

# Tijdschrift van het Nederlands Radiogenootschap

DEEL 20 No. 1

JANUARI 1955

## Operation and characteristics of the "Vidicon"

by L. Heyne \*)

Lecture delivered for the Nederlands Radiogenootschap on June 16th 1954.

### SUMMARY

The Vidicon uses photoconductivity for converting an optical image into an electrical signal. An image of the scene to be transmitted is projected on a thin photoconductive layer. A uniform charge applied to the surface of this layer will leak through it with a velocity depending on the brightness of the corresponding part of the picture. An electrical charge image is formed in this way which is scanned by a beam of low-velocity-electrons. The scanning beam replenishes the charge that has leaked away and the recharging current constitutes the videosignal.

The photoconductor used must fulfill several requirements. It must have a high specific dark resistance ( $> 10^{12} \Omega \text{ cm}$ ), good sensitivity for visible light and no inertial effects.

With lead oxide encouraging results have been obtained. Lead oxide layers show a dark current of less than  $0,01 \mu\text{A}$ , a sensitivity of more than  $100 \mu\text{A/lm}$  and can be made with a short decay time. The signal output is proportional to the illumination. The layer is also sensitive to X-rays. In X-ray pictures the statistical fluctuations of the number of absorbed X-ray quanta are easily noticeable. This is the result of the fact that one X-ray quantum releases about 300 electrons simultaneously. The X-ray sensitivity is too low for medical application.

### *Introduction.*

In television camera tubes in use nowadays for broadcast television use is made of *photoemission* for converting the optical image into an electrical signal. Photoemission is the phenomenon whereby electrons are emitted from the surface of a substance when it is irradiated by light. The exact function of the photo-cathode is to produce an electrical charge image.

\*) Philips Research Laboratories, N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven - Netherlands.

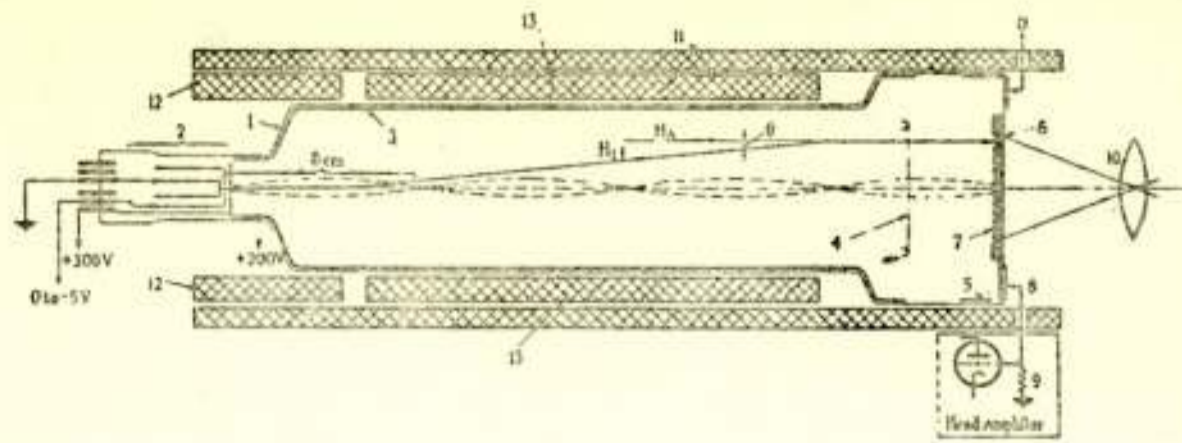


Fig. 1.

Schematic diagram of the "C.P.S. Emitron" (\*\*)

A television signal can be obtained from such a charge image by scanning it with an electron beam.

To further clarify this process, it may be useful to consider the operation of a type of camera tube brought onto the market by Electrical and Musical Industries under the name of "C.P.S. Emitron" <sup>1)</sup>. The structure of this tube is shown schematically in fig. 1. An image of the scene to be transmitted is projected onto the target by means of a lens (10 fig. 1). This target consists of a sheet of mica, coated on the lens facing side with a transparent conductive layer (6). The connection to this layer which is the signal electrode (8), is led out externally and connected to the input of the amplifier (9). The other side of the mica plate contains a mosaic of mutually insulated photoemissive elements (7). These can be scanned by an electron beam for which purpose an electron gun (2) is located in the neck of the tube and deflection and focusing coils (13 and 11) are arranged around the tube. It is assumed initially that all elements have the same potential. When light impinges upon a number of elements, these emit electrons in the vacuum which are attracted by the positive coating (3) on the inner side of the tube. These elements will then assume a positive charge and an electrical charge image thus appears on the mosaic. In this charge image light parts in the scene are represented by positive charges. The method of scanning the charge image will be dealt with later.

#### *The Vidicon.*

A positive electrical image of this kind can also be produced by making use of *photoconductivity* instead of photoemission.

\*\*<sup>1)</sup> This figure has been copied from J. D. McGee, Proc. Inst. Elect. Eng. **97**, 377 (1950).

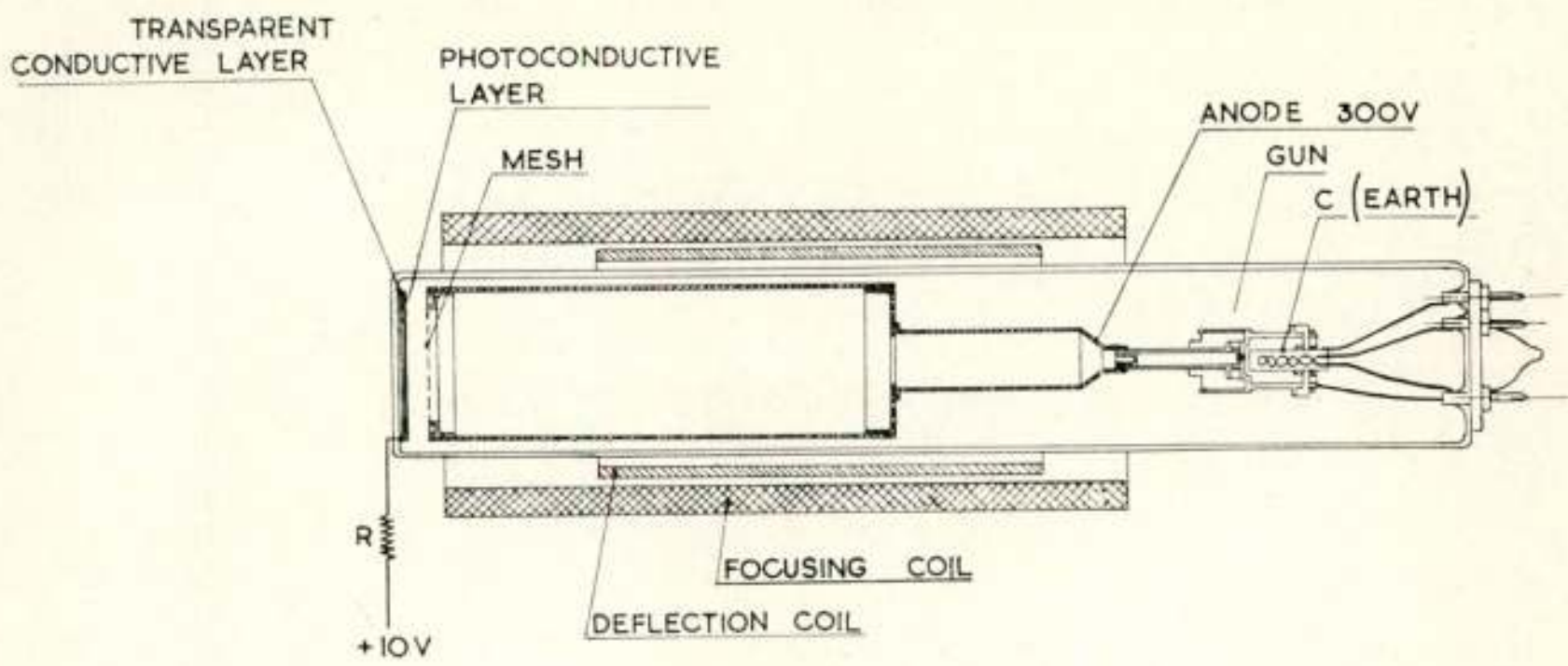


Fig. 2.  
Schematic diagram of the "Vidicon".

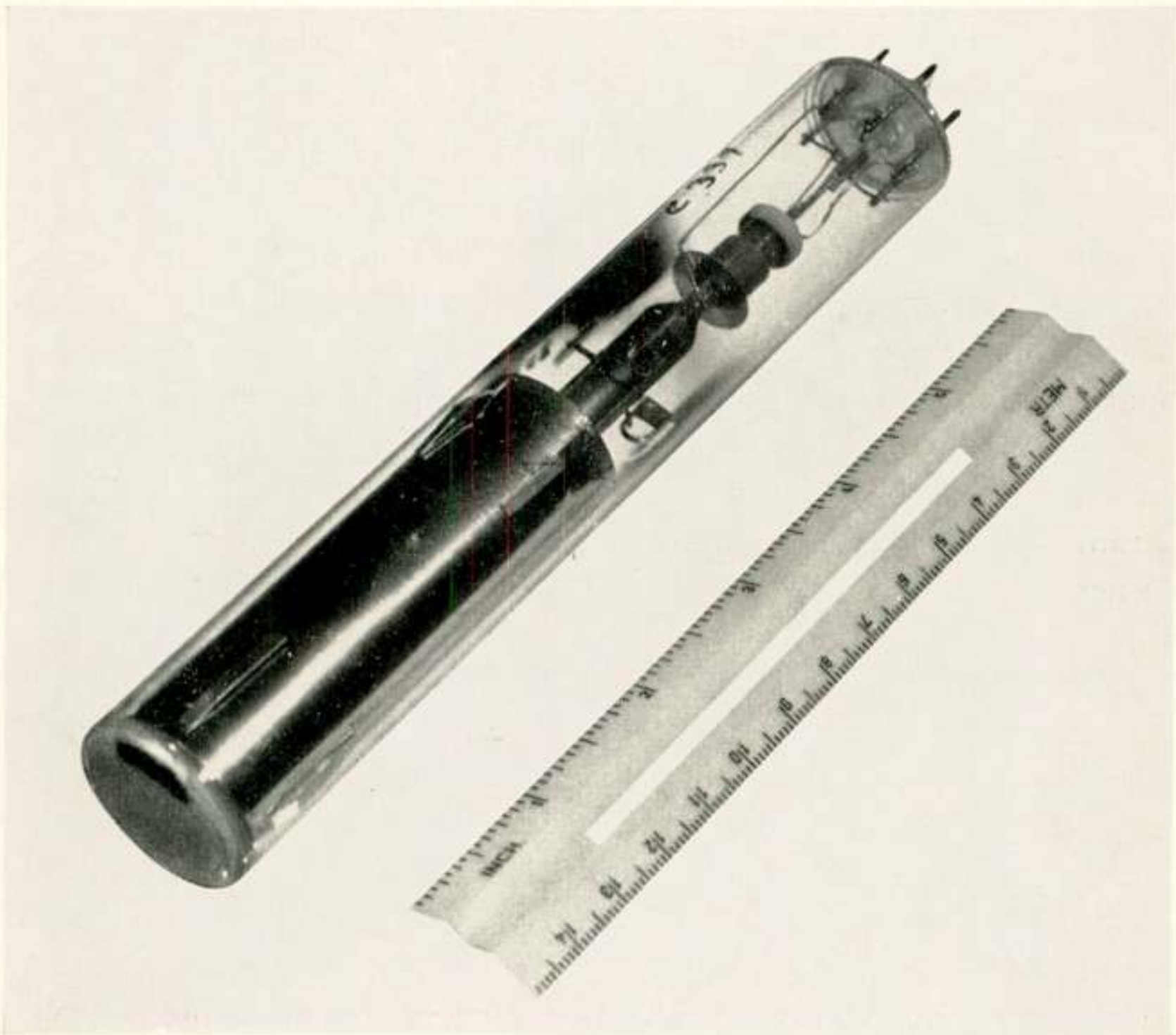


Fig. 3.  
Laboratory model of a "Vidicon".

As the name suggests, the resistance of a photoconductive substance changes under the influence of light. Advantage is taken of this fact in the "Vidicon", represented in fig. 2 and 3. On the inner side of the front window there is again a transparent conductive signal plate connected to an external contact. A photoconductive layer a few microns thick is coated on this signal plate. This time the signal plate is connected to a positive potential via the signal resistor  $R$ . Initially, the surface of the sensitive layer is at earth potential. There is thus a voltage difference across the layer and when part of the layer, which in the dark is practically an insulator, is illuminated, this part will become conductive and positive charge will leak from the conductive layer to the surface. This produces, just as in the former case, a positive charge image. As with the "C.P.S. Emitron", this image is scanned by an electron beam. The signal is then formed as described below.

#### *Signal generation.*

The electrons emitted by the cathode of the electron gun are accelerated in the normal way. After they have been deflected by the deflection coils, they pass through a fine mesh, which has the same potential as the anode of the electron gun. In the homogeneous electric field between the mesh and the image electrode the electrons are slowed down and arrive at the layer with practically zero velocity. To keep these slow-moving electrons focused, a focusing coil is fitted, which surrounds almost the whole tube. This results in an almost homogeneous magnetic field parallel to the axis of the tube and causes the electrons to strike the layer vertically over the whole surface. When the beam scans a part of the target that has become positively charged, the electrons arriving there do so with such a low velocity that there is practically no emission of secondary electrons. These electrons will neutralise the positive charge and this will continue until the potential has dropped to that of the cathode. As soon as the potential goes somewhat more negative, the electrons are repelled and return without reaching the target. The electron beam thus supplements only the charge which has leaked through and the superfluous beam current returns, leaving the target stabilized almost at cathode potential. If we regard each image element as a capacitor  $C$  formed by the surface of this image element and

the conductive signal plate, we see that this capacitor is recharged during scanning. The charging current flows through the signal resistor and thus produces a signal voltage across it. When continuously scanning all image elements one after the other, the pulses corresponding to each image element together form the continuously varying video-signal.

*Required properties of photoconductor.*

If full profit is to be derived from all the light that falls on an image element between two scanings, an appreciable voltage must always be maintained between the surface and the conductive signal electrode, that is the whole charge must never be allowed to leak away from the capacitor elements in the time between two successive scanings. The velocity at which the charge leaks away is determined by the product  $R \times C$  of the layer, where  $R$  is the resistance of the layer and depends upon the exposure to light. Since as little charge as possible must leak away in the dark, the following must apply:

$$R_{dark} \times C \gg 1/25 \text{ sec. e.g. } R_{dark} \times C = 1 \text{ sec.} \quad (1)$$

1/25 sec. being the time elapsing between two scanings. If it is desired that the voltage on the image element during exposure should not fall by more than about 60%, the following must apply:

$$R_{exp} \times C \geq 1/25 \text{ sec.} \quad (2)$$

For a homogeneous substance we can write:

$$R = \rho \frac{d}{S} \Omega \text{ and } C = \frac{\epsilon S}{4 \pi d} \cdot 1.11 \times 10^{-12} \text{ F} \quad (3)$$

in which  $\rho$  = specific resistance in  $\Omega$  cm

$d$  = thickness of layer in cm

$S$  = area of an image element in  $\text{cm}^2$

$\epsilon$  = dielectric constant.

We see that in the product  $RC$  the thickness and the area no longer occur and that the first requirement (1) becomes:

$$R_{dark} \cdot C = \frac{\epsilon \rho_{dark}}{4 \pi} \cdot 1.11 \times 10^{-12} = 1 \text{ sec.} \quad (4)$$

Since no great variations are possible in  $\epsilon$ , a minimum value for  $\rho_{dark}$  follows from this of about  $10^{12} \Omega \text{ cm}$ . For the minimum value of  $\rho_{exp}$  we obtain  $4 \times 10^{10} \Omega \text{ cm}$ .

It is mainly these requirements which seriously limit the choice of useful photoconductors. There are many substances known with which very sensitive photoconductive cells can be made, e.g. lead sulphide, thallium sulphide, cadmium sulphide and many others. Many of them have, however, much too low a resistance to allow them to be used in this application.

Further demands which must be made on the light-sensitive substance are that it must possess a satisfactory sensitivity in the correct spectral range, and that it must be capable of being applied in a layer of very uniform structure. Only vacuum evaporated layers are suitable in practice. A final requirement is that the photocurrent must react with sufficient rapidity to variations in light and must show no inertia.

The first serviceable tube of this type was described in May 1950 by Weimer, Forgue and Goodrich, who gave it the name "Vidicon" <sup>2</sup>). Originally the amorphous modification of selenium was used as photoconductor, which is practically a perfect insulator in the dark <sup>3</sup>), in contrast to the more familiar crystalline form. Notwithstanding its good resistance in darkness and its high sensitivity, there are various fundamental objections to the use of this substance, so that other substances have been tried. One disadvantage, for example, is that amorphous selenium is sensitive solely to the blue and violet parts of the spectrum. Moreover, crystallisation frequently occurs locally, which gives rise to the conductive form. This expresses itself by the appearance of brilliant white spots in the image, the number and size of which increase in the course of time. Antimony trisulphide is commonly used now in America. In our laboratory lead oxide has been found to yield very good results.

When a certain substance is examined as to its suitability for use in a "Vidicon", it appears that there are certain characteristics which are exclusively determined by the substance selected and in which practically nothing can be changed by, for instance, the method of application and preparation. Characteristics of this sort are the spectral distribution of the sensitivity and the maximum resistance obtainable in darkness. For example colourless substances cannot be used, since they do not absorb visible light and the visible light cannot therefore interact with the electrons of the crystal. The situation

is different with regard to characteristics such as absolute sensitivity, inertia, fatigue and the actual value of the dark-resistance. All these are very greatly influenced by the method of preparation, subsequent treatment and by impurities present intentionally or accidentally. It is these characteristics, among which inertia assumes a particularly important place, which make it necessary to carry out extensive investigations in order to find out whether or not a substance is in practice useful for this application.

### *Sensitivity.*

The sensitivity is expressed in the number of micro amperes of signal current obtained when a luminous flux of 1 lumen is allowed to fall upon the image electrode. The conventional antimony-caesium photoemissive cathode, which is used in most camera tubes nowadays, has a sensitivity of approx.  $50 \mu\text{A}/\text{lumen}$  when using incandescent light with a colour temperature of  $2600^\circ\text{K}$ . This means to say that approx. 10 light quanta are necessary for each electron to be liberated. In Vidicon-layers a much higher quantum yield can be achieved and it is even possible in principle for the quantum yield to be greater than 100 %, although this is frequently coupled with great inertia. With the PbO-layer, at a moderately short response time, a 100 % quantum yield has been achieved in practice (approx.  $400 \mu\text{A}/\text{lm}$ ) for light of wave length corresponding to the maximum sensitivity, and a mean sensitivity of more than  $100 \mu\text{A}/\text{lm}$  appears to be obtainable. This means that, with a scene lighting of a few tens foot-candles, a picture can be made with a good signal-to-noise ratio.

### *Inertia.*

The greatest problem in tubes of this type is the inertia in the response. This phenomenon appears in the television picture by a smearing out of the picture of moving objects and after-images when the scene is suddenly changed. This phenomenon can be strongly influenced by the method of application and preparation of the sensitive layer.

A second inertial effect, not due to the photo-conductor itself, occurs when the charge of an image element cannot be supplemented by the scanning beam in one scanning. Several

scannings are then required and this also gives rise to an after-image. The decisive factor here is the product  $R_b \times C$ , in which  $C$  represents the capacitance of an image element and  $R_b$  the equivalent resistance of the scanning beam. Since the time available for one scanning is about  $10^{-7}$  sec it is necessary that  $R_b C \ll 10^{-7}$  sec. To avoid any disadvantage from this effect,  $C$  must be kept as small as possible (thick layer) and  $R_b$  must likewise be kept small, which means that a considerable beam current must be used.

The picture focus obtainable is limited by the fineness of the scanning beam and by possible transverse leaking of the charge along the surface. This transverse leaking can be neglected with a homogeneous layer  $5 \mu$  thick and when the dimensions of the image element are  $20 \times 20 \mu^2$  (600 lines on a picture of  $12 \times 16$  (mm<sup>2</sup>)). However, the substance must not be allowed to attain a greater conductivity at the surface, which can happen under certain circumstances.

#### *Output-versus-light characteristic.*

In television camera tubes the connection between the quantity of incident light  $L$  and the signal current  $I_s$  is important. This is conventionally expressed in the following formula:

$$I_s = c \cdot L^\gamma \quad (5)$$

in which  $c$  and  $\gamma$  are constants.

When the output signal is proportional to the quantity of the impinging light, the exponent gamma equals unity. This is, for instance, the case in the "C.P.S. Emitron" already discussed and also in the "Vidicon" with lead oxide layer. If one wishes to obtain in a receiver a faithful reproduction of gradations, the gamma of the whole recording-reproduction system should be equal to unity. However, the beam current in a television picture tube is proportional to more than the second power of the grid voltage ( $\gamma = 2.2$ ), so that, without special measures being taken, the contrast in the dark parts of an image will be less than in the light parts. The gamma of the camera output signal must, therefore, be brought back to about  $\frac{1}{2}$  with the aid of a non-linear amplifier, known as a gamma corrector. Photoconductive substances often have a gamma smaller than 1; e.g. the R.C.A.'s "Vidicon" has a gamma of approx. 0.6. This tube therefore needs no gamma corrector.



*Sensitivity to X-rays.*

An interesting property of the lead oxide layer is, that in addition to ordinary light, X-rays also make the substance conductive. This effect can be used in order to convert directly an X-ray shadow image into a television signal <sup>4</sup>). The fact that the thin layer is still able to absorb sufficient of these penetrating rays to produce a usable photo-current is due to the use of the heavy element lead in the photoconductive substance. Measurements have demonstrated that about 300 electrons are released per absorbed X-ray quantum of approximately 72 keV. The result of this fairly large number (with ordinary light the value approaches only 1) is that the statistical fluctuations in the number of absorbed quanta appears in the picture as noise (snow), exceeding the noise from the input amplifier, which with ordinary light, is the limiting factor on the sensitivity. That this effect is bound to appear can be seen from Schottky's noise formula:

$$I_n^2 = 2 e \cdot I \cdot F \quad (6)$$

$I_n$  = noise current,  $F$  = band width,  $e$  = charge of electron,  $I$  = current.

Since 300 electrons appear *simultaneously* when one X-ray quantum is absorbed, it is as if the current consisted of charge carriers of charge  $300e$ . This value must therefore be used instead of  $e$  in the noise formula (6). The fluctuations in the photocurrent thus become  $\sqrt{300}$  times as great. Cope and Rose found approximately the same figures by carrying out noise measurements on thicker amorphous selenium layers <sup>5</sup>). The layer is not sensitive enough for the low radiation intensity permissible in X-ray diagnostics. This is above all a consequence of the small part absorbed of the impinging radiation. A layer  $5 \mu$  thick absorbs only 5% of X-rays generated in an X-ray tube operated with 70 kV D.C. voltage. This television pick-up tube can, nevertheless, be employed for investigating small objects since an enlarged image is obtained on the picture tube.

Although, as outlined above, the Vidicon is not yet sufficiently developed, especially as regards inertia, for it to be used in broadcast television, it is nevertheless to be expected that the problems at present encountered will be solved at some future date.

Due to its great simplicity, small dimensions and good sensitivity, this type of tube will then probably assume considerable importance and, perhaps, supplant other types. A simple, small tube of this kind should also open up many possibilities in colour television.

---

### Literatuur

- 1) Proc. Inst. Electr. Eng. **97**, 377 (1950).
  - 2) Electronics **23**, 70 (1950).
  - 3) R.C.A. Rev. **12**, 314 (1951).
  - 4) Nature **173**, 220 (1954).
  - 5) J. Appl. Phys. **25**, 240 (1954).
-

## A 35 mm film scanner

by F. H. J. van der Poel \*)

Lecture delivered for the Nederlands Radiogenootschap on June 16th 1954.

### SUMMARY

Some general remarks on the televising of motion-picture film and a brief description of a well-known film scanning method using an intermittent projector and a storage type camera tube are followed by a description of the flying-spot method with continuously moving film, which produces television pictures of very good quality.

#### *Televising of motion-picture film*

A film scanner is a device which generates television signals from the standard motion-picture film used in cinema projection.

As is well-known, the picture rate of 35 mm standard motion-picture film is 24 frames/sec and from these separate pictures the film scanner has to generate an electrical signal, according to the standard television wave form.

The television standard in the Netherlands involves 25 frames/sec and 625 lines per frame.

Moreover, the scanning of one complete frame is broken up into two periods, a method known as interlaced scanning. In this method every frame is scanned twice, first with the odd and after that with the even lines. Thus, in fact, every television frame of 625 lines consists of two fields each field containing half the number of lines.

Now it is impossible by simple means to transform 24 film images/sec into 25 television frames/sec. The film is therefore made to run at a rate of 25 instead of 24 frames/sec.

In this way the number of film- and television frames/sec are the same and the problem is now to scan each film image twice according to the interlaced television system.

---

\*) Philips Research Laboratories, N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven - Netherlands.

The error caused by this change in film speed is not disturbing in both vision and sound.

N.B. The American television standard involves a picture repetition rate of 30 frames/sec. Here, obviously, it is impossible to match the number of film and television frames/sec by increasing the film speed and the solution is more complicated.

### *Film scanning with a storage-type camera tube*

A well-known and commonly applied method for scanning motion-picture films, is based on a normal storage-type camera tube (e.g. iconoscope or image iconoscope), combined with an intermittent film projector. The film is passed through the projector in the normal manner. Each film image is illuminated and projected onto the light-sensitive plate of the camera tube only during the vertical retrace time (blanking period) i.e. a short period between two successive vertical scans, during which the scanning beam is suppressed.

On the target of the camera tube a potential pattern corresponding to the film image is formed. The target is then scanned in the normal way.

With this method of film scanning use is made of the so-called "memory" of the storage-type camera tube, which is capable of storing the potential pattern for some time after the illumination.

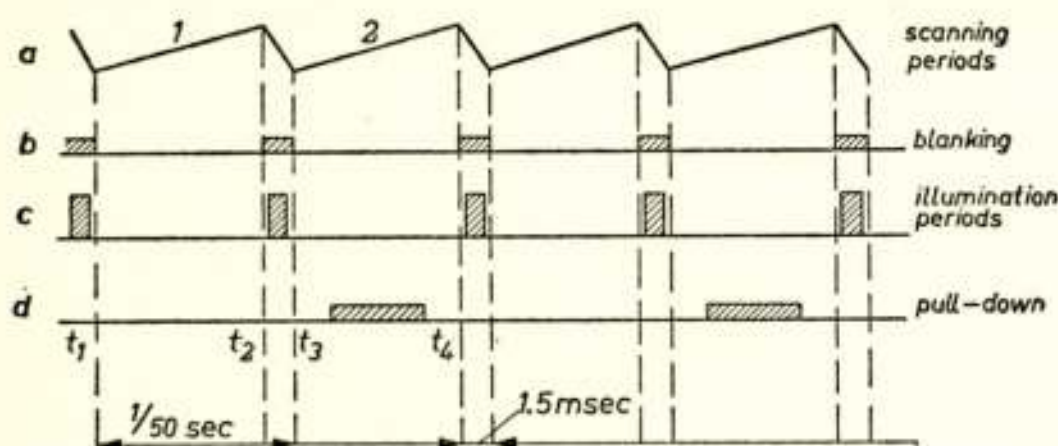


Fig. 1.

Film scanning as a function of time using a storage type camera tube

- a. T.V. scanning periods
- b. Vertical blanking time between two successive scanings
- c. Illumination periods. These have to occur within the blanking time
- d. Pull-down periods of the intermittent projector.

During the scanning of the target the film is unilluminated, so that the whole scanning period is available for the pull-down of the film. The blanking periods and periods of illumination are so phased with respect to the pull-down motion, that the film is never illuminated whilst in motion. See figure 1.

Although the results with this method were

fairly satisfactory, better results can be obtained using the flying spot scanning system.

### *The flying spot film scanner*

#### *Principle*

The flying-spot scanner is a device which is very suitable for generating a video signal from transparent positives or negatives.

The principle of the flying-spot scanner is illustrated in fig. 2.

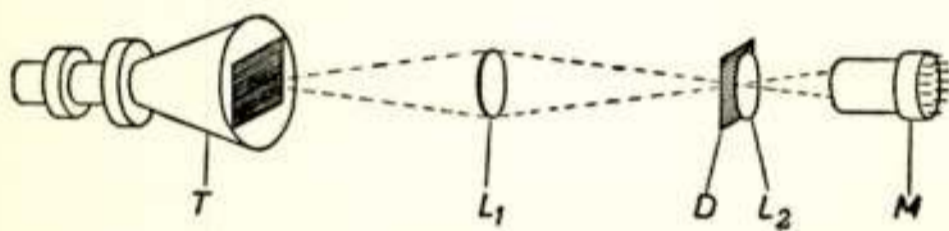


Fig. 2

Schematic representation of the flying spot scanning system. The electron beam of a special cathode-ray tube *T* describes a frame on the screen, which is provided with a phosphor of very short afterglow. The frame is projected on to the transparent object *D* by the lens  $L_1$ . By means of the condenser lens  $L_2$ , the transmitted light is projected on to the photocathode of the multiplier tube *M*.

A point source of light is projected onto the transparency. The source is made to trace out a frame or raster of the required number of lines, so that its image traces an identical raster on the transparent object. The light passing through the latter is concentrated on a photo-electric cell by means of a condenser lens, so that a photocurrent is generated which at every moment

is proportional to the transparency of the object at the point defined by the spot. This current is passed through a resistor, the voltage across which after amplification represents the required picture signal.

The light-spot on a specially developed cathode-ray tube serves as the light source. To trace out the raster, the electron beam is deflected in the normal way, but its intensity is kept constant.

With this system special requirements are imposed on the scanning tube and the phosphor of its fluorescent screen. The unavoidable afterglow, which is experienced with all phosphors, is of particular importance and should be as short as possible.

The above description of the principle of operation is based on the assumption that the light impinging on the photocathode is always proportional to the transparency of the scanned

image element. When however the afterglow of the phosphor exceeds the duration of one image element ( $\sim 10^{-7}$  sec) this condition is no longer satisfied, because, as a result of the afterglow, the photo-electric cell receives light from preceding image elements. In the case of a sudden transition from light to dark in the object, the image signal only gradually attains the new value, so that the transition in the reproduced picture is also gradual. This causes a certain lack of sharpness of the picture in the line direction, a phenomenon that also occurs in the use of video amplifiers with too small a frequency band.

In addition to a short afterglow-time, the phosphor should also have a high efficiency, in order to obtain a high signal-to-noise ratio.

The screen of the scanning tube used (MC 13-16), is coated with a phosphor which has been specially developed and meets the imposed requirements of a rather high efficiency and a very short afterglow ( $3 \cdot 10^{-8}$  sec).

#### *Film movement*

Since, with the flying-spot method, the scanning of a picture is done by the light source, it is clear, that with intermittent film motion, pull-down of the film may only take place during the vertical blanking time. The latter is limited to  $\sim 1.5$  m sec, so that the film must be pulled down in this very short time

Although this is not theoretically impossible, such a fast pull-down mechanism has not up to now been achieved for 35 mm film.

(N.B. In a normal cinema projector, the time available for pull-down is about 10 m sec).

When using the flying-spot method for film scanning it is possible to move the film with a constant velocity, so that the film movement itself may perform a part of the vertical scanning, whilst the rest is performed by the light spot. A special projector is therefore necessary which provides a continuous motion of the film with a constant speed of 25 pictures/sec, instead of an intermittent motion. The direction of the film movement is in the opposite direction to the vertical movement of the light spot formed on the film in the gate, so that the vertical scanning of a film image is brought about by an add-

ition of the movements of the film and the scanning light spot.

As the film movement supplies about half of the required vertical scanning the vertical amplitude of the raster needs also to be only half that required when scanning a still picture.

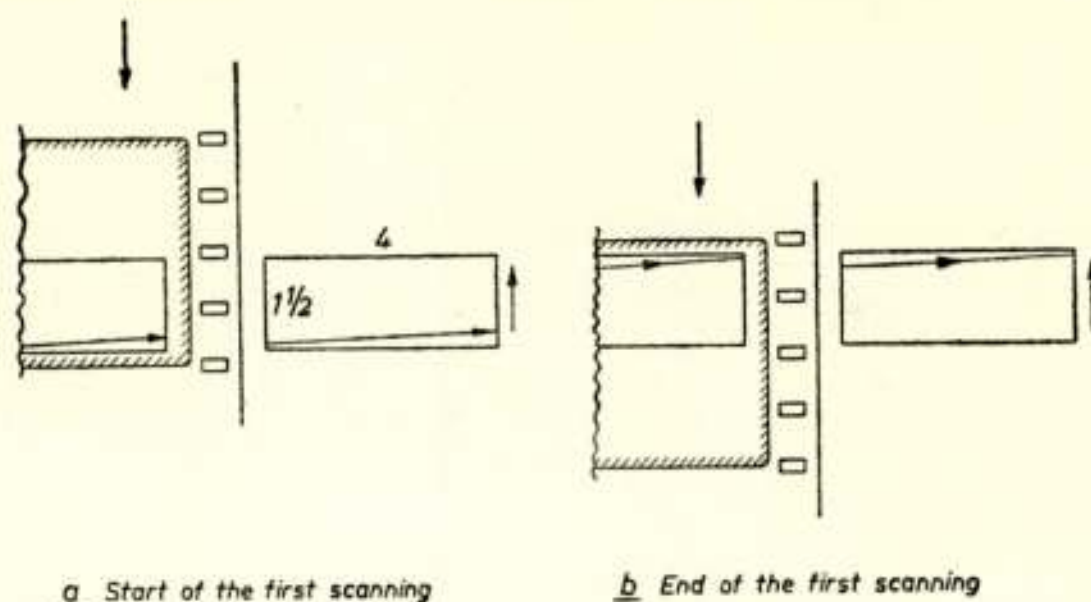


Fig. 3.

One period of a scanning operation with continuous moving film. The commencement of the scanning of the film image is shown in fig. 3a, where the envelope of the complete raster of aspect-ratio  $4 \times 1\frac{1}{2}$  and the first scanning line (scanning the top of the film image) are shown diagrammatically. During the scanning, the film moves downward and the scanning light-spot moves in an upward direction (shown by the arrows).

The second drawing fig. 3b shows the last line at the end of the first scanning period. From this figure it can be seen that the film has moved down by half a frame pitch and the scanning light spot has moved upward, so that the last line is just scanning the bottom of the film image. In this way, the complete film image is scanned once.

This means that the aspect-ratio of the raster on the scanning tube has to be  $4 \times 1\frac{1}{2}$ , instead of the usual aspect-ratio of  $4 \times 3$ .

Fig. 3 shows one period of the scanning operation for the continuous motion system.

#### *The interlaced scanning*

As has been noted above, interlaced scanning requires that each film image must be scanned twice, successively with the odd lines and the even lines.

To effect this double scanning of one film image with continuously moving film special measures have to be taken. At the end of the first scanning (odd lines) the film-image will have moved, so that the second scanning of the same film image (even lines) must begin at a point correspondingly displaced in the direction of the film movement.

An obvious solution to this problem is to provide a double optical system in such a way that two images of the scanning raster are formed on the film in the filmgate,

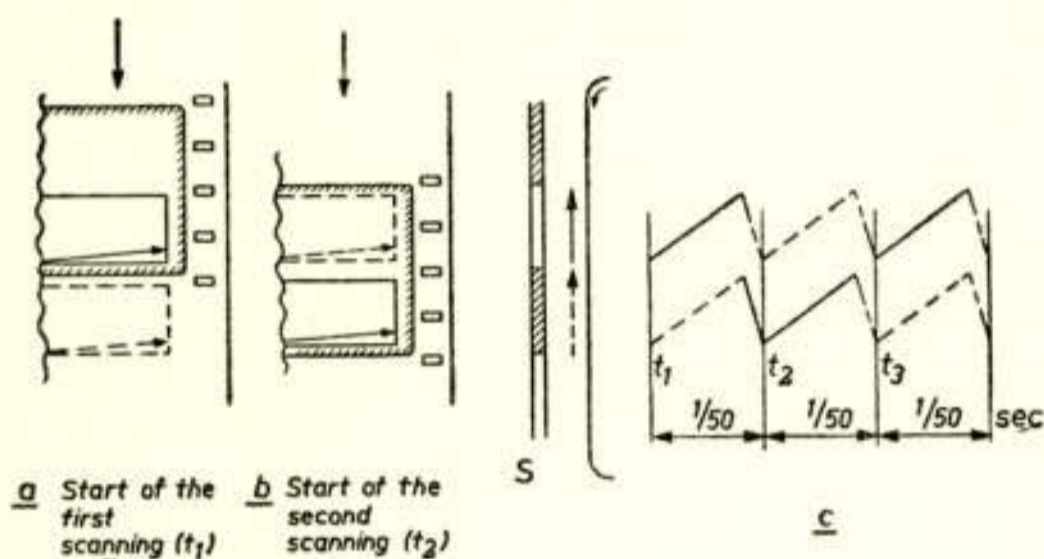


Fig. 4.

The complete scanning of film image.

The beginning of the first scanning at time  $t_1$  is shown in *a.*, the shutter then being in such a position that it obscures the lower of two rasters. The film image is thus scanned for the first time (odd lines, say), when the light spot starts to trace out the second raster ( $t_2$ ) as shown in *b.* The film has moved down by half a frame pitch, so that, if the raster images are also spaced by that distance, the same film image is scanned for the second time (even lines). During this second scanning the lower image is operative and the upper one is obscured.

After the two scanings the film image has moved down one complete frame pitch and has been completely scanned according to the interlaced system. It will be clear that at the beginning of the third scanning period ( $t_3$ ) the following film image is just in the correct position to be scanned for the first time. The scanning cycle is then repeated.

In *c.* the vertical movement of the two scanning spots are shown as functions of time. The shutter is shown in the position during the first scanning period.

raster are formed on the film in the filmgate, displaced from each other by the required distance. When only one photomultiplier is used it is also necessary to provide means for intercepting the light from one optical system, so that only one of the two images is operative during each  $1/50$  sec scanning period.

It can be easily ascertained that the distance between the two images of the scanning raster must be equal to the distance moved by the film during  $1/50$  sec i.e. the time between two successive scanings. As the film runs with a velocity of 25 pictures/sec, the above mentioned distance amounts to exactly half the pitch of one film frame.

Fig. 4 shows the complete scanning of one film image.



*Optical arrangement*

The optical arrangements are shown in fig. 5. Two objectives are used. The diameter of the lenses is in most cases too large to obtain the correct distance between the two images, so that

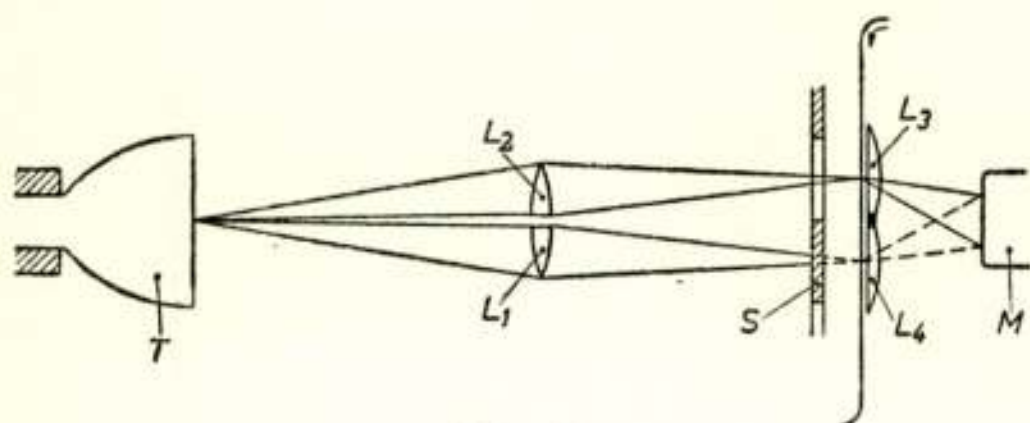


Fig. 5.

The optical system.

Two images of the scanning raster are formed on the film in the film gate by means of two objective lenses  $L_1$  and  $L_2$  in such a way that the two images have the required separation (half frame pitch). The light passing through the film is collected by two condenser-lenses  $L_3$  and  $L_4$ , each forming an image of one objective lens on the photocathode of the multiplier  $M$ . A rotating shutter  $S$  is provided, the blades of which interrupt the optical path, so that only one of the two images is operative during 1/50 sec scanning period.

a film picture height of about 15,5 mm with 625 lines, the line separation is only about  $25 \mu$ . Differences of this magnitude in the linear dimensions and distortion of the two images of the raster are inadmissible. This means that the focal lengths of the two lenses have to be equal to an accuracy of less than 0,1 %. The distance between the two images of the raster must also be accurate to be better than  $25 \mu$ .

Finally the lenses must be free from vignetting, so that there shall be no differences in brightness between corresponding points of the two images.

The film scanner built in this laboratory meets these requirements remarkably well.

It has been explained, in general, how it is possible to use the flying-spot method for scanning films. It is beyond the scope of this article, however, to describe all problems met

a segment of each lens is cut off. This causes a reduction in aperture, but it eliminates other optical components, which would otherwise be necessary to achieve the required image distance. The two objectives must meet high requirements as to the quality and must also be closely identical to achieve two sharp, identical and distortionless images of the scanning raster. These high requirements follow from the fact, that when scanning

with in the practical realization of this apparatus. There is, however, one important problem that should be treated, viz. the influence of film shrinkage.

### *Film shrinkage*

As we have seen, the separation of the two scanning rasters at the projector gate is equal to the distance moved by the film in  $1/50$  sec i.e. the time between two successive scannings.

Since this time is fixed with great accuracy, it means that the spacing between the two rasters is thus determined by the film velocity at the film gate (expressed in cm/sec).

This film velocity is given by the equation: film velocity (in cm/sec) = number of [film images/sec  $\times$  film frame-pitch. Since the number of film images is constant (25/sec) the average film speed is proportional to the film frame-pitch.

As is well known, all film material is subject to shrinkage due to the influences of age, humidity and temperature. For new film material the film frame-pitch amounts to 19 mm and thus the distance between the two images of the raster has to be 9,5 mm. Film shrinkage occurs to a maximum of about 1 % and in this case the distance between the two images of the raster must be varied by the same percentage, that is to say, this distance has to be reduced by  $\sim 100 \mu$ . This can be done by varying the separation of the two objective lenses. Although this adjustment could be performed manually, it is highly preferable to provide automatic film shrinkage compensation, since film shrinkage is a normal occurrence.

One way of eliminating the effect of film shrinkage is to ensure a constant film speed during the two scannings of a film image. This solution is applied in the present film scanner in the following manner. The movement of the film is brought about by the movement of the driving sprocket, a number of whose teeth are continuously engaged with the perforations in the edges of the film. The number of teeth per film image normally amounts to 4 with 35 mm film. In the present case to ensure constant film speed a driving sprocket with one tooth per film frame instead of four is used.

The pitch of the teeth and their form are now dimensioned in such a way that although more teeth can engage with the perforations of the film only one tooth actually drives the film, with the *constant* peripheral speed of the sprocket. This

last condition must be satisfied for all possible shrinkages.

After a complete scanning of one film image the film is pushed-off the driving tooth and skids until the film is picked up by the following tooth. In this manner one achieves a constant film speed during the two scanings, independent of the film shrinkage. The latter determines only the rate of skid of the film. It is of course necessary that the skid of the film only occurs during the vertical blanking time.

### *Demonstration*

After the lecture a demonstration was given of a film transmission by means of the film scanner described and a large-screen television projector.

The video signal generated by the scanner was mixed with the required synchronising signal to produce a picture signal at standard level. Two video channels were used. One of them terminated in a viewing monitor so as to enable the operator to control the picture during the course of the transmission.

The output of the second channel was fed via a cable to the demonstration room, equipped with a large screen television projector (dimensions of screen  $\sim 9$  ft by 12 ft)

Conventional film equipment was used for the sound channel.

---



## Overdrachtsystemen voor kleurentelevisie

door K. Teer \*)

Voordracht gehouden voor het Nederlands Radiogenootschap op 16 Juni 1954.

### SUMMARY

A compatible colour television system is required to transmit the colour picture information, which can be represented by three videesignals, in a normal television channel in such a way that monochrome reception on existing black and white receivers is possible. Such a transmission can be established by adding to the normal videesignal (luminancesignal) subcarriers modulated by two other signals (colour signals). Two subcarriers may be used for the transmission of the coloursignals, however, the modulation of both signals on a single subcarrier is also possible. (N.T.S.C. coloursystem in U.S.A.)

A brief description is given of an experimental transmission system where two subcarriers are applied.

### *Inleiding.*

Het overdrachtsysteem van de kleurentelevisie vormt slechts een gedeelte van het gehele kleurentelevisiesysteem, daar het slechts tot taak heeft de elektrische signalen over te dragen, die de informatie omtrent het kleurenbeeld bevatten en niet de vorming van signalen corresponderende met een kleurenbeeld en de vorming van een kleurenbeeld corresponderende met elektrische signalen.

Om tot een afbakening van de problemen van de overdracht te komen is het echter nuttig om allereerst even het gehele kleurentelevisieprobleem te beschouwen.

De kleurentelevisie heeft tot taak, van elk beeldelement van het over te brengen beeld niet alleen, zoals bij de zwart-wittelevisie, de juiste helderheid over te seinen, maar ook de juiste kleur en bij de ontvanger dit beeldelement niet alleen in de juiste helderheid, maar ook in de juiste kleur te reproduceren.

---

\*) Natuurkundig Laboratorium N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven - Nederland.

De oplossing van dit probleem is onder meer gebaseerd op twee beginselen uit de colorimetrie (1).

Het eerste beginsel houdt in, dat elke lichtindruk eenduidig bepaald is door drie grootheden. Hieruit volgt dat bij kleuren-televisie het overdragen van drie gegevens per beeldelement, i.p.v. één gegeven zoals bij zwart-wit-televisie geschiedt, nodig maar tevens voldoende is om een beeld van dezelfde scherpte te verkrijgen. De informatie van een kleurenbeeld kan dus „ondergebracht” worden in drie videosignalen van de gebruikelijke bandbreedte.

Het tweede beginsel vermeldt dat door additieve menging van drie geschikt gekozen grondkleuren — groen, rood en blauw — vrijwel alle kleuren zijn te reproduceren. Hieruit volgt, dat een kleurenbeeld bij de ontvanger kan worden verkregen door combinatie van drie deelbeelden, ieder in één (grond)kleur, waarbij een beeldelement van het totaalbeeld de juiste kleurindruk zal opleveren, indien in de corresponderende beeldelementen van de deelbeelden de juiste hoeveelheid groen, rood resp. blauw licht aanwezig is,

Hieruit volgt tevens, wat de drie gegevens kunnen zijn die per beeldelement moeten worden overgezonden, n.l. de hoeveelheden groen, rood en blauw licht die door het desbetreffende beeldelement bij de zender worden uitgestraald.

Met opzet is hier geschreven: „kunnen zijn”, daar het niet niet beslist noodzakelijk is om juist deze drie gegevens over te zenden.

In ieder geval zal men wel aan de zendkant van elk beeldelement de grootte der lichtcomponenten willen meten en aangeven met de grootte van een stroom of spanning. Juist zoals bij de zwart-wit-televisie zal de meting van de beeldelementen achtereenvolgens plaats vinden volgens een lijnenpatroon met een zeker aantal lijnen per beeld en een zeker aantal herhalingen per sec. Er ontstaan op deze wijze drie televisie-signalen, die in het vervolg de „primaire signalen” zullen worden genoemd en zullen worden aangeduid met  $E_G$ ,  $E_R$  en  $E_B$ .

Op grond van het voorgaande is het nu mogelijk het gehele kleurentelevisiesysteem in drie delen te splitsen. Zie fig. 1.

Ten eerste een apparaat aan de zendkant, dat het kleurenbeeld aftast, elk beeldelement meet en aanleiding geeft tot de drie signalen  $E_G$ ,  $E_R$  en  $E_B$ , die evenredig zijn met de groene, rode en blauwe lichtcomponent in het beeldelement aanwezig.

Ten tweede bij de ontvangkant een apparaat dat in staat is

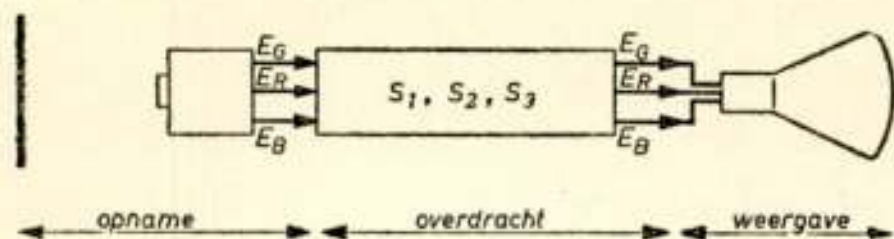


Fig. 1.

Opbouw van het kleurentelevisiesysteem

om m.b.v. de drie primaire signalen  $E_G$ ,  $E_R$  en  $E_B$  een kleurenbeeld te reproduceren waarvan ieder beeld-element een hoeveelheid groen, rood en blauw licht uitstraalt, evenredig met de primaire signalen.

Ten derde, tussen de twee genoemde delen, een systeem dat er voor zorg draagt, dat de signalen aanwezig bij de zender, ook aanwezig zijn bij de ontvanger. Dit gebeurt door de overdracht van drie signalen die, zoals reeds is opgemerkt, de primaire signalen kunnen zijn maar in het meest algemene geval signalen zullen zijn, die op de een of andere wijze uit de primaire signalen zijn afgeleid. In het vervolg zullen deze signalen de „transmissie-signalen” worden genoemd en worden aangeduid met  $S_1$ ,  $S_2$  en  $S_3$ .

In dit artikel zullen de eerste twee delen van het kleurentelevisiesysteem buiten beschouwing worden gelaten en alleen aandacht worden geschonken aan het als ten derde genoemde deel: het overdrachtsysteem.

#### *Aan de overdracht gestelde voorwaarden.*

Op het eerste gezicht zal het probleem van de overdracht vrij gemakkelijk schijnen, daar, wanneer drie verbindingswegen tussen zender en ontvanger worden aangebracht, hetzij met kabels, hetzij via de aether, door drievoudige toepassing van een bekende techniek het gestelde doel is bereikt. Het probleem neemt dan ook eerst een zekere proportie aan door de aan de overdracht gestelde nevenvoorwaarden. Deze voorwaarden zijn de volgende.

In de eerste plaats wenst men slechts één verbindingsweg te gebruiken. Dat wil zeggen, dat men geen drie kabels of drie zenders wenst te gebruiken, maar de overdracht wil laten plaats vinden via één kanaal.

In de tweede plaats zal het wenselijk zijn om, teneinde de overeengekomen verdeling van de televisiekanalen over de beschikbare band niet te verstoren, een kanaal van de normale, voor zwart-wit-televisie gebruikelijke, bandbreedte te gebruiken.

In de derde plaats is het zeer wenselijk, om de overdracht zodanig te laten geschieden, dat een voor zwart-wit-televisie

ingericht ontvangtoestel het van een kleurentuitzending opgevangen signaal als een zwart-wit-beeld van goede kwaliteit kan reproduceren. Deze laatste wens is vooral dringend in de landen waar de zwart-wit-televisie al een grote vlucht heeft genomen en dus grote aantallen toestellen aanwezig zijn. Wanneer deze toestellen kleurenprogramma's kunnen afbeelden, zij het dan ook in zwart-wit, zal er meer animo zijn om met kleurentelevisie te starten en om kleurenprogramma's te bekostigen en er zal een geleidelijke overgang kunnen zijn van zwart-wit-televisie naar kleurentelevisie.

Het zal duidelijk zijn, dat de genoemde voorwaarde in de V.S. van zeer groot belang werd geacht en het daar geaccepteerde systeem van overdracht — het z.g. N.T.S.C.-systeem — komt dan ook aan deze eis tegemoet (2).

De genoemde drie voorwaarden kunnen worden samengevat onder het in de V.S. gegroeide begrip „compatibility”, wat zou kunnen worden vertaald als: verenigbaarheid met de bestaande zwart-wit-televisie. De overdracht is „compatible”, wanneer zij plaats vindt via een normaal televisiekanaal en wanneer de zwart-wit-ontvanger, zonder enige wijziging, de kleurentelevisie-uitzending als een zwart-wit-beeld kan reproduceren.

#### *Opbouw van het overdrachtsysteem.*

Op welke wijze is het mogelijk de overdracht zo te bewerkstelligen dat aan de eis van „compatibility” is voldaan?

In de eerste plaats zullen beeld- en lijnfrequentie onveranderd dienen te blijven t.o.v. de voor zwart-wit-televisie overeengekomen waarden. Dit sluit onzes inziens een overdracht uit, waarbij de drie transmissie-signalen afwisselend en na elkaar worden overgedragen. Daarbij wordt gedurende een zeker tijdsinterval steeds maar één signaal overgedragen en wisselen de drie transmissie-signalen elkaar in opeenvolgende tijdsintervallen af. Een dergelijke wijze van overdragen wordt in Amerika met „sequential” aangeduid en er is daar zowel met een „line-sequential” als met een „frame-sequential” systeem geëxperimenteerd, waarbij in drie opeenvolgende lijntijden resp. rastertijden de primaire signalen afwisselend werden overgedragen (3).

Om echter met een „sequential”-systeem een kleurenbeeld van bevredigende kwaliteit te verkrijgen, is het onzes inziens beslist noodzakelijk het aantal lijnen per raster of het aantal rasters per seconde te verhogen, wat uiteraard leidt tot een



wijziging van lijn- of beeldfrequentie. De overdracht der drie transmissie-signalen dient daarom dus simultaan te geschieden.

In de tweede plaats volgt uit de eis van „compatibility”, dat het beeld dat een bestaande zwart-wit-ontvanger naar aanleiding van een kleurentzending weergeeft, zoveel mogelijk gelijk dient te zijn aan het beeld dat zou worden verkregen, indien de uitzending in zwart-wit geschiedde. In dat laatste geval is het uitgezonden signaal evenredig met de helderheid der beeld-elementen van het uit te zenden beeld. Tot een dergelijk signaal dragen alle drie de lichtcomponenten (groen, rood en blauw) bij en zo'n signaal correspondeert dus met een lineaire combinatie van de drie primaire signalen, waarbij de gevoeligheid van het oog voor de drie verschillende gebieden van het licht-spectrum in rekening is gebracht. We zullen deze lineaire combinatie in het vervolg als „helderheids-signaal” aanduiden.

Aan de onderhavige wens zou dus zijn voldaan, wanneer het mogelijk ware voor één der drie transmissie-signalen het helderheidssignaal te kiezen en dit op normale wijze uit te zenden, aangevuld met de twee andere transmissie-signalen op zodanige wijze dat de aanwezigheid van deze laatste signalen bij de zwart-wit-ontvangst onzichtbaar is, maar uiteraard tevens op zodanige wijze dat ten behoeve van de kleuren-ontvangst deze signalen bij de ontvanger van het helderheidssignaal kunnen worden gescheiden en tezamen met het helderheidssignaal voldoende gegevens opleveren om de drie primaire signalen  $E_G$ ,  $E_R$  en  $E_B$  terug te vinden.

Hiermede zijn we teruggekomen op een eerder gemaakte opmerking, dat de drie transmissiesignalen niet bij voorkeur gelijk behoeven te worden gekozen aan de primaire signalen. Volgens de gehouden redenering leidt de eis der compatibiliteit ertoe om ten minste één der signalen een lineaire combinatie van de primaire signalen — het helderheidssignaal — te doen zijn. Vermeld dient hierbij nog te worden, dat de keuze van het helderheidssignaal niet alleen met de eis der compatibiliteit is te motiveren, maar dat deze keuze ook gegrond wordt op wezenlijke voordelen in de kleurenontvangst ten aanzien van de kwetsbaarheid van de beeldkwaliteit voor bepaalde storingen (4). Wij zullen hier echter niet verder op in gaan.

Door de eis der „compatibility” zijn we nu gekomen tot de volgende verdere detaillering van het overdrachtssysteem dat in fig. 1 nog maar zeer schematisch is aangegeven. Het transmissiesignaal  $S_1$  is gelijk aan het helderheidssignaal dat in het

vervolg met  $E_y$  zal worden aangeduid en kan worden geschreven als

$$E_y = \alpha E_G + \beta E_R + \gamma E_B.$$

Het wordt op de conventionele wijze uitgezonden, nadat de signalen  $S_2$  en  $S_3$ , die in het algemeen gelijk zullen zijn aan andere lineaire combinaties

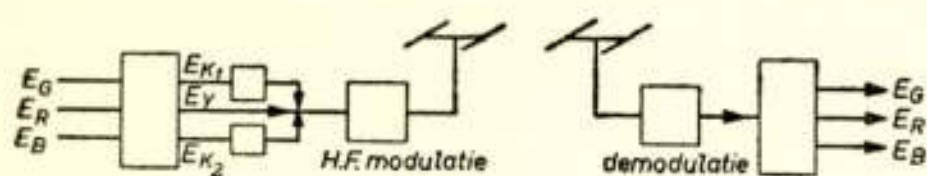


Fig. 2.

Verdere detaillering van het overdracht-systeem

van de primaire signalen en die in het vervolg de kleursignalen  $E_{K_1}$  en  $E_{K_2}$  genoemd zullen worden, op speciale wijze scheidbaar zijn toegevoegd. Zie fig. 2. Deze speciale

wijze van toevoeging is in fig. 2 voorlopig nog gesymboliseerd als een rechthoekje en wij willen dit nu nader beschouwen.

Een manier om de twee signalen op de gewenste wijze bij het helderheidssignaal te voegen zou zijn: de spectra van deze signalen, die zich evenals bij het helderheidssignaal uitstrekken van nul tot zekere grensfrequentie, te verschuiven zó, dat de drie frequentiebanden naast elkaar komen te liggen. Zoals bekend is, kan een dergelijke verschuiving worden verkregen door modulatie van het betreffende signaal op een draaggolf en de voorgestelde methode zou dus kunnen worden uitgevoerd door  $E_{K_1}$  en  $E_{K_2}$  op draaggolven van voldoende hoge frequentie, het-

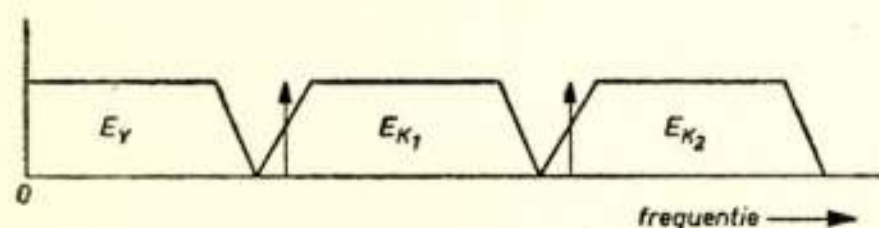


Fig. 3.

Samenstelling van de drie transmissie-signalen tot één signaal.

zij met één zijband, hetzij met dubbele zijband, te moduleren. Zie fig. 3. (Daar deze draaggolven dus een geheel andere taak hebben dan de in de telecommunicatie aangewende draaggolven die de draadloze

overdracht mogelijk moeten maken, duiden wij ze, ter onderscheiding van de laatste genoemde, aan als hulpdraaggolven.)

Er komt nu echter een derde eis, samenhangende met de „compatibility”, in het geding en dat is de wens om de overdracht via één kanaal van de normale bandbreedte te laten geschieden. Op grond daarvan mag de bandbreedte van het totale transmissie-signaal niet groter zijn dan van het normale zwart-wit-videosignaal, d.w.z. niet groter dan de bandbreedte

van  $S_1$ ,  $S_2$  en  $S_3$  zelf. Het in fig. 3 afgebeelde signaal heeft een bandbreedte die tenminste drie maal de normale breedte omvat.

Aan deze eis kan alleen worden voldaan door gebruik te maken van bepaalde onvolkomenheden van de menselijke visuele waarneming, die zekere principieel geïntroduceerde tekortkomingen in de overdracht toelaatbaar maken.

In de eerste plaats kan men gebruik maken van de geringe gevoeligheid voor fouten in de juiste kleurweergave in de details van een beeld vergeleken met de gevoeligheid voor fouten in de weergave van de helderheid (5). De indruk van scherpte, die een kleurenbeeld op de waarnemer maakt, blijkt veel meer bepaald door de gedetailleerde weergave van het helderheidsverloop dan door de gedetailleerde weergave van het kleurenverloop. Dientengevolge kan men bij de overdracht van de details volstaan met het overdragen van het helderheidsverloop alleen.

Aangezien de details in het beeld corresponderen met de hoge frequenties uit het video-signaal, volgt hieruit dat alleen het helderheidssignaal met de volle bandbreedte behoeft te worden uitgezonden en de beide andere signalen aanmerkelijk in bandbreedte kunnen worden beperkt. Om een indruk te geven, tot welke bandbreedtevermindering de genoemde eigenschap van het menselijk zien kan leiden, zij vermeld dat, waar de gebruikelijke bandbreedte van het video-signaal voor het 625 lijnen-systeem ongeveer 5 MHz bedraagt, met kleurensignalen van 1 MHz een kleurenbeeld kan worden gevormd, dat nog maar zeer weinig in kwaliteit verschilt van het beeld dat zonder de genoemde bandbreedtebeperking tot stand komt.

Ondanks het feit, dat op deze wijze de som der bandbreedten van de afzonderlijke signalen  $E_y$ ,  $E_{K1}$  en  $E_{K2}$  aanzienlijk is verkleind, zal deze uiteraard nog steeds de gewenste bandbreedte overtreffen. Er valt daarom niet aan te ontkomen, de drie signaalspectra elkaar te laten overlappen door

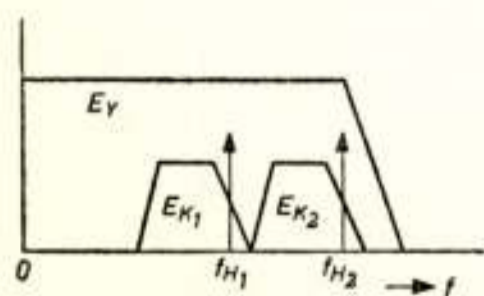


Fig. 4.

Het totale transmissiesignaal als een signaal van standaardbandbreedte

de hulpdraaggolven met hun zijbanden in de band van het helderheidssignaal te plaatsen. Dientengevolge zal een onderling „overspreken” der signalen principieel aanwezig zijn. Zie fig. 4. Door gebruik te maken van een andere imperfectie van het oog is het echter mogelijk gebleken het visuele effect van dit overspreken beneden de grens van het toelaatbare te brengen.

*De zichtbaarheid van een hulpdraaggolf.*

Wanneer een storende signaalcomponent van een enkele frequentie, met name een voorlopig nog ongemoduleerd veronderstelde hulpdraaggolf, in een videosignaal aanwezig is, is de hinderlijkheid daarvan, zoals die in het beeld tot uiting komt, sterk te beïnvloeden door zekere frequentie- en faze-relaties te bewerkstelligen tussen de hulpdraaggolf enerzijds en de lijn- en beeldfrequentie anderzijds. Zo'n signaal-component zal zich op een beeldlijn manifesteren als een regelmatige afwisseling van lichte en donkere gebiedjes die overeenkomen met de positieve en negatieve sinushelften. Wanneer de frequentie relatief hoog is, kunnen we spreken van lichte en donkere punten en van een puntstructuur. Door nu de frequentie en de faze aan de lijnfrequentie te koppelen is het mogelijk om de puntseries in opeenvolgende lijnen, rasters en beelden elkaar zodanig te laten aanvullen, dat tengevolge van het integratie-effect van het oog de zichtbaarheid sterk verminderd wordt. Fig. 5 is bedoeld om dit te verduidelijken.

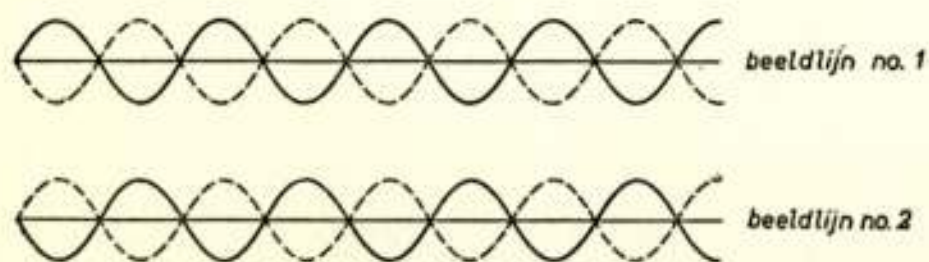


Fig. 5.

Het wederzijds compenseren der storende helderheidsfluctuaties van twee opeenvolgende beelden en van twee opeenvolgende lijnen.

weergave, zal de helderheidsmodulatie volgens de gestippelde kromme verlopen. De twee opeenvolgende weergaven vinden  $1/25$  sec. na elkaar plaats, welk tijdsinterval kort genoemd kan worden t.o.v. de traagheid van het oog. Wanneer dientengevolge het oog de twee indrukken zal samenvoegen, heffen deze elkaar juist op en zal het visuele effect van de storing teniet zijn gedaan. Een en ander kan nog verbeterd worden door de faze van de puntstructuur op twee opeenvolgende lijnen ook tegengesteld te doen zijn, zodat samenvoeging van de indrukken van twee opeenvolgende lijnen, die tot op zekere hoogte ook altijd zal plaats vinden, de zichtbaarheid eveneens vermindert. (Fig. 5.)

In deze figuur is een lijn uit het beeld getekend en de helderheidsmodulatie die de storende frequentie daarop veroorzaakt tijdens de weergave van deze lijn. Wanneer nu de volgende maal dat deze lijn weer wordt weergegeven, de faze van de storing  $180^\circ$  verschoven is t.o.v. de vorige

Er zijn uiteraard talloze mogelijkheden voor de fazenrelaties tussen de afbeeldingen in opeenvolgende lijnen, rasters en beelden, waarbij naast de vraag naar de meest gunstige combinatie, natuurlijk ook de vraag rijst hoe deze te realiseren,

Een min of meer eenvoudige wijze om een gunstige structuur te realiseren is de hulpdraaggolffrequentie gelijk te kiezen aan een oneven veelvoud van de halve lijnfrequentie. Er ontstaat in dat geval in het beeld een patroon, waarbij de punten in opeenvolgende rasters en op een lijn in twee opeenvolgende beelden tussen elkaar inliggen.

Hoewel omtrent het onderhavige onderwerp nog heel wat meer te zeggen valt, willen we niet verder ingaan op de zichtbaarheid van een signaal van een enkele frequentie en alleen nogmaals onderstrepen, dat door de genoemde middelen de hinderlijkheid in het beeld beneden de grens van het toelaatbare kan worden gehouden.

Een en ander geldt ook nog, wanneer de hulpdraaggolf met een videosignaal is gemoduleerd. Immers de verminderde hinderlijkheid berust op de samenvoeging van twee in tijd of plaats gescheiden, maar dicht bij elkaar gelegen afbeeldingen van de storende signaalcomponent, die gelijk maar tegengesteld van teken zijn. Wanneer de draaggolf reeds aan de voorwaarden voldoet, wordt van de modulatie vereist, dat deze op twee naast elkaar gelegen lijnen of op dezelfde lijn in twee opeenvolgende beelden dezelfde is. I.h.a. is bij een videosignaal aan deze eis voldaan, daar de beeldinhoud, zowel over een lijnbreedte als over een beeldtijd, doorgaans maar zeer weinig verandert. Het is dus mogelijk om met de  $E_{K_1}$  en  $E_{K_2}$  gemoduleerde hulpdraaggolven binnen de band van  $E_y$  te plaatsen, zonder dat het met  $E_y$  corresponderende beeld daardoor hinderlijk wordt gestoord. Het transmissiesignaal krijgt dan de gedaante zoals aangegeven in fig. 4 (6).

#### *Het gebruik van één hulpdraaggolf.*

Tot nu toe is aangenomen, dat voor ieder der beide kleursignalen een aparte hulpdraaggolf wordt gebruikt. Het is echter ook mogelijk, om één hulpdraaggolf met twee signalen te moduleren, zodat voor de toevoeging van  $E_{K_1}$  en  $E_{K_2}$  aan  $E_y$  ook één hulpdraaggolf kan worden gebruikt.

Dat het in het algemeen mogelijk is om een draaggolf met twee signalen te moduleren, die beide bij de ontvanger kun-

nen worden teruggevonden, moge blijken uit het volgende:

Het signaal  $E_{K_1}$  zij gemoduleerd op de draaggolf  $\cos \omega_{HT}$ , met dubbel zijband. Het signaal  $E_{K_2}$  zij gemoduleerd op de draaggolf  $\sin \omega_{HT}$ , met dubbel zijband. Het totale signaal is dus gelijk aan

$$E_{K_1} \cos \omega_{HT} + E_{K_2} \sin \omega_{HT}.$$

Wordt dit signaal bij de ontvanger vermenigvuldigd met  $\cos \omega_{HT}$ , dan ontstaat

$$(E_{K_1} \cos \omega_{HT} + E_{K_2} \sin \omega_{HT}) \cos \omega_{HT} = \frac{1}{2} E_{K_1} + \frac{1}{2} E_{K_1} \cos 2 \omega_{HT} + \frac{1}{2} E_{K_2} \sin 2 \omega_{HT}$$

Daar aangenomen kan worden, dat de bandbreedte der kleursignalen gelijk of kleiner is dan de helft der draaggolffrequentie, kunnen de tweede en derde term m.b.v. een laag doorlaatfilter worden verwijderd, zodat alleen  $E_{K_1}$  overblijft. Vermenigvuldiging van het ontvangen signaal met  $\sin \omega_{HT}$  levert op overeenkomstige wijze  $E_{K_2}$  op.

Met het noemen van deze tweede mogelijkheid voor het toevoegen van de kleursignalen, zijn we bij een belangrijk punt van onze beschouwing gekomen. Het is n.l. zó, dat het in de V.S. geaccepteerde overdrachtssysteem met één hulpdraaggolf werkt (2), terwijl op het Philips' Natuurkundig Laboratorium het werk ook in de richting gaat van een systeem met twee draaggolven, zonder dit — het zij hier uitdrukkelijk vermeld — vooralsnog als superieur te propageren.

Aangezien omtrent het Amerikaanse systeem in de literatuur voldoende gegevens te vinden zijn, zal alleen het systeem met twee hulpdraaggolven nog enigszins nader worden beschreven.

#### *Experimenteel systeem met twee hulpdraaggolven*

Allereerst iets omtrent de keuze der signalen  $E_{K_1}$  en  $E_{K_2}$ .

Daar voor de weergave bij de kleurenontvanger de primaire signalen worden aangewend en als verdere overweging geldt, dat de draaggolfamplituden, ten gunste van de onzichtbaarheid in de zwart-wit-ontvangst, klein dienen te zijn bij lage helderheden, ligt het kiezen van twee der primaire signalen voor  $E_{K_1}$  en  $E_{K_2}$  voor de hand. Bij de uitgevoerde experimenten waren dit  $E_R$  en  $E_B$ .

Wat de frequenties der hulpdraaggolven betreft, deze dienen,

ook al weer met het oog op de hinderlijkheid, zo hoog mogelijk te worden gekozen. Gelet op de standaard-bandbreedte van het televisiekanaal, leek met een keuze van 4,6 MHz, voor de hoogste hulpdraaggolffrequentie de grens bereikt. De benodigde bandbreedte der kleursignalen vereist een onderlinge afstand der hulpdraaggolven van ongeveer 1 MHz, zodat de laagste hulpdraaggolf een frequentie van 3,6 MHz kan zijn.

Op deze draaggolven worden  $E_R$  en  $E_B$  gemoduleerd met vrijwel 100 % modulatie diepte, zodat geen draaggolf aanwezig is waar rood en blauw in het beeld ontbreken en een maximale draaggolfamplitude optreedt daar waar de rode en blauwe lichtcomponent maximaal zijn.

Bij de keuze van een gunstige fazerelatie met lijn- en beeldfrequentie voor twee hulpdraaggolven doet zich de moeilijkheid voor, dat behalve met de zichtbaarheid van de structuren der hulpdraaggolven afzonderlijk, ook rekening dient te worden gehouden met de zichtbaarheid van de verschilfrequentie der beide draaggolven.

Weliswaar is deze laatste principieel niet aanwezig in het transmissiesignaal, maar uit experimenten blijkt dat superpositie t.a.v. de hinderlijkheid van meerdere draaggolven niet opgaat en met de structuur van de verschilfrequentie rekening dient te worden gehouden. Daardoor is een keuze waarbij beide draaggolffrequenties gelijk zijn aan een oneven veelvoud van de halve lijnfrequentie, wat voor iedere draaggolf afzonderlijk een gunstige situatie oplevert, beslist niet gunstig. De verschilfrequentie zal dan namelijk gelijk zijn aan een veelvoud van de lijnfrequentie, wat een zeer hinderlijk effect oplevert daar op iedere lijn en in ieder beeld de punten steeds in dezelfde positie optreden. Dit geeft aanleiding tot een sterk zichtbaar verticaal lijnenpatroon.

Eerst na vrij uitgebreide experimenten is het gelukt om zodanige fazerelaties te vinden, dat de veroorzaakte storing in het helderheidsbeeld toelaatbaar werd geacht. Hier zal verder niet op worden ingegaan, genoeg zij het te vermelden dat de hulpdraaggolffrequenties veelvoud van de halve lijnfrequentie zijn, waarbij nog phasesprongen aan het begin van ieder raster van bepaalde grootte worden geïntroduceerd.

We willen nu onze aandacht wijden aan de scheiding der drie transmissie-signalen aan de ontvangkant. Na de gebruikelijke h.f. versterking, mengtrap, middenfrequentversterking en detectie is dus bij de ontvanger het totale transmissiesignaal voorhanden.

Wanneer met smalle sperkringen hierin de hulpdraaggolven worden onderdrukt, zijn in het helderheidssignaal alleen nog de zijbanden van de draaggolven aanwezig, die betrekkelijk weinig effect sorteren, zodat men kan zeggen daarmee de beschikking te hebben over het helderheidssignaal:  $E_y = \alpha E_G + \gamma E_R + \beta E_B$ . De kleursignalen verkrijgt men door de desbetreffende hulpdraaggolf met zijn zijbanden met behulp van een bandpassfilter van het totale transmissie-signaal te scheiden en daarna op de conventionele wijze te detecteren. Het zal duidelijk zijn dat via het bandpassfilter ook ongewenste signaalcomponenten de detector bereiken, daar het gebied van de gemoduleerde hulpdraaggolf ook bezet is met frequenties uit het helderheidssignaal.

Er zijn echter drie redenen, waarom deze storing weinig hinderlijk is.

In de eerste plaats zijn de frequenties van een videosignaal gelegen in het bovenste gedeelte van de band, slechts met relatief kleine amplitude aanwezig.

In de tweede plaats kan door een speciale detectie-schakeling het hinderlijk overspreken worden verminderd.

In de derde plaats zullen de storende signaalcomponenten door de detector als zijbanden van de draaggolf kunnen worden opgevat, waardoor hun verschijning in het gedetecteerde signaal afhankelijk is van de faze van de draaggolf. Dit houdt in dat zij dezelfde fazeverschillen in opeenvolgende lijnen, rasters en beelden zullen vertonen als de draaggolf zelf in het helderheidssignaal. Hun zichtbaarheid wordt mede daardoor tot een minimum teruggebracht.

Afgezien van het genoemde overspreken, zijn dus na detectie der draaggolven de signalen  $\bar{E}_R$  en  $\bar{E}_B$  beschikbaar. De aanduiding  $\bar{E}_R$  en  $\bar{E}_B$  is ingevoerd om aan te geven dat de signalen slechts een geringe bandbreedte bezitten.

Wanneer  $\bar{E}_R$  en  $\bar{E}_B$  in de juiste verhouding van het helderheidssignaal worden afgetrokken, levert dit een in bandbreedte beperkt signaal  $\bar{E}_G$  op, vermeerderd met de hoge frequenties van de drie primaire signalen in de helderheidsverhouding. Deze hoge frequenties kunnen m.b.v. een bandfilter van  $E_G$  worden gescheiden, waarna de beschikking is verkregen over de primaire signalen met een bandbreedte van 1 MHz en de frequenties uit het helderheidssignaal boven 1 MHz. Dit is voldoende om een kleurenbeeld van bevredigende kwaliteit te produceren, waarbij dus omtrent de details slechts één informatie beschikbaar is. Zij worden in één kleur, bij voorkeur in zwart-wit, afgebeeld.



Het hier beschreven overdrachtsysteem is in het laboratorium ten dele gerealiseerd.

Tot slot van dit artikel zij nog iets vermeld van de merites ervan ten opzichte van het Amerikaanse N.T.S.C.-systeem.

Het voornaamste voordeel van het systeem is, dat de opbouw van de ontvanger, voor zover het de signaalsvorming betreft, aanzienlijk eenvoudiger kan zijn dan bij het Amerikaanse systeem.

Het zal duidelijk zijn dat het afleiden van de twee kleursignalen van één draaggolf, waarvoor zoals uiteengezet een vermenigvuldiging van het signaal

$$E_{K_1} \cos \omega t + E_{K_2} \sin \omega t$$

met  $\cos \omega t$  en  $\sin \omega t$  noodzakelijk is — z.g. synchrone detectie — tot ingewikkelder schakelingen leidt dan de detectie van twee hulpdraaggolven die op conventionele wijze tot stand kan komen. Bij de synchrone detectie dient in de ontvanger de hulpdraaggolf in de juiste faze en frequentie aanwezig te zijn, wat het meezenden van informatie hieromtrent in het totale transmissiesignaal noodzakelijk maakt en schakelingen in de ontvanger vereist voor het opwekken en synchroniseren van de hulpdraaggolf (7).

Het voornaamste nadeel van het gebruik van twee hulpdraaggolven is, dat voor eenzelfde hinderlijke invloed van draaggolven in de zwart-wit-ontvangst de signaal-ruis-verhouding der kleursignalen in de kleurenontvanger ongunstiger is dan bij het systeem met één hulpdraaggolf. Dit houdt verband met het feit dat bij toepassing van synchrone detectie kan worden volstaan met het verzenden van de zijbanden der gemoduleerde hulpdraaggolf alleen.

Aansluitend aan de voordracht werd een demonstratie gegeven van het besproken systeem met twee hulpdraaggolven. Het totale transmissiesignaal werd overgedragen via een kabel en als kleurenbeeld gereproduceerd met behulp van een opstelling, waarbij de drie deelbeelden samenvallend op een scherm werden geprojecteerd.

---

## Literatuur

1. Dr P. J. Bouma : Kleuren en kleurindrukken, Philips technische bibliotheek.
  2. C. J. Hirsch, W. F. Bailey and B. D. Loughren: Principles of N.T.S.C. compatible color television. Electronics 25, Febr. 1952.
  3. P. C. Goldmark e.o.: Color television, Proc. I.R.E. 30, April 1942. Proc. I.R.E. 31, Sept. 1943.
  4. B. D. Loughlin: Recent improvements in bandshared simultaneous color television systems. Proc. of the I.R.E. 39, Oct. 1951.
  5. A. V. Bedford: Mixed highs in color television. Proc. of the I.R.E. 38, Sept. 1950.
  6. R. B. Dome: Frequency interlace color T.V. Electronics 23, Sept. 1950.
  7. D. Richman: Color carrier reference phase synchronization accuracy in N.T.S.C. color television. Proc. of the I.R.E. 42, Jan. 1954.
  8. C. J. Hirsch, B. D. Loughlin: General color receiver design considerations. Transactions of the I.R.E., March 1953.
-

## Display methods for Colour Television

by A. G. van Doorn and F. W. de Vrijer \*)

Lecture delivered for the Nederlands Radiogenootschap on June 16th 1954.

### SUMMARY

This article describes some possible methods of producing colour-television images when three simultaneous colour signals representing the red, green and blue brightnesses are available.

Besides a brief review of the principles used in direct-view colour-picture tubes, a description is given of a projection method of displaying colour images.

#### § 1. Introduction.

The display unit in a colour-television receiver is that part of the receiver where the colour picture is formed. It is supposed that as electrical input for the display unit three simultaneous signals (representing red, green and blue) are available in the receiver. The most straightforward method of making a colour picture from these simultaneous signals is to use three cathode-ray tubes, one for each signal, having phosphor screens emitting red, green and blue light respectively and to superimpose the resulting red, green and blue images by optical means. This can be done either by means of semi-transparent mirrors or by means of projecting the three images onto one projection screen. The first method is illustrated in figure 1. Drawbacks of this method are the

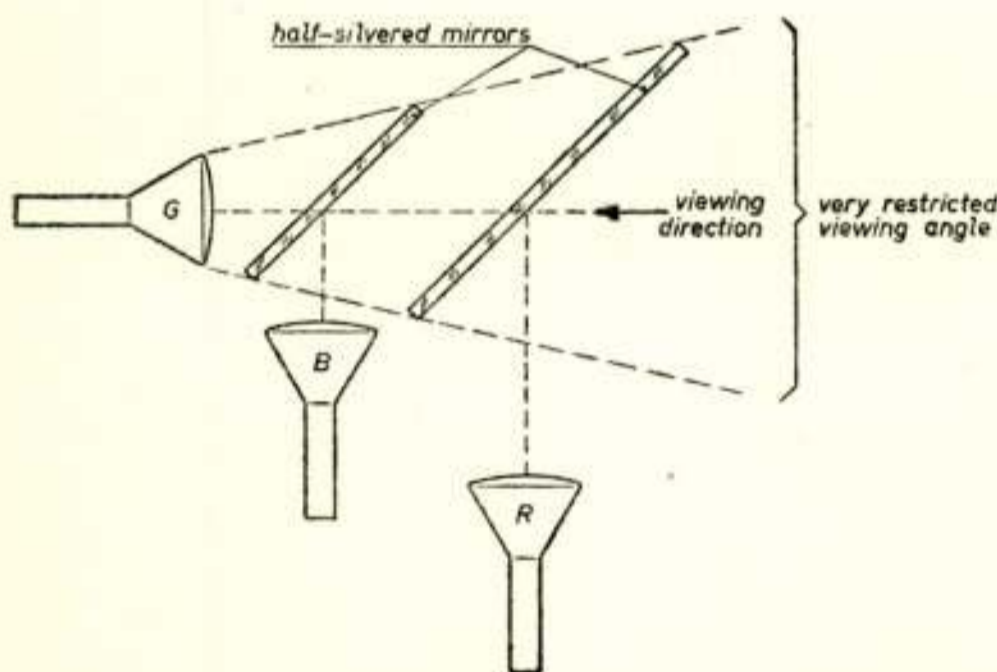


Fig. 1.

Colour display system using three direct-view tubes with coloured phosphors and two half-silvered mirrors.

emitting red, green and blue light respectively and to superimpose the resulting red, green and blue images by optical means. This can be done either by means of semi-transparent mirrors or by means of projecting the three images onto one projection screen. The first method is illustrated in figure 1. Drawbacks of this method are the

\*) Philips Research Laboratories, N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven - Netherlands.

bulkiness of the whole arrangement and the very limited viewing angle. Projection can eliminate these difficulties by using small size projection tubes and a projection screen of appropriate diffusing properties. A colour-television projection system developed in this laboratory is described in more detail in § 2.

Much work has been done in the last few years on direct-view colour tubes (1). These are tubes having a single phosphor screen where the complete colour picture is formed. In such tubes the phosphor screen is broken up into a great number of small elements (dots or lines for instance), each element emitting light of one primary colour (red, green or blue). The sizes of the elemental areas should be so small that the structure introduced in this way into the picture is not objectionable when seen from normal viewing distances. Some types of tubes have three electron guns and means of ensuring that electrons from one gun can strike only red elements on the screen, electrons from another gun only green elements and electrons from the third gun only blue elements. Some of such types of tubes will be described in §§ 3 and 4. When a single gun tube is used the simultaneous colour signals must be combined into a sequential signal. To avoid loss of information and for other reasons the sequence frequency should be high, so that a so called dot-sequential signal is made in the receiver. In addition a one-gun tube should have some switching means so as to direct the electrons to the desired colour elements on the screen. The switching has to be done synchronously with the dot sequence of the signal fed to the gun. A tube of this type is also discussed in § 4.

## § 2. *The projection method.*

The three fundamental colour images (red, green and blue) appearing on the phosphor screens of the three projection cathode ray tubes can be projected onto one projection screen by means of three identical optical systems. Exact superposition of the three projected images is essential for good results. If the three tubes are placed close together with their axes parallel and the projection on the screen is achieved by three identical lenses then these lenses must have very low distortion. On the other hand the lenses have to be of large relative aperture in order to get a bright picture. These two requirements are more or less contradictory. It is therefore better to superimpose the

three optical axes. This could be done for instance with half-

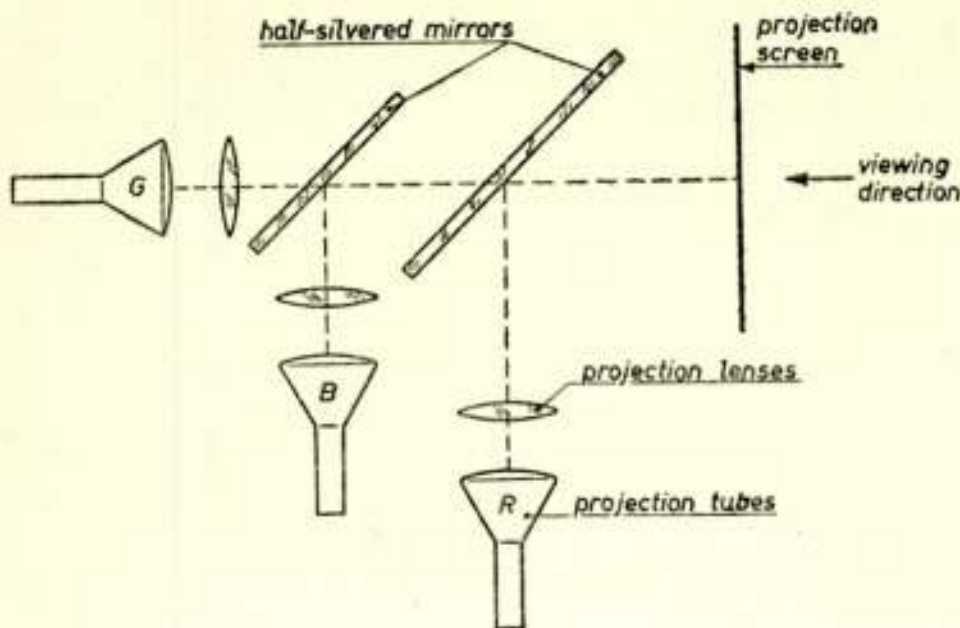


Fig. 2.

Colour display system using three projection tubes with coloured phosphors, three lenses and two half-silvered mirrors. The part of the green light reflected by the first and the part reflected by the second mirror, the part of the blue light transmitted by the first and the part reflected by the second mirror and the part of the red light transmitted by the second mirror are all lost.

for instance with half-silvered mirrors (fig. 2). In this case a considerable amount of light is wasted. This waste can be avoided by using so called dichroic mirrors. These are mirrors which reflect part of the spectrum and transmit the rest of the incident light. They consist of a glass plate with thin layers of alternatively high and low refractive index. These layers are brought onto the glass by evaporation in vacuum. The properties of such a mirror depend upon the thicknesses of the layers. The explanation can be

given in terms of interference of the light reflected and transmitted at the boundaries. The well known „coating” or „blooming” of lenses is a special case of the same phenomenon.

With the optical axes superimposed no exceptional freedom from distortion is necessary in the optical systems provided there is the same distortion in all three. This makes possible the use of optical systems with large relative apertures to obtain a picture of high brightness. The Schmidt reflective optical system developed earlier for black and white television (2)

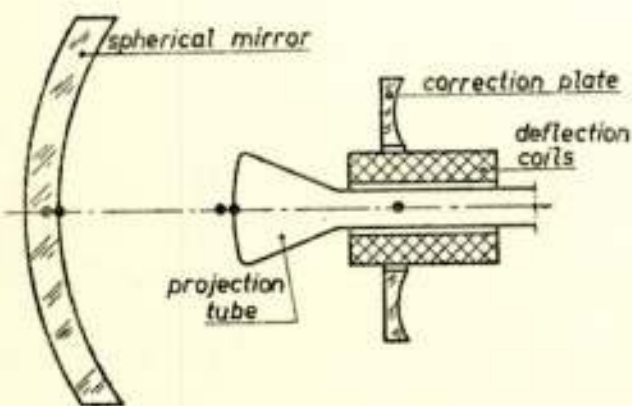


Fig. 5.

Schmidt optical system for projection television.

can be used. A Schmidt optical system consists of a spherical concave mirror and an aspherical correction plate (figure 3). In order to reduce the light loss due to interception by tube, deflection and focus coils the light-path is folded by means of an additional flat mirror (fig. 4). With such an optical system about 20% of the light coming out of the cathode ray tube reaches the projection screen

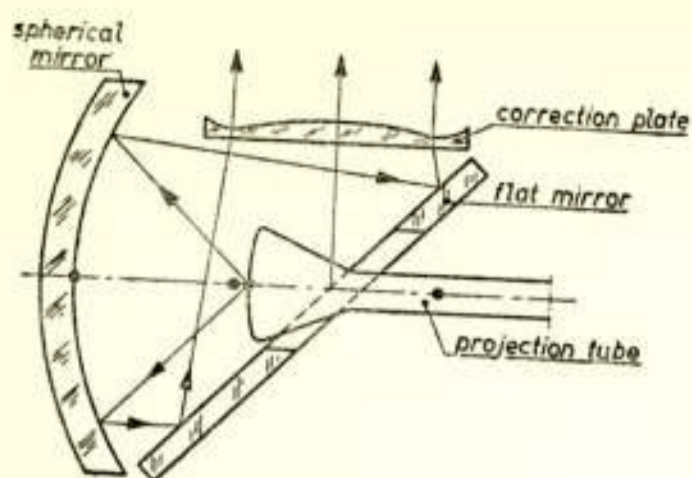


Fig. 4.

Folded Schmidt optical system for projection television.

considerable gain in brightness is achieved in this way.

In figure 5 the arrangement of three Schmidt optical systems with dichroic mirrors for colour television projection is shown.

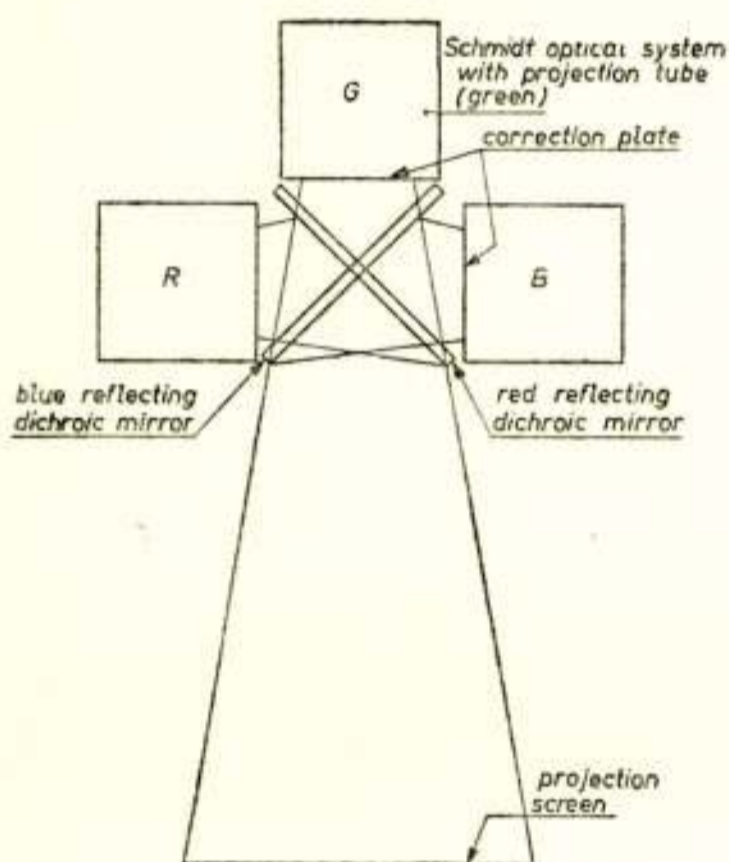


Fig. 5.

Projection colour display system using three projection tubes with coloured phosphors in three folded Schmidt optical systems and two dichroic mirrors.

of the projection systems and tubes. Various mechanical and electrical possibilities of adjustment have to be incorporated. Space does not permit of going into more detail on this important part of the problem of the described projection system.

The quality of the colour pictures obtained is generally considered to be very satisfactory.

### § 3. Shadow-mask tubes

The principle which is known as the „shadowing technique”

(compare with a  $f/3.5$  lens where this is only 2%). The back projection screen is prepared in such a way that little light is dispersed in directions normally not used and most of the light is dispersed in a central cone where under normal conditions the viewers are situated. This can be achieved by means of appropriate grooves in the plastic screen. A considerable gain in brightness is achieved in this way.

The  $2\frac{1}{2}$  inch diameter cathode ray tubes are fed with a high tension of 25 kV. With an average total beam current (three tubes together) of  $600\ \mu\text{A}$  a highlight brightness of about 80 footlamberts has been measured when using a picture size of 20 inches diagonal (30 x 40 cm). This is about twice the value obtainable in black-and-white projection television with one Schmidt optical system of the same type as used here. In order to get good superposition of the three primary colour pictures it is also necessary to observe close tolerances in the manufacture of the deflection coils and in the whole mechanical construction

is based on the fact that electrons move in a field-free region along straight lines just like light rays. Thus, by the use of a shadowing device, one can make a colour-emitting phosphor screen where the colour is determined only by the direction of arrival of an impinging electron beam.

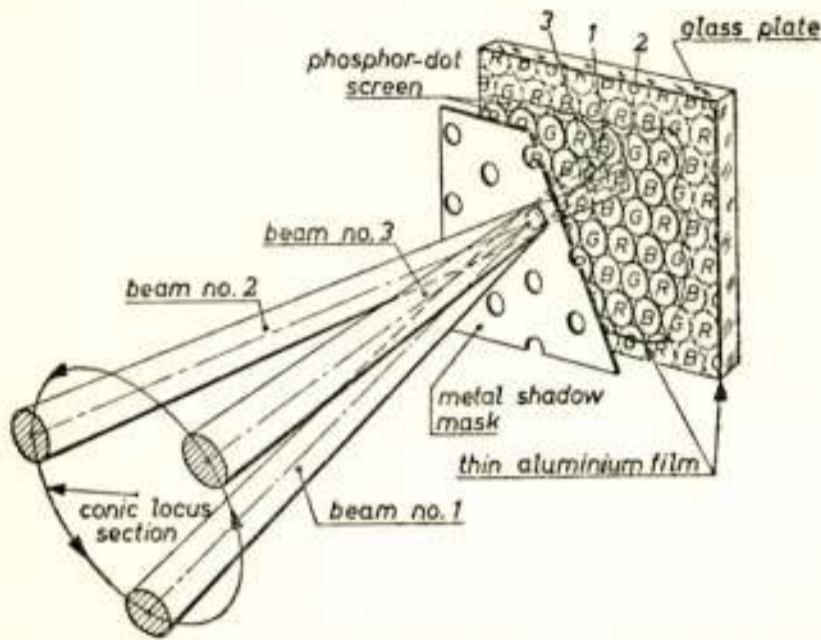


Fig 6.

Principle of electron shadowing, showing three different electron beams, the shadow mask and the phosphor-dot screen.

As shown in figure 6 the phosphor screen is composed of a regular array of red-, green- and blue-emitting phosphor dots. A thin metal sheet which acts as a shadow mask is placed before this screen. This mask is perforated with holes in such a manner that each hole is associated with a trio of different colour-emitting phosphor dots, located at the corners of an equilateral triangle. Also shown in figure 6 are three electron beams, located 120 degrees apart about the tube axis,

which converge to a point on the shadow mask. The three beams are so positioned that electrons from one beam that pass through the holes in the shadow mask can only strike one phosphor, and other electrons of the same beam are prevented by the mask from striking phosphor dots emitting the two other colours.

The viewing screen consists of a glass plate, covered with closely spaced red-, green- and blue-emitting phosphor dots. The structure is made so fine that the convergence angle between each of the beams and the tube axis could be reduced to less than 2 degrees. This makes it possible to put three guns which generate the three electron beams in one and the same neck and to make use of only one deflecting system to produce a raster on the screen. The three deflection centres form the corners of an equilateral triangle in a plane normal to the tube axis. As the direction of the three beams changes with the deflecting angle, the trio of phosphor dots corresponding to one mask hole should not be located on the screen directly under the hole, but radially outward on a line from the centre of the deflection plane through the hole.

As the electron beams are deflected over the shadow mask the three beam intensities can be separately controlled in the three electron guns by three simultaneous electrical colour signals for red, green and blue.

The first picture tubes using these techniques were manufactured by the Radio Corporation of America (R.C.A.) (3) (4) and without mentioning any of the constructional details, it will be clear that many problems of manufacturing had to be solved. Especially the alignment of aperture mask, phosphor dot screen and electron guns demanded a very careful design. Phosphor screens are made with approximately 585 000 phosphor dots on an area of about 89 square inches ( $570 \text{ cm}^2$ ). Corresponding shadow masks have 195 000 apertures, each 0.009 inch ( $225 \mu$ ) in diameter, with a spacing between aperture centers of 0.023 inch ( $575 \mu$ )

One of the major problems of these three-gun tubes is the proper convergence of the three beams as they scan over the screen (5). It is required that the beams strike exactly the same spot on the raster, regardless of which part of the deflecting-field region is being traversed. If the three beams converge accurately on the aperture mask at the centre of the

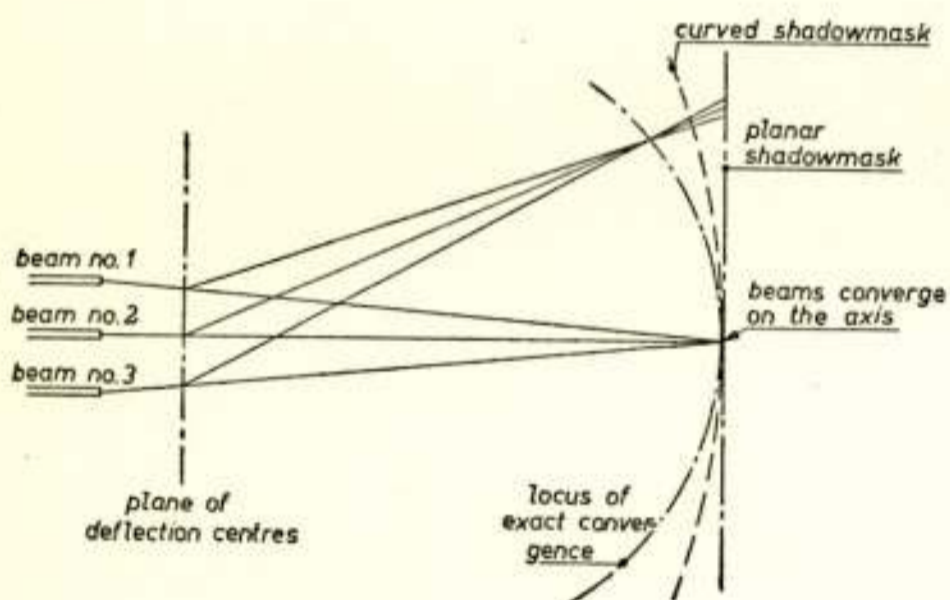


Fig. 7.

Schematic conditions of convergence of three electron beams for a planar and a curved shadow mask.

screen, this will no longer be the case near the edges if a common deflecting system is used. This is due to the fact that the points of convergence do not form a plane normal to the tube axis, but form a curved surface. This is shown schematically in figure 7. To obtain proper convergence of the beams on a planar mask the convergence angle has to be decreased in accordance with the deflection angle. This is called "dynamic convergence". The desired variation in beam convergence can be obtained by varying the strength of a converging lens, of either magnetic or electrostatic type. This has led to rather complicated circuitry as it is found necessary to change con-



vergence-currents or -voltages parabolically in synchronism with field- and line-scanning frequencies.

Practical experience has shown that the performance of these tubes depends largely upon proper convergence as any misregistration will cause coloured edges in the picture.

Another problem which arises in tubes using electron-shadowing devices is the low brightness of the coloured picture. The efficiency of the aperture mask could not be made greater than about 15%, and 85% of the electrons available are intercepted by the shadow mask. This also gives rise to a heat dissipation problem because the energy absorbed causes a rise in temperature of the mask, and due to this heating the mask is displaced and some more misregistration can result. This is a difficult problem, the more so as in order to obtain usable picture brightnesses the anode voltage is taken as high as 20-27 kV.

Despite all these difficulties in design and alignment the R.C.A. was the first to manufacture on a production basis a 15" colour-television picture tube, with about a 12" picture. This tube, which can give a picture with satisfactory definition and good colours, proves however to have difficult and critical adjustments, which makes the installation and servicing rather complex.

Newer versions of colour-television tubes using the principle

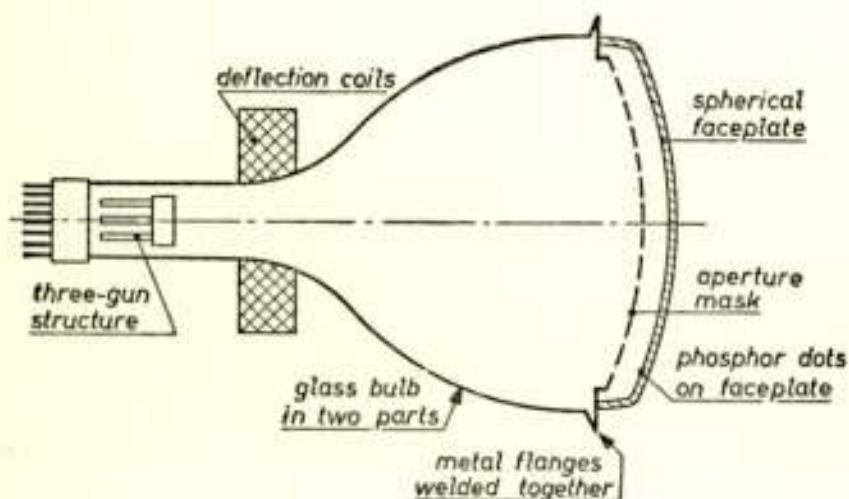


Fig. 8.

Schematic drawing of a colour-television picture tube, using a curved shadow mask.

of electron shadowing have been developed by CBS-Hytron (CBS-Colortron) (6) and Dumont (Chromasyncteletron). In these tubes the phosphor dots are applied directly to the curved internal face of the tube, and a corresponding curved aperture mask is used. This is shown schematically in figure 8. The phosphor dots are placed on the face by a photographic process, which uses the shadow

mask as a negative and light sources to simulate the size and position of the electron beams. This design has certain advantages over the planar mask and screen construction. As already shown in figure 7, the error in convergence can be reduced by the use of a curved mask. Although dynamic convergence still remains necessary, the adjustments seem to be less critical than

in the planar case, and the deflection angle, which in the 15" R.C.A. tube was limited to  $45^\circ$ , could be increased to about  $60^\circ$ .

Also the effect of misregistration due to a rise in temperature of the shadow mask will be less serious, as any displacement of the spherically curved aperture mask caused by heating will be radially outward so that registration is better maintained.

Advantages in manufacturing and alignment are also claimed, resulting in cheaper tubes which are easier to handle.

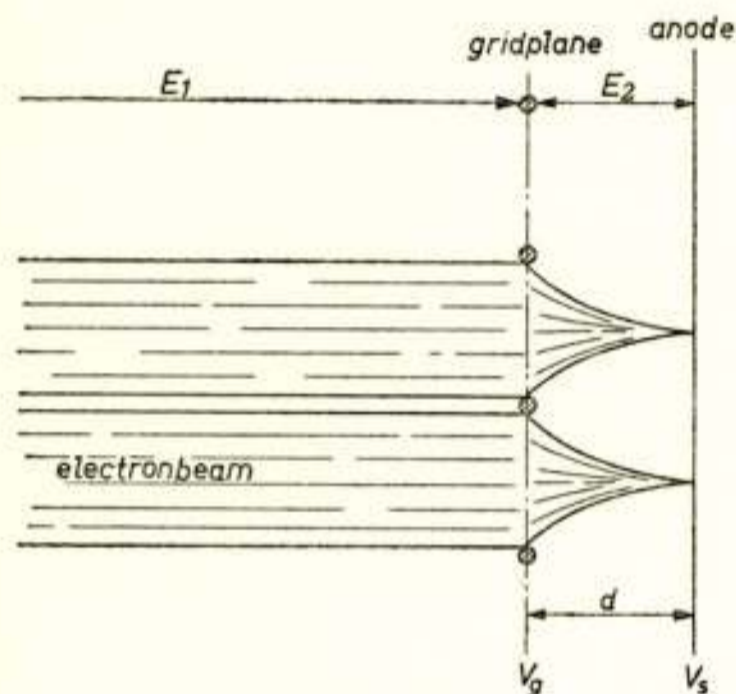


Fig. 9.

Focusing action of a grid and an anode. The grid consists of parallel wires, the anode being a metallic coating on a phosphor screen.

#### § 4. *Focusing-grid tubes*

The highly inefficient shadow mask, resulting in a picture of low brightness, is substituted in these types by a focusing device, which also helps to determine the colour, but with a much greater efficiency.

The focusing device consists of a wire grid, which acts together with a metallic coating on the phosphor screen.

Between the metallic coating and the grid a voltage difference is applied with the coating positive, giving a number of converging electron lenses, between

two adjacent gridwires and the screen, as shown in figure 9.

For the focal length of such cylindrical lenses one can compute that

$$f = \frac{E_2 \cdot V_g}{(E_2 - E_1)^2} + \frac{2 V_g}{E_2 - E_1},$$

where  $E_1$  is the field-strength before and  $E_2$  the field-strength after passing the grid plane and  $V_g$  is the potential of the grid. If we assume a field-free region before the grid plane ( $E_1 = 0$ ) then

$$f = \frac{3 V_g}{E_2} = \frac{3 \cdot d \cdot V_g}{V_s - V_g}$$

where  $V_s$  is the screen potential and  $d$  the distance between grid- and screen-plane.

To obtain optimum focusing of the electrons on the screen ( $f = d$ ), one finds that  $V_s = 4 V_g$ .

The focusing action depends however on the direction of arrival of the electrons at the grid plane, and is more accurately described by Dressler (7) who finds that when the angle of deflection of the electron beam normal to the direction of the wires is called  $\Theta$ ,

$$V_s = V_g (1 + 3 \cos^2 \Theta).$$

A three-gun tube using this principle of post-deflection focusing

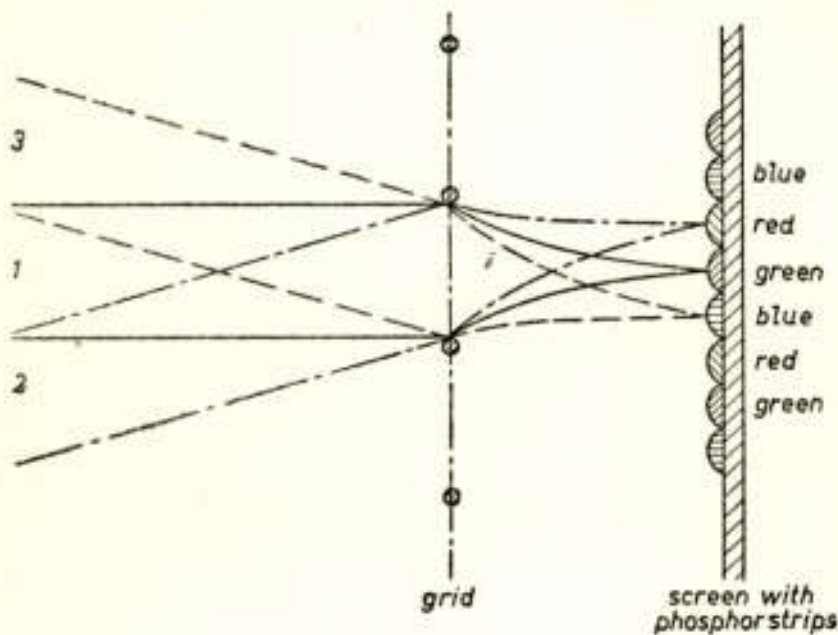


Fig. 10.

Schematic presentation of a three-gun type of picture tube, using the principle of post-deflection focusing.

and also described by Dressler (7) is shown schematically in figure 10. Here the phosphors are deposited on the screen as strips, parallel to the grid wires, in such a manner that three strips of different colours are located behind each opening between two adjacent wires. Three electron beams, two of which are inclined to the axis perpendicular to the phosphor plate, can all three be focused on the screen, but as their angle of arrival differs slightly they will strike different phosphor strips. In figure 10 rather large angles are drawn, but the structure has to be made so fine, that the three guns can be put in one neck, so that one deflecting system can be used to deflect the three beams over the screen. The gain in brightness in comparison with shadow-mask tubes will be clear, as in this case about 90 % of the electrons can be efficiently used. Also the alignment problem may be less critical because the focused lines can be made much smaller than the width of the phosphor strips.

These advantages over the three-gun shadow-mask tube seem to be very attractive, but until now no picture tube using this principle was ever demonstrated in public.

Another colour-television picture tube based on this principle of post-deflection focusing, is a single-gun type, called Chromatron, in America better known as the "Lawrence"-tube.

Here also gridwires are used to obtain a focusing action by cylindrically converging electron lenses. But only a single gun is used, the same as in black-and-white picture tubes, and the direction of arrival of the electron beam at the grid can no longer determine the colour as in the former case. Therefore a colour-selecting device is needed, but it has turned out to be possible to combine the focusing and colour-selecting actions in one grid structure.

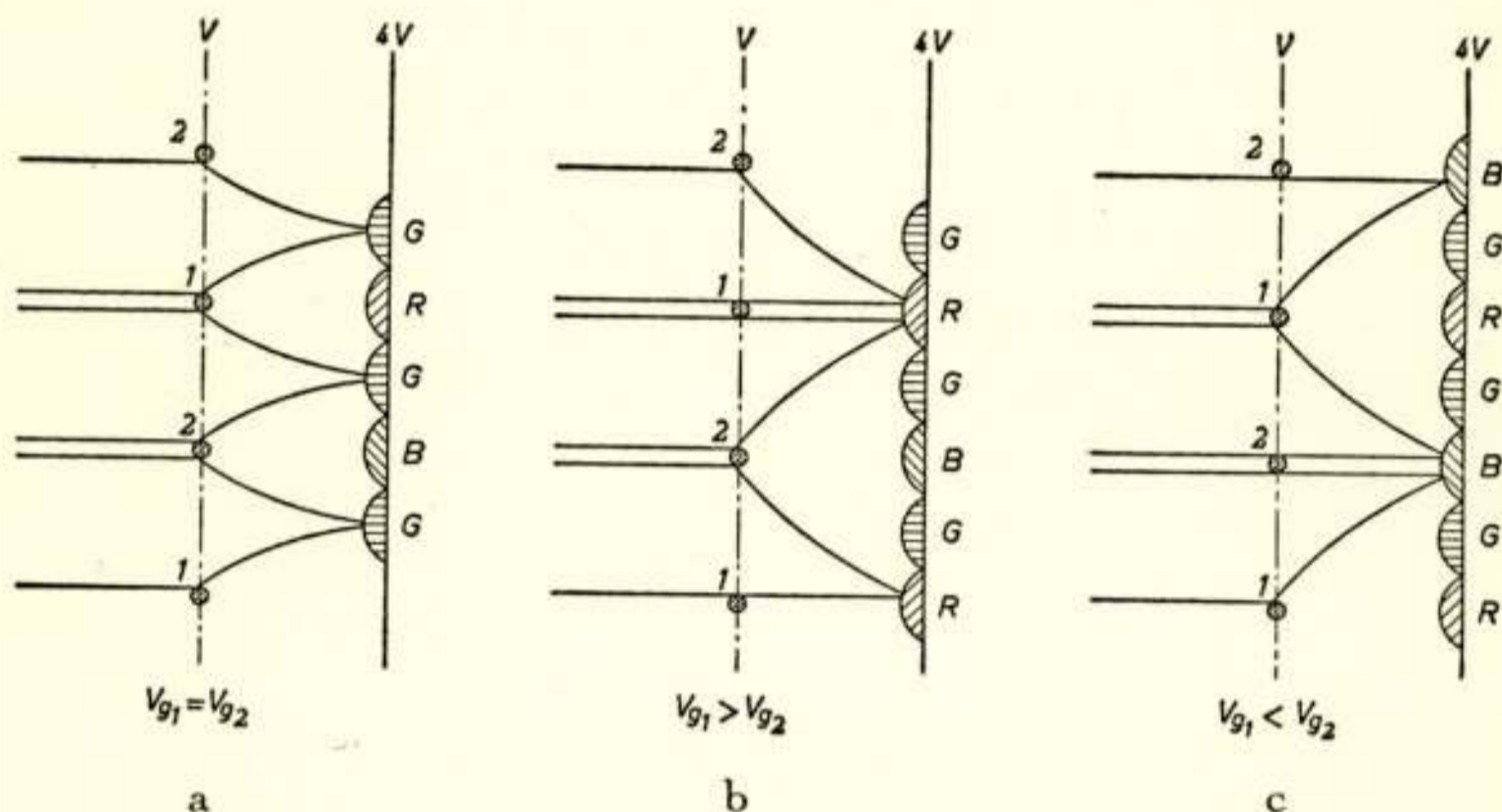


Fig. 11.

The combination of colour-switching and post-deflection focusing by a two part wire grid.

No longer have all grid wires the same potential, but alternating wires are tied together, and in this way different potentials can be applied to adjacent wires of the grid structure.

This is drawn in figure 11. All grid wires are given an average potential  $V$ , and the metallic coating of the screen a potential of about  $4V$  to obtain the earlier-mentioned converging lenses. Also shown in figure 11 is the sequence of the phosphor strips, which is different, as the green phosphor has the double number of strips. When the two grid parts have the same potential, all electrons which pass the wires, will be concentrated on the green phosphor strips (figure 11a).

When a potential difference is applied between the sets of wires, indicated with 1 and 2, the focused beam will be deflected. If grid 1 is made positive with respect to grid 2 with a certain magnitude all electrons will strike only the red phosphor strips (figure 11b). And if grid 2 is more positive than grid 1 all electrons will be urged to the blue strips (figure

11c). By scanning an electron beam over the grid structure, the screen colour will depend only on the potential difference of the grid wires, and will be largely independent of gun position and linearity of the sweep. The colour can simply be changed by varying the potential difference of the wires.

When this potential difference is varied periodically, the single gun should be pulsed in synchronism with this colour-switching frequency, to obtain a raster in one of the three

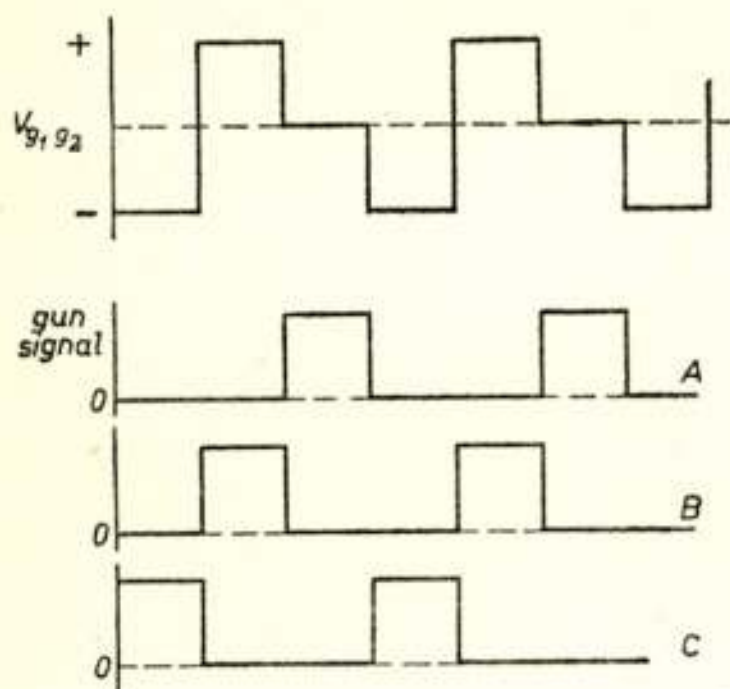


Fig. 12.

Conditions for colour-switching voltage and video-signal pulses to obtain rasters in the three primary colours.

primary colours. This operation may be understood by examination of figure 12. If a stepwise varying voltage of the correct magnitude is applied between the two sets of wires, the focused electrons will be switched over the phosphor strips in the sequence red, green, blue, red, etc. If the gun is opened by a pulsed video-signal, in a phase relationship to the grid voltage as drawn at *A*, only a green raster will appear. At *B* and *C* the situations are drawn for red and blue respectively.

In practice three simultaneous signals will be present, representing the brightness of each of the primary colours. From these three signals one combined sequential signal has to be made with an amplitude proportional to the brightness of the three primary colours one at a time, in accordance with the colour-switching sequence. One practical solution of this problem has already been described (8).

To lose no information of the colour-video-signals, the colour-switching frequency must be chosen rather high. The frequency of the colour subcarrier (3,58 Mc/s in America) may be a very good compromise. Since the capacitance between two sets of wires is rather high, a way to obtain a colour-switching voltage of such a high rate, is to put this capacitance in a resonant circuit, resonating at the desired switching frequency.

Figure 13 gives a block diagram of the colour-switching and signal-sampling functions. The sinusoidal colour-switching voltage will pass through zero twice in one cycle, and the elec-

trons will strike the green twice in one cycle, so it is efficient to sample the green video signal with the double frequency. The blue and red video signals are sampled with the switching frequency itself, all in exact phase relationship to the switching

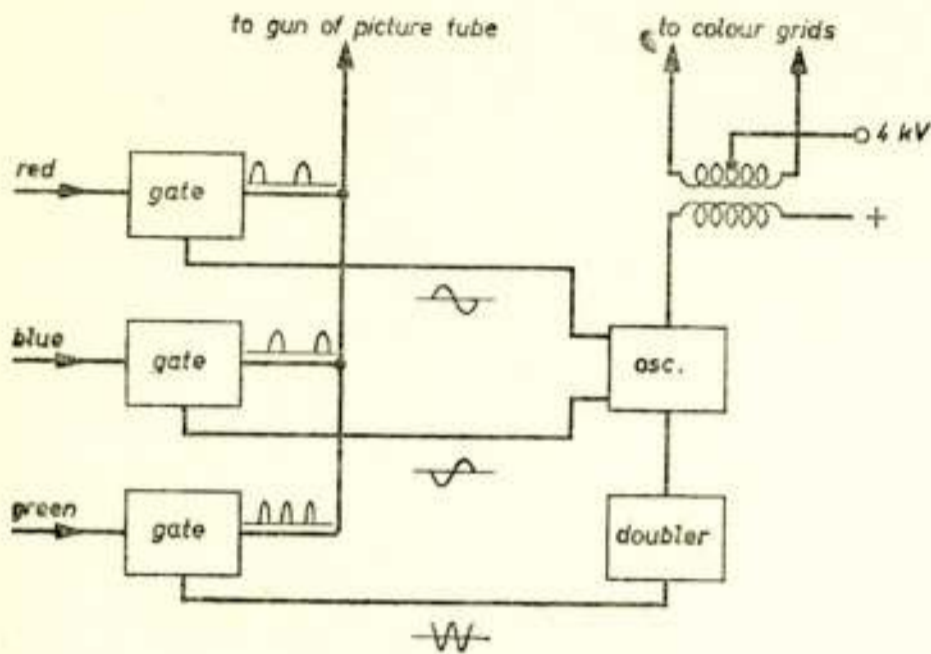


Fig. 13.

Block diagram of the circuitry for colour-switching and video-signal sampling.

pulsed red and blue video-signals are generated. Another signal of the oscillator is supplied to a frequency doubler, the output of which is used to drive a gating circuit in the green video-channel. The three anodes of the gating tubes are tied together to give the combined sequential signal, which controls the beam intensity in the colour picture tube. Figure 14 shows the pulsed

voltage on the grids and the three pulsed signals are combined into one signal to drive the electron gun of the picture tube.

The block diagram shows an oscillator which generates the colour-switching voltage over the resonated grid capacity. From this oscillator two opposite signals are derived to drive the gating circuits in which the

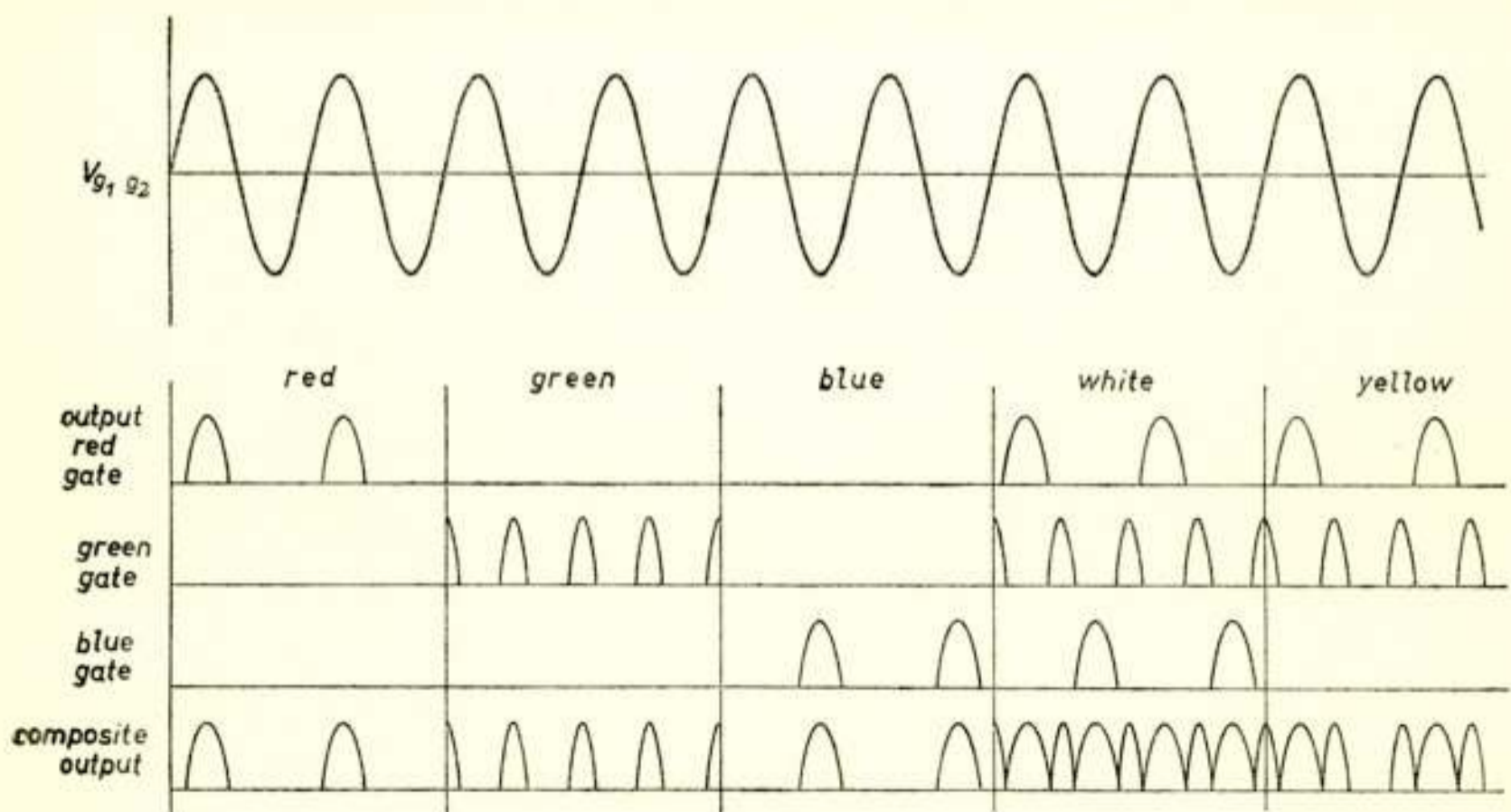


Fig. 14.

Gated video-signals and combined sequential gun-signal for different colours.

video-signals and the composite output, with their phase relationship to the switching voltage, for several colours to be produced.

The disadvantages that can be seen in three-gun colour-picture tubes as regards the convergence problem, which easily leads to colour fringing and also limits the deflection angle, are no longer present in a single-gun tube where colour registration is maintained automatically, where normal components can be used and where no critical installation adjustments have to be made. On the other hand the necessity of having colour-switching and gating circuits in the receiver is a complication.

### § 5. Comparison.

When the projection system is compared with the three-gun shadow-mask tube it seems that the adjustment of the projection system is simpler mainly because the necessary adjustments can be made independent of one another. Some other advantages of projection compared with direct-view tubes are:

1. No structure and no moiré effects caused thereby
2. No dynamic convergence necessary (as in three-gun tubes)
3. No colour-switching and gating necessary (as in one-gun tubes)
4. Low costs of replacement in case of tube failure.

In the table below the sizes and highlight brightnesses obtainable to date are shown.

	picture area		highlight brightness footlamberts	structure
	cm <sup>2</sup>	sq. inch		
Philips projection	1200	188	80	no structure
RCA 15"	570	89	20	dots
RCA 19"	1040	163	20	dots
CBS-Hytron 19"	1320	205	20	dots
Lawrence 21"	1000	157	40	lines

This is the situation at the moment. New developments however are to be expected, making it very difficult to predict anything about the future situation.

## References

- 1) E. W. Herold: Methods suitable for color kinescopes, Proc. Inst. Radio Engrs. 39, no. 10 p. 1177, October 1951. See also references numbers 3, 4, 5, 6, 7, and 8.
- 2) H. Rinia, J. de Gier and P. M. van Alphen: Home projection television, Part. 1, Proc. Inst. Radio Engrs. 36, no. 3 p. 395, March 1948.
- 3) H. B. Law: A three-gun shadow-mask color kinescope; Proc. Inst. Radio Engrs. 39, no. 10, p. 1186, October 1951.
- 4) M. J. Grimes, A. C. Grimm and J. F. Wilhelm: Improvements in the R.C.A. three-beam shadow-mask color kinescope; Proc. Inst. Radio Engrs. 42, no. 1, p. 315, January 1954.
- 5) A. W. Friend: Deflection and convergence in color kinescopes; Proc. Inst. Radio Engrs. 39, no. 10, p. 1249, October 1951.
- 6) N. F. Fyler, W. E. Rowe and C. W. Cain: The C.B.S.-Colortron; A color picture tube of advanced design; Proc. Inst. Radio Engrs. 42, no. 1, p. 326, January 1954.
- 7) R. Dressler: The P.D.F.-Chromatron — A single or multigun tricolor cathode-ray tube; Proc. Inst. Radio Engrs. 41, no. 7, p. 851, July 1953.
- 8) J. D. Gow and R. Dorr: Compatible color picture presentation with the single gun tricolor Chromatron; Proc. Inst. Radio Engrs. 42, no. 1, p. 308, January 1954.



## Boekbesprekingen

Dr Camillo Margna: *Eine Anlage für Impuls-Code-Modulation*. (Mitt. a.d. Instit. f. Hochfreq. Techn. Nr. 20). Verl. Leemann, Zürich, 1954. 83 pg. 47 fig.

Dit boekje bevat in hoofdzaak de beschrijving van een voor experimentele doeleinden ontworpen apparatuur voor impuls-codemodulatie. Een kort overzicht van het principe van impuls-codemodulatie, de verschillende methoden voor codering resp. decodering en enkele beschouwingen over quantiseringsruis en vervorming gaan hieraan vooraf.

In de beschreven apparatuur wordt het laagfrequente signaal omgezet in impulsreeksen van variabele lengte, welke daarna met behulp van binaire tel-schakelingen in een code volgens het tweetallige stelsel worden vertaald. De decodering geschiedt door het samenvoegen van impulsen van verschillende amplituden (ofwel door middel van een decoderings-apparatuur volgens Shannon, welke in een afzonderlijke publicatie door C. Villars beschreven zal worden). Op de verschillende oorzaken tot vervorming wordt uitvoerig ingegaan.

De voor één kanaal benodigde apparatuur is hier reeds vrij omvangrijk. Enkele suggesties worden door de schrijver gedaan om deze te beperken. De mogelijkheid voor transmissie van meer kanalen wordt kort behandeld (waarbij de synchronisatie evenwel buiten beschouwing gelaten wordt).

De beschrijving van de apparatuur is over het algemeen duidelijk. Het theoretisch gedeelte is naar onze mening echter iets te beknopt gehouden, wat soms tot een te eenvoudige voorstelling zou kunnen leiden (bijvoorbeeld in de beschouwingen over de benodigde bandbreedte op p. 14 en 81, waar voor normale amplitudemodulatie twee zijbanden, doch voor impulsmodulatie slechts één zijband in rekening gebracht wordt — terwijl in de praktijk de impulsvormige modulatie van een draaggolf het gebruik van twee zijbanden noodzakelijk maakt).

Een aantal duidelijke detail-schema's is in dit boekje opgenomen. De literatuurlijst bevat 39 artikelen, voor het merendeel over impuls-codemodulatie.

F. d. J.

A. Haas en R. W. Hallows: *The Oscilloscope at Work*, 171 blz., 15 x 22 cm, gebonden 15 sh. Iliffe and Sons, London 1954.

In dit boek wordt op populaire wijze de werking van de kathodestraal-oscillograaf beschreven en de talloze toepassingsmogelijkheden van dit instrument in de electronica nagegaan. De oorspronkelijke tekst werd geschreven door de Fransman A. Haas. De Engelsman R. W. Hallows herschreef het boek naar de technische normen die in Engeland gebruikelijk zijn.

Men vindt hierin o.a. de volgende onderwerpen behandeld: de werking van de oscillograaf, het meten van elektrische grootheden, metingen aan laagfrequent en hoogfrequent versterkers, oscillatoren, gelijkrichters, detectoren en modulatoren. Metingen aan fase draaiende, differentiërende en integrerende netwerken. Een hoofdstuk werd gewijd aan het gebruik van de oscillograaf bij het afregelen van een televisie ontvanger. Dit boek is een bij uitstek praktisch ingestelde leidraad voor hen die regelmatig met de oscillograaf werken. De schrijvers verstaan de kunst, oscillogrammen te lezen. Niet alleen verklaren zij deze, maar regelmatig wijzen zij op details die van groot belang kunnen zijn bij het onderzoek. Overeenkomstig de opzet hebben zij het gebruik van wiskundige afleidingen tot een minimum beperkt. De tekst is met een groot aantal schema's (102) en oscillogrammen (217) verlucht. Het is jammer, dat de kwaliteit van de oscillogrammen vaak te wensen overlaat. Het boek is overigens keurig verzorgd en zal in de praktijk ongetwijfeld goede diensten kunnen bewijzen.

H. M. J. B.

Chester Snow, *Formulas for Computing Capacitance and Inductance*. National Bureau of Standards Circular 544. U. S. Government Printing Office, Washington 25, D.C. September 1954. ii + 69 pp., 37 figs. Price \$ 0.40.

The National Bureau of Standards is well known for its standardization and precision of measurements in, e.g., the field of electromagnetism. For an accurate determination of quantities like capacitance and inductance of peculiarly shaped conductors and circuits, the experimenter requires results of careful and detailed mathematical analysis, to be provided by a special type of applied mathematician. Dr Snow is a typical example, with his vast knowledge of special techniques and functions occurring in potential theory, and the vigour to turn and twist his formulas as long as to be most suitable for numerical evaluation. With the publication under review the N.B.S. continues its policy to make theoretical results more easily available to the practical man, in succession to its publication of similar work of earlier people like Rosa and Grover.

In section 1 explicit formulas are given for the capacitance between conductors having a great variety of geometrical configurations (unrationalized c.g.s. electrostatic units) with either cylindrical or axial symmetry, including parallel plates with guard planes, spheres or cylinders, spheroids, toroids, conductors bounded by two intersecting spheres. Section 2 starts with a general survey on problems of inductance and electromagnetic force. It continues with explicit formulas for self and mutual inductances of all kinds of wires, solenoids and current sheets (unrationalized c.g.s. electromagnetic units). The medium is not necessarily of unit permittivity. Electrodynamical forces between current-carrying coils are included. Section 3 deals with skin and proximity effects in concentric cables and parallel wires. In section 4 a useful survey is given of Legendre and elliptic functions occurring in various capacitance and inductance formulas. Some of these formulas are shortly derived in section 5, while section 6 provides references to the literature. Numerical tables are not included, but places where to find them are duly indicated.

This publication should prove very useful to many workers. As such it should be very reliable, that is, without error. The reviewer has found only one formula in error, although it must not be expected that he checked all of them. The error occurs in equation (2.3), where a factor  $\pi$  should be added and  $2 + k^2$  should read  $2 - k^2$ .

C. J. B.

## UIT DE INDUSTRIE

### TRANSISTORS VOOR EXPERIMENTEEL GEBRUIK

Voor radio-amateurs en experimenterende technici brengt Philips de junction transistors OC 70 en OC 71. De transistor kan niet zonder meer, zoals bekend geacht mag worden, de electronenbuis vervangen. Maar wel belooft de transistor het toepassingsgebied van de electronica uit te breiden en wel voor die toepassingen, waarvoor de tot nu toe bestaande electronenbuizen minder geschikt zijn. In dit verband kan allereerst gedacht worden aan electronische constructies van minimale afmetingen.

Voor experimenterende technici, die nu ook de beschikking over transistors kunnen krijgen, ligt hier ongetwijfeld een interessant terrein braak. Voor één toepassing, namelijk een zeer klein experimenteel gramfoonversterkertje met vier transistors OC 71, heeft Philips een eenvoudige schakeling met beschrijving het licht doen zien.

### „SCHIFFSFUNK UND SCHALLORTUNGSTAGUNG" TE BREMEN

In aansluiting op het bericht in No. 4 van 1954 delen wij mede dat de volgende verslagen van de gehouden voordrachten thans in druk zijn verschenen.

Deel I:	Neue Funkortungsgrundlagen der Seeschiffahrt	7,80 DM
Deel II:	Aus der Funkortungspraxis der Seeschiffahrt	8,50 DM
Deel III:	Hafen-Radar-Erfahrungen in Seehäfen europäischer Länder	7,50 DM
Deel IV:	Die Schallortung in der Hochseefischerei und die Schallvermessung für die Schiffahrt	7,20 DM
Deel V:	Neue physikal. und techn. Erkenntnisse zum Nutzen der Schiffsfunkortung	6,90 DM

Belangstellenden kunnen deze bestellen bij: Verkehrs- und Wirtschafts-Verlag G m b H., Ostenhellweg 56-58, Dortmund (21b).

## Uit het Nederlands Radiogenootschap

### PERSONALIA

#### Prof. Dr Ir J. L. H. JONKER



Onze Vice-President, Prof. Dr Ir J. L. H. Jonker, is ter gelegenheid van zijn vijftienvijftigjarig dienstverband bij de N.V. Philips op 15 Januari op hartelijke wijze gehuldigd. Daarbij hebben Prof. Dr H. B. G. Casimir, directeur van het Natuurkundig Laboratorium, Prof. Ir B. D. H. Tellegen, namens de collega's en tegelijkertijd namens het Nederlands Radiogenootschap, Ir Th. P. Tromp, lid van de Raad van Bestuur, als oud-collega, en nog vele anderen op ondubbelzinnige wijze getuigd van de grote verdiensten van de jubilaris.

Prof. Dr Ir J. L. H. Jonker werd op 19 Maart 1901 te Den Haag geboren, doorliep aldaar de H.B.S. en studeerde vervolgens aan de Technische Hogeschool te Delft, waar hij in 1925 zijn ingenieursdiploma electrotechniek verwierf.

Nadat Ir Jonker enige jaren als leider van de radiobuizenafdeling aan de fabriek Splendor had

gewerkt, trad hij op 1 Januari 1930 in dienst bij de N.V. Philips te Eindhoven. Na ruim een jaar op het Natuurkundig Laboratorium werkzaam te zijn geweest, werd hij belast met het inrichten van een speciaal ontwikkelingslaboratorium voor electronenbuizen. Na enige jaren in dit laboratorium van de radiobuizenfabriek aan de ontwikkeling van tal van nieuwe typen van radiobuizen te hebben gewerkt, keerde hij in September 1936 in het Natuurkundig Laboratorium terug en heeft daar thans de leiding van de researchafdeling voor electronenbuizen.

In 1942 promoveerde Ir Jonker tot doctor in de technische wetenschappen op een proefschrift over de „Stroomverdeling in versterkerbuizen”, terwijl hij in 1952 het ambt van buitengewoon hoogleraar in de afdeling der Electrotechniek aan de Technische Hogeschool te Delft aanvaardde. Bij die gelegenheid sprak hij een rede uit over „Electronenbuizen”, waarin hij de stormachtige ontwikkeling en de bijzonder belangrijke economische en technische betekenis schilderde van al die verschillende buistypen, welke uit de oorspronkelijke radiobuis zijn voortgekomen.

Zeer vele publicaties getuigen van de velerlei onderzoeken van Prof. Jonker. Wij noemen hiervan slechts de ontwikkeling van buizen met lintvormige electronenbundel voor speciale doeleinden, o.a. voor de decimale telbuizen, en

voorts zijn onderzoeken op het gebied van de electronenbanen en van de secundaire electronenemissie.

Van zijn functies op wetenschappelijk terrein dienen naast zijn hooglerschap te Delft en de functie van Vice-President van het Nederlands Radiogenootschap vooral nog genoemd die van internationale vice-voorzitter van de commissie voor Electronica van de Union Radio Scientifique Internationale.

Behalve op wetenschappelijk en technisch gebied heeft Prof. Jonker eveneens zijn verdiensten op cultureel gebied. Hij is een verdienstelijk schilder, wiens werk verscheidene malen op tentoonstellingen van de Kunstkring „De Kempen” te bewonderen is geweest. Verder bekleedt hij een vooraanstaande plaats in tal van plaatselijke verenigingen op cultureel gebied.

---

### Ir J. PIKET

Directeur S.H.A.P.E. Air Defense Technical Center 1 Februari 1955.



Bij de „Supreme Headquarters Allied Powers Europe” is grote belangstelling voor de luchtverdediging van Europa en bleek behoefte aan een technisch advies-orgaan.

Onderzoekingen op dit gebied, die in het Fysisch Laboratorium R.V.O.-T.N.O. zijn gedaan, groeiden uit boven het nationale niveau en kregen de aandacht bij militaire instanties der Navo-landen. Dit is de aanleiding geworden van de oprichting van genoemd centrum, van de vestiging ervan in Nederland en van de benoeming van Ir Piket, onder-directeur van het Fysisch Laboratorium, tot technisch directeur van het Center.

Ir Piket, die een zeer belangrijk aandeel heeft in de bedoelde onderzoeken, kan met deze benoeming geluk en succes toegewenst worden.

v. S.

---

### NAJAARSEXAMENS 1954

*Verslag van het examen voor radiotechnicus en radiomonteur, gehouden in October, November, December 1954 en Januari 1955.*

De schriftelijke examens voor radiotechnicus en radiomonteur werden gehouden op 25 en 26 October 1954. Aangemeld hadden zich 153 kandidaten voor technicus en 218 voor monteur, waarvan 11 kandidaten zich terugtrokken (2 voor technicus en 9 voor monteur). Wegens onvoldoend schriftelijk examen werden afgewezen 81 kandidaten technicus en 59 kandidaten monteur.

Voor het mondelinge gedeelte werden opgeroepen 70 kandidaten technicus (1 kandidaat trok zich terug tijdens het examen) en 150 kandidaten monteur (2 niet opgekomen), welke mondelinge examens werden gehouden op 6, 7, 16, 17, 20, 21, 28 en 29 December 1954 en 4, 5 Januari 1955.

Afgewezen werden 30 kandidaten technicus en 65 kandidaten monteur. Geslaagd zijn in totaal 37 kandidaten technicus en 73 kandidaten monteur. 2 Kandidaten technicus en 10 kandidaten monteur werden voor een herexamen in aanmerking gebracht. Van de 20 kandidaten die een herexamen moesten afleggen waren 2 kandidaten verhinderd. 13 Kandidaten monteur en 5 kandidaten technicus slaagden.

Ruim 53% van de kandidaten die deelnamen aan het examen voor *radiotechnicus* werd op grond van onvoldoend schriftelijk gedeelte afgewezen. Het

gemiddelde cijfer dat door deze groep kandidaten werd behaald bedroeg niet meer dan 3,47.

22% van het totaal aantal behaalde gemiddeld iets meer dan  $4\frac{1}{2}$  voor het schriftelijk gedeelte en werd na het mondeling examen afgewezen, zodat slechts aan ruim 25% het diploma kon worden uitgereikt.

Uit dit resultaat blijkt duidelijk dat te veel kandidaten volkomen onvoldoende voorbereid aan het examen deelnamen.

Op het schriftelijk gedeelte (b) werden enige vragen gesteld over frequentie-modulatie (F.M.), welke vragen over het algemeen zeer slecht werden beantwoord. Er dient op gewezen te worden dat F.M. tegenwoordig niet meer als een onbelangrijk onderdeel der radiotechniek mag worden beschouwd. In vrijwel alle moderne omroepontvangers treft men immers een F.M.-gedeelte aan. Ook kan in dit verband reeds worden opgemerkt dat, hoewel binnenkort voor het eerst een speciaal examen voor T.V.-technicus zal worden afgenomen, het toch wel zeer gewenst is dat ook de radiotechnicus althans van de grondbeginselen van de televisie-techniek op de hoogte is. De grote vlucht, die T.V. en F.M. in de naaste toekomst gaan nemen, dwingt ons in deze richting.

In de toekomst zal daarom op het examen voor radiotechnicus in toenemende mate ook aandacht aan de grondbeginselen der T.V.-techniek moeten worden besteed.

De leiders van opleidingsinstituten wordt aangeraden hiermede reeds thans rekening te houden.

Wat het examen voor radiomonteur betreft, kan worden medegedeeld dat het verloop „normaal” is geweest, d.w.z. dat ongeveer 35% van het totaal aantal kandidaten slaagde. Dat er echter gestreefd moet worden om dit percentage belangrijk te verhogen, behoeft nauwelijks betoog.

Vele tientallen zeer onvoldoende voorbereide kandidaten, zowel voor het monteurs- als voor het technicus-examen, zien er blijkbaar niet tegenop hun tijd en geld te verknoeien door vrijwel kansloos aan het examen deel te nemen, waardoor veel kostbare tijd voor de examinatoren verloren gaat.

## VOORJAARSEXAMENS 1955

Het Bestuur van het Nederlands Radiogenootschap deelt mede dat het in de bedoeling ligt in de 1e helft van April/Oct. de schriftelijke examens te houden voor radiomonteur, radiotechnicus en televisietechnicus.

Zij die aan dit en eventueel aan de daarop volgende mondelinge examens wenselijk deel te nemen moeten zich vóór 15 Maart/15 Sept. a.s. opgeven aan het secretariaat van de examen-commissie van het Nederlands Radiogenootschap, Sweelinckplein 71, 's-Gravenhage.

De kosten tot deelname ten bedrage van f 30.— voor het examen radiomonteur en f 35.— voor de examens radiotechnicus en televisietechnicus moeten eveneens voor die datum worden gestort op postrekening 6322 ten name van: Examen-Commissie Nederlands Radiogenootschap, 's-Gravenhage.

## TOELATINGSEIS NRG EXAMENS

In aansluiting op de mededeling in het Septembernummer van 1954 deelt het Bestuur van het Nederlands Radiogenootschap mede dat de toelatingseis van vooropleiding (adspirant VEV diploma) thans geheel vervallen is. Nadere bijzonderheden zullen in het volgend nummer bekend worden gemaakt.

## EXAMEN TELEVISIETECHNICUS

Dit jaar zullen voor het eerst de examens voor televisietechnicus worden afgenomen. Hieronder volgen de exameneisen. Tezamen met het reglement zijn

ze ook verkrijgbaar bij de secretaris van de examencommissie van het NRG, Sweelinckplein 71, Den Haag.

## EXAMENEISEN VOOR HET DIPLOMA TELEVISIETECHNICUS

### *Inleiding*

Van de candidaat wordt verlangd een grondige kennis van de grondbeginselen van de televisie, van de moderne televisie-ontvangapparaten met inbegrip van het FM-geluidskanaal, van de gebruikelijke ontvangantenne-systemen en enige kennis van de camera- en studio-apparatuur, de straal- en kabelverbindingen, de televisie beeld- en geluidszender en van de voortplanting van de televisiesignalen.

De hieronder genoemde onderwerpen zijn bedoeld als richtlijnen voor de candidaten.

### *A. Theoretische grondslagen*

Hiervoor kan in de eerste plaats verwezen worden naar de in de exameneisen voor radiotechnicus genoemde onderwerpen, waarvan een grondige kennis verlangd wordt en wel voornamelijk die onderwerpen welke ook voor de televisietechniek van belang zijn.

De exameneisen voor de wiskunde zijn dezelfde als die voor het examen radiotechnicus, doch de eisen voor de andere onderdelen dienen uitgebreid en aangevuld te worden met de volgende onderwerpen:

- a. *Licht*  
Lenzenformule, vergroting, openingsverhouding van lenzen. Enige bekendheid met de meest voorkomende afbeeldingsfouten. Lichtsterkte, lichtstroom, helderheid, verlichtingssterkte, fotometrische eenheden. Werking van het oog, oplossend vermogen, traagheid. Enige kennis omtrent ontstaan, voortplanting en absorptie van röntgenstralen.
- b. *Electriciteitsleer*  
Electrische veldsterkte, homogene en niet homogene velden, veldsterkte aan het oppervlak van een geleider, overslag, doorslag, sproeien van geleiders. Magnetische veldsterkte, homogene en niet homogene velden. Gedrag van vrije electronen in electriche en magnetische velden, richting en grootte van de kracht, versnelling, de beschreven baan, electriche en magnetische lenzen, afbuiging en focussing van een electronenbundel.
- c. *Theorie der wisselstromen*  
Sinusoïdale wisselstroomgrootheden. Eenvoudige polaire diagrammen. Niet-sinusoïdale wisselstroomgrootheden (zaagtanden, impulsen e.d.). Harmonische analyse (alleen kwalitatief). Gedrag van netwerken bij een eenheidssprong in de ingangsstroom of -spanning (sprongkarakteristiek), vertragingstijd, stijgtijd, inschot, doorschot. Enig begrip van het verband tussen de sprongkarakteristiek enerzijds en de amplitude- en fazekarakteristiek anderzijds.
- d. *Frequentiemodulatie*  
Frequentie-zwaai, modulatie-index, bandbreedte, voor- en nadelen t.o.v. amplitude-modulatie, pre-emphasis.
- e. *Transmissie lijnen en antennes*  
Staande en lopende golven, voortplantingssnelheid, dempingsconstante, karakteristieke impedantie, reflectiefactor, staande golfverhouding, eigenschappen van kwartgolflengte en halve golflengte leidingen, symmetrische en coaxiale leidingen. Dipool, gevouwen dipool, stralingsweerstand, bandbreedte, richtingsdiagrammen, effectieve hoogte, polarisatie.
- f. *Ruis*  
Oorzaken van ruis, effectieve en maximale waarde van ruisspanning, signaal-ruisverhouding, ruisfactor, grootte van de ruis bij buizen, weerstanden en kringen.

### *B. Televisietechniek*

De in de exameneisen voor radiotechnicus genoemde onderwerpen, voor zover deze ook voor de televisietechniek van belang zijn, gelden ook als exameneisen voor televisietechnicus, met de volgende uitbreiding:

- a. Principe van beeldanalyse en synthese, lijnen en rasters, lineaire aftasting, interliniëring.
- b. Principe van de overdracht, zendantenne, ontvangantenne, optische horizon, polarisatie, kanalen, asymmetrische zijband.
- c. Het televisiesignaal, beeldinformatie, bandbreedte, synchronisatie signalen, positieve en negatieve modulatie, zwartniveau, nul-component, wederinvoering van verloren gegane nulcomponent. De kenmerkende verschillen van de diverse televisiesystemen.
- d. Enige kennis van opneembuizen, iconoscoop, beeldiconoscoop, orthicon, beeldorthicon, vidicon. Gevoeligheid, zwartniveau, gamma.
- e. Weergeefbuizen, elektronen-kanon, luminescentiescherm, nalichten, schermspiegel, ionenval, focussing en afbuiging van de elektronenbundel, centring van het beeld, helderheid, contrast, gamma, scherpte, afbeeldingsfouten.
- f. *Schakelingen*  
De meest gebruikelijke schakelingen voor HF-, MF- en video-frequentieversterking, oscillatoren, mengschakelingen, begrenzers, frequentiedetectoren, beelddetectie, niveau-diode, relaxatietrillingen, multivibratoren, frequentiedeling, mengen van impulsen, zaagtandgeneratoren, hik-oscillator, blokkeer-oscillator, zaagtand-multivibrator. Electrostatistische en electromagnetische afbuiggeneratoren. Horizontale afbuigings-generator, spaardioden. Verticale afbuigings-generator. Hoogspanningsopwekking uit de terugslag. Vliegwieltijdbasis. Afscheiding van synchronisatie-signalen.
- g. *Ontvangtoestellen*  
Toestellen met en zonder frequentie-transformatie, interdraaggolf-detectie, direct zicht- en projectie toestellen, helderheids- en contrast regeling, automatische sterkteregeling, kanalen kiezer, afstemming, selectiviteit, gevoeligheid, ruisfactor, beeldvervorming, interferentie.
- h. *Studio- en zendinrichting*  
Enige kennis van de gebruikelijke studio-apparatuur, camera's, monitors, synchronisatie-apparatuur, film-aftast-apparatuur. Enige kennis van de zendapparatuur. Enige kennis van de straalzender apparatuur (golflengte, dracht).
- i. *Antennes*  
Practische kennis van de vorm, constructie en werking van de gebruikelijke antenne-systemen voor televisie. De invloed van storingen op de ontvangantenne en de invoerkabel en de middelen om deze te onderdrukken. De antennesignaal-versterker, gemeenschappelijke antenne systemen. Enige kennis van de televisie en FM-zendantennesystemen (turnstile, vlinderantenne).

### C. Metingen.

1. *Meetinstrumenten*  
De kandidaat moet bekend zijn met het gebruik van de meest voorkomende televisie meetapparatuur zoals: AM- en FM-meetgeneratoren, elektronenstraal oscilloscoop, buisvoltmeters, kunstsignaal generator, apparatuur voor het zichtbaar maken van doorlaatkrommen.
2. *Toestelkennis*  
De kandidaat moet de functie van de verschillende onderdelen van een op het examen aanwezig toestel of schakeling, genoemd onder B, kunnen vaststellen. Hij moet blijk geven de meest voorkomende storingen in televisie-ontvangtoestellen systematisch te kunnen opsporen en opheffen, terwijl de kandidaat tevens enige vaardigheid moet bezitten in het afregelen van een televisie-ontvanger.  
Hij moet in staat zijn de kwaliteit van televisiebeelden te beoordelen (o.a. scherpte, paren van lijnen, geometrische vervorming, doorschot, reflecties, interferentie).
3. *Metingen*  
Het kunnen uitvoeren van metingen aan televisie-ontvangers en schakelingen, genoemd onder B (o.a. gevoeligheid, frequentiekaracteristiek, geometrische en elektrische vervorming, hoogspanning, meten van niet-sinusoidale spanningen en stromen).

**NIEUWE LEDEN**

Dr H. Feiner, Joh. Geradtsweg 88, Hilversum.  
 Dr K. S. Knol, Burghplein 12, Eindhoven.  
 C. Lecomte, Berlagelaan 137, Hilversum.  
 Ir S. W. J. Serlé, Ceintuurbaan 23, Hilversum.  
 H. G. de Vries, St. Jansweg 22, Eindhoven.

---

**VOORGESTELDE LEDEN**

Ir E. W. Bolier, Kretschmar van Veenlaan 72, Hilversum. (PTI)  
 Ir J. van Nieuwkoop, Mauritslaan 10, Oegstgeest. (LEO)

---

**DE NIEUWE LEDENLIJST**

U wordt dringend verzocht om in de nieuwe ledenlijst na te willen gaan of Uw titel, naam, adres, jaar van toetreding tot het NRG volledig en geheel juist vermeld zijn. Mocht dit niet het geval zijn schrijft U dan even aan de secretaris van het NRG, Ir J. Piket, Jongeneelstraat 11 te Scheveningen.

---

**NAGEKOMEN ADRESWIJZIGING (nog niet in de ledenlijst opgenomen)**

Ir D. C. Broks, Quarles v. Uffordstraat 57, Noordwijk aan Zee.

---