

tijdschrift van het

nederlands  
elektronica-  
en  
radiogenootschap

deel 40 - nr. 3 - 1975



# nederlands elektronica- en radiogenootschap

Nederlands Electronica- en Radiogenootschap  
Postbus 39, Leidschendam. Gironummer 94746 t.n.v.  
Penningmeester NERG, Leidschendam.

## HET GENOOTSCHAP

Het Genootschap stelt zich ten doel in Nederland en de Overzeese Rijksdelen de wetenschappelijke ontwikkeling en de toepassing van de elektronica en de radio in de ruimste zin te bevorderen.

### Bestuur

Prof. Dr. Ir. J. Davidse, voorzitter  
Prof. Dr. H. Groendijk, vice-voorzitter  
Prof. Ir. C. van Schooneveld, secretaris  
Ir. L.R. Bourgonjon, penningmeester  
Prof. Ir. E. Goldbohm  
Dr. ir. J.B.H. Peek  
Dr. Ir. W. Herstel  
Prof. Ir. C. Rodenburg  
Ing. J.W.A. van der Scheer

### Lidmaatschap

Voor lidmaatschap wende men zich tot de secretaris. Het lidmaatschap staat -behoudens ballotage- open voor academisch gegradueerden en hen, wier kennis of ervaring naar het oordeel van het bestuur een vruchtbaar lidmaatschap mogelijk maakt.

Studenten aan universiteiten en hogescholen komen bij gevorderde studie in aanmerking voor een juniorlidmaatschap, waarbij 50% reductie wordt verleend op de contributie. Op aanvraag kan deze reductie ook aan anderen worden verleend.

## HET TIJDSCHRIFT

Het tijdschrift verschijnt zesmaal per jaar. Opgenomen worden artikelen op het gebied van de elektronica en van de telecommunicatie.

Auteurs die publicatie van hun wetenschappelijk werk in het tijdschrift wensen, wordt verzocht in een vroeg stadium contact op te nemen met de voorzitter van de redactie commissie.

De teksten moeten, getypt op door de redactie verstrekte tekstbladen, geheel persklaar voor de offsetdruk worden ingezonden.

Toestemming tot overnemen van artikelen of delen daarvan kan uitsluitend worden gegeven door de redactiecommissie. Alle rechten worden voorbehouden.

De abonnementsprijs van het tijdschrift bedraagt f 40,--. Aan leden wordt het tijdschrift kosteloos toegestuurd.

Tarieven en verdere inlichtingen over advertenties worden op aanvraag verstrekt door de voorzitter van de redactiecommissie.

### Redactiecommissie

Ir. M. Steffelaar, voorzitter  
Ir. L.D.J. Eggermont  
Ir. A. da Silva Curiel.

## DE EXAMENS

De examens door het Genootschap ingesteld en afgenomen zijn:

- a. op lager technisch niveau: "Elektronica monteur NERG"
- b. op middelbaar technisch niveau: Middelbaar Elektronica Technicus NERG"
- c. voor het oude examen "Elektronica Technicus NERG" kan volgens de beëindigingsregeling nog slechts tot en met 1975 worden ingeschreven.

Brochures waarin de exameneisen en het examenreglement zijn opgenomen kunnen schriftelijk worden aangevraagd bij de Administratie van de Examencommissie.

Voor deelname en inlichtingen wende men zich tot de Administratie van de Examencommissie NERG, Gemeuidenstraat 279, den Haag, gironummer 6322 te den Haag.

### Examencommissie

Ir. J.H. Geels, voorzitter  
Ir. F.F.Th. van Odenhoven, vice-voorzitter  
Ir. L.R.M. Vos de Wael, secretaris-penningmeester.



Prof. ir. L.H.M. Huydts

Geboren te Maastricht 14 mei 1890  
Overleden te Bergen op Zoom 23 december 1974

Op maandag 23 december 1974 overleed te Bergen op Zoom, waar hij al enige jaren in het huis van zijn oudste dochter verzorgd werd, Léon Hubert Marie Huydts. Enkele jaren tevoren was zijn echtgenote daar tijdens de kerstdagen overleden.

De laatste jaren was hij niet zo gezond meer, zijn hart was soms erg zwak, zijn gezicht liet vaak te wensen over. Maar wie het geluk had hem goed te treffen en dat was tot bijna het einde toe mogelijk, kwam onder de indruk van de grote belangstelling die men persoonlijk van hem ondervond en van zijn heldere kijk op zowel menselijke verhoudingen als ook technische ontwikkelingen.

Voor de meeste van zijn leerlingen en voor al zijn vrienden was hij Léon. Hij stelde er prijs op wanneer men hem zo benaderde.

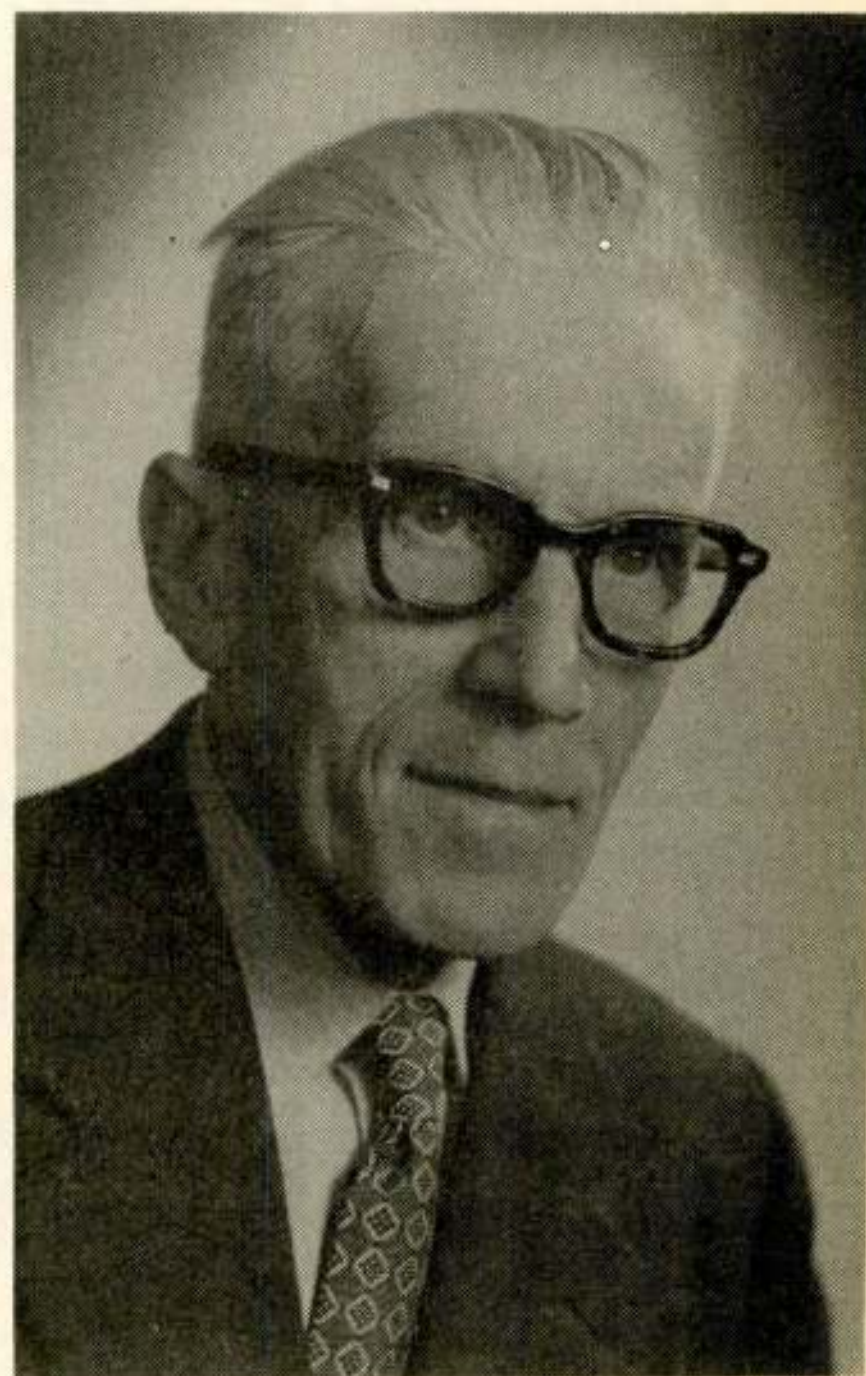
Op 15 april 1914 behaalde hij het diploma van elektrotechnisch ingenieur aan de Technische Hogeschool Delft. Korte tijd was hij daarna Berechnungsingenieur bij Brown Boveri in Mannheim, waar hij belast was met het ontwerp van elektrische machines.

De eerste wereldoorlog dwong hem naar Nederland terug te keren. Hij was Limburger en kwam uit een zakenmilieu. Hij is Nederland verder trouw gebleven en ging graag naar zijn Limburgse land terug. Met enthousiasme kon hij jaar op jaar na een reis naar Limburg vertellen van de bloeiende brem of de prachtige helianten. Al jong toonde hij grote belangstelling voor de mensen in zijn omgeving. Dat begon in de eigen familiekring, waar hij er in belangrijke mate toe bijdroeg dat nog drie van zijn broers de gelegenheid kregen de Delftse studie aan te vangen en tot een goed einde te brengen. Dat zij ook waardevolle plaatsen in de Nederlandse ingenieurswereld zijn gaan innemen, is mede aan hem te danken.

Hij had jong ook een grote sociale bewogenheid en toonde levendige belangstelling in de politieke ontwikkeling in die tijd, zonder overigens zelf politiek actief bezig te zijn. In zijn boekenkast vond men o.a.: "Die onze kracht ontwakende deed" van W.H. Vliegen, "Een halve eeuw onder socialisten" door Joan A. Nieuwenhuis en "Rosa Luxemburg, haar leven en werken", door Henriëtte Roland van der Schalk. Hij kende deze werken door en door.

Ook op ander gebied ging zijn belangstelling ver. Niet alleen las hij de gedichten van vele in die tijd nieuwe dichters, hij wist ook allerlei te citeren uit bv. "Nieuwe geluiden" van Dirk Coster en had vele goede contacten met deze dichter die in Delft woonde.

Ook de schilder van Meegeren kende hij persoonlijk



en deze versierde grote luidsprekers op de werkkamer van Huydts met gedurfde figuren voor die tijd. Een interessant schilderijtje van de oudste dochter van Huydts door van Meegeren siert nog altijd haar huis.

Zo voelde hij zich bij vele zaken betrokken, vormde zich er een gedegen oordeel over en was een goed gesprekspartner op velerlei gebied, waarbij hij vaak boeiende gedachten aan de orde stelde.

Maar zijn grote belangstelling had toch, na zijn terugkeer uit Duitsland, de radiotechniek. Hij vond een werkkring op de afdeling der elektrotechniek in Delft, waar hij in de omgeving van prof. Van der Bilt grote vrijheid van werken kreeg. Al spoedig werd hij benoemd tot conservator.

Onderwerpen die voor en in de twintiger jaren onder verantwoordelijkheid van prof. Van der Bilt en in de omgeving van het laboratorium, waarin Huydts werkte, aan de orde kwamen waren bijvoorbeeld: Invloed van de antenvorm op straling, 1915. Het audion als ontvanger, 1920. Het audion als zender, 1922. Verliezen in H.F.-ketens, 1924. Omroepzenders, 1926. Modulatiesystemen, 1927. Kortegolfzenders, 1928. Lampvoltmeter voor hoge spanningen, 1930. L.F. transformatoren, 1931. Bandfilters onderzoek, 1932. Modulatie en demodulatie, 1933.

In die tijd volgde zijn benoeming tot lector, een erkenning van zijn kwaliteiten die hij zeer gewaardeerd



heeft.

Vermoedelijk kan gezegd worden, dat onder zijn verantwoordelijkheid voor het eerst op ruime schaal experimenteel werk in het elektrotechnisch laboratorium van de TH door studenten werd gedaan. Dit zijn vormen van experimenteel werk, die nu algemeen gebruikelijk zijn in de elektrotechnische ingenieursopleiding. Op zijn initiatief kwam omstreeks 1940 het speurwerkfonds van het Delfts Hogeschoolfonds tot stand dat voor die tijd over ruime middelen beschikte. Vele jaren zijn daardoor afstudeerders en pas afgestudeerden aan de afdeling in de gelegenheid geweest zich nog 1 of 2 jaar in een onafhankelijk milieu in speurwerk in de elektronica te bekwamen.

Huydts behoorde tot de eersten die het belang inzagen van het toepassen van radiobuizen voor meetdoel-einden. Een van de eerste oktroomen voor een diodevolt-meter staat op zijn naam. De Amerikanen bij General Electric waren hem slechts enkele maanden voor. Zijn ideeën voor een "toongenerator" uit de dertiger jaren hebben lange tijd in industriële ontwerpen doorgewerkt. Zijn inzicht in het wezen van de terugkoppeling maakte het hem mogelijk al vroeg tot betrouwbare meetschakelingen met behulp van radiobuizen te komen.

Onder zijn leiding en in samenwerking met de medewerkers Breedveld, Bourgonjon, Pringgo en De Waard zijn de eerste verschilversterkers tot stand gekomen. Al vroegtijdig vonden deze toepassing bij prof. S.T. Bok voor het doen van metingen langs zenuwbanen en kort daarna in het laboratorium voor toegepaste mechanica in Delft.

Zijn bijzondere kwaliteiten als experimentator, gebaseerd op een fundamenteel en goed fysisch inzicht in het gebeuren in radiobuizen en bijbehorende schakelingen zijn bij deskundigen in het land niet onopgemerkt gebleven. Al in 1920, het jaar van de oprichting van het Nederlands Radio Genootschap (nu ons N.E.R.G.), komt zijn naam onder het toen nog zeer beperkte aantal leden voor. Hij ontmoet daar mensen van wereldnaam. Al zo snel in het Genootschap te zijn opgenomen ervoer hij altijd als een groot voorrecht.

Door de benoeming tot gewoon hoogleraar in de elektronica in 1947 kon hij onder eigen verantwoordelijkheid de opbouw van het vakgebied voortzetten. De lijst van afstudeerders in zijn omgeving sedert zijn lectoraat telt bijna 250 namen. Zijn invloed via deze mensen op de ontwikkeling van de elektronica in ons land kan niet hoog genoeg aangeslagen worden. Onder zijn leiding vormden de studenten zich in zijn laboratorium tot zich kritisch opstellende, zelfstandige werkers.

Graag volgde hij in de beginjaren de ontwikkeling van zijn leerlingen. Op zijn studeerkamer thuis stond een doos, de crêche, waarin de eerste geboortekaartjes van de babies bewaard werden. Hij volgde "zijn" mensen ook graag bij hun werk in de maatschappij, probeerde zo veel hij kon ervoor te zorgen dat zij op plaatsen

terecht kwamen, waarop zij met hun kwaliteiten zich goed zouden kunnen ontwikkelen. Kenmerkend voor hem is, dat hij bij de uitreiking van de ingenieursdiploma's ook de echtgenoten en a.s. echtgenoten toesprak en er op wees, dat naast een gevulde linnenkast in een ingenieursgezin ook een goed gevulde boekenkast met moderne en goede vakliteratuur behoorde. Vaak wees hij mensen erop, dat zij bij het thuiskomen na een drukke werkdag toch aandacht voor hun vrouw moesten opbrengen. Zelf begon hij dat thuiskomen altijd door zich onder het genot van een drankje met zijn vrouw te onderhouden over haar belevenissen van die dag.

Zo is nu van ons heengegaan, zoals hij al enige tijd uit onze gezichtskring weg was, een bekwaam, sterk gemotiveerd vakman, een man met niet alleen grote bekwaamheid in het laboratorium, maar ook een goede vriend en een goed mens met wie het heel goed was samen te werken en samen te zijn. Voor wie het voorrecht hadden tot de grote kring te behoren, waartoe zijn warme belangstelling uitging en dat zijn ongetwijfeld zeer velen uit het N.E.R.G. zal het niet mogelijk zijn hem te vergeten. Zij zullen de goede herinneringen aan hem blijven koesteren.

Het genootschap deed er juist aan hem in 1960, zijn 70ste jaar, bij zijn aftreden als hoogleraar te eren door hem tot erelid te benoemen. In grote bescheidenheid, maar zichtbaar ontroerd, heeft hij die grootste onderscheiding voor hem aanvaard. Formeel vond al eerder de erkenning van zijn vele verdiensten plaats door de benoeming tot officier in de orde van de Nederlandse Leeuw. Ons oudste erelid en lid is van ons heengegaan. Wij ervaren het als een voorrecht hem in ons midden te hebben gehad en samen met hem te hebben mogen werken. Velen prijzen zich gelukkig zijn leerling te zijn geweest.

Zijn kinderen zeggen bij hun afscheid van hem: "Hij was een man met duizend vrienden, vrienden die van hem hielden om zijn ruime geest, offervaardigheid, hulpvaardigheid, eerlijkheid en oprechte belangstelling voor de problemen van een ieder.

Hij vroeg veel, maar zelden voor zichzelf en daarom werd hem weinig geweigerd. Zijn drang naar vrijheid en onafhankelijkheid bracht hij over op diegenen, die hem kenden, zijn familie en zijn vrienden.

Zijn rijke leven werd gekompleteerd door een harmonieus huwelijk met Nelly, een harmonie die een voorbeeld was voor allen. Daarom kunnen wij vrede nemen met zijn afscheid en blijven wij de goede herinnering aan hem en Nelly in ons hart bewaren."

Graag sluiten wij ons bij dit voortreffelijke beeld van onze Léon aan.

C. Rodenburg.



## HET THE-DATACOMMUNICATIENETWERK.

Ir. R.J.M. van Eyndhoven

Rekencentrum, Technische Hogeschool Eindhoven.

THINK SMALL  
BIG IDEAS UPSET PEOPLE.

In januari 1971 werd het Rekencentrum, dat voordien tot de Onderafdeling der Wiskunde van de Technische Hogeschool Eindhoven behoorde, een zelfstandige eenheid binnen de THE-gemeenschap.

Het THE-Rekencentrum is geen dienst maar moet - gezien de taakstelling - worden beschouwd als een interafdelingslaboratorium.

Deze taakstelling kan algemeen worden omschreven als: ondersteuning van Onderwijs en Onderzoek met betrekking tot de informatica en haar toepassingen. Om de taak naar behoren te kunnen uitvoeren zijn de volgende rekenmachines geïnstalleerd:

Digitale rekenmachines: Burroughs B6700,  
Philips P9200,  
Digital PDP 11/45

Analoge rekenmachines: EAI 680  
PACE 231 R

Rond de Burroughs B6700 en de Philips P9200 is een uitgebreid datacommunicatienetwerk operationeel. In dit artikel worden een aantal aspecten van het netwerk besproken.

### 1. KORTE BESCHRIJVING VAN DE B6700 EN DE P9200

#### 1.1. De Philips P9200 (fig. 1)

De P9200 is een time sharing systeem. Het systeem is samengesteld uit twee systemen, de P9202 en de P9205. De P9202 is de eigenlijke computer, woordlengte 16 bits, 32K woorden kerngeheugen, 14.4 Mbytes schijfengeheugen. De P9205 is de computer, woordlengte 16 bits, 4K woorden kerngeheugen, die als multiplexor functioneert. Aan de P9205 kunnen maximaal 32 terminals worden aangesloten. Modems kunnen niet direct aan de P9205 worden aangesloten, omdat de interfacing niet voldoet aan de CCITT-V24

specificaties. Daarom is er een HL-unit noodzakelijk.

Deze HL-unit vervult twee functies:

1. Level-conversie voor de data-in en data-out lijnen.
2. Afhandeling van de CCITT-V24 'signalen' zoals request to send, ready for sending, call indicator, etc.

De specificaties van de lijnverbindingen zijn:

transmissiesnelheid 110 bits per seconde  
asynchrone full-duplex transmissie.

Een karakter bestaat uit 11 bits: 2 startbits, 7 informatiebits, 1 pariteitsbit, 1 stopbit.

De code is USASCII X3.4 - 1967.

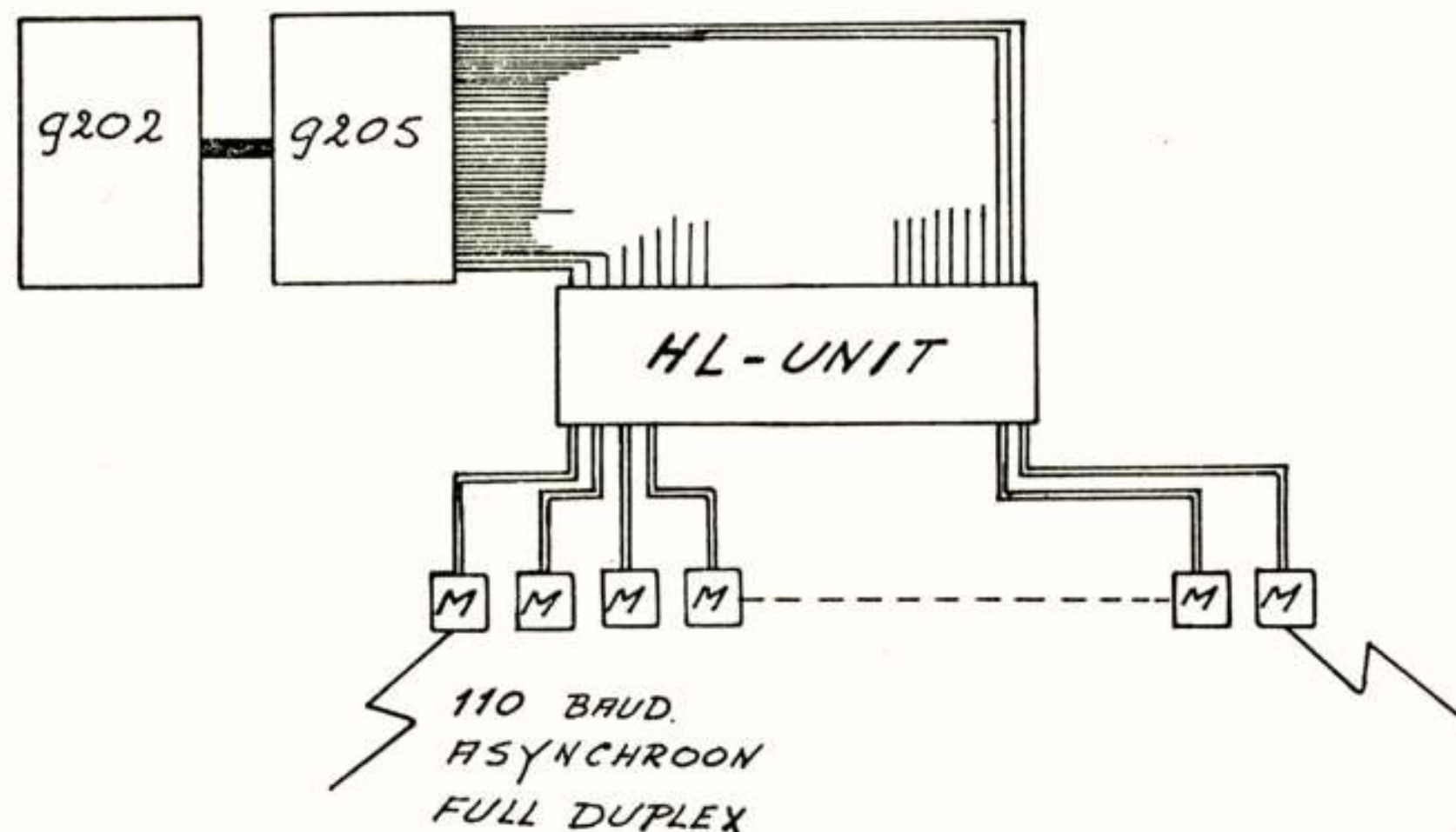


fig. 1



### 1.2. De Burroughs B6700 (fig. 2)

De B6700 is een 'third generation general purpose multiprocessing system'.

De B6700 THE-configuratie bestaat uit een aantal geheugenmodules, totaal 192K woorden (woordlengte 48 informatiebits), 2 centrale processoren, 1 multiplexor, 1 datacommunicatieprocessor en de gebruikelijke hoeveelheid randapparatuur.

De datacommunicatieprocessor is een computer met een woordlengte van 48 informatiebits en 8K woorden geheugen. Aan een datacommunicatieprocessor (DCP) kunnen maximaal 16 adapter clusters (AC) worden aangesloten. Aan elke adapter cluster kunnen 16 line adapters (A) worden aangesloten. Voor een half-duplex verbinding is een line adapter vereist, voor een full-duplex verbinding twee line adapters. De maximale capaciteit van een datacommunicatieprocessor is 256 half-duplex lijnen, de THE-configuratie heeft 64 lijnen. De line adapters verzorgen de interfacing tussen de DCP en de modems volgens CCITT-V24. De line adapters zijn standaard en de specificaties van de verbinding worden per lijn in de software meegegeven. De toegestane transmissiesnelheden liggen thans tussen 50 en 9600 bits per seconde. Zowel synchrone als asynchrone transmissie is mogelijk en de code kan wanneer deze niet conform USASCII X3.4 - 1967 is in de software worden gespecificeerd. Ook de lijndisciplines zijn een volledige software-aangelegenheid

waarbij dan ook de soort terminal wordt aangegeven: APL terminal, remote batch terminal, minicomputer, schrijfmachineterminal al of niet met intelligentie, etc.

### 2. DE BESCHRIJVING VAN HET DATACOMMUNICATIENETWERK

Het netwerk rond de P9200 en de B6700 kunnen we voor de overzichtelijkheid splitsen in drie netwerken.

1. Het time sharing netwerk
2. Het lokale THE-netwerk, uitgezonderd de time sharing lijnen
3. Terminals buiten de THE.

De totale transferrate van het netwerk bedraagt ongeveer 12.000 karakters per seconde (worst case).

#### 2.1. Het time sharing netwerk (fig. 3)

Onder het time sharing netwerk wordt verstaan alle Teletype-, Teleprint 390-, VT5500-, ASR38-terminals die via vaste 2-draads lijnen of kieslijnen met de P9200 of B6700 zijn verbonden.

Op het Rekencentrum zijn 2 terminalzalen ingericht. In een zaal staan 8 Teleprint 390-terminals die via vaste lijnen zijn verbonden met de B6700. In de tweede zaal staan 13 Teleprint 390-terminals waarvan er 5 via vaste lijnen zijn verbonden met de P9200 en 8 terminals via kieslijnen verbonden kunnen worden met de P9200 of de B6700. Aan een van die 8 terminals is een Hewlett-Packard

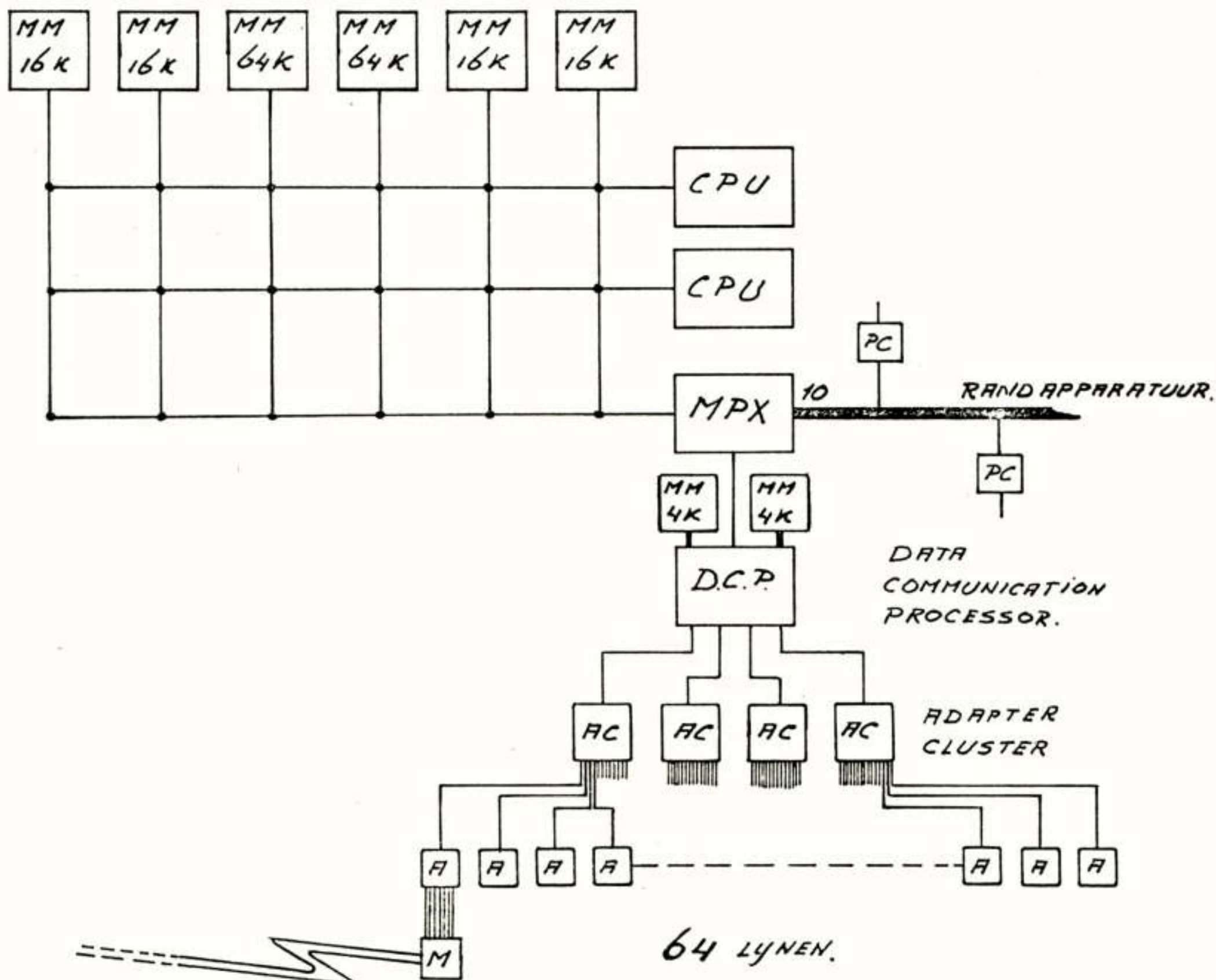


fig. 2



plotter gekoppeld.

Er zijn 4 groepsnummers beschikbaar voor de kieslijnverbindingen: B6700: tel. 040-474735 ( 7 lijnen)  
 P9200: 040-444811 ( 8 lijnen)  
 THE- 4615 (15 lijnen)  
 intern 4715 ( 4 lijnen)

Aan de B6700 zijn via vaste 2-draads verbindingen nog 7 terminals aangesloten. Dit zijn binnen en buiten de THE opgestelde terminals voor speciale projecten die dagelijks meerdere uren verbinding met de B6700 moeten hebben. In dit netwerk zijn de verbindingen 110 bits per seconde transmissiesnelheid, full-duplex voor de P9200 en half-duplex voor de B6700, asynchrone transmissie.

Er zijn binnen de THE ongeveer 60 Teleprint 390-terminals geïnstalleerd.

### 2.2. Het lokale THE-netwerk (fig. 4)

Onder het lokale THE-netwerk wordt verstaan alle terminals die zijn verbonden met de B6700 die binnen de THE staan opgesteld, voor zover ze niet behoren tot het time sharing netwerk. Dit netwerk bestaat uit:

- Een alfanumerieke display die functioneert als network supervisor terminal. De operateur kan via deze terminal de status van verbindingen controleren en eventueel wijzigingen, boodschappen sturen naar een of meerdere terminals, etc.
- Twee plotters, type Calcomp 565. Zie hoofdstuk 2.4.1.
- Een alfanumerieke display ten behoeve van het accountingsysteem.

- Twee remote batch terminals, Burroughs type DC1000, transmissiesnelheid 4800 bits per seconde, synchrone transmissie.
- Een PDP 11/45. Dit systeem behoort tot de apparatuur van het Rekencentrum en wordt onder andere gebruikt voor het ontwikkelen van Burroughs RJE emulator, SATCOM emulator, het lezen van schrapkaarten, en het lezen van DEC tapes. In de toekomst worden deze toepassingen uitgebreid met het lezen van analoge tapes waarbij dan de analoge taperecorder via A/D converters aan de PDP 11/45 is gekoppeld. De transmissiesnelheid van de verbinding varieert afhankelijk van de toepassing tussen 2400, 4800 of 9600 bits per seconde, synchrone transmissie.
- Er zijn drie graphical displays gekoppeld (Tektronix). De transmissiesnelheid is thans 1200 bits per seconde, asynchrone transmissie, maar zal binnenkort op 2400 bits per seconde worden ingesteld.
- Er zijn 2 minicomputers gekoppeld, een PDP-9 en een PDP 11/45. Binnenkort komen daarbij een PDP 11/45 en een VARIAN 620 I. De transmissiesnelheid bedraagt 2400 bits per seconde, synchrone transmissie.
- Er zijn 3 intelligente toetsenbord terminals, Burroughs TC500, via een lijn verbonden met de B6700. Transmissiesnelheid thans 1800 bits per seconde, asynchrone transmissie, binnenkort 2400 of 4800 bits per seconde synchrone transmissie.

In figuur 4 staat bij een aantal verbindingen een 'acht' en bij andere verbindingen een 'vier'. De verbindingen aangegeven met een 'vier' zijn vaste 4-draads

## T.H.E. TIME-SHARING.

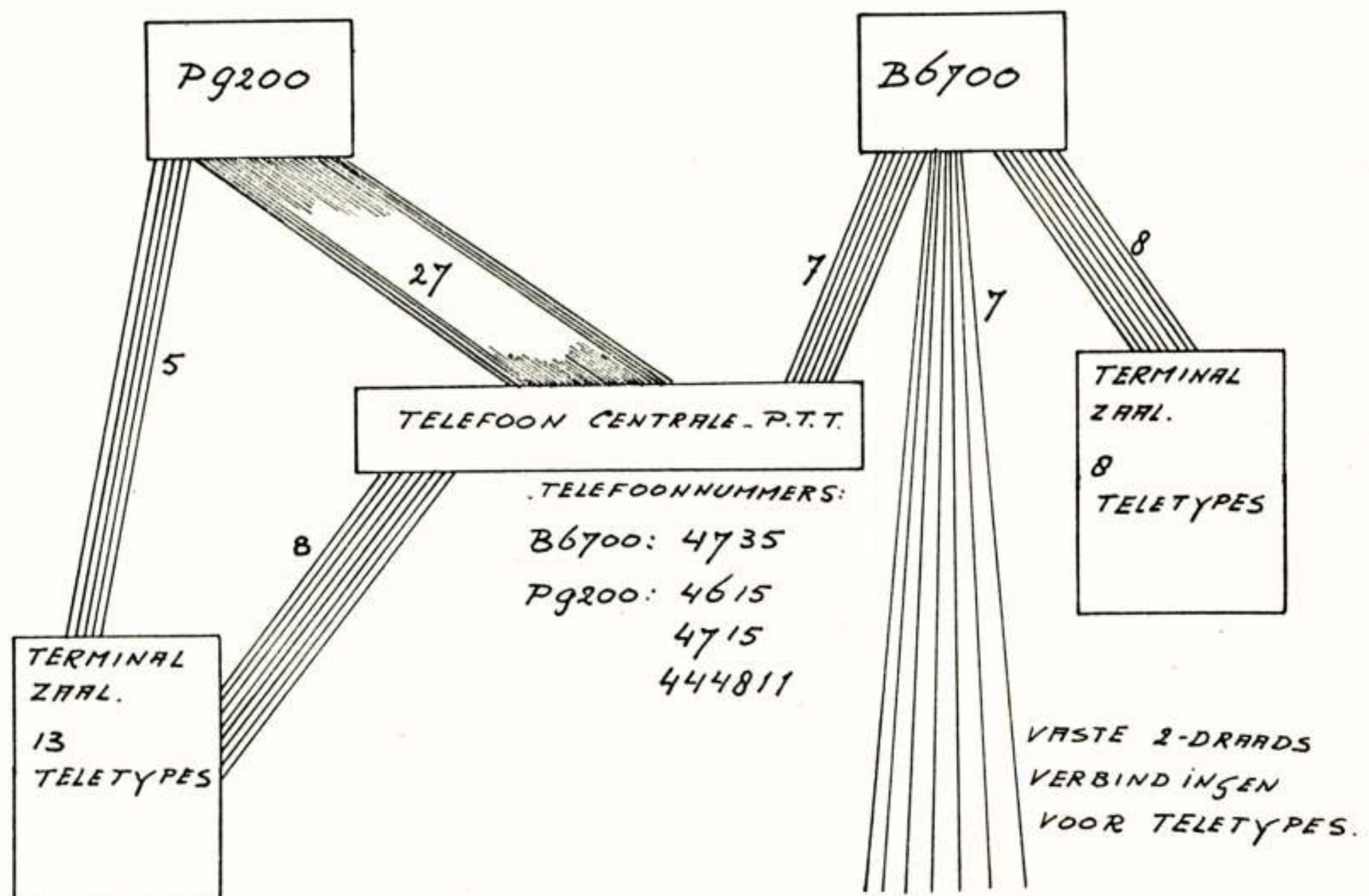
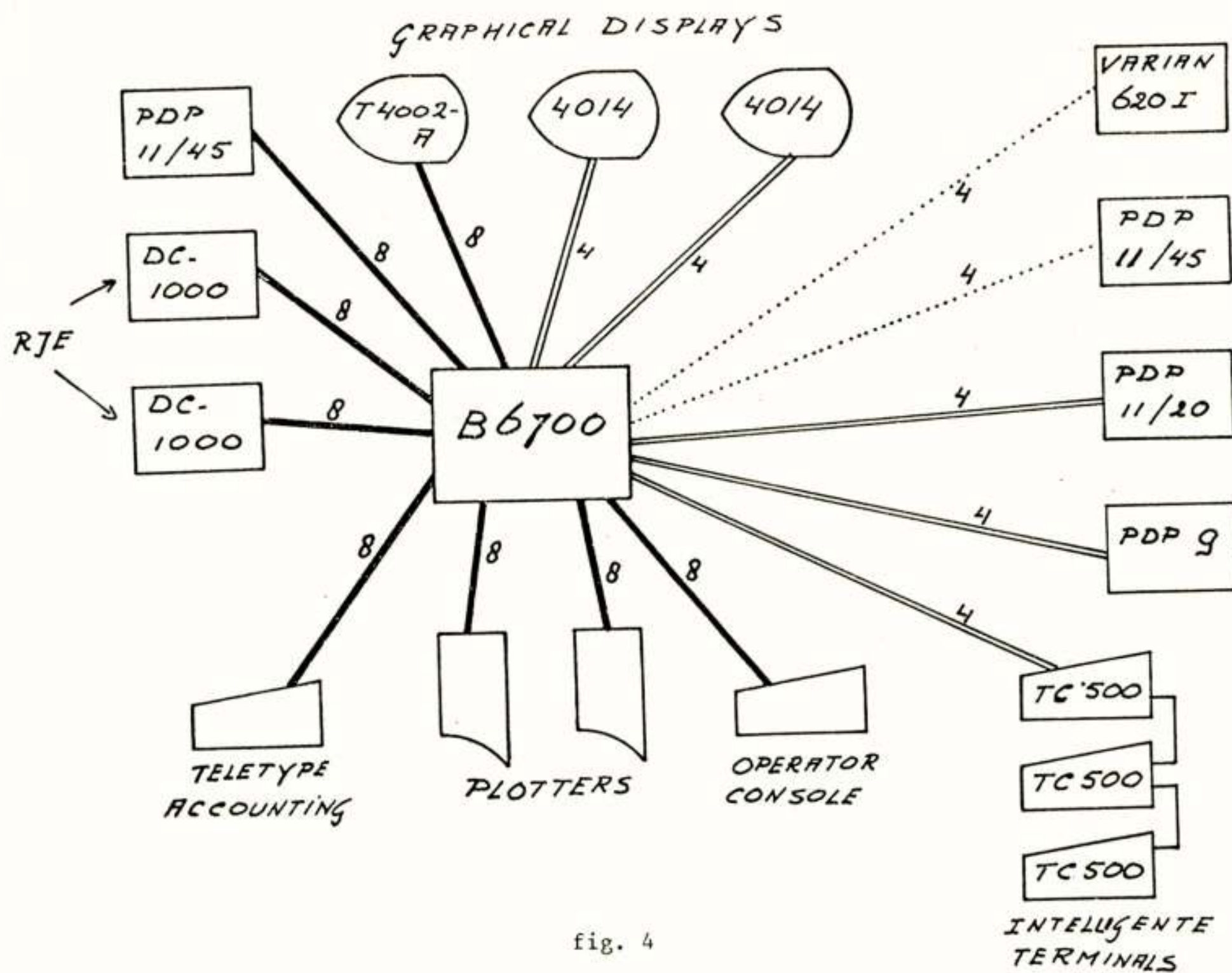


fig. 3





telefoonlijnen waarbij aan terminalzijde en aan B6700-zijde een modem is geïnstalleerd.

De verbindingen aangegeven met een 'acht' zijn modem-like verbindingen. Deze terminals staan zo dicht bij de B6700 dat ze met speciale 8-aderige kabels zijn verbonden zonder modems (zie hoofdstuk 2.4.2.).

### 2.3. Terminals buiten de THE (fig. 5a en 5b)

Dit netwerk bestaat voor een belangrijk gedeelte uit een aantal remote batch terminals geïnstalleerd bij diverse onderwijsinstellingen in Noord-Brabant en Limburg. Hieronder volgt een opsomming, waarbij is vermeld de naam van het instituut, het type terminal en gegevens over de verbinding.

H.T.S.-Breda, H.T.S.-Tilburg, H.T.S.-Venlo, H.T.S.-Eindhoven, H.I.S.-Eindhoven, alle met een Philips P855 terminal, vaste 4-draads verbinding, 2400 bps, synchrone transmissie. (bps = bits per seconde)

H.T.S.-Heerlen, Verkeersacademie-Tilburg, beide met een PDP 11/10, vaste 4-draads verbinding, 1200 bps, synchrone transmissie.

K.H.-Tilburg, Burroughs DC1000 remote batch terminal, vaste 4-draads verbinding, M-102 kwaliteit, 4800 bps, synchrone transmissie.

Daarnaast staan er bij de TH-Delft, de Katholieke Universiteit Nijmegen, de Katholieke Hogeschool Tilburg, de Medische Faculteit Maastricht, het St. Joris Lyceum in Eindhoven en het St. Josephziekenhuis in Eindhoven teletypes die via vaste 2-draads verbindingen (een 'twee' in figuur 5) of via kieslijnen (een 'K' in figuur 5) werken op de B6700 en soms op de P9200.

### 2.4. Twee THE-ontwerpen

In het voorgaande zullen waarschijnlijk twee punten zijn opgevallen: 1. plotters gekoppeld als terminals aan de DCP

2. de zogenaamde modem-like verbindingen via speciale 8-aderige kabels.

#### 2.4.1. De Plotter-interface (fig. 6)

De Burroughs B6700 kent, evenals vele andere vergelijkbare systemen, geen plotter als randapparaat zoals bijvoorbeeld een regeldrukker. De computerleveranciers adviseren de klant altijd tot de aanschaf van dure offline plot-apparatuur. Het is voor een gebruiker bijzonder moeilijk, zowel technisch als contractueel, zelf plotters te koppelen als randapparaten.

De enige mogelijkheid die overblijft is dan ook de plotters als een terminal aan de datacommunicatieprocessor te koppelen.

De daarbij nodige hardware en software is volledig door medewerkers van het THE-rekencentrum ontwikkeld. De hardware is gebouwd door de THE-technische dienst.

De plotter-interface wordt door de DCP gezien als een synchrone, 2400 bps, modem.

De datacommunicatieprocessor stuurt standaard ASCII-karakters over de lijn die door het interface worden omgezet in stuursignalen voor de plotter.

De volgende codering is vastgesteld:

Letter A, de plotter voert uit: pen up

Letter C, de plotter voert uit: drum down ↑

Letter E, de plotter voert uit: drum down, carriage right ↗

Letter G, de plotter voert uit: carriage right →



Letter I, de plotter voert uit: drum up, carriage right ↘  
 Letter K, de plotter voert uit: drum up ↓  
 Letter M, de plotter voert uit: drum up, carriage left ↙  
 Letter O, de plotter voert uit: carriage left ←  
 Letter Q, de plotter voert uit: drum down, carriage left ↙  
 Letter S, de plotter voert uit: pen down.

In figuur 6 is het blokschema van de plotter-interface geschetst. Het behoeft geen betoog dat op deze manier, hardware, een Calcompplotter aan elk computersysteem met datacommunicatiefaciliteiten kan worden aangesloten.

#### 2.4.2. De modem-like verbindingen (fig. 7 en 8)

Een aantal terminals variërend van een teletype tot een PDP 11/45 staat minder dan 50 meter van de datacommunicatieprocessor. Enerzijds zijn alle terminal-

verbindingen gestandaardiseerd met betrekking tot de CCITT-V24 interfacing, anderzijds is voor deze korte afstanden het gebruik van modems veel te kostbaar. Daarom zijn er door de technische dienst van de THE kabels voorzien van de 25-polige CANNON pluggen waarbij enkele aders aan beide zijden zijn verwisseld. Dit is voor asynchrone transmissie erg eenvoudig omdat daarbij geen kloksignaal vereist is. Het schema in figuur 7 spreekt voor zichzelf.

Bij wijze van proef is de graphical display T4002A (zie figuur 4) op deze manier gekoppeld waarbij de transmissiesnelheid 9600 bits per seconde bedraagt. Dit functioneert feilloos.

In het geval van synchrone transmissie moeten er twee extra voorzieningen worden getroffen.

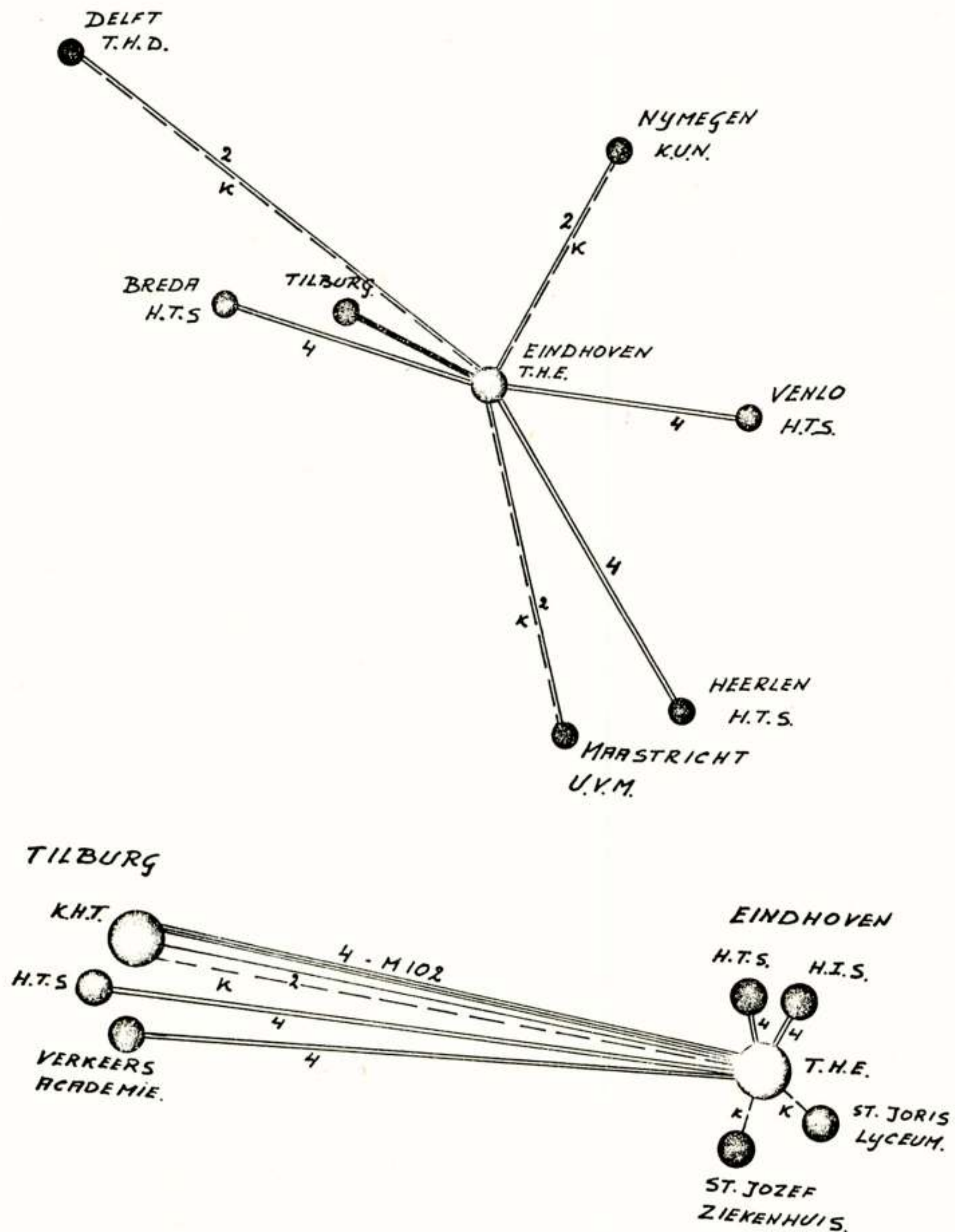


fig. 5



CONTROLLER FOR THE CALCOMP PLOTTER, TYPE S65.

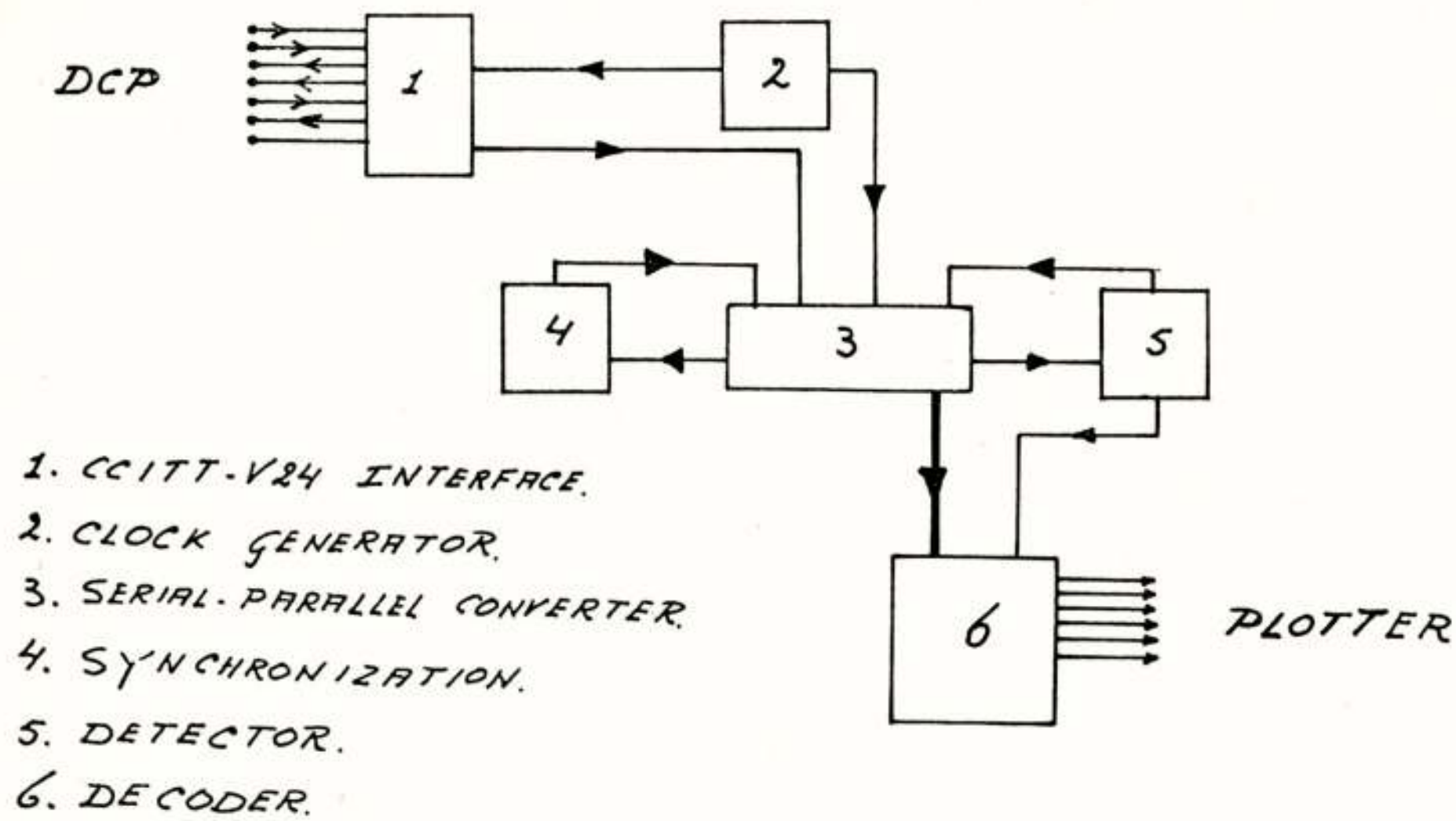
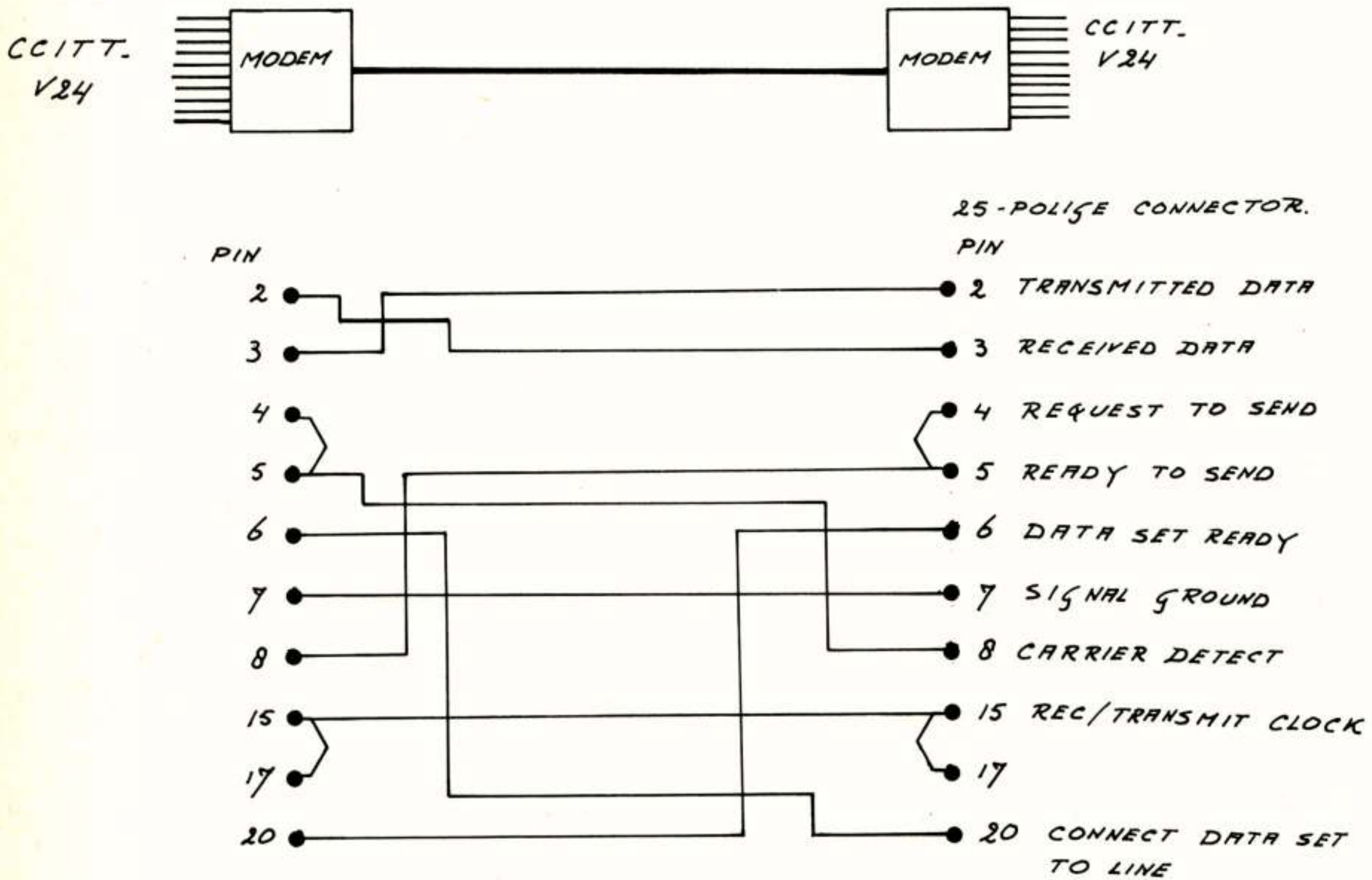


fig. 6



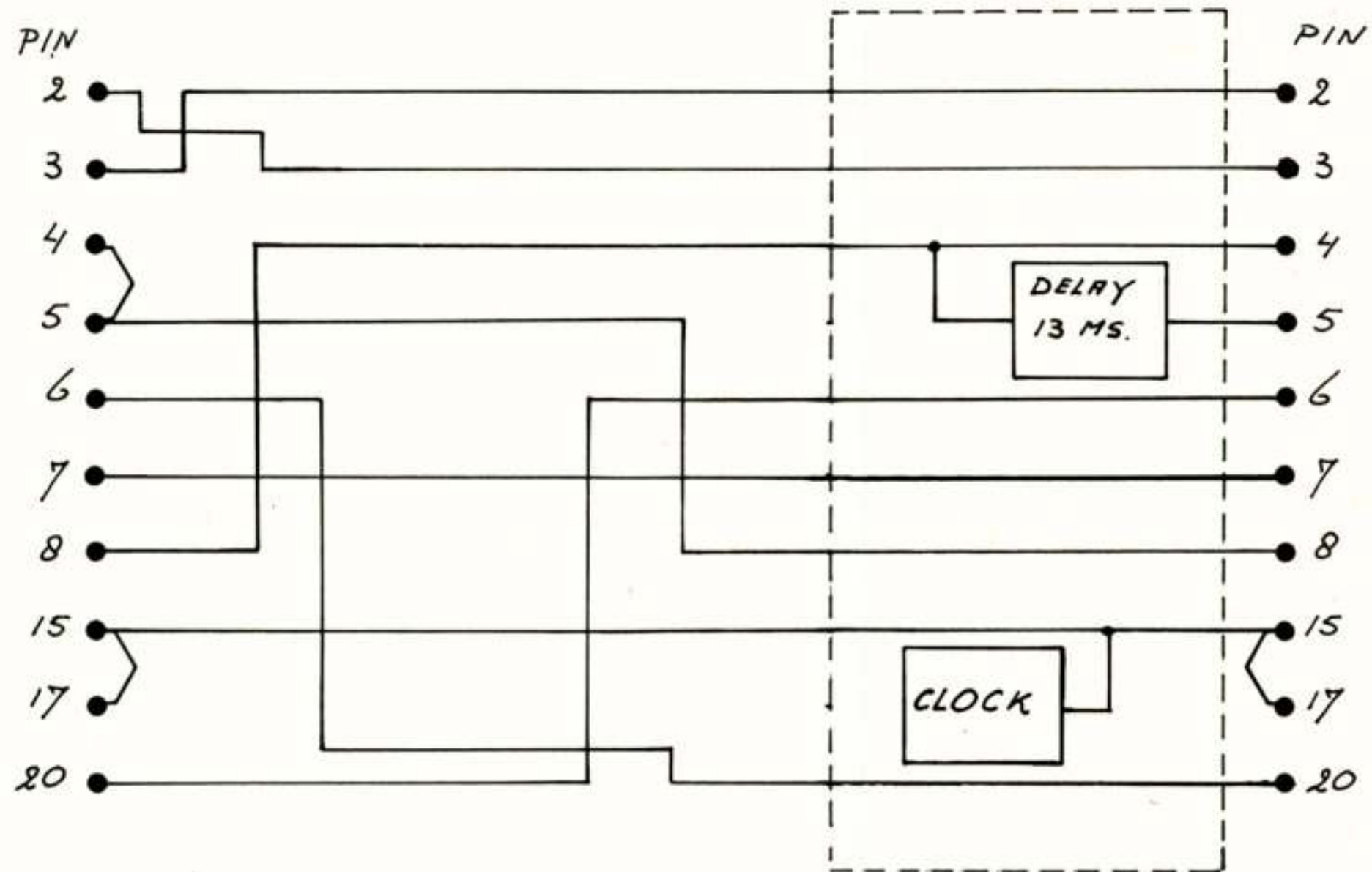
8-DRAADS VERBINDING COMPUTER ↔ TERMINAL  
 VOOR ASYNCHRONE TRANSMISSIE.

fig. 7



COMPUTER.

TERMINAL



8 - DRAADS VERBINDING COMPUTER ↔ TERMINAL  
VOOR SYNCHRONE TRANSMISSIE. (1200, 2400, 4800, 9600 BPS)

fig. 8

Bij modemverbindingen zorgen de modems altijd voor het kloksignaal. Nu er geen modems zijn moet er een kloksignaal gegenereerd worden. Daarbij eist de DCP dat er een delay is tussen 'request to send' en 'ready for sending'. Deze delay-tijd is noodzakelijk voor het initialiseren van de noodzakelijke buffers en registers in de DCP. De twee schakelingen, klokgenerator en delay-schakeling, zijn op een printplaat gemonteerd. Deze printplaat wordt in de terminal gemonteerd waarbij de terminal de +12V en -12V voeding levert.

In figuur 8 is het schema van deze verbinding getekend. In de praktijk wordt hiermee gewerkt over een afstand van 55 meter met een transmissiesnelheid van 4800 bits per seconde. De klokgenerator kan met straps worden ingesteld op 1200, 2400, 4800 of 9600 bits per seconde.

### 3. HET ONDERHOUD VAN HET DATACOMMUNICATIENETWERK

Bij de bouw van dit netwerk deden en doen zich vooral organisatorische problemen voor zoals levertijden van de apparatuur, aanvragen van telefoonlijnen bij de P.T.T., aanpassingen van de software en personeelsgebrek. Dit komt omdat enige vorm van planning door de snelle groei van het netwerk onmogelijk was. Wanneer een verbinding eenmaal in bedrijf is moet het onderhoud gegarandeerd worden. Ten aanzien van het onderhoud van een datacommu-

nicatienetwerk zoals dat in hoofdstuk 2 is beschreven kunnen vier belangrijke eisen geformuleerd worden.

1. Standaard interfacing
2. De apparatuur zoveel mogelijk van een leverancier betrekken
3. Goede procedures voor het lokaliseren en verhelpen van storingen
4. Enthousiaste, goede medewerkers.

Met betrekking tot de standaard interfacing is de afspraak gemaakt dat terminals en de computerpooten allemaal een CCITT-V24 interface moeten hebben. Hierdoor kunnen alle units in een datacommunicatieverbinding verwisseld worden, de voorraad reserve units kan beperkt blijven en er is maar een apparaat nodig voor het testen van de datacommunicatieverbindingen.

Het standpunt van het THE-Rekencentrum met betrekking tot datacommunicatieverbindingen is dat het THE-RC verantwoordelijk is tot en met de modem aan de terminalzijde.

Met uitzondering van de Burroughs apparatuur, de terminals en de Dyna Probe patch panels (zie hoofdstuk 4.2) wordt alle apparatuur geleverd door Philips: de P9200, de DS-7 (een datacommunicatiecentrale, zie hoofdstuk 4.1), de modems en modemtestapparatuur. Thans zijn in gebruik de modems type 8TR651 en 8TR653, Sematrans 1001 en 4802.



De modems type 8TR651 en 8TR653 zullen geleidelijk aan worden vervangen door Sematrans 202 en 2403 modems.

Het modemtestapparaat is een Sematest 2.

Ook met betrekking tot de aanschaf van terminals wordt getracht alles zo veel mogelijk van een leverancier te betrekken.

De voordelen van dit aankoopbeleid zijn:

1. In conflictsituaties is het aantal daarbij betrokken partijen zo klein mogelijk.
2. De mogelijkheid tot het plaatsen van grote orders waarbij quantumkorting kan worden bedongen.
3. De leveranciers gebruiken grote klanten vaak als reclame object waardoor de klant automatisch verzekerd is van een goede service bij leveringen en onderhoud.

Het moeilijkste aspect van het onderhoud van het netwerk is het ontwikkelen van procedures voor de afhandeling van storingen en de zorg dat alle daarbij betrokken partijen terdege op de hoogte zijn en zich aan de afspraken houden.

Hoe wordt een storing verholpen?

De melding komt binne bij de console-operator van de B6700. Deze controleert via zijn console de status van de verbinding. Wanneer blijkt dat software-wise alles in orde is waarschuwt hij een van de aanwezige technici (THE-personeel). De technicus gaat volgens een vastgestelde procedure alle elementen in de verbinding testen. Hij is in staat de storing te lokaliseren. Wanneer de terminal defect is dan is in principe de storing verholpen omdat de terminal niet onder de verantwoordelijkheid van het rekencentrum valt. Natuurlijk uitzonderd die terminals die eigendom zijn van het rekencentrum. Is een van de modems defect dan wordt deze vervangen. Wanneer de telefoonlijn gestoord blijkt te zijn dan moet de P.T.T. gewaarschuwd worden. (60% van de storingen zijn lijnstoringen)

Is de storing verholpen dan wordt dit gemeld aan de console-operator, die alles noteert in een logboek en de gebruiker waarschuwt.

De grootste moeilijkheden liggen hier bij de lijnstoringen vanwege het aantal instanties dat er dan bij betrokken is.

Het rekencentrum constateert de lijnstoring. Dan wordt de gebruiker aan de terminal gewaarschuwd dat hij bij de P.T.T. de storing moet melden. Dit is noodzakelijk omdat de gebruiker indertijd op administratieve en budgettaire gronden de lijn heeft aangevraagd. Ontvangt de P.T.T. de melding dan wordt met het rekencentrum contact opgenomen om te informeren wat er aan de hand is omdat men weet dat het rekencentrum over testapparatuur beschikt. Wanneer na korte of langere tijd de verbinding hersteld is wordt het rekencentrum gevraagd de lijn te testen. Daarna wordt degene die de storing heeft gemeld gewaarschuwd, als hij nog te bereiken is.

Het is duidelijk dat bij deze gang van zaken er heel wat fout kan gaan.

Het zou dan ook veel beter functioneren wanneer het rekencentrum de storing bij de P.T.T. kan melden.

Nog eenvoudiger zou het zijn wanneer aanvragen voor nieuwe lijnen door het rekencentrum kunnen worden ingediend onder vermelding van de instantie die de installatiekosten en de huur voor zijn rekening neemt.

Uit het voorgaande is al duidelijk dat de bouw en het onderhoud van een datacommunicatienetwerk alleen met enthousiaste medewerkers kan worden uitgevoerd. Het is bovendien uiterst belangrijk dat er een hechte samenwerking is tussen de datacommunicatiesoftware specialisten uit de groep systeemp programmeurs en de hardware specialisten uit de groep operaties van het rekencentrum.

#### 4. UITBREIDINGEN EN NIEUWE ONTWIKKELINGEN

Binnen de termijn van een jaar zullen de volgende terminals worden gekoppeld aan de B6700:

PDP 11/20, PDP 11/45, Philips P855, PRIME, DATAPOINT 2200, Burroughs TD820 en Cassette-recorders.

Cassetterecorders omdat deze evenals de plotters niet als randapparaat kunnen worden aangesloten.

Daarnaast zal het Time-Sharing netwerk (zie figuur 3) aanzienlijk worden uitgebreid omdat het gebruik van de computer in het reguliere onderwijs steeds verder zal toenemen. (het THE-geïndividualiseerd onderwijssysteem, computer aided instruction, etc.) Om deze groei op te kunnen vangen is een datacommunicatiecentrale besteld. Dit is een DS-7 van Philips telecommunicatie Industrie. De DS-7 wordt besproken in hoofdstuk 4.1.

Zoals het zich nu laat aanzien zal het THE-datacommunicatienetwerk tegen het einde van 1976 ongeveer 200 verbindingen bevatten. Om een dergelijk netwerk goed te kunnen onderhouden is een grondige herziening van de in 1970 gebouwde modemkasten noodzakelijk. Er is dan ook een datacommunicatiecentrum ontworpen dat in hoofdstuk 4.2 zal worden besproken.

##### 4.1 DE DS-7

Al spoedig na de in gebruik name van het Time-Sharing netwerk bleek dat de telefooncentrale van de Technische Hogeschool na verloop van tijd te klein zou zijn. Een uitbreiding van deze huiscentrale zou tenminste 500.000 gulden kosten. Daarbij was er sprake van vervanging van de huiscentrale door een nieuwe medio 1976/1977. Men heeft toen gezocht naar alternatieve en tevens goedkopere oplossingen om toch de noodzakelijke uitbreidingen te kunnen realiseren. Een zogenaamde DS-7 van Philips Telecommunicatie Industrie is toen gekozen. De DS-7 is van oorsprong een telexcentrale voor het



DS-714 message switching system. Enkele hardware wijzigingen waren noodzakelijk om de DS-7 geschikt te maken voor de THE-toepassingen. De woordlengte is 16 bits, de cyclustijd bedraagt 2 microseconden en de geheugen-grootte is 8192 woorden.

Het bedrijfssysteem van de DS-7 is door twee afstudeerders van de HIO (Hogere Informatica Opleidingen) ontwikkeld.

In figuur 9 is de nieuwe opzet van het time-sharing netwerk met de DS-7 als centrale geschetst.

Een gebruiker krijgt altijd verbinding met de DS-7. Dan moet hij door het aanslaan van een "P" of een "B" aangeven op welk systeem hij wil werken. Is er een verbinding beschikbaar dan start de DS-7 automatisch de initialisatieprocedure voor de P9200 of de B6700. Wanneer er geen verbinding beschikbaar is ontvangt de gebruiker het bericht: "no lines available".

Voor de verbindingen met de P9200 wordt een terminallijn verbonden met een P9200-lijn via tabellen in het geheugen van de DS-7. De berichten van de gebruikers voor de B6700 worden achter elkaar via een 'snelle' verbinding naar de DCP gezonden. (multiplexfunctie) Ten hoogste 48 van de 80 aangesloten terminals kunnen tegelijkertijd actief zijn, de P9200 met 32, en de B6700 met 16 terminals.

De interfacing van de P9200 is niet conform de CCITT-V24 specificaties. Daarom moet er tussen de P9200 en de DS-7 een extra aanpassing worden geplaatst. De HL-unit wordt hier gebruikt voor kieslijnen zodat alle

30 terminallijnen er voor de DS-7 hetzelfde uitzien, waardoor de afhandeling van het berichtenverkeer door het bedrijfssysteem relatief eenvoudig kan blijven.

Bij de DS-7 zullen door de vakgroep Telecommunicatie van de afdeling der Elektrotechniek van de THE ontwikkelde 110 bps. asynchrone modems worden gebruikt.

#### 4.2 HET DATACOMMUNICATIECENTRUM

De snelle groei van het datacommunicatienetwerk maakte het noodzakelijk de bestaande modemkast uit te breiden. Aangezien deze modemkast niet voldoet aan de meest elementaire eisen is besloten een nieuw ontwerp te maken. Het resultaat is een datacommunicatiecentrum dat bestaat uit de DS-7 en een aantal modemkasten. Een modemkast is een 19 inch kast waarin de modems, een PTT-verdeeldoos, een Dyna Probe patch panel en eventueel interfaces zijn gemonteerd. Er zijn twee typen, een voor vaste 4-draads verbindingen en een voor 2-draads verbindingen. (vaste lijnen of kieslijnen) In de kasten voor 4-draadsverbindingen zijn 8 modems gemonteerd, in die voor 2-draadsverbindingen zitten 16 modems.

Het principe van de Dyna Probe patch panels is geschetst in figuur 10. Standaard zijn de met pijlen aangegeven verbindingen gemaakt. Met speciale pluggen kunnen deze verbindingen worden verbroken en kan bijvoorbeeld de modem worden aangesloten op een andere computerpoort of telefoonlijn. Een Dyna Probe patch panel heeft deze faciliteiten voor 16 datacommunicatieverbindingen.

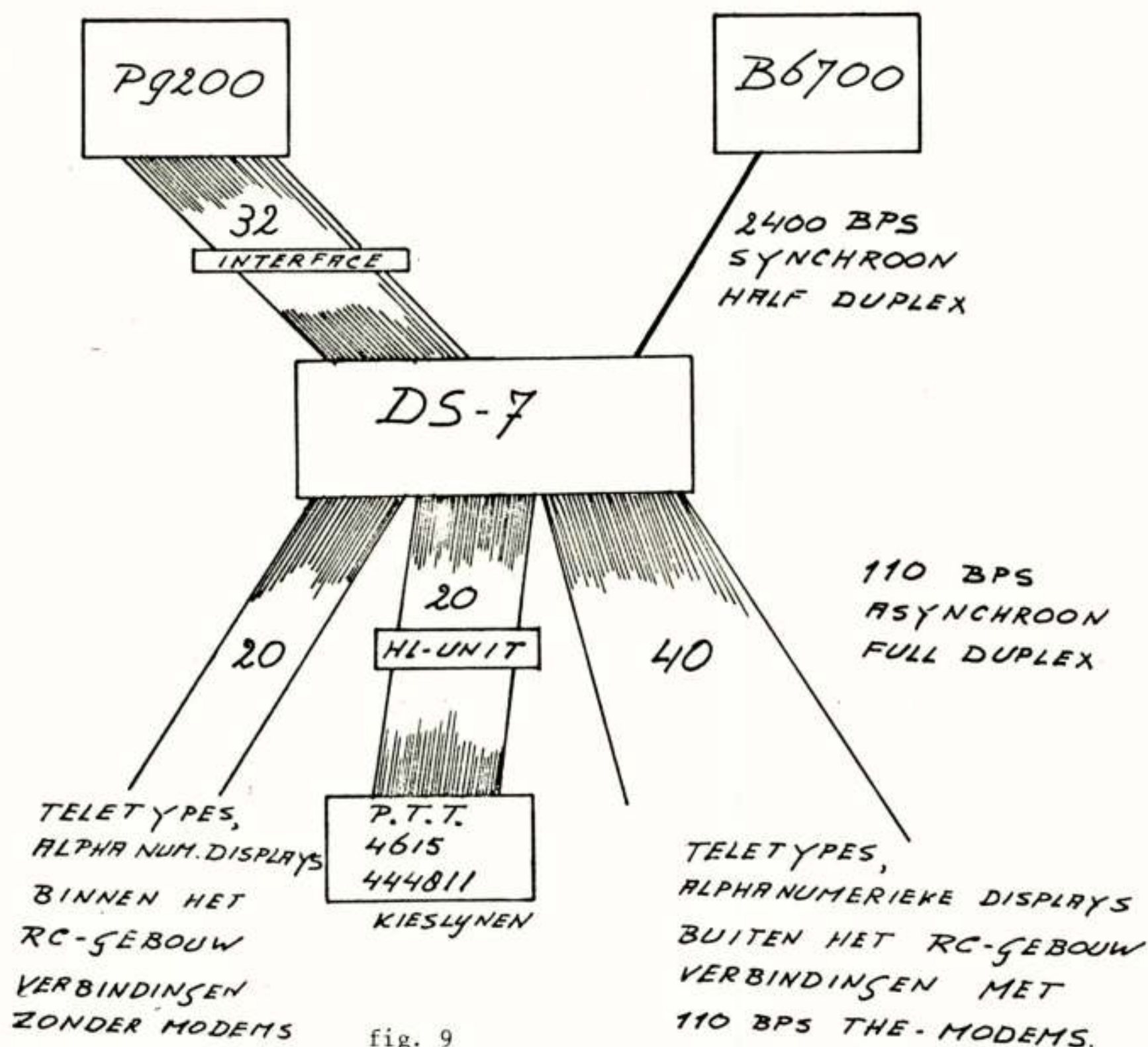


fig. 9



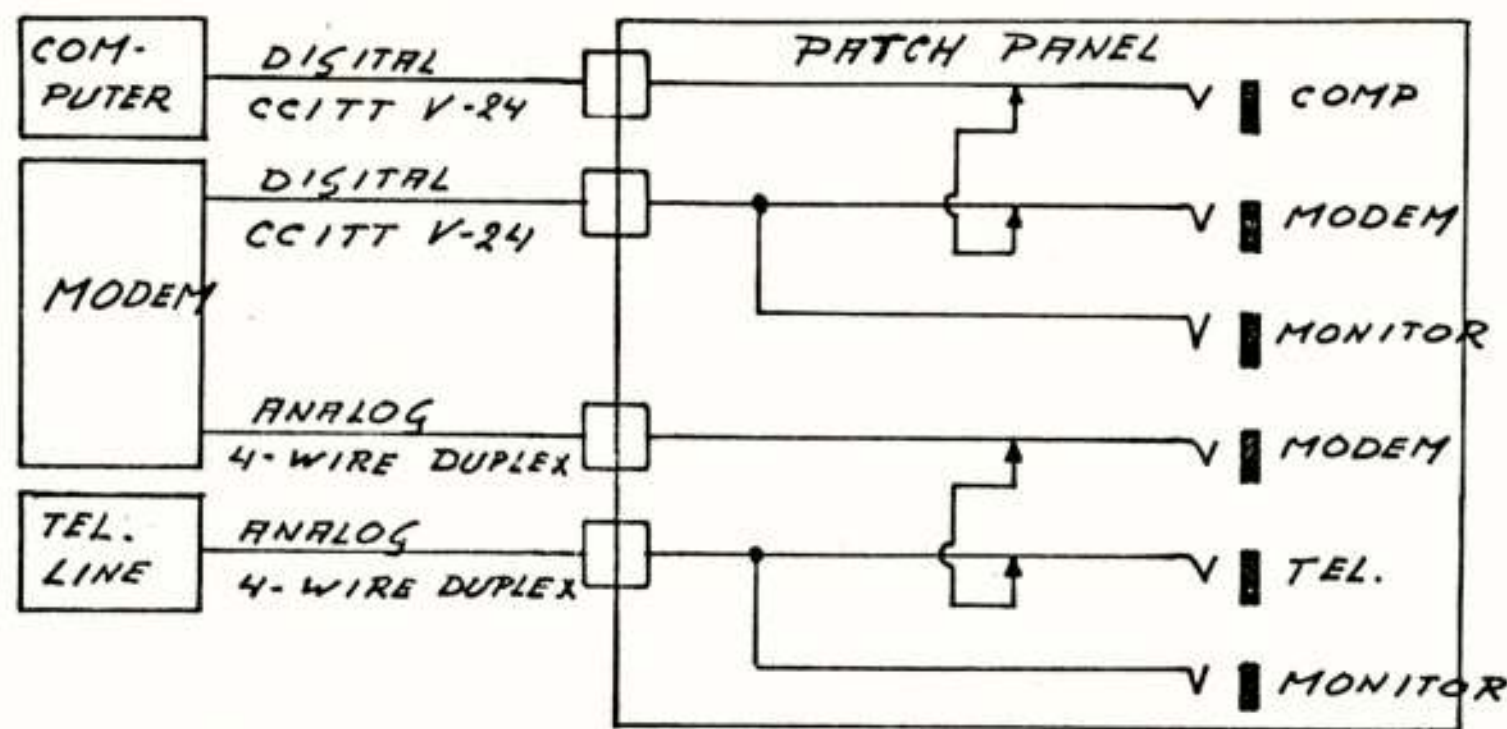


fig. 10

dingen. Ook de aansluitingen met de in hoofdstuk 2.4.2 besproken modem-like verbinding lopen via een patch panel. In de modemkast voor 4-draadsverbindingen zijn nog 8 plaatsen hiervoor beschikbaar. In figuur 10 vervallen voor deze verbindingen de telefoonlijn en de modem. in plaats van de modem komt nu direct een terminal. (teletype, plotter, graphical display, minicomputer)

Er worden thans 8 modemkasten gebouwd.

Deze opzet biedt meer mogelijkheden voor uitbreiding, onderhoud en wijzigingen van het netwerk.

## 5. SLOT

Het THE-datacommunicatienetwerk dat in twee jaren is gegroeid van een klein time-sharing netwerk rond de P9200 tot een netwerk met de in het voorgaande besproker omvang is op geen enkele manier gestructureerd opgezet. Het meest opvallende aspect van het THE-datacommunicatie netwerk is het grote aantal verschillende soorten terminals dat is aangesloten.

Voordracht gehouden 25 februari 1975 op de THEindhoven, tijdens een gemeenschappelijke vergadering van het NERG (no. 244), de Benelux Section IEEE, de sectie voor Telecommunicatietechniek KIVI en het Nederlands Rekenmachine Genootschap.



DATA COMMUNICATIONS SYSTEM OF BURROUGHS B6700  
AND SATCOM SOFTWARE FOR CONNECTING OF SATELLITE COMPUTERS

by ir. J. Hajek

Computing Centre, Eindhoven University of Technology, the Netherlands

Hardware is a carrier of software,  
software is a carrier of ideas.  
(Software engineer's point of view)

After a few words are said about general characteristics of Burroughs B6700 large computer system, the structure of its data communications system is described with heavy emphases on software aspects. Thereafter follows the description of SATCOM data communications software which extends the standard Remote Job Entry capabilities of the B6700 with binary (transparent USASCII-67) synchronous multistation line discipline. Further SATCOM implements universal message consuming and producing processes for generalized on-line creation, updating and transfer of files in batch mode between the B6700 and a set of arbitrary satellite computers programmed to conform with SATCOM specifications.

## 0. INTRODUCTION

Mid 1974, one and a half year after the installation of the B6700 in the Computing Centre of the Eindhoven University of Technology, our SATCOM star-form "network" of seven satellite computers (five Philips P855 and two Digital Equipment Corp. PDP-11/10) became operational as Remote Job Entries. Several other minicomputers are currently being programmed to conform with our SATCOM specifications (which are independent of the type of a satellite) and to be used as RJE's and/or signal processing machines. Interactive communication with the B6700 will be also possible. Each satellite can send commands and data to the B6700 and can receive responses and data from the B6700 via point-to-point, half-duplex, USASCII-67 and transparent synchronous links. So far the inter-satellite communication was not implemented because of the organizational independence of the owners of the current satellites.

The final purpose of this paper is to explain how SATCOM data communications system for connecting of satellite computers to the B6700 on our University works. For any specific system description an overall understanding of the environment in which this specific subsystem operates is necessary. For this reason basics of the architecture and functioning of data communications on the B6700 have to be explained first. The first part of this article can thus be used as an introductory reading for those who don't merely want to see the remote computing on the B6700 to be performed by a black box. Those who are deeper interested in this subject will always have to refer to Burroughs manuals and other literature and this paper could be used as a guide for their study. In spite of the fact that the specific B6700 system is described here, the author is convinced that there are many

generally valuable concepts which can be illustrated by describing this specific system.

## 1. ABBREVIATIONS AND TERMS

::=	this BNF metalinguistic symbol means "is defined as"
< >	::= BNF metalinguistic brackets enclosing a BNF metalinguistic formula
[ ]	::= when on the right side of the ::= symbol, brackets enclose the BNF metalinguistic variable expressed in English
	::= BNF metalinguistic "or"
%	::= comment
#	::= number
AC	::= Adapter Cluster (hardware belonging to the DCP)
BEA	::= Burroughs Extended ALGOL
BNF	::= Backus-Naur Form
CAN	::= Cluster Attention Needed. An interrupt from the Adapter Cluster to the DCP.
CPU	::= Central Processing Unit
CQ	::= Current Queue. Optional queues for message flow from the DCC into the MCS.
CRT	::= cathode-ray tube
DCALGOL	::= Data Communications ALGOL (extended BEA)
DCC	::= Data Communications Controller (MCP's daughter process, one per each DCP)
DCP	::= Data Communications Processor of the B6700
DCPOS	::= DCP's operating system (one on each DCP)
ESPOL	::= Executive System Programming Language
input	::= refers by default to the B6700 unless explicitly specified otherwise
LA	::= Line Adapter (hardware belonging to the AC)
line	::= physical link between the terminal and the



DCP

LM ::= Local Memory of the DCP

LSN ::= Logical Station Number. Assigned by the NDL compiler to each station for unique identification of the source or destination of messages.

mainframe ::= refers by default to the B6700's mainframe (exclusively DCPs) unless explicitly specified otherwise

MCP ::= Master Control Program of the B6700. This basic operating system of the B6700 mainframe is written in ESPOL.

MCS ::= Message Control System. MCSs are extensions of the MCP which control communications with remote stations. Each station must have one and only one MCS assigned as its controlling MCS, but switching is possible. MCSs are written in DCALGOL.

MM ::= Main Memory of the B6700 mainframe

msg ::= message. A B6700 message is a variable which has a form of an array of words. This special array consists of two parts: the header containing the control information and the text part.

NDL ::= Network Definition Language in which the particular data communications network can be described i.e. terminals, stations, DCPs, lines, LA, AC, etc. and such parts of DCPOS as procedures CONTROL, TRANSMIT and RECEIVE

OJ ::= object job i.e. an application program supplied by the user via on-site or remote peripheral devices

output ::= refers by default to the B6700 unless explicitly specified otherwise

PACK ::= exchangeable moving-head disk

PCB ::= Process Control Block on the DCP

PQ ::= Primary Queue. An obligatory queue for the message flow from the DCC into the MCS.

Q ::= queue. The B6700 queue is a linked list of messages into/from which it is possible to link/delink (i.e. INSERT/REMOVE) messages at both ends of the linked list.

REQQ ::= Request Queue (one per DCP) for message flow from the DCC into the DCP

RESQ ::= Result Queue (one per DCP) for message flow from the DCP into the DCC

RJE ::= Remote Job Entry

SA ::= station address as defined in NDL. Identifies a station defined upon the particular terminal connected via the particular line. SA is coded as a short string of consecutive characters in each message.

SAN ::= System Attention Needed. An interrupt from the mainframe to the DCP.

SATCO ::= any satellite computer programmed so that it conforms with SATCOM specifications

SATCOOS ::= SATCO's operating system

SATjxy ::= station defined upon SATCO (for values of j and of xy see fig. 3.)

seq ::= sequence (mostly sequence of characters)

SM ::= Scratch-pad Memory of the DCP

SPO ::= supervising operator's console at the B6700's mainframe

STA ::= station as a logical entity defined in NDL upon a physical terminal. The station is identified by its station address (SA) which relates with the LSN. There may be defined more than one station upon one terminal. There will be always only one SATCO connected via one line (see TERM#j on fig. 1.).

TERM ::= terminal as a physical device. Each SATCO is a terminal.

THE ::= Technische Hogeschool Eindhoven (i.e. Eindhoven University of Technology)

TTY ::= teletype

WFL ::= Work Flow Management Language (formerly: Job Control Language)

## 2. GENERAL CHARACTERISTICS OF THE B6700 MAINFRAME SOFTWARE

The B6700 can be characterized as a large, 52 bits per word, general purpose computer capable of multiprogramming, multiprocessing and time-sharing with an advanced, flexible (programable in ALGOL-like languages) data communications system. Especially the consequent and frequent exploitation of a hardware stack mechanism on the mainframe, enabled the implementation and the use of the following features through virtually all mainframe software:

- Nested blocks and re-entrant procedures and programs.
- All system software is written in ALGOL-like languages, there is no assembler. Application programs (OJ) can be written in ALGOL (BEA), DCALGOL, FORTRAN, COBOL, PL/1, etc.
- Processes can fire-up other daughter processes (offsprings) which will run dependently or independently but always arbitrarily asynchronously (depends on the programmer) of their parent process (ancestor). Each process has its own stack which contains all the information about the current state of the process's progress. Ancestors and their offsprings then form saguaro-like (Mexican cactus) structures of stacks linked by Descriptors, Control and Reference Words. Variables of the following types can be declared, defined and manipulated by the mainframe software: BOOLEAN, bit-field, character, WORD, INTEGER, REAL, ARRAY, MESSAGE, QUEUE, QUEUE ARRAY, FILE, POINTER, EVENT, EVENT ARRAY, software INTERRUPT, TASK, TASK and FILE ATTRIBUTES and many others. Powerful operations are available for the manipulation of these variables (e.g. a call on system functions can ALLOCATE a



MESSAGE and INSERT it into or REMOVE it from a QUEUE). Descriptions of processes (i.e. texts of procedures and programs) heavily rely on calls on user supplied or system intrinsic functions, nested blocks (BEGIN... BEGIN...END...END) and on the use of restricted control statements (IF...THEN...ELSE...; WHILE...DO...; FOR... STEP...UNTIL...DO...; CASE...OF...;).

- Dynamic storage allocation and virtual store.

### 3. STRUCTURE OF THE B6700 DATA COMMUNICATIONS SYSTEM

#### 3.1. Hardware structure of the B6700 data communications system

There are three kinds of processors on the B6700: central processors (CPU), I/O-processors and Data Communications Processors (DCP). From the whole I/O-processor it is the Memory Exchange and the Memory Interface which are necessary for the connection of the DCP to the Main Memory. The Memory Exchange allows sharing of the Memory Interface between the I/O-processor and DCPs.

The I/O-processor receives instructions from CPUs and executes them. This way the I/O-processor controls the transfer of data between the Main Memory and floating channels (I/O bus) to which all on-site conventional peripheral devices are connected via their peripheral control units. The transfer of data proceeds independently of CPUs.

The Data Communications Processor (DCP) is a special purpose front-end computer with its own processing unit, fast (650 nsec) Local Memory (LM), very fast (90 nsec) Scratch-pad Memory (SM), and up to 16 Adapter Clusters (AC), each with up to 16 Line Adapters (LA), each for one simplex or half-duplex line. One DCP can handle a simultaneous transfer of characters over up to 256 communication lines. A part of that task is answering calls, terminating calls, observing the formal line disciplines (e.g. contention, polling or anything else) and formatting of messages.

The Adapter Cluster (AC) is the hardware interface between the DCP and Line Adapters. Basic functions of the Adapter Cluster are:

- Line termination: scanning, clocking and temporary storage of up to two characters.
- Composition/decomposition of characters from/into bits.
- Synchronization initiation and maintenance.
- Timing operations necessary for the line discipline.
- Some character recognition (e.g. a SYN character).
- Information exchange with DCPs.

Available Line Adapter (LA) types allow each AC to interface electrically with one simplex or half-duplex point-to-point or multipoint line, leased or switched, connected directly or via a modem. Each Line Adapter terminates such a line. For full-duplex mode of

operation two adapters and two slots in an Adapter Cluster are needed.

The line and if necessary one pair of modems accomplish the physical connection between the remote terminal and the B6700.

A terminal can be one of a wide variety of devices such as key-driven peripherals (e.g. TTY, CRT display), any computer, plotter etc.

#### 3.2. Software structure of the B6700 data communications system

The final purpose of the whole datacom system (fig. 1) is to enable a flow of data between terminals and object jobs or between several terminals. The user should be able to program all I/O statements for remote devices in the same manner as for conventional peripherals. To achieve this goal the data have to undergo several transformations which are executed sometimes by hardware (data in a simple form) but mostly in software (data in more complex form). We shall distinguish six intermediate levels of data representation and handling.

The lowest is the so called line-level which corresponds with the physical flow of bits over the line. When the physical characteristics of the line are not suitable for the required mode of transmission so that it is impossible to use a direct connection, in most cases a pair of modems must be used in order to achieve the acceptable line characteristics. Electrical pulses representing data-bits are fed into the modulator, transformed into a modulated signal and then transmitted over the (telephone) line. On the other side of the line the signal comes into the demodulator, where it is retransformed into original bit-patterns and forwarded into the data communications system. On the B6700 the Adapter Cluster assembles line-bits into characters and forwards them to the DCP. It is possible to transmit and receive characters in different codes (e.g. USASCII, EBCDIC, etc.). The code used by the particular terminal must be defined in the Network Definition Language (NDL) source program (SOURCENDL).

On the DCP-level characters can be recognized and handled. The DCP converts all incoming characters into EBCDIC characters (the internal code of the B6700 datacom). Transparent bytes are mapped on EBCDIC. The DCP is a programmable special purpose front-end computer designed to assemble/disassemble messages from/into characters in cooperation with the B6700 mainframe and with Adapter Clusters. Information about the physical and logical characteristics of the network must be built into the operating system of the DCP (DCPOS) via the SOURCENDL program. NDL is a language in which the data communications network can be defined i.e. which Line Adapters are used, which terminals are connected, according to which conventions shall the conversation take place (the line



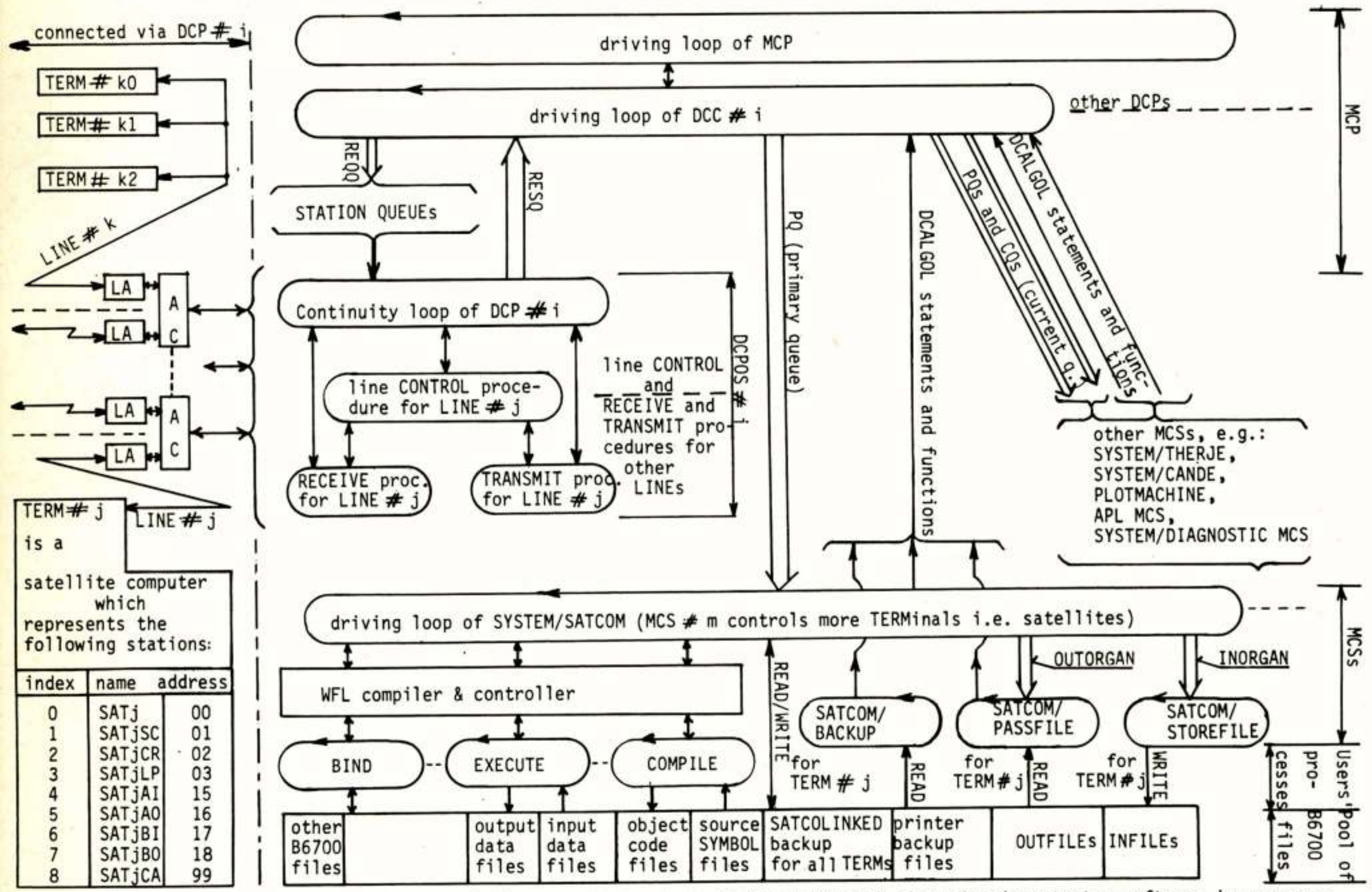


Fig. 1. Diagram of the general structure of the B6700 data communications system software in progress and of SYSTEM/SATCOM in particular

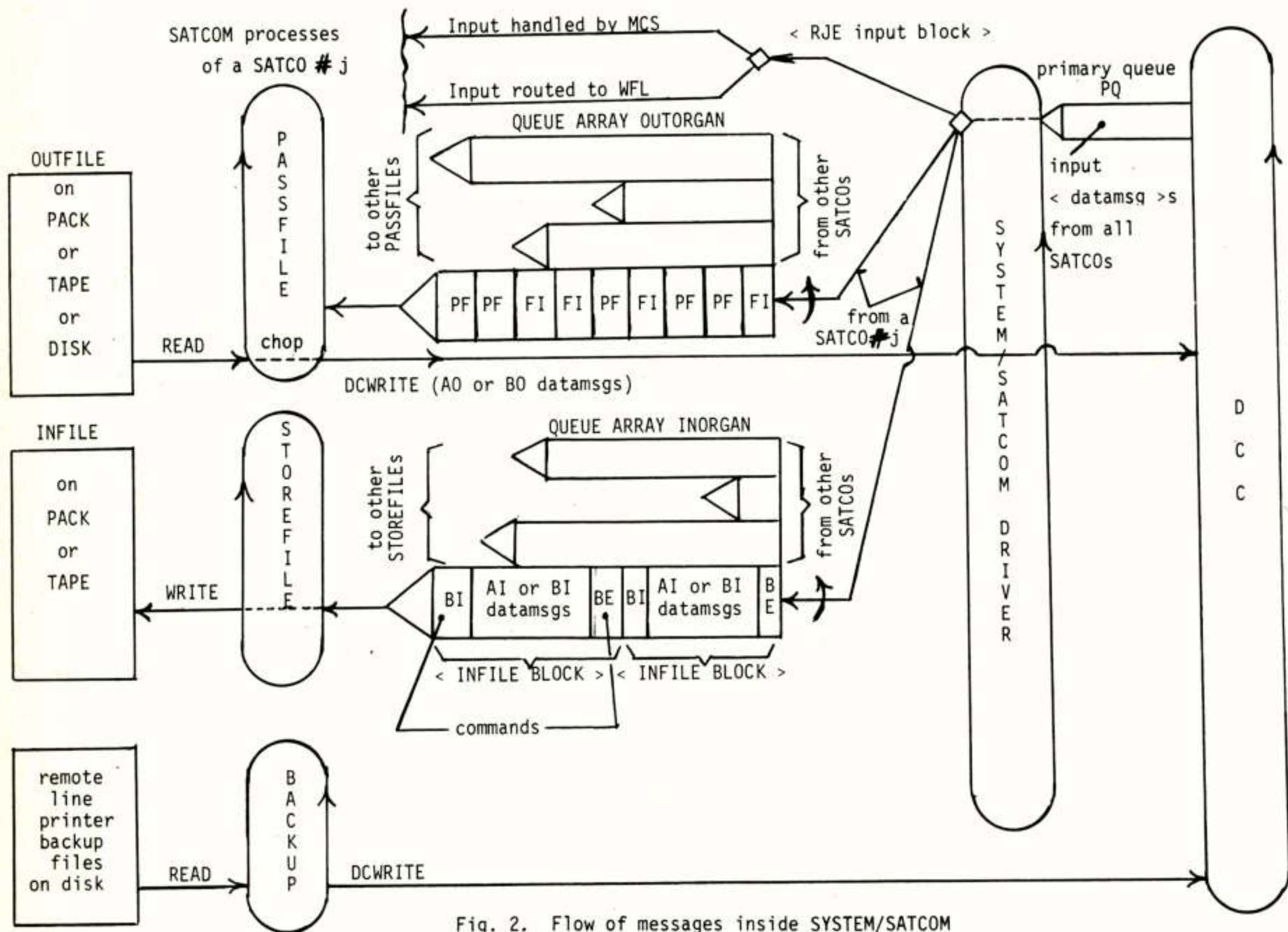


Fig. 2. Flow of messages inside SYSTEM/SATCOM



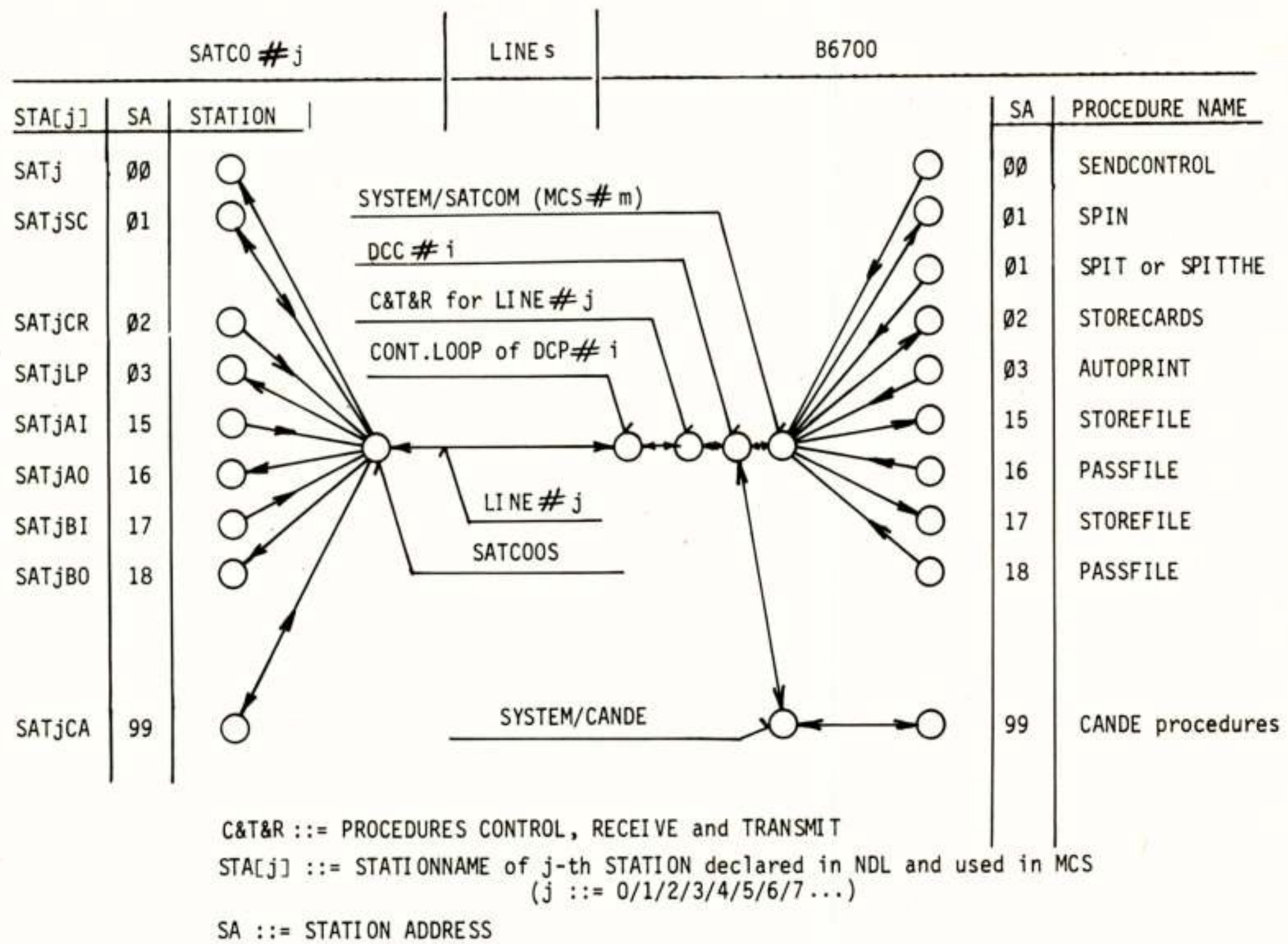


Fig. 3. Message switching diagram

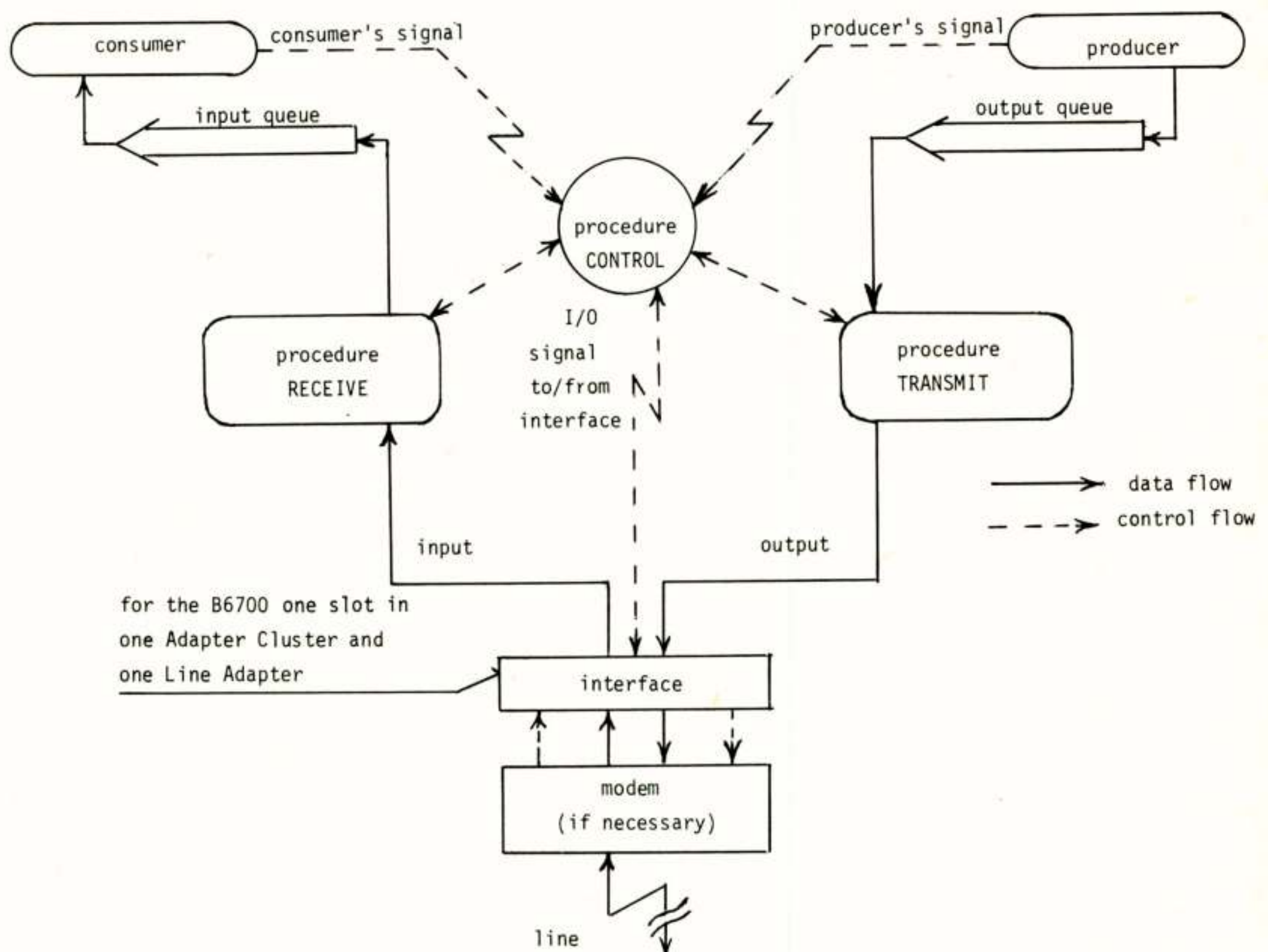


Fig. 4. Interaction between the system and the line.



discipline) etc. For this purpose the SOURCENDL program is separated into eleven sections (CONSTANT, MCS, TRANS-LATETABLE, CONTROL, REQUEST which contains procedures RECEIVE and TRANSMIT, MODEM, TERMINAL, STATION, LINE, DCP and FILE section) in which different aspects of the network are described. The SOURCENDL program is compiled on the B6700 and the products of this compilation are the mainframe datacom files and tables and the DCPOS which can read/write words, belonging to the particular message, from/into the Main Memory. When the whole message was accumulated and linked into a Result Queue it will be processed by the Data Communications Controller (DCC). Before we step over to the next level, few words about how the DCP achieves its multiprogramming capability to serve up to 256 lines simultaneously.

The operating system of the DCP (DCPOS) consists of a very short driving loop called the Continuity Loop which senses hardware interrupts coming from the mainframe (SAN i.e. System-Attention-Needed) and from Adapter Clusters (CAN i.e. Cluster-Attention-Needed) and proceeds accordingly with the execution of procedures CONTROL or TRANSMIT or RECEIVE for each particular line. These procedures implement the line discipline defined in the SOURCENDL for each line. As the DCP has only one processor, one procedure for one line can be partially executed (i.e. few statements only) at a time. Such a partial execution can be e.g. passing of one character to the Adapter Cluster or one word to the Main Memory (MM). Thereafter the current state-of-progress of the procedure is saved in the Local Memory (LM) as a Process Control Block (PCB) and after that the PCB of another procedure controlling eventually another line will be copied from the Local Memory into the Scratchpad Memory (SM) and the next portion of this procedure will be executed. Thus on the DCP the PCB has the same basic function as a stack has on the mainframe, namely to save the current state-of-progress of the process in execution. For the specific, predictable and thus limited scope of DCP's operations a fixed size PCB was sufficient and the dynamic stack mechanism was thus not necessary. After the DCPOS is loaded by its bootstrap from the mainframe into the DCP, it executes instructions which can read/write the Main Memory and also interact with (control, read, write) Adapter Clusters. The very simplified general diagram of interactions between the software (the DCPOS or the SATCOOS) and one line is illustrated in fig. 4.

On the DCC-level Master Control Program's (MCP) daughter process called Data Communications Controller (DCC) converts for each message the LSN from/into the physical station address, checks the validity of the message header and routes messages via proper queues to their Message Control Systems (MCS) or to object jobs. Between the DCP and the DCC messages flow (in fact

messages are linked into and delinked from system queues and not actually moved in the Main Memory) through two queues: the Result Queue (RESQ) and the Request Queue (REQQ).

Next comes the MCS-level. The DCC can exchange messages directly with object jobs running on the B6700 mainframe or indirectly via the Message Control System (MCS) assigned in the SOURCENDL as the controlling MCS for the particular station or set of stations. The DCC passes the message to the MCS by inserting it into the Primary Queue (PQ) or into Current Queues (CQ) declared in that MCS. There must be at least one (Primary) queue declared and initialized in each MCS. The MCS can pass its messages to the DCC by executing special functions (mostly those belonging to the set of DCWRITE functions). In the case of MCS-less communication between the object job and the DCC, I/O intrinsics (routines bound to the MCP) will provide the only interface. If designed and programmed properly, the MCS can create, receive, transmit, switch and destroy messages, maintain security on the message flow and the file use and handle exceptional conditions. Normal MCS is any "meaningful program" written in DCALGOL with at least one (Primary) queue declared and this program must be assigned as a controlling MCS to at least one station. As any program, MCS can create, control, communicate with and kill his own daughter processes which can be built up according to messages coming from the outside world. When the MCS decides to be involved in the traffic between the OJ-process and the station, it causes all messages flowing from that process to the station or vice versa to enter the controlling MCS. If the MCS decides not to be involved, all good messages are going directly from the process to the station or vice versa but exceptional messages (e.g. errors) may still flow into the MCS. The DCALGOL statements and functions enable the MCS to arbitrarily interrogate and manipulate the message stream between the object job and the station (or family of stations). Burroughs Corporation supplies several standard MCSs. The SYSTEM/RJE MCS can control "any" number of Remote Job Entries. The SYSTEM/CANDE MCS can control "any" number of key-driven terminals (e.g. TTYs, CRT displays and Burroughs office terminals). CANDE is a Command-AND-Edit-language which provides generalised file preparation and updating capabilities for an interactive mode of use. The SYSTEM/DIAGNOSTICMCS is an extremely useful tool for line-monitoring and debugging purposes.

On the OJ-level object jobs can interact (via I/O intrinsics) with the terminal using only the OPEN, READ, WRITE and CLOSE statements operating on its own logical files declared either as normal or remote files. In the SOURCENDL and in MCSs relations between remote files and stations can be established. For the application programmer there are no fundamental differences between remote files and normal (i.e. non-remote) files.



Finally the highest human-level of interactive communication can be used. Selected messages can be displayed and entered so that the man-machine interaction feedback loop is closed.

The result of the above described "leveling" is that application programmers and SPO-operators are saved from the necessity to possess any knowledge about the peculiarities of data communications. Such a concept combined with the passing of messages to the DCC by means of MCS's calls on MCP's intrinsic functions (mostly DCWRITES) has another major advantage. Errors introduced during the patching and testing will mostly disturb the functioning of that process (e.g. one STOREFILE for one SATCO) within which they have occurred. Testing of MCSs can thus be done during normal operational hours without taking any significant risk of "blowing-up" the other processes.

#### 4. SATCOM DATA COMMUNICATIONS SOFTWARE

##### 4.1. Basic design philosophy, objectives and decisions

There is a number of different minicomputers spread over the THE-campus and over the schools for higher professional training in the southern part of the Netherlands and this number is steadily increasing. In this region our B6700 is the largest installation which aims to serve the public technological education. Many of the mentioned minicomputer minicenters have matured into the adult age when they wish to provide some of the following services:

- a. remote batch
- b. interactive computing
- c. digital measurement and/or control of experiments, analog devices or machines (e.g. instrumental tape-recorders and analog computers)
- d. other special tasks, e.g. graphics, mark-sense readers, etc.

Minicomputers are ideal tools for most of these tasks, however, when the volume of the acquired data increases, processing algorithms become complex and expensive peripherals are needed, a mini is not sufficient. Then two solutions are possible:

- a. An expensive one: each single mini is expanded into a midi. More core, disk and tape units, printers, plotters, etc. are purchased. More personnel is hired and trained for system programming, operation and maintenance.
- b. A less expensive one: a mini is connected to a maxi so that maxi's resources can be remotely shared.

We have chosen for this second alternative. The maxi in our SATCOM story is the B6700 and his satellites are all those minicomputers which were, are or will be programmed to conform to SATCOM specifications.

The original task for the designer and the present author was formulated by the higher executive authority

as: connect the PDP-9 to the B6700. However, it was implicitly clear that later several similar machines should be connected to the B6700. For this reason we had to consider the whole project in broader terms in order to arrive to decisions which will satisfy also in more distant future.

a. Premise: the standard MCP of the B6700 is not designed for real-time processing.

b. Premise: the THE-installation will have to run the batch and the datacom heavily multiprogrammed/multiprocessed simultaneously. Both these modes will be rather hetero- than homogenous in quality and occurrence.

c. Decision: no real-time response can be guaranteed.

d. Premise: the class of typical satellites considered are minicomputers with rather limited resources (say 8 to 16K core, no extensive bulk store and no expensive peripherals).

e. Premise: the B6700 has abundant resources (except the CPU power) in comparison with a satellite. By resource we mean any feature or capability such as: the virtual store, high level languages and compilers, all peripherals and memories, application and system programs, the CPU power, etc.

f. Decision: is a consequence of the premise e. The B6700 will perform functions commanded by the satellite, but not reversely. Thus in this sense the satellite is the master and the B6700 is the slave with the right of veto as far as the job scheduling is concerned. All executive functions are located on the B6700.

g. Fact: the potential users have never specified what they want, but they have agreed to be satisfied if they will get "everything and more" i.e. the sharing of virtually all B6700's resources in the broadest sense of the word "resource", thus:

g.1. Remote batch with:

- The possibility to use a powerful work flow (job control) language and a set of control commands by means of which the users can compile, execute, bind, suspend, disable, etc. their processes.
- The possibility for specialized data transfer from/to such peripherals, physical or emulated, as TTYs, card readers, line printers, etc.
- The possibility to share remotely such B6700's on-site peripherals as line printers, plotters, magnetic tapes, disks, etc.
- The possibility to share system programs and utilities remotely.
- The possibility for generalized data/file transport in both directions upon a command from a SATCO. There should be virtually no restrictions on the origin, coding, formatting, transport and destination of data/files.
- The possibility to obtain the information about files and about the progress of processes on the B6700.

g.2. Interactive programming:



Via key driven physical or emulated terminals, such as TTYs or CRT displays.

h. Premise: Burroughs Corp. has some useful datacom software which they improve and extend about once a year and make it available in the form of new releases.

i. Decision: let us use the Burroughs software, because it is available. Its structure should be disturbed as little as possible.

j. Decision: SYSTEM/RJE will be used as a base and modified as little as possible (to minimize the maintenance) and extended as much as necessary to achieve the above stated goal to give the powerful remote batch to the spoiled user. The new MCS will be called SYSTEM/SATCOM.

k. Decision: SYSTEM/CANDE will provide interactive facilities.

l. Decision: dynamic switching between SYSTEM/SATCOM and SYSTEM/CANDE should be possible.

m. Decision: as SYSTEM/RJE provides no possibility for generalized data/file transfer, this feature will be built-in in form of two processes simultaneously executable for each satellite:

the input consuming process: STOREFILE and

the output producing process: PASSFILE.

Bearing the limitations of a SATCO in mind, one STOREFILE and one PASSFILE running at a time is considered sufficient. This means that a SATCO can write data into one file and read data from another file on the B6700 simultaneously. This will also protect the B6700 from an overload.

n. Decision: both I/O-processes, STOREFILE resp. PASSFILE, should be able to consume resp. to produce any data, coded or uncoded, thus also the binary data.

o. Decision: in consequence of the decision n the binary synchronous line discipline is needed and as it is not available from Burroughs Corp. or elsewhere, it must be developed by us.

p. Decision: the line discipline must be as simple as possible, because the first satellite to be connected is so busy with the real-time control of a cyclotron, that the SATCOM line discipline must be implemented in hardware, which should not be too complicated.

q. Decision: we shall stick to the virtue of simplicity during the whole SATCOM package design in the hope to save man-hours and nerves whenever the switch-over to a new release has to happen.

r. Decision: in order to compensate limitations of a SATCO, SATCOM line discipline will be slightly asymmetrical, providing a SATCO (but not the B6700) with the possibility of the contra-enquiry. The asymmetry also decreases the chance of the mutual blocking.

s. Decision: debugging facilities should be significantly improved.

#### 4.2. SATCOM line discipline

The implementation and the use of the SATCOM line discipline can be described briefly (a detailed description requires 10 pages) as:

a. point-to-point;

b. synchronous;

c. half-duplex (two-way-alternate). One line adapter and one slot in an Adapter Cluster per ordinary, leased, two wire telephone line is sufficient. Modems operate at rates of 2400, 4800 and 9600 bit/sec;

d. contention with the possibility of contra-enquiry from a SATCO but not from the B6700;

e. carrier: non-permanent i.e. raised/dropped immediately before/after the transmission of the first/last character of every message;

f. message formats and codes: non-transparent ASCII and binary synchronous (transparent ASCII). EBCDIC data can be simply transmitted as transparent ASCII. ASCII denotes the USASCII X 3.4 - 1967 code.

```
< datamessage > ::= < datamsq > ::= < datamsq header >
  < datamsq body > < datamsq tail >
< datamsq header > ::= < syn > < synseq > < soh >
  < optsynseq > < res > < optsynseq > < sa > < optsynseq >
  < tn > < optsynseq >
```

```
< datamsq body > ::= < transparent ascii body > |
  < non-transparent ascii body >
```

```
< datamsq tail > ::= < crc > < padseq >
```

```
< transparent ascii body > ::= < dlestx >
```

```
< transparent ascii text > < dleetx >
```

```
< non-transparent ascii body > ::= < stx >
```

```
< non-transparent ascii text > < etx >
```

```
% < text part > ::= < transparent ascii text > |
```

```
< non-transparent ascii text >
```

```
< transparent ascii text > ::= < betal > | < dledle > |
```

```
< dlesyn > | < transparent ascii text > < betal > |
```

```
< transparent ascii text > < dledle > |
```

```
< transparent ascii text > < dlesyn > | < empty >
```

```
% Only the < betal > characters and the second < dle >
```

```
% of the < dledle > sequence represent the true-data
```

```
% and are thus stored as such.
```

```
< non-transparent ascii text > ::= < alhpal > | < syn > |
```

```
< empty > | < non-transparent ascii text > < alhpal > |
```

```
< non-transparent ascii text > < syn >
```

```
% Only the < alhpal > characters represent the true-data
```

```
% and are thus stored as such. The true-data are those
```

```
% which flow from/to the MCS.
```

```
< synseq > ::= < syn > | < synseq > < syn >
```

```
< optsynseq > ::= < synseq > | < empty >
```

```
% for synchronization or time-fill
```

```
% in non-transparent parts of < datamsq >
```

```
< dledle > ::= < dle > < dle >
```

```
< dleetx > ::= < dle > < etx >
```

```
< dlestx > ::= < dle > < stx >
```

```
< dlesyn > ::= < dle > < syn >
```

```
% for synchronization or time-fill
```



% in transparent parts of < datamsq >  
 < res > ::= [reserved character] % unused  
 < sa > ::= [station address] % two digits, see fig. 3  
 < tn > ::= [transmission number] % counted up modulo 10  
 < alpha > ::= [any ASCII character other than < etx >  
 or < syn >]  
 < beta > ::= [any 8-bit byte other than ASCII < dle >]  
 < crc > ::= [crc(16)]  
 < padseq > ::= < pad > < pad >

% any ASCII characters other than < syn >  
 Characters < dle >, < etx >, < soh >, < stx > and < syn >  
 as well as characters < res >, < sa >, < tn > and < pad >  
 belong to the USASCII X 3.4 -1967 code set.

The < crc > is a cyclic redundancy check sequence of  
 two adjacent 8-bit bytes specified by the generating  
 polynomial  $x^{16} + x^{15} + x^2 + 1$ .

g. parity: vertical: odd for all non-transparent charac-  
 ters, no parity for transparent characters. Horizontal:  
 CRC(16) for all < datamsq >s;

h. multistational: station address < sa > is the only  
 routing mechanism and allows an unrestricted multi-  
 plexing of < datamsq >s flowing from sources to des-  
 tinations. See fig. 3.

#### SA STATIONNAMEs of the j-th SATCO

Standard RJE stations:  
 00 SATj to the mainframe of a SATCO  
 01 SATjSC from/to the supervisory console of a  
 SATCO  
 02 SATjCR from the card reader of a SATCO  
 03 SATjLP to the line printer of a SATCO  
 new SATCOM stations for the generalised file/data  
 transport:  
 15 SATjAI ASCII input for the B6700's STOREFILE  
 16 SATjAO ASCII output from the B6700's PASSFILE  
 17 SATjBI binary input for the B6700's STOREFILE  
 18 SATjBO binary output from the B6700's PASSFILE  
 new SATCOM station for CANDE MCS:  
 99 SATjCA CANDE I/O from/to a SATCO  
 i. error recovery: fully automatic.

#### 4.3. New SYSTEM/SATCOM commands and datamessages for the generalized file/data transfer

< infile block > ::= < bi command > < interval2 >  
 < infile datamsqs > < be command >  
 < infile datamsqs > ::= < ai datamsq > < interval2 > |  
 < bi datamsq > < interval2 > | < infile datamsqs >  
 < ai datamsq > < interval2 > | < infile datamsqs >  
 < bi datamsq > < interval2 >

% Observe that the definition of < infile block > allows  
 % to mix ASCII and binary < datamsq >s into one INFILE.

< ai datamsq > ::= [< datamsq > with SA = 15 and  
 < non-transp. ascii body >]  
 < bi datamsq > ::= [< datamsq > with SA = 1/ and  
 < transparent ascii body >]

< interval2 > ::= [time interval ≤ 300 seconds]  
 < ao datamsq > ::= [< datamsq > with SA = 16 and  
 < non-transparent ascii body >]  
 < bo datamsq > ::= [< datamsq > with SA = 18 and  
 < transparent ascii body >]  
 < new satcom response > ::= [< datamsq > with SA = 01  
 and < non-transparent ascii body > in form of  
 < new satcom response text >]  
 < new satcom response text > ::= #< response type > :  
 < response text >  
 < response type > ::= [integer of three ASCII digits]  
 < response text > ::= [ASCII string]  
 < infile command > ::= < bi command > | < be command >  
 < outfile command > ::= < fi command > | < pf command >  
 < bi command > ::= < spac > BI < space > < infile title >  
 < list of commanded attributes >;  
 < be command > ::= < spac > BE  
 < fi command > ::= < spac > FI < space > < outfile title >  
 < list of commanded attributes >;  
 < pf command > ::= < spac > PF < space > < outfile title >  
 < list of commanded attributes >;  
 % BI-, BE-, FI-, PF-commands are < datamsq >s  
 % with SA = 01 and < non-transparent ascii body >  
 < spac > ::= < empty > | < space >  
 < empty > ::= [the null string of symbols i.e. no  
 character at all]  
 < space > ::= < single space > | < space > < single space >  
 < single space > ::= [on punched card: one horizontal  
 blank position; line image: ASCII < sp > character]  
 < infile title > ::= < title > % external file name  
 < outfile title > ::= < title > % external file name  
 < list of commanded attributes > ::= < empty > |  
 < list of commanded attributes > < attribute assignmen  
 < attribute assignment > ::= , < spac >  
 < attribute identifier > < spac > = < spac >  
 < commanded attribute value >

All relevant IN-/OUTFILE attributes which are not  
 assigned a value from the command will be assigned a  
 default value from its own SATCOM-process. For IN-/OUT-  
 FILES of variable record length, SATCOM-processes  
 create/reformat record length fields automatically.

#### New SATCOM file transmission attributes

The following file transmission attributes are not  
 standard Burroughs file attributes: FRNO, LRNO, TRCO,  
 PUNO, MMTL. These (pseudo)attributes were implemented  
 for and in SYSTEM/SATCOM only.

First-record-number FRNO determines at which record  
 the I/O operations, performed by PASSFILE or STOREFILE,  
 on OUT-/INFILE will start.

Last-record-number LRNO determines at which record  
 the I/O operations, performed by PASSFILE or STOREFILE,  
 on OUT-/INFILE will finish.

Transmission-code TRCO determines the transmission  
 mode of OUTFILE as:



non-transparent ASCII, thus with SA = 16 to SATJA0 or transparent ASCII, thus with SA = 18 to SATJB0.

Private-user's-number PUNO was introduced in order to provide a routing mechanism for OUTFILE < datamsg >s to different processes, devices or subsatellites of a SATCO.

Maximal-message-text-length MMTL is the size (in characters) of strings into which OUTFILE records will be chopped and transmitted as < datamsg >s "chained" together by < fmch >. The first-message-character < fmch > is a tool which enables a SATCO to reconstruct the original OUTFILE records which were chopped into < datamsg >s. Only the OUTFILE data are counted into MMTL, while PUNO and < fmch > are not.

It is quite easy to implement new file transmission attributes in IN-/OUTFILE commands. These pseudoattributes could provide "any" special function required. In < pf command > they could e.g. provide a special formatting such as an insertion of special control characters for certain remote devices connected to a particular SATCO.

#### 4.4. SYSTEM/SATCOM Message Control System

The structure of SYSTEM/SATCOM is visualised in fig. 1, 2 and 3. Fig. 2 is a detailed part of the right lower corner of fig. 1, rotated 90 angular degrees clockwise. The outer-block loop called SATCOM DRIVER removes input messages from the PRIMARY QUEUE and routes them to their proper destinations. < bi command >s, < ai datamsg >s, < bi datamsg >s and < be command >s flow into that queue of the QUEUE ARRAY INORGAN which is assigned to a particular SATCO. < fi command >s and < pf command >s flow into OUTORGAN queue. The SATCOM DRIVER fires up one PASSFILE respectively STOREFILE process for each non-empty queue of QUEUE ARRAY INORGAN respectively OUTORGAN. This queueing is necessary as the requested PACKs or TAPes are not always resident and PASSFILE or STOREFILE will ask the SPO operator to put them on and report the negative result or SPO operator's response to the SATJSC of a SATCO. The processing of messages queued in IN-/OUTORGAN queue arrays is, in the current implementation, postponed in the following case: STOREFILE will be not started while BACKUP or PASSFILE are running. This is in order to protect the B6700 and enable him to get rid of greater volumes of ready-to-send data. However, when STOREFILE is already running, BACKUP and/or PASSFILE can be activated if there is a reason for. There can be only one SATCOM-process of the same kind (STOREFILE, PASSFILE or BACKUP) running at any time for the same SATCO. Thus e.g. there cannot run two or more STOREFILEs with different job-mix-numbers simultaneously for the same satellite. This protects the B6700 from an overload and is hardly any limitation for BACKUP or PASSFILE because in general the output will be passed much faster to station queues than the 9600 bit per second

line can transmit. Actually the output has to be artificially slowed-down in order to keep sizes of system queues acceptable. Whenever anything goes wrong or supposedly wrong (from SYSTEM/SATCOM's point of view) < new satcom response > will be generated for SATJSC.

#### 4.4.1. SATCOM/STOREFILE process

For STOREFILE holds that it can be busy with one < infile block > at any time. The proper < bi command > causes STOREFILE to be fired-up (if not already running) and waits a limited time (< interval2 >) for the first < datamsg >. If this arrives before < interval2 > has expired, < datamsg > is written as one record to INFILE (records cannot be built from more than one < text part > of one < datamsg >) and STOREFILE is ready to wait again < interval2 > for another input. < interval2 > is partitioned into subintervals of 60 seconds at which, if no < datamsg > or < be command > has arrived, the warning < new satcom response > is sent to SATJSC. This way < infile block > may proceed an unlimited time until < be command > will close < infile block > and also CLOSE (for tapes) / LOCK (for disks) INFILE. If < interval2 > expires and no < datamsg > has arrived, SYSTEM/SATCOM will generate < be command > itself, CLOSE/LOCK INFILE and < new satcom response > will be transmitted to SATJSC. If then another < infile block > is queued in INORGAN currently assigned to the certain SATCO, it is processed immediately. If INORGAN is empty, STOREFILE will die.

In the following example we shall explain the remaining aspects of the behaviour and control of STOREFILE: Suppose that < infile block > transfer was prematurely interrupted by e.g. an accidently wrong < datamsg >. There are still several possibilities to "repair" the harm even without retransmitting the whole < infile block > again. The first step should take care, as quickly as possible, about those unprocessed < datamsg >s, if any, queued in INORGAN. The QT or DS command should be sent to the B6700 as quickly as possible otherwise STOREFILE will discard the queued < datamsg >s and send < new satcom response > to SATJSC. < mixno > QT (i.e. quit), where < mixno > is the job-mix-number of STOREFILE, will discard all < datamsg >s in INORGAN queue until the next command (if any at all) is reached (we call it a partial flush). Then the normal processing of the next < infile block > will start, without interrupting STOREFILE. < mixno > DS (i.e. disable) causes the death of STOREFILE and performs the DCALGOL FLUSH function on the proper INORGAN queue, so that the whole content of that INORGAN queue is lost.

The second step is applicable only for PACKs, but not for TAPes: After INFILE was locked, a SATCO will be informed via < new satcom response > about the record



number of the last record written. Then the prematurely locked INFILE can be expanded by adding those records, which were not yet written, to the tail of INFILE. If these missing records were already queued in INORGAN at the time of premature locking, they must be retransmitted from a SATCO to the B6700. The "repairing" must start as a new < infile block > beginning with < bi command > containing proper attributes including the FRNO value which should be equal to the record number of the first missing record.

Updating of existing PACK-files is exactly the same as the second step described just above. TAPE-files cannot be "repaired" or updated without rewriting the whole file via the B6700's virtual store, but this limitation is not deficiency of SYSTEM/SATCOM as it holds for the whole TAPE-file handling on the B6700.

#### 4.4.2. SATCOM/PASSFILE process

PASSFILE executes < fi command >s and < pf command >s which are queued together in the sequence of their time of arrival in that queue of the QUEUE ARRAY OUTORGAN which is currently assigned to the particular SATCO.

< fi command > will return < new satcom response > with < response text > carrying an information (values of all relevant file attributes) about the required OUTFILE.

< pf command > will cause PASSFILE to read records of the specified OUTFILE, build < datamsg >s of the prescribed length MMTL and transmit them to SATjAO or SATjBO. The choice between SATjAO or SATjBO thus between ASCII or binary (transparent ASCII) transmission depends on the default or commanded attribute value of the TRCO. The record-length-field of each OUTFILE record consists of six characters and after reformatting it is transmitted too. < fmch > values will enable a SATCO to recognize the position of each message in each OUTFILE record and to use or discard the record-length-field.

< mixno > QT will "softly" terminate the execution of the current < pf command >, thus the output stream of < datamsg >s will be prematurely, but not immediately (there can be still at most 10 messages queued in the station-queue), cut-off. PASSFILE then attempts to process the next PF- or FI-command which may be queued in the OUTORGAN queue.

< mixno > DS causes the death of PASSFILE and performs the DCALGOL FLUSH function on the proper OUTORGAN queue, so that its whole content is lost. The eventual content of the stationqueue is transmitted to a SATCO as in the case of QT command.

#### 4.4.3. SATCOM/BACKUP process

SATCOM/BACKUP is a process which searches for remote line printer backup files, reads their records, builds messages from them and transmits these messages (by

means of DCWRITES) to a SATjLP. It works and behaves almost similarly as the standard Burroughs RJE/BACKUP does.

#### 4.4.4. The use of SATCOM-processes

Binary transmission enables the communication between different machines with different and eventually highly incompatible data representation and different arithmetics. SATCOM line discipline is byte oriented (bit oriented would be an ideal one) and it is only natural that files with variable size records and with the following default attribute values:

KIND = 17, % PACK % preferably permanently resident  
 INTMODE = 4, % EBCDIC is the internal mode of the file  
 UNITS = 1, % characters defined by INTMODE  
 FILETYPE = 1, % variable record size, thus no "rests"  
 % and no need for control characters  
 % marking the end of the actual record

will be the most suitable for storage of binary data. At this point it should be clear that the above explained capabilities enable to use < infile block >s for creation, expansion and partial changes of files on the B6700. < pf command >s will enable the transport of the whole file or any part (one or more consecutive records) of any file from the B6700 to a SATCO. < fi command >s will return the information about any file. The offered capabilities are obvious and do not require any additional comment, I hope, except maybe the fact that the above described tools enable a SATCO to use the B6700 as a virtual and/or secondary store with unfortunately slow access (SATCOM-processes are also scheduled) and with a transfer rate not exceeding 9600 bits per second. Another possibility directly offered is the text paging mechanism which when used on an alphanumeric CRT display is a most primitive but most often required information retrieval mechanism. Text paging can be obtained if in several consecutive < pf command >s holds the following relation:

(FRNO in N-th command) = (LRNO in (N-1)-th command) + 1  
 AND (LRNO - FRNO) + 1 = page size required.

#### 4.5. SATCOM software for satellite computers

All executive functions offered by/via SATCOM software are located on the B6700's mainframe. In addition to the existing software on a SATCO the SATCOM line discipline must be implemented (on SATCO's mainframe or in a micro-processor or in a tailored hardware) and also its "true-data flow links" (preferably changeable upon operator's or programmatic command) with peripheral device handlers and/or with user's processes running on a SATCO. For the B6700 is the logical source/destination of transferred data determined by an interpretation/insertion of the station-address < sa > in the header of a < datamessage >. The same peripheral or a process on a SATCO may thus dynamically (per one < datamessage >) switch its own



behaviour and act as a consumer/producer of  
< datamessage >s with different legal < sa >s.

Such transformations of the transferred true-data as a reduction of a raw acquired data or reformatting in order to bridge-over the incompatibility between the B6700 and a SATCO are under the responsibility of remote users because these transformations are dependent of the type of a particular SATCO, its peripheral devices and of a particular application. The user is free to decide himself whether he wants to program and execute these transformations on his SATCO (advisable for data reduction) or on the B6700.

The policy of our Computing Centre provides anybody who has obtained the permission to connect his SATCO to our B6700 and share remotely all or some of its resources with the following:

- The documentation of the SATCOM software which describes its implementation on the B6700 and its behaviour from the user's, operator's and system programmer's point of view. The SATCOM line discipline (inclusively the error detection and the fully automatic error recovery) is described top-down to the character level of detail in a machine-independent notation [ref. 2]. Until now this documentation was successfully used by the ISA-Department of Philips in Eindhoven and by several departments of our University to program nine satellite computers (five Philips P855, two DEC PDP-11/10, one PDP-11/45 and one PDP-9) so that they conform with a full set or with a subset of SATCOM specifications.
- One telephone line and one pair of modems.
- The possibility to test and debug on-line during the normal operational hours. All levels of the SATCOM software are currently in such a shape that the implementators on a SATCO can send literally anything over the line. If a SATCO behaves according to the specifications [ref. 2], the B6700 responds with ACKs and "good" < datamessage >s. Otherwise NAKs and "bad news responses" are returned. The SYSTEM/SATCOM MCS and the line discipline implementation on the B6700 can thus be used as a "training-wall" without a danger of "blowing-up" anybody else than sometimes the "wrongdoer" himself. Upon a request the line will be tapped by means of standard Burroughs hardware (special line adapters) and software (special RECEIVE procedures in NDL and SYSTEM/DIAGNOSTICMCS) so that each character transferred over the line can be printed out.

## 5. CONCLUSION

By means of extensions of the standard Burroughs datacom software we have obtained a powerful system for remote sharing of all B6700's resources from satellite computers. Currently there are five Philips P855, two DEC PDP-11/10, one PDP-11/20, one PDP-11/45, one PDP-9 and one Varian620f

computer either running, being tested or being programmed to operate as RJE and/or as signal processing satellites. Future connections are planned. All these machines use the SATCOM line discipline which is compatible with SYSTEM/RJE (THE has also Burroughs DC1000s which can run with the standard Burroughs line discipline under the control of SYSTEM/SATCOM), but is much faster and provides more capabilities than any standard synchronous Burroughs line discipline currently available (as far as we know) for the B6700 does. For different satellites various features (e.g. default attribute values) are tailored in SYSTEM/SATCOM as station-name dependent.

Finally few words about the future of SATCOM. If our users will demand the possibility for simultaneous execution of several PASSFILES and/or STOREFILES for the same SATCO or the possibility to build one INFILE record from several < datamsg >s, this would be a trivial task (so far they have refused it!). However, there are more exciting projects. Currently the author has submitted a proposal [ref. 3] and is working on specifications for not only inter-satellite communications (this would be a simple matter) but for a true, SATCOM based, resource-sharing network with a star-topology. This possible development would of course require more software effort to be spent on SATCOs. So far extensions of SATCOOSs have required only the implementation of SATCOM line discipline and of its links with peripheral device handlers or user's processes.

## ACKNOWLEDGEMENTS

1. Acknowledgements are due to Jan Cuypers for his many useful remarks and his cooperation on the implementation of the SATCOM line discipline for the B6700.
2. Acknowledgements are also due to all well behaved < datamessage >s and even to < datamessage >s with a duplicated transmission number which must be ACK-ed in spite of they do not deserve it.

## REFERENCES

1. Burroughs B6700/B7700 Remote Job Entry (RJE) System Information Manual, April 1, 1974.
2. Documentation of SATCOM Data Communications Software for Burroughs B6700 and Satellite Computers, by J. Hajek, May 30, 1974.
3. Proposal for THENET, a resource-sharing network for satellite computers and the B6700, by J. Hajek, February 12, 1975 (in Dutch).

Presented at the Workshop on Computer Networks held in the Computing Centre of the Eindhoven University of Technology, February 25, 1975. This Workshop was organized by IEEE Benelux, KIVI, NERG and NRMG.



Ir. J. Noordanus

Philips' Telecommunicatie Industrie B.V. te Huizen (N.H.)

After some historical remarks about the name and the evolution of frequency synthesizers and its application, the design constraints of frequency synthesizers for use in future mobile (large scale) automatic radiotelephone systems (M.A.T.) at about 1 GHz are mentioned. Some possible solutions are indicated. In view of a simple and cheap design, with the major part of the logic circuits working at a maximum frequency of only 10 MHz, a loop system is given which uses one fixed high frequency divider and an additional low frequency loop with additional divider, ganged with the adjustable divider in the main loop. As the reference frequency is only slightly altered, there is no reduction of speed of the loop system, as compared to a loop system with high frequency adjustable divider.

## 1. INLEIDING

Voor het Engels/Amerikaanse woord "Frequency synthesizer" bestaat tot nog toe geen goed, algemeen gangbaar, Nederlands equivalent; reden waarom in de titel van deze voordracht dit woord onvertaald is gelaten. Ook in internationale vakkringen is het woord frequency synthesizer algemeen in gebruik en geaccepteerd.

Het is hier op zijn plaats een definitie te geven van deze uitdrukking, mede omdat men in vele (technische) woordenboeken deze term vergeefs zal zoeken. Het woord frequency synthesizer duidt een apparaat aan, dat ons in staat stelt een willekeurig instelbare frequentie op te wekken met zeer goede spectrale eigenschappen en een stabiliteit gelijk aan een (eventueel externe) frequentie standaard.

In 't Nederlands komt men zo nu en dan de volgende uitdrukkingen tegen: Instelbare standaard frequentiegenerator, Multi-kanaalgenerator, Decadisch instelbare stuurgenerator (Duits: Frequenzdekade).

Het beste lijkt mij nog frequentie synthese apparaat of nog mooier: frequentie synthese tuig.

In de discussie die volgde na deze voordracht kwam het woord frequentie synthesator naar voren.

## 2. TOEPASSING VAN FREQUENCY SYNTHESIZERS

De opkomst van frequentie synthese technieken begon in de jaren tijdens en na de

tweede wereldoorlog en was toen gebaseerd op buizentechnieken en afstemmiddelen met grote mechanische precisie.

Daar de zuiverheid van het uitgangssignaal indertijd nog veel te wensen overliet, waren de eerste toepassingen meer gericht op de frequentie meettechniek.

Het was in de militaire radio apparatuur dat de frequency synthesizer voor 't eerst op grote schaal werd toegepast.

De introductie van transistoren bracht veel verbetering in de apparatuur, vooral wat betreft betrouwbaarheid, en de komst van (snelle) digitale schakelingen en L.S.I. technieken veroorzaakte opnieuw een drastisch verandering in de opzet van de synthesizers, die nog steeds aan de gang is.

In het civiele gebied werd de frequency synthesizer 't eerst toegepast bij de H.F. communicatie waar door toepassing van S.S.B. modulatiemethoden een grote frequentieconstantheid noodzakelijk was, gepaard gaande met de mogelijkheid om een willekeurige frequentie in te kunnen stellen.

Door de hogere eisen die momenteel aan de frequentie instelling van diverse radio-apparaten worden gesteld, en de lagere kostprijs van synthesizers begint het gebruik nu ook door te dringen in de mobilofonie, en de luxe klasse televisie ontvangers en HiFi afstemeenheden.

Een zeer belangrijke toepassing van frequency synthesizers gaat ontstaan in het radio telecommunicatie gebied, waar automatische radiosystemen, zoals de mobiele automatische telefonie (MAT) en rurale radio telefonie, in opkomst zijn.



Deze radionetten moeten volledig samenwerken met de nationale en internationale telefonienetten.

Ditzelfde geldt ook voor de internationale en regionale satelliet communicatie systemen.

Zoals reeds eerder in dit blad is opgemerkt, is de typische moeilijkheid van alle soorten radioverbindingen de beperktheid van het aantal mogelijke frequentie kanalen.

Het is dus onmogelijk om elke abonnee een eigen vaste radioverbinding naar de centrale te geven, als men grote aantallen abonnees efficiënt wil bedienen.

Dit betekent weer dat de radio-abonnee de mogelijkheid moet bezitten om zijn verbinding in een willekeurig vrij kanaal, behorend bij dat systeem, tot stand te brengen.

Gezien de technische mogelijkheden van kanaalselectie in de radio zend- en ontvangtechniek en de hoge eisen die hieraan worden gesteld, wordt algemeen een frequentieverdeling van het radiospectrum toegepast.

Het is nu de frequency synthesizer die de zend- en ontvangapparatuur in staat stelt om dit kanaalselectieproces te verrichten. De functie van de oproepzoeker in een telefooncentrale is hiermede geheel te vergelijken.

Daar deze "oproepzoeker" functie reeds in het abonneetoestel plaats vindt bij radioverbindingen, treedt automatisch het noodzakelijke bundelingeffect reeds op in het laagste netvlak.

Dit is een belangrijk verschil met de gewone opzet van het telefonienet, waar het gehele doorschakelproces zo veel mogelijk centraal gebeurt.

In regionale satellietverbindingen zal de frequency synthesizer ook van essentieel belang zijn. Bij de internationale satellietverbindingen is dit reeds bewezen met de succesvolle introductie van het SPADE systeem.

### 3. BELANGRIJKSTE EISEN AAN FREQUENCY SYNTHESIZERS VOOR MOBIELE AUTOMATISCHE SYSTEMEN

Naast de bekende eisen van grote spectrale zuiverheid en dus lage ruis in de naburkanalen, komen er voor toepassing in mobiele automatische systemen de volgende eisen bij :

#### a) Korte insteltijd

Daar bij het opzoeken van een vrij kanaal enige kanalen afgetast moeten worden, waarbij dan tevens getest moet worden op bruikbaarheid van weerszijden, is deze tijd van belang voor de opbouwtijd van de verbinding.

Tevens komt het bij radioverbindingen voor dat door het mobiel gebruik een verbinding op zeker moment uitvalt, eis is dan dat snel een vervangende verbinding wordt opgebouwd, zodat slechts een korte onderbreking van de verbinding optreedt. De insteltijd is ook hier van groot belang.

Sterk afhankelijk van het gekozen systeem (en het aantal abonnees) komt men tot eisen die variëren van één tot tientallen milliseconden.

#### b) Hoge uitgangsfrequentie

Daar er voor nieuwe systemen, die een hoge verkeerscapaciteit met zich meebrengen, over 't algemeen geen ruimte is in de klassieke mobilfoonbanden, die nu reeds overvol zijn, ligt het voor de hand nog ongebruikte frequentiebanden te benutten. Door het voortschrijden van de transistorotechniek zal dit technisch zeker haalbaar zijn.

In aanmerking komen dan frequentiebanden op 450 en 1350 MHz, terwijl er misschien een mogelijkheid bestaat om ook in Europa bij ca. 900 MHz te kunnen werken, zoals dit momenteel reeds in de Verenigde Staten van Amerika en Japan het geval is.

Gezien deze onzekerheden qua frequentieband is voor onze voorontwikkelingsactiviteit in dit gebied een frequentie van ca. 1 GHz gekozen, men is dan niet te ver verwijderd van de diverse mogelijkheden, en men doet ervaring op in een nieuw frequentiegebied.

#### c) Kleine rasterafstand tussen de kanalen

Om zoveel mogelijk kanalen ter beschikking te krijgen in de band, is het wenselijk een kanaalafstand van 25 kHz aan te houden, ondanks de hoge uitgangsfrequentie van de synthesizer. Dit is overeenkomstig de kanaalafstanden in de lagere mobilfoonbanden.

### 4. KEUZE VAN BRUIKBARE CIRCUITCONFIGURATIES



#### 4.1 Eenvoudige lus met instelbare deler

Om aan de eis van grote spectrale zuiverheid en lage ruis te kunnen voldoen, is het noodzakelijk om de uitgangsfrequentie direct te betrekken uit een kwaliteitsoscillator, die elektronisch afgestemd kan worden.

Synthese systemen die via mengtrappen of vermenigvuldigers de eindfrequentie leveren geven altijd aanleiding tot de vorming van parasitaire frequentiecomponenten door deze processen.

Dit sluit reeds vele mogelijkheden, die vroeger en nu gebruikt worden, uit.

De eenvoudigste oplossing, op papier, is aangegeven in fig. 1

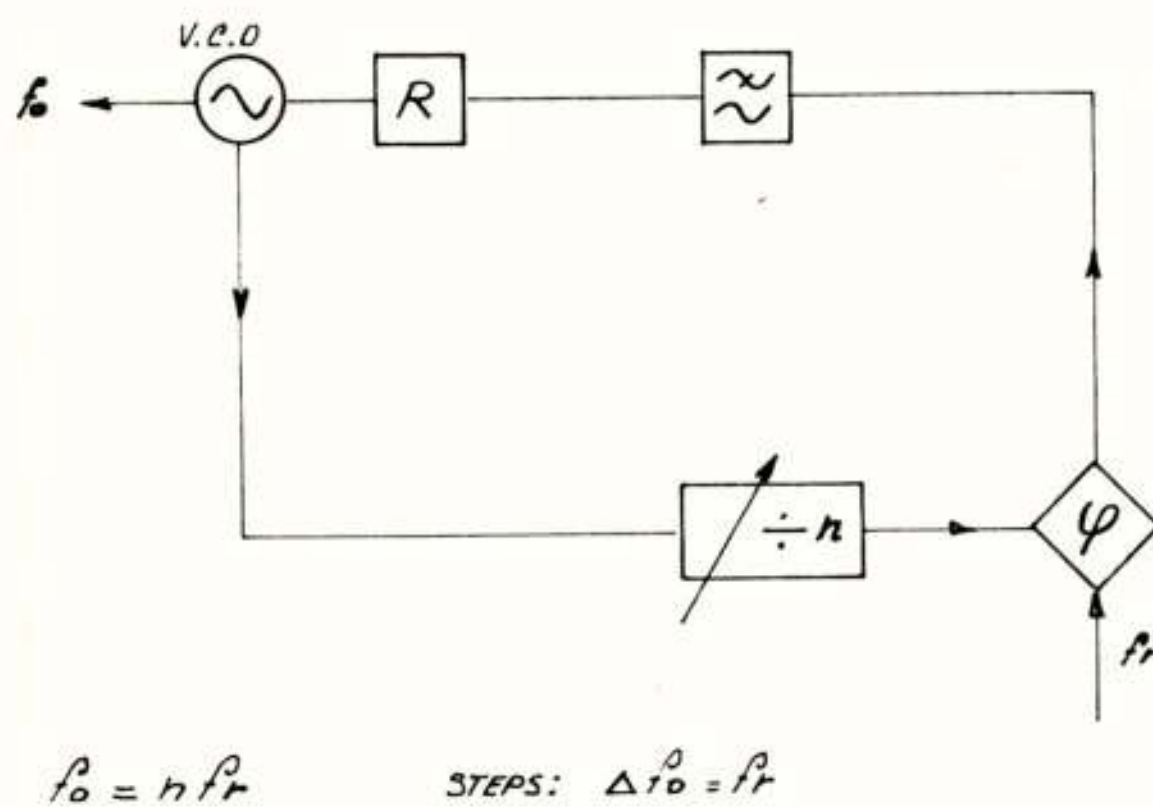


Fig. 1

De frequentie van een hoofdosillator (V.C.O.) wordt gedeeld door een factor  $n$ , en vervolgens vergeleken in een phase discriminator met de referentiefrequentie  $f_r$ . Deze phase discriminator levert een regelspanning, die via een laagdoorlaatfilter, het reactantiecircuit van de hoofdosillator bedient.

Is de lus in synchronisatie, dan moeten de beide frequenties die aan de phase discriminator worden aangeboden gelijk zijn, dus  $f_0/n = f_r$  of  $f_0 = n f_r$ .

Als  $n$  instelbaar is op een willekeurig geheel getal, dan kan de hoofdosillator frequenties afgeven, instelbaar met een stapafstand van  $f_r$ .

De snelheid van dit lussysteem wordt geheel bepaald door de rondgaande versterking in de lus als functie van een modulatiefrequentie. De frequentie waarbij deze rondgaande versterking gelijk aan 1 wordt,

wordt afsnijffrequentie van de lus genoemd.

Om stabiliteitsredenen is de dimensionering van het laagdoorlaatfilter bepalend voor deze afsnijffrequentie bij dit type lussen.

Daar het laagdoorlaatfilter de referentiefrequentie  $f_r$  zeer sterk moet onderdrukken om ongewenste modulatie van de hoofdosillator te voorkomen, betekent dit in de praktijk dat de afsnijffrequentie op ongeveer  $0,1 f_r$  komt te liggen, in dit geval dus 2,5 kHz.

Hieruit volgt weer dat de instelsnelheid van dit soort lussystemen kleiner dan 1 milliseconde zal zijn.

Gezien de in paragraaf 3 genoemde eis blijkt deze synthesizeroplossing dus geheel te voldoen.

De praktische realisering van deze opzet stuit momenteel echter op grote moeilijkheden, omdat een instelbare deler benodigd is die op ca. 1 GHz moet werken.

In 't algemeen geldt dat voor het construeren van een instelbare deler veel snellere logicaschakelingen nodig zijn dan voor vaste delers.

Verder is over het algemeen de dissipatie van hoogfrequente digitale delers zeer hoog, vergeleken met de andere schakelingen.

#### 4.2 I.G.O. schakeling

Men zou een oplossing van dit probleem kunnen vinden door de instelbare deler geheel weg te laten en in plaats daarvan de hoofdosillator op een hoge harmonische van de referentiefrequentie te laten synchroniseren. Daartoe is een speciale impuls phase discriminator nodig.

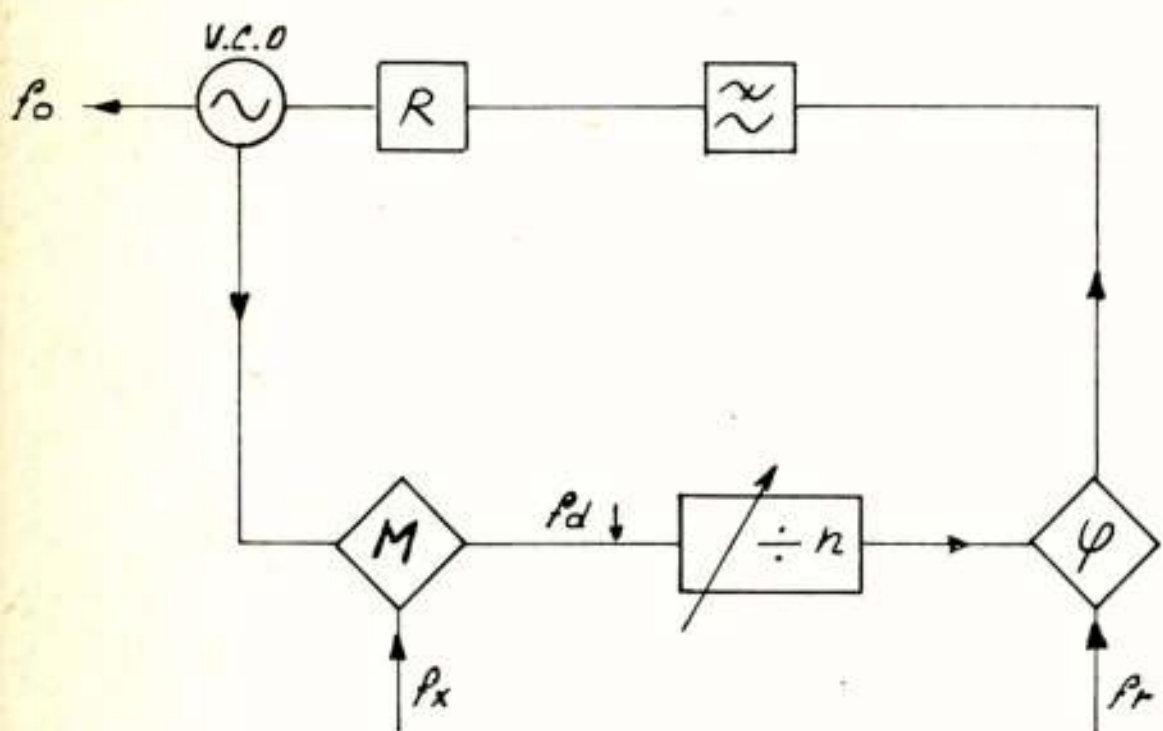
Deze lus wordt een I.G.O. schakeling genoemd. Het probleem wat dan weer de kop opsteekt is de mogelijkheid van synchronisatie van de hoofdosillator op een naburige harmonische van  $f_r$ , doordat de instelnaauwkeurigheid van de hoofdosillator ten enen male onvoldoende is.

Momenteel wordt er in diverse laboratoria (onder andere in de T.H. te Delft) gewerkt om hier een oplossing voor te vinden onder gebruikmaking van logische schakelingen. Voor de realisatie van dit proefmodel werd echter een andere weg bewandeld, die hieronder aangegeven is.



#### 4.3 Lus met additionele mengtrap

In fig. 2 is een oplossing getekend, waarbij door introductie van een extra mengtrap de ingangsfrequentie van de instelbare deler drastisch is verlaagd tot  $f_d$ , zodat realisatie mogelijk wordt.



$$f_0 = f_x + n f_r \quad \text{STEPS: } \Delta f_0 = f_r$$

Fig. 2

Een belangrijk nadeel is nu, dat een extra frequentie  $f_x$  benodigd is, die ook weer afgeleid moet worden van de referentiefrequentie, en dus betekent dit een extra lus op een vaste hoge frequentie.

De instelsnelheid van het lussysteem wordt door deze ingreep niet aangetast, en blijft dus hoog.

De keuze van  $f_d$  kan echter niet te laag uitvallen, omdat dan weer de mogelijkheid bestaat van synchronisatie van de hoofdoscillator op een verkeerde (spiegel)-frequentie.

Dit beperkt de afstemmogelijkheid van de hoofdoscillator. Een lage  $f_d$  geeft als grote moeilijkheid bij het lusontwerp een grote relatieve variatie van het in te stellen getal  $n$  waardoor gedeeld moet worden. Dit geeft een grote variatie in de rondgaande versterking van de lus, wat om stabiliteitsredenen ongewenst is.

Als laatste nadeel kan nog aangevoerd worden dat bij deze ontwerpen meestal een zoekoscillator toegepast moet worden om de hoofdoscillator in synchronisatie te brengen. Dit kost extra tijd bij het instellen.

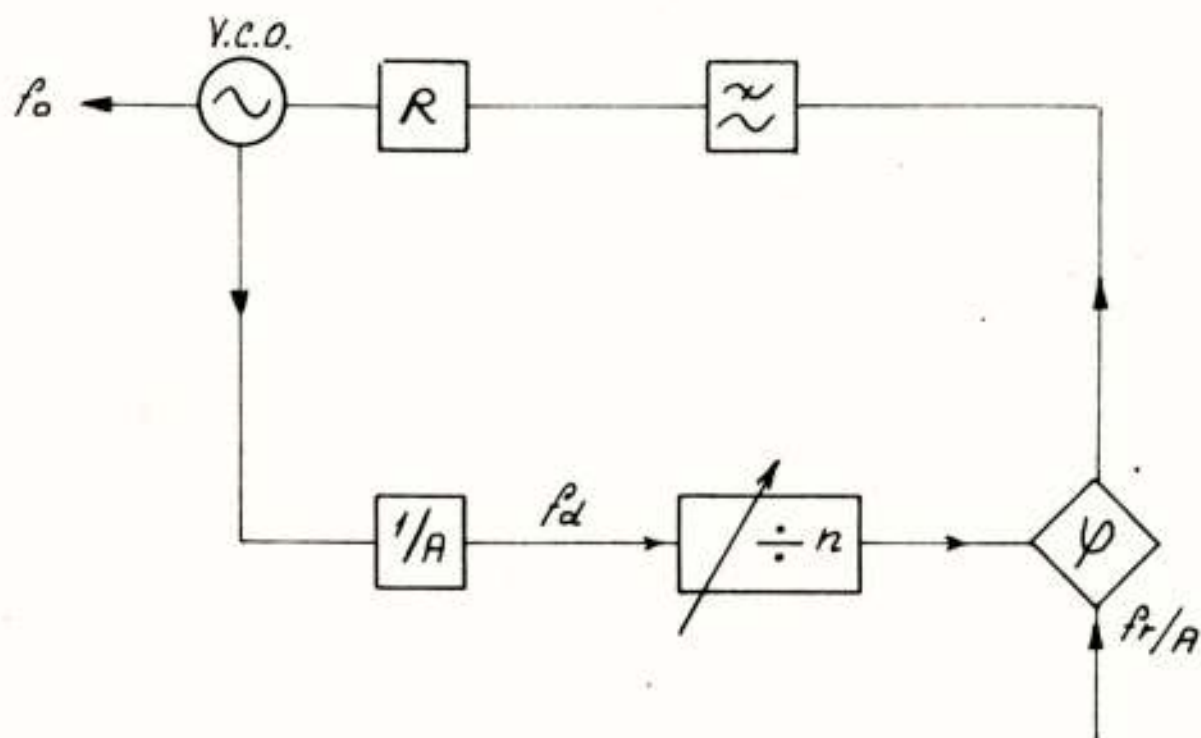
#### 4.4 Lus met additionele vaste deler

Een andere mogelijkheid om de ingangsfre-

quentie van de instelbare delers te verlagen is de introductie van een vast ingestelde deler (met deeltal  $A$ ).

Vaste deeltallen zijn, zoals reeds bij 4.1 is opgemerkt, veel eenvoudiger te realiseren.

Ook verandert in dit geval de relatieve variatie van het deelgetal niet ten opzichte van geval 4.1.



$$f_0 = A n f_r / A = n f_r \quad \text{STEPS: } \Delta f_0 = f_r$$

Fig. 3

Een additionele frequentie, zoals bij 4.3, is niet nodig.

Het grote nadeel van een zodanige configuratie is echter dat, wil de rasterafstand van de mogelijke uitgangsfrequenties van de hoofdoscillator constant blijven, de referentiefrequentie een factor  $A$  kleiner gekozen moet worden. Zie fig. 3.

Kiezen we  $A = 128$ , zodat de maximale ingangsfrequentie  $f_d$  kleiner dan 8 MHz blijft, wat large scale integratie mogelijk maakt van de delerschakelingen, dan degradeert de regelsnelheid van de lus met dezelfde factor, zodat de synthesizer voor M.A.T. toepassingen onbruikbaar wordt.

#### 4.5 Lus met additionele vaste deler en mengtrap

Er zal aangetoond worden dat een combinatie van de maatregelen bij 4.3 en 4.4 getroffen, een goede oplossing voor het probleem geven, als  $f_x$  gevarieerd kan worden in stappen van  $f_r$ , terwijl de originele referentiefrequentie  $\frac{A-1}{A} f_r$  gekozen wordt. Zie figuur 4.

Daar de variatie in  $f_0$ ,  $A$ -maal het verschil bedraagt van de variaties in  $f_x$  en de ingangsfrequentie van de instelbare deler,



is in te zien dat bij verandering van  $f_x$  met een stap  $f_r$ , en verandering van het ingestelde deeltal met één, dit zal leiden tot een  $\Delta f_o$  van  $Af_r - A \cdot \frac{A-1}{A} f_r$  ofwel :  $f_r$ .

In andere woorden : als  $f_x$  gevarieerd wordt in stappen van  $f_r$ , en tevens het ingestelde deeltal  $n$  met 1 wordt veranderd, dan zal de hoofdosillator een stap  $f_r$  maken.

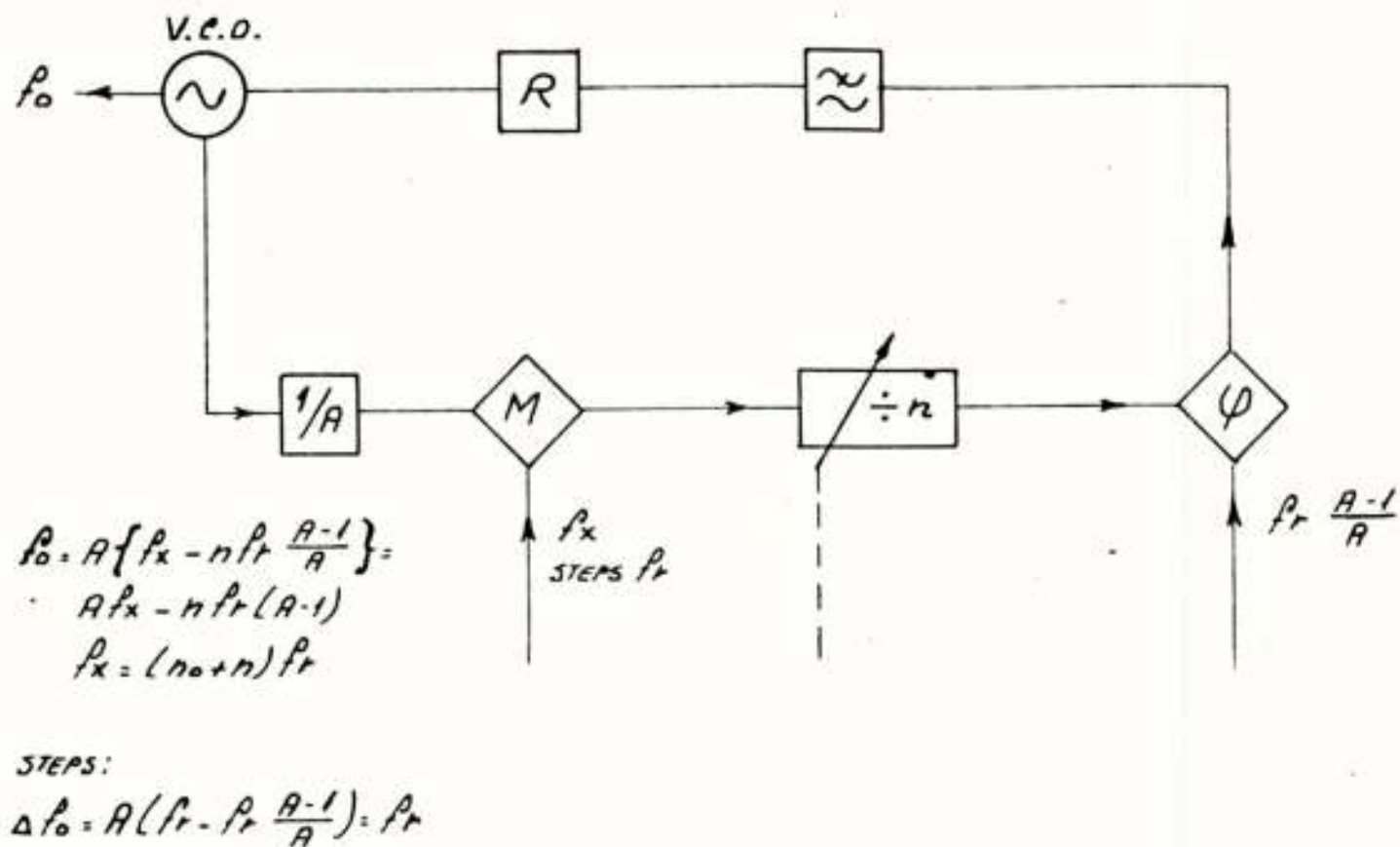


Fig. 4

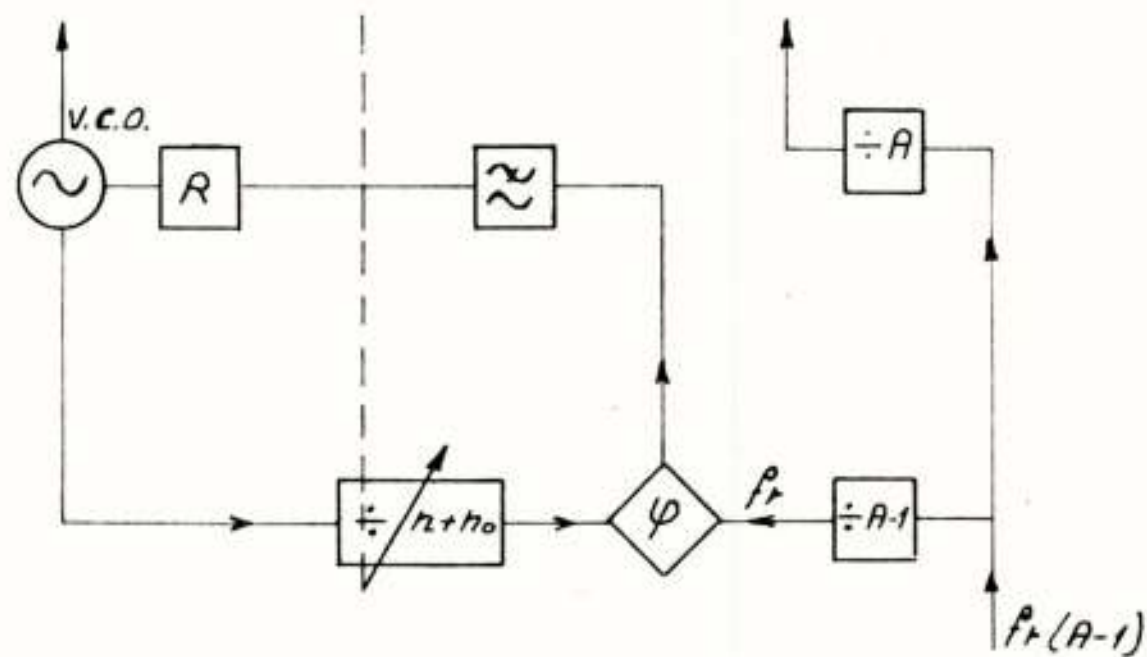


Fig. 5

Het bijzondere is nu dat de regelsnelheid van de lus niet verandert ten opzichte van de eenvoudige deellus, daar de referentiefrequentie ongeveer gelijk aan  $f_r$  is, als  $A \gg 1$ .

De maximale frequentie waarop de digitale schakelingen moeten werken is nu ook met een factor  $A$  verlaagd. Het gebruik van goedkope digitale bouwstenen of L.S.I. wordt dus mogelijk.

Het enige nadeel van dit ontwerp is dat er nu toch een extra instelbare frequentie  $f_x$  toegevoegd moet worden. Daar staat tegenover dat dit slechts een lage frequentie is, vergeleken met die van de

hoofdosillator, dus opwekking van deze frequentie kan met eenvoudige middelen gebeuren

In fig. 5 is deze hulplus aangegeven.

Combinatie van fig. 4 en 5 levert de complete synthesizer. Het blijkt nu dat er twee instelbare delers nodig zijn, die gelijk op gevarieerd moeten worden.

Het synthesizerschema zoals dat in het bovenstaande stap voor stap is toegelicht, leent zich bijzonder goed voor de toepassing van moderne circuittechnieken. Naast de mogelijkheid van integratie van de twee deelschakelingen en de daarbij behorende instelorganen, kan de hoofdosillator in microstripuitvoering gemaakt worden.

Dit laatste is in het getoonde laboratoriummodel ook te zien. De vaste deler kan in dunne of dikke film schakeling gerealiseerd worden.

Er ontbreekt de tijd om in te gaan op de merites van andersoortige oplossingen van het behandelde probleem.



Deze oplossingen worden echter ook vaak gekenmerkt door toepassing van meerdere lussen en/of meerdere instelbare deelschakelingen.

#### Literatuur

J. Noordanus

Frequency synthesizers - A Survey of Techniques  
IEEE Transactions on Communication Technology  
Volume COM-17, Number 2.  
April 1969, pg. 257-271.

V.O. Stokes

Techniques of frequency synthesis.  
Proceedings IEE Volume 120, Number 10R.  
October 1973, pg. 1057-1077.

Voordracht gehouden op 10 april 1975 in de KMA te Breda,  
op de 245ste werkvergadering van het NERG.



Ing. H.J.M. Steeneken en Dr. Ir. T. Houtgast

Instituut voor Zintuigfysiologie TNO, Soesterberg

A physical method for measuring the quality of speech transmission channels is presented. The method is based on the intensity fluctuations of running speech. The decrease of these fluctuations due to disturbances can be expressed by a single value which appears to be a good predictor for the intelligibility that can be obtained by using the system.

INLEIDING

De meest voor de hand liggende meetmethode voor het bepalen van de kwaliteit van spraaktransmissiekanalen is gebruik te maken van die signalen waarvoor de te testen verbinding is bedoeld, dus spraak of spraakklanken met een spreker aan de zenzijde en een luisteraar aan de ontvangzijde. Als spraakmateriaal zou men gebruik kunnen maken van berichten of zinnen. We meten dan de zinsverstaanbaarheid. Normale berichten of zinnen bezitten echter een slecht gedefinieerde redundantie, d.w.z. niet alle woorden van het bericht zijn nodig om het bericht te verstaan. Voor reproduceerbare, goed gedefinieerde meetresultaten maakt men bij voorkeur gebruik van logatomen. Dit zijn merendeels betekenisloze woorden bestaande uit een medeklinker-klinker-medeklinker combinatie. Men gebruikt lijsten van 50 verschillende woorden. Per lijst is er voor gezorgd dat de frequentie van voorkomen van de verschillende fonemen representatief is voor de taal. Deze methode is echter tijdrovend, te meer daar voor een betrouwbare meting verschillende sprekers en luisteraars nodig zijn. Voor één meetpunt moet men dan ook op ca. 2 uur meettijd rekenen.

Het ligt voor de hand dat er gezocht is naar methoden waaraan de bezwaren van een lange meettijd en veel personeel niet kleven, en dat liefst met behoud van nauwkeurigheid.

Om hieraan te kunnen voldoen zullen we in moeten gaan op de fysica van de spraak.

HET OMHULLENDE-SPEKTRUM

Lopende spraak is in feite een opeenvolging van signalen met een verschillend frequentiespektrum. Voor een goede verstaanbaarheid via een transmissiekanaal moet dit kanaal dus in staat zijn deze spektrale verschillen over te brengen. Hiertoe beschouwen we de omhullende-functie van lopende spraak (Houtgast en Steeneken, 1972). Een voorbeeld van een dergelijke functie is in de bovenste helft van Fig. 1 gegeven. De mate waarin de door deze functie gegeven fluktuaties worden behouden kan als essentieel voor de verstaanbaarheid worden beschouwd, daar deze fluktuaties direkt zijn gekoppeld aan de verschillen in spektrum tussen de opeenvolgende spraakklanken. Als referentie voor het bepalen van de relatieve sterkte van de fluktuaties wordt de gemiddelde intensiteit gebruikt. Deze gemiddelde intensiteit is in Fig. 1 weer gegeven door de gestippelde lijn.

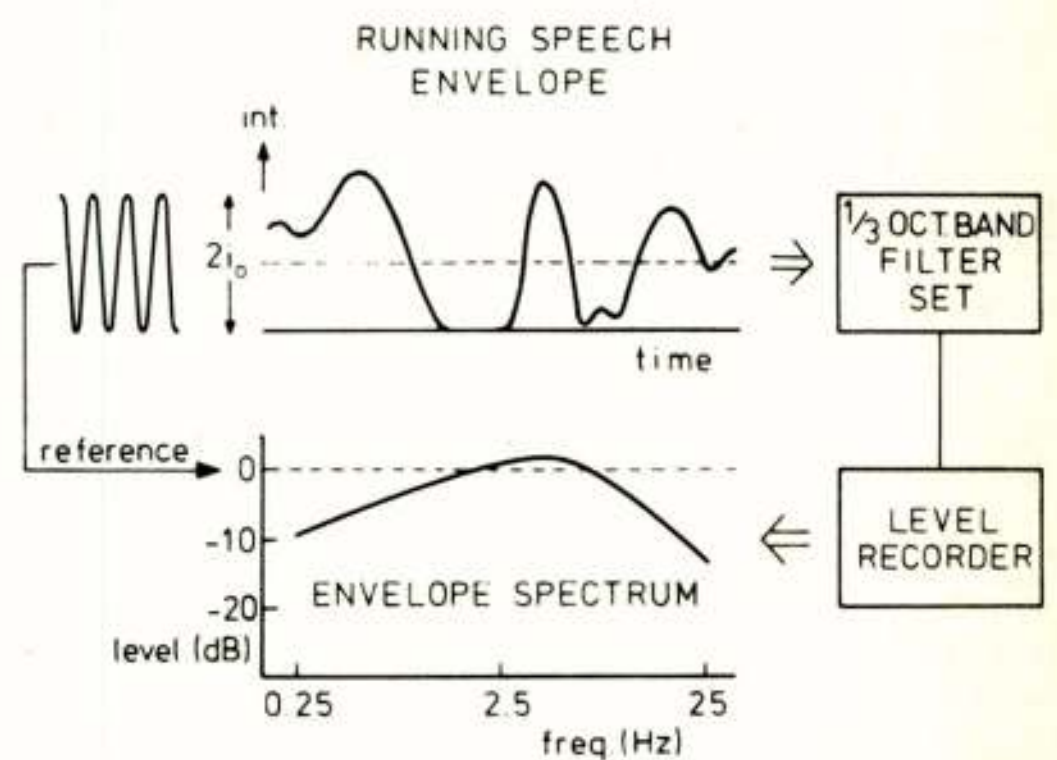


Fig. 1. Voorbeeld van een omhullende-functie en omhullende-spektrum voor lopende spraak.



De omhullende-functie wijzigt als de spraak verstoord wordt. Zo zal een achtergrondgeruis de gemiddelde intensiteit doen stijgen, begrenzing (peak-clipping) zal de pieken van de omhullende afkappen, nagalm zal een versmeringseffekt hebben (met name voor snelle fluktuaties), terwijl een automatische versterkingsregeling de langzame fluktuaties nivelleert.

Als we de fluktuaties in omhullende-functie willen gebruiken voor meetdoeleinden zullen we er een eenduidige beschrijving van moeten hebben. De onderste helft van Fig. 1 geeft het spektrum van de omhullende-functie: het omhullende-spektrum (envelope spectrum). De gemiddelde intensiteit is weer als referentie gebruikt; een spectraal niveau van 0 dB betekent een modulatie diepte van de omhullende van 100%.

Daar de invloed van de meeste storingen frequentieafhankelijk is dient dit omhullende-spektrum voor verschillende frequentiebanden van het spraakspektrum te worden bepaald. Het blijkt dat een analyse van de oktaafbanden met middenfrequenties van 250 Hz t/m 4000 Hz voldoende nauwkeurig is.

De volgende punten zijn van belang indien we dit omhullende-spektrum als basis voor het bepalen van de spraakverstaanbaarheid willen gebruiken:

- Hoe meten we het omhullende-spektrum?
- Is het omhullende-spektrum reproduceerbaar?
- Hoe wijzigt het omhullende-spektrum t.g.v. verschillende storingen op een transmissiekanaal?
- Kunnen we aan het omhullende-spektrum één eenduidige maat ontleen die goed gerelateerd is aan de subjectieve verstaanbaarheid?

Het eerste punt - hoe meten we het omhullende-spektrum - kan aan de hand van Fig. 2 worden verklaard. Lopende spraak, gefilterd via een oktaaffilter, wordt gekwadrateerd door een analoge vermenigvuldiger (om de intensiteit te verkrijgen) en daarna via een laagdoorlatend filter geleid. Het verkregen signaal wordt bemonsterd met een analoog-digitaalomzetter en opgeslagen in het geheugen van een rekenmachine. Na bemonstering van ca. 40 sec lopende spraak wordt het opgeslagen signaal via een digitaal-analoogomzetter geregenereerd,

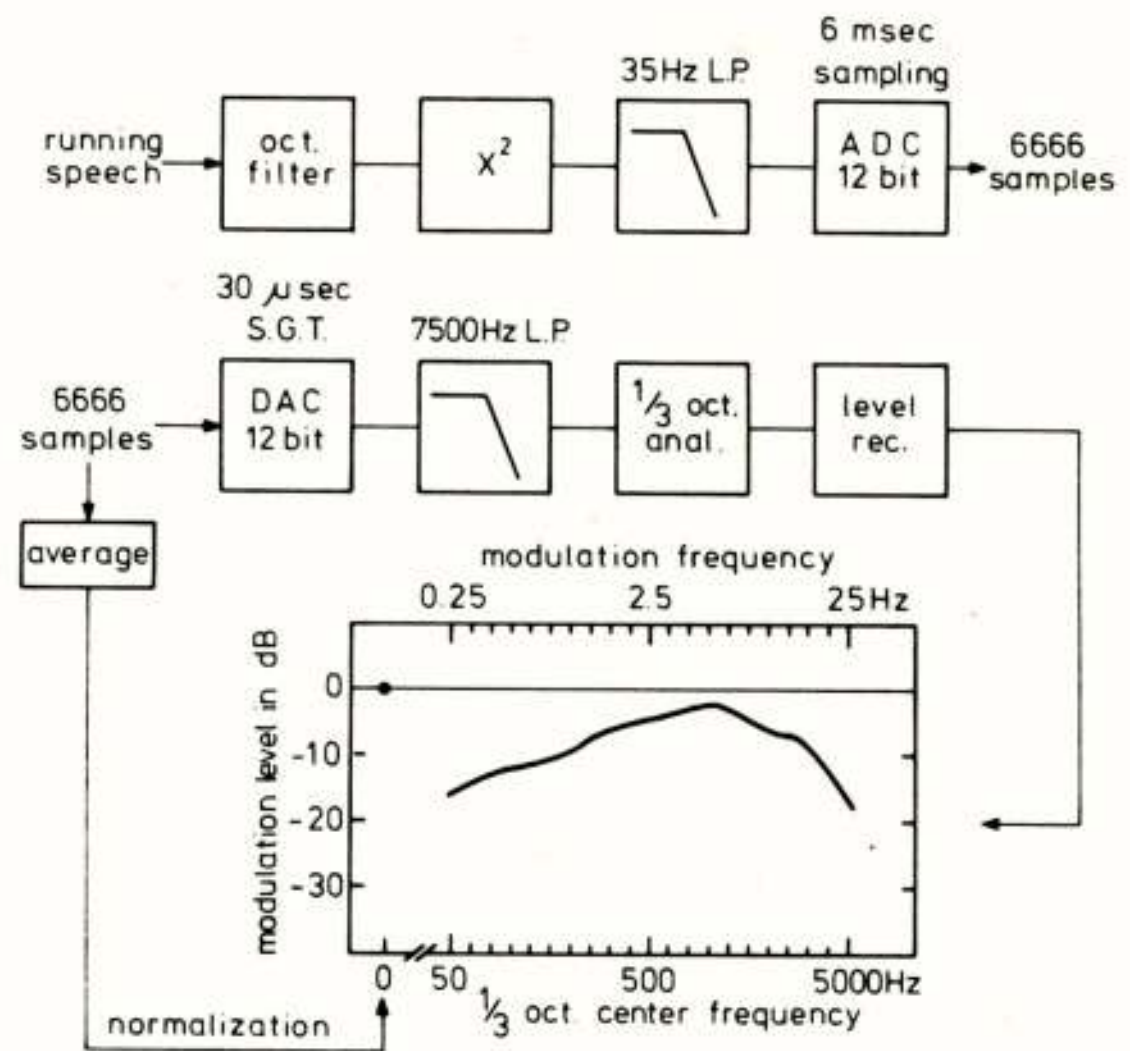


Fig. 2. Overzicht van de meetopstelling voor het meten van een omhullende-spektrum.

echter met een tweehonderdmaal hogere snelheid dan waarmede werd bemonsterd. Het omhullende-spektrum, met frequenties van ca. 0,25 tot 25 Hz, omvat nu het gebied 50 tot 5000 Hz. Dit kan met standaard audioapparatuur worden geanalyseerd. De rekenmachine berekent uit de verkregen informatie eveneens de gemiddelde intensiteit.

Het tweede punt, de reproduceerbaarheid, kan worden onderzocht door een aantal omhullende-spektra te bepalen voor verschillende kondities zoals:

- verschillende stukjes spraak van eenzelfde spreker,
- verschillende sprekers,
- verschillende spreekwijzen (normaal, luid, fluisteren),
- verschillende oktaafbanden.

In Fig. 3 wordt ter illustratie de reproduceerbaarheid getoond van de omhullende-spektra van vijf verschillende stukjes spraak van 40 sec in de oktaafband 1000 Hz afkomstig van dezelfde spreker. De getrokken lijn geeft het referentieniveau. Ter illustratie van de sterkte van de (statistische) amplitude-fluktuaties van een stoorruis is met de stippellijn het omhullende-spektrum van een stationaire stoorruis gegeven, gemeten op geheel analoge wijze als bij de lopende spraak. In feite is het gebied tussen beide omhullende-spektra een maat voor het overbrengen van signalen met variërende spektra.



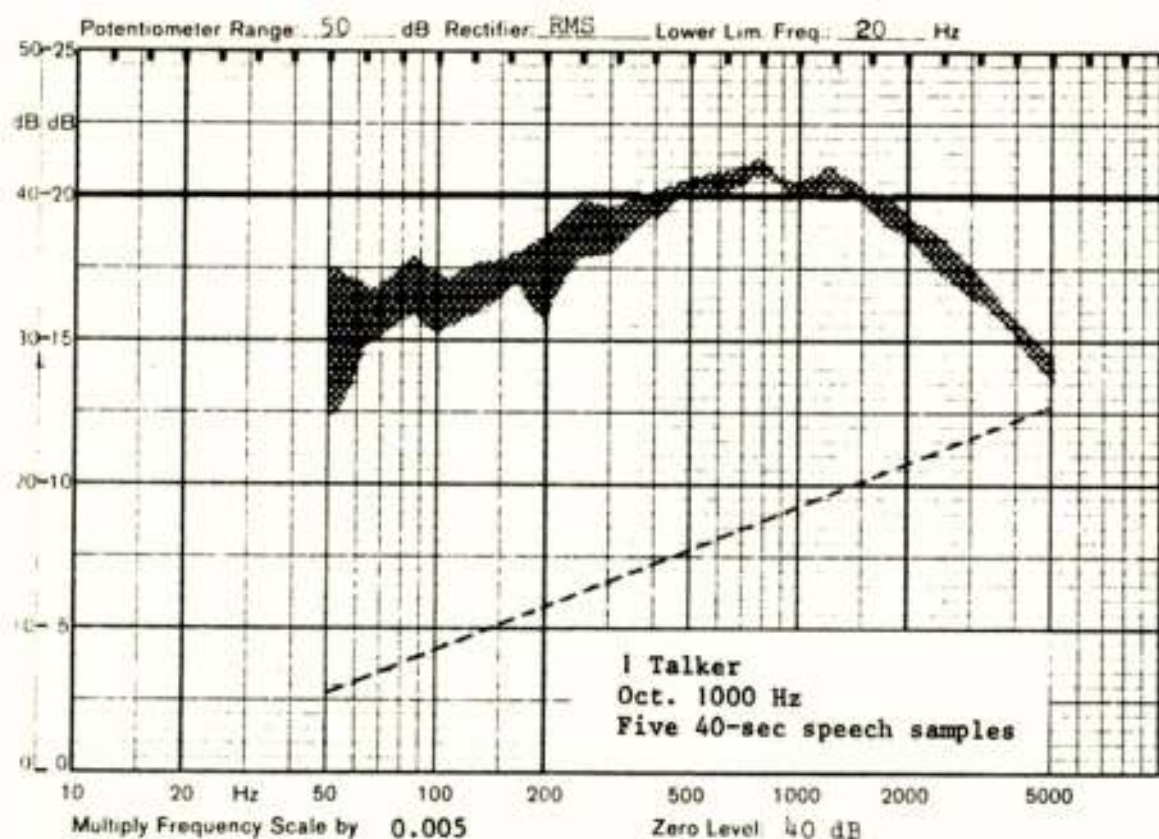


Fig. 3. Omhullende-spektrum voor vijf verschillende monsters van 40 sec lopende spraak voor één spreker in de oktaafband 1000 Hz.

Fig. 4 illustreert in hoeverre het toevoegen van ruis het omhullende-spektrum beïnvloedt. De linker kolom geeft het omhullende-spektrum voor drie verschillende signaal-ruisverhoudingen. De dunne lijn geeft het omhullende-spektrum voor de ongestoorde verbinding, de dik getrokken lijn voor de oktaafband 500 Hz, en de gestipelde lijn voor de oktaafband 2000 Hz. Omdat voor de stoornis witte ruis werd gebruikt, is de afname van

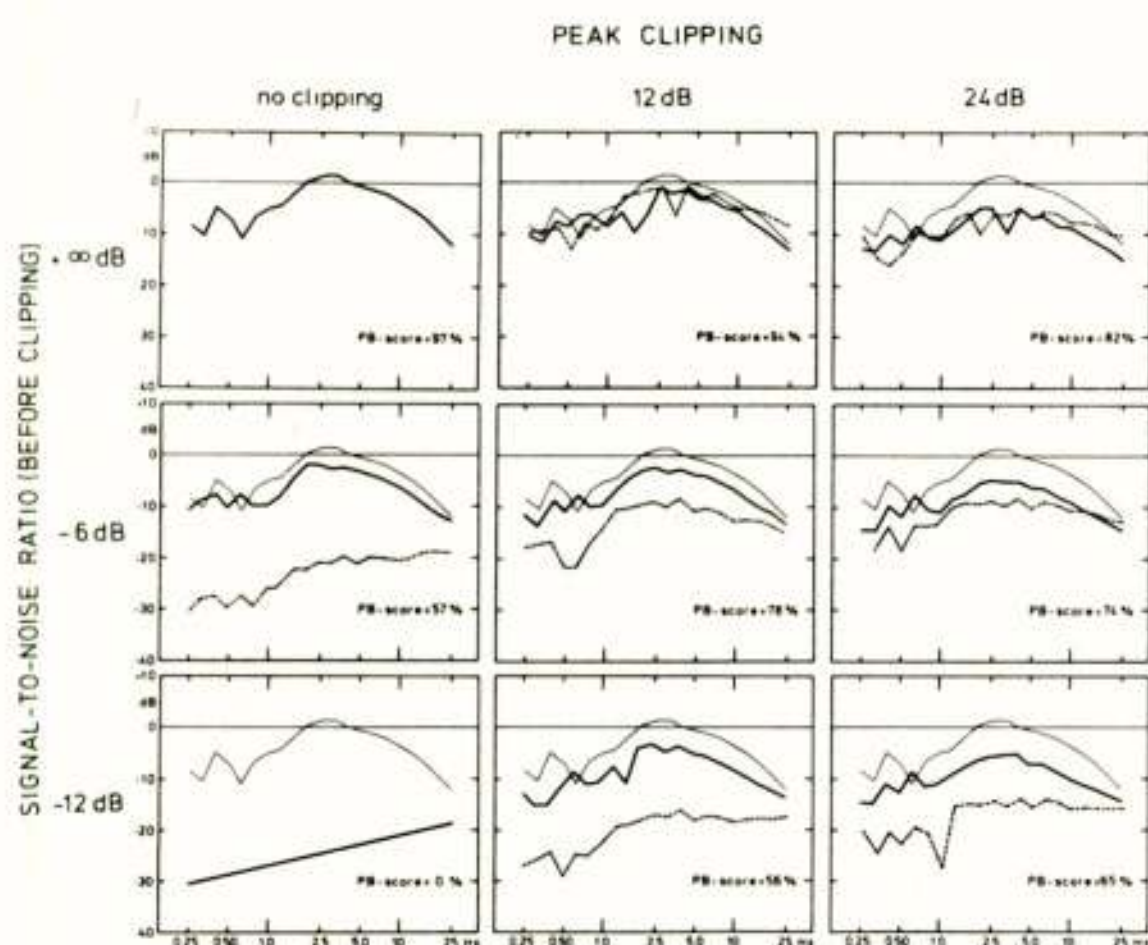


Fig. 4. Omhullende-spektrum voor drie verschillende kondities van amplitudebegrenzing in combinatie met drie signaalruisverhoudingen. De dunne lijn geeft het omhullende-spektrum voor ongestoorde spraak, terwijl de dikke lijn het bij de kondities behorende omhullende-spektrum geeft voor de oktaafband 500 Hz en de gestipelde lijn voor de oktaafband 2000 Hz.

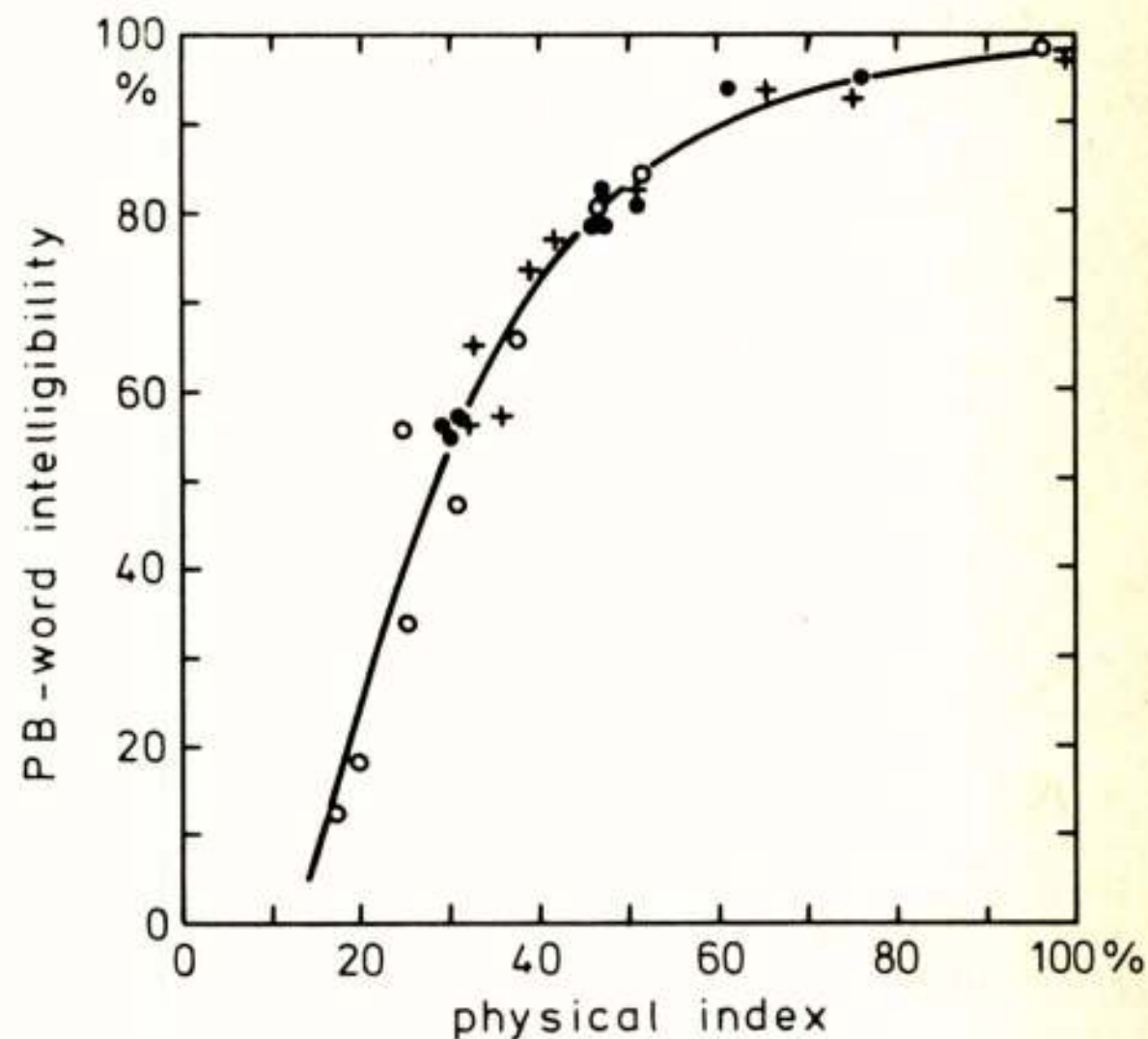


Fig. 5. Relatie tussen de fysische index en de logatoomverstaanbaarheid voor 27 verschillende verbindingen.

het omhullende-spektrum voor de oktaafband 2000 Hz groter dan voor 500 Hz. Bij de middelste en rechter kolom is eenzelfde signaal-ruisverhouding gekombineerd met amplitudebegrenzing van het spraaksignaal.

Teneinde deze benadering te evalueren als een betrouwbare voorspeller van de kwaliteit van een transmissiekanaal werd een groot aantal verschillende verbindingen onderzocht. Van deze verbindingen werd naast het omhullende-spektrum voor de vijf oktaafbanden ook de logatoomverstaanbaarheid bepaald.

De totale afname van de vijf omhullende-spektra per verbinding werd uitgedrukt in één getal. De manier van berekening van dit getal werd op zodanige wijze geoptimaliseerd dat de correlatie met de subjectief bepaalde verstaanbaarheid maximaal was. Voor een aantal verbindingen is de relatie tussen de fysische en de perceptieve maat gegeven in Fig. 5. De nauwkeurigheid van deze fysische index wordt bepaald door de verticale spreiding van de punten. De standaarddeviatie voor de hier genoemde 27 meetpunten is 4,8% logatoomverstaanbaarheid.

De afname van het omhullende-spektrum van spraak t.g.v. storing op een transmissiekanaal kan beschreven worden in termen van de zgn. modulatie-overdracht karakteristiek. Een andere en meer directe methode voor het



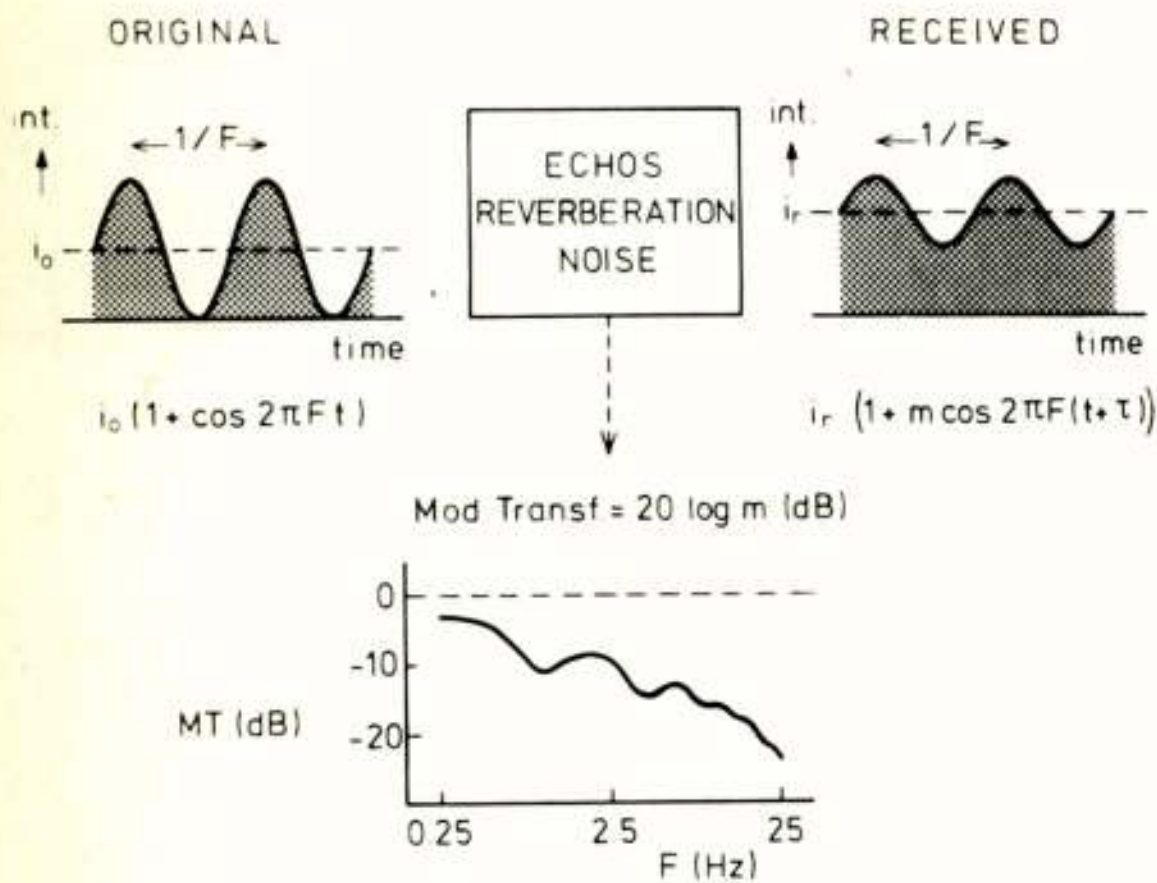


Fig. 6. Basisprincipe voor het bepalen van de modulatie-overdracht karakteristiek.

bepalen van de modulatie-overdracht karakteristiek is gegeven in Fig. 6 (Houtgast en Steeneken, 1973). Het test-sig-naal heeft één (variabele) modulatiefrequentie (100% sinusvormige intensiteitsmodulatie). Via het transmissiekanaal kan t.g.v. storing de modulatie diepte afnemen, hetgeen overeenkomt met de afname die het omhullende-spectrum van lopende spraak bij die frequentie vertoont. De praktisch realisatie van de benodigde meetopstelling waarmee de modulatie-overdracht karakteristiek kan worden bepaald is gegeven in Fig. 7. Aan de zenzijde wordt

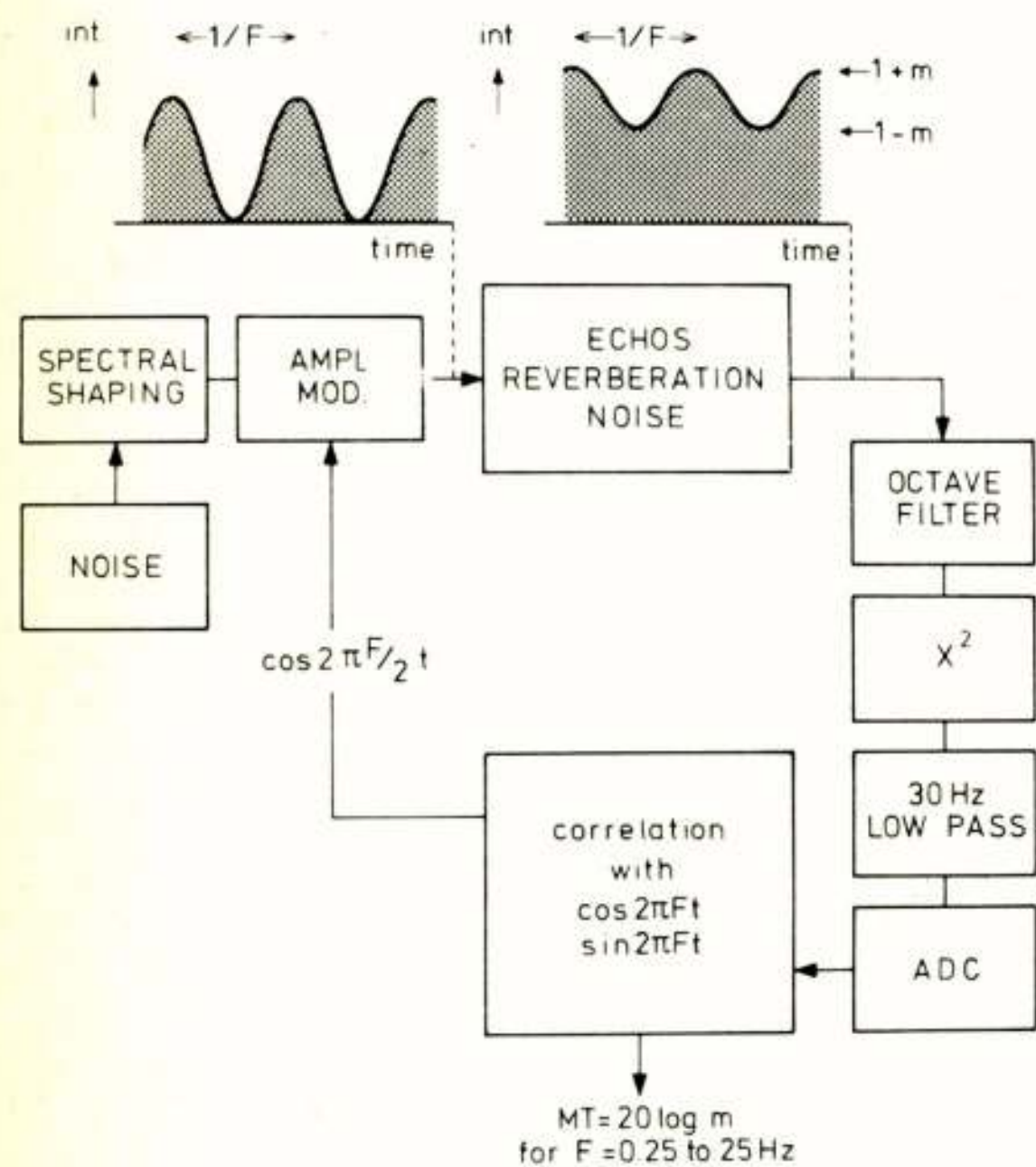


Fig. 7. Overzicht van de meetopstelling voor het meten van de modulatie-overdracht karakteristiek.

d.m.v. een amplitudemodulator het test-sig-naal gegenereerd, waarbij het modulatiesig-naal wordt geleverd via een digitaal-analoogomzetter door een rekenmachine. Na transmissie, filtering en omhullende-detektie wordt het sig-naal via een analoog-digitaalomzetter naar dezelfde rekenmachine teruggevoerd. Door korrelatie met de sinus- en cosinusfunctie van het modulatiesig-naal en bepaling van de gemiddelde intensiteit is de modulatie-diepte van het ontvangen sig-naal te bepalen en de modulatie-overdracht bekend. De meting kan worden uitgevoerd voor modulatiefrequenties van 0.25 tot 25 Hz.

In Fig. 8 is een schematisch overzicht gegeven van de wijze waarop thans in de praktijk een transmissiekanaal wordt bemeaten. Het bovenste gedeelte geeft de niveaus van het test-sig-naal voor de vijf oktaafbanden. Eén dezer banden (in dit geval 2000 Hz) wordt qua intensiteit sinusvormig gemoduleerd en tegelijkertijd ge-

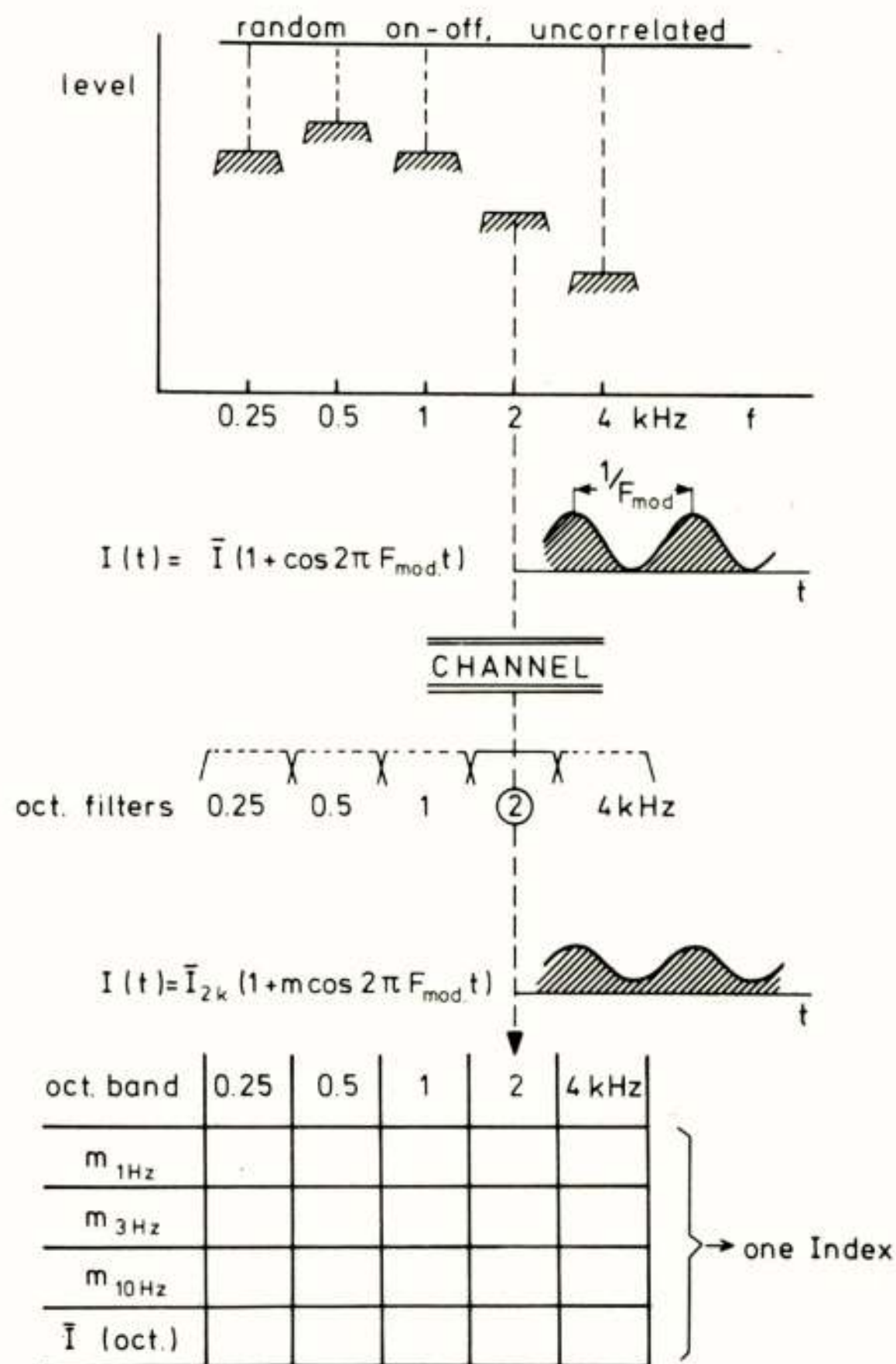


Fig. 8. Schematisch overzicht van de meetprocedure voor het bepalen van de modulatie-overdracht vereist voor het beoordelen van een transmissiekanaal.



analyseerd. Over het algemeen wordt de modulatieoverdracht slechts voor de modulatiefrekwenties 1 Hz, 3 Hz en 10 Hz bepaald. Tevens wordt de gemiddelde intensiteit bepaald. Op het moment dat een der oktaven wordt bemeaten, worden in de overige oktaafbanden signalen gegenereerd met een willekeurige omhullende waarvan het gemiddelde omhullende-spektrum overeenkomt met dat van lopende spraak. Bij het onderzoek van lineaire transmissiekanalen is de aanwezigheid van deze signalen in de niet-bemeaten oktaafbanden niet nodig. Bij kanalen waarbij amplitudebegrenzing of andere niet-lineaire bewerkingen worden toegepast die vervormingsprodukten in de te onderzoeken oktaafband veroorzaken, is echter de aanwezigheid van deze "spraakachtige" simulaties noodzakelijk. Het afwerken van deze meetprocedure voor een meetpunt duurt ca. 70 sec. In vergelijking met een verstaanbaarheidsmeting met sprekers en luisteraars (ca. 2 uur) is dit een aanzienlijke verbetering.

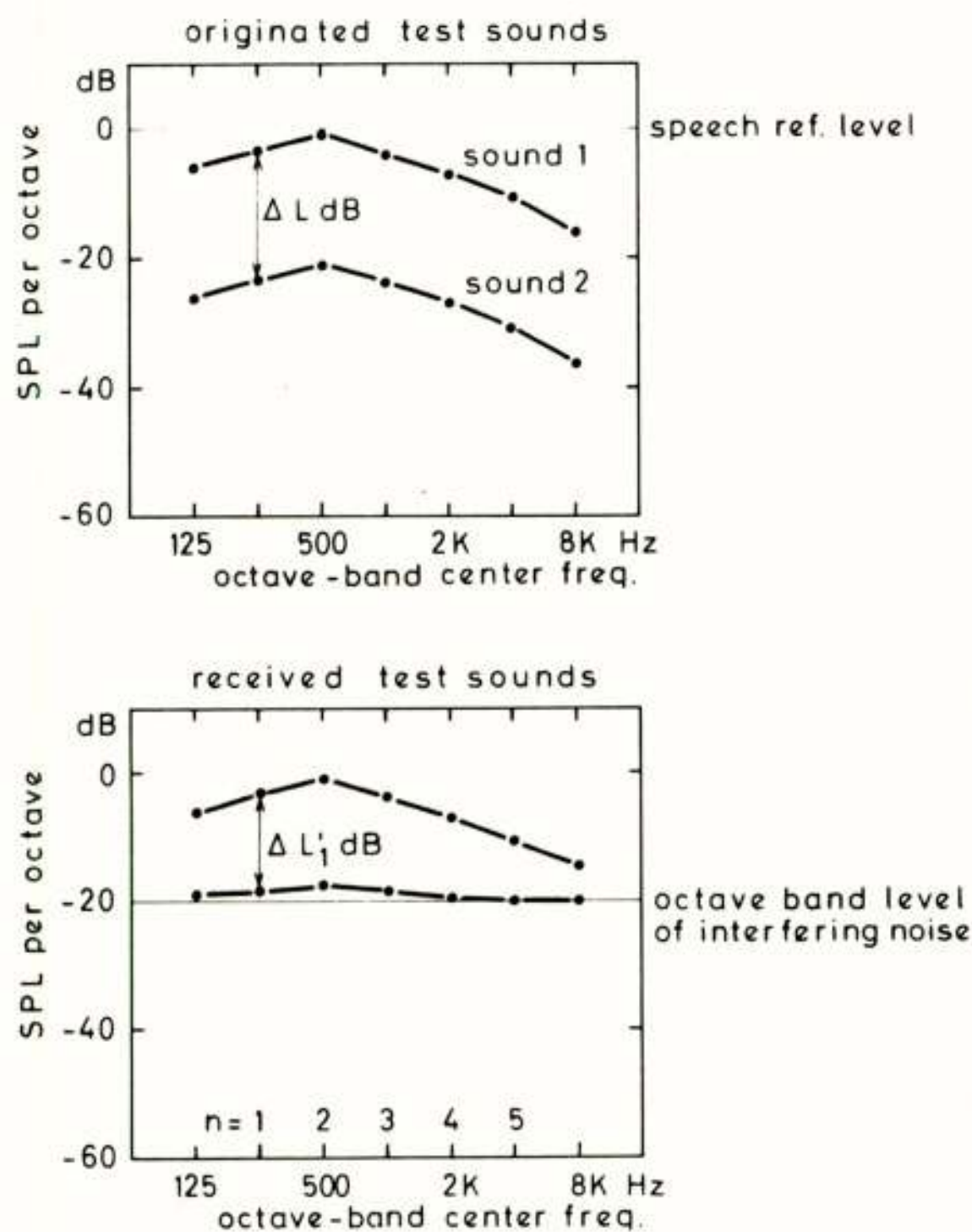


Fig. 9. De bovenste grafiek geeft een vereenvoudigd testsignaal voor het meten van de modulatieoverdracht bij één modulatie frekwentie: "Sound 1" en "Sound 2" worden afgewisseld met een ritme van 3 Hz. Bij de onderste grafiek is op het testsignaal een stoorsignaal met een niveau van -20 dB werkzaam.

SAMENHANG MET EEN EERDER GEBRUIKTE METHODE

Reeds eerder is voor dit Genootschap een voordracht gehouden waarbij het meten van verstaanbaarheid langs fysieke weg het onderwerp was (Houtgast en Steeneken, 1970). Het ging toen om het meten van radioverbindingen waarbij vooral ruis en bandbreedtebeperking als storingen optraden.

Het in dat geval gebruikte testsignaal is in Fig. 9 gegeven. Het is een afwisseling tussen signaal 1 en 2 met een ritme van 3 Hz. In feite werd de modulatieoverdracht alleen voor een modulatiefrekwentie van 3 Hz gemeten. De vijf oktaafbanden werden tegelijkijd (in fase) gemoduleerd zodat geen synchronisatieproblemen kunnen ontstaan tussen zend- en ontvangzijde. In de on-

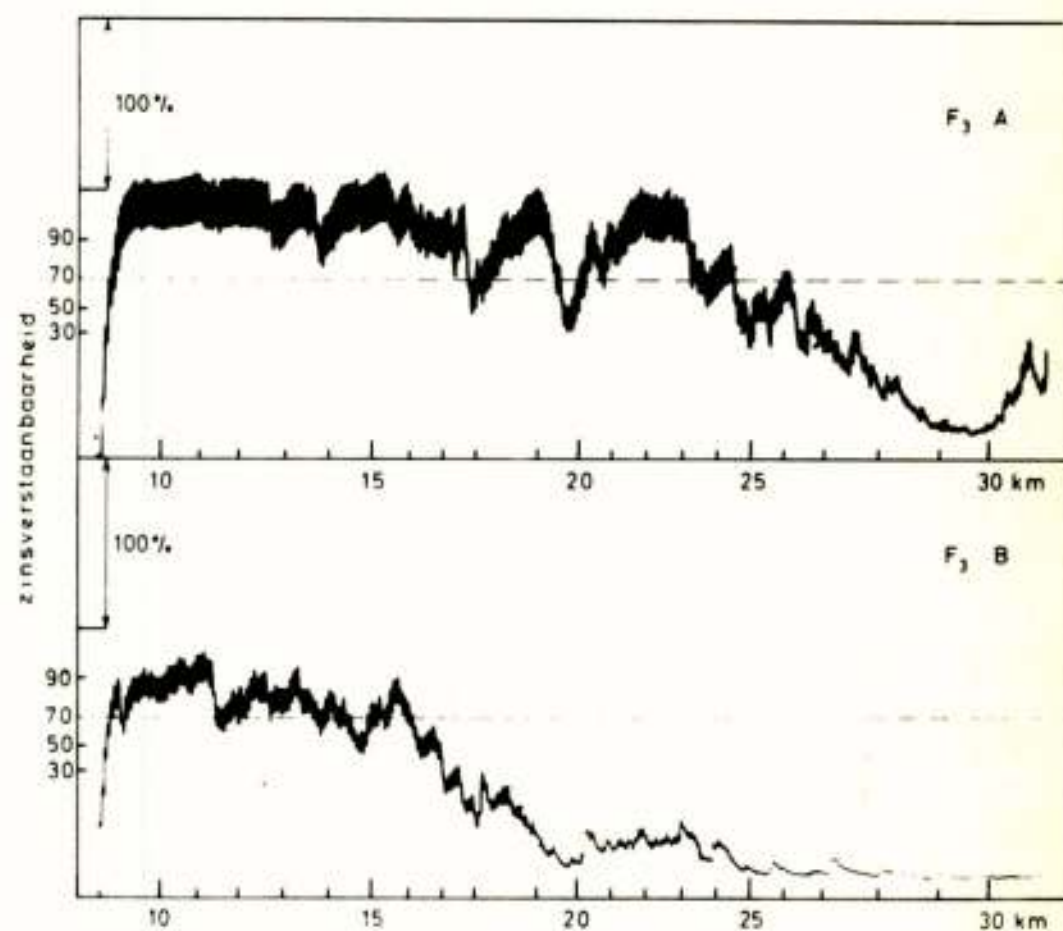
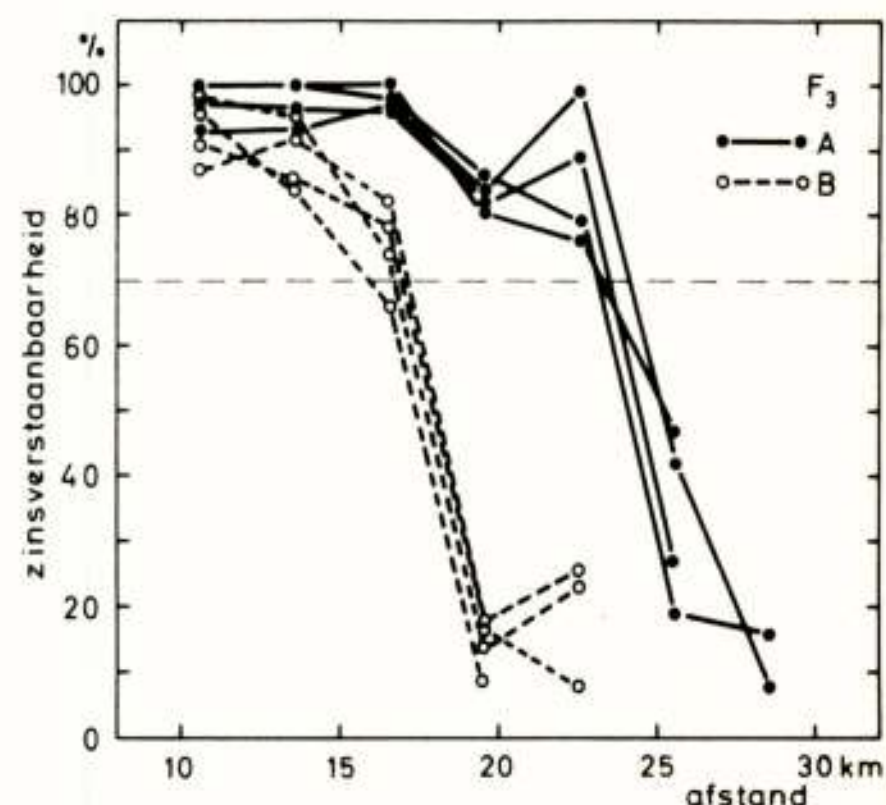


Fig. 10. Vergelijking tussen afstandbereikmetingen van een zendontvanginstallatie voor twee typen antennes. Het bovenste deel heeft betrekking op metingen met sprekers en luisteraars, terwijl het onderste deel de registraties van de fysische index weergeeft.



derste helft van deze figuur is geïllustreerd hoe een stoorruis het testsignaal beïnvloedt. Signaal 2 wordt gedeeltelijk gemaskeerd en de modulatie diepte neemt af.

Met dit systeem zijn veel onderzoeken (vooral t.b.v. de KL) uitgevoerd waarbij o.a. het afstandbereik werd gemeten van de huidige VHF/FM radioapparatuur en de EZB apparatuur. Als parameters werden o.a. gebruikt: antennetype, frekwentie, dag/nacht en terreinkondities. Fig. 10 is een illustratie van een afstandbereikmeting voor een zend-ontvanginstallatie met twee antennetypen (A en B), uitgevoerd met sprekers en luisteraars op vaste punten en met het fysisch meetsysteem. In de bovenste helft van de figuur zijn de resultaten per spreker gegeven. De onderste helft geeft de momentane registratie van het fysische meetsysteem.

#### SLOTOPMERKINGEN

Tenslotte nog enige opmerkingen over de huidige stand van zaken van het eerder besproken meetsysteem met de modulatie-overdrachtfunctie. Kalibraties en metingen zijn uitgevoerd voor de volgende typen transmissiekanaalen.

<u>Type storingen en aantal</u>	<u>aantal combinaties</u>
Ruis (4) + Bandbreedte beperking (BP)(3)	49
Peakclipping (3), + BP(2) + Ruis (2)	54
AVC (4) + BP (2) + Ruis (1)	36
Delta Mod. (3) + Dig. Ruis	23
PCM (2x2) + Dig. Ruis	16
Telefoons (3) + Ruis	21
Mikrofoons (4) + Ruis	80

Uit bovenstaande kon worden geconcludeerd dat dit meetsysteem

- snel is t.o.v. spreker/luisteraars
- reproduceerbaar is
- geoptimaliseerd is voor de meeste storingen
- weinig personeel behoeft.

Hoewel de relevantie van deze benadering voor een grote verscheidenheid van storingen is afgestemd, is het niet zo dat deze methode "blindelings" kan worden toegepast. Steeds zal men een open oog moeten hebben voor de mogelijkheid dat specifieke typen storingen niet op de juiste wijze door de huidige methode worden geëvalueerd.

#### REFERENTIES

- Houtgast, T. en Steeneken, H.J.M.: Beoordelen van spraakkommunicatiekanalen langs fysische weg. De Ingenieur jr. 82, (1970), pag. ET154-157.
- Houtgast, T. and Steeneken, H.J.M.: Evaluation of Speech Transmission channels by Using Artificial Signals, Acustica 25 (1971), 355.
- Houtgast, T. and Steeneken, H.J.M.: Envelope spectrum and Intelligibility of Speech in Enclosures. IEEE-AFCRL (1972), Speech Conference.
- Houtgast, T. and Steeneken, H.J.M.: The Modulation Transfer Function in Room Acoustics as a Predictor of Speech Intelligibility, Acustica, 28, (1973), 66.
- Steeneken, H.J.M. and Houtgast, T.: Intelligibility in Telecommunication derived from Physical Measurements, in Proc. F.A.S.E. (1973), Liège, 316.

Voordracht gehouden op 10 april 1975 in de KMA te Breda, op de 245ste werkvergadering van het NERG.



LEDENMUTATIESVoorgestelde leden

- Dr.ir. N.F. Benschop, Schoutstraat 4, Geldrop.  
 Ir. N.C. Besseling, Schelfstraat 7 B, Rotterdam.  
 Ir. M.C.W. van Buul, Draviklaan 4, Nuenen.  
 Ir. P. van Dijk, Drossaardstraat 9, Geldrop.  
 Ir. A.P.K. Elhorst, Kagerstraat 4, Leiden.  
 Ir. J.J. Gerbrands, Oosteinde 236, Delft.  
 Ir. W.H. Groeneweg, Rigiblick 521, CH-8913, Ottenbach,  
 Zwitserland.  
 Ir. W.F.M. Groenewegen, Menelaoslaan 16, Eindhoven.  
 Ir. R. van Konijnenburg, Waterklaverstraat 17,  
 Lisserbroek, post Lisse.  
 Ir. F.J.W. Maltha, Boxtelseweg 20, Liempde.  
 Ir. J.J. Meder, Alb. Agneslaan 406, Vlaardingen.  
 Ir. F. van der Meer, Wetenschappelijk Instituut, P.O.  
 Box 537, Paramaribo, Suriname.  
 Dr. R.W. Meijer, Burg. Keijzerlaan 168, Leidschendam.  
 Ir. W.A. Noz, Hogeweg 26 II, Amsterdam.  
 Ir. J.G. Nijboer, Beneden Beekloop 7, Geldrop.  
 Ir. H. Ontrop, Amalia van Anhaltstraat 40, Eindhoven.  
 Ir. J. van der Rhee, Zaadkorrel 1, Eemnes.  
 Ir. J. van Staalduinen, Jan Luyckenlaan 233, Leiden.  
 Ir. L. van den Steen, Heemskerckstraat 7, Zoetermeer.  
 Ir. A.J. Verroen, Broekslootkade 131, Rijswijk.  
 Ir. A.H. van Vuren, Stokviswegje 6, Culemborg.  
 Ir. Y.C.M. van der Werf, Koepoortstraat 27, Delft.

Nieuwe leden

- Ing. W. Baars, Mauritsplantsoen 24, Rijnsburg.  
 Ir. R. Brouwer, Bateweg 49, Woubrugge.  
 Ir. P.J. van Engelshoven, Romeinenstraat 2, Tilburg.  
 Ir. H.F. van Glabbeek, Tartinistraat 14, Eindhoven.  
 Ing. P.J. Nuhoff, Händelhof 33, Alphen aan de Rijn.

Nieuwe adressen van leden

- Ir. D. Beekman, Molendijk 47 B, Klaaswaal.  
 Ir. A. van Brink, Tollenstraat 28, Culemborg.  
 Ir. L.D.J. Eggermont, De Speldenmaker 19, Veldhoven.  
 Ir. J.A. Hammer, Storm van 's-Gravesandeweg 70,  
 Wassenaar.  
 Ir. A. Prins, 78 Towsonstreet, Blakehurst, 2221 Sydney  
 NSW, Australië.  
 Ir. N.B.J. Weyland, Park Berkenoord 27, Pijnacker.  
 Ir. J.D. Zijp, Telgekamp 7, Rolde.

Overleden

- Ing. H.J.A. Smit, Valkenierstraat 169, Valkenswaard.

Op de jaarvergadering is besloten de contributie te verhogen om voor het tijdschrift wat meer geld ter beschikking te hebben. Door het bestuur was hierover een enquête gehouden onder de leden. Op de vergadering is de uitslag van deze enquête besproken. Van de 138 binnengekomen reacties waren er 103 voor verhoging met f 7,50 en 35 tegen. Om aan de wensen van de niet te verwaarlozen minderheid tegemoet te komen is door het bestuur, en met instemming van de hoofdredacteur, een verhoging voorgesteld van slechts f 5,--. De vergadering bleek voorstander van een verhoging welke tot f 5,-- beperkt zou blijven.

De redactiecommissie kwam op 18 april bijeen. Na de jaarvergadering kwam bij de redactie de vooraankondiging van het symposium op de THT binnen. Het aantal voordrachten dat voor publicatie in aanmerking komt in het eerste halfjaar liep daardoor van 10 tot 20 op. Om te voorkomen dat aan sprekers op vergaderingen in het najaar geen plaatsruimte voor publicatie in het blad meer geboden kan worden, is afgesproken de auteurs te verzoeken hun artikelen tot maximaal zes pagina's te beperken. Tot op heden waren acht pagina's toegestaan.

De redactie commissie zal de ontwikkelingen blijven volgen, maar meent dat voor verdergaande redactionele veranderingen nog geen aanleiding is.



Tijdschrift van het Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap

Inhoud

deel 40 - nr. 3 - 1975

- blz. 45 In memoriam Prof. Ir. L.H.M. Huydts
- blz. 47 Het THE-Datacommunicatienetwerk, door Ir. R.J.M. van Eijndhoven
- blz. 57 Data communications system of Burroughs B 6700 and Satcom Software for connecting of satellite computers, by Ir. J. Hajek
- blz. 69 Frequency synthesizers voor gebruik in toekomstige mobiele automatische telefonienetten op 1 GHz door Ir. J. Noordanus
- blz. 75 Een fysische methode voor het meten van de kwaliteit van spraaktransmissiekanalen, door Ing. H.J.M. Steeneken en Dr. Ir. T. Houtgast
- blz. 81 Uit het NERG; Van de redactie

druk: HET ZUIDEN Eindhoven