

Televisie

Hoe kunnen beeld en geluid uit de studio



Het televisietoestel heeft zich in tal van huiskamers een vaste plaats veroverd naast de radio. Hiermee is wederom iets dat in de tijd van Jules Verne nog als een sprookje werd beschouwd, werkelijkheid geworden. Door televisie (letterlijk: ver-zien) kunnen we gebeurtenissen, die op grote afstand plaats vinden, met ogen en oren meemaken en daarbij zelfs als het ware „op de eerste rang zitten”.

Het is wel duidelijk, dat er voor het elektronisch overbrengen van een beeld meer komt kijken, dan voor geluidsoverdracht. Met de vorige deeltjes van deze serie bij de hand zal het echter mogelijk zijn, ook in de principes van deze techniek een inzicht te verkrijgen.

BEELDOVERDRACHT

Voor het vastleggen van een beeld in zwart-grijs-witte tinten kennen we sinds 1838 reeds de fotografie, waarbij door middel van een aantal lenzen een beeld wordt geprojecteerd op een gevoelige, vlakke plaat (fig. 1). Van de jongere, maar grotere broer van deze fotografie, de film, weten we dat een schijnbaar bewegend beeld kan worden verkregen, door in snelle opeenvolging weinig van elkaar verschillende beelden te projecteren.

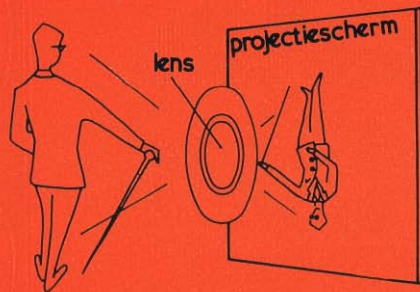
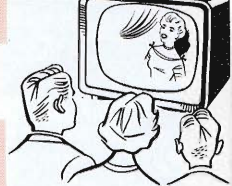


Fig. 1. Met behulp van een lens kan een situatie worden afgebeeld op een vlakke plaat. Dit gebeurt o.a. bij de fotografie.

worden overgebracht naar de huiskamer?



Onze ogen kunnen deze beelden niet elk afzonderlijk als „stilstaand” waarnemen, waardoor de indruk van een geleidelijke beweging ontstaat. Om een dergelijke reeks beelden over een grote afstand over te brengen, moet deze op de een of andere manier worden omgezet in een elektrische trilling, welke door een draad kan worden getransporteerd of door een zender uitgezonden.

Aan de ontvangzijde moet van deze elektriciteit dan weer een zichtbaar beeld worden gemaakt.

Het omzetten van een beeld in elektriciteit kan niet „ineens” gebeuren. Het is noodzakelijk het beeld in principe onder te verdelen in een groot aantal, zeer kleine beeldelementjes en de lichthelderheid van elk dezer elementjes zeer snel achter elkaar in de vorm van elektriciteit door te zenden. Bij televisie-opnamen worden de beeldelementjes in vlak onder elkaar liggende lijnen „afgetast” door een elektronenbundel *), op een manier die kan worden vergeleken met het lezen van de regels in een boek. Dit gebeurt in de opneembuis, welke in de televisiecamera is aangebracht en waarvan verschillende uitvoeringen bestaan. Eén hiervan, het „vidicon”, zal nader worden besproken.

HET VIDICON

Een doorsnede van deze opneembuis is in fig. 2 weergegeven. In een langwerpige glazen buis is een elektronenkanon *) aangebracht, waaromheen een ringvormige collector-elektrode *) is opgesteld. Aan de binnenzijde van het platte voorvlak van de buis bevindt zich een fotokatode. De beide laatstgenoemde onderdelen komen straks nog ter sprake. Bij het vidicon behoren verder nog een focusseer- en een afbuigstelsel *). Om verschillende praktische redenen zijn deze hier aan de buitenzijde van de glazen buis aangebracht.

*) De van een sterretje voorziene woorden, die misschien verklaring behoeven, hebben betrekking op begrippen die in de vorige deeltjes van deze serie reeds ter sprake zijn gekomen.



Hoe kunnen beeld en geluid uit de studio

Voor het focuseren en afbuigen wordt gebruik gemaakt van elektro-magnetische principes, dus niet van „elektrische”. Voor een goed begrip is dit echter van weinig betekenis.

Tot op zekere hoogte is de gang van zaken nu te vergelijken met die bij een beeldbuis, waarvan de werking in deeltje 5 van deze serie werd besproken. Het elektronenkanon produceert een smalle elektronenbundel, die onder invloed van de zojuist genoemde systemen wordt versneld, gefocuseerd en afgebogen. Er is echter een belangrijk verschil: bij een beeldbuis is het noodzakelijk, dat de elektronen met een grote snelheid het scherm treffen, terwijl ze in het vidicon vlak vóór de fotokatode sterk worden afgeremd, zelfs zo, dat ze tot stilstand komen en vervolgens weer terugvliegen in de richting van het elektronenkanon. Dit terugkeren kan duidelijk worden gemaakt met een eenvoudig voorbeeld. De aantrekkingskracht van de aarde oefent op een omhoog gegooid bal een remmende kracht uit, waardoor hij op een gegeven ogenblik tot

stilstand komt en vervolgens, onder invloed van dezelfde aantrekkingskracht, weer terugkeert.

De elektronen worden door de collector-elektrode, waarop een positieve elektrische spanning is aangesloten, aangetrokken en verzameld.

Het resultaat is, dat de fotokatode in een vidicon door de elektronenbundel „voorzichtig” kan worden afgetast, zonder door een overvloed van elektronen te worden gebombardeerd.

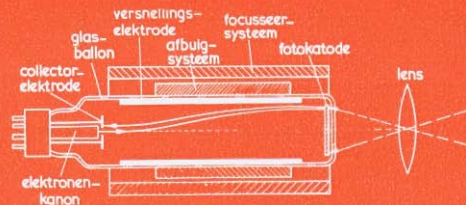
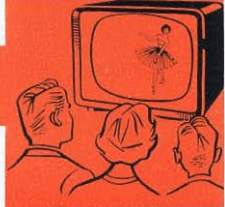


Fig. 2. Doorsnede van een vidicon.

worden overgebracht naar de huiskamer?



ELEKTRONISCH LEZEN

Het door te zenden lichtbeeld wordt door middel van een lens verkleind geprojecteerd op de fotokatode, welke bestaat uit twee gedeelten: een doorzichtig plaatje goed geleidend materiaal (de signaalelektrode), waarop een dun, lichtgevoelig laagje van een halfgeleidend *) stof (bijv. silicium) is aangebracht. Op de signaalelektrode wordt een positieve elektrische spanning aangesloten.

Nu weten we van halfgeleiders, dat deze voor elektriciteit een betrekkelijk hoge weerstand bezitten. Onder normale omstandigheden zal dan ook maar weinig van de elektrische lading van de signaalplaat in het silicium doordringen. De weerstand van silicium is echter sterk afhankelijk van de hoeveelheid licht, die er op valt en neemt bij sterkere belichting af.

De positieve lading van de signaalplaat, waarop een lichtbeeld is geprojecteerd, dringt dus op de witter

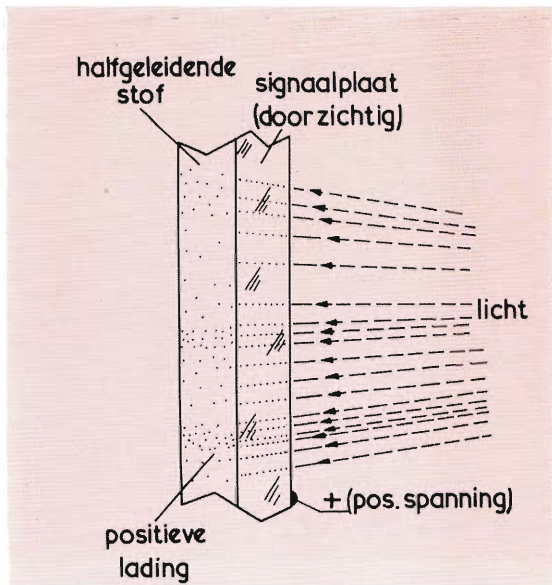


Fig. 3. Sterk vergrote doorsnede van de fotokatode in een vidicon. Een lichtbeeld wordt met behulp van een lens geprojecteerd op een dun plaatje halfgeleidend materiaal (door de glaswand en de signaalelektrode heen) en doet een „elektrisch beeld” ontstaan.



Hoe kunnen beeld en geluid uit de studio

belichte plaatsen beter in het silicium door dan bij de zwakker belichte; in het halfgeleidende materiaal ontstaat een „elektrische afdruk” van het lichtbeeld. Deze elektrische afdruk moet door de elektronenbundel geheel worden afgetast. Hoe dit mogelijk is, weten we in principe al van de beeldbuis: de elektrische spanningen op het afbuigsysteem kunnen zodanig worden gevarieerd, dat de elektronenbundel een raster

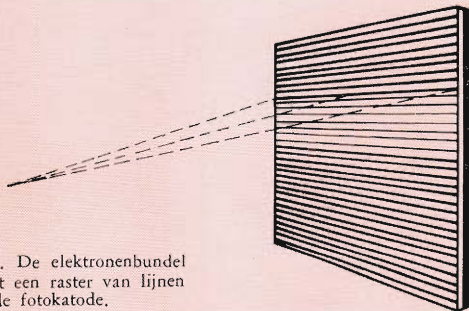


Fig. 4. De elektronenbundel schrijft een raster van lijnen over de fotokathode.

van lijnen over de fotokathode en dus over het „elektrisch beeld” beschrijft (fig. 4).

Telkens, wanneer de elektronenbundel hierbij onderaan is gekomen, zorgt het afbuigsysteem er voor, dat hij onmiddellijk weer bovenaan opnieuw begint. Op deze wijze kan het beeld op de kathode verscheidene keren per seconde geheel worden afgetast. Door de positieve lading van de kathode zullen bij deze aftasting (negatief geladen) elektronen uit de bundel op de kathode overgaan, en wel in groter aantal naarmate de kathode ter plaatse een grotere lading heeft. Het gevolg is, dat het aantal elektronen, dat naar de collector-elektrode terugkeert, eveneens afhankelijk is van deze lading. Er ontstaat dus een variërende elektrische stroom: een elektrische trilling. Deze kan worden versterkt en gemoduleerd op een draaggolf, vervolgens worden uitgezonden door een zender en met een antenne weer worden opgevangen, juist zoals bij de radio het geval is. Om praktische redenen wordt voor beeldoverdracht het systeem van amplitudemodulatie toegepast.

worden overgebracht naar de huiskamer?



ZENDEN EN ONTVANGEN

In het televisietoestel in de huiskamer wordt de elektrische trilling weer omgezet in een lichtbeeld op het scherm van de beeldbuis. Bij nadere bestudering zal duidelijk worden, dat de gemoduleerde draaggolf, die door de zender wordt uitgezonden, méér moet bevatten dan alleen de in het voorafgaande besproken elektrische trilling van de beeldinhoud. Er moet immers voor worden gezorgd, dat de elektronenbundel in de opneembuis van de TV-camera en die in de beeldbuis van het ontvangtoestel de beeldlijnen gelijktijdig schrijven en wel zo, dat elke regel en bovendien elk compleet beeld gelijktijdig wordt begonnen en beëindigd. Hiertoe worden aan de uit te zenden draaggolf synchronisatie-impulsen toegevoerd. (Het Griekse woord *sun* betekent: samen en *chronos* betekent: tijd.) Dit zijn elektrische spanningspieken met een nauwkeurig bepaalde grootte en tijdsduur. Telkens wanneer zo'n impuls in het ontvangtoestel arriveert, reageert hierop een bepaalde schakeling, welke de elektronenbundel doet verspringen.

Bchalve het beeld moet vanzelfsprekend ook het geluid worden uitgezonden. Hoe dit kan gebeuren, weten we al; zowel amplitude- als frequentiemodulatie is mogelijk.

Hoewel er systemen bestaan, waarbij voor beeld en geluid dezelfde draaggolf wordt gebruikt, past men meestal twee afzonderlijke zenders toe.

In het televisie-ontvangtoestel moeten dus verscheidene dingen gebeuren. In de eerste plaats moeten de gewenste draaggolven worden afgescheiden van alle andere, die in de ontvangantenne arriveren. Aangezien de bij elkaar behorende draaggolven van beeld en geluid maar weinig in frequentie verschillen, kan dit met één afgestemde antenne *) en verder met behulp van één afstemfilter *) in het toestel gebeuren.

Vervolgens moeten de beide draaggolven worden versterkt, van elkaar gescheiden en elk afzonderlijk gedemoduleerd *), waarbij uit de samengestelde beeld-draaggolf nog de synchronisatie-impulsen te voorschijn moeten worden gebracht.

In het toestel moet zich ook nog een schakeling bevinden, welke er voor zorgt dat aan de beeldbuis de juiste spanningen voor de afbuiging worden toegevoerd.

Hoe kunnen beeld en geluid uit de studio

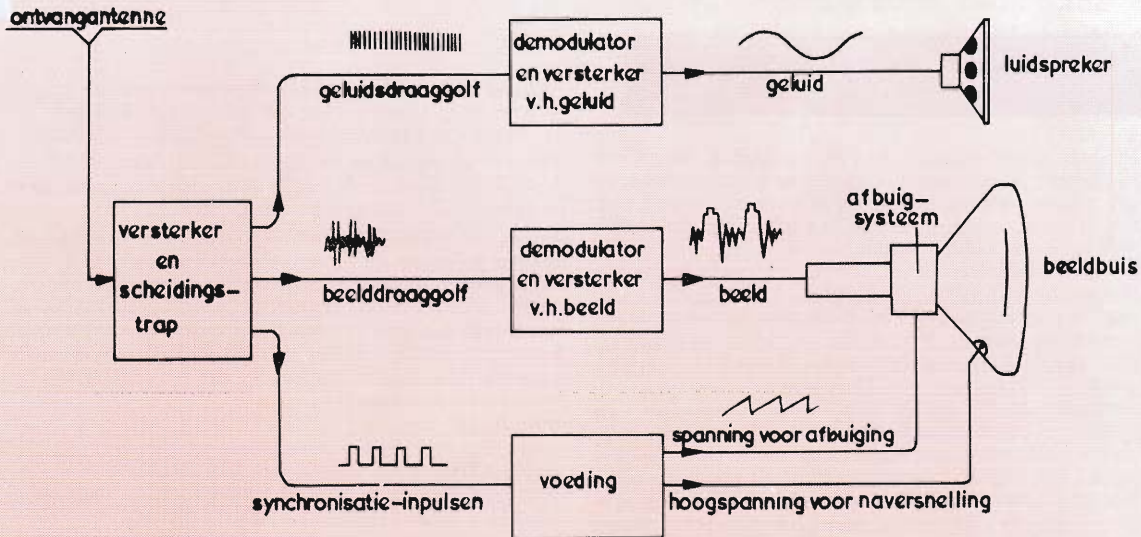


Fig. 5. Schematische voorstelling van de opbouw van een televisie-ontvangtoestel. Ter vergelijking is bij verschillende leidingen de vorm van de elektrische trilling in die leiding aangegeven.

worden overgebracht naar de huiskamer?



Deze schakeling wordt „gestuurd” door de synchronisatie-impulsen, zodat op het scherm van de beeldbuis een lijnenraster verschijnt dat overeenkomt met dat op de katode van de opneembuis.

De elektrische trilling die is verkregen door de demodulatie van de beelddraaggolf en die dus overeenkomt met die, welke door de opneembuis in de TV-camera wordt geproduceerd, wordt nu toegevoerd aan de Wehneltcilinder *) van het elektronenkanon in de beeldbuis. Dit heeft tot gevolg, dat de elektronenbundel gedurende het schrijven voortdurend in sterkte varieert, waardoor ook de lichthelderheid over de lengte van de verkregen lijnen in sterkte (of: in „witheid”) varieert. Het resultaat is, dat een (in lijnen onderbroken) beeld in verschillende tinten wit-grijs-zwart op het scherm verschijnt (hierbij zijn uiteraard ook de nalichtende eigenschappen van dit scherm van belang!). Wanneer dit beeld op een voldoende grote afstand wordt bekeken, zijn onze ogen niet in staat de lijnen afzonderlijk waar te nemen, zodat de indruk wordt verkregen alsof men een ononderbroken beeld ziet.

In het voorafgaande is al gezegd, dat voor het verkrijgen van een schijnbaar bewegend beeld tenminste

20 beelden per seconde moeten worden geprojecteerd. In de meeste landen van West Europa worden per seconde 50 beelden van $312\frac{1}{2}$ lijn geschreven, het totale aantal van 625 lijnen wordt bereikt door **interliniëring**, waarbij de lijnen van een volgend beeld steeds tussen die van het voorafgaande worden geschreven, zoals fig. 6 aangeeft.

Het hoorbaar maken van het geluid vindt op dezelfde wijze plaats als reeds eerder in deze serie is uiteengezet.

TV IN PRAKTIJK

De stormachtige ontwikkeling, die de televisie vooral gedurende de laatste twintig jaar heeft doorgemaakt, is er mede de oorzaak van dat de systemen, volgens welke televisie in verschillende landen wordt verwezenlijkt, nogal verschillen. Zo is in Engeland het televisiebeeld opgebouwd uit 405 lijnen; in Frankrijk en in Zuid-België uit 819 lijnen; in Amerika uit 525 lijnen

Hoe kunnen beeld en geluid uit de studio

en in Nederland, evenals in de meeste andere landen van West Europa, uit 625 lijnen.

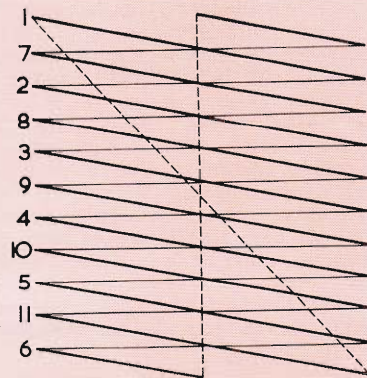
Het modulatiesysteem voor de beeldoverdracht is algemeen amplitudemodulatie, waarbij echter nog onderscheid wordt gemaakt tussen „negatieve beeldmodulatie” (Amerika en West Europa in het algemeen) en „positieve beeldmodulatie” (Engeland, België en Frankrijk). Deze uitdrukkingen houden verband met de wijze, waarop de beelddraag golf wordt voorzien van de modulerende trilling.

Voor de geluidsoverdracht wordt zowel gebruik gemaakt van amplitudemodulatie (o.a. de zenders in België en Frankrijk) als van frequentiemodulatie (o.a. de zenders in Nederland en Duitsland).

Aangezien bij televisie om praktische redenen het gebruik van zeer hoge frequenties voor de draaggolven noodzakelijk is (bijv. ca. 65.000.000 hertz voor de zender Lopik), is het „horizon-effect” — zoals we dat al hebben ontmoet in het derde deeltje van deze serie: „Frequentiemodulatie” — van grote invloed. Een TV-zender kan maar een beperkt gebied bestrijken, zodat er verschillende steunzenders geplaatst moeten worden om in bijv. geheel Nederland ontvangst mogelijk te maken (steunzenders in Irnsum, Markelo, Roermond

en Goes). Bovendien heeft dit tot gevolg, dat de ontvangst van buitenlandse zenders alleen in de grensgebieden mogelijk is. (Anders is dit, wanneer voor bepaalde gelegenheden de Eurovisie in werking treedt. Hierbij wordt een programma van zender naar zender „doorgegeven”, waardoor ontvangst over vele honderden kilometers mogelijk is.)

Fig. 6. Interliniëring toegepast bij een raster bestaande uit 11 beeldlijnen. Bij televisie is de „terugslag” van de elektronenbundel niet zichtbaar.



worden overgebracht naar de huiskamer?



In verband met dit beperkte zenderbereik zijn in Nederland twee typen TV-ontvangerstoestellen in de handel, de **super-ontvangers** en de **universeel-ontvangers**. De eerste zijn uitsluitend geschikt voor de ontvangst van zenders met een beeld van 625 lijnen en met negatieve beeldmodulatie. Universeel-ontvangerstoestellen zijn omschakelbaar van 625 op 819 lijnen, elk met zowel positieve als negatieve beeldmodulatie. Automatisch wordt hierbij ook ingesteld op AM- of FM-geluid.

GOEDE ONTVANGST

Evenals bij ontvangst van FM-geluidszenders vaak het geval is, wordt bij televisie gebruik gemaakt van afgestemde en nauwkeurig gerichte dipoolantennes *), die zo hoog mogelijk worden aangebracht. Alleen in de directe omgeving van een zender kan worden volstaan met een in het toestel ingebouwde antenne. In het algemeen kan gezegd worden, dat hoe „ingewikkelder” de antenne is geconstrueerd, hoe groter de gevoeligheid is, maar bovendien: hoe hogere eisen er worden gesteld aan het nauwkeurig richten ervan.

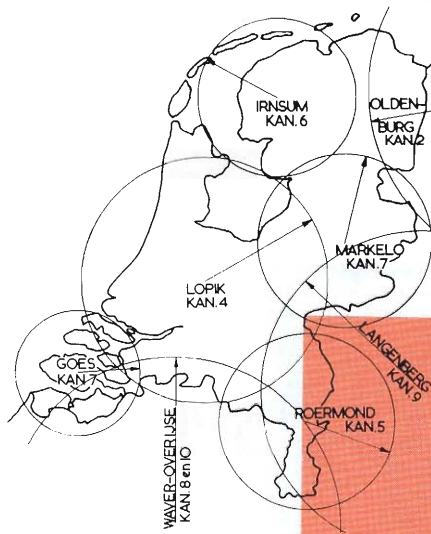


Fig. 7. Een overzicht van de verschillende televisiezenders in Nederland, met een aanduiding van de gebieden, die door deze zenders worden bestreken.

Tenslotte nog iets over de verlichting bij televisie. Het is beslist ongewenst bij het kijken naar een uitzending het vertrek zo donker mogelijk te maken. Een te groot contrast in helderheid tussen beeld en omgeving geeft spoedig aanleiding tot „kijkmoehed”. Wanneer men zich realiseert, dat het heel goed mogelijk is overdag, bij enigszins gedempt licht, naar een TV-uitzending te kijken en dat het lichtniveau 's avonds maar een fractie is van dat overdag, dan zal het duidelijk zijn dat zonder bezwaar de normale kamerverlichting kan worden gehandhaafd. Een goed TV-toestel is daar volkomen op berekend. Bovendien biedt een goed en gezellig verlichte kamer het onschatbare voordeel, dat zij, die niet in een bepaalde uitzending zijn geïnteresseerd, ongehinderd hun bezigheden kunnen voortzetten. Op de juiste wijze gebruikt, kan televisie in het leven van ons allen, mede dank zij de elektronentechniek, een ware verrijking betekenen.



Fig. 8. Een modern televisietoestel 53 cm-beeldbuis.

Zie 't op zijn best met

Philips Televisie

