

# STUDIEBLAD

TECHNISCH BLAD VOOR  
PTT PERSONEEL

Nr. 11, 37e jaargang november 1982

In dit nummer:

Radio-zendamateurs (2)

Energiebesparing

Chips: Wat doe je ermee? (11)

Transmissie- en telecommunicatietechniek



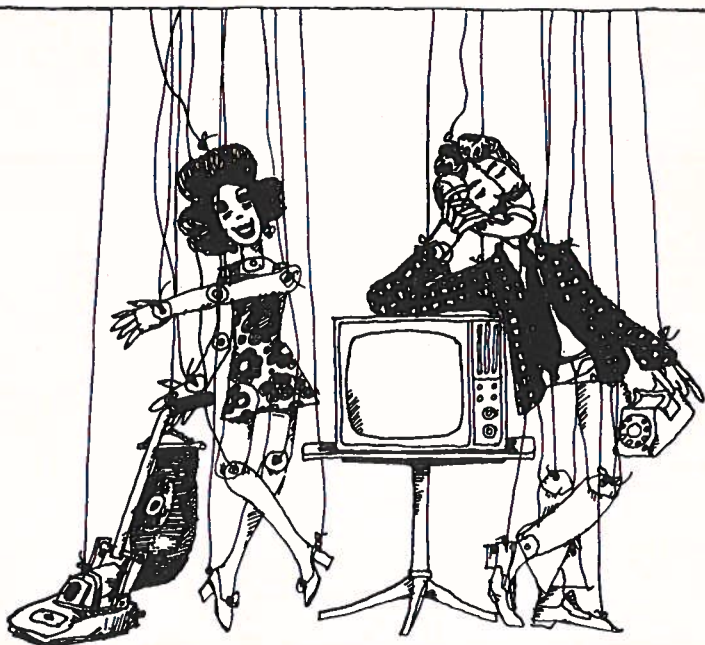
Siemens en het proefproject BIGFON (zie blz. 329).

# STUDIEBLAD



technisch blad  
voor PTT personeel

uitgave AbvaKabo en CFO.  
redactie Hoofdred. ing. B. Kieboom. Red. ing. P. A. de Boer, P. J. Boomgaard.  
redactiesecr. J. P. v. d. Broek. Redactiesecretariaat H. A. Dekkinga, Distelweide 29, 2272 VP Voorburg,  
telefoon 070 - 75 64 20 na 18.00 uur 070 - 27 63 61.  
administratie AbvaKabo, Bredewater 16, 2715 CA Zoetermeer, giro 4073, telefoon 079 - 51 12 11,  
voor verzending, administratie e.d.  
abonnement *f* 18,- per jaar. Voor niet-PTT-ers *f* 30,- per jaar. Verschijnt maandelijks.  
advertenties Uitgeverij en Drukkerij Smits B.V., Westeinde 135, 2512 GW Den Haag,  
telefoon 070 - 89 53 90.



## Bewegingloos - zonder kabels.

NKF maakt kabels.

Voor energie-overdracht en voor telecommunicatie.

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

**NKF KABEL** BV

# Het radio-zendamateurisme (2)

Ing. P. A. de Boer

## De invloed van het radio-amateurisme op de ontwikkeling van de radiotechniek omstreeks 1923

Een voorgaand artikel in het oktobernummer van het Studieblad verklaarde veel over de gevoelens die radioamateurs bezielen bij het beleven van hun hobby.

Hierbij werd eveneens ruimte gegeven aan de zienswijze van de Radio Controle Dienst. De Redactie acht het volledigheidshalve gewenst terug te gaan tot de oorsprong van de zo grote belangstelling voor het fenomeen „Radio” bij leken, die geen professionele of financiële gebondenheid hiermede bezitten.

Een reeds eerder gepubliceerd overzicht in het „Jaarverslag 1970 van het Nederlands Postmuseum, uitgebracht aan de directeur-generaal der Posterijen, Telegrafie en Telefonie” onder de hierboven genoemde titel lijkt ons hiertoe geschikt.

REDACTIE

Tot de ontwikkeling van de radiotechniek is zonder twijfel veel bijgedragen door een aantal amateurs, aan wie de verdienste toekomt, dat zij door hun experimenten de aandacht op belangrijke mogelijkheden hebben gevestigd<sup>1</sup> (lijst van noten achter dit artikel).

De bemoeiingen van de amateurs – wij bedoelen hen die, volgens het Radiotelegraafverdrag van Washington 1927 „zonder financiële overwegingen belangstellen in de radiotechniek”<sup>2</sup> – met de radiotechniek gingen hier in Nederland aanvankelijk niet verder dan de ontvangst van radiotelegrafische tekens. Wel heeft het feit dat, gedurende de oorlogsperiode 1914-1917, een algemeen luisterverbod gold remmend gewerkt; het werd echter nog vóór het beëindigen der oorlogshandelingen opgeheven, waarna nog slechts een aangifte vereist was, dat men een ontvangsttoestel had aangeschaft of zelf geconstrueerd.<sup>3</sup>

Met het zenden stond het anders. Hiertoe was een uitdrukkelijke zendmachtiging vereist en deze werden door de Minister van Waterstaat zeer spaarzaam uitgegeven. Enkele voorbeelden, alle daterend van na de Eerste Wereldoorlog, laten wij hier volgen:

- a. aan Ir. à Steringa Idzerda te Den Haag, gedateerd 14 augustus 1919, roepletters PCGG<sup>4</sup>
- b. aan de N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken te Eindhoven, gedateerd 14 augustus 1919, roepletters PCJJ<sup>4</sup>
- c. aan P. Middelraad te IJmuiden, gedateerd 16 februari 1922, roepletters PCMM<sup>5</sup>
- d. aan H. R. Smith te Amsterdam, gedateerd 3 januari 1923, roepletters PA 5<sup>5</sup>

Voor zover uit de beste bronnen kon worden nagegaan werden in de jaren 1919-1923 ongeveer tien zendmachtigingen aan particulieren uitgereikt, waarvan slechts één (T.H. te Delft) gold voor een golflengte van 200 meter. De andere machtigingen golden – hoewel dit niet uitdrukkelijk werd aangegeven – voor omroep in de 1050 meter band. Officieel werd slechts toestemming verleend voor radiotelefonie en -telegrafie proefnemingen.<sup>6</sup>

Met uitzondering van de T.H. te Delft moet worden opgemerkt dat alle gemachtigden een zakelijk belang op het oog hadden; wij zouden zelfs kunnen zeggen dat een zeker reclame-element niet ontbrak. Volgens het (latere) Radioverdrag van Washington waren dit dus geen amateurs. Om deze reden willen wij deze groep gescheiden houden van diegenen die uitsluitend als „liefhebber” – in de zuivere betekenis van het woord amateur – geboeid raakten door de radio. Om het onderscheid zo helder mogelijk te stellen: radio-amateurs die zich slechts richten tot één mede-amateur in binnen- of buitenland.

Deze groep ontstond reeds in de allereerste tijd na 1901, toen Marconi door middel van vonkzenders een draadloze verbinding maakte tussen Engeland en Amerika. Omstreeks 1905 werd door een Duitse fabriek een speelgoed-zend-ontvangertje in de handel gebracht met een bereik van enkele tientallen meters.<sup>5</sup>

In Nederland werden aan deze groep amateurs – in tegenstelling b.v. tot de U.S.A. – consequent zendvergunningen geweigerd. De eerste op dit gebied werd uitgereikt in december 1923 aan de heer K. C. van Rijn te Delft, secretaris der Trans-Atlantische Commissie van de Nederlandsche Vereeniging voor Radiotelegrafie (roepletters PA 9). De zender werd opgesteld in een gebouw van de T.H. te Delft. Dit alles dank zij de machtige voorspraak van prof. C. L. van der Bilt, hoogleraar aldaar.

In het weekblad Radio-Expres van 29 nov. 1923 wordt vermeld dat de minister van Waterstaat op aandringen van het kamerlid Dresselhuys toezegde dat „de Permanente Commissie voor Radiotelegrafie het vraagstuk der zendvergunningen van amateurs zo spoedig mogelijk na de beëindiging van de behandeling van het vraagstuk ‚broadcasting’ in studie zal nemen”.

Blijkbaar – en volkomen begrijpelijk – worstelde de regering met deze volkomen nieuwe problematiek. Zo zeer zelfs dat het tot 1929 duurde voordat tot tevredenheid van alle betrokken partijen een oplossing tot stand kwam.

In de jaren 1923-'24 waren echter andere elementen de ether binnengedrongen. De stand der techniek had het toenmaals vrij eenvoudig gemaakt een „lampontvanger” te gebruiken als zender, n.l. door de ontvanglamp zodanig te koppelen dat deze ging genereren (Mexicaanse-hondeffect). Dit koppelen geschiedde door één der afstemspoelen in een scharnierbare houder te

plaatsen en deze – zover als nodig bleek – naar een vast opgestelde spoel toe te bewegen.

Om de sterkte en de selectiviteit bij ontvangst zo hoog mogelijk op te voeren werd veelal „op de rand van genereren” ingesteld; een onvolkomen maar destijds helaas noodzakelijke methode. Door bewegen in morsetempo van de scharnierbare spoel konden seinen worden uitgezonden; de ontvangantenne kon ook als zendantenne fungeren.

Den Helder, dat blijkbaar vrij veel inwoners telde die het seinen machtig waren, was een der plaatsen, waar het gedoe van zich vermakende toestelbezitters als zeer hinderlijk werd ervaren. Dit had tot gevolg dat de Commandant der Marine, vice-admiraal C. Fock, zich op 4 april 1924 tot de minister van Marine richtte<sup>7</sup> met het verzoek stappen te doen om de vergunningen aan radioluisteraars om „gewone” antennes te gebruiken in te trekken en slechts het gebruik van raamantennes toe te staan. De vice-admiraal verwachtte hiervan dat genererende ontvangers dan geen storingen meer zouden veroorzaken en dat het geven van seinen ook zou worden bemoeilijkt. Ter staving van de ondervonden hinder noemde vice-admiraal Fock enkele, inderdaad ergerlijke, voorbeelden van wangedrag, te Den Helder ondervonden.<sup>8</sup> Zo werd het Marinestation PCB aldaar op 12 maart 1924 opgeroepen door een station dat zich „03” noemde, met de vraag: „is Van D. of Kzrs op wacht?” Toen PCB eens aan een stoorder seinde: „zwijs”, gaf deze brutaalweg als antwoord: „zwijs zelf”. Ook werd eens geseind: „PCB, geef je geen antwoord, dan ga ik maar naar de Spoorstraat”.

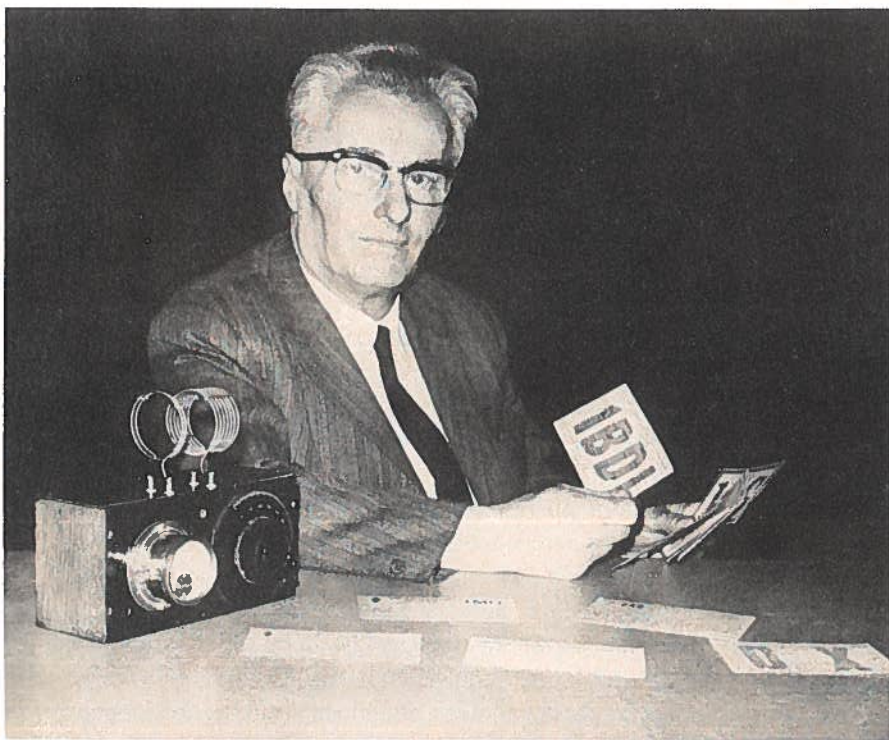
Het voorstel van vice-admiraal Fock aan zijn minister om te verbieden „gewone” antennes te gebruiken, doch slechts raamantennes toe te staan, berustte op een vrij wankele juridische basis, namelijk artikel 3 van de „Telegraaf- en Telefoonwet 1904, laatstelijk gewijzigd bij Koninklijk Besluit van 9 juli 1921, Staatsblad NR 903”. Dit luidde: „de gebruikers van ontvanginrichtingen zijn verplicht alle bevelen met betrekking tot die inrichtingen . . . door het militair gezag tot hen gericht, na te leven”.<sup>9</sup>

Het ligt buiten de strekking van dit artikel hier dieper op in te gaan; we volstaan met te vermelden dat er nooit een antenne-verbod is uitgevaardigd en dat de gehele kwestie zichzelf heeft opgelost door de uitvinding van de „schermroosterlamp” in 1927; behalve voor een goede versterking zorgde deze ook voor scheiding tussen antenne en detectortrap, waardoor genereren vrijwel onschadelijk werd.

Het gebeuren in Den Helder heeft aan de bonafide radio-amateurs weinig goed gedaan. Dit waren mensen die waarnemingen deden en onderzoeken uitvoerden die in sommige gevallen tot revolutionaire ontdekkingen leidden.

Wij willen hier een groepje serieuze amateurs op de voorgrond plaatsen aan wie het in december 1923 gelukte voor het eerst langs radiografische weg (met behulp van buitenzenders) verbinding te maken met de Verenigde Staten van Amerika; het meest opvallende was daarbij dat „heen en weer” seinen mogelijk bleek. Zij gebruikten (niet legaal) de roepletters PCII. De betrokken amateurs waren volkomen gegrepen door hun hobby die voor hen een wetenschappelijk avontuur was, een jacht op onbekende mogelijkheden.

De hoofdpersoon in de hierna geschetste historische gebeurtenissen is H. J. Jesse, geboren te Leiden in 1905. Hij vertelde hierover onlangs, dat hem de voornaamste gebeurtenissen nog helder voor de geest staan,<sup>10</sup> onder andere dat hij reeds op negenjarige leeftijd grote belangstelling had voor de radio vanwege de apparatuur die zijn broer (student te Delft) vervaardigde. Diepe indruk maakte het op hem dat zijn broer al in 1912 een zender had die over een



Afb. 1. H. J. Jesse met enkele „QSL-kaarten” uit 1923-'24. Amateurs bevestigden hiermede dat zij verbinding hadden gehad; daarbij werden gebruikte frequenties, geluidssterkte, atmosferische condities e.d. vermeld. Links op de voorgrond de nauwkeurig geijekte golfmeter, door Jesse gebruikt om de PCII-zender af te regelen op 110 m golflengte.

afstand van twee kilometer uitstekend werkte; ontvangst geschiedde toen nog met een kristalontvanger.

Direct na de Eerste Wereldoorlog heeft H. J. Jesse zich meer intensief in het hoe en waarom der radiotechniek verdiept. Hij werd lid van de Noordwijksche Radioclub, tezamen met de, zich later op verenigingsgebied als leidinggevende figuren ontplooiende, gebroeders Tappenbeck. Zijn inzichten groeiden, mede doordat hij was gaan studeren aan de HTS te Haarlem. In 1921 bouwde hij een radiotelegrafiezender, uitgerust met triodebuizen. Hiermede werden verbindingen gemaakt met Franse en Engelse amateurs, waarbij de voordelen bleken van de volgens toenmalige begrippen zeer korte golflengte van 200 meter.

De amateurs in Europa hoorden soms (blijkbaar onder zeer gunstige condities) hoe Amerikaanse amateurs onderling berichten uitwisselden; ook omgekeerd was dit wel eens het geval. Een Frans amateur (F8AB) gelukte het op 6 december 1923 als eerste Europeaan op de golflengte van 135 meter een verbinding met Amerika te maken; op 8 december 1923 gelukte dit ook het Engelse station G2KF. In Radio-Expres van 8 december 1923 bracht de secretaris van de Noordwijksche Radioclub W. Tappenbeck hierover aan de Nederlandse amateurs gedetailleerd verslag uit, dat eindigt met: „als ik een goede raad mag geven, probeer dan de 100 meter-golf eens”. In Amerika bloeide een uitstekend georganiseerd radio-amateurisme, weinig gehinderd door belemmeringen van regeringswege. Met typisch Amerikaanse doortastendheid schreef men daar tegen einde 1923 een „Transatlantische Amateurstest’ uit, met de bedoeling na te gaan of direct „heen en weer” seinen tussen Amerika en Europa mogelijk zou zijn. De golflengte zou 200 meter bedragen.

Dit bracht de groep Jesse tot koortsachtige activiteiten. Zij namen een opmerkelijk initiatief: via de transatlantische zee kabel telegrafeerden zij de Amerikaanse amateurvereniging dat zij zouden meedoen op 110 meter golflengte en dat zij de Amerikanen verzochten hetzelfde te doen.

Om karakter en werkwijze van de serieuze amateurs uit Leiden te schetsen volgen hier enkele markante bijzonderheden. Jesse's ouderlijke woning aan de Rijnsburgerweg te Leiden bezat geen aansluiting op het elektriciteitsnet. De door zijn vader (architect) ontworpen zeer ruime woning was geheel voorzien van gasverlichting. Om de zender te laten werken moest over enkele honderden meters een kabel worden gespannen vanaf het dichtsbijzijnde woonhuis dat wél elektrische verlichting bezat. De allergrootste moeilijkheid was om de triode-buizen te bemachtigen, waarmede het benodigde antennevermogen kon worden opgewekt; buizen uit ontvangers waren ongeschikt. Een gefortupeerde relatie in Engeland, Partridge genaamd, schonk Jesse een geschikt

exemplaar van 150 watt anodevermogen. Een der gebroeders Tappenbeck studeerde in Berlijn en wist in Duitsland twee 75 watt trioden te lenen;<sup>11</sup> parallel geschakeld bleken deze voldoende energie te leveren. Het laatste probleem wat moest worden opgelost bestond uit de bouw van een gelijkrichtschakeling die in staat moest zijn bij een spanning van 2200 volt een stroom te leveren van 140 milli-ampère. Omdat de meest voor de hand liggende oplossing (een elektromotor die een dynamo aandrijft) het budget van de jongelui te boven ging, werd een elektrolytische gelijkrichter toegepast. Op de afbeelding van de PCII-zender (afb. 2) zijn de glazen potten goed te onderscheiden: 4 x 15 stuks in Graetz-schakeling. Als elektroden werd aluminium en als elektrolyt amoniumfosfaat toegepast. Aan de zendantenne werd bijzonder veel aandacht besteed; het werd een gecompliceerd netwerk, gespannen vanaf de vrij hoge nok van het woonhuis naar houten palen in de achtertuin. Achteraf bleek dat de constructeurs het geluk op hun hand hadden: de antenne had toevallig vrijwel de juiste stralingsrichting!

Het golfgebied van 100 tot 200 meter lag nog geheel braak; niemand had hiervoor enige interesse. Jesse en zijn vrienden zagen dit als een uitdaging; zij voelden bij intuïtie aan dat hier ongekende mogelijkheden lagen. Ze redeneerden: hoe korter de golflengte, des te groter is wellicht de overbrugde afstand. Dit bleek een geniale gedachte te zijn, want reeds in de nacht van 27 op 28 december 1923 werd direct heen en weer contact gemaakt met het Amerikaanse station 2 AGB. Het resultaat hiervan was dat in enkele dagen tijds de gehele amateurwereld omschakelde naar de kortere golven, welke over zeer grote afstanden gedurende de nachtelijke uren te ontvangen waren. Officiële instanties gingen eveneens meer aandacht schenken aan de kortere golven.

Philips' Gloeilampenfabrieken N.V. te Eindhoven vervaardigde in 1923 reeds geruime tijd geschikte typen triodebuizen, maar weigerde aanvankelijk medewerking omdat geen zendmachtiging kon worden getoond; toen het succes van PCII ook in Eindhoven grote indruk maakte, schonk Philips alsnog een triode van het type Z 5, zoals ook Idzerda in zijn PCGG-zender toepaste!

Van de andere kant was het begrijpelijk dat de overheid dit alles niet zonder meer kon laten passeren; de ergernissen met Den Helder waren te groot. Jesse heeft nooit moeite gedaan iets te verbergen; naam en adres waren algemeen bekend. Op instigatie van het Staatsbedrijf der Posterijen en Telegrafie werd op 12 maart 1924 proces-verbaal opgemaakt door de rechercheur van politie van de afdeling Bijzondere Wetten te Leiden Bernardus Johannes Arnoldus Mom,<sup>12</sup> ter plaatse bijgestaan door een elektrotechnisch ambtenaar bij de Rijkstelegrafie.





Afb. 2. De PCII-zender in januari 1924. Op de vloer de elektrolytische gelijkrichter (naar een foto van R. Tappenbeck in „Radio-Expres“ 1924, blz. 7).

Jesse gaf bij deze gelegenheid toe dat hem door de minister van Waterstaat geen machtiging was verleend om een niet voor het openbaar verkeer bestemde radiotelegraaf of -telefoon in de woning te hebben, doch dat hij wel gerechtigd was een ontvangstinrichting te hebben, daar hij daarvan kennis had gegeven aan de directeur van het Telegraafkantoor te Leiden.

Ten slotte zij nog vermeld dat de gehele installatie in beslag werd genomen waaronder ook een „schrift met aantekeningen“ (de opgetekende ontvangselen in morse). Alles werd behoorlijk gewaarmerkt ter Griffie gedeponereerd. Het proces-verbaal eindigt met: „naar mijn mening is door H. J. Jesse voornoemd in strijd gehandeld met artikel 20 in verband met artikel 3 der Telegraaf- en Telefoonwet 1904 St.B1 no. 7“. Dit artikel luidt: „Voor den aanleg en het gebruik van niet voor het openbaar verkeer bestemde telegrafen en telefonen wordt eene machtiging van onzen Minister van Waterstaat, Handel en Nijverheid vereischt, indien zij in, op of boven openbare gronden worden aangelegd (. . .)“. De aanvulling van 2 januari 1905 had speciaal betrekking op

radioverbindingen, al werd een merkwaardige omschrijving gebruikt: „Tenzij voorzien van eene vergunning van Onzen Minister (. . .) is het verboden aan te leggen of te gebruiken:

3. eenige electriche inrichting bestemd voor het niet openbaar telegrafisch en telefonisch verkeer door middel van toestellen, welke op de eindpunten niet onderling door draden of geleidingen zijn verbonden”.<sup>9</sup>

Ondanks het ontbreken van termen als „radio” of „draadloos” is het volkomen duidelijk dat Jesse met zijn verbinding naar Amerika deze wet overtrad.

Ook R. Tappenbeck is aan een verhoor onderworpen, vastgelegd in een proces-verbaal gedateerd 20 maart 1924.<sup>13</sup> Hierin verklaarde T. onder meer dat hij in het tijdvak van 22 tot en met 30 december 1923 herhaaldelijk bij Jesse was geweest en dat hij gedurende genoemd tijdvak de zender PCII meermalen alleen had bediend. Hij wenste echter niet te verklaren of hij daarbij al dan niet verbinding met andere stations had gehad. Tappenbeck werd niet gedagvaard om voor de kantonrechter te verschijnen.

Hoe de Leidse kantonrechter de zaak van Jesse heeft gewogen is terug te vinden in „De Nieuwe Rotterdamsche Courant” van 1 mei 1924 (ochtendblad).<sup>14</sup> Onder de rubriek „Rechtszaken” lezen we dat de plaatsvervangend kantonrechter te Leiden op 30 april n.m. uitspraak deed. Deze, mr. M. B. Vos, sprak beklaagde vrij van een deel van het ten laste gelegde n.l.: „dat hij had aangelegd gehad een radiotelefoon”. Hij verklaarde beklaagde schuldig aan het aanleggen van een radio-telegraaf, doch ontsloeg hem van rechtsvervolging wegens de geringe betekenis van het feit en de omstandigheden waaronder het was begaan. Er werd derhalve geen straf toegepast. Bovendien moesten de in beslag genomen toestellen worden teruggegeven.

Deze uitspraak was voor het Staatsbedrijf der Posterijen en Telegrafie bijzonder pijnlijk. Er werd dan ook een krachtige poging ondernomen om in hoger beroep een beter resultaat te behalen. In een brief d.d. 2 mei 1924 van de minister van Waterstaat<sup>15</sup> aan zijn ambtgenoot van Justitie wordt uitvoerig geargumenteed in termen als: „Van een oordeel over de algemeen strafrechtelijke zijde van dit vonnis onthoud ik mij, ik voel mij evenwel verplicht U.E. met nadruk mede te deelen, dat de gronden, die den Kantonrechter er toe hebben geleid ten deze geen straf toe te passen, naar mijn oordeel blijk geven van een onjuiste waardeschatting van het gepleegde feit uit een oogpunt van de algemeene radiotelegrafische en -telefonische verkeersbelangen. De handelingen door den beklaagde verricht mogen uit een technisch oogpunt hunne verdiensten hebben en in dit geval aan de Rijksradiodiensten geen of weinig hinder hebben veroorzaakt, deze incidenteele overweegingen hadden naar

mijne meening ten deze niet den doorslag mogen geven. Ik onderschat geenszins de ruime wijze van denken van den rechter in het geval Jesse; echter moet bij elk geval niet uit het oog worden verloren de invloed, dien des rechters uitspraak heeft op de waardeschatting van de overtreding bij andere amateurs. Onvermijdelijk zal het geval te Leiden ten gevolge hebben, dat het euvel der amateurovertredingen meer dan ooit zal gaan voortwoekeren, en daarom zou ik het op prijs stellen, dat de gelegenheid geopend werd, dat een rechter, minder plaatselijk en incidenteel voelend, het geval ter berechting kreeg, en daardoor meer algemeen en dus ter waarschuwing van andere amateurs, zijn oordeel over de overtreding zou kunnen uitspreken.”

Hoger beroep werd inderdaad verkregen, zoals blijkt uit een bericht van het Parket van de Procureur-Generaal bij het Haagse Gerechtshof, gedateerd 19 mei 1924<sup>16</sup> en gericht aan de minister van Justitie. Uiteraard was het bericht bestemd voor doorzending naar de minister van Waterstaat, om vervolgens de Rijkstelegraafdienst te bereiken. Er werd in medegedeeld dat in opdracht van de Officier van Justitie de Ambtenaar van het Openbaar Ministerie bij het Kantongerecht te Leiden hoger beroep had aangetekend tegen het vonnis van de kantonrechter te Leiden. Opmerkelijk is de laatste zin, waarin staat dat bij de behandeling der zaak in appèl met de bedenkingen van de minister van Waterstaat tegen het eerste vonnis rekening zal worden gehouden.

De Haagse Rechtbank behandelde de zaak Jesse op 22 september 1924. Hierover in het volgend nummer. (Wordt vervolgd.)

## Bij de voorpagina

### Siemens en het proefproject BIGFON

De Duitse PTT heeft Siemens opdracht gegeven, tot de uitvoering van het BIGFON proefproject „Breitbandiges Integriertes Glasfaser-FernmeldeOrtsNetz“ (breedband integraal glasvezelnet) in München en Berlijn.

Eind 1983 zal dit project zijn gerealiseerd.

De deelnemers aan BIGFON maken via glasvezels gebruik – naast normaal telefoneren – van moderne communicatiediensten zoals beeldtelefoon, telex, teletekst, viditel, telefax. Daarnaast is de ontvangst van een veelvoud aan radio- en tv-programma's mogelijk.

Inmiddels heeft de Duitse PTT in München en Berlijn de stadswijken bepaald, waarin Siemens een lokaal BIGFON-net zal aanleggen, dat bestaat uit glasvezelkabels, centrale apparatuur, overdracht- en verdeelinrichtingen en eindapparatuur voor de aangesloten abonnees.

Binnen elk BIGFON-eiland (München en Berlijn) worden 28 geselecteerde deelnemers, waarvan er steeds zes beschikken over beeldtelefoon, aangesloten. Deze deelnemers zullen in het verkeer met andere BIGFON abonnees zowel van hun eigen eiland als van de overige eilanden in heel Duitsland (na het gereedkomen van de breedband afstandsverbinding), kunnen beschikken over alle bovengenoemde communicatiemogelijkheden. Bij het telefoneren tussen BIGFON deelnemers worden, dankzij de digitale overdracht en de digitale telefoon, aanvullende nieuwe mogelijkheden geboden, zoals aanduiding van het telefoonnummer van degene die belt, kiesherhaling, luidsprekende telefoon (“hands free”), verkort kiezen en oproepdoorschakeling (“follow me”). Siemens werkt nauw samen met de Duitse PTT om beide proefprojecten te realiseren.

# Energie besparing in verlichtings-installaties

Chr. J. Mijer

Het overgrote deel van de verlichtings-installaties is voorzien van fluorescentie (TL) buizen en wordt gebruikt als algemene verlichting van werk of bedrijfsruimte. De aanwezige installatie en het gedrag van de gebruiker bepalen uiteindelijk het energieverbruik. Het gebruik van de meeste TL-verlichtings-installaties ligt in feite vast na het ontwerp. Het aanpassen (optimaliseren) aan de situatie in de praktijk is tot nu toe niet gebruikelijk. Dit houdt in, dat over het algemeen de ontwerpen aan de veilige kant zijn. Verder wordt rekening gehouden met een teruglopen van de lichtopbrengst van de TL-buis met  $\pm 20\%$  gedurende de economische levensduur van de buis. Een exact ontworpen installatie levert  $\pm 20\%$  meer licht wanneer de TL-buizen nieuw zijn.

## De optimale verlichtings-installatie

In deze installatie worden TL-buizen gebruikt met een hoge lichtopbrengst per Watt.

De schakelbaarheid en de schakellogica moet goed zijn.

De te grote lichtopbrengst, door ontwerpafwijkingen en het nieuwe buizen-effect, kan worden bijgesteld met speciale regelapparatuur. Het maken van een goed ontwerp voor een nieuwbouw verlichtings-installatie is niet zo'n probleem. Voorwaarde is echter:

- Een juist gebruik van de apparatuur, die momenteel op de markt is.
- Een goede visie op de relatie-investering t.o.v. de exploitatiekosten gedurende de economische levensduur.

Moeilijker is het de juiste oplossing voor (rendabele) energiebesparing in bestaande installaties te vinden.

## Energie besparing in bestaande verlichtings-installaties

De mogelijkheden die er zijn om in bestaande installaties energie te besparen zijn:

1. Herbezinning omtrent het vereiste verlichtingsniveau.
2. Buiten werking stellen van overbodige armaturen.
3. Buiten werking stellen van overbodige buizen.
4. Toepassen van buizen met een hoge lichtopbrengst per Watt.
5. Verbeteren van de schakellogica.

6. Verbeteren van de schakel-mogelijkheden.
  7. Inbouwen van automatische schakel- en/of regelapparatuur.
- Om een keuze te maken uit de bovenstaande mogelijkheden is het van belang eerst de volgende punten in beschouwing te nemen.
- a. Hoe groot is het aantal bedrijfsuren in de bestaande situatie?
  - b. Hoe groot is de invloed van gebruiker?
  - c. Wat is de lichtopbrengst van de installatie voorzien van nieuwe buizen?
  - d. Is de keuze tussen algemene verlichting alleen en algemene verlichting aangevuld met plaatselijke verlichting, juist gemaakt?

### Gebruiks situaties/Bedrijfsuren

Het vervangingsbeleid voor TL-buizen moet erop gericht zijn zoveel mogelijk te voorkomen, dat vervanging per buis plaatsvindt in gebruiks-situaties waar het aantal bedrijfsuren redelijk is te schatten.

Afhankelijk van het gebruik neemt het uitvalpercentage na een bepaald aantal bedrijfsuren sterk toe (schakelfrequentie en omgevingstemperatuur).

Na enige studie is er een methode van vervangen ontstaan die gebaseerd is op een aantal kenmerkende bedrijfs-situaties.

Uitgangspunt is dat de levensduur van een TL-buis 6000-9000 uur bedraagt.

In fig. 1 zijn de categorieën weergegeven waarop de vervangingsplanning van TL-buizen is gebaseerd.

CATEGORIE	GEBRUIKTE SITUATIE	VERVANGING	BEDRIJFSUREN		GEBRUIKSTIJD
			jaar	totaal	
1	Continu gebruik	per jaar	8760	8760	1 jaar
2	Coninu gebruik kantoor uren 8-11 per werkdag	per 3 jaar	2000-2860	gem. 7290	3 jaar
3	Wisselend gebruik	per 6 jaar	800-1250	gem. 6150	6 jaar
4	Beperkt gebruik	na uitval de hele geschakelde groep vervangen. *	tot 800 **	6000	7,5-15 jaar (gem. 10 jaar)

\* Gemiddeld worden er dan 10 buizen vervangen.

\*\* Over het algemeen tussen de 400 en 800 uur per jaar.

fig. 1. Categorie indeling.

Het grootste deel van de TL-buizen valt in categorie 4, een klein deel in categorie 1.

Bij het overwegen van energiebesparende maatregelen is het aantal bedrijfs-

uren het belangrijkste gegeven waarmee bepaald kan worden of één en ander economisch haalbaar is.

De beschreven categorie-indeling wordt bij verdere berekening dan ook herhaaldelijk gehanteerd.

De inventarisatie is op bovenstaande categorie-indeling gemaakt.

Hierbij is er van uitgegaan dat een installatie in de categorie wordt ingedeeld waarin het aantal bedrijfsuren geldt dat overeenkomt met zorgvuldig gebruik van de installatie.

### **Invloed van de gebruiker**

Het is duidelijk dat de zorgvuldigheid waarmee een verlichtings-installatie wordt gebruikt van grote invloed is op het aantal bedrijfsuren.

Vooraf in categorie 3 en 4 is deze invloed relatief groter dan in categorie 1 en 2. Er is een duidelijke verbetering in de verbruikersmentaliteit bereikt door voortdurend te publiceren over energiebesparing.

In de praktijk blijkt echter dat het effect hiervan zeer tijdelijk is. Er treedt een zekere gewenning op ten aanzien van dit soort publicaties.

In het algemeen gesproken kan men wel een zorgvuldig gebruik verwachten wanneer aan de volgende voorwaarden wordt voldaan:

- De **relatie gebruiker : installatie** moet duidelijk zijn.
- Iemand moet **verantwoordelijk** zijn.
- Het al dan niet zorgvuldig verbruik moet **meetbaar** zijn.

Wanneer we een aantal kenmerkende situaties beschouwen dan blijkt tot heden helaas het volgende:

	a	b	c
1 persoons kantoorkamer	++	+	-
Groepsvertrek	+	-	-
Gang, trappenhuis enz.	-	--	-

Men kan hieruit de conclusie trekken dat het gebruik in 1 of 2 persoons vertrekken met mentaliteits-beïnvloeding kan worden verbeterd.

Van de andere situaties moet men niet te veel verwachten.

In die gebruiksomstandigheden moet vooral een betere technische inrichting van de installatie de besparing leveren.

### **Algemene verlichting of algemene verlichting aangevuld met plaatselijke verlichting**

Het toepassen van plaatselijke verlichting (b.v. bureaulampen) in bestaande installaties, betekent vaak dat de aanwezige algemene verlichting ongewijzigd blijft.

Plaatselijke verlichting is in aanschaf relatief kostbaar.

Men kan dan ook alleen rendabele energie-besparing verwachten wanneer men met redelijkheid kan stellen dat het gebruik van de plaatselijke verlichting winst opbrengt door verminderd gebruik van de algemene verlichting.

Deze verwachting zal voornamelijk in één-persoonskamers niet worden beschaamd.

Hierna worden een aantal maatregelen besproken welke in bestaande verlichtings-installaties zijn genomen, met het doel snel resultaten te verkrijgen inzake energiebesparing.

### **Maatregelen en resultaten**

Er is, overeenkomstig de hiervoor aangegeven methode een begin gemaakt met de verwijdering van overbodige buizen en de vervanging van resterende buizen door dunne TLD-buizen. Deze buizen hebben een hogere licht-opbrengst per Watt.

In overleg met de Centrale Afdeling Gebouwen (CAG-C1), de Centrale Afdeling Coördinatie (CACO-B2) en Directoraat Materieel Voorziening (DMV) zijn 15.000 TDL-buizen besteld.

Aanvankelijk was alleen Sylvania op de markt met een TDL-buis die als gelijkwaardige vervanger van de kleur 333-buis kan worden gezien.

Toen ook Philips met een TDL-buis op de markt kwam, en wel met een gunstige prijs, is besloten de bestelling van 15.000 buizen te splitsen in 7500 Sylvania- en 7500 Philips-buizen.

Voor de eerste actie, de versnelde vervanging van het totale bestand van cat. 1, 2 en 3 (zie fig. 1) en de tussentijdse uitval van 1 jaar in cat. 4, waren naar schatting 28.000 buizen nodig. Met het bestellen van het vereiste aantal buizen, na de eerste 15.000, zou echter voorlopig worden gewacht op de resultaten van het KEMA-onderzoek, naar de kwaliteiten van de dunne TDL-buizen.

Door praktijkmetingen is per soort armatuur bepaald hoeveel Watt/m<sup>2</sup> er gemiddeld in een ruimte nodig is om het vereiste verlichtingsniveau overeenkomstig de CAG-norm te bereiken.

Aanvankelijk was geprobeerd, om aan de hand van de bekende verlichtings-berekeningen, te bepalen of er te veel verlichting was geïnstalleerd. De resultaten die hiermee werden bereikt klopten helemaal niet met de praktijk.

Aan de hand van de vermogenlijst (zie fig. 2) is vooraf per ruimte bepaald hoeveel aan verlichtingsvermogen waarschijnlijk zou kunnen worden verwijderd.

De uitvoerenden, voorzien van de nodige instructies, bepaalden in overleg met de gebruiker(s) van de ruimte welke TL-buizen of armaturen buiten werking zouden worden gesteld. Het resultaat was dat gemiddeld 31% kon worden

verwijderd, terwijl de inventarisatie aan de hand van de vermogenslijst gemiddeld 21% aangaf.

De oorzaak hiervan is dat de vermogenslijst is gebaseerd op een algemeen verlichtingsniveau in het gehele vertrek, terwijl in de praktijk blijkt dat, afhankelijk van de meubilering, niet in het gehele vertrek verlichting is vereist. De uitvoerenden maken vervolgens de armaturen die in bedrijf blijven schoon, verrichten kleine reparaties direct en inventariseren eventueel aanwezige grotere gebreken, die dan later apart worden behandeld.

De buizen worden vervangen door TLD en de starters door de elektronische OSRAM-starter.

In fig. 3 is aangegeven wat uiteindelijk de resultaten zijn van deze actie.

De energiebesparing wordt geschat op ca. 39%. Naast de energiebesparing geeft de benadering die uit fig. 2 blijkt, ook een zeer grote besparing op het buizengebruik. Dit komt omdat met tijden voor groepsvervangng wordt gewerkt die aanzienlijk ruimer liggen dan de gebruikelijke één- of twee-jaarlijkse vervanging die in verleden door CAG werd geadviseerd.

De resultaten van het zeer consequent toepassen van dit principe zou in het werkgebied van de WLK, in het telefoondistrict 's-Gravenhage, over een periode van tien jaar leiden tot het overzicht in fig. 4.

	OPAALKAP	PRISMAKAP	REFL. WIT MET ROOSTER	REFLECTOR	OPEN BUIS
Kantoren ca. 500 lux					
hoog 3 meter	22 W/m <sup>2</sup>	20 W/m <sup>2</sup>	18 W/m <sup>2</sup>	16 W/m <sup>2</sup>	18 W/m <sup>2</sup>
hoog 4 meter	26 W/m <sup>2</sup>	24 W/m <sup>2</sup>	22 W/m <sup>2</sup>	20 W/m <sup>2</sup>	22 W/m <sup>2</sup>
Techn. ruimten ca. 400 lux					
hoog 3 meter	20 W/m <sup>2</sup>	18 W/m <sup>2</sup>	16 W/m <sup>2</sup>	14 W/m <sup>2</sup>	16 W/m <sup>2</sup>
hoog 4 meter	24 W/m <sup>2</sup>	22 W/m <sup>2</sup>	20 W/m <sup>2</sup>	18 W/m <sup>2</sup>	20 W/m <sup>2</sup>
Gang rijwielstl e.d. ca. 200 lux					
hoog 3 meter	10 W/m <sup>2</sup>	10 W/m <sup>2</sup>	8 W/m <sup>2</sup>	6-8 W/m <sup>2</sup>	8 W/m <sup>2</sup>
hoog 4 meter	12 W/m <sup>2</sup>	12 W/m <sup>2</sup>	10 W/m <sup>2</sup>	8-10 W/m <sup>2</sup>	10 W/m <sup>2</sup>

fig. 2. Vermogenslijst.

#### Gegevens voor bepaling van het aantal TL-buizen

Voor grote ruimten moet een hogere waarde gekozen worden i.v.m. verminderde reflectie.

In goed overleg de juiste buizen uitnemen, rekening houdend met werkplek, reflectie, absorberende objecten e.d. Lichtkappen reinigen.

Rekening houden met de lichtsterkte bij bijzondere werkzaamheden zoals tekenen, relais, elektronica e.d.

Voor automatenzalen en verdelerruimten wordt het aantal buizen *niet* verminderd i.v.m. eventuele latere voorzieningen.



BRANDUREN PER JAAR	CAT.	AANTAL BUIZEN	TOTAAL VERMOGEN IN kW	VERBRUIK IN kWh	AANTAL BUIZEN IN %	VERWIJDERD VERMOGEN IN kWh	NIEUW VERMOGEN IN kWh	NIEUW VERBRUIK IN kWh
8760	1	590	25	217.000	0,5	8	15,3	134.030
2+30	2	17.400	798	1.940.000	46	255	488,7	1.187.541
1025	3	6.000	230	236.000	0,5	74	140,4	143.910
600	4	75.000	3.000	1.800.000	43	960	1.836	1.101.600
		98.990		4.193.000	100			2.567.081

100% ↑ 61%

besparing 39%

= 1.625.919 kWh/jaar

= f.337.700,--/jaar (prijspeil '81)

fig 3. Resultaten van de eerste sanering verlichtings-installatie.  
Voor categorie-indeling zie fig. 1.

CATEGORIE	BIJ VERLICHTINGSSTERKTE VOLGENS BESTAANDE RICHTLIJN	BIJ VERLICHTINGSSTERKTE VOLGENS NIEUWE METHODE	EXTRA BIJ-AANPASSING DOOR VERWIJDERING
1	f. 5.900,--	f. 5.900,--	f. 4.070,--
2	f. 87.000,--	f. 58.000,--	f. 40.020,--
3	f. 30.000,--	f. 10.000,--	f. 6.900,--
4	f.375.000,--	f. 75.000,--	f. 51.750,--
TOTAAL	f.497.900,--	f.148.000,--	f.102.740,--
t.o.v. oude situatie	100%	29%	21%
Gemiddeld bedrag per jaar op prijspeil 1982, incl. arbeid, excl. starters	f.215.000,--	f. 64.300,--	f. 44.400,--

fig. 4. Overzicht van bereikbare bepalingen door aanpassing van bestaande verlichtings-installaties volgens de beschreven methoden. Voor categorie-indeling zie fig. 1. Genoemde bedragen dienen te worden gezien als een kostenvergelijking geldend in een bepaald geval.

# CHIPS: Wat doe je er mee? (11)

ing. B. W. Bos  
(Vervolg van blz. 310.)

## CPU eenheid met I 8085 microprocessor

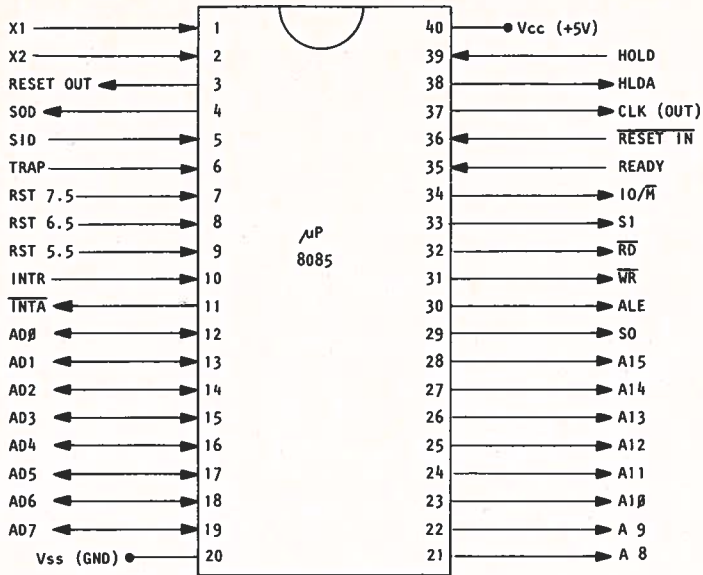
Deze CPU eenheid is ontworpen voor de toepassing in standaardbussystemen met een 8 bit datapad en een 16 bit adresbus. De 8085 is een NMOS microprocessor met alle CPU functies op één geïntegreerd circuit in een 40-pens behuizing.

### *Eigenschappen van de I 8085*

- 8 bit processor (8 bit databus gemultiplexed met adresbus low byte)
- 16 bit adres (adresbereik 65536 bytes)
- enkele +5V voeding (max. 1,5 W)
- Klokfrequentie 6 MHz maximum (AH-1 versie)
- vaste instructieset (113 instructies)
- TTL compatibel
- vectorinterrupt (5 niveaus)

### Aansluitpunten:

- |                     |                                                                                                                             |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| - algemeen          | +5V aarde (voeding)<br>reset (in en uit)<br>kristalingang (freq. = 2× interne freq.)<br>statusinformatie (S0, S1, ALE, CLK) |
| - input/output      | 1 ingang (SID) en 1 uitgang (SOD)                                                                                           |
| - data              | 8 bit gemultiplexed met Adres (AD 0 . . . AD 7)                                                                             |
| - adres             | 16 bit (AD 0 . . . AD 7 en A 8 . . . A 15)                                                                                  |
| - normaal transport | IO/M, WR, RD, READY                                                                                                         |
| - interrupt         | INTR, INTA + RST5.5, RST5.6, RST5.7 + TRAP                                                                                  |
| - busbeheer         | HOLD, HLDA                                                                                                                  |

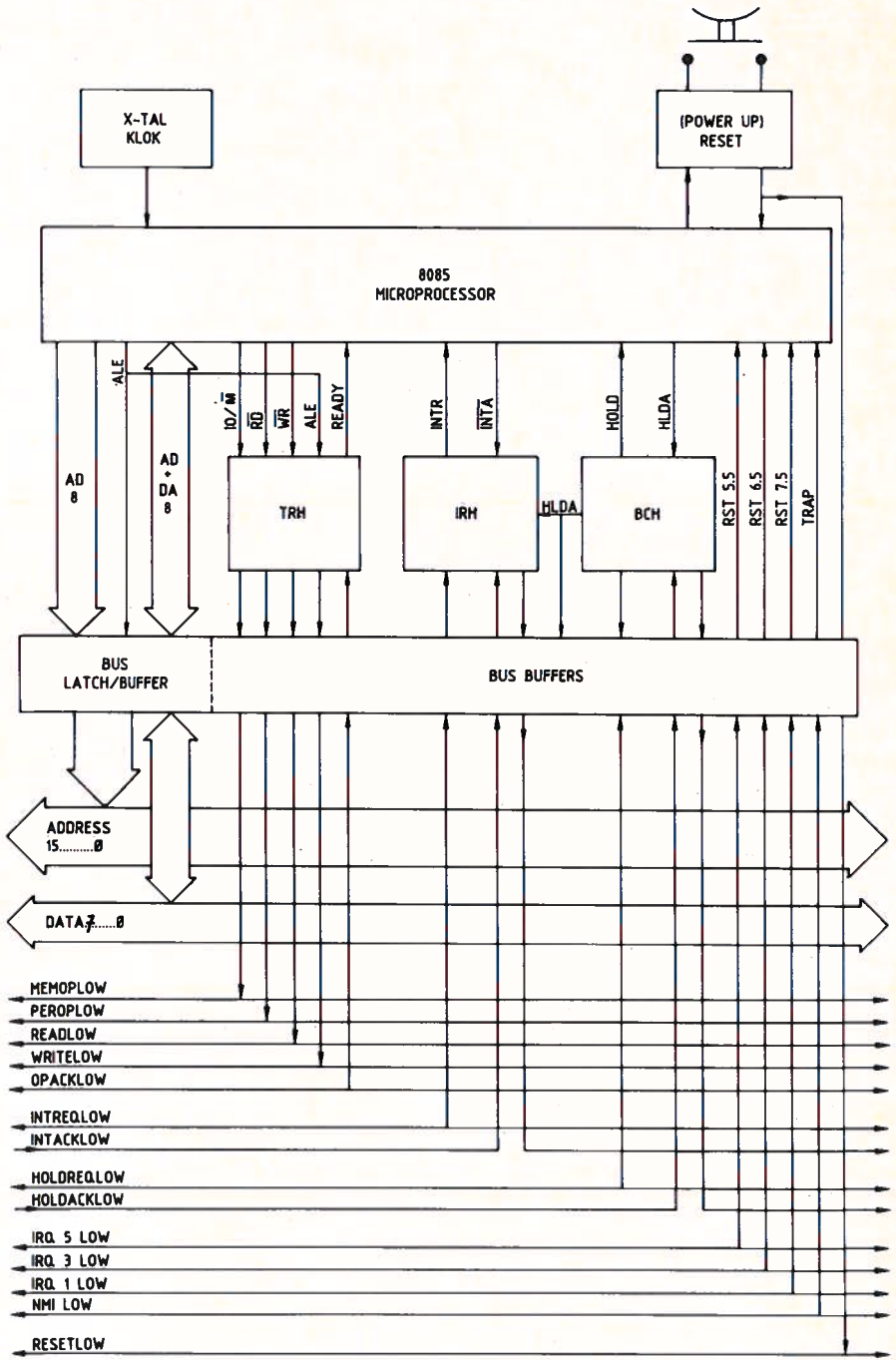


### *Aanpassing van het standaardbussysteem*

Het low byte adres (AD 0 . . . 7) en de 8 bit data zijn in een multiplex beschikbaar. Met behulp van een latch voor het adresbyte en een buffer voor de data is een juiste aanpassing aan het bussysteem mogelijk. Het high byte adres (A8 . . . 15) is ook gelatched (met ALE signaal). De besturingssignalen zijn via een zeer eenvoudige aanpasschakeling en busbuffers geschikt voor het bussysteem.

Ten behoeve van de systeemreset is een POWER-UP resetschakeling met handbediening opgenomen.

Het OPACK-sigitaal wordt geïntegreerd en met een LED zichtbaar gemaakt om de activiteit op de bus aan te geven.



### Handleiding

- Er is geen afregeling van de klok nodig.
- Het OPACK signaal is via een integrator zichtbaar gemaakt met een „RUNLED” op het frontplaatje.
- Op het frontplaatje is een druktoets aanwezig voor het geven van een reset. De power-up resetschakeling genereert hierop een reset van voldoende lengte voor de 8085.
- een speciale schakelaar (S5) geeft de mogelijkheid om bij langdurige afwezigheid van OPACK automatisch een reset te geven.
- Het is mogelijk voor testdoeleinden het MEMOPLOW-signaal te blokkeren. Op de prentkaart moet daartoe een stropje worden aangebracht, zodat ingang C20 BREAKLOW kan worden gebruikt.
- Bij I/O operaties wordt slechts een 8 bit adres gebruikt, dat zowel op de low-byte adreslijnen als op de high-byte adreslijnen komt te staan.

### Geheugeneenheid met 8k x 8(16) EPROM

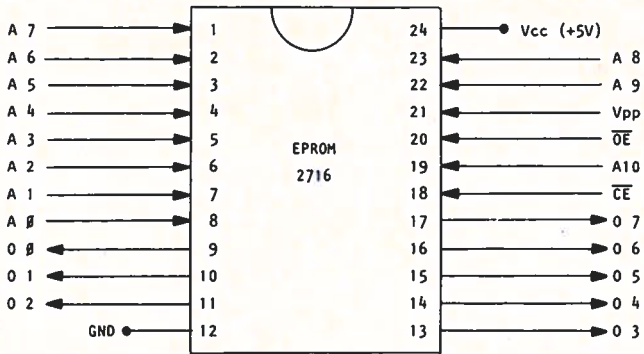
Deze eenheid is ontworpen voor de toepassing in standaardbussystemen met een 8 bit (of 16 bit) datapad en een 16 bit adresbus. Het geheugenveld van de eenheid is opgebouwd met 4 (of 8) EPROM IC's van het type 2716 (2k x 8). Het met deze componenten samengestelde geheugenveld kan met behulp van een drie bit blokadres (meest significante adresbits) in de totale geheugenruimte van 64k worden geplaatst.

### Eigenschappen van de 2716

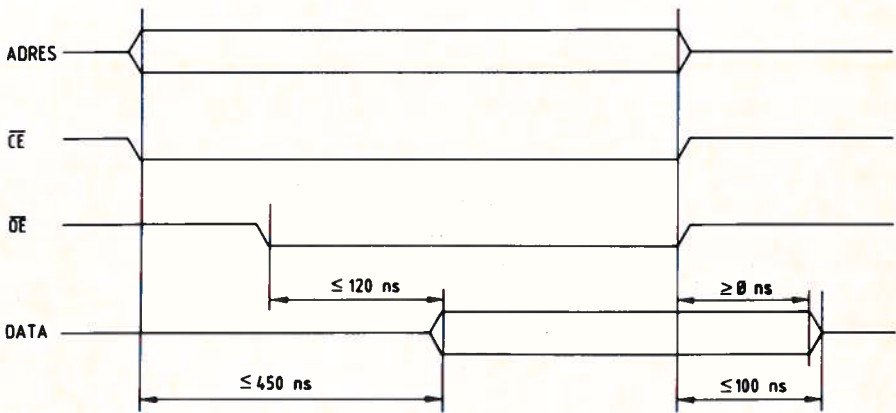
- 2048 x 8 statische EPROM (11 bit adres)
- enkele +5V voeding (60 mA)
- „Standby mode” (10 mA bij  $\overline{CE} = 1$ )
- toegangstijd 350 ns (2716-1) tot 650 ns (2716-5)
- wisbaar met UV-licht (2537 Angstroms,  $\geq 15\text{Ws/cm}^2$ )
- TTL compatibel
- uitgangen afschakelbaar (tri-state als  $\overline{OE} = 1$ )

### Aansluitingen:

- |             |                                                                      |
|-------------|----------------------------------------------------------------------|
| - algemeen  | +5V, aarde (voeding)<br>programmeeringang (Vpp)                      |
| - data      | 8 bit ( $O_0 \dots O_7$ )                                            |
| - adres     | 11 bit ( $A_0 \dots A_{10}$ )                                        |
| - besturing | output enable ( $\overline{OE}$ )<br>chip enable ( $\overline{CE}$ ) |



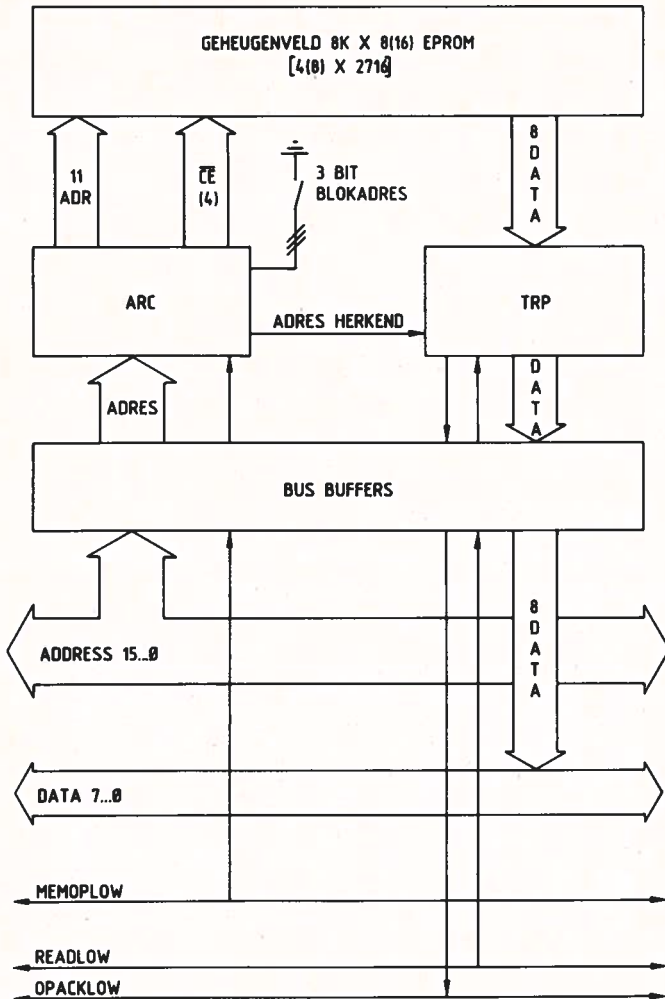
READ CYCLE



### Aanpassing aan het standaardbussysteem

Het minst significante deel van de adresbus (11 bit) wordt na buffering direct gebruikt in het geheugenveld voor de adressering in de EPROM chip. De 5 overblijvende adresbits zijn respectievelijk nodig voor de IC-keuze (2 bit) en de adresherkenning (3 bit blokadres). De databus voor 8 bit systemen is via een buffer verbonden met de uitgangen van de EPROM IC's in de „low byte” posities van de kaart. De in het standaardbussysteem voorziene uitbreiding tot 16 bit data is op deze kaart mogelijk door een databuffer tussen de „high byte” databus en de EPROM IC's in de „high byte” posities. De besturing van deze buffers geschiedt onder invloed van de besturingssignalen van de standaardbus.

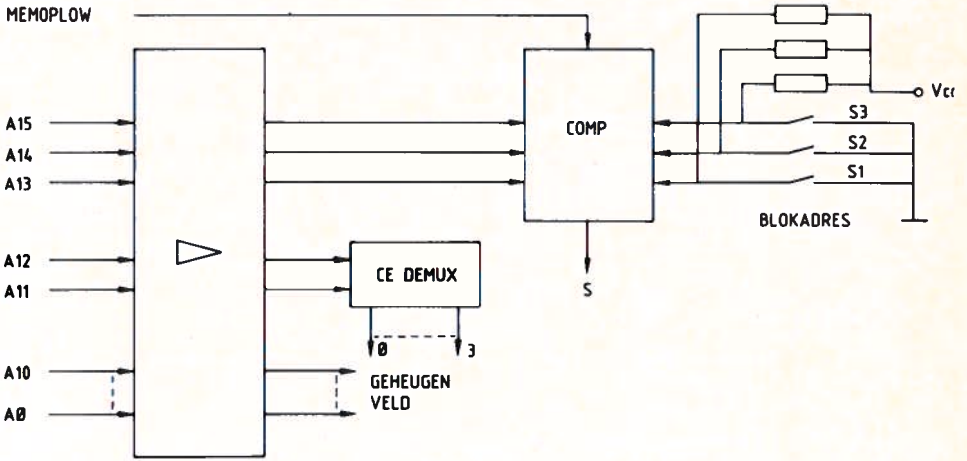
Met behulp van een instelbare vertraging wordt de reactietijd voor de standaardbus (OPACKLOW) aangepast aan de werkingssnelheid van de toegepaste EPROM componenten (access time).



### Handleiding 8k x 8 EPROM kaart

Instelling van de 3 bit IC-schakelaar

De beschreven geheugenkaart neemt 8k geheugenlocaties in van het totale geheugenbestand van 64 kbytes. Met een 3 bit IC-schakelaar kan de kaart worden ingesteld.



### Instelling van de EPROM-kaart

In onderstaande tabel is weergegeven hoe met de IC-schakelaar de betreffende geheugensegmenten kunnen worden ingesteld.

S3	S2	S1	GEHEUGENSEGMENT (HEXADECIMAAL)
0	0	0	0 0 0 0 - 2 0 0 0
0	0	1	2 0 0 0 - 4 0 0 0
0	1	0	4 0 0 0 - 6 0 0 0
0	1	1	6 0 0 0 - 8 0 0 0
1	0	0	8 0 0 0 - A 0 0 0
1	0	1	A 0 0 0 - C 0 0 0
1	1	0	C 0 0 0 - E 0 0 0
1	1	1	E 0 0 0 t/m F F F F

- De logische „1” en „0” corresponderen op de IC-schakelaar met de OFF-respectievelijk ON-aanduiding.
- S3 is het hoogstwaardige bit corresponderend met A15.

### Afregeling van de monostabiele multivibrator

Het tijdsinterval dat door de monostabiele multivibrator wordt afgepast, moet dusdanig worden ingesteld, dat het gelijk is aan de toegangstijd ( $t_{acc}$ ) van de toegepaste geheugenbouwsteen.

Het tijdsinterval wordt bepaald door de externe weerstand R en de condensator C volgens de formule:  $T = C.R. \ln 2$  (s).



### Spanningsvoorziening en dissipatie van de EPROM-kaart

Deze kaart wordt geheel gevoed vanuit de 5V en neemt in de maximale configuratie een stroom van 230 mA (1,2 W) af.

Er wordt gebruik gemaakt van de: „POWER-DOWN-mode“ van de 2716.

### Kaartafstand bij gebruik van de standaardbus achterprent

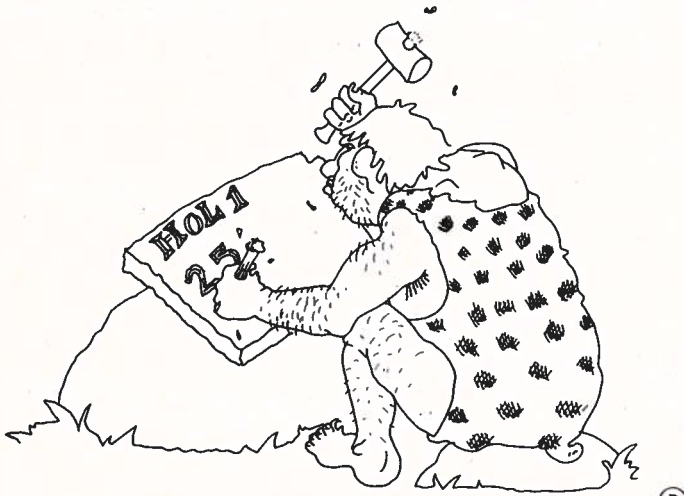
Aangezien de dissipatie van de kaart relatief gering is, behoeven bij deze kaarten geen tussenliggende kaartposities onbenut te blijven.

### Aanbrengen van een 2716 op de prent

In de prentkaart lay out zijn de 8 EPROM-posities aangegeven. De EPROM's 11,13,15 en 17 vormen het laagstwaardige byte (low byte) en de EPROM's 12,14,16 en 18 het hoogstwaardige byte (high byte) van de DATA-bus.

De EPROM's in positie 11 en 12 bevatten de laagste adressen (2k) in het totale 8k geheugenveld dat verder met 13, 14 - 15, 16 en 17, 18 is opgebouwd.

---



*postcode, steengoed!*

# Transmissie- en telecommunicatietechniek

ing. B. Kieboom  
(Vervolg van blz. 313.)

## Frequentiemodulatie (FM)

### Definitie

In het voorgaande werd voor het begrip van amplitudemodulatie enige elementaire wiskundekennis gevraagd.

Voor de behandeling van frequentiemodulatie is echter meer wiskundige kennis noodzakelijk.

Het is echter niet noodzakelijk wiskundige afleidingen uit te voeren om het principe van frequentiemodulatie te leren kennen.

Bij *amplitudemodulatie* wordt de amplitude van het hoogfrequente signaal veranderd in overeenstemming met de modulerende laagfrequente trilling. Het aantal trillingen per seconde blijft hierbij constant.

Bij *frequentiemodulatie* blijft echter de *amplitude onveranderd* terwijl het *aantal trillingen per seconde wijzigt* in overeenstemming met de modulerende laagfrequente trilling (fig. 14).

### Sinusvormige FM-voorstelling

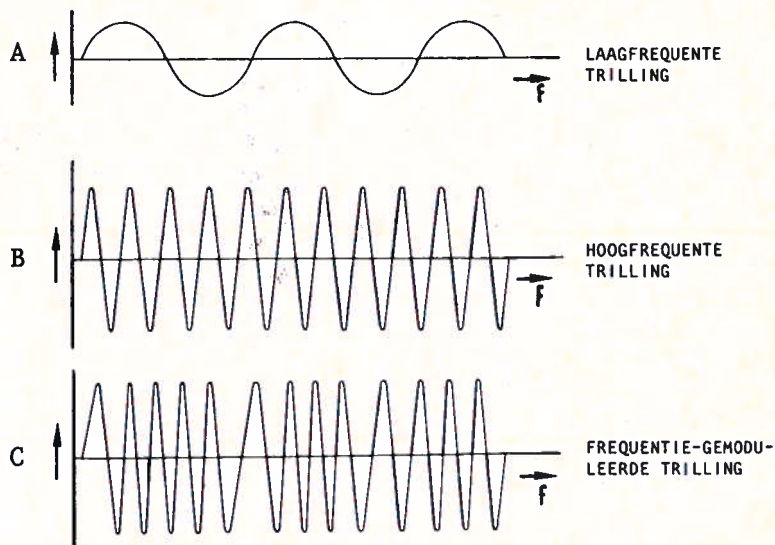


fig. 14. Frequentiemodulatie.

Uitgegaan wordt van een modulerende laagfrequente sinusvormige trilling in fig. 14 getekend.

$$A = \hat{A} \cdot \sin \mu t.$$

De ongemoduleerde hoogfrequente trilling wordt voorgesteld door (fig. 14):

$$B = \hat{B} \cdot \sin \omega t.$$

De derde getekende trilling in fig. 14 stelt de trilling voor samengesteld uit de 1<sup>e</sup> en 2<sup>e</sup> getekende trilling. Van deze frequentie-gemoduleerde trilling moet de formule nog worden bepaald.

### *De frequentiezwaai*

De frequentie van de derde trilling met amplitude C (fig. 14), neemt toe als de eerste trilling *positief* wordt.

De frequentie is het *grootst* bij de maximale waarde van deze eerste trilling.

Stel de frequentie is dan:

$$\frac{\omega}{2\pi} + \Delta f. \text{ of } \omega + \Delta \omega$$

Neemt het laagfrequente signaal (1<sup>e</sup> trilling) af, dan neemt de frequentie van het 3<sup>e</sup> signaal weer af tot f., wanneer het modulatiesignaal gelijk aan nul is.

Wordt de amplitude van de 1<sup>e</sup> trilling negatief dan neemt de frequentie van de 3<sup>e</sup> trilling nog verder af tot:

$$f - \Delta f. \text{ of } \omega - \Delta \omega$$

Dit punt wordt bereikt als de amplitude de grootste negatieve waarde heeft bereikt.

Dit gaat zo door tot de gehele cyclus is doorlopen.

Bij FM wordt de constante hoekfrequentie  $\omega$  van de ongemoduleerde hoogfrequente trilling.

$$\omega + \sin \mu t$$

(Vergelijk dit met AM, hoewel daar de cosinus-vorm is toegepast).

Hierbij kan worden gesteld dat

$$\Delta \omega = 2\pi \Delta f.$$

Hierbij wordt f de *centrale frequentie* genoemd.

$$f = \frac{\omega}{2\pi}$$

De *momentele frequentie* wordt voorgesteld door:

$$f + \Delta f \sin \mu t.$$

De *frequentiezwaai* wordt voorgesteld door:

$$\Delta f.$$

De frequentiezwaai is de grootste afwijking van de centrale frequentie die de momentele frequentie aanneemt, afwisselend gedacht in zowel positieve als negatieve richting (zie ook volgend onderwerp).

### De modulatie-index

De modulatie-index bij FM is een geheel andere dan de modulatieindex bij AM.

Teneinde hiertoe te komen het volgende.

Bij FM geldt dat de momentele frequentie evenredig is met de amplitude van het laagfrequente signaal. De variaties in de momentele frequentie verlopen met een frequentie gelijk aan de frequentie  $\frac{\mu}{2\pi}$  van de trilling die moet worden

overgebracht.

Bij frequentiemodulatie heeft de trilling, in tegenstelling tot AM, een constante amplitude maar de frequentie is *niet constant*.

De FM trilling wordt voorgesteld door

$$B = \hat{B} \cdot \sin f(t).$$

Hierbij is  $f(t)$  een functie van de tijd.

Met opzet wordt hier gesproken van een momentele frequentie, immers de frequentie verandert voortdurend.

Vanwege het voorgaande wordt nu aangenomen dat onder de momentele frequentie van een niet-sinusvormig signaal verstaan moet worden, de frequentie van het sinusvormige signaal

$$C \cdot \sin(\omega t + \varphi)$$

Hierbij zijn:  $C$ ,  $\omega$  en  $\varphi$  constanten.

Het is dus mogelijk dat het signaal aan drie voorwaarden kan voldoen.

De doelmatigste en eenvoudigste zal hierna worden besproken.

De genoemde sinusvormige trilling

$$\hat{C} \sin(\omega t + \varphi)$$

komt voor bepaalde waarden van  $t$  overeen met

$$\hat{B} \cdot \sin f(t). \quad (\text{niet sinusvormig})$$

onder voorwaarde dat:

$$- \hat{B} = \hat{C} \quad (\text{amplitude gelijk})$$

$$- \hat{B} \cdot \sin f(t) = \hat{C} \cdot \sin(\omega t + \varphi).$$

Als aan de eerste voorwaarde is voldaan, dan volgt hieruit

$$f(t) = (\omega t + \varphi).$$

– van de in fig. 15 getekende trillingen zullen de raaklijnen in het aangenomen punt P samenvallen.

Uit de differentiaalrekening volgt:

$$\hat{B} \cdot \frac{df(t)}{dt} \cdot \cos f(t) = \hat{C} \cdot \omega \cdot \cos(\omega t + \varphi)$$

Uit het voorgaande volgt:

$$\omega = \frac{df(t)}{dt}$$

Dit is dus de definitie van de momentele frequentie van de niet-sinusvormige trilling.

$\hat{B} \cdot \sin f(t)$ .

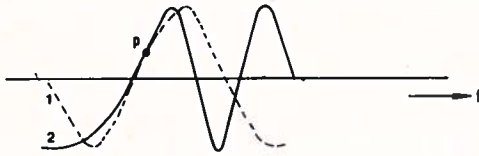


fig. 15. Sinus- en niet-sinusvormige trilling.

In fig. 15 stelt de trilling 1 de sinusvormige trilling voor

$$\hat{C} \sin (\omega t + \varphi)$$

De trilling 2 is de niet-sinusvormige trilling

$$\hat{B} \sin f(t).$$

In het raakpunt P komen beide trillingen op dat moment goed met elkaar overeen, hebben dezelfde amplitude, hebben dezelfde raaklijn.

Hierdoor is bewezen dat aan alle drie de voorwaarden is voldaan.

Aan de hand van het voorgaande is de formule voor frequentiemodulatie te vinden voor de momentele frequentie  $\omega + \Delta \omega \sin \mu t$  (zie „de frequentiezwaai”).

$$\omega = \frac{df(t)}{dt} = \omega + \Delta \omega \sin \mu t.$$

Hieruit volgt:

$$f(t) = (\omega + \Delta \omega \sin \mu t) dt = \omega t - \frac{\Delta \omega}{\mu} \cdot \cos \mu t,$$

waardoor de trilling volgens de begrippen van frequentiemodulatie wordt voorgesteld door:

$$B = \hat{B} \cdot \sin \left( \omega t - \frac{\Delta \omega}{\mu} \cdot \cos \mu t \right) = \hat{B} \sin \left( \omega t - m \cdot \cos \mu t \right),$$

waarbij de frequentiezwaai, zoals besproken, gedeeld door de frequentie  $\mu$  van de modulerende trilling

$$\frac{\Delta \omega}{\mu} = m^1$$

de modulatie-index wordt genoemd.

### Frequentiespectrum

Uit de hiervoor behandelde amplitude modulatie is de sinusvormige trilling in drie hoog-frevente componenten ontbonden.

Bij frequentiemodulatie wordt de sinusvormige trilling eveneens in componenten ontbonden.

Een verschil tussen AM en FM is dat het aantal componenten bij FM niet drie is, maar oneindig groot.

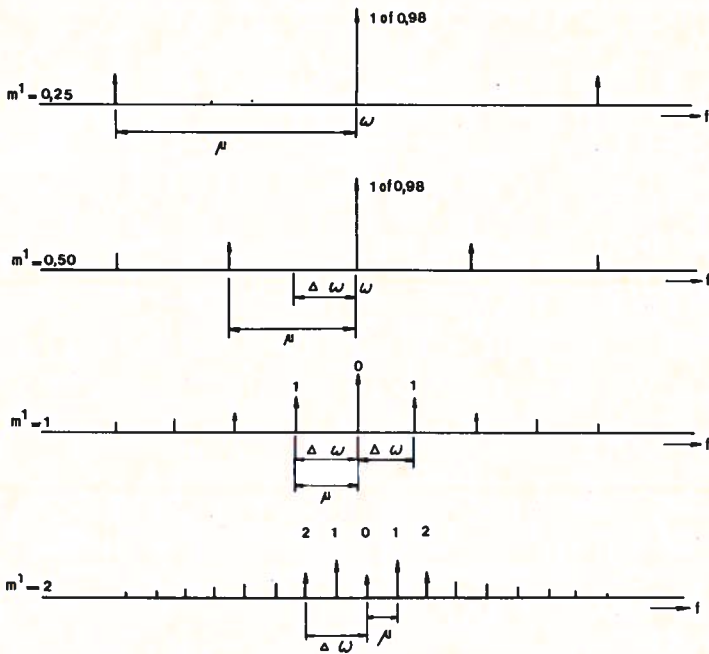
Het bewijs hiertoe vraagt een uitgebreide wiskundige berekening waarvan het resultaat is:

$$\begin{aligned}
 C &= \hat{C} \cdot \sin(\omega t - m \cdot \cos \mu t) \\
 &= C_0 \cdot \sin \omega t + \\
 &\quad C_1 \cdot \cos(\omega + \mu)t + C_1 \cdot \cos(\omega - \mu)t + \\
 &\quad C_2 \cdot \sin(\omega + 2\mu)t + C_2 \cdot \sin(\omega - 2\mu)t + \\
 &\quad C_3 \cdot \cos(\omega + 3\mu)t + C_3 \cdot \cos(\omega - 3\mu)t + \\
 &\quad C_4 \cdot \sin(\omega + 4\mu)t + C_4 \cdot \sin(\omega - 4\mu)t + \\
 &\quad C_5 \cdot \cos(\omega + 5\mu)t + C_5 \cdot \cos(\omega - 5\mu)t + \\
 &\quad C_6 \cdot \sin(\omega + 6\mu)t + C_6 \cdot \sin(\omega - 6\mu)t + \\
 &\quad \text{enz. enz.}
 \end{aligned}$$

Het FM-sigitaal bestaat dus uit een *centrale frequentie*  $\omega$ , met ter weerszijden van deze frequentie *oneindig veel andere frequenties*.  $\omega \pm n\mu$ , met  $n = 1, 2, 3, \dots$

De amplituden  $C_0, C_1, C_2, C_3, C_4, \text{enz.}$  hebben een nogal ingewikkelde relatie met de modulatie  $m^1$ .

In fig. 16 zijn de bedoelde frequenties voor verschillende waarden van  $m^1$  getekend met een constante frequentiezwaai van  $\Delta\omega$ .



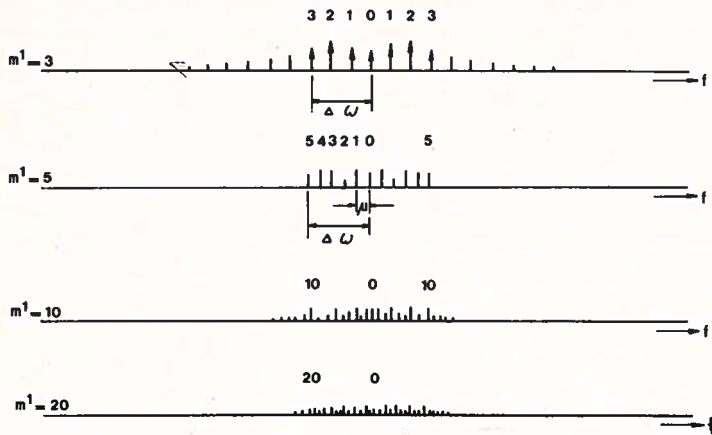


fig. 16. Frequentiespectrum.

### De vuistregel

Voor het praktisch bepalen van de benodigde bandbreedte  $B$  van een frequentie gemoduleerde trilling wordt een vuistregel gebruikt n.l.

$$B \approx 2(fh + \Delta f)$$

$fh$  = de hoogste frequentie welke in het laag frequente signaal voorkomt.

$\Delta f$  = is de hiervoor besproken frequentiezwaai.

Hoewel het voorgaande een aardige benadering geeft voor de breedte van het frequentiespectrum en de vuistregel eveneens een hulpmiddel is dat graag wordt toegepast, is en blijft het een benadering.

Het een reeks Besselfuncties is het frequentie gemoduleerde signaal in werkelijkheid uit te beelden en te berekenen.

In dit hoofdstuk zal het echter niet worden besproken.

Een ander veel toegepaste benadering is:

„de bandbreedte van het FM-sigitaal te definiëren als de bandbreedte, waarbinnen b.v. 99% van het totale vermogen zit.”

### Bijzonderheden

De volgende bijzonderheden zijn nog te vermelden.

1. In tegenstelling tot AM is de frequentie-component met de centrale frequentie niet altijd de grootste. Voor bepaalde waarden van  $m^1$  kan deze soms geheel ontbreken.
2. De amplitude van de verschillende componenten zijn zeer ongelijk. Amplitude van component 7 kan groter zijn dan die van b.v. component 5 enz.
3. Bij AM werd, zoals uit het voorgaande blijkt, een frequentiegebied door de gemoduleerde trilling in beslag genomen dat tweemaal zo groot is als de grootste modulatie-frequentie.

Een FM-trilling heeft theoretisch een frequentie-gebied dat van  $-\infty$  tot  $+\infty$  loopt.

Praktisch is bij  $m^1 \ll 1$  het gebied tweemaal zo groot als de grootste modulatie-frequentie, dus ongeveer even groot als bij AM.

Is  $m^1 \gg 1$  dan is het gebied tweemaal zo groot als de frequentiezwaai  $\Delta\omega$ . Dus niet van de modulerende frequentie  $\mu$  afhankelijk en bovendien ook nog veel groter dan bij AM.

4. De momentele frequentie doorloopt het gebied van  $\omega + \Delta$  tot  $\omega - \Delta\omega$ . Hierbij worden sinusvormige componenten gevonden bij slechts enkele zeer bijzondere frequenties.

Zelfs zijn deze te ontdekken buiten het genoemde gebied.

Indien  $m^1 < 1$ , dan wordt alleen de centrale component gevonden en geen andere in dit gebied, dat door de momentele frequentie wordt doorlopen.

5. Is  $m^1 < 1$ , dan wordt de hoekfrequentie  $\omega$  gevonden en bovendien de componenten waarvan de hoekfrequentie  $\mu$  kleiner en groter is.

Ook de zeer kleine componenten die nogmaals een afstand  $\mu$  verder liggen worden genoemd.

Nog verder van de centrale frequentie verwijderd, worden de bedoelde componenten zo klein dat ze mogen worden verwaarloosd.

6. Is  $m^1 > 1$ , dan worden componenten gevonden die hoofdzakelijk liggen tussen  $\omega + \omega$  en  $\omega - \omega$  ( $f + \Delta f$  resp  $f - \Delta f$ ).

Daarbuiten is de amplitude zo klein dat ze zijn te verwaarlozen (zie punt 5).

7. De in aanmerking komende componenten bezitten een *hoge* frequentie, waardoor de frequentie-gemoduleerde trilling eveneens in aanmerking komt voor radio-overdracht.

8. Is de modulerende trilling niet sinusvormig zoals dit bij spraak en muziek het geval is, dan is het frequentie spectrum bijzonder gecompliceerd.

Dit zal hier niet worden besproken.

### *Het vektor- of fazor-diagram*

Ook bij FM is de gemoduleerde trilling in een diagram voor te stellen.

Teneinde het diagram niet ingewikkeld te maken wordt verondersteld dat  $m^1$  zo klein is dat alleen met de centrale frequentie en één stel neventrillingen kan worden volstaan.

Volgens afspraak is de trilling

$$C = C_0 \cdot \sin \omega t + C_1 \cdot \cos (\omega + \mu)t + C_1 \cdot \cos (\omega - \mu)t.$$



fig. 17. Trilling met FM-modulatie.

Fazor a stelt voor  $C_0 \sin \omega t$ . (fig. 17)

Fazor b stelt voor  $C_1 \cos (\omega + \Delta)t$  en

$C_1 \cos (\omega - \mu)t$ ; voor  $t = 0$

De lengte van fazor a is  $C_0$

De lengte van fazor b is  $C_1$ .

Voor kleine waarden van de modulatie-index is  $C_0$  positief en  $C_1$  negatief.

De gemoduleerde trilling is voor  $t = 0$  de som van de fazor a en tweemaal de fazor b. Deze fazor (vektoriële) som is de fazor c.

De fazor b draait met een toenemende tijdseenheid  $t$  en een hoeksnelheid  $\mu$  eenparig linksom. De component hierbij is  $C_1 \cos (\omega + \mu)t$ .

Met dezelfde hoeksnelheid  $\mu$  draait eveneens met een toenemende tijdseenheid  $t$  de component  $A_1 \cos (\omega - \mu)t$  als fazor b eenparig rond.

Beide fazorvoorstellingen zijn in fig. 17 getekend.

Voor verschillende waarden van  $t$  worden in fig. 18 de standen van de besproken fazor a, b en c weergegeven.

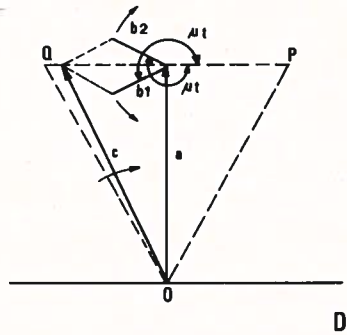
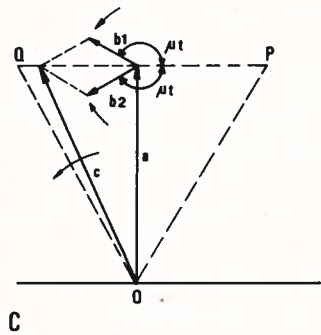
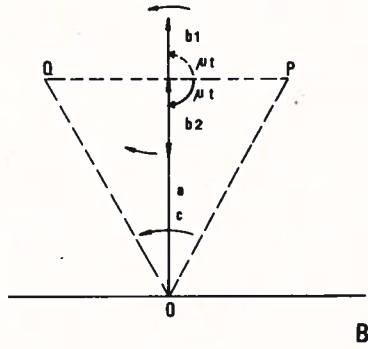
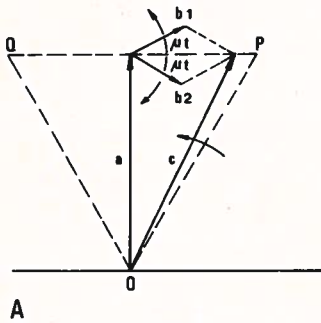
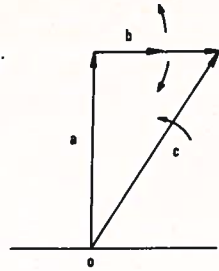


fig. 18. FM-modulatie op verschillende tijdstippen.

fazor a =  $C_0 \cdot \sin \omega t$ . (fig. 18)

fazor b<sub>1</sub> =  $C_1 \cdot \cos (\omega + \mu)t$ .

fazor b<sub>2</sub> =  $C_1 \cdot \cos (\omega - \mu)t$ .

fazor c =  $C_0 \cdot \sin \omega t + C_1 \cdot \cos (\omega + \mu)t + C_1 \cdot \cos (\omega - \mu)t$ .

ofwel de gemoduleerde trilling.

De gemoduleerde trilling beweegt zich langs de streeplijn PQ.

De streeplijnen vanuit 0 geven de uiterste standen aan. De lengte van deze fazor is niet constant. De oorzaak moet worden gezocht in de verwaarlozing van de overige neventrillingen.

Worden de verwaarloosde opvolgende trillingen van  $C_1 \cdot \cos (\omega + \mu)t$  en  $C_1 \cdot \cos (\omega - \mu)t$  toch in beschouwing genomen, dan zal de lijn PQ niet meer recht zijn (fig. 19).

Enkele van de hier bedoelde opvolgende trillingen zijn:

$C_2 \cdot \sin (\omega + 2\mu)t + C_2 \cdot \sin (\omega - 2\mu)t$ .

$C_3 \cdot \cos (\omega + 3\mu)t + C_3 \cdot \cos (\omega - 3\mu)t$ .

$C_4 \cdot \sin (\omega + 4\mu)t + C_4 \cdot \sin (\omega - 4\mu)t$ .

enz.

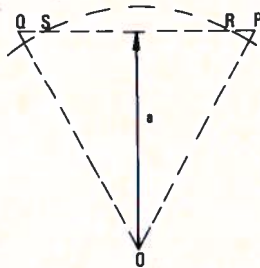


fig. 19. Vektordiagram.

Worden de vijf fazorlijnen voor de verschillende tijdsintervallen opgeteld ( $C_0$ ,  $C_1$ pos,  $C_1$ neg,  $C_2$ pos,  $C_2$ neg), dan zal de somfazor de lijn SR beschrijven.

Deze lijn benadert de werkelijke lijn vrij aardig. De juiste lijn ligt iets hoger en stelt alle amplituden voor.

Deze lijn behoort constant te blijven, omdat de amplituden bij FM constant behoren te zijn.

De hoek P O Q wordt groter naarmate  $m^1$  toeneemt.

Dit kan ontstaan als bij dezelfde  $\mu$  de frequentiezwaaai toeneemt.

(Wordt vervolgd.)