

In dit nummer o.a.:
Nieuwe beeldtechnieken (1)
Terugkijken op ver zien (2)
De Megabit-chip

Nr. 2, 42e jaargang februari 1987

technische informatie voor ptt medewerkers



Nieuwe beeldtechnieken; een revolutie op
de bruingoed markt? (blz. 33)

ptt



technische informatie voor ptt medewerkers

uitgave	AbvaKabo en CFO.
redactie	Hoofred. Drs. C. Vader, Red. P. J. Boomgaard, ing. B. Kieboom, L. J. Leenders, J. Schaddelee.
redacteur/secr.	R. Scholma, Oude Kerkweg 12, 2355 AV Hoogmade, tel. 01712 - 81 98
redactie	070 - 43 67 35.
corr.-adres	PTT Centrale Directie, DBI/Studieblad ptt, AB 6032 postbus 30 000, 2500 GA 's-Gravenhage.
administratie	AbvaKabo, Bredewater 16, 2715 CA Zoetermeer, giro 4073, tel. 079 - 53 62 54, voor verzending, administratie e.d.
abbonement	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.

Inhoudsopgave

Nieuwe beeldtechnieken (Drs. C. Vader) blz. 33

Beeldschermen met fijnere beelddetails zullen langzamerhand de vertrouwde beeldschermen gaan vervangen. Op de bruingoedmarkt, de handel in geluid- en beeldapparatuur, wordt tot 1990 gerekend op een omzet van 1% ter vervanging van de bestaande apparatuur.

Terugkijken op ver zien. Afl. 2 (K. Teer) blz. 41

Het tweede deel over de ontwikkelingen van de televisie.

De Megabit-chip (P. J. Boomgaard) blz. 48

De vraag naar grote geheugens neemt toe. De technische ontwikkelingen op dit gebied zijn in volle gang. Een geheugencapaciteit van 40 miljoen bits op 60 mm² is in de laboratoria al gerealiseerd.

Twee is Twin (R. Scholma) blz. 56

De vraag naar modern gevormde telefoontoestellen en gelijkwaardige aansluitpunten in de woning dateert al uit de jaren '50. Wat zijn de verschillen tussen het standaardtoestel T 65 en de nieuwe, gestroomlijnde toestellen?

Taiga blz. 58

Een helder softwaresysteem voor het maken van Computer Ondersteunende Onderwijsprogramma's.

Opleidingen (TU Delft) blz. 60

Het afkavelen van hiërarchische organisatiestructuren vraagt om andere opleidingen voor topmanagers. Informatie die bijdraagt aan de ontmaskering van een bestaand idee dat topmanagers alleen maar handige mensen zijn die de wegen kennen. Kwaliteiten en een zware opleiding is de basis waarop zij hun niet altijd aantrekkelijke werk moeten uitvoeren.

Technisch Engels (W. S. van Dam) blz. 62

De eerste aflevering 1987 van deze 2 maandelijks rubriek die door een teveel aan artikelen in januari niet kon worden geplaatst.

Computerkoerslijst blz. 64

Informatie over o.a. de computerprijzen op de 2e hands markt.

Nieuwe beeldtechnieken (1)

Drs. C. Vader

De televisie volgens de thans gangbare technische principes (opname, transmissie en beeldweergave) bestaat nu 50 jaar. Hoewel deze 50-jarige in haar huidige gedaante ongetwijfeld nog jaren voort kan, zijn er tekenen die erop duiden dat deze jaren toch wel geteld zijn. Er worden normen ontwikkeld voor televisie met fijnere beelddetails, de High Definition Television, HDTV. Tevens wordt, voornamelijk door de vraag uit militaire hoek, hard gewerkt aan de ontwikkeling van handiger, minder kwetsbare beeldschermen. In eerste instantie zijn die bedoeld voor cockpit-instrumentatie; de spin-off zal de toepassing zijn van deze technieken in de consumersfeer (door PTT-medewerkers wel eens minachtend de pretsector genoemd). Spin-off: de alledaagse toepassing van technieken die oorspronkelijk voor een beperkt toepassingsgebied werden ontwikkeld (bijvoorbeeld de C-MOS IC-techniek die in 1966 startte ten behoeve van de toen snel in opkomst zijnde ruimtevaart en satellietcommunicatie, en die nu in alle zakrekenapparaten en elektronische horloges voorkomt).

Ontwikkeling voor 1900

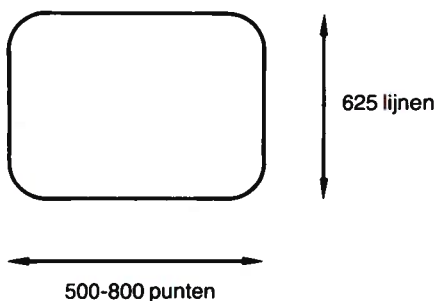
De eerste ideeën over elektrische beeldoverdracht dateren reeds van omstreeks 1880. Beeldopname was in principe mogelijk op basis van selenium. De toen reeds voorgestelde beeldchip zou moeten bestaan uit een matrix van selenium-fotocelletjes; het weergavescherm zou een matrix zijn van gloeilampjes. In het ontwerp leidde vanaf de opnamematrix een groot aantal draadjes (evenveel als het aantal beeldpunten) naar een mechanische multiplexer en de transmissielijn eindigde bij de ontvanger op een synchrone demultiplexer, van waaruit individuele draadjes naar elk lampje van het beeldscherm leidden.

De bekendste bijdrage van voor 1900 is de beroemde optische scanner van Nipkow, de Nipkow-schijf van 1884, die overigens nooit echt heeft gefunctioneerd. Andere optische scanners uit die tijd werkten met roterende of heen en weer schommelende spiegels. Met zulke spiegels zou ook aan de ontvangkant het beeld kunnen worden opgebouwd.

Scanning is het proces waarbij de beeldpunten na elkaar worden afgetast; dit is nodig, omdat de beeldinformatie van maar 1 beeldpunt tegelijk over de transmissieweg kan worden gezonden. Een waardige voorloper van het vloeibaar kristal is de Kerr-cel; deze bevat een vloeistofdruppel, bijvoorbeeld zwavelkoolstof, waarvan de brekingsindex elektrostatisch wordt beïnvloed. Het Kerr-effect is ontdekt in 1876.

Beeldopname

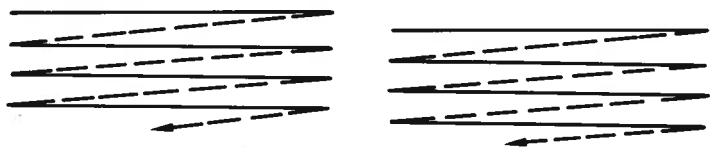
Het enige moderne type beeldopnemer is de beeldchip, waarvan de ontwikkeling kort na 1970 is begonnen en die nu ongeveer tot rijpheid gekomen is. Wel zijn vidicon-opnamebuizen nog volop in gebruik, maar de nieuwste videocamera's voor privé-gebruik werken met beeldchips. De videocamera bestaat uit een optisch deel en een elektrisch deel. Het optische deel werkt als een fotocamera. Waar in het beeldvlak van de fotocamera de lichtgevoelige plaat of film zit, daar bevindt zich in het beeldvlak van de videocamera de beeldchip. Een groot voordeel van de beeldchip t.o.v. de huidige opneembuis is het ontbreken van vacuüm en hoogspanning, zodat lichte en gemakkelijk hanteerbare camera's met batterijvoeding mogelijk zijn. Een tweede voordeel is de gevoeligheid voor infrarood; hierop berust de toepassing in nachtkijkers. Doordat de eigen ruis zeer laag kan zijn, is ook de lichtdrempel laag, waardoor nachtopnamen zonder veel storende onnatuurlijke bijverlichting mogelijk zijn. Door het brede gevoeligheidsbereik kan de beeldchip onmogelijk kleurselectief zijn, zodat voor kleuropname 3 beeldvlakken nodig zijn met elk een beeldchip achter een kleurfilter. Het Europese televisiebeeld is opgebouwd uit 625 beeldlijnen. De verhouding tussen breedte en hoogte is 4 : 3, zodat voor een uniforme beeldscherpte elke lijn uit ongeveer 800 beeldpunten zou moeten bestaan (zie afb. 1). De beeldchip, ter grootte van 0,5 tot 1 cm², bevat dan ongeveer ½ miljoen beeldpunten. De tot nu toe beschikbare chipcamera's werken echter met ongeveer 500 beeldpunten per lijn. De beeldopvolgingsfrequentie is 25 hele beelden per



afb. 1.

sec.; ter wille van een rustig beeld wordt 50 maal per sec. de helft van de beeldlijnen gewisseld (interlace), zodat per seconde $25 \times 625 = 50 \times 312,5 = 15\ 625$ lijnen worden bestreken (zie afb. 2). 15 625 maal per seconde moeten 500 tot 800 beeldpunten verwerkt worden, dat vereist een klok-

frequentie van 7,8 tot 12,5 MHz. Wanneer men bedenkt dat het menselijk brein dat allemaal verwerken kan met bovendien de informatie van kleur en helderheid, dan beseft men dat de verwerkingssnelheid van het brein beslist niet onderdoet voor die van een flinke computer.

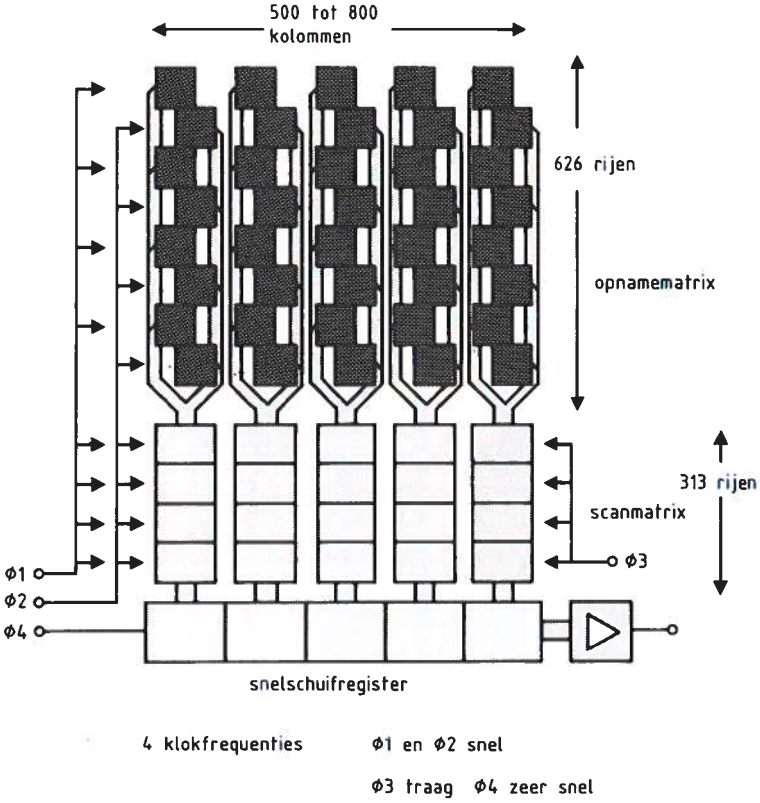


afb. 2.

De meeste beeldchips werken volgens het ladingsoverdrachtsprincipe: CCD (Charge Coupled Device) en CCI (Charge Coupled Imager)¹). De chip bestaat gewoonlijk uit 2 delen, het opnamedeel, ook fotomatrix geheten, en het scangedeelte, ook wel opslagdeel genoemd. Voor een volledig TV-beeld heeft de fotomatrix 500 000 beeldpunten nodig, de opslagmatrix heeft half zo veel of evenveel opslagpunten (zie afb. 3). De chip is uitgevoerd in MOS-techniek met geïsoleerde gate-elektroden. Omdat het licht toegang moet hebben tot de fotomatrix, mogen in dat deel de gate-elektroden niet van metaal zijn, daarom bestaan deze gates, evenals de rest van de chip, uit silicium. Het materiaal van de chip is licht p-gedoteerd silicium. Door een positieve spanning op de gates wordt in het oppervlak eronder een *potentiaalput* gevormd. Op belichte plaatsen worden elektronen vrijgemaakt en raakt de put gedeeltelijk daarmee gevuld, de lading is evenredig met de lichtsterkte ter plaatse. Zulk een elektronenlading wordt *ladingpakketje* genoemd. Door een lopende wisselspanning op opeenvolgende gates kunnen de ladingpakketjes worden verplaatst.

Het verwerken van de beeldinformatie heet scannen. Belichting en scanning mogen elkaar niet in de weg zitten, dat zou leiden tot een streperig beeld (smearing). Daarom is de chip verdeeld in een opnamedeel en een scandeel. Aftasting van de scanmatrix vindt plaats door de inhoud van de kolommen parallel 1 stap omlaag te laten maken en dan de inhoud van het onderste horizontale schuifregister snel weg te schuiven. Als de scanmatrix leeggeschoven is, wordt deze gevuld uit de fotomatrix. Het overnemen uit de fotomatrix gebeurt in 312,5 stappen, het leegscannen van de scanmatrix kost ruim 250 000 stappen. Duidelijk is dat overname veel minder tijd hoeft te kosten dan scannen. De hele scanperiode is beschikbaar voor het belichten van de beeldmatrix. De tijdverhouding tussen belichting en scannen

is dan ook ruim voldoende voor een goede beeldkwaliteit. Wat betreft de schuifsnelheid worden aan de scanmatrix de hoogste eisen gesteld; binnen 20 millisecon. moet deze worden leeggemaakt en opnieuw gevuld uit de fotomatrix.



afb. 3. Principe van de beeldchip.

Beeldweergave

Zolang er televisie bestaat, zolang leeft ook het verlangen naar een beter alternatief voor de beeldbuis. Tot omstreeks 1975 was dat verlangen niet zo sterk, dat het stimuleerde tot moeite en inspanning om tot bruikbare resultaten te komen. Thans echter is het vooral de druk vanuit de militaire sfeer, die leidt tot versnelde ontwikkeling.

De beeldbuis heeft immers ernstige nadelen: de omvang, vooral de afme-

ting loodrecht op het beeldvlak wegens de flessehals, de mechanische kwetsbaarheid, de geringe betrouwbaarheid. Het belangrijkste bezwaar is echter de hoogspanning van meer dan 10000 V. Deze laat zich moeilijk combineren met de moderne elektronica, die werkt in het spanningsgebied van typisch 10 V. De hoogspanning leidt tot sterke uitstraling van ongewenste signalen in het radiogebied, waar onbevoegden dankbaar gebruik van kunnen maken. (Kunt ù een geheim bewaren?) Eigenlijk zouden beeldbuizen niet gebruikt mogen worden in omgevingen met explosierisico, zoals die voorkomen in de petrochemische industrie, op boorplatforms, in munitiefabrieken en -opslagruimten, wapenwerkplaatsen e.d. Maar zolang men niets anders heeft wordt het risico geaccepteerd met alle gevolgen van dien, waarvoor de nieuwsmedia *kortsluiting* als oorzaak noemen.

Een belangrijk nadeel van de beeldbuis is de vertekening; een onvervormd beeld is heel moeilijk te krijgen. Doordat het beeldvlak meestal gebogen is, worden rechte lijnen enigszins gekromd weergegeven. Een vlakke voorkant geeft sterkteproblemen en doordat dan aan de randen en hoeken de elektronen schuin invallen, geeft dit ook geen optimale beeldkwaliteit.

De beeldweergave-technieken worden onderscheiden in actieve en passieve. Bij actieve beeldweergave wordt een lichtend beeld gevormd. De belangrijkste actieve beeldweergever is de beeldbuis. Bij passieve beeldweergave moet het beeldscherm van buitenaf worden belicht. Het beeld is dan zichtbaar hetzij bij omgevingslicht, hetzij met behulp van een regelbare lichtbron achter het beeld. De zichtbaarheid van actieve beeldschermen is erg afhankelijk van het omgevingslicht. Bij helder daglicht en direct zonlicht is een computerbeeldscherm slecht leesbaar en zijn de televisiebeelden moeilijk te onderscheiden. Een actief beeld komt het beste tot zijn recht in een halfdonkere tot spaarzaam verlichte omgeving. Een passief beeld is veel minder gevoelig voor omgevingslicht, tenzij het scherm reflecteert.

Actieve beeldtechnieken zijn:

- katode-luminiscentie (beeldbuis, vlak elektronenscherm);
 - vacuüm-fluorescentie
 - plasma-beeldscherm
 - elektroluminiscentie
 - LED-matrix
- } bedrijfsspanning 100-250 V;
2 V, weinig geschikt voor grote beeldvlakken.

Passieve beeldtechnieken zijn:

- vloeibaar kristal tot enige 10-tallen V, extreem laag vermogen;
- elektrochrominantie;
- stoomdisplay.

Alternatieve beeldweergaveprincipes zijn er genoeg. Er is zelfs wel eens een stoombeeldscherm ontwikkeld. Hierbij is elk beeldpunt een celletje gevuld met vloeistof. Door puntsgewijze verhitting verdampt de vloeistofdruppel, waardoor de brekingsindex verandert (vloeistof = donker, geen vloeistof = wit), net als bij vloeibaar kristal. Een probleem was echter de enorme warmte-ontwikkeling van enige kilowatts, zodat het apparaat tegelijk de functie van kachel kon vervullen. Sommige daarvan bestaan al bijna even lang als de beeldbuis, maar tot voor kort was men niet in staat om daarmee een beeldkwaliteit te leveren die ook maar enigszins lijkt op die van de beeldbuis. Inderdaad heeft de aloude beeldbuis (al vanaf voor 1900 is eraan gewerkt) eigenschappen die moeilijk zijn te evenaren:

- gunstige energieverbruik;
- goede beelddefinitie (contrast, detailscherpte);
- schitterende kleurweergave.

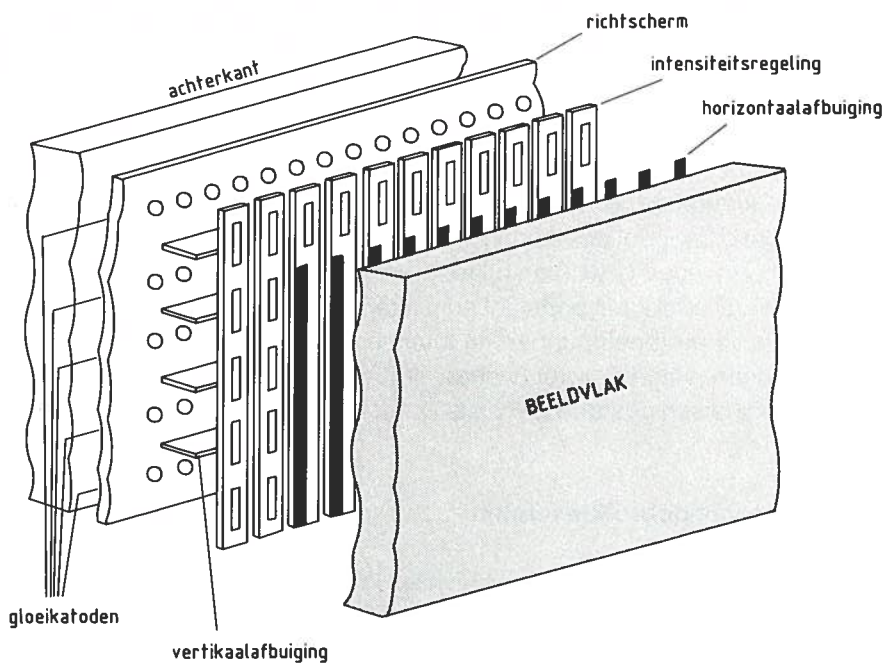
Op al deze punten laten de meeste alternatieven het nog afweten.

Al vanaf 1956 wordt, overigens met weinig succes, getracht de flessehals om te vouwen tot een richting evenwijdig achter het beeldvlak. Een origineler en principieel beter initiatief is het vlakke beeldscherm met raster-elektroden en x-y besturing. Sinds 1980 is veel ontwikkelwerk besteed aan vlakke beeldschermen die werken volgens dezelfde fysische principes als de beeldbuis.

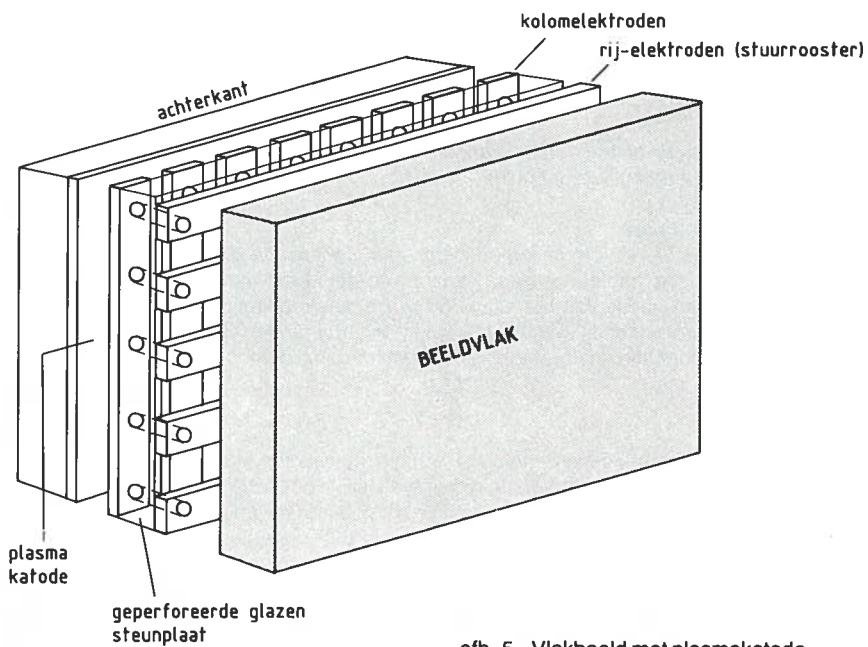
Voordelen van deze beeldschermen zijn:

- exacte vlakke weergave zonder vertekening;
- geen ingewikkelde elektronenoptiek (afbuigspoelen etc.);
- lagere hoogspanning (tussen 1000 en 5000 V).

Fabricagetechnisch zijn er wat problemen, maar die moeten niet worden overschat. De fabricage is een fijnmechanisch proces met hoge nauwkeurigheidseisen. De TV-buis met kleurenraster stelt echter even hoge eisen en de combinatie van afbuigspoelen en raster vereist zelfs nog nauwere toleranties. De techniek van vlakke elektronenschermen is echter nog niet geheel uitgerijpt. Dat blijkt o.a. uit het feit dat er nog geen internationaal geaccepteerde standaard voor bestaat. Alle vlakke elektronenschermen werken met een hoogspanning tussen 1000 en 5000 V en coïncidentiebesturing. Hierbij bestaat het besturingssysteem uit een raster van horizontale elektroden en een raster van verticale elektroden. In verband met de benodigde patroonfijnheid zijn deze rasters vaak opgedampt op het achtervlak, het beeldvlak of op een isolerende steunlaag. Alleen waar een horizontale en een verticale stuur-elektrode samen de juiste spanning bereiken, wordt een elektronenstraal op het beeldvlak gericht. Dat heet coïncidentie (samenvallen). Op die manier wordt het beeld punt voor punt opgebouwd,



afb. 4. Vlakbeeld met gloeikatoden.



afb. 5. Vlakbeeld met plasmakatode.

00000131

net als bij een beeldbuis.

Sommige vlakke beeldschermen werken met draadvormige gloeikatoden, die horizontaal tegen de achterkant zijn aangebracht. De anoden staan in dit geval verticaal. Vaak zijn er tussen de katoden en de anoden en tussen de anoden en het beeldvlak extra stuur elektroden voor de afbuiging naar het gewenste kleurpunt op het beeldvlak (zie afb. 4 en 5). Het vlakke beeldscherm met coïncidentiebesturing biedt als extra voordeel, dat het beeld niet punt voor punt hoeft te worden opgebouwd, maar regel voor regel tot stand kan komen. Daardoor is een veel gunstiger verhouding mogelijk tussen de activeringstijd per beeldpunt en de totale beeldperiode, zodat aan het nalichtvermogen van de lichtgevende stoffen (fosforen) in het beeldvlak minder hoge eisen gesteld hoeven te worden.

(Wordt vervolgd)

Verklaring van gebruikte termen

Infrarood

Straling van langere golflengte dan zichtbaar licht. Infrarood van uiterst laag niveau heerst in de nacht. Zeer sterke infrarood-straling heerst in de vuurhaard van een stoomketel.

MOS

Halfgeleider waarbij de geleidings- of ladingstoestand wordt bepaald door de spanning op geïsoleerd aangebrachte stuur elektroden (gates). MOS betekent Metal Oxyde Semiconductor. De halfgeleider is silicium, het glasaagje (oxyde) onder de stuur elektroden is uiterst dun, enige honderdduizendsten van een millimeter. De gates hebben afmetingen van enige duizendste millimeters.

Scannen

Puntsgewijze aftasten van het beeld. Scannen is nodig omdat de beeldinformatie alleen maar punt voor punt kan worden overgebracht.

Multiplex en demultiplex

Multiplex technieken dienen om de informatie uit een groot aantal signaalbronnen te concentreren op een beperkt aantal kanalen. Zo is bijvoorbeeld het aantal spreekwegen in een telefooncentrale een fractie van het aantal binnenkomende abonneelijnen. De thans meest voorkomende multiplex techniek is tijdschakeling, waarbij de verschillende bronnen achtereen volgens hun informatie overbrengen op het transmissiekanaal.

Voetnoot

- 1) De algemene benaming van chips die werken met ladingoverdracht is CCD (Charge Coupled Device). Er bestaan lichtgevoelige CCD's voor licht- en beelddetectie. Deze worden ook wel CCI (Charge Coupled Imager) genoemd. Het televisiebeeld is een mozaïek van beeldpunten; het beeld vormt een matrix uit 625 rijen (beeldlijnen) en 500 tot 800 kolommen. Het aantal kolommen is gelijk aan het aantal beeldpunten per rij. (Eigenlijk is elk beeldpunt weer op te splitsen in 3 kleurpunten: rood, groen en blauw.)

Terugkijken op ver zien: televisietechniek van 1936 tot 1986 (2)

K. Teer*

(Vervolg van blz. 32)

In dit tweede deel van het artikel, over de ontwikkeling van de televisietechniek in de laatste vijftig jaar, wordt de verhandeling over de transmissie van televisiesignalen voortgezet. Dit artikel verscheen eerder in Philips Technisch Tijdschrift, jaargang 43, nr. 2, 3 en 4, juli 1986. Philips Technisch Tijdschrift (ISSN 0165-5965) wordt uitgegeven door het Philips Natuurkundig Laboratorium, Eindhoven, en is gewijd aan de onderzoeken, werkwijzen en produkten van laboratoria en fabrieken, behorende tot of samenwerkende met ondernemingen van het Philips-concern. In de artikelen worden hiermee samenhangende technische problemen met hun fysische of chemische achtergrond behandeld. Het tijdschrift richt zich bij de behandeling van de zeer uiteenlopende onderwerpen zowel tot de specialist alsook tot de algemeen technisch of fysisch geschoolde maar niet in het onderwerp gespecialiseerde lezer.

Het overbrengen vervolgd

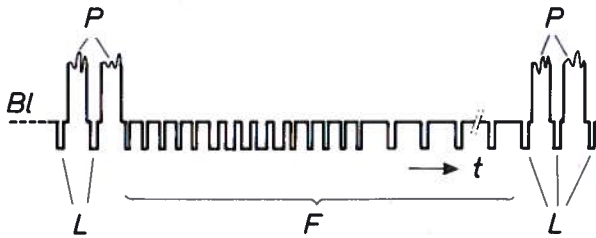
Belangrijke kwalitatieve verschillen tussen geluids- en beeldsignalen zijn de aard en de mate van de toelaatbare vervorming. Voor geluid is allereerst de frequentie-inhoud (*het spectrum*) maatgevend, voor beeld is dat de signaalvorm.

Het heeft even geduurd voordat men zich voldoende realiseerde dat de frequentiekaracteristiek van een systeem als toetssteen voor de kwaliteit diende te worden ingeruild voor de sprongkaracteristiek⁷⁾, en dat bij beeldoverdracht niet-lineariteit toleranter en groeplooptijd juist kritischer diende te worden tegemoet getreden.

De overgezonden beeldinformatie heeft voor de kijker natuurlijk alleen betekenis als ritme en fase van de beeldaftasting bij zender en ontvanger gelijk lopen; om deze reden moet signalering omtrent het einde van elke lijn en van elk beeld worden meegezonden. Dit gebeurt met duidelijke detecteerbare *synchronisatie*-pulsen, die aan de beeldinformatie zijn toegevoegd. Bovendien is een constante referentie voor de beeldhelderheid (*het zwartniveau*) aangebracht om de ontvanger zó te kunnen instellen dat beeldelementen met helderheid nul ook geen licht uitstralen (afb. 6).

Door de wanverhouding in bandbreedte van beeld en geluid loopt de geluidstransmissie bij TV gevaar in een verwaarloosd hoekje te belanden, maar zeker niet in een overbodig hoekje, want veel beeldmateriaal is volslagen onbegrijpelijk zonder bijbehorend geluid. De geluidstransmissie

* Dr. ir. K. Teer, oud-directeur van het Philips Natuurkundig Laboratorium, Eindhoven.



afb. 6. In een televisiesignaal wordt de eigenlijke beeldinformatie P afgewisseld met andere belangrijke informatie. Tussen elke twee beeldlijnen bevindt zich een duidelijke puls L voor lijnsynchronisatie. De overgang van het ene raster naar het volgende wordt aangegeven door een vrij ingewikkeld pulspatroon F (de beeldinformatie ontbreekt dan). Tussen elke twee lijnen wordt kortstondig het zwartniveau Bl ingelast.

wordt (meestal) gerealiseerd door een extra, frequentiegemoduleerde draaggolf op vaste frequentie-afstand van de beelddraaggolf.

In het voorgaande werd als lijnaantal steeds een paar honderd genoemd. Reguliere uitzendingen waarvoor dat gold, startten in het Verenigd Koninkrijk in 1936 met 405 lijnen. In de USA werd na vele experimenten met 343 en 441 lijnen in 1941 officieel de standaard op 525 lijnen gezet. Eerst na de tweede wereldoorlog kreeg de lijnenkeuze zijn beslag op het vasteland van Europa, waar de meeste landen zich aansloten bij het voorstel van 625 lijnen. In Frankrijk en op enkele andere plaatsen koos men echter voor 819 lijnen⁸⁾. In Nederland startte de reguliere televisie-omroep in 1951.

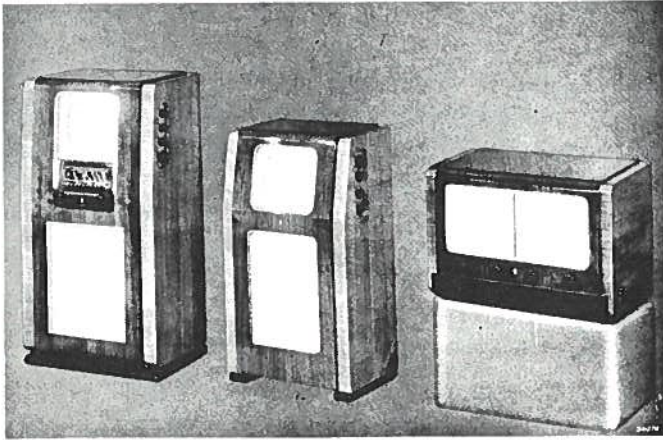
De kleurentelevisie heeft in Europa een wat grotere gelijkshakeling gebracht in die zin dat bij de invoering daarvan ook het Verenigd Koninkrijk en Frankrijk overgingen op 625 lijnen.

De keuze van de beeldfrequentie heeft tot nu toe een voor de hand liggende tweedeling opgeleverd op basis van de wisselspanningsfrequentie van de bestaande elektriciteitsnetten (30 beelden per seconde in de USA en Japan, 25 beelden per seconde in Europa).

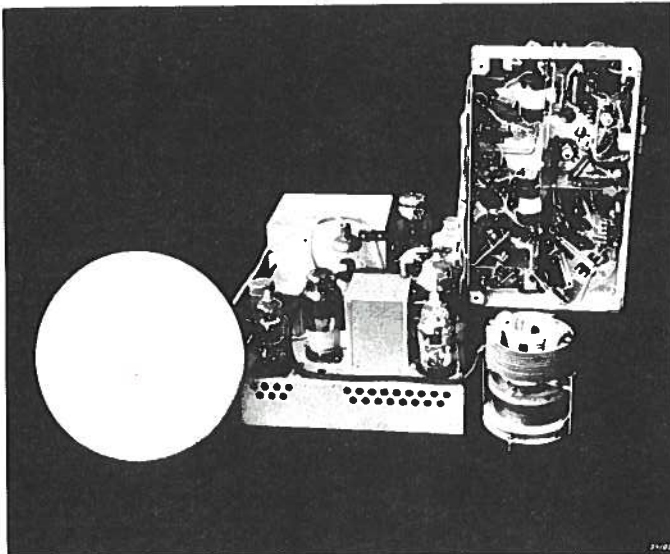
De weergave

Zo goed als bij de opname heeft men bij de beeldweergave de mechanische oplossingen al snel vervangen door elektronische met behulp van een elektronenstraal en een luminescentiescherm.

De *Braunsche Röhre* (later kathodestraalbuis en tegenwoordig meestal beeldbuis genoemd) was al sedert 1897 bekend, maar vereiste wel enige verbetering. Daarbij waren afmeting, vorm, kathode, fosforen, elektronenoptiek, schakelingen voor het opwekken van deflectie- en hoogspanning de



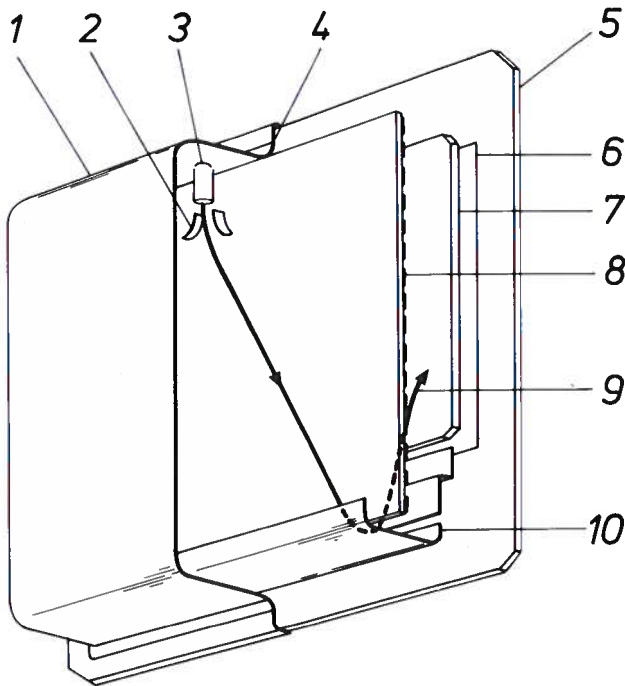
afb. 7. Televisietoestellen uit het eind van de jaren dertig. Links: kastmodel met ingebouwd radiotoestel. Midden: kastmodel alleen voor televisie-ontvangst. Rechts: tafelmodel.



afb. 8. De elektrische onderdelen van het middelste toestel uit afb. 7. Links het scherm van de kathodestraalbuis. In het midden een chassis met voedingsschakelingen (het *plaatspannings-apparaat*) en de zaagtandgeneratoren. Rechtsboven – in een verticaal vlak gemonteerd – het chassis met de versterkingstrappen voor beeld-, geluids- en synchronisatiesignalen. Daaronder het systeem van spoelen voor het focuseren en afbuigen van de elektronenstraal in de kathodestraalbuis.

significante onderwerpen, die in hun onderlinge samenhang werden bestudeerd.

Alleen de alleroudste TV-beeldbuizen (*kinescoops*) bevatten nog het oorspronkelijke, groen oplichtende fosfor. Zeer spoedig werd dit vervangen door fosformengsels die wit licht gaven en waarvan al beschrijvingen te vinden waren in octrooien uit de eerste helft van de jaren twintig. De gangbare schermmaat in 1936 was 10 inch (afb. 7 en 8). In 1954 werd door Philips als eerste het formaat van 21 inch ingevoerd.



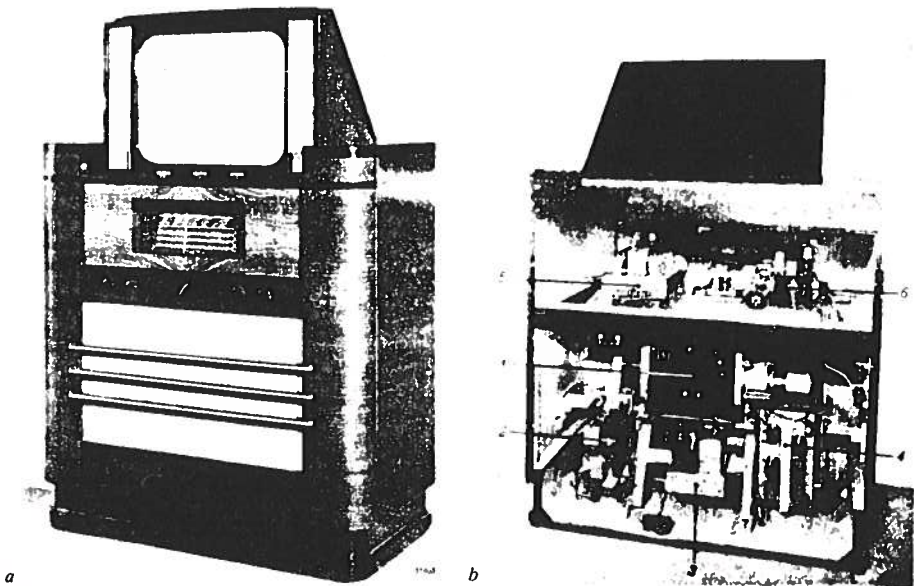
afb. 9. Een platte, bij Philips ontwikkelde beeldbuis schuin van achteren gezien. Het elektronenkanon schiet zijn bundel omlaag, waarna de elektronen rond een afdekplaat omhoog worden gebogen en versterkt op het beeldscherm worden gericht. De diepte van de buis is minder dan 7,5 cm en de beelddiagonaal is ongeveer 30 cm.

1. metalen omhulling; 2. lijnafbuigplaten; 3. elektronenkanon; 4. vacuümafichting; 5. venster; 6. fosforschermb; 7. elektronenvermenigvuldiger; 8. beeldafbuigplaten; 9. elektronenbundel; 10. afbuiglens.

Aan pogingen om de weergave te realiseren volgens een andere methode dan de beeldbuis heeft het niet ontbroken; vooral de als hinderlijk ervaren afmeting loodrecht op het beeldvlak – de diepte van de buis – inspireerde tot zoeken van *plattere* oplossingen. Eerst in de laatste jaren verschijnen er op

de markt enige uitvoeringen waarbij men door het opvouwen van de baan van de elektronenbundel (afb. 9) tot een vlakkere constructie⁹⁾ is gekomen. Daarnaast zijn er voor weergavepanelen van zeer klein formaat nieuwe mogelijkheden gevonden op basis van vloeibare-kristaltechniek¹⁰⁾.

Een bekende uitbreiding van de toepassingsmogelijkheden van de kathodestraalbuis is de optische projectie, die naast grotere afmetingen ook een andere verhouding van beeldgrootte en kastdiepte bij de weergave mogelijk maakt (afb. 10). De hegemonie van de gangbare grote directzichtsbeeldbuis wordt hierdoor echter nog niet bedreigd (zie ook het artikel Nieuwe beeldtechnieken, blz. 33 e.v.).



Zwart/wit-projectie-televisietoestel uit het eind van de jaren veertig. Links: Het projectiescherm zit bovenop de kast, waarin zich – naast een radiotoestel – de televisieprojector bevindt, en kan desgewenst ook daarin worden weggeklapt.

Rechts: Blik in het inwendige:

1. optisch gedeelte; 2. apparatuur voor afbuiging van de elektronenbundel; 3. hoogspanningsgenerator (24 kV); 4. televisie-ontvanger (beeld en geluid); 5. radio-ontvanger; 6. bijbehorende gelijkrichter.

Uitbreiding van de mogelijkheden

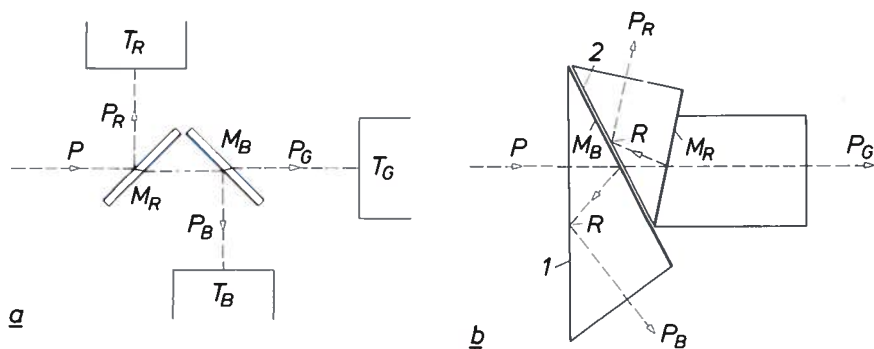
Met de drie besproken basisfuncties kan men een televisie-omroep tot stand brengen die geschikt is voor de meeste vormen van visuele infor-

matieverstrekking. Er zijn echter twee belangrijke aanvullingen te noemen die weliswaar niet noodzakelijk, maar wel bijzonder wenselijk zijn gebleken. Dat zijn de registratie van televisiesignalen en het toevoegen van kleur aan het beeld. De eerstgenoemde dient om het moment waarop een beeld zich manifesteert en het moment van uitzending of ontvangst van dat beeld te ontkoppelen, waardoor potentieel de beeldinformatie die voor televisie-overdracht ter beschikking staat natuurlijk enorm wordt uitgebreid. De tweede aanvulling dient uiteraard om de werkelijkheidsindruk nog verder en beter te benaderen.

Het meten van kleurinformatie

De kwestie van identificatie van een beeldelement naar kleur en helderheid¹¹⁾ wordt beschreven in de kleurenleer. Daarin wordt gesteld dat het overgrote deel van alle mogelijke lichtindrukken door superpositie van drie welgekozen monochromatische deelbeelden in rood, groen en blauw kan worden verkregen en dat er geen eenduidige transformatie bestaat van een willekeurige lichtindruk die we willen karakteriseren naar deze drievoudig-monochromatische imitatie.

Voor de kleurentelevisie betekent dit dat men van een beeld P via drie kleurfilters drie deelbeelden P_R , P_G en P_B dient af te leiden (afb. 11), deze



afb. 11. Links: Door middel van halfdoorlatende, kleurscheidende spiegels M_R en M_B kunnen uit een kleurenbeeld P drie deelbeelden P_R , P_G en P_B worden afgeleid. Met geschikt opgestelde opneembuizen T_R , T_G en T_B kunnen vervolgens hieruit drie televisiesignalen worden herleid. Rechts: Door gebruik te maken van een prismastelsel van glas met spiegelende lagen M_R en M_B , ontstaat een robuust en compact systeem; bij de vlakken 1 en 2 is er een glas/lucht-overgang om tweemaal totale reflectie R te verkrijgen.

dient over te brengen, ze bij de ontvanger dient te reconstrueren en tot één beeld samen te voegen, dat dan zo goed als mogelijk op P zal lijken¹²⁾.

Er is nog een andere oplossing, die een eenvoudiger constructie oplevert en

gebaseerd is op de traagheid van de visuele waarneming. Dat is het na elkaar in plaats van gelijktijdig vormen van de beelden PR, PG en PB door afwisselend – in hoog tempo – de drie kleurfilters voor een enkele opneembuis in een normale zwart/wit-opstelling te plaatsen.

Voor transmissie van de beeldinformatie en reconstructie bij de ontvanger kan dit sequentiële principe natuurlijk ook worden gevolgd. Het vereiste hoge tempo van beeldwisseling dat hierbij nodig is, levert echter wel een extra bandbreedteprobleem op. De sequentiële weergave van de deelbeelden aan de ontvangkant brengt ook bezwaren met zich mee, omdat het aldaar gewenste beeldformaat tot lijvige mechanismen met draaiende schijven leidt.

De eerste kleurentelevisiedemonstraties¹³⁾ volgens het sequentiële systeem vonden plaats in 1940 door de Amerikaanse omroeporganisatie CBS. De druk die door CBS ten gunste van deze oplossing werd uitgeoefend, was zo groot dat de „Federal Communication Committee” (FCC) in 1950 (voorbarig) een sequentiële standaard voor de Verenigde Staten aanvaardde. Deze standaard behelsde per seconde een sequentie van 24 beelden van 405 lijnen, door interliniëring (2x) en kleursequentie (3x) opgesplitst in 144 deelbeelden.

(Wordt vervolgd)

Voetnoten

- 7) J. Haantjes, Het beoordelen van een versterker door middel van de sprongkarakteristiek, Philips Techn. T. 6, 193-201, 1941.
- 8) W. Werner, De verschillende televisienormen, beschouwd uit het oogpunt van de ontvangsttoestellenconstructeur, Philips Tech. T. 16, 196-202, 1954.
In 1985 zijn overigens de internationale aanbevelingen voor TV-systemen met andere lijnaantallen dan 525 of 625 geschrapt. In feite betekent dat het difinitieve einde van dergelijke systemen.
- 9) J. R. Mansell e.a., The metal-dynode multiplier: a new component in CRT design, Displays 4, 135-139, 1983.
- 10) T. S. Perry, Pocket TV's are inching ahead, IEEE Spectrum 22, nr. 7 (juli), 54, 1985;
C. M. Apt, Perfecting the picture, *ibid.*, 60-66;
S. Morozumi, K. Oguchi en H. Ohshima, Latest developments in liquid crystal television displays, Opt. Eng. 23, 241-246, 1984.
- 11) F. W. de Vrijer, Grondslagen van de kleurentelevisie, Philips Tech. T. 19, 80-91, 1957.
- 12) P. M. van Alphen, Toepassingen van de interferentie van licht aan dunne laagjes, Philips Tech. T. 19, 50-58, 1957;
H. de Lang en G. Bouwhuis, De kleurscheiding in kleurentelevisiecamera's, Philips Tech. T. 24, 261-269, 1962.
- 13) D. G. Flink, Perspectives on television: the role played by the two NTSC's in preparing television service for the American public, Proc. IEEE 64, 1322-1331, 1976.

De Megabit-chip

P. J. Boomgaard

Submicrontechniek leidt tot superchip

De Megabit-chip is al in het nieuws voordat hij verkrijgbaar is. Laboratorium-ontwikkelingen hebben al een geheugen IC opgeleverd die 4 miljoen bits vertegenwoordigt op 60 mm². Productie in serie is nog niet mogelijk maar de technologie is bekend. Toch is het tijdschema van productie – en zelfs prijs en kwaliteit – voorspelbaar. De wereld-toptien fabrikanten kunnen elkaar maar met moeite bijhouden in de race om het produktierijp maken van Megabit-chips in grote aantallen. Men kan zich afvragen waarvoor IC's die zoveel informatie kunnen opslaan nu wel nodig zijn. Een geheugen van Megabit-grootte kan men ook samenstellen uit een *aantal IC's*. Het antwoord daarop is eenvoudig: *miniaturisering moet waar het kan*. De toepassingsgebieden worden daarmee verruimd. Op dus naar de miljoenen-bits-geheugen-IC of Mbit-chip.

De plannen

Tot vandaag is de opslagcapaciteit van een produceerbare geheugenchip (RAM = Random Access Memory)¹⁾ beperkt tot 256 kbit, voor zover men in dit verband het woord *beperking* mag gebruiken. Een 1 miljoen bits statische RAM, op een oppervlakte van 4 x 15 mm, lijkt nu evenwel ook goed produceerbaar. Het streven naar de fabrieksmatige productie van zo'n wonderchip wordt inderdaad krachtig bevorderd in een nieuw gebouwd chip-centrum van Philips Eindhoven. De plannen zijn al uitgestippeld; eind 1988 hoopt men daar de eerste series proefchips te leveren. Die exemplaren zijn bestemd voor geselecteerde afnemers die er vol ongeduld op wachten omdat ze er een goed toepassingsgebied voor hebben. De bruikbaarheid zal daarmee tevens worden aangetoond. Ook Siemens in West-Duitsland bevindt zich in ongeveer dezelfde positie. Philips en Siemens hebben intussen besloten hun onderzoeksresultaten uit te wisselen. Die samenwerking zal beide in staat stellen de Amerikaanse, Japanse en Franse concurrenten bij te houden en misschien wel voor te zijn. De Mbit-chips dienen, volgens plan tegen het eind van de jaren 80, in grote aantallen geheel geautomatiseerd gemaakt te kunnen worden. Een speciale fabriek daarvoor is al in aanbouw te Nijmegen. Plannen voor een dergelijke fabriek

in Hamburg zijn reeds in een ver stadium. Gegevens over de opbouw en de toepassing van de Megabit-geheugenchip zijn nog niet beschikbaar. Hier moet dan ook worden volstaan met het signaleren van de stappen die heden worden gezet in de richting van de Mbit-chip van morgen.

Proefcentrum

Op 2 december 1986 opende prins Claus in Eindhoven een nieuw centrum voor fundamenteel en toegepast onderzoek op het gebied van geïntegreerde schakelingen. In dit proefcentrum wordt gewerkt aan het productie-onderzoek voor het maken van Mbit-chips. Naast een ontwerpafdeling is daar een proeffabricage-afdeling in opgenomen. Daar komen dus tegen eind 1988 de eerste proefchips van de band teneinde verder met de toepassing te kunnen experimenteren. Voorts gaat het hier om het verwerven en uitbreiden van kennis en kunde op het gebied van de massaproductietechniek op *micro-structuurbasis*.

Kleine structuren, grote bedragen

Er wordt met grote getallen gerekend:

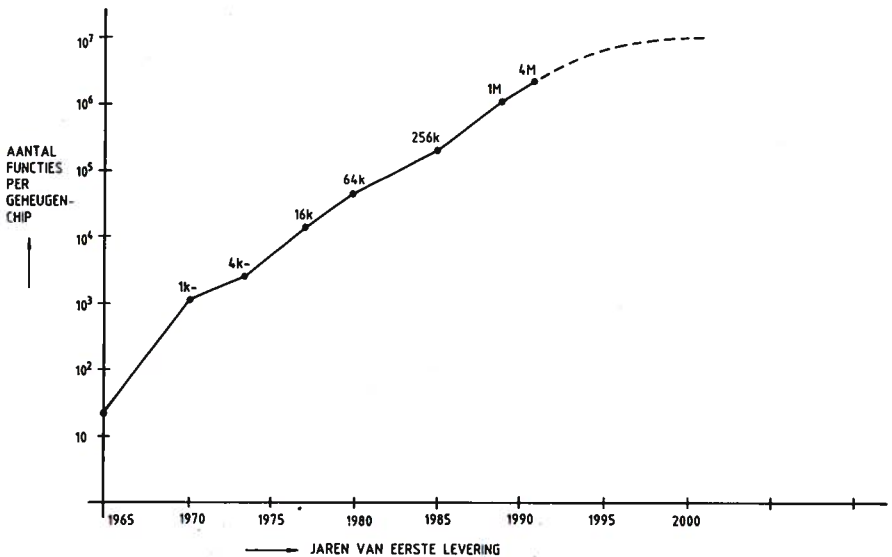
- de chips zelf in miljoenen bits;
- de structuren op de chips in miljoenste meters (microns);
- de prijzen van de onderzoeks- en productie-aanvangskosten in miljarden gulden;
- de voorbereiding, bouw en inrichting van het Megachip-centrum kostte reeds 0,5 miljard gulden;
- Philips en Siemens investeren alleen al 1,5 miljard gulden in het onderzoeks- en ontwikkelingswerk voor de komende jaren;
- de Westduitse en de Nederlandse regering schijnen, naar berichten verluiden, 0,5 miljard gulden in het project bij te dragen.

Submicrontechnologie

Het vormen van een Megabit-geheugen, op een oppervlak van ca. 60 mm², houdt in dat structuren wel zeer gering van afmetingen moeten zijn. Men rekent hier in delen van microns (duizendste mm dus) en de term *Submicrontechnologie* is dus terecht van toepassing.

In 1976 bereikte men al een hoge graad van miniaturisering waardoor kans werd gezien de structuren zodanig te reduceren, dat de vervaardiging van 16 kbit-chips mogelijk werd. Voortgaande miniaturisering leidde er toe dat

vandaag de dag RAM-chips kunnen worden gemaakt met een capaciteit van 256 kbit (zie afb. 1). De vooraanstaande fabrikanten weten echter niet van ophouden. Philips wil tegen het eind 1988 zover zijn dat een statische RAM-chip met 1 miljoen bits normaal te produceren is. Siemens doet mee in de race om de 4 Megabit-Dynamische RAM-chip. DRAM-chips zijn eenvoudiger van opzet en structuren, zodat het aantal geheugencellen op hetzelfde oppervlak groter kan zijn dan bij statische RAM-chips. Opgemerkt wordt dat de statische RAM de informatie vasthoudt op de plaats waar deze werd ingeschreven, op voorwaarde dat de voedingsspanning aanwezig blijft. Bij de dynamische RAM mag de voedingsspanning ook niet uitvallen, maar tevens moet de geheugeninhoud voortdurend worden ververs. De dynamische en de statische RAM hebben elk hun eigen toepassingsgebied.



afb. 1. De stijging van de integratiedichtheid per IC in de loop der jaren. Een steil verlopend begin gaat over in een gelijkmatige stijging. De verwachting bestaat dat na 1990 de stijging minder sterk zal verlopen en tot stilstand komt rond het jaar 2000 waarin de 10 Mbit-chip wordt verwacht. De integratiegraad zou dan de top van de mogelijkheden hebben bereikt.
(Naar gegevens van Siemens Nederland)

De toepassing houdt ook verband met de gewenste of beschikbare voedingsspanning. RAM's en DRAM's worden beide gebruikt als werkgeheugen voor het tijdelijk opslaan – resp. opvragen – van informatie. Het zijn beide vrij toegankelijke lees-schrijfgeheugens; de aanduiding RAM duidt daarop.

30 miljoen details

De geometrische details per chip worden geschat op 30 miljoen. De structuren waarin de geheugens worden gevormd zijn onderling verweven. Het structuurontwerp is daardoor aan strengere regels gebonden dan ooit tevoren. Het ontwikkelings- en productie-onderzoeksteam wordt zonder twijfel geconfronteerd met de problemen daarvan. Elke verandering in het ontwerp, die tijdens het productie-onderzoek onvermijdelijk een aantal malen nodig zal blijken, heeft een complex van wijzigingen tengevolge. De complexiteit van die ingreep kan de ontwerper nauwelijks overzien. De ontwerper was overigens al niet in staat de chipstructuren zelf uit te zetten; hij moet zich daarvoor beroepen op de hulp van een uitgebreid geprogrammeerde computer. Bedoeld wordt hier Computer Aided Design (CAD) = computerhulp bij het ontwerpen, en Computer Aided Manufacturing (CAM) = computerhulp bij het produceren. Vaak wordt dit samengevat met de verkorting CAD/CAM. Zie ook Studieblad PTT, 1985, blz. 81-87. Die computer is in staat de toepassing van de gestelde regels zo vaak als nodig is en



afb. 2. In het ontwerpcentrum worden met behulp van computer-terminals de ontwerpfasen van een IC gerealiseerd.

(Foto Philips Persdienst)

zeer snel te controleren, zelf een wijziging in de structuur voor te stellen en die vervolgens weer op juistheid te controleren enz. Dit resulteert na enige tijd in het ontstaan van een ontwerp dat aan alle *gestelde* eisen voldoet (zie afb. 2). De ontwerper of onderzoeker heeft hier volstaan met het aanbrengen van een wijziging in de ontwerpregels van het reeds aanwezige programma. Niet alleen submicronafmetingen, ook de aantallen details en hun onderlinge afhankelijkheid maken de toepassing noodzakelijk van snelle vergelijkingsmethoden, zoals die met de computer kunnen worden bereikt.

Wafers

Eenvoudig voorgesteld wordt de chip als volgt vervaardigd. Van het ontwerp worden foto's gemaakt zodat er maskers ontstaan met een formaat van 10x ware grootte van de te vormen chipstructuren. Uit een staaf zuiver silicium worden plakjes gezaagd als basismateriaal. Een plakje noemt men een *wafer*. De wafer wordt tot oxyderen gebracht in een vochtige atmosfeer bij temperaturen boven 1000° C waarna het ontstane laagje *siliciumoxyde* wordt voorzien van een laklaag met lichtgevoelig materiaal. De basis voor een chip is hiermee gelegd. De wafer is nu gereed voor bestraling. Opgemerkt wordt dat een wafer de basis vormt voor tientallen (tot meer dan 200) chips. Een van de fotografisch gevormde maskers wordt vervolgens verkleind op de wafers geprojecteerd m.b.v. UV-straling, zodat de lichtgevoelige laklaag wordt belicht op die plaatsen waar het siliciumoxyde zal moeten verdwijnen. Het belichte gedeelte van het *lichtgevoelige materiaal* wordt chemisch verwijderd in het ontwikkelproces. De wafer doorloopt voorts een etsproces waardoor het belichte gedeelte van het *siliciumoxyde laagje* weggenomen wordt. Daarna wordt de wafer met ionen beschoten hetgeen tot gevolg heeft dat in het aan de beschieting blootgestelde silicium de bedoelde structuren ontstaan. Dit proces wordt in vele stappen doorlopen; de structuren worden in lagen aangebracht. Als de vorming van de chipstructuren voltooid is worden de chips uit de wafer gesneden en dan volgt nog de miniatuurtechniek die het aanbrengen van de aansluitpunten en het ingieten inhoudt. Daarna kan de test van de gefabriceerde Mbit-chips plaatsvinden. Er is slechts een gering uitvalpercentage toegestaan, anders moet de produktietechniek verder worden bijgeschaafd. Bij de toekomstige fabricage van Megabit-chips, die uiteraard geheel geautomatiseerd wordt, dienen meer dan 100 processtappen te worden doorlopen. Zelfs een klein foutpercentage per processtap zou een enorme uitval aan het eind van de lijn betekenen. Dat te voorkomen is een van de redenen waarom dit uitgebreide produktie-onderzoek verantwoord is.

Test

Er wordt naar gestreefd om het produktieproces zodanig te vervolmaken dat bijna alle chips per wafer bruikbaar zullen zijn voor het doel waarvoor ze gefabriceerd worden. Dat streven kan uiteraard niet altijd in feiten worden omgezet. De afnemer van de chips zal daar evenwel weinig van merken, hoogstens wordt de prijs beïnvloed door hoge produktie-uitval. De koper gaat het immers om de kwaliteit van het *geleverde produkt*. De methode voor de massaproductie van de chips wordt pas vrijgegeven als aan het eind van de produktielijn de kwaliteitsverwachting hoog wordt geacht. Men kan dat ook uitdrukken in een (laag) cijfer voor de *uitvalverwachting*. Die uitvalverwachting wordt voor Mbit-chips die in bedrijfssituatie verkeren gewaardeerd op ca. 1% van de chips in 10 jaar bedrijfstijd. Teneinde de zwakke broeders op te sporen worden aan het eind van het produktieproces de chips aan zware beproevingen blootgesteld.

Voorbeelden daarvan zijn:

- schud- en trilproeven;
- verblijf in een vochtige zoute atmosfeer;
- blootstellen aan temperatuurwisselingen van -60°C tot 160°C alsmede een combinatie van deze slechte omstandigheden.

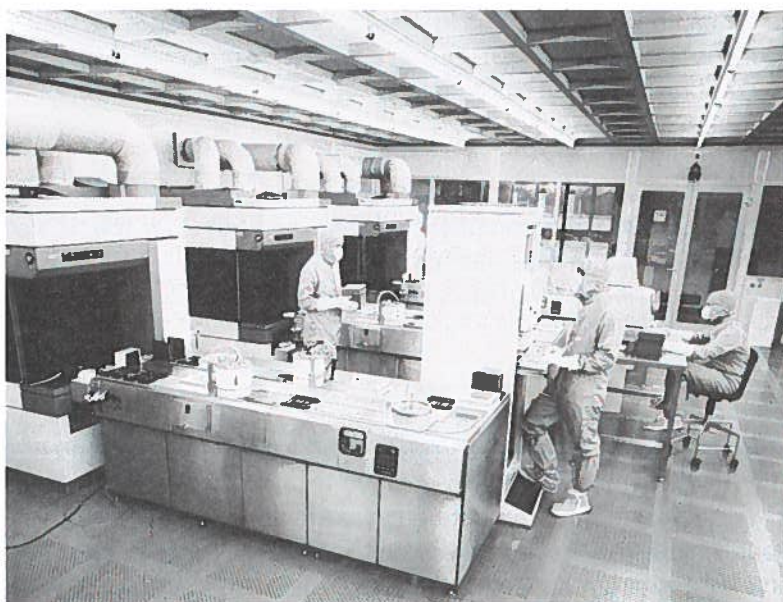
De chip die aan het eind van deze beproevingen de functietest doorstaat zal de uitvalverwachting niet beschamen.

Stofarme ruimte

Bij de toepassing van deze techniek, waarin micro-afmetingen de hoofdrol spelen, moeten aan de produktieruimten extreem hoge eisen worden gesteld. Trillingen, stof en temperatuurwisselingen zijn slechts beperkt toelaatbaar. Enkele maatregelen welke in het Mega-chipproefcentrum in Eindhoven zijn genomen kunnen hier worden genoemd. Het beproevingsgedeelte is schokvrij opgehangen in het nieuwe gebouw. Een groot deel van het gebouw is in beslag genomen door airconditioningsapparatuur die op zichzelf reeds aan de hoogste eisen van betrouwbaarheid voldoet. Dubbele uitvoering van essentiële delen blijkt gewenst. In de werkruimte mag de lucht slechts een gering aantal kleine stofdeeltjes bevatten. Een indicatie; 35 à 40 stofdeeltjes per m^3 lucht worden toelaatbaar geacht mits die deeltjes niet groter zijn dan 0,5 micron. Ter vergelijking: Een kubieke meter lucht bevat normaal miljoenen stofdeeltjes waarvan vele groter dan 0,5 micron. Er moet dus wel veel aandacht worden besteed aan de werking van de luchtfilters. Voorts dient de airconditioningsapparatuur de temperatuur en de relatieve vochtigheid binnen nauwe grenzen te houden.

Werkkleding

Het betreden van dergelijke stofarme ruimten is aan strenge regels gebonden. Het daar werkzame personeel draagt dan ook speciale, goed afsluitende pakken, schoenen, handschoenen, hoofddeksels, en mondneuskapjes (zie afb. 3). Een zucht uit een onbedekte mond kan tot gevolg hebben dat een complete wafer – met vele chips in aanbouw – naar een wel zeer schone vuilnisbak verhuist. De voorzorgsmaatregelen vormen nog geen garantie tegen het binnendragen van ongewenste stofdeeltjes. De speciale kledruimte is al kraakzindelijk en alleen bereikbaar via een stofsluis. Na de verkleedpartij kan via een tweede stofsluis de *luchtdouche*



afb. 3. Op deze geautomatiseerde wafersteppers worden de gewenste patronen op de plak met IC's geprojecteerd. Deze ruimte bevindt zich in één van de meest stofvrije gedeelten van het technologiecentrum.

(Foto Philips Persdienst)

ruimte worden betreden waar de meegebrachte stofdeeltjes alsnog zoveel mogelijk worden verwijderd. Dan volgt – via een derde stofsluis – de toegang tot een schone ruimte die een deur heeft naar de eigenlijke stofarme ruimte.

Naschrift

Een chipfabrikant hoeft zelf de noodzaak niet aan te geven om over te gaan

tot de fabricage van Mbit-chip. Dat doen anderen wel voor hem. Een chip-bedrijf – behorend tot de kleine groep wereldconcerns – moet wel mee in de race, alleen al om de technologie de baas te blijven. De submicrontechnologie hoeft niet noodzakelijk te resulteren in de vervaardiging van uitsluitend Mbit-chips. Die microstructuurtechniek biedt ook de mogelijkheid andere geïntegreerde schakelingen van gecompliceerde aard te produceren. Bij Philips wordt gedacht aan zeer gecompliceerde elektronische schakelingen op één chip voor toepassing in microprocessors en televisietoestellen met verhoogde beeldkwaliteit (zie ook blz. 33 e.v.). Ook telecommunicatie-apparatuur en kwalitatief hoogstaande audio-apparatuur komt voor toepassing in aanmerking. Is de aandacht nu nog geconcentreerd op het langs automatische weg produceren van geheugen IC's, de kennis van de microstructuren zal daarna ongetwijfeld een breder terrein openen voor het ontstaan van nog gecompliceerder IC's dan we heden al kennen. Massafabricage zal op den duur de prijzen van hoogwaardige elektronische apparatuur beïnvloeden. De dichtheid van de structuren doet de prijs per functie dalen. Van geheugenchips daalde sinds 1970 de prijs per bit met een factor 10 per 5 jaar. Dat betekent vandaag een prijsdaling per bit met een factor 1 000 sinds 1970. De sterk gedaalde prijzen van digitale horloges, klokjes en zakrekenmachines zijn daarvan een goed bewijs. Ruim baan dus voor dit nieuwe wonder der microtechniek: de *Megabit-chip*.

Voetnoot

- 1) Random Access Memory (RAM): Letterlijk: willekeurig toegankelijk geheugen. Duidt echter op een geheugen waarin informatie kan worden geschreven en waaruit informatie kan worden gelezen. Een ROM (Read Only Memory) bijv. is het zo goed „willekeurig”, maar hier kan alleen informatie uit worden gelezen.

Twee is Twin

R. Scholma

Maximale telefonische bereikbaarheid met enkelvoudige toestellen tegen een zo gunstig mogelijke prijs. Een wens van veel abonnees toen de telefoon in de jaren '50 zijn opmars als huishoudelijk apparaat begon. Alhoewel PTT nog geen klant te verliezen had, de firma Blokker verkocht in die tijd nog uitsluitend potten en pannen, gaf PTT ook toen al gehoor aan 's Klants wensen. Of de tariefstelling nu wel echt gunstig was blijft een vraag: PTT was immers een echte monopolist, de ontwikkeling van de telefoon als huishoudelijk onderdeel stond nog in de kinderschoenen en vordertje Staat bepaalde voor het grootste deel de tarieven.

Een ROK of een tweeling?

De Relais Omschakelaar (ROK) en de tweelingschakeling boden de abonnee de goedkoopste mogelijkheden om met één netlijn meer gelijkwaardige aansluitpunten in de woning te creëren. In de prijs was de tweelingschakeling goedkoper dan de installatie met een ROK, maar de tweelingschakelaar kende de beperking dat het 2e toestel zich in dezelfde ruimte moest bevinden als de 1e aansluiting. Deze beperking was noodzakelijk omdat anders de kans op het ongewenst verbreken van de verbinding reëel aanwezig was. Enkelvoudige toestellen waren, en zijn, nu eenmaal niet uitgerust met een bezetsignalering.

Voor de schakeling met een ROK betaalde de abonnee aan het einde van de jaren '50 zo'n f 12,— per jaar meer dan voor de tweelingschakeling; nu een te verwaarlozen bedrag, maar in die tijd werd een besparing van f 12,— nog als zodanig ervaren.

Een groeiende vraag

De economische ontwikkelingen droegen bij aan de koopkracht van de Nederlandse bevolking en in een tijd dat Amsterdam zich trachtte te ontwikkelen tot kabouterstad van de natie namen andere kleine mensen bezit van een stuk van onze markt.

Het aanbod van Japanse producten groeide en mede daardoor de vraag van de telefoongebruikers naar meer gelijkwaardige aansluitpunten met eigentijds gevormde toestellen tegen scherpe prijzen. De monopolist PTT kon die vraag echter niet beantwoorden; tariefstelling en de mogelijkheid tot het op de markt brengen van andere toestellen dan het standaardtoestel vereisten toestemming van de minister, of van de staatssecretaris (denk aan het veto van Van Hulst m.b.t. het op de markt brengen van de Ericofoon). Van een open geactiveerd beleid kon niet worden gesproken. Na de komst van het

standaardtoestel type T 65 werd weliswaar de tweepuntschakeling ingevoerd waardoor het mogelijk werd zonder een ROK 2 gelijkwaardige aansluitpunten op verschillende plaatsen in de woning te realiseren, maar toch moest het nog 21 jaar duren voordat effectief op de markt kon worden ingespeeld.

Nieuwe toestellen

De in 1986 door PTT op de markt gebrachte toestellen als de Breda en de Twintoon 10¹⁾ zijn uitgerust met een elektronisch belcircuit.

Mede door toepassing van het elektronisch- of toon-ringercircuit is het mogelijk om een aantal toestellen eenvoudig parallel met elkaar te verbinden. Een simpele manier om meer gelijkwaardige aansluitpunten op verschillende plaatsen in de woning tot stand te brengen. Ieder type toestel dat door PTT op de markt wordt gebracht heeft een weegfactor. De weegfactor bepaalt hoeveel toestellen van hetzelfde type maximaal op één netlijn parallel kunnen worden geschakeld. Hierbij geldt dat de totale weegfactor kleiner of gelijk aan 5 moet zijn. Dat betekent dat alle afzonderlijke weegfactoren van elk telefoontoestel dat parallel geschakeld staat opgeteld moeten worden, waarbij de waarde 5 niet mag worden overschreden. Deze maatregel is genomen, evenals dit bij elektriciteitsaansluitingen in de woning het geval is, ter voorkoming van o.a. overbelasting. Bij overschrijding van de weegfactor zullen de toestellen niet meer, of niet goed functioneren. Aan de Twintoon 10 is de weegfactor 1 toegekend; dit betekent dat op één netlijn maximaal vijf Twintoon 10 toestellen kunnen worden aangesloten. De Breda is met een weegfactor 2 bemeten. Uiterlijk en technische mogelijkheden zoals geheugencapaciteit worden overeenkomstig de wensen van de klant zoveel mogelijk gerealiseerd, zodat de klant in het PTT-assortiment van toestellen een ruime keus heeft. Het is een eis van de klant aan PTT dat de gesprekskwaliteit hoogwaardig blijft, daarom bewaakt PTT de kwaliteit van de infrastructuur en dat heeft consequenties voor het maximaal aan te sluiten toestellen op één netlijn.

Verbeteringen, bijvoorbeeld een bezetsignalering per toestel, kunnen door PTT technisch zeker worden gerealiseerd als de te verwachten afname in verhouding staat tot de te plegen investeringen. Klanten hoeven vandaag niet meer 21 jaar te wachten op een klantwaardig antwoord.

Met dank aan R. S. Hoff (DWB S 1) voor de verstrekte informatie en waardevolle suggesties.

Voetnoot

1) De benaming Twintoon 10 geldt voor de woningtelecommunicatiemarkt. Bedrijfstelecommunicatie kent dit toestel als de Vox 120.

Taiga

Een helder softwarepakket voor lesprogramma's

R. Scholma

„Voor moderne, modieuze onderwerpen geldt vaak dat de frequentie van het gebruik van het onderwerp omgekeerd evenredig is aan de duidelijkheid daarvan.” (Alvin Toffler: De Derde Golf.)

Computergebruik in het onderwijs is zo'n onderwerp. De volgende reacties van leerkrachten konden van de journaalbeelden, afgelopen dinsdag 3 februari n.a.v. de opening van de Nationale Onderwijs Tentoonstelling in de Jaarbeurs, worden opgetekend: „We hadden een computer aangeschaft, maar er was geen software leverbaar”, of „We hebben geprobeerd zelf een programma te schrijven, maar dat is mislukt en nu staat de computer onder het stof in een kast”.

Vooraf de laatste opmerking is wat triest als bekend wordt dat de TU Twente al enige jaren geleden software heeft ontwikkeld die bestemd is voor het maken van interactieve lesprogramma's, zonder dat de programmamaker daarvoor een programmeursopleiding heeft gevolgd. Dit artikel geeft informatie aan lezers die op welke wijze dan ook te maken hebben met het onderwijs; de leerkracht, maar ook de ouder wiens kind nog altijd vertelt dat het op school toch zo leuk spelen is met de computer. Spelen met de computer mag als er sprake is van interactief Computer Ondersteunend Onderwijs (COO). Het rendement van de aangeschafte PC wordt daardoor verhoogd; dat heet verantwoorde bezuiniging.

Wat is Taiga?

Taiga is een auteursstelsel, speciaal ontworpen om aan de hoge eisen van hedendaagse onderwijskundigen tegemoet te komen. Met Taiga kunnen effectief Computer Ondersteunende Onderwijsprogramma's en interactieve Videoprogramma's worden ontwikkeld. Taiga is zo ontworpen dat het zonder kennis van programmeertalen kan worden gebruikt. Bij dit laatste moet wel worden opgemerkt dat een algoritmische denkwijze een aanbeveling is bij het zelf ontwikkelen van een COO-programma.

Taiga is geschreven in MS-Pascal en werkt op computers die onder MS-DOS¹⁾ worden bestuurd. Deze computers moeten uitgerust zijn met een GSX-86 drive, waarmee uitgebreide grafische mogelijkheden kunnen worden uitgevoerd, onafhankelijk van het besturingssysteem. Onder deze voorwaarden is Taiga op veel hardware in te zetten, met name op alle volledige IBM-compatibele PC's, maar ook de Philips MSX computer.

De eigenschappen

Taiga heeft een transparante structuur. Dit betekent dat de stroomdiagrammen direct zichtbaar zijn op het scherm als de gebruiker hierom vraagt.

Alhoewel dit logisch lijkt, staat vast dat Taiga het enige auteursstelsel is met een transparante structuur. Nog niet bevestigde informatie maakt melding van nog een ander (Amerikaans) stelsel maar dan nog blijkt Taiga het enige stelsel dat in de Nederlandse software-jungle direct voorhanden is. Let wel, bij het ontwikkelen van eigen COO-programma's gaat ongeveer 60% van de ontwikkeltijd zitten in het opzetten van een werkend stroomdiagram. Als onderwijzers hun toch al schaarse vrije tijd daaraan ook nog moeten opofferen, dan is de uitspraak dat de computer onder het stof is verdwenen best te rechtvaardigen. Taiga kent een grote portabiliteit. M.a.w. het is toepasbaar op een groot aantal computers waaronder het Philips MSX-2 stelsel. Op MS-DOS ontwikkelde programma's kunnen zonder meer op MSX-2 worden overgezet, en het computerbeeld zowel als het videobeeld kunnen op hetzelfde scherm worden weergegeven. Verder zijn nog te noemen de mogelijkheden om een link te leggen naar andere programmeertalen, de documentatiemogelijkheid waardoor reeds geschreven lesprogramma's niet verloren gaan en een structuur in 3 niveaus, te weten:

- een paragraaf en hoofdstukindeling;
- de interactieve structuur (communicatie tussen computer en leerling) waarbij evaluatie is ingebouwd, de leerkracht kan direct zien hoeveel keer de leerling een fout antwoord heeft gegeven;
- een grafische structuur met tekstmogelijkheden.

Het stelsel is erg gebruikersvriendelijk. Een voordeel hiervan is bijvoorbeeld dat de leerling slechts 4 functietoetsen hoeft te gebruiken. Een nadeel van de gebruikersvriendelijkheid is dat in een aantal gevallen een extern programma te hulp moet worden geroepen, maar een echt probleem geeft dat niet.

Bent u geïnteresseerd en wilt u het stelsel in werking zien, dan kan dat binnen het eigen bedrijf. Taiga wordt toegepast bij het Landelijk Opleidings-Centrum Post te Groningen. U bent daar welkom na een telefonische afspraak. Hiervoor kunt u contact opnemen met de heer J. Smits, tel. 050-604010.

Voor PTT geldt op dit gebied in ieder geval dat de frequentie van het gebruik van het onderwerp evenredig is aan de duidelijkheid daarvan. PTT als grootste communicatietransporteur draagt dat graag uit om te voorkomen dat door het niet kennen van de mogelijkheden onverantwoorde investeringen worden gedaan waardoor kennisoverdracht slechts moeizaam verloopt. Dat is teleurstellend voor de courseware-ontwikkelaar, maar ook voor de leerling, en dus niet in het belang van de samenleving waar PTT middenin staat.

Voetnoot

- 1) **DOS**: Disk Operating System. Besturingsprogramma dat het datatransport van en naar het schijfgeheugen en de bewerking van de bestanden op de schijf regelt.

Opleidingen

Opleiding is ook van belang voor het top-management in organisaties. Dat het belang hiervan door de bedrijfsleiding wordt erkend blijkt uit het feit dat 3 PTT-managers de hieronder beschreven opleiding aan de TU Delft volgen. Tevens wordt uit de informatie duidelijk dat telecommunicatie niet langer uitsluitend een zaak is van PTT. Ook managers werkzaam bij bedrijven als IBM en Philips volgen de opleiding, evenals managers van advocatenkantoren. Door de verzelfstandiging van PTT ontstaat een veranderend marktbeeld en zal op een aantal punten de wettelijke regeling m.b.t. telecommunicatie moeten worden bijgesteld. Een boeiende tijd ligt in het verschiet, het is hierbij van groot belang dat medewerkers in alle lagen van de organisatie leren om te gaan met de vernieuwingen. Opleiden is een must, maar niet alleen voor top-managers. Zij geven de koers aan, en hebben dat geleerd. Of de overdracht van hun kennis in de organisatie snel kan doordringen is mede afhankelijk van de bereidwilligheid bij de werknemers en hun directe chefs.

Dertig telecommunicatie-managers volgen toptechopleiding in Delft

Op 16 januari 1987 startte aan de Technische Universiteit Delft de nieuwe topleiding telecommunicatie. Deze, één jaar durende cursus is gericht op jonge telecommunicatie-ingenieurs, die op advisering en besluitvorming voorbereid moeten worden. De opzet van deze tweede-fase-beroepsopleiding wordt omschreven door: the programme is designed to cover subjects ranging from new technologies to social skills.

Deze opleiding maakt deel uit van de uit vier pijlers bestaande tweede fase van het wetenschappelijk onderwijs. Naast de promotieplaatsen heeft de minister van Onderwijs en Wetenschappen de mogelijkheid geschapen om sterk marktgericht en zelfbekostigend onderwijs te presenteren. Juist voor een technische universiteit als de TU Delft biedt deze vorm van onderwijs (beroepsopleiding) enorme kansen, omdat veel vraag bestaat naar hoogwaardige bijscholing op het gebied van de technische wetenschappen. Het project Toptechstudy Telecommunicatie is wat dit betreft een van de eerste. Mede dankzij de inzet van de hoogleraren prof. ir. J. L. de Kroes en prof. dr. J. C. Arnbak is dit initiatief, waarvoor de minister van O. en W. een start-subsidie heeft verleend, snel van de grond gekomen.

Het leiding geven in telecommunicatie-procesen en -projecten is een belangrijke maar moeilijke taak geworden. Het transport van informatie staat heden ten dage niet meer op zich, maar is geïntegreerd met informatica. Letterlijk kan men dat terugvinden in het nieuwe begrip telematica. Daarnaast gaan technische en niet-technische ontwikkelingen op dit vlak zeer snel. De beschikbaarheid van communicatiekanalen is in dit verband een

goed voorbeeld: technisch wordt de infrastructuur nog immer verbeterd, maar ook niet-technisch staan er met de veranderende status van de nationale PTT's en de Europese integratie grote veranderingen te wachten.

Een keur van bekende docenten uit binnen- en buitenland neemt de internationale ontwikkelingen door. Het onderwijs staat op hoog niveau, en cursisten mogen slechts meedoen als zij aan de vereisten voldoen en door een toelatingscommissie worden geplaatst. De hoogleraren De Kroes en Arnbak zijn hier zeer beslist over: „De opleiding is bedoeld voor aanstaand topkader, dus dan moet je streng zijn. Maar door die selectie kun je met de cursisten veel doen in de beperkte tijd. Dat kan niet anders want die mensen hebben het al zeer druk door hun dagelijks werk.” De beschikbare tijd moet dus zo efficiënt mogelijk worden benut. Om de aanslag op de werkweek zo goed mogelijk inpasbaar te maken worden de colleges wekelijks op vrijdag gegeven. Men moet daarvoor naar Delft komen, maar vervoer en hotelaccommodatie kan tegen betaling worden geregeld.

De cursisten zullen elkaar tijdens het cursusjaar goed leren kennen. Naast de wekelijkse collegedag moeten zij met behulp van electronic-mail faciliteiten een (grafisch) netwerk ontwikkelen en toepassen in hun eigen studies en thuis. Op deze manier kunnen zij gedurende het weekend en in de vakantiedagen toch met elkaar en met de TU Delft in contact blijven. Het onderling contact wordt als een ander belangrijk voordeel van de cursus gezien. Het hoge inschrijfgeld (f 70.000,—) dat nodig is om de opleiding kostendekkend te presenteren, staat er tegelijkertijd borg voor dat bedrijven en instellingen slechts de meest ambitieuze en talentvolle mensen sturen. Goed onderling contact tussen topmanagers is nu, en zeker in de toekomst van groot belang voor de bedrijven. De opleiding heeft inmiddels belangstelling van zowel de aanbiederszijde als van de kant van de gebruikers van telecommunicatie-apparatuur, zoals banken, verzekeringsmaatschappijen, transportbedrijven e.d.

In het programma is een bezoek aan Telecom 87 in oktober 1987 in Genève opgenomen. Deze vierjaarlijkse beurs voor telecommunicatie-experts is volgens kenners de beste in haar soort. De beide hoogleraren menen dat de opdracht (het ontwikkelen van een werk) tijdens van het bezoek aan Genève zal bewijzen of de deelnemers de stof meester zijn. De colleges worden gegeven in de zalen van de TU Delft. Hier staan ook de laboratoria en speciale apparatuur ter beschikking van docent en cursist. De coördinatie is in handen van prof. De Kroes en prof. Arnbak, die ondersteund worden door een professioneel secretariaat.

TU Delft

Technisch Engels

W. S. van Dam

Facsimile and Phototelegraphy

With these telegraph systems the "message" consists of a complete document, and is recorded as an exact replica of the document **irrespective of whether** it is written, printed or **pictorial**. The simpler facsimile systems only **attempt to** reproduce **two-tone** documents, while with the specialised systems, phototelegraphy or picture transmission, careful attention is paid to the **accuracy** of the **tone grading** in the reproduction. The principle of facsimile systems consists of **scanning** with a finely focused **spot of light** the whole of the original document in a series of **closely spaced** parallel lines. In some **arrangements** the document is laid flat and the spot travels across the page; in other systems the paper is **wrapped** around the surface of a **drum**, which is the **revolved**, **causing** the paper to pass by the spot of light. A photocell measures the amount of light reflected from the document **at any given instant**, and a d.c. signal or v.f. tone is modulated in accordance with the output of the photocell. In the receiving equipment, the modulated signals from the line are used **to control** the light intensity of a second finely focused spot of light. This time spot scans a **photosensitive paper**. The **rate of scanning** and phasing of each **traversal** of the page is kept in exact phase with the corresponding scan within the sending equipment. Thus an accurate photocopy of the original document is produced. In some of the simpler receiving equipment, instead of using a photographic process, the copy is made by scanning a special electrographic paper with a **stylus**. The voltage between the stylus and a metal **surface** behind the paper is varied, causing the surface of the paper to change colour – the depth of colour varying, within limits, with the applied voltage. The modulation rate of the signals as transmitted depends upon the fineness of the details that need to be reproduced and upon the rate of scanning of the original document. Most facsimile systems **require** a large part of a normal telephone channel bandwidth. With picture transmission, special attention needs to be paid to the phase-frequency characteristics of the transmission channels as well as to the modulation rate and bandwidth.

Overgenomen uit: „Telecommunications Pocket Book“
Samengesteld door T. L. Squires uitg. Newnes-Butterworths, London

EXPLANATORY NOTES

irrespective of whether	onverschillig of . . .
pictorial	in de vorm van een afbeelding
a pictorial	een geïllustreerd blad
to attempt to	pogen, erop gericht zijn om
two-tone	met twee toonwaarden
accuracy	nauwkeurigheid
accurate*)	nauwkeurig
tone grading	toonschakeringen
scanning	aftasten
spot of light	lichtpunt
closely spaced	dicht naast elkaar gelegen
arrangements	uitvoeringen
to wrap	wikkelen
wrapper	wikkel, omslag, verpakking
drum	trommel
to revolve	draaien, roteren
revolutions per minute (rpm)	aantal toeren per minuut
to cause	veroorzaken, maken dat
cause and effect	oorzaak en gevolg
at any given instant	op ieder willekeurig ogenblik
to control	beheersen, besturen, regelen
photosensitive paper	lichtgevoelig papier
rate of scanning	aftasttempo
traversal	„oversteek”, weg over het papier heen
stylus	naald
surface	oppervlak
to require	nodig hebben, vereisen, vragen om

*) Bijvoeglijke naamwoorden en zelfstandige naamwoorden op -ate rijmen op „it”, b.v. private, separate, immediate, directorate; werkwoorden op -ate rijmen op „eight”, b.v. to separate, to mediate, to delegate, to radiate.

Computerkoerslijst

P. J. Boomgaard

Veel gebruikers van huis(home)- en personal-computers weten wel dat er in Nederland een club bestaat die het gebruik van die computers als hobby propageert en ondersteunt. Het betreft hier de Hobby Computer Club (HCC) in Utrecht. HCC is een landelijke vereniging van home- en personal-computergebruikers. Er bestaat een regionale afdelingsstructuur. Dwars door deze regionale indeling heen loopt een andere organisatievorm: de gebruikersgroepen. Deze zijn verenigd rond een computermerk of -type, computertaal, besturingssysteem, type processor of computertoepassing. Wie twee jaar geleden een Commodore 64 aanschafte gaat zich misschien wel interesseren voor een Commodore PC 10. Dit – uiteraard – willekeurige voorbeeld vindt dan zijn vervolg in de aanbieding van de C 64 op de tweedehandsmarkt en daar ontmoet zij/hij een groot aantal concurrenten. Welke prijs is redelijk? De HCC, die zich steeds verder ontwikkelt tot een organisatie die opkomt voor de belangen van de individuele computerbezitter, reikt hier de helpende hand met de bepaling van een redelijke prijsstelling in de vorm van een koerslijst. Nadat in mei 1986 de eerste uitgave van een koerslijst tweedehands computers verscheen heeft men in november 1986 de 2e uitgave gerealiseerd. Het is de bedoeling om elk halfjaar een actuele koerslijst uit te geven.

Naast een aantal inleidende artikelen vindt men hierin o.a.:

- modellenlijsten van spel-, hobby-, personal- en professional-computers;
- koerslijst tweedehands computers;
- leverancierslijst, merken en adressen;
- overzicht testrapporten, div. maandbladen;
- koopwijzer.

De nieuwste uitgave van de koerslijst is verkrijgbaar bij:

Bestelservice HCC, postbus 2249, 3500 GE Utrecht,
telefoon (030) 94 66 45.

HCC-leden betalen f 8,—, niet-leden betalen f 15,50.