0844 *
0845 *
0846 *
0847 *
0848 *
0849 *
0850 *
0851 *
0852 *
0853 *
0854 *
0855 *
0856 *
0857 *
0858 *
0859 *
0860 *
0861 *
0862 *
0863 *
0864 *
0865 *
0866 *
0867 *
0868 *
0869 *
0870 *
0871 *
0872 *
0873 *
0874 *
0875 *
0876 *
0877 *
0878 *
0879 *
0880 *
0881 *
0882 *
0883 *
0884 *
0885 *
0886 *
0887 *
0888 *
0889 *
0890 *
0891 *
0892 *
0893 *
0894 *
0895 *
0896 *
0897 *
0898 *
0899 *
0900 *
0901 *
0902 *
0903 *
0904 *
0905 *
0906 *
0907 *
0908 *
0909 *
0910 *
0911 *
0912 *
0913 *
0914 *
0915 *
0916 *
0917 *
0918 *
0919 *
0920 *
0921 *
0922 *
0923 *
0924 *
0925 *
0926 *
0927 *
0928 *
0929 *
0930 *
0931 *
0932 *
0933 *
0934 *
0935 *
0936 *
0937 *
0938 *
0939 *
0940 *
0941 *
0942 *
0943 *
0944 *
0945 *
0946 *
0947 *
0948 *
0949 *
0950 *
0951 *
0952 *
0953 *
0954 *
0955 *
0956 *
0957 *
0958 *
0959 *
0960 *
0961 *
0962 *
0963 *
0964 *
0965 *
0966 *
0967 *
0968 *
0969 *
0970 *
0971 *
0972 *
0973 *
0974 *
0975 *
0976 *
0977 *
0978 *
0979 *
0980 *
0981 *
0982 *
0983 *
0984 *
0985 *
0986 *
0987 *
0988 *
0989 *
0990 *
0991 *
0992 *
0993 *
0994 *
0995 *
0996 *
0997 *
0998 *
0999 *
1000 *

```

BNE SOLP  
 THE FOLLOWING EXIT FROM SCAN ALLOWS PATCH IF FIX NEEDED.  
 JMP PATCH2  
 EXIT FROM SCAN  
 EXIT WITH DATA IN A  
 START WITH MSB  
 OUTPUT PATTERN TO D/A  
 CK COMPARE OUTPUT  
 BRANCH IF NO OVERSHOOT  
 TURN OFF CURRENT BIT  
 OUTPUT REVISED PATTERN TO D/A  
 SET NEW BIT POSITION  
 BRANCH IF NOT DONE  
 SCAN-OUTPUT-MOVE ROUTINE, USED BY WORD SUBROUTINE.  
 RPTR POINTS TO RAW DATA AREA  
 SHOVE LDX #SCIP  
 STX #PTR  
 INC ECNT  
 LDA B #VTSZ  
 BSR GETA  
 BSR PUTV  
 DEC B  
 BNE MVALUP  
 EXIT FROM MOVE  
 GET A DATA BYTE FROM THE VOCABULARY TABLE  
 LDX #PTR  
 LDA A #X  
 INX  
 STX #PTR  
 RTS  
 GET A DATA ITEM FROM WORD TABLE.  
 LDX #PTR  
 LDA A #X  
 INX  
 STX #PTR  
 UPDATE POINTER  
 EXIT FROM PUTV  
 PUT A DATA ITEM INTO VOCABULARY TABLE.  
 LDX #PTR  
 STA A #X  
 INX  
 STX #PTR  
 UPDATE POINTER  
 EXIT FROM PUTV  
 PUT DATA ITEM INTO WORD TABLE  
 LDX #PTR  
 STA A #X  
 INX  
 STX #PTR  
 PUT A DATA BYTE INTO RAW DATA AREA  
 LDX #PTR  
 STA A #X  
 INX  
 STX #PTR  
 DOUBLE-FREQUENCY ADD A TO ATAB ENTRY  
 LDX #PTR  
 CLR B  
 ADD A 1,X  
 ADC B 0,X  
 STA A 1,X  
 STA B 0,X  
 INX

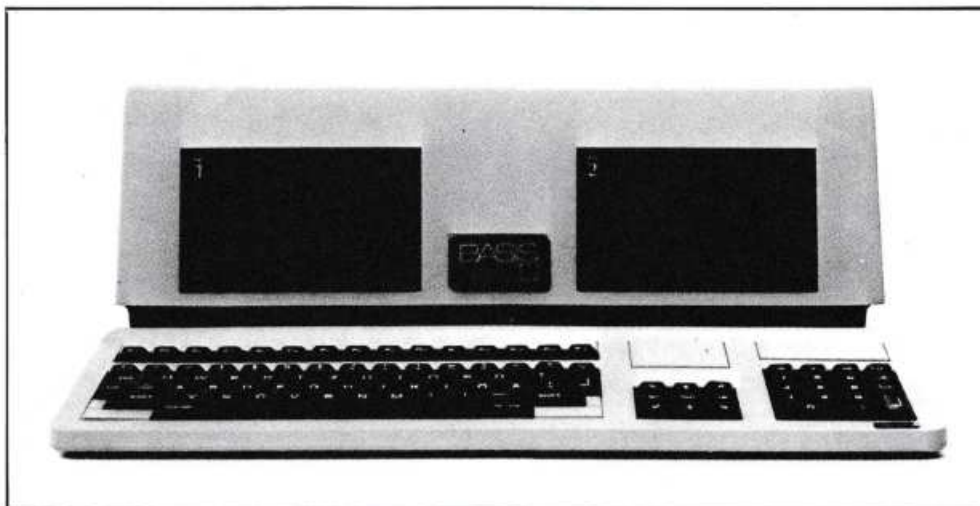
```

0430 * GET TWO SEQUENTIAL DATA VALUES IN B AND A.
0431 * UPDATE POINTER (RPTR).
0432 GET2R LDX RPTR
0433 LDA B 0,X
0434 LDA A 1,X
0435
0436 INX
0437 STX
0438 RTS
0439 *
0440 *
0441 * THIS DIVIDE ASSUMES POSITIVE OP NDS, NO OV CHECK.
0442 * ENTER WITH X POINTING TO DATA BLOCK.
0443 * DIVIDEND (2 BYTES) E, G, SUM
0444 * DIVISOR (1 BYTE) E, G, N
0445 DIV16 LDA #8
0446 DVPF ASL 1,X
0447 ROL 0,X
0448 LDA B 0,X
0449 SUB B 2,X
0450 BMI DIV10
0451 STA B 0,X
0452 INC 1,X
0453 DIV10 DEC A
0454 BGT DVPF
0455 RTS
0456 * HERE IS THE NUMBER-CRUNCHER
0457 CRUNCH LDA A ECNT
0458 LSR A
0459 LSR A
0460 LSR A
0461 LSR A
0462 LSR A
0463 STA A N
0464 LDA A #16
0465 STA A LC1
0466 * INITIALIZE TABLE POINTERS
0467 LDX ATAB0
0468 STX WPTR
0469 LDX ATAB0
0470 DEX
0471 CHL1 STX
0472 LDA A #8
0473 STA A LC2
0474 LDA A N
0475 CHL2 STA A CNTR
0476 LDX
0477 INX
0478 STX
0479 CLR A
0480 STA A SUM
0481 STA A SUM+1
0482 LDA B 0,X
0483 STX RSAB
0484 LDA A #8
0485 *
0486 * ADDAX IS A SUBROUTINE TO ADD A TO X. IT RESIDES IN THE
0487 * D5 K1T MONITOR ROM, AND MAY BE EASILY DUPLICATED IF THE
0488 * TASK IS RUNNING ON SOME OTHER SYSTEM.
0489 * JUST DO THE FOLLOWING:
0490 * STORE THE CONTENTS OF X AT SOME TEMPORARY LOCATION.
0491 * ADD THE CONTENTS OF A TO THE LEAST-SIGNIF. BYTE.
0492 * ADD THE CARRY, IF ANY, TO THE MOST-SIGNIF. BYTE.
0493 * RELOAD X FROM THE TEMPORARY LOCATION.
0494 *
0495 * JSR ADDAX EVERY 8TH BYTE IS SAME CHAN
0496 * DO DOUBLE-PREC. ADD. RSAB IN A, LSB IN B.
0497 CLR A
0498 ADD B SUM+1
0499 ADC A SUM
0500 STA B SUM+1
0501 STA A SUM
0502 DEC CNTP
0503 PNE CHL3
0504 * DONE WITH ONE FREQ CHANNEL, ONE TIME SEGMENT.
0505 * TIME TO DIVIDE! SUM/N
0506 LDX RSUM
0507 BSR DIV16
0508 LDA A SUM+1
0509 JSR PUTM
0510 RPT LC2
0511 PNE CHL2
0512 LDX RSAB
0513 DEC LC1
0514 BNE CHL1
0515 BSR RAT10
0516 *
0517 *
0518 *
0519 *
0520 *
0521 *
0522 *
0523 *
0524 *
0525 *
0526 *
0527 *
0528 *
0529 *
0530 *
0531 *
0532 *
0533 *
0534 *
0535 *
0536 *
0537 *
0538 *
0539 *
0540 *
0541 *
0542 *
0543 *
0544 *
0545 *
0546 *
0547 *
0548 *
0549 *
0550 *
0551 *
0552 *
0553 *
0554 *
0555 *
0556 *
0557 *
0558 *
0559 *
0560 *
0561 *
0562 *
0563 *
0564 *
0565 *
0566 *
0567 *
0568 *
0569 *
0570 *
0571 *
0572 *
0573 *
0574 *
0575 *
0576 *
0577 *
0578 *
0579 *
0580 *
0581 *
0582 *
0583 *
0584 *
0585 *
0586 *
0587 *
0588 *
0589 *
0590 *
0591 *
0592 *
0593 *
0594 *
0595 *
0596 *
0597 *
0598 *
0599 *
0600 *
0601 *
0602 *
0603 *
0604 *
0605 *
0606 *
0607 *
0608 *
0609 *
0610 *
0611 *
0612 *
0613 *
0614 *
0615 *
0616 *
0617 *
0618 *
0619 *
0620 *
0621 *
0622 *
0623 *
0624 *
0625 *
0626 *
0627 *
0628 *
0629 *
0630 *
0631 *
0632 *
0633 *
0634 *
0635 *
0636 *
0637 *
0638 *
0639 *
0640 *
0641 *
0642 *
0643 *
0644 *
0645 *
0646 *
0647 *
0648 *
0649 *
0650 *
0651 *
0652 *
0653 *
0654 *
0655 *
0656 *
0657 *
0658 *
0659 *
0660 *
0661 *
0662 *
0663 *
0664 *
0665 *
0666 *
0667 *
0668 *
0669 *
0670 *
0671 *
0672 *
0673 *
0674 *
0675 *
0676 *
0677 *
0678 *
0679 *
0680 *
0681 *
0682 *
0683 *
0684 *
0685 *
0686 *
0687 *
0688 *
0689 *
0690 *
0691 *
0692 *
0693 *
0694 *
0695 *
0696 *
0697 *
0698 *
0699 *
0700 *
0701 *
0702 *
0703 *
0704 *
0705 *
0706 *
0707 *
0708 *
0709 *
0710 *
0711 *
0712 *
0713 *
0714 *
0715 *
0716 *
0717 *
0718 *
0719 *
0720 *
0721 *
0722 *
0723 *
0724 *
0725 *
0726 *
0727 *
0728 *
0729 *
0730 *
0731 *
0732 *
0733 *
0734 *
0735 *
0736 *
0737 *
0738 *
0739 *
0740 *
0741 *
0742 *
0743 *
0744 *
0745 *
0746 *
0747 *
0748 *
0749 *
0750 *
0751 *
0752 *
0753 *
0754 *
0755 *
0756 *
0757 *
0758 *
0759 *
0760 *
0761 *
0762 *
0763 *
0764 *
0765 *
0766 *
0767 *
0768 *
0769 *
0770 *
0771 *
0772 *
0773 *
0774 *
0775 *
0776 *
0777 *
0778 *
0779 *
0780 *
0781 *
0782 *
0783 *
0784 *
0785 *
0786 *
0787 *
0788 *
0789 *
0790 *
0791 *
0792 *
0793 *
0794 *
0795 *
0796 *
0797 *
0798 *
0799 *
0800 *
0801 *
0802 *
0803 *
0804 *
0805 *
0806 *
0807 *
0808 *
0809 *
0810 *
0811 *
0812 *
0813 *
0814 *
0815 *
0816 *
0817 *
0818 *
0819 *
0820 *
0821 *
0822 *
0823 *
0824 *
0825 *
0826 *
0827 *
0828 *
0829 *
0830 *
0831 *
0832 *
0833 *
0834 *
0835 *
0836 *
0837 *
0838 *
0839 *
0840 *
0841 *
0842 *
0843 *
0844 *
0845 *
0846 *
0847 *
0848 *
0849 *
0850 *
0851 *
0852 *
0853 *
0854 *
0855 *
0856 *
0857 *
0858 *
0859 *
0860 *
0861 *
0862 *
0863 *
0864 *
0865 *
0866 *
0867 *
0868 *
0869 *
0870 *
0871 *
0872 *
0873 *
0874 *
0875 *
0876 *
0877 *
0878 *
0879 *
0880 *
0881 *
0882 *
0883 *
0884 *
0885 *
0886 *
0887 *
0888 *
0889 *
0890 *
0891 *
0892 *
0893 *
0894 *
0895 *
0896 *
0897 *
0898 *
0899 *
0900 *
0901 *
0902 *
0903 *
0904 *
0905 *
0906 *
0907 *
0908 *
0909 *
0910 *
0911 *
0912 *
0913 *
0914 *
0915 *
0916 *
0917 *
0918 *
0919 *
0920 *
0921 *
0922 *
0923 *
0924 *
0925 *
0926 *
0927 *
0928 *
0929 *
0930 *
0931 *
0932 *
0933 *
0934 *
0935 *
0936 *
0937 *
0938 *
0939 *
0940 *
0941 *
0942 *
0943 *
0944 *
0945 *
0946 *
0947 *
0948 *
0949 *
0950 *
0951 *
0952 *
0953 *
0954 *
0955 *
0956 *
0957 *
0958 *
0959 *
0960 *
0961 *
0962 *
0963 *
0964 *
0965 *
0966 *
0967 *
0968 *
0969 *
0970 *
0971 *
0972 *
0973 *
0974 *
0975 *
0976 *
0977 *
0978 *
0979 *
0980 *
0981 *
0982 *
0983 *
0984 *
0985 *
0986 *
0987 *
0988 *
0989 *
0990 *
0991 *
0992 *
0993 *
0994 *
0995 *
0996 *
0997 *
0998 *
0999 *
1000 *

```



# BASIS 108 – HET ALTERNATIEF DE PROFESSIONELE MICRO



De "BASIS 108" incorporeert de volgende eigenschappen:

- Single board computer
- Geïntegreerde 6502 en Z-80 microprocessors
- 64 KByte RAM, uitbreidbaar tot 128 KByte
- 2 KByte besturing in ROM
- 10 KByte adressen voor Eprom's (2716) of ROM
- Soft in Eprom
- Parallel printer interface
- RS 232 C seriele interface
- Language kaart
- 6 slots
- Professioneel QWERTY keyboard met multifunctionele uitleg
- Numeriek keypad met enter-toets
- Cursor besturingsblok
- 15 functietoetsen
- Tekstvenster met resp. 80 of 40 tekens met 24 regels
- 3 grafic modes met max. 16 kleuren 40/ 80 x 48, 280 x 192 punts.
- Cassetterecorder uitgang
- Z/W video, RGB-kleur en PAL kleur uitgang

Afmetingen: -490 mm x 190 mm x 500 mm (B x H x D)

Netvoeding: -220 Volt / 50 Hz of 110 Volt / 60 Hz

Switching Power Supply met zeer gunstige karakteristiek

Prijs : f 4.995,— excl. 18% B.T.W.

## SYSTEEMUITBREIDINGEN

- 256 KByte Ramkaart (pseudo floppy) f 1.800,—
- 64 KByte Ramkaart (pseudo floppy) f 795,—
- Monitor 12 inch groen f 545,—
- 2 x 5¼ inch disk-drive's met controller 3.3 voor inbouw BASIS 108 f 2.595,—

- 2 x 8 inch disk-drive's Flat met controller DS/SD 1,2 meg., geïntegreerd in BASIS 108 f 8.250,—
- 2 x 8 inch disk-drive's Flat met controller DS/DD 2,4 meg., geïntegreerd in BASIS 108 f 9.250,—
- Video Kamera f 945,—
- Video Kamera interface f 1.388,—
- Barcode leespen etc. etc. etc. f 620,—

## SOFTWARE VOOR DE BASIS 108

Software voor de BASIS 108 is alle software die op een Apple te verwerken zijn. Het BASIS 108 computersysteem is VOLLEDIG Apple compatible met de extra mogelijkheid om CP/M – PASCAL – FORTRAN zonder extra interfaces te verwerken omdat de BASIS 108 n.l. alle benodigde hard-ware STANDAARD in huis heeft.

Daarnaast biedt Vodenta de volgende software-pakketten:

- UCSD Pascal 4.0 f 1.465,—
- CP/M systeem f 577,50
- TEXTER Tekstverwerking alleen in combinatie met CP/M systeem f 875,—
- Tandartsenpraktijkprogramma f 10.400,—
- Artsenpraktijkprogramma f 8.500,—
- Dierenartsenpraktijkprogramma f 8.500,—
- Boekhoudsysteem (-Grootboek-Deb.-Cred.-) f 3.600,—
- Voorraad/fakturatie programma f 2.400,—
- DATA-Manager f 1.250,—

Uw software op maat

Prijzen excl. 18% B.T.W., Tpw voorbehouden.

BEL VOOR MEER INFORMATIE EN OF DOCUMENTATIE NAAR UW BASIS IMPORTEUR/LEVERANCIER:

Tel.: 03440 - 108 88, Stationsstraat 8, Tiel.

# vodenta automatisering & adviesbureau

# Spraakherkenningssystemen

J. van Egdom

Het toekomstbeeld van enkele jaren geleden, dat het toetsenbord, de lichtpen en andere mechanische invoersystemen zouden worden vervangen door de menselijke stem, is inmiddels werkelijkheid geworden, zij het op beperkte schaal. Want het is op dit moment nog niet mogelijk om de computer via de stem ongelimiteerd onze wil op te leggen. De systemen die in dit artikel aan de orde komen kunnen weliswaar afzonderlijke woorden herkennen, maar bieden (nog) niet de mogelijkheid om hele stukken ingesproken proza om te zetten in voor de computer begrijpelijke informatie.

Een belangrijk voordeel van spraakherkenning – of beter stemherkenning – is dat degene die de machine bedient zijn handen vrij heeft voor andere werkzaamheden. Daarbij komt het voordeel van de snelheid: spraak is het snelste communicatiemiddel dat de mens kent. Gemiddeld spreekt men met een snelheid van 2 tot 3 woorden per seconde.

Hierbij vergeleken zijn andere invoermethoden betrekkelijk langzaam, want zelfs een geoefende typiste bereikt op haar toetsenbord een snelheid van maximaal 0,5 woord per seconde.

## Grenzen van herkenning

Het zou uiteraard ideaal zijn als een spraakherkenner een toetsenbord zou kunnen vervangen en de gesproken informatie zou omzetten in een ASCII-karakterstring zoals die normaal vanaf het toetsenbord zou komen. Het probleem hierbij is dat de systemen die op dit moment in de handel zijn nog op een tamelijk laag kwaliteitspeil staan. De beste systemen van de huidige generatie kunnen een paar woorden van verschillende sprekers herkennen (gemiddeld 5 tot 10). Hoe kleiner het aantal verschillende sprekers, des te groter is de te her-

kennen vocabulaire (gemiddeld 30 tot 80 woorden).

Het herkennen van slechts een paar woorden van verschillende sprekers vraagt al om een behoorlijke database die de karakteristieken van de stemmen van de doorsnee sprekers bevat. Daarbij is het dan mogelijk dat degenen die de herkenner „trainen“ (de woordenschat inspreken) niet de uiteindelijke gebruikers zijn. Systemen die werken met een grotere woordenschat maar met minder gebruikers, eisen dat elke spreker afzonderlijk het systeem traint op de kenmerken van zijn stem.

Deze twee methoden voor spraakherkenning worden aangeduid met spreker-onafhankelijk (het systeem herkent in principe alle stemmen) en spreker-afhankelijk (het systeem herkent slechts de stem van degene die het heeft getraind). De mogelijkheden van de twee systemen zijn uiteraard verschillend. Daarom is het – voor men tot aanschaf overgaat – verstandig om te bepalen of voor een bepaalde toepassing spreker-onafhankelijkheid gewenst is.

## Herkenning op chip-niveau

De VRC008 van Interstate Electronics (fig. 1) is een single chip spraakherkenner die maximaal 16 afzonderlijke woorden of korte zinnen kan herkennen. De woordenschat is opgeslagen in het ROM op de chip, die door de fabrikant op klan-

Fig. 1. Slechts een paar externe componenten zijn nodig om met de VRC008 van Interstate een compleet herkenningssysteem te maken.

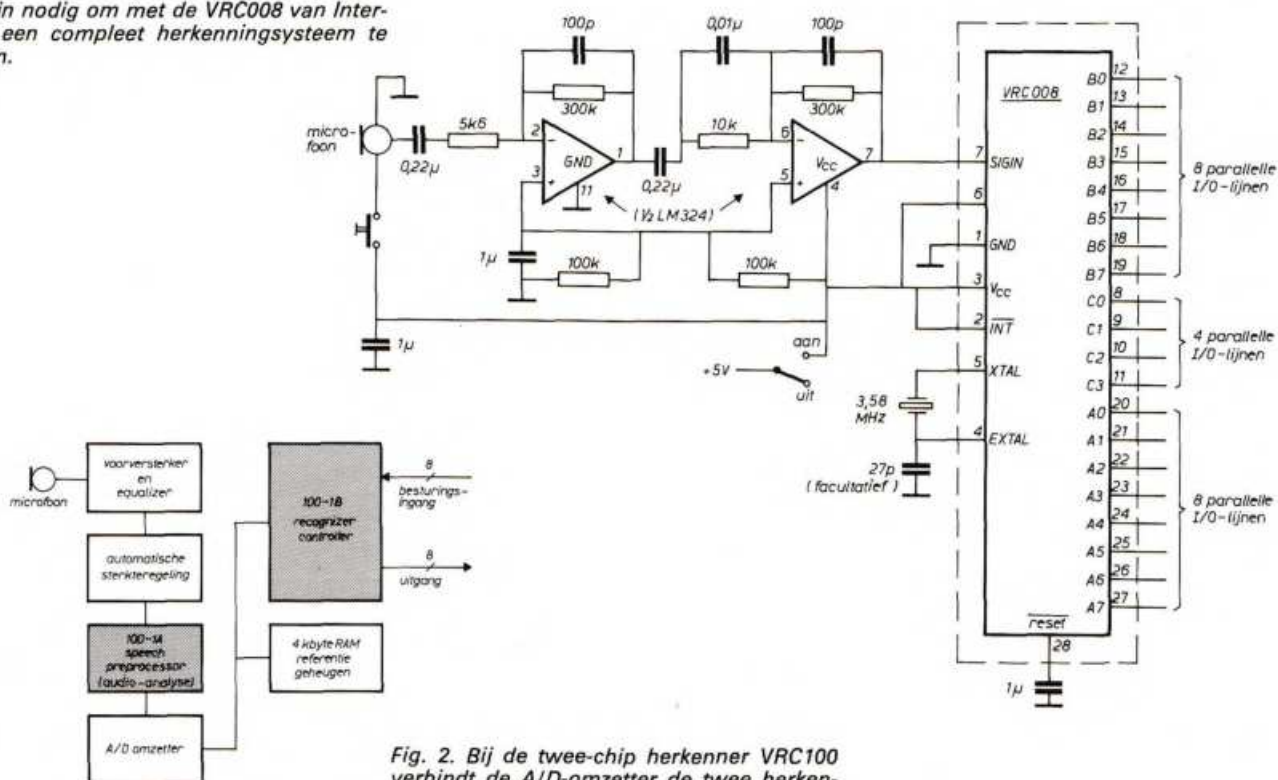


Fig. 2. Bij de twee-chip herkenner VRC100 verbindt de A/D-omzetter de twee herkennings-IC's.

tenspecificatie wordt geprogrammeerd. De herkenner werkt spreker-onafhankelijk en de fabrikant garandeert een herkenningssnauwkeurigheid van 90%. De VRC008 heeft 20 parallele I/O-lijnen die naar keuze als ingang, als uitgang of als besturingslijn kunnen worden geprogrammeerd. Ingesproken woorden worden vergeleken met de in ROM opgeslagen parameters en zodra een woord overeenkomt met een onderdeel van de woordenschat geeft de VRC008 een bepaald bit-patroon af. Gewoonlijk zal het IC worden geactiveerd door het woord „wake up”, terwijl „relax” het systeem uitschakelt.

Voor evaluatiedoeleinden is een EPROM-versie van het bovengenoemde IC beschikbaar onder de aanduiding EVL008.

Eveneens van Interstate is de spreker-afhankelijke herkenner chip-set VRC100-1. De twee IC's uit de VRC100-serie vormen samen een herkenningssysteem (fig. 2) met een capaciteit van ruim 100 woorden of korte zinnen. Het systeem bestaat uit een audio-spectrumanalyse component en een zgn. recognizer-controller, respectievelijk aangeduid met VRC100-1A en -1B. In de spectrumanalyse schakeling wordt het audiosignaal gesplitst in 16 bandjes over het gebied van 200 tot 7000 Hz. Hiertoe bevat het IC zestien banddoorlaatfilters. Via een multiplexer, die ook op de chip is geïmplementeerd, kan het analoge uitgangssignaal naar een externe A/D-omzetter worden gestuurd. Het uitgangssignaal van de A/D-omzetter wordt toegevoerd aan een externe RAM en aan de recognizer-controller. De laatste is voorzien van een 8-bit ingang en een 8-bit uitgang waarover communicatie plaatsvindt met bijvoorbeeld een computer in de vorm van ASCII-karakters. De recognizer-controller herbergt de herkennings-algoritmen die ervoor zorgen dat een ingesproken woord wordt herkend. De gebruiker kan bij dit systeem zijn eigen woordenschat bepalen die in een 4 Kbyte RAM wordt opgeslagen. Vanzelfsprekend herkent dit systeem alleen zijn leermeester, d.w.z. degene die het apparaat heeft getraind. Het herkennen gebeurt volgens specificaties van de fabrikant met een nauwkeurigheid van 99%.

#### Goedkope oplossingen

Voor een bedrag van 199 dollar biedt de Amerikaanse firma Mimic Electronics een apparaat aan dat zowel voor het herkennen als voor het weergeven van gesproken informatie kan worden gebruikt. De Mimic Speech Processor (afb. 3) zet het audiosignaal via delta pulscode modulatie om in een bitstream die door de computer kan worden verwerkt, opgeslagen en weer worden teruggevoerd naar het systeem. Met een

bitsnelheid van 9600 bit/s wordt bij dit apparaat een alleszins redelijk geluid verkregen. Dit betekent dat bij een gemiddelde woordlengte van 0,5 seconde een woordenschat van 400 woorden kan worden opgeslagen op een 8 inch floppy disk.

Voor het herkennen van woorden kan het ingesproken bitpatroon worden vergeleken met een in het geheugen opgeslagen patroon. Hiervoor is wel speciale software nodig die niet door Mimic wordt geleverd. Het systeem van afb. 3 is speciaal bedoeld voor de Apple II. Soortgelijke systemen zijn leverbaar voor de TRS-80, Cromemco en ZX-80. Deze zijn in opzet gelijk maar verschillen alleen qua aansluitmogelijkheden. Omdat deze goedkope eenheid voor zowel invoer als voor uitvoer van spraak kan worden gebruikt heeft het een min of meer hybride status. Een nadeel van de Speech Processor is dat er een aanzienlijke hoeveelheid geheugen in beslag wordt genomen.

Een goedkope oplossing biedt ook de firma Voicetek. Onder de naam Cognivox brengt dit bedrijf twee systemen op de markt die zijn bedoeld voor gebruik in combinatie met personal computers. De goedkoopste van de twee, de Cognivox 232, is in staat om 32 woorden te herkennen en uit te spreken en kost 149 dollar. Het apparaat behoort tot de spreker-afhankelijke systemen en men kan zelf de woordenschat bepalen door de afzonderlijke woorden driemaal achter elkaar in te spreken. Per seconde spraak gebruikt de Cognivox 232 1,5 Kbyte geheugen. De 232 is bedoeld voor systemen die zijn gebaseerd op een Z80 microprocessor zoals Northstar, Cromemco, Vector Graphic, enz. Daarnaast zijn, voor eveneens \$149,-, systemen leverbaar die direct kunnen worden aangesloten op een PET/CBM, TRS-80 of Exidy Sorcerer.

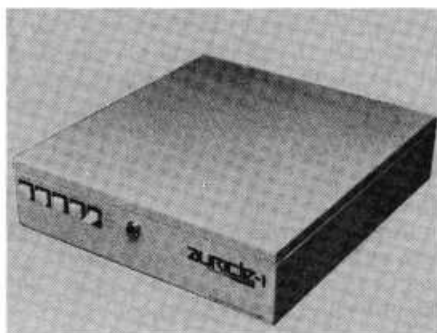
Afb. 3.



Voor honderd dollar meer (\$ 249,-) wordt men eigenaar van de Cognivox 1000, een apparaat dat qua technische opzet gelijk is aan Cognivox 232, maar dat een betere kwaliteit spraak genereert. De 1000 kan worden geleverd voor de AIM65, PET/CBM en Apple II. Voor beide systemen kan software worden bijgeleverd en ondanks de lage prijs van de Cognivox-apparaten garandeert de fabrikant een herkenningssnauwkeurigheid van 98%.

#### Geavanceerder en duurder

Een instrument dat alleen te gebruiken is voor herkenningdoeleinden is de Auricle I van de firma Threshold. Deze herkenner is leverbaar als compleet systeem (afb. 4) en als losse printkaart die kan worden ingebouwd in bestaande apparatuur. Via een RS232-interface kan de

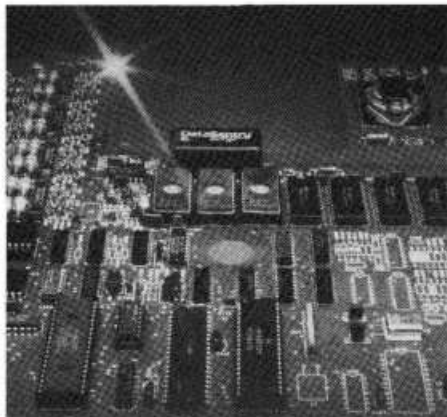


Afb. 4.

Auricle I communiceren met een (micro) computer en als optie is een IEEE448-interface beschikbaar. Deze herkenner kan alleen worden gebruikt door degene die hem heeft getraind en behoort daarmee tot de categorie van spreker-afhankelijke systemen. Nadat een bepaald woord driemaal is ingesproken wordt het aan het vocabulaire van de Auricle toegevoegd. In totaal kan het apparaat, dat in

Afb. 5.



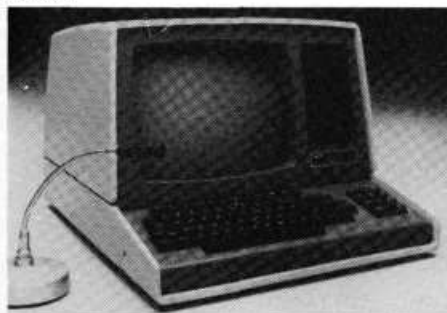


Afb. 6.

wezen functioneert als een intelligente terminal, een woordenschat van 80 woorden herbergen. De Auricle wordt in de Verenigde Staten verkocht voor \$ 2360,- terwijl de uitvoering op printkaart voor \$ 1500,- van eigenaar verandert.

De meeste herkenningssystemen worden niet geleverd voor een specifieke toepassing, zodat de klant zelf kan bepalen wat hij ermee gaat doen. Dit impliceert echter wel dat ook de bijbehorende software veelal zelf zal moeten worden ontwikkeld. Een van de systemen die wel voor een gerichte toepassing wordt verkocht (inclusief de software) is de PROMPT Machine van Scott Instruments. De PROMPT Machine is bedoeld voor computer gesteunde instructie van leerlingen. De opgaven worden hierbij door de leraar normaal via het toetsenbord ingevoerd, terwijl dezelfde leraar ook het juiste antwoord insprekt. Bij het beantwoorden van de opgaven spreken de leerlingen de antwoorden in en de computer bepaalt of het juist is. In dit systeem wordt de spreker-onafhankelijke herkenner VET 2 gebruikt van Scott (afb. 5), die is gekoppeld met een Apple II of een TRS-80. Uiteraard is het gebruik van de VET 2 niet beperkt tot de PROMPT Machine alleen. De VET 2 heeft een woordenschat van 40 woorden (een woord mag hier alles zijn, zolang het maar niet langer duurt dan 1,5 seconde). Die 40 woorden kunnen opgeslagen zijn in een achtergrondgeheugen en worden vandaaruit opgehaald. In principe kun-

Afb. 7.



nen dus meerdere vocabulaire-tabellen worden gebruikt en hiermee is de woordenschat dan onbegrensd en alleen afhankelijk van de grootte van het achtergrondgeheugen.

De eerder in dit artikel genoemde firma Interstate heeft naast de herkenningchips een reeks andere spraakherkenners die we hier kort de revue laten passeren. De VRM041 is een single board Voice Recognition Module (afb. 6) dat in staat is om 40 woorden met een nauwkeurigheid van 99% te herkennen. De woordenschat moet door de gebruiker worden ingesproken en wordt opgeslagen in RAM, terwijl het herkenning algoritme in ROM staat. Communicatie met een computer kan geschieden via een RS232-interface of via een 8-bit parallel poort.

Heeft men aan een woordenschat van 40 woorden niet voldoende, dan heeft Interstate de VRM102, die een vocabulaire van 100 woorden heeft met dezelfde eigenschappen als de VRM041.

Met een woordenschat van 100 woorden werkt ook de VRQ400 die speciaal is bedoeld voor gebruik in combinatie met een LSI-11 computer van Digital Equipment of met een VT-103 intelligente terminal van dezelfde fabrikant. Hiertoe beschikt de VRQ400 over een Q-bus interface. Software voor het gebruik van de print wordt geleverd op een 8 inch diskette en is compatibel met het RT-11 operating systeem.

Ondergebracht in de behuizing van een Heath WH89 levert Interstate de VRT101 (afb. 7), een spraakherkenningsterminal compleet met beeldscherm en toetsenbord. De woordenschat bestaat uit 100 spreker-onafhankelijke woorden die met

een nauwkeurigheid van 99% worden herkend. De VRT101 kan dienen als evaluatiehulpmiddel bij de hierboven genoemde produkten.

### Chips ontwerpen met de mond

Hiervoor stipten we al even het onderwerp toepassingen aan. Dat het toepassen van spraakherkenning niet beperkt blijft tot een eenvoudig vraag- en antwoordspelletje bewijst de firma Calma. Van huis uit houdt Calma zich bezig met apparatuur voor computer gesteund ontwerpen (CAD) en men heeft vrij recent een systeem geïntroduceerd voor het ontwerpen van geïntegreerde schakelingen, waarbij de gegevens in gesproken vorm kunnen worden ingevoerd. Voor dit systeem heeft men de suggestieve naam „Talkies” verzonnen. Hoewel dit een geavanceerde toepassing mag worden genoemd, komt het toch neer op het herkennen van een aantal afzonderlijke woorden.

Zoals uit dit artikel mag blijken, heeft het herkennen van gesproken woord nog duidelijke beperkingen die niet snel zullen worden opgeheven. Het bouwen van een met de menselijke stem te bedienen typemachine – voor velen een ideaal – blijft vooralsnog toekomstmuziek, want een dergelijk apparaat zou een vocabulaire van ongeveer 100.000 woorden vereisen en dat levert op dit moment nog onoverkomelijke problemen op.

## Leveranciers van spraakherkenningssystemen

**Interstate Electronics Corp.**  
P.O. Box 3117  
Anaheim, California 92803  
Nederlandse vertegenwoordiger:  
Technitron BV  
postbus 7542  
1117 ZG Schiphol  
(020) 458755

**Mimic Electronics Co.**  
P.O. Box 921  
Acton, Massachusetts 01720

**Threshold Technology**  
Auricle Department  
20823 Stevens Creek Blvd.  
Cupertino, California 95014

**Voicetek**  
P.O. Box 388  
Goleta, California 93116

**Scott Instruments**  
815 North Elm Street  
Denton, Texas 76201

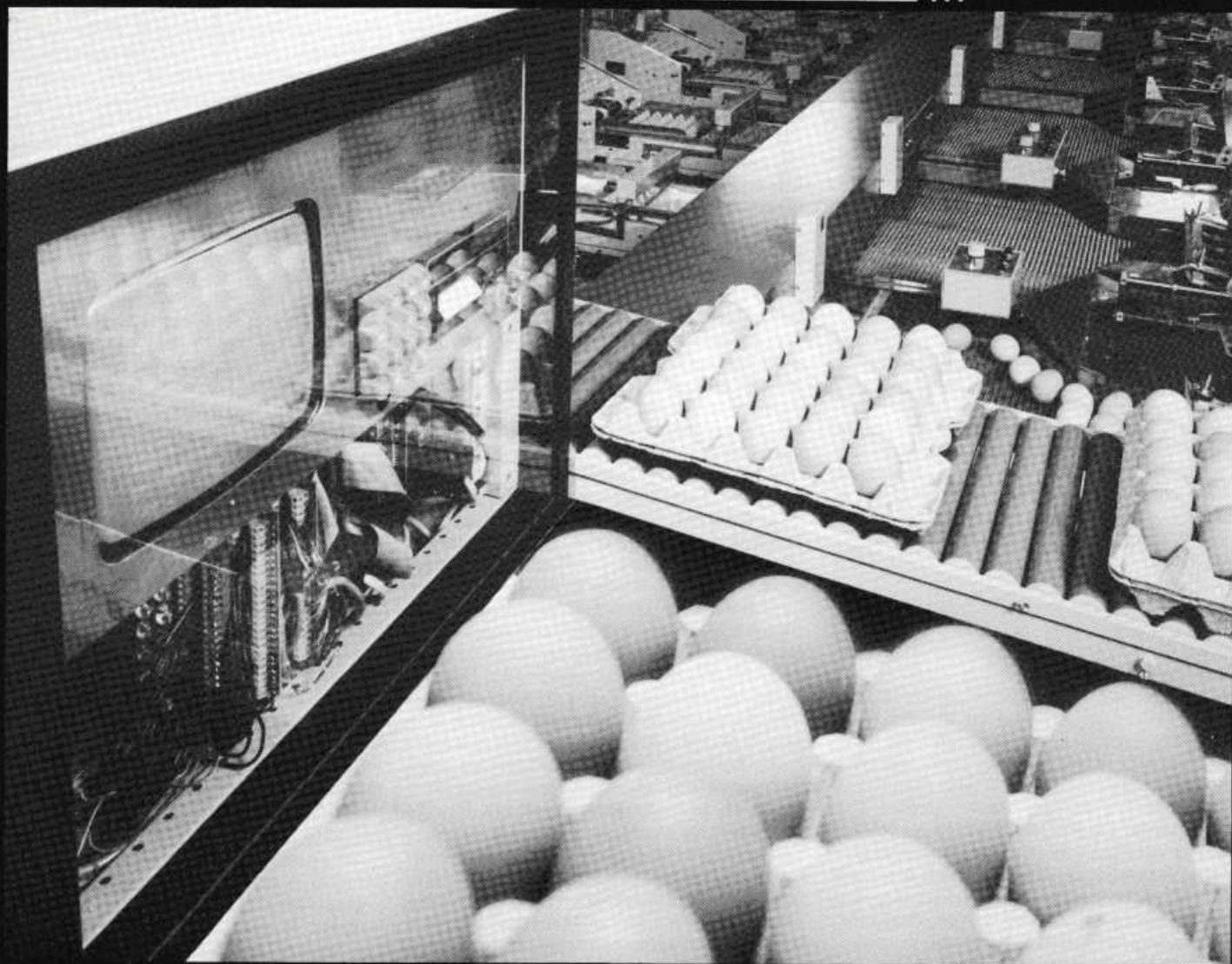
**Calma**  
5155 Old Ironsides Drive  
Santa Clara, California 95050

**Centigram Corp.**  
155A Moffett Park Drive  
Sunnyvale, California 94086

**Heuristics**  
1285 Hammerwood Ave  
Sunnyvale, California 94086



# het ei van Arsycom



De toepassing van micro-electronica is bijna universeel te noemen, het belang ervan zeer groot. Wij van Arsycom hebben aan de wieg gestaan van dat gespecialiseerde, 'nieuwe vak', ontwikkeling en uitvoering van micro-electronica systemen en microprocessors: micro-computer engineering. Dat is al weer zo'n 10 jaar geleden. We hebben al die kennis, ervaring en inzicht geconcretiseerd in een eigen, compleet pakket: ontwerp, begeleiding, productie en onderhoud. Zodat uw apparatuur of machinepark continu beter dwz: goedkoper, sneller of veiliger functioneert. Dat is het ei van Arsycom, de programmeerbare electronica die in tal van industriële processen door ons wordt toegepast. Zoals de stuurapparatuur voor een eiersorteer-machine waarmee niet alleen veel nauwkeuriger wordt gemeten en gewogen, maar waarmee ook talloze meetgegevens ter beschikking komen.

Dat is net zo bij onze projecten voor de automatisering van klimaatregeling, beveiligingssysteem, datacommunicatie, landbouwmachines... Waar niet? Wij hebben al vaak op maat, programmeerbare electronica in bestaande producten of productieprocessen geïntegreerd.

Dat kunnen we ook voor u!

**in Holland staat een huis voor automatisering**

- technische automatisering
- microcomputer engineering
- minicomputer systemen
- grafische dienstverlening
- installatie en onderhoud
- databank service

**ARSYCOM**  
ARCHITECTURE OF SYSTEMS WITH COMPUTERS



Kabelweg 43.1014 BA Amsterdam  
Telefoon 020-82 38 58

# Hannover Messe en Compec

Tijdens de van 21 t/m 28 april gehouden Hannover Messe werd, naast vele andere elektronische nieuwjtes, weer een aantal interessante personal computers geïntroduceerd. Hieronder treft u van deze nieuwe typen een korte beschrijving aan. Uitgebreide testrapporten zullen volgen zodra de apparaten in Nederland op de markt komen.

Computer gigant ICL zal zich, in navolging van collega's als IBM, Hewlett Packard en Xerox, in het personal computer-wereldje storten in de vorm van de fabricage en verkoop van de door Rair Limited (Londen) ontworpen systemen. ICL zal de apparaten niet alleen voor eigen verkoop produceren, maar ook ten behoeve van Rair zelf. De eerste systemen hebben inmiddels de fabriek verlaten en de productie van grote aantallen begint op gang te komen.

De ICL Personal Computer is opgebouwd rond een 8085A microprocessor en bevat standaard 64 Kbyte RAM, in stappen van 64 Kbyte uit te breiden tot 256 Kbyte. De beide ingebouwde mini floppy disks bieden nog eens een opslagcapaciteit van 500 Kbyte (dubbelzijdig, dubbele informatiedichtheid). Ook is een 5¼ inch hard disk leverbaar die een opslagcapaciteit biedt van 5 Mbyte. De ICL-PC is leverbaar met CP/M, maar ook met MP/M, een versie van CP/M die communicatie met meerdere gebruikers mogelijk maakt (max. 16).

Alle systeemcomponenten zijn in aparte behuizing ondergebracht: beeldscherm (2000 tekens), toetsenbord, printer, mini floppy disks, hard disk. Voor de communicatie met de buitenwereld beschikt

Afb. 1.



## TENTOONSTELLING

de ICL-PC over maar liefst 16 seriële I/O-interfaces met instelbare baud rates tussen 50 en 19.200 bit/s.

De computer kan worden aangesproken in de talen BASIC, Fortran, COBOL, Pascal en PL/1. De COBOL- en BASIC-versie die worden gebruikt zijn dezelfde als die bij de begin december geïntroduceerde DRS-20 reeks van netwerk multi-micro's van ICL. Dit biedt de gebruiker van de Personal Computer meteen een door-groeimogelijkheid naar gedistribueerde gegevensverwerking.

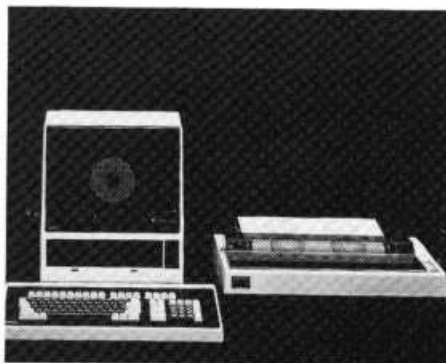
Eveneens bedoeld voor professionele bedrijfsmatige toepassingen introduceerde Victor Intercontinental (een dochter van Kidde Inc.) de Victor 9000 Business Computer (afb. 1). Het apparaat is opgebouwd rond een 8088 microprocessor en bevat 128 Kbyte RAM, uit te breiden tot 512 Kbyte. De beide ingebouwde mini floppy disks bieden een opslagcapaciteit van 1,2 Mbyte. Beeldscherm, toetsenbord en disk drives zijn in drie afzonderlijke kasten ondergebracht. Tekst wordt op het scherm weergegeven met een indeling van 24 regels x 80 karakters. Een bijzonderheid is de karaktergenerator die zijn informatie, naar keuze, uit RAM kan halen. In dat stuk RAM kan de gebruiker dan zijn eigen karakterset definiëren, tot een totaal van maar liefst 2048 verschillende karakters. Tot de weergavemogelijkheden via het beeldscherm behoren bovendien zaken als: 50 regels x 132 karakters indeling, karakteropbouw m.b.v. 16 x 16 punten, graphicsweergave met een oplossend vermogen van 800 x 400 punten(!), helderheid en contrastinstelling via het toetsenbord, reverse video, enz.

Ook het toetsenbord mag er zijn; dat bestaat uit maar liefst 98 toetsen, waarvan 47 een speciale functie hebben. Het systeem draait onder besturing van CP/M-86 en kan worden geprogram-

meerd in de talen BASIC-86, Pascal, CIS-COBOL, Fortran, en C-BASIC.

Victor Intercontinental SA 1/NV, Ninoofsesteenweg 71, 1750 Schepdaal, Brussel (02) 5695500.

De Japanse firma Epson introduceerde tijdens de Hannover Messe de QX-20, een „small business system“ (afb. 2) opgebouwd rond de Z80A processor met 256 Kbyte RAM als standaard geheugen-capaciteit. Bovendien zijn twee mini floppy disks ingebouwd met een totale opslagcapaciteit van 1,28 Mbyte. Op het beeldscherm kunnen zowel tekst als grafische voorstellingen worden weergegeven met een indeling van resp. 25 regels x 80 karakters en 640 x 400 punten. Het toetsenbord is voorzien van een gescheiden numeriek gedeelte, 10 functietoetsen en cursorbesturingstoetsen. De Epson QX-20 draait onder CP/M en kan worden geprogrammeerd in BASIC, COBOL, Fortran, Pascal en PL/1-80. Als optie is een hard disk leverbaar.



Afb. 2.

Als „kleintje-Epson“ introduceerde deze firma de hand-held computer HX-20 (afb. 3), ter grootte van een vel A4-formaat. De computer wordt gevoed m.b.v. NiCd-batterijen (netadapter is optie), en bevat een compleet, vrij professioneel toetsenbord, een matrix-printertje met een regelbreedte van 24 tekens (5 x 7 puntmatrix), een mini cassetterecorder en een LCD-display met een indeling van 4 regels x 20 tekens. Het oplossend vermogen bij de weergave van graphics is 120 x 32 punten. Via een RS-232 interface kan het apparaat indien gewenst worden gekoppeld met een terminal, modem of grotere printer.

De standaard programmeertaal is BASIC, ondergebracht in 32 Kbyte CMOS-ROM. De RAM-capaciteit, eveneens CMOS, bedraagt 16 Kbyte.

Panasonic toonde JR-100 (afb. 4), een VIC-20 achtig ding, opgebouwd rond de MN1800, een equivalent van de meer bekende Motorola 6802-microprocessor. In 8 Kbyte ROM is de BASIC-interpret ondergebracht, terwijl de gebruiker voor eigen programma's de beschikking heeft over 16 Kbyte RAM. De karakterset bestaat uit 64 karakters plus



Afb. 3.

64 grafische symbolen. Bovendien kan de gebruiker nog eens 32 karakters zelf definiëren. De Panasonic munt echter uit door de veelheid aan opties (uiteraard tegen meerprijs): HF-modulator, joy-sticks, muziek adapter, RS232-interface, D/A-omzetter, spraaksynthesizer, spraakherkenner en printer. Prijs van de JR-100, zonder opties, ca. f 500,-.

Heath/Zenith demonstreerde een koppeling tussen de Z89 computer en een zetmachine. Op de Z89 draaide een uitgebreide tekstverwerker met behulp waarvan tekst kan worden ingevoerd, geredigeerd en geformatteerd. Na een druk op de knop wordt de tekst, bijvoorbeeld via een telefoonlijn, verzonden naar de zetmachine en verschijnt kant-en-klaar gezette tekst.

Ook nieuw bij Zenith was een „voorleesapparaat“, dat na koppeling met een computer (bijvoorbeeld de Z89) de in

Afb. 4.



RAM of op floppy opgeslagen tekst inleest, verwerkt, omzet in een analoog signaal en tenslotte hoorbaar maakt. Last but not least Commodore, die tijdens de Hannover Messe een aantal nieuwe systemen voorstelde.



Afb. 5.

Om op de begane grond te beginnen: de VC-10 (afb. 5) is een vereenvoudigde versie van de VIC-20 en wordt door Commodore aangeduid als „Video-Computer“. Het apparaat, bedoeld als tegenhanger van de Sinclair ZX-80, kan worden aangesloten op een (kleuren-) TV waarop tekst wordt weergegeven met een indeling van 25 regels x 40 karakters. Bovendien behoort de weergave van grafische voorstelling tot de mogelijkheden. RAM-capaciteit: 2,5 Kbyte. Tot de uitbreidingsmogelijkheden van de, met een tiptoetsenbord uitgeruste VC-10, horen een muzieksynthesizer, joy-sticks en een lichtpen. De „Commodore 64“ moet worden gezien als een soort „super-VIC“. De „type 64“ heeft standaard een RAM-capaciteit van 64 Kbyte en kan via een uitbreidingskaart geschikt worden ge-

maakt voor het verwerken van CP/M-software. Monitor en BASIC-interpreter zijn ondergebracht in 20 Kbyte ROM. Kast en toetsenbord van de nieuwe Commodore 64 zijn gelijk aan die van de VIC-20.

In de plaats van de CBM-3000 en -4000 serie, die inmiddels uit productie zijn genomen, komt de Commodore 500 serie (afb. 6), bestaande uit de typen 505, 510 en 520 met respectievelijk 64, 128 en 256 Kbyte RAM. Type 520 kan extern zelfs worden uitgebreid tot een geheugen-capaciteit van 512 Kbyte. De 500 serie kan m.b.v. een uitbreidingskaart geschikt worden gemaakt voor CP/M, opname in een netwerk van maximaal 16 systemen, muziekweergave, enz. De computers moeten worden gekoppeld met een (kleuren-) TV en geven tekst dan weer met een indeling van 25 regels x 40 karakters. Weergave in kleur is mogelijk, evenals de presentatie van grafische voorstellingen met hoog oplossend vermogen. De nieuwe CBM-500 computer wordt met de buitenwereld gekoppeld via een RS-232 en een IEEE-488 interface.



Afb. 6.

De top van het Commodore-leveringsprogramma bestaat uit de nieuwe 700 serie: type 710 met 128 Kbyte RAM en type 720 met 256 Kbyte RAM, extern uit te breiden tot 512 Kbyte.

Het toetsenbord is via een „krulsnoer“ verbonden met de kast waarin zich de eigenlijke microcomputer bevindt, plus twee mini floppy disks en het beeldscherm. Het 12 inch beeldscherm heeft een capaciteit van 25 regels x 80 karakters tekst, en kan zowel in horizontale als verticale richting worden gedraaid. Ook deze typen Commodore-machines kunnen m.b.v. een uitbreidingskaart geschikt worden gemaakt voor CP/M. Voor zowel de 500- als de 700 serie is als optie een hard disk leverbaar.

# COMPEC EUROPE'82

Minder dan een week na de Hannover Messe werd in het Rogier Centre in Brus-

sel Compec Europe '82 gehouden, een beurs die aanzienlijk bescheidener van opzet was. Vergeleken met de Messe lijkt de Compec met ongeveer 70 exposanten, waaronder veel Engelse bedrijven, op een zaterdagmorgenmarkt. Ondanks de bescheiden opzet biedt deze beurs de bezoeker toch een blik in de microcomputerkeuken. Opvallend was wel dat de organisator de deelnemers op exact dezelfde wijze als het voorgaande jaar had ingedeeld. Gemakkelijk en het geeft de bezoeker een vertrouwd gevoel.

Van Britse makelij is de Mimi 801 (afb. 7), een op een Z80A gebaseerde desk-top microcomputer met twee ingebouwde 5,25 inch floppy disk drives met een gezamenlijke capaciteit van 700 Kbyte. Het toetsenbord van de Mimi 801, die wordt gefabriceerd door British Micro, telt 95 toetsen die zijn verdeeld in een alfanumeriek en een numeriek deel. Het geheugen bestaat uit 64 Kbyte dynamisch RAM, 2 Kbyte statisch RAM en 2 Kbyte EPROM, waarin de bootstraploader voor het laden van het operating systeem (CP/M 2.2) is opgeslagen.



Afb. 7.

Aantrekkelijk is de programmeerbare karakterset, die op schijf kan worden opgeslagen en naar believen kan worden opgeroepen. De genoemde 2 Kbyte statisch RAM bevat de karakterset die op een bepaald moment wordt gebruikt. Ook de grafische prestaties van dit apparaat mogen er zijn: een oplossend vermogen van 512 x 256 punten stelt de gebruiker in staat om fraaie plaatjes op het scherm te zetten. Een speciale CRT controller chip maakt dit mogelijk. Als uitvoermedium kan een standaard monitor worden gebruikt, waarop tekst met 80 x 25 karakters verschijnt. Ook dit display-formaat is via de CRT controller programmeerbaar. Communicatie met de buitenwereld kan geschieden via een tweekanaals RS232C interface of via twee 8-bit parallele I/O-poorten.

RVD & Partners, Westwagenstraat 66, Rotterdam (010) 137743.

Eveneens van Britse bodem stamt het



Afb. 8.

jongste produkt van Country Computer Ltd. en naar de naam te oordelen kan deze computer met gejuich worden begroet: men heeft het apparaat namelijk Acclaim gedoopt. Met als processor een 6502 en met 64 Kbyte RAM heeft de Acclaim (afb. 8) de genen in zich van een Apple. Het is daarom mogelijk om deze computer uit te breiden met Apple randapparatuur en met Apple-kaarten. De mogelijkheden van deze machine gaan echter verder dan die van de Apple, want naast een ingebouwde 5,25 inch floppy disk drive heeft het apparaat ook een hard disk drive met dezelfde schijfdiameter ingebouwd. De capaciteit van deze hard disk bedraagt naar keuze 6 of 12 Mbyte, terwijl de floppy disk – die voor back-up kan worden gebruikt – een capaciteit van 140 Kbyte heeft. Floppy- en hard disk drive zijn ondergebracht in de behuizing van de monitor, evenals de rest van de hardware. Tekst verschijnt op het scherm met een indeling van 40 of 80 karakters per regel, te kiezen vanaf het toetsenbord.

Country Computers Ltd., Pipers Road, Park Farm Industrial Estate, Redditch B980HU, UK, (0527) 29826.

Een computer die er bijzonder fraai uitziet is het Director System (afb. 9) van Anglotech Computers, een firma die de thuisbasis ook in het Verenigde Koninkrijk heeft. Het apparaat heeft qua hardware niets opzienbarends en is conventioneel van opzet: de processor is een 4 MHz Z80A en het gebruikersgeheugen is 64 Kbyte groot. Het losstaande toetsenbord heeft, naast de normale alfanumerieke toetsen, bij elkaar 30 speciale toetsen voor tekstverwerkingsdoeleinden. Standaard is het Director System uitgerust met twee mini floppy disk drives van het merk Teac met een capaciteit van 400 Kbyte en als optie kan een mini winchester disk drive worden ingebouwd.

Anglotech Computers, Old Crown,



Afb. 9.

Windsor Road, Slough, Berkshire SL12DL (0753) 74201.

Een niet alledaags massa-opslagsysteem is de Symbstore „multi-floppy disk drive” van Symbiotic Computer Systems. De Symbstore (afb. 10) heeft de opslagcapaciteit van een winchester disk, maar werkt met floppy disks. In totaal worden vijf speciale 5¼ inch floppies gebruikt om een (ongeformateerde) capaciteit van 8 Mbyte te verkrijgen; per floppy 1,6 Mbyte. De vijf floppies kunnen zowel afzonderlijk als tezamen worden vervangen. Prettig is dat de Symbstore compatibel is met de bekende ST506 winchester disk van Seagate Technology, zodat het ook als „removable hard disk” kan worden gebruikt. In de Symbstore zorgt een 8051 single chip microcomputer voor de besturing. De gemiddelde toegangstijd bedraagt 70 ms. Op dit moment heeft de fabrikant een controller voor de Apple II beschikbaar, terwijl een controller voor S100-systemen in de maak is.



Afb. 10.

Dezelfde fabrikant brengt onder de naam Symbfile een echte winchester disk drive voor de Apple II op de markt die is opgebouwd rond de ST506 van Seagate. De disk heeft een capaciteit van 5 Mbyte en een gemiddelde toegangstijd van 3 ms.

Symbiotic Computer Systems Ltd., 85 Station Road, West Croydon, Surrey CR02RD (01) 6808606.

## Spraaksynthese naar uw specificatie!



Met de installatie van het PASS-systeem van Texas Instruments bij Diode bieden wij u de mogelijkheid voor het genereren van gesynthetiseerde spraak.

U kunt uw eigen tekst inspreken, waarna het onmiddellijk gecodeerd en weer geïnterpreteerd en hoorbaar gemaakt wordt.

Op deze wijze kan gesynthetiseerde spraak van zeer hoge, initiële kwaliteit gegenereerd worden.

De spraak is daarna in digitale vorm in blokjes van 20 ms. beschikbaar en kan d.m.v. de speciale editing faciliteiten op het TMAM9010 multi-user ontwikkelsysteem verder geoptimaliseerd en in EPROM opgeslagen worden (bijna een halve minuut in een 32k EPROM).

Texas Instruments heeft zowel losse processors als kant-en-klare modules voor de interpretatie en weergave.

Een unieke service van Diode!

# Alstublieft!

# DIODE

## OFFICIAL apple computer DEALER AND TECHNICAL SERVICE CENTER

Bij ons vindt u het volledige Apple Computer programma op voorraad en demonstratie gereed!

Tevens leveren wij software op klantenspecificatie, veel software op voorraad, waaronder:

a. "tijdverantwoordingsprogramma" gekoppeld met een facturering, specificatie van de uren en de kosten per klant en een overzicht van de bestede uren per werknemer.

b. zeer uitgebreid adressen-systeem voor 2 drive's, waarmee u meer dan 10.000 namen en adressen kunt opslaan.

Voor uitgebreide gegevens en prijzen gelieve u contact op te nemen met de heer S. v.d. Wal; afdeling Computer Serviceburo.

Demonstratie na telefonische afspraak. Service binnen 24 uur op door ons geleverde systemen!

## TV Techn.Dienst / DRACHTEN B.V.

Noordkade 78a - 9203 CG Drachten - Tel. 05120-17541

## Kwaliteit service Manudax +



### Manudax / 3M Breadboard, 50% tijdsbesparing op het vervaardigen van uw prototypen.

Het Manudax/3M Breadboard is een uitgeknipte combinatie van soldeer- of plugstrips, IC-sockets en de Isolation Displacement bedradingsmethode, samengebracht in een systeem waardoor een aanzienlijke tijdsbesparing ontstaat. De basis is het U-kontakt van 3M, waarmee een betrouwbare verbinding zonder strippen of krimpen tot stand komt. Aangepast gereedschap zorgt voor een snelle verwerking. Door een doorgaande draad op het U-kontakt te leggen wordt hetzelfde effect bereikt als bij twee keer wrappen op één pen.

#### Verdere voordelen:

- Breadboard benadert het definitieve produkt sterk, daardoor is herontwerpen niet nodig; • veranderingen eenvoudig en snel uit te voeren; • lage bouwhoogte, dus minder ruimte nodig én onderdrukking van het antenne-effect;
- Breadboard kan tot 25 keer probleemloos opnieuw gebruikt worden;
- keuze uit verschillende printplaattypen.



## Manudax

Pb 25, 5473 ZG Heeswijk  
Telefoon 04139 - 2901\*  
Telex 50175

# Digital op het personal computerpad

Niet zonder trots kondigde Digital Equipment Corp. (DEC) begin mei aan dat men zich op de personal computermarkt gaat werpen. Dat men bij DEC niet van half werk houdt, blijkt wel uit het feit dat men al direct bij de introductie drie modellen beschikbaar heeft: de Rainbow 100, de DECmate II en de Professional 300-serie.

De nieuwe computers van DEC zijn met name bedoeld voor de technisch/wetenschappelijke gebruiker, een markt waarop de leverancier goed thuis is, want op universiteiten en hogescholen wordt veelvuldig gebruik gemaakt van DEC apparatuur. Dit impliceert echter niet dat andere gebruikers – bijvoorbeeld de administratieve sector – geen ondersteuning kan verwachten.

Hoewel de drie modellen duidelijk verschillend van opzet zijn, is dat van buitenaf niet te zien: de Rainbow 100, DEC-mate II en Professional hebben een identiek toetsenbord en dito beeldscherm (afb. 1), terwijl de computerhardware voor alle modellen in een gelijke behuizing is ondergebracht.

Het overzichtelijke toetsenbord bestaat uit vier gedeelten, een alfanumeriek deel, een numeriek deel, cursorbesturings- en correctietoetsen en boven deze drie gedeelten een reeks programmeerbare toetsen. Doordat het laag is en doordat het enigszins schuin staat, is het toetsenbord comfortabel te bedienen.

Afb. 1. Een compacte monitor en een comfortabel toetsenbord voor alle modellen.



## PREVIEW

Het beeldscherm is ondergebracht in een uiterst krap bemeten behuizing. De monitor, of zoals DEC het noemt Picture Window, heeft een ontspiegelde 30 cm beeldbuis waarop tekst met 80 of 132 karakters wordt weergegeven. Alle mogelijkheden van de bekende VT100 beeldschermterminal, zoals reverse video, verdeeld scherm, smooth scrolling enz., zijn met de Picture Window te verwezenlijken.

### Twee processoren – twee besturingsystemen

Met een prijs van ongeveer 11000 gulden is de Rainbow 100 de goedkoopste van de genoemde computers. Uniek is de opbouw met twee processoren: een Z80 en een 8088. Hierdoor is het mogelijk om op de Rainbow zowel 8- als 16-bit

CP/M-compatibele programma's te draaien. De computer bepaalt zelf via de zgn. soft-sense faciliteit, of het 8- of 16-bit software betreft en activeert aan de hand daarvan de juiste processor. Naast CP/M programmatuur kan ook software worden verwerkt die onder het MS-DOS besturingsstelsel draait.

De twee processoren van de Rainbow hebben de beschikking over 64 Kbyte RAM, wat kan worden uitgebreid tot 256 Kbyte. Twee „slim-line“ mini-floppy disk drives – samen nemen deze drives evenveel ruimte in als een normale 5 1/4 inch floppy disk drive – leveren een opslagcapaciteit van 800 Kbyte. De modulaire opbouw van de Rainbow maakt het uitbreiden van het gebruikersgeheugen of het inbouwen van twee extra disk drives erg simpel. Een nadeel is dat er voor uitbreidingsprints slechts een slot beschikbaar is. De computer is zodanig in elkaar gezet dat met een ballpoint alle onderdelen kunnen worden verwijderd. Service kan hierdoor voor een groot deel door de gebruiker zelf worden gedaan.

Via een emulatieprogramma kan de Rainbow worden gebruikt als VT100 of als VT125 terminal. Bij de introductie – de Nederlandse introductie zal plaatsvinden op de Efficiency beurs in oktober – zijn de programmeertalen BASIC en C beschikbaar voor de Rainbow.

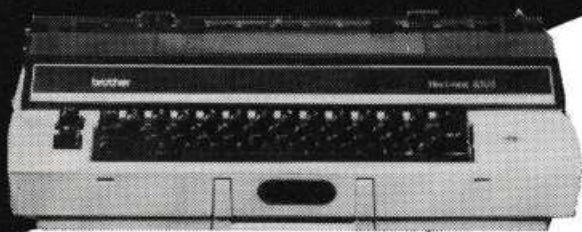
### Professional 300 serie

De twee modellen uit de Professional-serie, de Professional 325 en 350, zijn opgebouwd rond de 16-bit CPU chip van de PDP 11/23 en kosten resp. f 12.500,- en f 26.000,-. Het prijsverschil is te wijten aan een 5 Mbyte winchester disk die in de Professional 350 is ingebouwd. Beide systemen hebben, evenals de Rainbow, een dubbele „slim-line“ floppy disk drive met een capaciteit van 800 Kbyte. Het gebruikersgeheugen van deze systemen is 256 Kbyte groot.

Als besturingsstelsel hebben de Professional computers het P/OS (Professional Operating System), dat is afgeleid van RSX, het real-time operating system van Digital voor de PDP11 minicomputers. Het geeft de Professionals de eigenschappen van grotere systemen en maakt communicatie met PDP11- en VAX-systemen mogelijk. Koppeling aan Ethernet en DEC-net ondersteuning zijn voor deze computers gepland als onderdeel van Digital Network Architecture (DNA). Bovendien is als optie een Z80-softcard verkrijgbaar, waardoor CP/M-programmatuur kan worden verwerkt. De Professional-systemen zullen worden geleverd met een computer gestuurd instructiepakket, zodat de gebruiker zich snel met de computer vertrouwd kan maken. Via een „software producer“ programma is systeem- en applicatie-programmatuur beschikbaar van onafhankelijke softwareleveran-

opnieuw primeur van  
MICRO PLUS

## daisy wheel printer – schrijfmachine



**f. 1595,-** EXCL. BTW

Door revolutionaire electronica toepassing van MICRO PLUS thans een klasse machine voor een absolute minimum-prijs. Een machine met talloze nieuwe aanpassingen en verbeteringen, o.a. een uniek automatisch correctie geheugen van 14 lettertekens en een supersnelle uitvoersnelheid van 1080 tekens per minuut. Door de ingebouwde parallel Centronics interface is deze daisy-wheel printer/schrijfmachine geschikt voor aansluiting op nagenoeg elke mini- of microcomputer, zonder dat een hulp of besturingsprogramma nodig is.

### SPECIFICATIES

- direct aansluitbaar op elke micro computer
- hand- & computerbediening door elkaar mogelijk
- printnelheid 18 lettertekens per seconde
- o.a. underline en overstrike mogelijk
- gewicht in koffer minder dan 9 kg
- papierinlooptoets en on/off line schakelaar
- 6 verschillende lettertypes leverbaar
- lintcassettes in 5 kleuren en correctielint

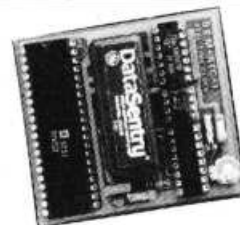
0010000000000000

HERENGRACHT 317  
1016 AV AMSTERDAM  
TEL. (020) 224133\*

Deze, van oorsprong BROTHER MB300 electronische draagbare schrijfmachine heeft veel minder bewegende, mechanische onderdelen dan een gewone elektrische schrijfmachine. Hij slijt dus minder snel en heeft minder onderhoud nodig. Trouwens, BROTHER en MICRO PLUS staan altijd klaar voor hun klanten met een uitstekende service. Wij geven dan ook een jaar garantie op deze machine!

## B.E.M.-RTC-1A

Universele klok/kalender module voor:  
PET/CBM, B.E.M., APPLE, KIM/SYM/AIM e.a.



- Geschikt voor alle microcomputers voorzien van een vrij te gebruiken PIA 6520/6820/6821 of VIA 6522
- Wordt direct in een PIA of VIA IC voet gestoken
- NiCad Accu backup op kaart voor tenminste 30 dagen
- Kristal gestuurde klok met fijnafstelling
- Voorzien van een NATIONAL MM58174 klok circuit met onafhankelijke registers voor: 0.1 sec, seconden, 10 sec, minuten, 10 minuten, uren, 10 uren, dag van de week, dagen, 10 dagen, maanden, 10 maanden en schrikkeljaar berekening
- Interrupt mogelijkheden om de 0.5 sec, 5 sec en 60 sec
- Programma voorbeelden voor de 6502 en 6809 worden bij de B.E.M.-RTC-1A meegeleverd.
- PRIJS: f 195,- excl. BTW



**BROTECH  
ELECTRONICS**

Waverbancken 10-12  
TELEFOON: 02972 - 39 65

3645 VS VINKEVEEN  
TELEX 18576 BEMIN NL

## Texas Instruments TM 990 16 bit microcomputer modules

Een modulaair systeem waarmee een scala van hardware configuraties is samen te stellen voor alle mogelijke microcomputer toepassingen zoals:

Machinebesturing, procesbewaking, dataverwerking, meet- en regelsystemen, tekstverwerking, enz. enz.

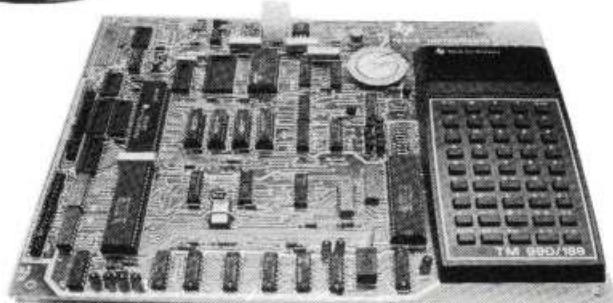
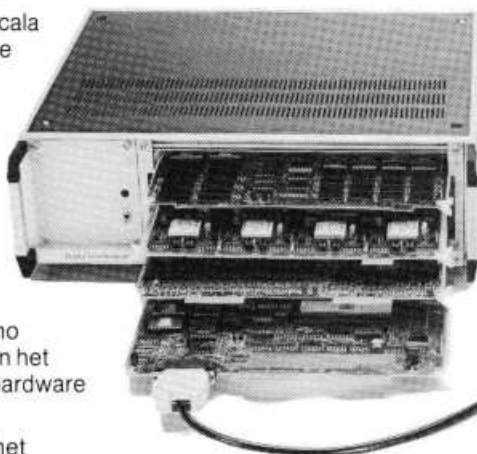
Naar keuze kunt U programmeren in  
ASSEMBLER BASIC PASCAL

Microcomputer specialisten van Vekano assisteren U bij de probleemanalyse en het samenstellen van de meest optimale hardware configuratie.

Verder geven wij U ondersteuning bij het programmeren of verzorgen van levering en inbedrijfname van het complete systeem, inclusief randapparatuur en software.

Het university board TM 990/189 is een zeer voordelige leercomputer met alfanumeriek keyboard en compleet cursuspakket.

**VEKANO**  
Urkhovenseweg 7A  
Eindhoven  
Tel. 040-810975



ciers. Voorbeelden hiervan zijn VisiCalc van VisiCorp Inc. en UCSD Pascal van Sof-Tech Microsystems.

Interessant is de toepassing van de Professional 350 als automatische telefoonbeantwoorder. Via het Telephone Management Systems (TMS) kan de computer automatisch telefoonnummers kiezen, ingesproken boodschappen, die op winchester disk zijn opgeslagen, uitspreken en het antwoord weer opslaan op dezelfde schijf. Vermeld moet worden dat voor deze mogelijkheid in Europa nog geen PTT-goedkeuring is verleend. Voor de Verenigde Staten is het TMS wel goedgekeurd, maar daar lig-

gen de eisen aanzienlijk lager. Digital begeeft zich, evenals de overige main-frame fabrikanten, wat aan de late kant op het pad der personal computers, maar men pakt het dan ook wel direct goed aan. Een belangrijk punt hierbij is dat DEC Europa niet als achtergebleven gebied beschouwt – zoals IBM bijvoorbeeld wel doet – maar dit werelddeel evenveel aandacht geeft als de Verenigde Staten. Levering van de nieuwe DEC-microcomputers zal geschieden via een aantal computershops en voor grote afnemers via DEC zelf. Uitzondering hierop is de DECmate II die hier niet zal worden geleverd, omdat deze computer

speciaal is bedoeld voor de Amerikaanse markt. Het is vanzelfsprekend niet uitgesloten dat via „grijze import“ de DECmate II hier te koop zal worden aangeboden, maar de 12 maanden garantie die op de andere systemen van toepassing is, geldt niet voor de DECmate II.

Op de Efficiency beurs, die wordt gehouden van 4 tot 13 oktober, zullen de Rainbow 100 en de Professional-systemen te zien zijn.

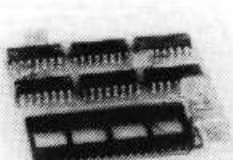
Inl.: Digital Equipment BV, postbus 9064, 3506 GB Utrecht (030) 63 12 22.

## APPLE DISKCONTROLLER IBM3740

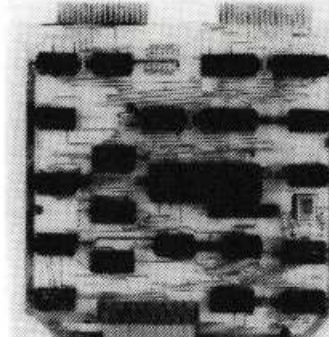


Volledig IBM3740 compatible diskcontroller voor uw APPLE of ITT2020. Aan deze diskcontroller kunt u direkt standaard 8" diskdrives aansluiten. Tot een totaal van 4 enkelzijdige of 2 dubbelzijdige drives voor een capaciteit van 1 Megabyte. Kompleet met DOS op diskette, klaar voor gebruik.  
Controllerboard ..... f 1.150,--  
Kabel met alle konnektors (4 drives) ..... f 158,--

## DATASEPARATOR TRS-80 MODEL III DISKCONTROLLER



CRC ERROR!  
TRACK LOCKED OUT!  
DATA NOT FOUND!  
Deze dataseparator lost alle lees- en schrijfbproblemen op.  
Onontbeerlijk bij TRS-80 E.I.!  
Gebruiksklaar ..... f 98,--



Met dit diskcontroller board kunt u uw TRS-80 Model III uitbreiden tot een volledig computersysteem. Het controllerboard bevat ook nog enkele extra's zoals een ingebouwde dataseparator en een extra 8-bit printer poort ook toepasbaar als 8 bit I/O poort (gelatched). Door de zeer uitgebreide handleiding, voorzien van foto's is het inbouwen zeer eenvoudig. Toepasbaar voor 5" en 8" drives van ieder merk. Volledig NEWDOS80 compatible!

Controller board f 1.098,--  
(incl. frame voor diskdrives)  
Diskdrive ..... f 1.098,--  
Voeding (2 drives) f 195,--

**MCP bv** MICROCOMPUTERS  
Tel. 01831-1566

DAM 20-22  
4241 BN ARKEL  
Bank: ABN-Gorinchem 50.53.30.784  
Postgiro 3140418 tnv Musicprint b.v.

Handleiding ..... f 25,--  
ALLE PRIJZEN EXCL. BTW  
Verzendkosten: f 6,50 bij vooruitbet., f 9,50 rembours. Folders beschikbaar.

DEALER AANVRAGEN ZIJN WELKOM.

## HET BESTE UIT DATABUS

Een overzicht van de beste en meest gewaardeerde artikelen uit de nummers van Databus-verzameling (ruim 130 pag.)

De inhoud van deze Databus-verzameling bestaat o.a. uit:

- programmeren in Pascal en LISP
- video-lichtkrant voor de TRS80, tekstverwerker voor de Apple, EPROM-programmer
- viditel op microcomputers
- testrapporten van 10 personalcomputers

U kunt het boek in uw bezit krijgen door f 25,45 (incl. BTW en verzendkosten) over te maken op girorekeningnummer 861221, t.n.v. Kluwer Technische Tijdschriften – Deventer, o.v.v. Het Beste uit Databus.

Het Beste uit Databus is ook bijzonder geschikt voor hen die overwegen Databus abonnee te worden. Een reductiecoupon voor een abonnement zit in het boek.



**Databus**



electronics  
international bv

vertegenwoordigt exclusief in de Benelux een aantal gerenommeerde hardware leveranciers waaronder Olivetti, OPE en Fujitsu.

Gezien de enorme expansie van onze activiteiten hebben wij op korte termijn de volgende functie vakant:

## PRODUKT MARKETING MANAGER

(periferie produkten)

De functie omvat de totale marketing van de computer periferie produkten binnen ons programma zoals floppy- en hard disk systemen, matrix- en daisy wheel printers, terminals etc.

Naast technische kennis van de genoemde produkten is bekendheid met de professionele gebruikersmarkt een vereiste. Voor de juiste persoon biedt deze functie uitstekende carrière mogelijkheden.

Uw sollicitatie kunt u richten t.a.v. de Direktie van P & T Electronics International B.V., Postbus 443, 2300 AK Leiden. Voor nadere informatie kunt u kontakt opnemen met de heer C. Vromans, tel. 071 - 14 60 45 of 's avonds tel. 010 - 21 69 00.

# MICRO JOURNAAL

Berichten waarvan u denkt dat ze voor plaatsing in deze rubriek in aanmerking komen, kunt u zenden aan:  
Redactie Databus  
postbus 23  
7400 GA Deventer

De redactie stelt het op prijs wanneer deze berichten vergezeld gaan van een foto. Wilt u zo vriendelijk zijn om, indien van toepassing, ook het adres van uw collega-importeur in België resp. Nederland te vermelden.

## 16-bit microcomputer van Intel

Intel heeft met System 86/330 een nieuwe 16-bit-microcomputer op de markt gebracht. De microcomputer is hoofdzakelijk bestemd voor apparatenbouwers. Intel is er met System 86/330 in geslaagd een indrukwekkende hoeveelheid techniek onder te brengen in een kast die niet groter is dan een naamachinekoffer. Enkele eigenschappen:

- een iRMX86 Real Time Multitasking configureerbaar Operating System;
- standaard meegeleverde software: systeemprogrammatuur Macro Assembler 86 en PL/M-86;
- een „single board“-computer
- 320 Kbyte snelle RAM;
- een 35 Mbyte Winchester disk drive;
- een 1 Mbyte dubbelzijdige floppy disk drive;
- een iSBC337 Multimodule-processor voor numerieke gegevens (met een woordlengte van maar liefst 80 bits);
- een voedingseenheid;
- alle elektronica die verder nodig is om de delen te koppelen en te laten functioneren (zoals een diagnostisch systeem).

De architectuur van System 86/330 berust op het Multibussysteem, een IEEE-standaard voor de industrie die multiprocessorconfiguraties mogelijk maakt. Daarvoor is onder meer de programmatuur onder de naam Multibus Message Exchange Software beschikbaar.

De gebruiker heeft een ruime keus uit programmatuur. Macro Assembler 86 en PL/M-86 worden meegeleverd, maar via Intel's Universal Development Interface, een softwarebus, zijn ook talen zoals Intel's Pascal-86 en Fortran-86, maar ook BASIC, C en COBOL beschikbaar.

Inl.: Koning en Hartman, Koperwerf 30,  
2544 EN Den Haag (070) 210101.

## Emulator voor 8048-familie

Applied Microsystems heeft een bijzondere emulator uitgebracht, de EM-149. Deze emulator ondersteunt real-time en transparant de volgende single chip microcomputers: 8035, 8039, 8040, 8048, 8049, 8050 en 8748. Op de

emulator-pod bevindt zich een draaischakelaar waarmee de betreffende microcomputer kan worden gekozen. In de emulator kan zowel van het interne geheugen van de microcomputer als van het emulator geheugen gebruik worden gemaakt. In beide gevallen wordt een transparante real-time werking gegarandeerd, ook van I/O-poorten. Van de belangrijkste kenmerken noemen we de krachtige breekpuntfaciliteiten, het real-time trace geheugen, de standaard procedures voor RAM- en PROM-tests, I/O-tests, oscilloscope loops en triggerfaciliteiten, RS232 voor up- en download van software, en de disassembler voor trace buffer inhoud. Deze eigenschappen maken de EM-149 tot een bijzondere emulator voor ondersteuning van de 8048-familie.



Inl.: C. N. Rood BV, postbus 42,  
2280 AA Rijswijk (070) 996360.

## Snelle 16-bitter

Advanced Micro Devices ontwikkelde de AM29116, een 16-bit 100 ns cyclustijd, bipolaire microcontroller. De combinatie van architectuur en IMOX-technologie maakt het mogelijk dat instructies als „rotate-by-N“ of „rotate-and-merge“ binnen 100 ns worden uitgevoerd. Enkele eigenschappen van de AM29116:

- de instructieset is ontworpen voor high performance perifere bouwstenen, communicatie- en industriële besturingen, digitale modems... maar ook algemene toepassingen;
- 100 ns microcyclustijd voor alle instructies klok frequentie 10 MHz;
- bevat een 16-bit databus met volledige „carry lookahead“ over alle 16-bits in de ALU gedurende rekenkundige bewerkingen;
- bevat 32 werkregisters, gebundeld in een enkel-poort RAM architectuur;
- ingebouwd is ook een 16-bit barrel shifter die tot max. 15 posities kan roteren;
- mogelijkheid van status manipulaties ten behoeve van geconditioneerde programmasprongen, alsmede „vlag“ aanpassingen;
- alle instructies zijn uit te voeren in een enkele cyclus; directe instructiemogelijkheden: add, subtract, N-bit rotate, shift up/shift down, set-bit/reset-bit, add/subtract 2N, rotate and merge, rotate and compare, CRC generation, priority encode, status manipulation;
- met instructies die zowel voorwaarts als omgekeerde CRC (cyclic redundancy check) uitvoeren, calculaties voor iedere CRC polynoom van 16-bits of minder.

En dit alles in een 52-pin hermetisch gesloten

DIL behuizing en volgens MIL-STD-883 normen. En Advanced Micro Devices garandeert bovendien de 0,3% AQL en INT-STD-123.

Inl.: Arcobel BV, Griekenweg 25,  
5342 PX Oss (04120) 30335.

## High resolution voor CBM-computers

Voor de Commodore 3000 en 4000 serie is nu een „high resolution“ uitbreiding beschikbaar, die is ontwikkeld door de PET Benelux Exchange, de onafhankelijke gebruikersgroep van PET/CBM/VIC microcomputers en daarom voor een bijzonder aantrekkelijke prijs kan worden aangeboden. „High resolution“ wil zeggen, dat elke punt op het beeldscherm onafhankelijk kan worden aangestuurd. Voor de CBM betekent dit, dat er 64 000 punten ter beschikking staan.

De uitbreiding bestaat uit een doorgemetaliseerde print met 8 Kbyte extra beeldgeheugen (RAM) en aanvullende besturingschakelingen. Aan de computer zelf wordt niets gewijzigd. Deze schakeling wordt met bandkabels en stekers aangesloten op in de CBM aanwezige IC voetjes en daarnaast dienen er zes soldeerverbindingen te worden gemaakt voor enkele besturingssignalen. Uiteraard is er uitgebreide documentatie beschikbaar en ook de programmatuur is al uit het eerste ontwikkelingsstadium. Diverse demonstratieprogramma's en hulpmiddelen om het programmeren te vergemakkelijken (relatief eenvoudige commando's) in de vorm van machinetaalprogramma's in RAM of in vaste vorm in EPROM staan de programmeur terzijde:

- SET X, Y plaatst een punt op locatie X, Y;
- IWL (X1, Y1, X2, Y2) trekt een lijn van X1, Y1 naar X2, Y2;
- IC(R, X, Y) zet een cirkel op locatie X, Y met straal R.

De toepassingen zijn legio: tekeningen, grafieken, driedimensionale (roterende!) afbeeldingen, schema's zijn zeer gedetailleerd weer te geven en CAD (Computer Aided Design) is niet denkbeeldig. Tevens kan de geheugenuitbreiding worden gebruikt voor machinetaaltoepassingen.

Inl.: Copytronics,  
Burg. van Suchtelenstraat 46,  
7413 XP Deventer (05700) 31895.

## Canadese kat

De VC4404, bijgenaamd de Chat, is een nieuwe en verbeterde low cost terminal van Volker-Craig te Waterloo, Canada. En deze Chat is beslist geen kat in de zak. Standaard zijn bijvoorbeeld het losse keyboard met



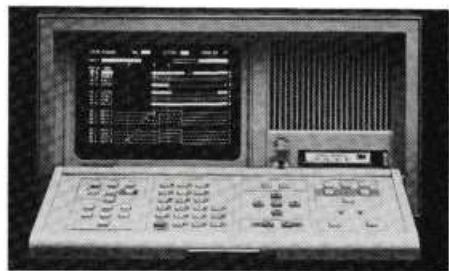
1,2m spiraalkabel, omschakelbaarheid naar VC404 en ADM-3A comptabiliteit, ontspiegeld scherm in amber, groen of zwart-wit, cursorbesturingstoetsen, 10 programma-functietoetsen, een bi-directionele seriële printeraansluiting, 15 onafhankelijk instelbare zend/ontvangsnelheden, omschakelbaarheid naar witte of donkere achtergrond, een kopieertoets, scherpe 7 x 9 dot matrix karkaters en gereduceerde intensiteit.

*Int.: Rodelco BV, postbus 296,  
2280 AG Rijswijk (070) 995750.*

## Logic analyzer met kleur

De Design Automation Division van Tektronix brengt een kleurenversie uit van zijn DAS9100 Digitaal Analysesysteem, nu uitgevoerd met een drie kleuren display. De toevoeging van kleuren aan de menu's zal het werken met de analyzer gemakkelijker, efficiënter en nauwkeuriger maken.

De Colour DAS is, evenals de DAS9100 modulair uitgevoerd. In hetzelfde hoofdchassis worden kaartmodulen voor zowel data-acquisitie als patroongeneratie ondergebracht. De modulen zijn leverbaar met verschillende databreedten en snelheden, zodat een configuratie geheel aan de wensen van de gebruiker kan worden aangepast. Maximaal zijn 104 data acquisitiekanalen mogelijk met snelheden tot 660MHz.



Voor een snelle analyse van de weergegeven data wordt de achtergrondinformatie zoals bijv. lijn-labeling, in kleur gescheiden van de voorgrondinformatie, zoals bijv. timing lijnen. Programmeerbare menuvelden worden in kleur gescheiden van andere vaste velden, waardoor de set-up tijden voor data-acquisitie en patroongeneratie worden verbeterd. De cursors worden in rood gecodeerd voor snelle herkenning en interpretatie.

Voor data-acquisitie zijn op het ogenblik drie modulen leverbaar. Het 32-kanaals moduul geeft een resolutie van 40 ns (25 MHz), synchroon zowel als asynchroon bij een geheugendiepte van 512 bits per kanaal en twee clock qualifiers. Het 8-kanaals moduul geeft 10 ns resolutie (100MHz), eveneens synchroon en asynchroon met een 512 bits diep geheugen per kanaal. Er is voorzien in gescheiden acquisitie- en glitch-geheugens op één clock qualifier. Het 4-kanaals moduul geeft 3 ns resolutie (330MHz), synchroon en asynchroon met een 2048 bits diep geheugen per kanaal en een speciale stand die een hoge resolutie van 1,5 ns (660MHz) op twee kanalen geeft met 4096 bits diep geheugen per kanaal. De modulen kunnen in elke gewenste samenstelling worden gebruikt. Beschikbaar zijn tot 104 kanalen data-acquisitie bij 25MHz, tot 32 kanalen bij 330MHz en tot 8 kanalen bij 660MHz (1,5 ns resolutie).

Voor patroongeneratie is er een moduul met 16 uitgangskanalen bij 25MHz, plus twee pro-

# MICRO JOURNAAL

grammeerbare strobes. Uitbreiding is mogelijk tot 48 of 80 kanalen met max. 10 programmeerbare strobes, door toevoeging van één of twee uitbreidingsmodulen. De patroongenerator beschikt ook over verschillende externe besturingsingangen, waaronder een subroutine-call op interrupt, waardoor een ruime interactie met het systeem waaraan wordt gemeten mogelijk is.

*Int.: Tektronix Holland NV, postbus 164,  
1170 AD Badhoevedorp (02968) 1456.*

## DGC-talker

De DGC-talker is een foneemgenerator die alle klanken, die in een woord voorkomen, kan nabootsen. Om een woord te vormen is het voldoende, om de juiste klanken te selecteren en naar de interface te sturen. Alle benodigde timing wordt door de interface geregeld. Een simpele machinetaal-routine ( $\pm 26$  bytes), is voldoende om de geselecteerde klanken, die gecodeerd in een buffer worden opgeslagen, naar de interface te sturen.

De DGC-talker kent 64 verschillende foneemen, die bovendien op vier verschillende toonhoogten kunnen worden uitgesproken. Hierdoor is het mogelijk om een ongelimiteerde vocabulaire op te bouwen. Door een goed gebruik van de verschillende toonhoogten is het mogelijk een vloeiende spraak te verkrijgen. De interface springt zeer zuinig om met geheugenruimte van de computer. Voor elke seconde spraak zijn ong. 10 bytes nodig.

Op de uitgang van de interface dient een luidspreker van 4-16 ohm te worden aangesloten. Het apparaat heeft een ingebouwde voeding.

Het bijgeleverde BASIC-programma biedt de mogelijkheid, om alle mogelijkheden van de interface te onderzoeken. Tevens is het programma bedoeld om woorden en teksten te ontwikkelen. Het programma biedt de mogelijkheid om woorden te kunnen samenstellen en te editen. Is een woord eenmaal perfect, dan kan dit in een buffer worden opgeslagen, om zodoende een complete tekst te vormen. Verder kan de tekstbuffer worden ge-editeerd. Woorden kunnen worden gewijzigd of tussengevoegd. In het programma wordt gebruik gemaakt van gesproken foutmeldingen, zodat de gebruiker direct een idee van de mogelijkheden krijgt. Ontwikkelde teksten kunnen op tape of disk worden weggeschreven.

In de gebruiksaanwijzing wordt een aantal voorbeelden gegeven, hoe woorden kunnen worden samengesteld. Ook wordt het gebruik van verschillende toonhoogten uiteengezet.

Verder wordt een aantal voorbeelden gegeven om de DGC-talker in te passen in bestaande programma's. In de appendix van de gebruiksaanwijzing, staat een woordenlijst met bijbehorende foneemcodes welke geschikt zijn voor direct gebruik.

Voor geïnteresseerden bestaat de mogelijkheid om de interface via de telefoon te beluisteren. Op werkdagen tussen 16.00 en 18.00 uur, kan men worden doorverbonden met de DGC-talker.

*Int.: DGC Computer Systems, Korenschoof  
15, 3224 VA Hellevoetsluis (01883) 11300.*

## Handzame modem tester

Electrodata's MTS-2 is een combinatie van een universele modem-tester voor zowel asynchrone als synchrone modems en een RS 232/V24 break-out unit. Beide delen zijn onafhankelijk van elkaar te gebruiken. In feite is het een combinatie van de Electrodata ITS-1 en de MTS-1. Het break-out gedeelte bevat 13 gebufferde LED indicatoren voor alle belangrijke RS 232/V24 status signalen en 24 onderbreek schakelaars met testpunten.

Het modem testgedeelte heeft 5 patroongeneratoren, waaronder het CCITT 511 pseudo random patroon, en is geschikt voor testen van asynchrone modems (300 tot 9600 bps) en synchrone modems (externe klok tot 76,8 Kbps en interne klok tot 19,2 Kbps). Bit-fouten worden uitgelezen via 3 stuks zeven segments LED displays; een positief- of negatief-gaande pulstrap is ook aanwezig. De voeding van de MTS 2 geschiedt door 4 oplaadbare batterijen, of via de bijbehorende 220V netadaptor.

*Int.: Simac Electronics BV, Veenstraat 20,  
5503 HR Veldhoven (040) 533725.*

## Adverteerdersindex

|                              |            |
|------------------------------|------------|
| <b>Analog Devices</b>        | 0-3        |
| <b>Arcobol</b>               | 4-5        |
| <b>Arsycom</b>               | 64         |
| <b>AVT</b>                   | 59         |
| <b>Brutech Electronics</b>   | 42,70      |
| <b>Computer Collectief</b>   | 48         |
| <b>Datamate</b>              | 42         |
| <b>Data Processing</b>       | 15         |
| <b>DGC</b>                   | 15         |
| <b>Dirksen</b>               | 24         |
| <b>Diode</b>                 | 68         |
| <b>Hewlett Packard</b>       | 30         |
| <b>KTB</b>                   | 28         |
| <b>KTT</b>                   | 71         |
| <b>Manudax</b>               | 43, 68     |
| <b>Matrox</b>                | 30         |
| <b>Maxell</b>                | 34         |
| <b>MCP</b>                   | 71         |
| <b>Micro Plus</b>            | 70         |
| <b>North Star</b>            | 0-4        |
| <b>Philips Data Systems</b>  | 38, 39     |
| <b>P&amp;T Electronics</b>   | 16, 40, 71 |
| <b>Rank Xerox</b>            | 30         |
| <b>Siemens</b>               | 0-2        |
| <b>Stock Control Int.</b>    | 42         |
| <b>Systel Automatisering</b> | 59         |
| <b>Tandy</b>                 | 74         |
| <b>Texas Instruments</b>     | 10         |
| <b>Tricom</b>                | 52         |
| <b>TV Techn. Dienst</b>      | 68         |
| <b>Vekano</b>                | 70         |
| <b>Vodenta</b>               | 60         |

# Tandy

Tandy Corporation behoort bij de top op de wereldranglijst met haar verkoop in micro-computers. De Nederlandse vestiging van dit Amerikaanse bedrijf omvat een 70-tal Tandy-winkels, met op dit moment vier gespecialiseerde computercentra. Een aantal, dat binnen afzienbare tijd zal uitgroeien naar  $\pm 10$  computer-vestigingen.

In deze computercentra kan men altijd terecht als het gaat om voorlichting op het gebied van micro-computers. Geïnteresseerden, net zo goed als potentiële kopers. Daarnaast worden, door vaste docenten, ook computer-opleidingen gegeven.

Iedereen kan deze cursussen volgen. Alle Tandy-computercentra zijn uitgerust met een, van apparatuur voorzien, instructie-

lokaal. Vanzelfsprekend bestaan de voornaamste activiteiten in onze computercentra uit de verkoop van zowel hardware als software. Hierbij kan worden geput uit een breed assortiment.

Tenslotte wordt in de computercentra de volledige service op de eigen apparatuur uitgevoerd. Voor de bemanning van onze computercentra zoeken wij

## COMPUTER MARKETING REPRESENTATIVES (m/v)

met in de toekomst doorgroeimogelijkheden naar de functie van computer center manager.

Voor iemand, die aan zijn/haar toekomst wil bouwen, bieden wij een goed salaris. Als kwalifikatie-eisen stellen wij voor deze functie naast ervaring in micro-computers, een commerciële inslag.

Voor het goed kunnen functioneren en communiceren is een redelijke kennis van de Engelse taal vereist. Voor het verkrijgen van specifieke produktkennis en verkooptechnieken worden van het bedrijf uit trainingsbijeenkomsten georganiseerd.

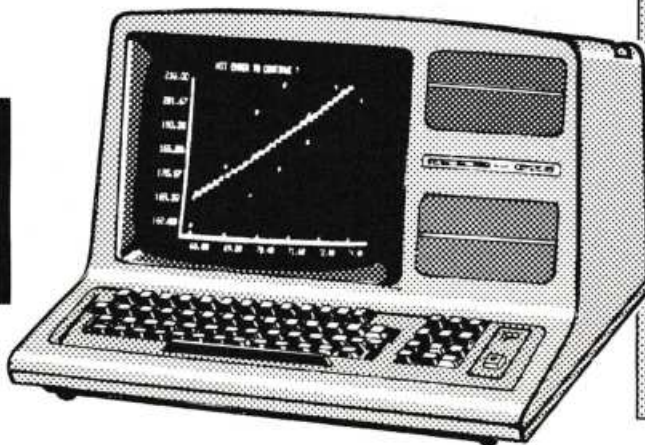
De man of vrouw die alles voelt voor „het vak van de toekomst” in een zeer snel groeiend bedrijf, wordt verzocht te reageren.

Dus, schrijf even een briefje met informatie over persoon, opleiding en ervaring en stuur dat naar

Tandy Computer Marketing Department  
Vijzelgracht 7, 1017 HM Amsterdam  
t.a.v. de heer P.J. Breedijk

# Tandy

GROOTSTE IN MICRO-COMPUTERS **TRS-80**





# Macsym 2 minicomputer voor meet- en regeltoepassingen.



## GEHEEL COMPLEET

- **Een krachtige 16 bit processor.**  
-voor snelle, efficiënte uitvoering van deelprogramma's. Een "real time" klok is standaard.
- **Een analoog en digitaal I/O gedeelte.**  
-bevat alle componenten voor 12 bit data acquisitie en een uitgebreide reeks van conditioners.
- **Real time multitask BASIC.**  
-voorziet in gelijktijdige uitvoering van verschillende onafhankelijke deelprogramma's, snelle efficiënte deeltaak ontwikkeling; volledige file mogelijkheden voor programma's en gegevens.
- **Compleet ontwikkelingssysteem.**  
-met 64K 16 bits woorden geheugen met gegevensopslag op magneetband, volledig ASCII toetsenbord, bedieningspaneel en beeldscherm.
- **Volledige documentatie en systeemondersteuning.**  
-hardware en software beschrijvingen, systeem diagnose en ondersteuningsprogramma's.



## GEINTEGREERDE SIGNAAL CONDITIONERS.

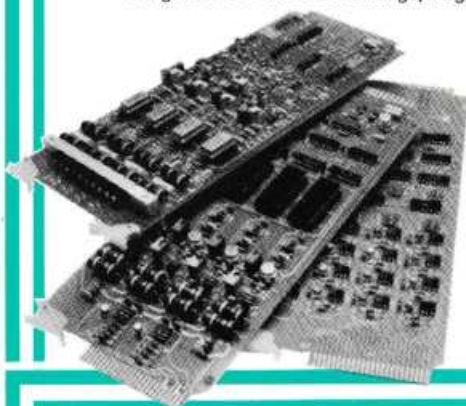
MACSYM 2 beschikt over een uitgebreide reeks van in- en uitgangskarten die externe conditionering overbodig maken. Deze laag geprijsde karten worden direct in het MACSYM chassis geplaatst en omvatten o.a.

- Analoog in / analoog uit
- Rechtsstreekse aansluiting van opnemers (thermokoppels, rekstrookjes, PT-100, enz.)
- Digitaal in / digitaal uit
- Isolatie
- Speciale functie's

## EENVOUDIG TOEPASBAAR

MACSYM 2 vereist:

- Geen ervaring in signaalconditionering
- Geen software ervaring
- Geen afzonderlijk ontwikkelingssysteem



**BON**

Stuur mij complete informatie over de  
MACSYM 2

Dhr. ....  
Fa. .... Afd. ....  
Str. ....  
Pl. .... Postcode: ....  
Tel. ....

Bon in enveloppe zonder postzegel naar:  
Analog Devices Benelux, Antw. nr. 18, 4900 WB Oosterhout.



**ANALOG  
DEVICES**

**WAY OUT IN FRONT.**

beneluxweg 27, 4904 SJ oosterhout, tel.: 01620 - 51080, telex: 54942,  
mechelsesteenweg 156, 2000 antwerpen, tel.: 031 - 374803, telex: 32969.

# North Star's ADVANTAGE is easy to see.

## Het meeste waar voor uw geld.

De North Star ADVANTAGE is de perfecte "low-cost" micro-computer voor zakelijke en particulier gebruik. Met 720 Kbyte floppy disk geheugencapaciteit, of – als optie – een 5 Mbyte winchester disk, biedt de North Star ADVANTAGE de grootste geheugencapaciteit in haar klasse. Bovendien wordt de computer – zonder extra kosten – geleverd met geavanceerde bedrijfs-administratieve software. U zult voor uw geld nergens een betere computer aantreffen.

## Grote verwerkingscapaciteit en krachtige software.

Het North Star ADVANTAGE systeem biedt een grote verwerkingscapaciteit, gebaseerd op de Z80A – microprocessor (het meest gebruikte type 8-bit processor ter wereld), plus een extra Intel 8035 microprocessor. Tot een grote verwerkingscapaciteit draagt ook de 64 Kbyte RAM bij, met nog eens een extra 20 Kbyte RAM dat dienst doet als beeldschermgeheugen. North Star levert graphics software die compa-

tibel is met het CP/M en HDOS operating system, applicatiepakketten en de meeste standaard programmeertalen. Over de gehele wereld zijn duizenden CP/M compatibele programma's verkrijgbaar. Natuurlijk kunt u ook kiezen uit North Star's applicatiepakketten,



beschikbaar voor tekstverwerking, financiële analyses, boekhouding en data base management.

## Grafische mogelijkheden voor vele toepassingen.

Het North Star softwarepakket ADVANTAGE BUSIGRAPH biedt mogelijkheden tot het produceren van allerlei, vaak zeer complexe grafische voorstellingen op het beeldscherm, o.a. driedimensionale presentaties. Het omzetten van cijfermatige gegevens (rapporten, tabellen e.d.) in grafische voorstellingen is slechts een kwestie van seconden.

## Koppeling van ADVANTAGES

Door gebruik te maken van North Star's nieuwe netwerkin-terface en- softwarepakket is het mogelijk om ADVANTAGES onderling te koppelen. Op deze manier bent u in staat om tegen zeer weinig kosten een netwerk van computers te construeren of meerdere systemen het gebruik van dure randapparatuur te laten delen. Dit kan een eerste stap zijn op de weg naar de volledige automatisering van een kantoor of afdeling.

## Uitgekiend ontwerp en prima service.

De North Star ADVANTAGE is een volledige geïntegreerde microcomputer, ondergebracht in een aantrekkelijke behuizing. Het apparaat kenmerkt zich door betrouwbaarheid en bedieningscomfort, alsmede eerlijke serviceverlening. Voor meer informatie over de North Star ADVANTAGE kunt u contact opnemen met: North Star Computers Inc., Arabellastrasse 5/133 c, Postfach 810623, D-8000 München 81, Telefoon: 09-49 89 918358, Telex: 5215772 ibs.

FOLLOW THE STAR

**NorthStar** <sup>TM</sup>

CP/M is een geregistreerd handelsmerk van Digital Research, Inc.

**North Star Computers Inc.**

14440 Catalina Street, San Leandro, CA 94577 USA (415) 357-8500, TWX/Telex (910) 366-7001