
**The shore-based radar system
for the New Rotterdam Waterway**

by N. Schimmel *)

Summary

After a short historical review of the origin and the establishing of the shore-based radarsystem for the New Rotterdam Waterway, the system, consisting of seven radarstations and the VHF semi-duplex system for RT communication with the ships under radarsupervision is discussed. The 3 cm-radarequipment is described in some detail, due attention being paid to the provision and use of electronic cursors and leading lines on every display. The VHF communication equipment, both the fixed installations and the portable sets, which are equipped with built in loudspeakers, are discussed. The main technical data of radar and communication equipment are given. A paragraph on the operational aspects of the system concludes the article.

1. Introduction.

Shore-based radar — as a navigational aid — can still be regarded as one of the younger branches in the ever growing field of electronics, although it is more than eight years ago that the first harbour supervision radar installation was completed in Liverpool. The first harbour radar installation on the continent of Europa was commissioned on November 1st 1951 in IJmuiden, at the entrance of the North Sea Canal, leading from the North Sea to Amsterdam. Since a few more harbours were equipped with single shore-based radar aids to navigation, but the subject of this article is a shore-based radar system, a chain of seven stations, giving complete radar coverage from the North Sea off Hook of Holland right up to the heart of the Rotterdam harbour area.

*) Netherlands Radar Research Establishment, Noordwijk.

The first trials with shore-based radar equipment at the New Waterway were carried out already in 1948 when a mercantile marine type of radar equipment was temporarily installed at Maassluis. Soon afterwards, in April 1949, the Netherlands Radar Research Establishment at Noordwijk was entrusted by the Municipality of Rotterdam with the task of drawing up a complete plan for a radar system based upon the draft scheme which was produced by the State Committee on Radio Aids to Navigation. This task involved inter alia an investigation into the minimum number of stations, required for a complete radar-coverage over the area, taking into account the discrimination and the accuracy required for nautical reasons, the ultimate siting of the stations, the drawing up of specifications for the radarequipment and of recommendations for the VHF communication, equipment and for the buildings. Finally operational recommendations had to be laid down.

The first thing to be done was the carrying out of a survey by means of a transportable radarequipment, fully self contained, with demountable aerial mast having a maximum height of 12 meters. The results of this survey were essential for the drawing up of the complete plans for the system, which could be finalized towards the end of 1951. Further operational trials were carried out with a semipermanent radarstation in the Rotterdam harbour area and in April 1953 the Rotterdam County Council granted the order for the radarequipment to Philips Telecommunication Industry at Hilversum and Van der Heem at the Hague, the last mentioned company being responsible for the communication equipment.

On November 30th 1956 H.R.H. Prince Bernhard of the Netherlands formally inaugurated this harbour radar chain of seven stations, an unique example of a modern electronic navigational aid for shipping in pilotage waters.

2. The system

How interesting the problem may be of determining the minimum number of stations required and their ultimate siting, it is outside the scope of this article to enlarge upon the various nautical aspects to be taken into consideration in solving this problem. The disposition of the seven stations along the river can be seen in fig. 1.

The seven radarstations are known under the following names:

1. Hook of Holland, 2. Rozenburg, 3. Maassluis, 4. Tankhoofd,
5. Pernis, 6. Lekhaven, 7. Charloise Hoofd.

It became apparent in the course of the preliminary work that some special methods of measurement were essential for the proper fulfilment of the task of this shore-based radar system.

The main task of such a system can be summed up as follows:

1. The communication of its accurate position to a ship under radarsupervision.
2. The communication of the position of ships in the vicinity of the abovementioned ship and of all further information useful for the promotion of the safety of navigation.

Furthermore the positions of buoys can be checked immediately under all conditions of visibility, valuable time can be saved in ascertaining the position of ships aground or in distress within the operational area (especially for the Hook of Holland station) enabling tugs and lifeboat to reach the casualty in due course, and hoppers can be monitored dumping their spoil at the deposite site.

A prerequisite for the fulfilment of these tasks is the availability of a method of accurate and more or less instantaneous position fixing of objects observed on the PPI. It is in this respect of the utmost importance in which coordinates these positions are measured, because they have to be used by the pilot and navigational officers on board the ships immediately after reception without the need of interpretation or translation into the system of position fixing as used on board for navigational purposes. It was therefore decided at an early stage that the policy should be the design of methods following as closely as possible the normal practice on board of ships navigating under conditions of good visibility. On the river this normal practice is the use of leading lines and beacons and buoys, while in the sea area off Hook of Holland bearings in respect to the head of the Northern mole as well as the line of lights are used. For this purpose a method was developed to depict these "leading lines" electronically on the screen of the P.P.I. These lines are subdivided by black dots in sections of 100 meters each, providing the operator with a distance reference along the full length of these lines. Fig. 2 shows the radarpicture of Maassluis radarstation as observed on the downstream PPI. The three leading lines are clearly shown.

For very accurate measuring of position, an electronic cursor of a special type with variable rangemarker was developed,

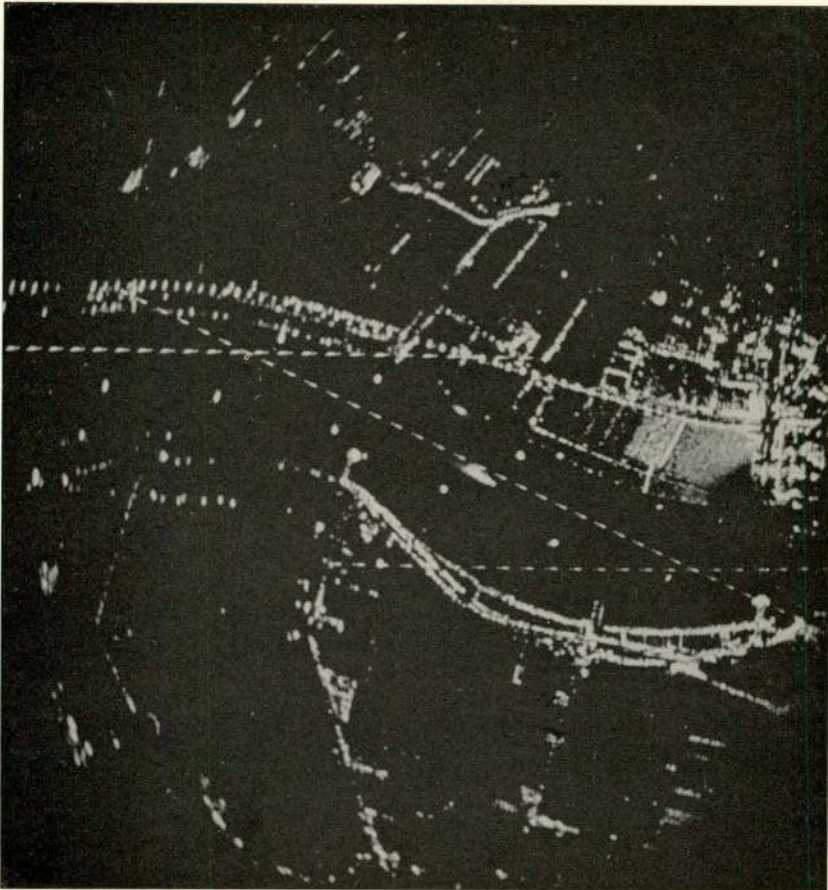


Photo NRP

Fig. 2

Radarpicture of Maassluis, down stream PPI, showing three leading lines.

which made it possible to measure quickly and accurately bearing and distance of any point on the screen in respect to any other point. This electronic measuring technique, the so called Raplot system, enables the operator to give a ship position information in a way which comes as close as possible to the methods used during clear weather navigation and with an accuracy hitherto not achieved with PPI type presentation. These measurements can be taken irrespective of the off-centering of the picture, which can be effected up to $\frac{2}{3}$ of a radius. Parallax is for practical purposes no longer a source of errors, which is the case with all sorts of mechanical measuring aids on PPI's as used previously.

A shore based radar systems is definitely more than just a number of stations. The main task of such a system is already outlined above but the real value for shipping and for the harbour concerned is by no means confined to the possibilities mentioned earlier in this paragraph. With a chain of stations it is possible to have a constant overlook over the fairway, opening the facilities for a regulation of the shipping traffic in case the competent authority has to intervene for reasons of safety of navigation, e.g. to prevent congestion on certain difficult sections of the river. However, a central organization is needed for this purpose. Such an organization which could be called the "Radar Headquarter" is located in the building of the Pilotage authority in Rotterdam. This headquarter is linked up with all the radarstations by private telephone lines, ensuring an instantaneous communication with these stations. A ship entering or leaving a station's area is immediately reported and plotted on a large scale chart of the New Waterway.

Another aspect of such a system is the possibility to organize a service for the distribution of visibility messages. Visibility is measured regularly by the radaroperator on duty and forwarded by telephone to Headquarters. As an extra visibility information from Goeree lightvessel and from the pilotvessels on station off Hook of Holland are transferred by radiotelephony through the coastguard Hook of Holland. If visibility of one of these stations is below 4000 meters a visibility message is made up and sent by telex to the coastal station Scheveningen Radio via the facilities of Royal Ship Agency Dirkzwager Ltd. Scheveningen Radio transmits this message immediately upon receipt both by RT and WT, enabling shipping in the North Sea to receive very recent information about the visibility from Goeree lightvessel to the heart of Rotterdam harbour.

Apart from assistance seagoing ships the radar system is a valuable navigational aid for the ferries operating across the New Waterway. Though partly equipped with shipborne radar, once moored at their landingstages these ferries are sometimes severely hampered in their radarview over the river by ships moored in their vicinity or by other objects ashore. The importance of shore-based radarinformation for these ferries is such, that separate VHF channels are provided to ensure an uninterrupted communication between these ferryboats and the radarstations concerned.

The technical details of the communication equipment will be discussed later in this article, but it is useful to give at this stage a short account of the communication facilities of the system. As far as communication by landline telephony is concerned, direct connections are available between all adjacent stations and between each station and Headquarterstation in Rotterdam.

At the Hook of Holland station a direct line is available for communication with Scheveningen Radio to be used in case communication with a certain ship is only possible via this coastal station e.g. by medium frequency RT.

The Hook of Holland operators can also speak directly with the coastguard on duty in the semaphore.

The communication between harbour radar station and ship within the service area of the station concerned is established by VHF RT. For this purpose the pilot takes with him on board a portable VHF RT equipment, fully selfcontained, running on built in non spillable accumulators. For details of this equipment see paragraph 4. It may however be emphasized here, that these portable sets are equipped with a built in loudspeaker, a vital item, because all on the bridge of a ship under radar pilotage, the master in particular, should have the facilities to take note immediately of the information transmitted by the shore radar station. Apart from this the pilot remains by this measure free in his movements and his directional sense in listening acoustically is not hampered by the fact that otherwise one of his ears at least would be monopolized by an earphone.

At the moment each radarstation has a separate VHF channel (in the 160 Mc/s band), the Hook of Holland station having two, viz. one extra channel for communication with ships outside the river area. The portable VHF sets (so called "portofoons") are provided with 12 crystal controlled channels, 8 of which are used for these purposes. On shore, each station has its own (duplicated) VHF transmitter and receiver, the Hook of Holland station having two of these. For each ship entering the New Waterway or leaving the port of Rotterdam, uninterrupted communication with the radarstations is possible. Once contact is established, the only thing the pilot has to do is to select another frequency channel if a request to do so is received from the shore-based station when the ship is leaving its service area. The next radarstation will be

warned in due course by landline that the ship is entering its service area and this station continues the communication of radarinformation immediately after having established contact on its own frequency channel with the ship concerned. This process is continued till the ship has reached its destination or is leaving the service area of the radarsystem. For ships departing from Rotterdam the service is terminated at the moment the pilot is leaving the ship at the appropriate time.

It will be clear that the value of a shore-based radarsystem depends to a great extent on the availability and reliability of its communication channels which — to a certain extent — can be regarded as the limiting factor in view of the number of ships to be handled at the same time, a very important problem, to be discussed further in paragraph 5.

With the aim to reduce the number of ships per PPI to a reasonable value each station is equipped with two PPI's, each showing a radarpicture of a part of the service area of the station by the use of off-centre technique, providing the operators at the same time with a scale of display, sufficient for the resolution and accuracy of measurement required for nautical reasons. Both displays have two ranges each, so that in case one of the displays shows a breakdown the service can be continued by switching over to another range on the remaining display; offcentering and the preset electronic leading lines are switched to their proper positions at the same time. By these means the continuity of the service, in case one of the displays is temporarily not in working order, is guaranteed. To achieve the utmost of reliability of the system the principle of duplication is applied to the radar transmitter-receiver and to the fixed VHF equipment as well.

Switching over to the stand-by equipment can be effected by a toggle switch from the operator's position in a matter of seconds. To ensure continuity of service in case the public powersupply is temporarily interrupted, a dieselgenerator is used, which can be started remotely from the operator's position. A quick start is promoted by the fact that the cooling water of the engine is electrically heated to 40°C, eliminating freezing troubles during the winter season at the same time.

Although it is outside the scope of this article to enlarge upon the buildings used for housing the equipment, a short description of these may be given here. Only in Maassluis it was possible to make use of an existing building, viz. the new



Photo PTI

Fig. 3
One of the radarbuildings.

Head Office of Royal Ship Agency Dirkzwager Ltd. For the other 6 stations buildings had to be erected. Fig. 3 shows one of those buildings of a tower-like construction. To prevent interruption of the service at times of very high storm floods these buildings are constructed watertight up to 5 meters above datum. In the basement the dieselgenerator and the oil fired central heating equipment is located. At entrance level some storage space is available. On the first floor sleeping accommodation for two people, a kitchenette and sanitary commodities are located. On the second floor a spare room is available for eventual future expansion. The radar observation room is on



Photo NRP

Fig. 4

Hook of Holland Radarstation near the Semaphore.

the third floor and the top floor the radar transmitter-receiver and the fixed VHF equipment are located. The roof of these buildings is especially reinforced for the installation of the aerial and gearbox. A very short waveguide run is achieved with this set up and the VHF aeriels are located in the immediate vicinity of the transmitter-receivers. All cable runs in these buildings are accessible through inspection doors in the cable channels, running vertically through the full height of the building, an ideal solution from the installation and maintenance point of view. The Hook of Holland building (fig. 4) is different from the others because of the special requirements

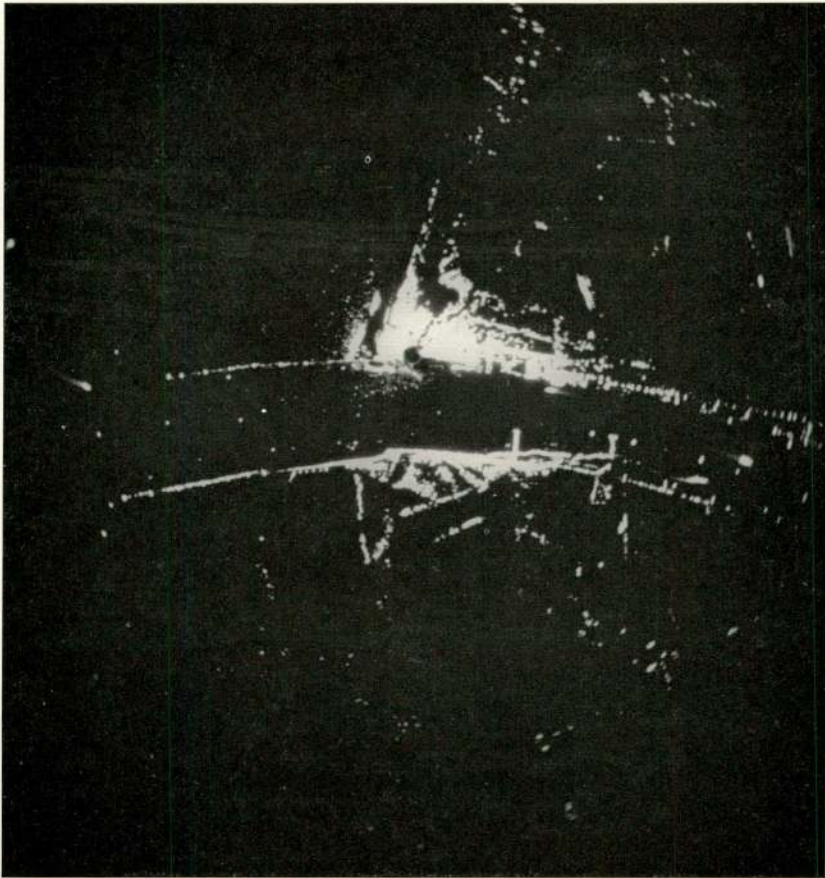


Photo NRP

Fig. 5

Radarpicture Hook of Holland, range 4000 meters, showing the entrance of the New Waterway at low tide.

of this station. This building is not constructed as a tower but all rooms are on one floor in accordance with the architectural requirements at that spot. The radar aerial is located on a mushroom type reinforced concrete support, used for the installation of the VHF aeriels as well.

3. The Radar Equipment

The radar equipment consists of the following parts:

3.1. Aerial with gearbox and motor.

3.2. Duplicated transmitter-receiver

3.3. Indicator with two PPI's.

3.4. Waveguide dryer.

3.1.1. The aerial is a parabolic cylinder type with sheet metal reflector and is shown in fig. 6.

The whole construction is carried out in a special type of corrosion resistive aluminium alloy. The gearbox is constructed of cast steel. Two magslips, driven by gearwheels directly

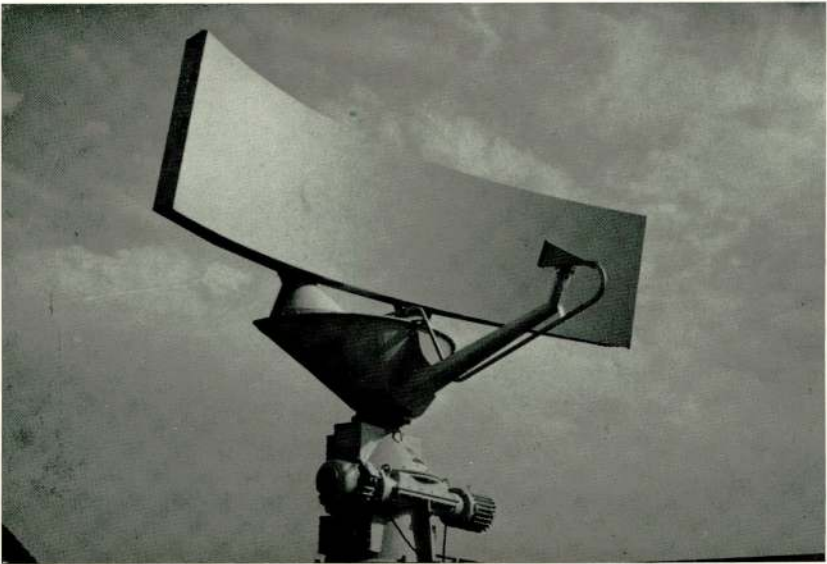


Photo NRP

Fig. 6

The radaraerial. Aperture 380 cm, height of reflector 100 cm,

from the aerial axis in a ratio 1:1 are provided. For the Hook of Holland installation 4 magslips are available for the 4 displays used at that station. All parts of the aerial construction made of other material than the above mentioned aluminium alloy, as waveguide components and some bolts, are insulated from the remainder of the construction by mica or nylon insulating material to prevent corrosion by galvanic action.

Technical specification:

Type

parabolic cylinder

Frequency band	8900—9200 Mc/s
Polarization	horizontal
V.S.W.R.	< 1.2
Horizontal beamwidth	0.6°
Vertical beamwidth	17°
Sidelobelevel	at least 27 dB below main lobe level
Rotation speed	18 turns per minute
Electromotor	3 phase 220—380 Volts, 1,5 kW
Total weight (incl. gearbox etc.)	1100 kg
The construction is designed to withstand windspeeds up to	140 km/h.

3.2.1. The duplicated radar transmitter-receiver is built in one cabinet with large doors on both sides for easy inspection and maintenance, as can be seen in fig. 7. The necessary power supplies are built in. Under normal operating conditions no switching or adjustments are needed at this part of the equipment, which is situated on the top floor of the building, immediately below the radar aerial.

Selection of the transmitter-receiver to be used, adjustment of S.T.C. etc. is done from the control panel on the display unit. The frequency can be chosen in the band 8900—9200 Mc/s by tuning of the variable frequency magnetron and of the klystron. This is necessary to eliminate radar interference between the various stations of the system. Interference with shipborne radar will not occur because the frequencies of the system are outside the band 9320—9500 Mc/s allocated to shipborne navigational radar. Automatic frequency control of the receiver as well as manual control (from display control panel) is provided.

Technical specification:

Transmitter:

Frequency band	8900—9200 Mc/s
Pulse peakpower	> 10 kW
Pulse repetition frequency	2777 pulses per second (crystal controlled)
Pulse duration	0.1 microsecond

Receiver:

Intermediate frequency	30 Mc/s
------------------------	---------

special measuring facilities are available as follows. Three electronic "leading lines" can be depicted by pressing a switch, provided for each indicator. They are shown on preset positions, separately adjustable for both ranges. Apart from this, automatic switching in of these lines, once every 20 seconds, is possible at will. Further one electronic cursor per screen, operated by a footswitch is available,

On this cursor an electronic rangemarker is provided, governed manually by a knob with vernier scale. The bearing of this

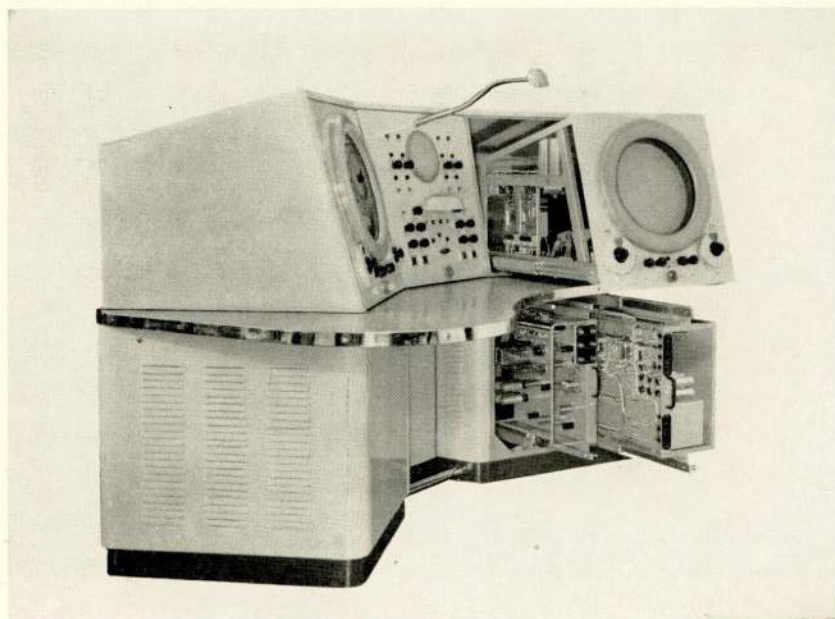


Photo PTI

Fig. 9

Display unit. The right hand part of the equipment is opened for inspection purposes, showing the accessibility of all chassis.

line is adjusted by another knob with vernier scale. Very accurate readings are secured in this way. It may be of interest to mention that for testing purposes more than 300 simultaneous measurements with this electronic cursor and a theodolite were taken at the Hook of Holland station on moving ships at sea. The mean error of these 344 measurements could be calculated as 0.28° . The repeatability of these measurements, is very high, as can be seen from the result of 100 measurements on a fixed object (a beacon in the river, Green No. 4).

Calculation showed that the standard deviation was in this case 5 minutes of arc only. All chassis and subunits are mounted on runners, ensuring easy and adequate accessibility for maintenance purposes (fig. 9).

Technical specification:

Screen diameter	38 cm
Ranges:	
for the river stations:	2 ranges, adjustable between 2000—5000 m radius
for Hook of Holland station:	
1st indicator, 1st screen	5000-7500 m and 2000-5000 m
1st " , 2nd "	2000-5000 m and 2000-5000 m
2nd " , 1st "	5000-7500 m and 2000-5000 m
2nd " , 2nd "	5000-7500 m and 12000-16000 m
Offcentering	max. $\frac{2}{3}$ radius
Number of leading lines per range	3
Number of electronic cursors per range	1
Minimum range	50 m
Measuring accuracy:	
in distance	20 m + 0.5% of the distance measured
in bearing	< 0.5°
Calibration circles	available per 500 or 2000 m

On the leading lines markers are provided by negative brilliancy modulation for every 100 meters. When changing range all preset off-centre positions of picture, leading lines and electronic cursor are switched automatically at the same time.

For each screen the following adjustments can be made:

electronic cursor	on/off footswitch range and bearing brilliancy line brilliancy range marker
leading lines	on/off or automatically
range	
focus	
brilliancy	
HT	on/off
gain	

Preset potentiometers etc. can be reached behind a hinged panel for adjustment of all off centre positions, brilliancy of leading lines, direction of the leading lines etc.

On the central control panel of each indicator, between the two screens, is the top part reserved for the remote control of the VHF equipment, to be discussed later in this article. The bottom part houses the other controls for the radar equipment as:

off-stand by-on switch for the complete equipment with signal-lamps;

Selection Transmitter I - Transmitter II, AFC/manual tuning, and manual tuning;

For each screen: STC level

STC slope

Calibration circles

Brilliancy calibration circles.

Operating table illumination, controlled by a 6 position dimmer is provided. A number of 5 hour meters are built in. Two of these show the number of hours for each magnetron, two the number of HT-hours of the indicators, the fifth one showing the number of hours the equipment was switched at stand by.

The total power consumption of one indicator, comprising 2 displays is about 1 kW, the supply voltage being 220 V, single phase AC.

3.4.1. The waveguide dryer is a separate unit, providing dry and warm air in the waveguide system of the equipment. It is electrically driven and consumes about 0.9 kW, single phase 220 V AC.

4. The communication equipment

The communication equipment is a vital component of this harbour radar system. Much attention has been paid to the design of a flexible, reliable and efficient communications system which determines to a great extent the operational value of the system as a whole.

The primary task of the VHF communication equipment is to provide continuous communication between the shore-based radar stations and the ships being piloted along the New Waterway. To prevent saturation and interference a separate

frequency channel is available for each station, the Hook of Holland station disposing of two channels, one for the river area, the other for communication with ships at sea off Hook of Holland. This makes a total of 8 channels for this application only.

It is believed that once the system has been in operation for some time, the need will be felt to have more channels available for harbour, docking, communication with the pilot-vessels, and so on. Therefore the VHF equipment is designed for 12 channels. For communication between the ferries and the shore-based radar stations concerned separate frequency channels are available.

4.1. *The fixed VHF transmitter-receivers.*

On shore duplicated VHF transmitter-receivers are installed with an output of max. 8 Watts. Frequency modulation is used. Separate transmitting and receiving aerials of the ground plane type are used for duplex working. The stand by equipment has its own aerials to obtain a maximum of reliability of service, eliminating the use of coaxial relays. These transmitters and receivers, shown in Fig. 10, are mounted in standard 19" racks. They are remotely controlled from the radar operator's position. The controls are located on the top part of the central control panel of each indicator, where also the microphone and loudspeakers are situated. If preferred a hand microtelephone can be used by plugging in such a handset, silencing the loudspeaker at the same time. The portable equipment is a double frequency simplex type because full duplex facilities would result in too complicated an equipment in view of the maximum allowable weight for these sets. However semiduplex operation is possible, eliminating all switching at the shore station. Apart from this any ship in the communication system can "break in" immediately in case such a procedure is wanted. When communication is being received at the fixed station a signal lamp lights up on the control panel, attracting the attention of the operator in case he has switched over to the handset and the loudspeaker is silenced. A squelch relay for the production of an acoustical signal if a message is being received is installed. The equipment can be switched to one of three preset crystal controlled frequencies within the band 156—174 Mc/s.

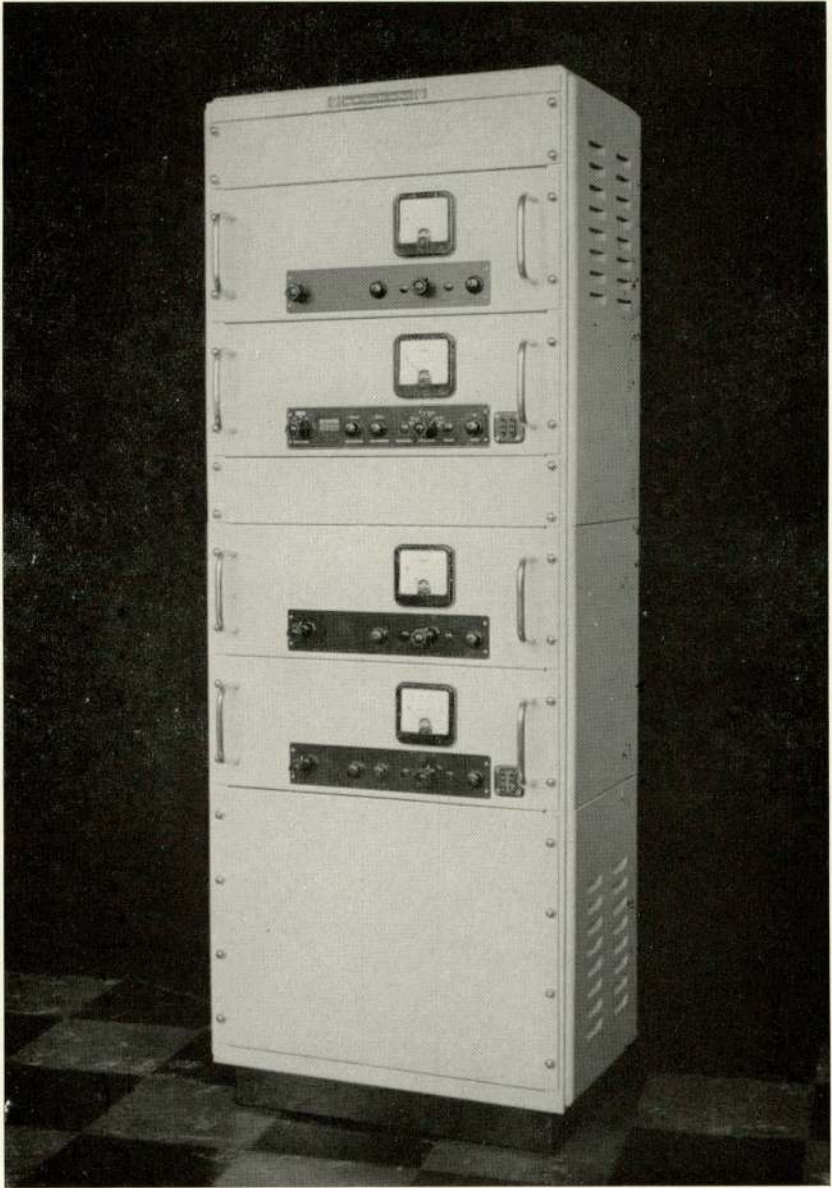


Photo Van der Heem

Fig. 10

VHF transmitter-receiver as used at the shore-based radarstations.

*Technical specification of the fixed VHF equipment:***Transmitter:**

Frequency 156—174 Mc/s. Within this band up to three crystal controlled frequencies can be selected.

Output power Maximum 8 Watts. Power reduction to 0.5 Watt possible.

Modulation Frequency modulation, sweep ± 15 kc/s max.

Frequency stability Over the temperature range of -10 to $+45$ °C and for supply voltage variations of $\pm 10\%$ the carrier frequency is stable to ± 3 kc/s.

Harmonic and spurious frequencies The radiated power of harmonic frequencies is at least 60 dB, that of spurious frequencies at least 80 dB below the power level of the carrier frequency.

Distortion For a frequency deviation of 12.5 kc/s and a modulation frequency of 1 kc/s the distortion is less than 10%, while the limiter is adjusted such that for an input signal of twice the value needed for 12 kc/s the deviation is ≤ 18 kc/s.

A low pass filter with a cut-off frequency of about 2700 c/s is provided.

Audio freq. input To attain maximum frequency deviation a voltage of 100 mV is needed at the modulator for 1 kc/s across 600 Ohms.

Noise and hum level At least 40 dB below a modulation with 1 kc/s and a frequency sweep of 10 kc/s.

Receiver:

Frequency 156—174 Mc/s. Within this band up to three crystal controlled frequencies can be selected.

Sensitivity For a frequency sweep of 10 kc/s and a modulation frequency of 1 kc/s the sensitivity is better than 1 microVolt for a signal to noise ratio of 12 dB.

	The audio power delivered to the loud-speaker is under these conditions min. 500 mW.
Squelch	Open for input signal of 1 microVolt, the threshold being adjustable between 1 and 5 microVolts.
Selectivity	The selectivity is such that the attenuation of a signal 60 kc/s from the nominal frequency is at least 100 dB.
Image and spurious frequencies	Response at image and spurious frequencies is suppressed at least 85 dB.
Frequency stability	For supply voltage variations of $\pm 10\%$ and temperature variations from -10°C to $+45^{\circ}\text{C}$ the intermediate frequency does not vary more than ± 3 kc/s. The frequency variation of the receiver oscillator is under these circumstances smaller than ± 3 kc/s.
Oscillator radiation	A maximum of 1 mV may be produced by the receiver oscillator across 50 Ohms at the aerial terminals.
Audio-frequency output power	For a high frequency signal of 1 mV, modulation 1 kc/s, deviation 10 kc/s, more than 0.5 Watt audio power is produced at the loudspeaker terminals, the distortion being smaller than 8% . Under these circumstances the hum and noise-level is 40 dB lower.

4.2. *The mobile VHF transmitter-receivers*

These portable sets are taken on board the ships for communication with the fixed installations discussed in 4.1.

A portable set, complete with aerial, aerial cable and hand-set is shown in fig. 11. Both transmitter and receiver are crystal controlled, the frequency difference between transmitter and receiver being 4.5 Mc/s. The aerial, a vertical dipole fed by coaxial cable, is demountable in three parts to comply with

the available storage space in the canvas cover which protects the set during transport. The parts of the aerial are constructed in such a way that they cannot be separated completely to prevent one of them getting astray. These portable sets are watertight for use in the open on board of ships under all weather conditions. The setting up of the portable set on board ship is very simple, an unobstructed position for the aerial

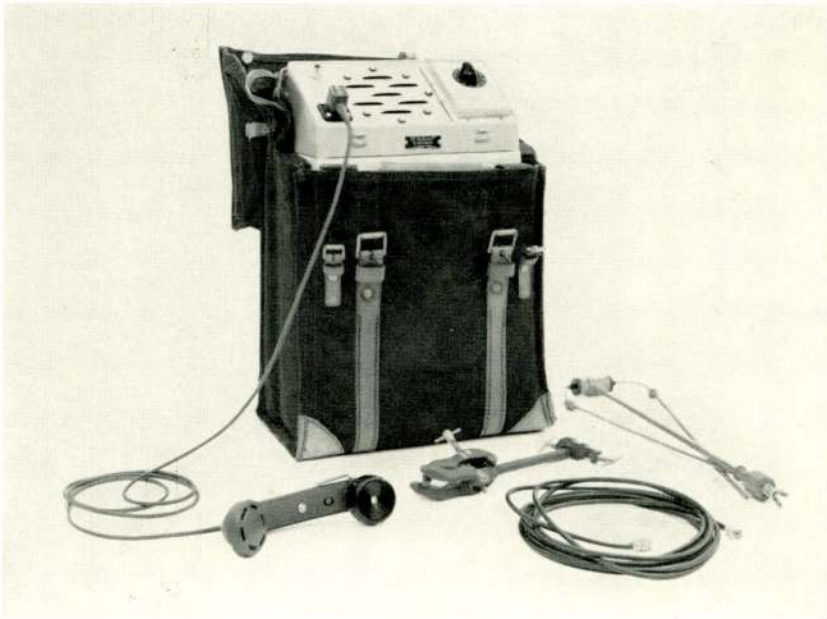


Photo Van der Heem

Fig. 11

A portable VHF set as used by the pilots. The loudspeaker is mounted behind the louvres in the inclined top panel. The channel selector switch is shown at the right hand top of this panel. On the foreground handset with transmit-receive switch, aerial, mounting bracket and aerial coaxial cable.

being the only requirement to be looked after specially. The number of controls is reduced to the bare minimum: the set is switched on as soon as the microphone is plugged in, the only adjustment remaining to be made being the selection of the required channel by the frequency selector switch. The send-receive switch is built in the microphone, which is connected with the set by a long cord allowing a comparatively free moving of the pilot on the ship's bridge.

Technical description of the portable VHF sets:

Transmitter:

- Power output** The radiated power is ca. 0.3 Watt, the power level of harmonic or spurious frequencies being 60 dB lower in the band 156—174 Mc/s, and at least 40 dB lower outside that frequency band.
- Frequency stability** For supply voltage variations of $\pm 10\%$ and temperature variations from -10°C to $+45^{\circ}\text{C}$ the frequency deviation is smaller than $\pm 2 \times 10^{-5}$ in respect to the nominal frequency at 20°C and the nominal supply voltage.
- Modulation** Phase modulation is used. The deviation is limited to ca. 15 kc/s by an audio-frequency compression circuit for a modulation frequency of 1 kc/s. A correction network in cooperation with this compression circuit produces the required frequency characteristic. The noise and vibrator interference level is at least 40 dB down for modulation with 1 kc/s and a frequency deviation of 10 kc/s.
- Power consumption** While transmitting the 6 Volt built in accumulator delivers 2.2 Amp.

Receiver:

- Sensitivity** The sensitivity of the receiver is about 1.5 microvolt, measured for a signal to noise ratio of 12 dB, the modulation frequency being 1 kc/s and the frequency deviation 10 kc/.
- Image and spurious frequencies** A double superheterodyne circuit is used to achieve the required suppression of image- and spurious frequencies; this suppression is 60 dB for a signal to noise ratio of 12 dB with a modulation frequency of 1 kc/s and a frequency deviation of 10 kc/s.

- Selectivity** The selectivity is such that the attenuation of a signal 60 kc/s from the nominal frequency is at least 60 dB.
- Frequency stability** For supply voltage variations of $\pm 10\%$ and temperature variations from -10°C to $+45^\circ\text{C}$ the intermediate frequency does not vary more than ± 3 kc/s in respect to the nominal frequency at 20°C and the nominal supply voltage. Under these circumstances the receiver oscillator frequency does not vary more than $\pm 2 \times 10^{-5}$ of the nominal frequency.
- Oscillator radiation** The power delivered by the heterodyne oscillator to the aerial circuit is max. 0.013 microwatt.
- Audio frequency output power** For a high frequency signal of 1 mV, modulation 1 kc/s, deviation 10 kc/s, 150 mW audio power is produced at the loudspeaker terminals, the distortion being smaller than 10% . Under these circumstances the vibrator hum and noise level is at least 40 dB lower. The audio frequency characteristic is matched to the characteristic of the transmitter.
- Squelch** A special circuit provides 20 dB suppression of audio frequency output in the absence of a high frequency signal. A small amount of noise, that remains audible, indicates that the set is in working order.
- Power consumption** While receiving the built in 6 V accumulator delivers about 1.5 Amp.

General remarks:

- Frequency** A number of 12 frequency channels is available, to be selected by a selector switch. Channel separation 60 kc/s. The 12 channels to be chosen in a band max. 1 Mc/s wide between 156 and 174 Mc/s.

	The difference in frequency between each pair of transmitting and receiving frequencies is 4.5 Mc/s.
Dimensions	310 × 160 × 450 mm.
Weight	The weight of the portable set, complete with accumulator, is 14.3 kg. The weight of the shock absorbing canvas cover is 3.3 kg.
Power supply	The power supply is built in the equipment. The space for the non spillable accumulator and the vibrator unit in the bottom part of the set, is entirely separated from the other parts of the equipment. The capacity of the accumulator is 14 Amp. hours, which is sufficient for 8 hours operation if 20% of this time is used for transmission. An asynchronous vibrator with metal rectifier is used in the HT circuit, the expected life of such a combination being many times that of a synchronous vibrator.

5. Operational aspects.

The main object of this shore-based radarsystem, the technical details of which are discussed to some extent in the preceding paragraphs, is the promotion of the safety of navigation, the continuity of the shipping traffic and the reduction of delay under conditions of restricted visibility. To achieve this aim two conditions have to be fulfilled, viz. the use of radar and communication equipment of the proper design and the availability of personnel able to cope with the responsible task of operating the system. It goes without saying that an efficient organization for the maintenance and service of the electronic equipment and for the maintenance and charging of the accumulators, used in the portable VHF sets, is essential. Such an organization has been created, experienced and capable technicians being available on a round the clock basis.

The system having been inaugurated only a month ago, operational experience has up till now only been gained during the working up period, which may last for a few months more.

Still it can be stated at the moment that both the above mentioned requirements have been met in this system, as was shown clearly during a recent period of foggy weather. But it is at the moment at too early a stage to give a definite answer to questions like the maximum number of ships that can be handled conveniently and safely by one operator at the same time. This number will vary according to nautical circumstances but a number of five seems attainable. A scheme for some sort of traffic regulation is still under discussion, its realization being regarded as possible and probable. It is on no account the in-



Photo PTI

Fig. 12

The Hook of Holland radar observation room under operational conditions. Each operator has two PPI's at his disposal. The right hand operator is taking a bearing on a ship at sea.

tention to interfere with the ship's navigation, which responsible task always has been carried out on board under the responsibility of the master, a situation that simply cannot be changed, even if one should like to do so. On the contrary, the object of this shore-based radarsystem is merely to provide to shipping that sort of additional information which under the prevailing meteorological conditions cannot be obtained with enough accuracy or perhaps cannot be obtained altogether. A very close cooperation and a good understanding between pilot and radaroperator is an unconditional requirement for a smoothly operating system.

Often the question has been put forward if a shore-based

radarsystem is economically justified. Up till recently no figures have been published of the additional costs, in the widest sense, imposed on shipping and ports by delay during periods of foggy weather. The only exception has been the estimation of these costs at the Radio Location Congress, Hamburg, October 1956, by the Hamburg Port Authority as DM 3.500.000,-, based upon the yearly average of fog hours for a ten year period. The increased safety of navigation and the relief of undue strain on pilots and navigating officers however, cannot be expressed in financial figures and are therefore not accounted for in this calculation. In view of the number of ships handled per year these figures would still be higher for the port of Rotterdam. But even if they were only equal to the amount of money mentioned the advantages for shipping in the widest sense of the word will certainly justify both investment and yearly running-costs.

The shore-based radarsystem for the New Waterway and the port of Rotterdam has at the moment not yet its equivalent in the world, although a number of systems of a comparable nature are in the course of realisation or under serious consideration with the authorities concerned, for which the system that is the subject of this article has set the example.

The fact that this system comes up to the expectations as was already proved during its first months of operation is the biggest reward which all those engaged in its planning, organization, research and production could imagine.

Theoretische beschouwingen betreffende de atmosferische verstrooiing van radiogolven

door H. Bremmer*)

Voordracht gehouden voor het Nederlands Radiogenootschap
op 15 november 1956

Summary

Theories of scatter propagation are dealt with. The importance of the Fourier spectrum connected with the spatial distribution of the local deviations of the dielectric constant is discussed in particular. The influence of the assumed spatial auto-correlation function of these deviations is also put forward. Various consequences of the theory, such as fading and coherence properties, are briefly mentioned.

1. Inleiding. Theorieën ter verklaring van de velden van microgolven ver achter de horizon.

Talrijke waarnemingen tonen aan, dat het veld van microgolven (waaronder we die golven verstaan die zich voortplanten onafhankelijk van de ionosfeer, d.w.z. golflengte korter dan ongeveer 10 m) ver achter de zenderhorizon systematisch groter is dan de buigingstheorie doet verwachten. Dit is zelfs het geval wanneer men de normale refractie in de lagere atmosfeer (de troposfeer) in rekening brengt, hetgeen gewoonlijk geschiedt door in de theorie voor een homogene atmosfeer de werkelijke aardstraal a te vervangen door een effectieve aardstraal $a_{eff} = (4/3)a$. Het blijkt daarbij, dat niet alleen het horizonpunt van de zender naar een verder afgelegen punt verplaatst wordt, doch ook dat de ongeveer exponentiële afname van het veld voorbij dit punt geringer wordt dan zonder refractie het geval zou zijn. Dit alles is echter onvoldoende om de grootte-orde van de op grote afstand waargenomen velden te verklaren. We laten hierbij slechts lokaal of tijdelijk voorkomende veldvergrotingen buiten beschouwing; deze laatste treden in het bijzonder op als gevolg van de aanwezigheid van temperatuur-inversies, van meteorologische frontvlakken en van zgn. „ducts”

*) Natuurkundig Laboratorium N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken.

(onder „ducts” verstaat men lagen waarin de brekingsindex n met toenemende hoogte sterker afneemt dan omgekeerd evenredig aan de afstand tot het middelpunt van de aarde).

Sinds 1949 zijn in hoofdzaak de beide volgende opvattingen uitgewerkt ter verklaring van de genoemde onverwacht grote velden.

(a) De velden worden veroorzaakt door *verstrooiing* aan onregelmatigheden in de troposfeer, die zich electrisch kenmerken door locale afwijkingen van de brekingsindex n . Er bestaat dus een analogie met het ontstaan van het diffuse daglicht door *verstrooiing* van het zonlicht (verklaring van het hemelsblauw door *Rayleigh*). De afmetingen van de afzonderlijke volume elementen die de *verstrooiing* veroorzaken is echter in beide gevallen geheel verschillend. In het optische geval heeft men te maken met elementen klein ten opzichte van de golflengte van het licht (plaatselijke concentraties van moleculen), in het radio geval met luchtbellens waarvan de gemiddelde afmeting (de zgn. *turbulentieschaal* l) van de orde van 100 m is in de troposfeer en van 500 m in de ionosfeer.

Deze grootte-orde van de *turbulentieschaal* volgt enerzijds uit een interpretatie van de veldwaarnemingen met behulp van de theorie, anderzijds voor de troposfeer ook uit directe metingen (zie hieronder). Een uitvoerige theorie gebaseerd op het *verstrooiingsmechanisme* werd het eerst gegeven door Booker en Gordon [1], hoewel reeds in 1932 door Eckersley [2] op andere wijze de gevolgen van *verstrooiing* in de ionosfeer onderzocht werden. Hoewel de theorie van Booker en Gordon later aangevuld en verbeterd werd, is de daarbij toegepaste wiskundige methodiek niet wezenlijk veranderd. Ook heeft men zich bezig gehouden met de fysische redenen die leiden tot het ontstaan van luchtbellens („blobs”) van zeer bepaalde minimale afmetingen l . Men stelt zich daarbij voor, dat bellens van nog kleinere afmetingen wrijvingskrachten zouden impliceren, waarvoor gemiddeld niet voldoende energie geleverd kan worden door de zonne-straling overdag.

Directe bepalingen van de *turbulentieschaal* geschieden met behulp van trilholtens (zgn. „cavity resonators”). In de vooral door Birnbaum [3] ontwikkelde methodiek vergelijkt men bijv. de resonantiefrequenties van twee dergelijke trilholtens die gevuld zijn met luchtmonsters van twee naburige punten P_1 en P_2 . Het verschil in resonantiefrequentie is dan evenredig met $n(P_1) - n(P_2)$, terwijl men kan nagaan tot op welke onderlinge

afstand $P_1 P_2$ de twee brekingsindices in het algemeen nog correlatie vertonen. Men moet de waarnemingen op grote hoogten in vliegtuigen verrichten, voorzover men l wil kennen voor de gebieden die maatgevend zijn voor de troposferische voortplanting van microgolven over grote afstanden; het is namelijk gebleken, dat de turbulentschaal nabij de grond geringer is.

(b) De velden worden veroorzaakt door *partiële reflecties* tegen de horizontale lagen van verschillende brekingsindex waaruit de troposfeer is opgebouwd. In deze opvatting, in het bijzonder voorgestaan door Carrol [4], speelt slechts het gemiddelde gedrag van de brekingsindex een rol, waarbij deze beschouwd

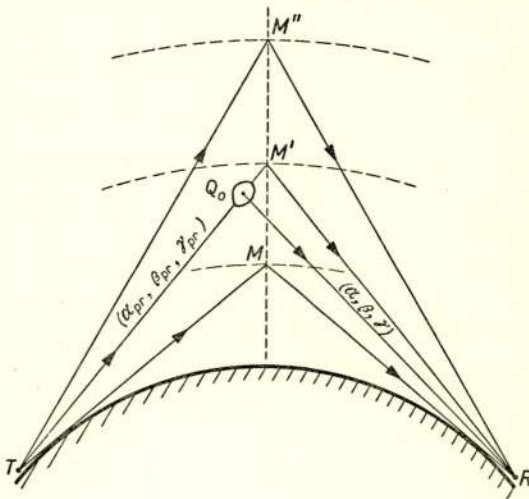


Fig. 1.

De geometrie van atmosferische verstrooiing.

kan worden als een functie $n(h)$ die slechts afhangt van de hoogte h boven het aardoppervlak. De gradient dn/dh is hier op iedere hoogte bepalend voor het reflectievermogen en men spreekt daarom ook wel van *gradientreflecties*. De werking hiervan kan men begrijpen door het continue verloop $n(h)$ vervangen te denken door een trapfunctie; iedere dunne horizontale laag waarbinnen n dan als constant beschouwd wordt, werkt in dit geval als een afzonderlijke reflector. De ontvanger in R kan aldus tot op grote afstanden van de zender in T bereikt worden door enkelvoudige reflecties in punten M, M', M'' , gelegen in het middelloodvlak van T en R (zie fig. 1).

De werking van de geringe reflecties aan de individuele bol-

schillen van ongeveer constante brekingsindex wordt verder in R gereduceerd door interferentie als gevolg van de verschillen in de weglengten TMR , TMR etc. Deze interferentie maakt de wiskundige berekening van het resulterende veld (oorspronkelijk uitgevoerd door Fein stein [5]) zeer moeilijk. In plaats daarvan baseren Carroll en medewerkers zich daarom op een directe behandeling van de golfvergelijking voor een gelaagd medium waarin de brekingsindex slechts een functie is van de verticale hoogte. Men bepaalt de afzonderlijke discrete trillingswijzen of „modes” (gekenmerkt door golf functies die het product zijn van een functie van de hoogte en van een functie van de horizontale afstand), die in een dergelijk medium mogelijk zijn en daarin door de zender aangeslagen worden. De aldus opgezette berekening vertoont veel overeenkomst met de theorie van golfpijpen (men heeft hier te maken met een soort golfpijp die enerzijds scherp begrensd wordt door het aardoppervlak, en anderzijds vaag door het hoogste niveau in de atmosfeer tot waar de golf functies van de verschillende „modes” nog merkbaar doordringen).

Bij zijn beschouwingen wijst Carroll op de invloed van de expliciete vorm van de functie $n(h)$. Hij becritiseert in het bijzonder het model dat leidt tot het bovengenoemde invoeren van $a_{eff} = (4/3) a$. Daarbij wordt gewoonlijk de zgn. „modified refractive index” M (een grootheid die de refractie tezamen met de aardkromming in rekening brengt) als een lineaire functie van h aangenomen. Dit houdt een negatief worden van de werkelijke brekingsindex n op grote hoogten in, waarbij men de gevolgen van de daardoor gemaakte fout moeilijk kan schatten. Om de berekeningen niet te gecompliceerd te maken, voert Carroll daarom een brekingsindex in die slechts lineair verandert tot op die hoogte waarop de vacuumwaarde $n = 1$ bereikt wordt; deze waarde blijft hogerop behouden. Op deze wijze voert hij weliswaar een discontinuïteit van dn/dh in, maar het directe effect daarvan blijkt zeer gering te zijn.

De volgens deze methode door Carroll verkregen eindresultaten kunnen de grootte-orde van de velden van microgolven op grote afstanden evengoed verklaren als de theorie van Booker en Gordon. Dit wijst er reeds op, dat in werkelijkheid zowel de door Booker en Gordon beschouwde turbulentieverschijnselen alsmede bijzondere profielen van de functie $n(h)$ gezamenlijk een rol kunnen spelen. In het algemeen zijn de experimentatoren voorstanders van de turbulentiethorieën, omdat deze zoveel ge-

makkelijker een summier inzicht in de fading-verschijnselen verschaffen. Bovendien wijzen directe waarnemingen, zoals de door Ryle en Hewish [6] beschreven fluctuaties over enkele boogminuten van de richting van aankomst van metergolven, op het bestaan van turbulentieverschijnselen. Toch schijnen bepaalde zeer recente waarnemingen te wijzen op een dominerende invloed van een gelaagdheid van de atmosfeer in de zin van Carroll's theorie. Men bedenke voorts, dat de twee opvattingen niet volkomen tegengesteld zijn: een anisotrope turbulentieschaal (waarbij l een functie is van de hoek tussen de verticaal en de richting P_1P_2 van de twee punten waarin men n vergelijkt) voert in het ene limietgeval tot Carroll's horizontale gelaagdheid, en in het andere limietgeval tot de isotrope turbulentie van Booker en Gordon. Slechts verder voortgezet experimenteel en theoretisch onderzoek zal hier mogelijk in de toekomst tot meer klaarheid kunnen leiden.

2. Het veld afkomstig van één enkele luchtbel

In dit artikel zullen wij ons verder bezighouden met de verstrooiingstheorie, ontwikkeld door de school van Booker en Gordon. De uitwerking daarvan omvat de navolgende drie stappen: a) de bepaling van het *momentele veld*, gevormd door *één enkele* coherent strooiende luchtbel (te behandelen in deze paragraaf); b) de bepaling van het statisch gemiddelde van de *energie* verstrooid door deze luchtbel (zie paragraaf 4); c) de incoherente optelling van de energiebijdragen van *alle* luchtbellens die tezamen het strooiende gedeelte van de atmosfeer opvullen (zie par. 5). Onze beschouwingen gelden zowel voor verstrooiing in de troposfeer als voor die in de ionosfeer. Evenwel zullen we de verstrooiende elementen gemakshalve steeds „luchtbellens” noemen, hoewel deze elementen in het geval van de ionosfeer door plaatselijke verdichtingen of verdunningen van de electronendichtheid (electronenwolken) gevormd worden.

De bovengenoemde eerste stap komt neer op een golf-theoretisch probleem zonder gebruik te maken van enige statistische beschouwing. Men bepaalt slechts het veld dat op een gegeven tijdstip ontstaat als gevolg van verstrooiing door één enkele luchtbel waarvan de lineaire afmetingen een grootte-orde hebben die gegeven is door de turbulentieschaal l . Fysisch is een dergelijke luchtbel gedefiniëerd als een gebied waarin de dielectriche constante $\varepsilon(x, y, z) = \varepsilon_0 + \delta\varepsilon(x, y, z)$ slecht weinig af-

wijkt van een gemiddelde waarde ε_0 en waarbij voor elk tweetal binnen dit gebied gelegen punten P_1 en P_2 geldt dat er over langere tijd merkbare correlatie bestaat tussen $\delta\varepsilon(P_1)$ en $\delta\varepsilon(P_2)$. Voorlopig behoeven we daarbij de functie $\delta\varepsilon(x, y, z)$ niet nader te specificeren; we stellen ons haar slechts als onafhankelijk van de tijd voor. Omdat we ons voorts de invallende golf als monochromatisch zullen voorstellen (draaggolf bepaald door een tijdsfactor $e^{-i\omega t}$), behoeft de laatste onderstelling slechts te betekenen dat de werkelijke veranderingen van $\delta\varepsilon$ met de tijd gedurende één cycle $2\pi/\omega$ gering zijn.

Het strooiveld dat door een zender in een dergelijke geïsoleerde luchtbel opgewekt wordt, kon afgeleid worden met behulp van de bekende methode van successieve benaderingen. Hierbij heeft men in de strenge golfvergelijking de met $\delta\varepsilon$ evenredige term op te vatten als een kleine storingsterm. Men verkrijgt dan opeenvolgende bijdragen met grootte-orde evenredig aan die van $\delta\varepsilon$, $(\delta\varepsilon)^2$, $(\delta\varepsilon)^3$, De n^{de} term wordt een $3n$ -voudige integraal, welks integrand het product $\delta\varepsilon(P_1) \delta\varepsilon(P_2) \dots \delta\varepsilon(P_n)$ van de locale afwijkingen $\delta\varepsilon$ in n verschillende, binnen de luchtbel gelegen, punten P_1, P_2, \dots, P_n bevat. Blijkbaar kan deze n -de term geïnterpreteerd worden als een bijdrage afkomstig van n achtereenvolgende verstrooiingen binnen de beschouwde luchtbel. Men beperkt zich echter vrijwel steeds tot de eerste term, die dus slechts de enkelvoudige verstrooiingen omvat; in quantummechanische en optische problemen staat deze benadering bekend als „Born approximatie”. Wanneer, zoals in ons geval, het bij de eerste-ordeterm behorende veld slechts een kleine fractie is van het invallende veld, mag men zonder meer verwachten dat de verstrooiingen van hogere orde slechts in uitzonderingsgevallen een rol spelen.

De uiteindelijke berekening van het strooiveld van de eerste orde wordt sterk vereenvoudigd wanneer we de strooiende luchtbel in Q_0 zover van de zender in T en de ontvanger in R wegdenken, dat zowel de invallende als de verstrooide golf (de laatste binnen een kleine ruimtehoek rondom de waarnemingsrichting Q_0R) als een vlakke golf beschouwd kunnen worden. De amplitude in R van het strooiveld van de eerste orde kan dan voorgesteld worden door:

$$E_{sc}(R) = \frac{k^2 \sin \chi}{4\pi} E_{pr}(Q_0) \frac{e^{ik Q_0 R}}{Q_0 R} \iiint d\xi d\eta d\zeta \delta\varepsilon(\varepsilon, \eta, \zeta) e^{-i(\omega_1^0 \xi + \omega_2^0 \eta + \omega_3^0 \zeta)}, \quad (1)$$

waarin over het volume van de luchtbel geïntegreerd moet worden en TQ_0 en Q_0R de afstanden van Q_0 tot T en R voorstellen (vergelijk fig. 1). Voorts is $k = 2\pi/\lambda$ het golfgetal, χ de hoek tussen de strooirichting Q_0R en het invallende elektrische veld van de grootte $E_{pr}(Q_0)$; de parameters $\omega_1^0, \omega_2^0, \omega_3^0$ hangen als volgt samen met de hoeken $\alpha_{pr}, \beta_{pr}, \gamma_{pr}$ en α, β, γ die de invalrichting TQ_0 en de strooirichting Q_0R respectievelijk maken met de assen van een of ander rechthoekig coördinatenstelsel x, y, z :

$$\begin{aligned}
 \omega_1^0 &= k(\cos \alpha - \cos \alpha_{pr}), & \omega_2^0 &= k(\cos \beta - \cos \beta_{pr}), \\
 \omega_3^0 &= k(\cos \gamma - \cos \gamma_{pr}).
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

3. Interpretatie van de uitdrukking (1) voor het strooiveld van de eerste orde.

De in (1) voorkomende integraal, die we verkort aanduiden als $F(\omega_1^0, \omega_2^0, \omega_3^0)$, staat in verband met de drie-dimensionale Fourier-analyse van de ruimtelijke verdeling $\delta\varepsilon(x, y, z)$ van de locale afwijkingen van de diëlectrische constante over de beschouwde luchtbel. Een toepassing van het omkeringstheorema voor Fourier-integralen leidt namelijk tot de volgende relatie:

$$\delta\varepsilon(x, y, z) = \frac{1}{8\pi^3} \iiint_{-\infty}^{\infty} d\omega_1 d\omega_2 d\omega_3 F(\omega_1, \omega_2, \omega_3) e^{i(\omega_1 x + \omega_2 y + \omega_3 z)} \tag{3}$$

De functie $F(\omega_1^0, \omega_2^0, \omega_3^0)$ bepaalt derhalve in welke mate $\delta\varepsilon(x, y, z)$ een bijdrage bevat waarvoor de van x, y en z afhankende factor evenredig is aan $\exp\{i(\omega_1 x + \omega_2 y + \omega_3 z)\}$, en wel voor gespecificeerde waarden $\omega_1^0, \omega_2^0, \omega_3^0$ van $\omega_1, \omega_2, \omega_3$. Een dergelijke bijdrage zou, indien zij alleen bestond, neerkomen op een verdeling van $\delta\varepsilon(x, y, z)$ die zich in de luchtbel periodiek herhaalt in een stelsel evenwijdige equidistante vlakken met vergelijkingen

$$\omega_1^0 x + \omega_2^0 y + \omega_3^0 z = n 2\pi \quad (n \text{ geheel}). \tag{4}$$

Wanneer men de afzonderlijke bijdragen tot $\delta\varepsilon(x, y, z)$ reëel wenst, zou men kunnen zeggen dat bij elk tripel $\omega_1^0, \omega_2^0, \omega_3^0$ een verdelingsfunctie behoort, welks van x, y, z afhankende gedeelte evenredig aan

$$\operatorname{Re} F \cos(\omega_1^0 x + \omega_2^0 y + \omega_3^0 z) - \operatorname{Im} F \sin(\omega_1^0 x + \omega_2^0 y + \omega_3^0 z)$$

is. In elk geval leren (1) en (2) dat het strooiveld in een ver

afgelegen punt R slechts bepaald wordt door de amplitude $F(\omega_1^0, \omega_2^0, \omega_3^0)$ van één zeer bepaalde component van het ruimtelijke Fourierspectrum (3). Wanneer men voor het speciale tripel $\omega_1^0, \omega_2^0, \omega_3^0$ de ligging van de vlakken (4) opmaakt, vindt men dat deze vlakken loodrecht staan op de bissectrice b van de hoek TQ_0R (zie fig. 2). De onderlinge afstand d van de vlakken blijkt in verband met (2) gegeven te zijn door:

$$d = \frac{2\pi}{\sqrt{\omega_1^2 + \omega_2^2 + \omega_3^2}} = \frac{\lambda}{2 \sin \frac{\vartheta}{2}} \quad (5)$$

waarin de zgn. *strooihoek* ϑ de hoek is tussen het verlengde van de invalsrichting TQ_0 en de strooirichting Q_0R .

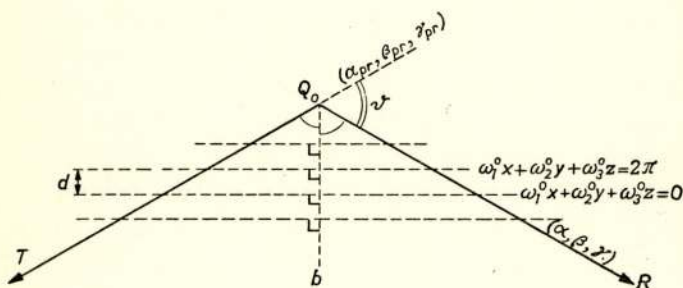


Fig. 2.

De verstrooiing door één Fourier-component van de ruimtelijke verdeling van $\delta \varepsilon$.

Het bovenstaande toont hoe een combinatie van waarnemingen in zeer veel richtingen in principe zoveel verschillende functie-waarden van $G(\omega_1, \omega_2, \omega_3)$ zou kunnen opleveren, dat men daarmee in staat zou zijn met behulp van (3) de verdelingsfunctie $\delta \varepsilon(x, y, z)$ volledig op te bouwen. Wanneer de waarnemingen zowel de amplitude als de fase van het veld zouden betreffen, en men bovendien ook nog bij verschillende frequenties zou meten, zou evenwel blijken, dat men de functie $G(\omega_1, \omega_2, \omega_3)$ dan slechts kan leren kennen voorzover geldt:

$$\omega_1^2 + \omega_2^2 + \omega_3^2 < (4\pi/\lambda)^2.$$

Deze beperking is van geen groot belang, omdat de door haar

uitgesloten tripels $\omega_1, \omega_2, \omega_3$ slechts detailstructuren van $\delta\varepsilon$ over afstanden korter dan een halve golflengte bepalen.

Op de samenhang van het strooiveld op grote afstand met de Fouriersynthese van de ruimtelijke verdeling van $\delta\varepsilon$ werd in het bijzonder gewezen door Megaw [7]. Een vergelijkbare situatie doet zich voor bij de verstrooiing van Röntgenstralen door kristallen. De verstrooiing wordt hier veroorzaakt door de in de atomen geconcentreerde verdeling van de materie. De regelmatige rangschikking der atomen in een éénkristal maakt dat deze verdeling aldaar beschouwd kan worden als een som van afzonderlijke verdelingen, die zich elk voor zich herhalen in equidistante „atoomvlakken” (de oriëntatie van deze wordt vastgelegd door de zgn. Millerse indices). De door de afzonderlijke stelsels atoomvlakken bepaalde bijdragen tot de resulterende materiedichtheid vormen echter, althans bij benadering, een discreet geheel in plaats van een continuum. Men kan daarom in dit geval volstaan met Fourierreeksen in plaats van Fourierintegralen. De overigens bestaande analogie maakt echter dat ook hier de relatie (5) geldt; deze is daarbij bekend als de „vergelijking van Bragg”.

De relatie (5) is zowel voor radiogolven als voor Röntgenstralen het gevolg van de interferentiewerking van verstrooiingen die plaats hebben aan een stelsel onderling evenwijdige vlakken. Het discrete karakter van deze stelsels voor een éénkristal heeft echter tot gevolg dat Röntgenverstrooiing slechts in zeer bepaalde richtingen waarneembaar is; in het radiogeval is daarentegen voor *iedere* oriëntatie van zender en ontvanger een bijpassende component uit het ruimtelijke Fourierspectrum van $\delta\varepsilon(x, y, z)$ aanwezig, die voor een merkbare intensiteit van het strooiveld kan zorgen. Een ander verschilpunt is, dat de verdelingsfunctie in het kristal niet met de tijd verandert (wanneer we althans afzien van de geringe warmtebeweging van de atomen), terwijl de $\delta\varepsilon$ -distributie fluctueert. Wanneer dit laatste voldoende langzaam geschiedt, zal het geen grote invloed hebben, zoals blijkt uit de berekeningen van Staras [8] en van Eckart [9], die beiden ook de tijdelijke veranderingen van $\delta\varepsilon$ in rekening brengen.

We willen tenslotte nog wijzen op een optische analogie waarin eveneens een op grote afstand waargenomen veldtoestand bepaald wordt door de ruimtelijke Fourieranalyse van een dit veld opwekkend verstrooiingsmechanisme. We denken ons namelijk een dun voorwerp loodrecht op de symmetrie-as (z -as)

van een optisch stelsel, terwijl het voorwerp beschenen wordt door coherent licht dat van links evenwijdig aan de as invalt. De lichtverdeling aan de achterzijde van het voorwerp (xy -vlak) wordt dan beschreven door een golf functie $u_0(x, y)$, die de structuur van het beschenen voorwerp weergeeft. Het is bekend dat dan de intensiteit van het op grote afstand in een bepaalde richting weggestuurde licht slechts afhangt van de (hier tweedimensionale) amplitude functie $G(\omega_1, \omega_2)$ van de Fourieranalyse van de functie $u_0(x, y)$. Door plaatsing van een lens achter het voorwerp neemt men deze verdeling (althans zijn modulus) rechtstreeks waar in het achterste brandvlak van de lens, omdat aldaar oorspronkelijk in één bepaalde richting evenwijdig aan elkaar uitgestuurde stralen in een enkel punt verenigd worden. De aan $G(\omega_1, \omega_2)$ evenredige lichtverdeling in het brandvlak vormt het door Abbe beschreven zgn. „primaire beeld”; in het radiogeval is dit te verkrijgen met dat patroon van veldsterkten dat men zou verkrijgen door in allerlei verschillende strooirichtingen (dus niet alleen op aarde) waar te nemen. Het in het optische geval gevormde normale beeld (dat voor een ideale lens beschreven wordt door een aan $u_0(x, y)$ gelijkvormige lichtverdeling in het beeldvlak) ontstaat door interferentie van de van het primaire beeld verder naar rechts voortgaande stralen.

4. Het statistisch gemiddelde van de energie verstrooid door één enkele luchtbel

De momentele waarde van het eerste-ordestrooiveld (1), dat afkomstig is van één enkele luchtbel, heeft geen directe praktische betekenis. Immers, de fluctuaties van $\delta\varepsilon$ zijn over langere tijd geheel willekeurig, zodat bijv. positieve en negatieve waarden van $\delta\varepsilon$ gemiddeld even vaak zullen voorkomen. De middelwaarde van de vectoramplitude E_{sc} is daarom nul, in tegenstelling tot die van de intensiteit $|E_{sc}|^2$. De middelwaarde van deze laatste grootte is in elk geval positief; zij is maatgevend voor de door de betreffende luchtbel verstrooide energie. Een uitdrukking voor $|E_{sc}|^2$ wordt verkregen door (1) te vermenigvuldigen met zijn toegevoegd complexe waarde. Dit leidt tot een 6-voudige integraal, welks integrand het product $\delta\varepsilon(P) \delta\varepsilon(P')$ van de fluctuaties van $\delta\varepsilon$ in twee verschillende, binnen de luchtbel gelegen, punten $P(\xi, \eta, \zeta)$ en $P'(\xi', \eta', \zeta')$ bevat. Men zal daarom een uitdrukking voor de statistische middelwaarde $\langle |E_{sc}|^2 \rangle$ van $|E_{sc}|^2$ kunnen afleiden wanneer het functioneel verloop van

de andere middelwaarde $\langle \delta\varepsilon(P) \delta\varepsilon(P') \rangle$ van het product $\delta\varepsilon(P) \delta\varepsilon(P')$ gegeven wordt. In navolging van Booker en Gordon onderstelt men gewoonlijk dat deze laatste middelwaarde slechts een functie is van de onderlinge afstand PP' van de beide punten P en P' . De expliciete afhankelijkheid van deze afstand wordt zeer eenvoudig wanneer men stelt:

$$\frac{\langle \delta\varepsilon(P) \delta\varepsilon(P') \rangle}{\langle \{\delta\varepsilon(P)\}^2 \rangle} = e^{-\frac{PP'}{l}}. \quad (6)$$

Het linker lid van (6) is de ruimtelijke auto-correlatiefunctie van $\delta\varepsilon$, die hier aldus genormeerd is dat zij 1 bedraagt voor P' samenvallend met P . Het monotoon afnemen van de auto-correlatiefunctie voor toenemende afstand PP' beantwoordt aan het geleidelijk verdwijnen van de correlatie van $\delta\varepsilon(P)$ en $\delta\varepsilon(P')$ voor grote afstanden PP' . De correlatie is volgens (6) duidelijk waarneembaar tot op afstanden PP' van de orde van de parameter l , die daarom met de in het begin genoemde turbulentschaal vereenzelvigd kan worden. De eenvoudige functie (6) voor de auto-correlatiefunctie werd door Booker en Gordon slechts gekozen om de wiskundige berekeningen zo eenvoudig mogelijk te maken. Latere schrijvers hebben andere vormen voor deze functie aangenomen in overeenstemming met bepaalde fysische turbulentiethorieën, of hebben deze functie aangepast aan de waarnemingen van resultaten die er uit volgen (veldsterktemetingen).

We merken nog op dat het invoeren van de auto-correlatiefunctie voor $\delta\varepsilon$ niet zonder meer vereist wordt ter wille van de statistische beschouwingen. Men kan deze ook direct toepassen op de functie $G(\omega_1, \omega_2, \omega_3)$ in (1) door een aanname te maken omtrent het functionele verloop van de middelwaarde $\langle |F(\omega_1, \omega_2, \omega_3)|^2 \rangle$. Bij isotrope turbulentie zal deze laatste grootheid slechts een functie $\langle |F(\omega)|^2 \rangle$ van $\omega = (\omega_1^2 + \omega_2^2 + \omega_3^2)^{1/2}$ zijn, evenals de auto-correlatiefunctie $C(\varrho)$ voor $\delta\varepsilon$ daar slechts afhangt van de afstand $PP' = \varrho$ tussen de punten P en P' waarin men de fluctuaties met elkaar vergelijkt. Overigens hangen beide functies eenduidig met elkaar samen volgens de relatie:

$$\langle |F(\omega)|^2 \rangle = 4\pi \langle (\delta\varepsilon)^2 \rangle \delta V \int_0^\infty \varrho C(\varrho) \frac{\sin(\varrho\omega)}{\omega} d\varrho. \quad (7)$$

Hierin stelt $\delta V \sim l^3$ het volume voor van de beschouwde cohe-

rent strooiende luchtbel. In het bijzonder vindt men aldus dat het Booker-Gordonse model (6) gelijkwaardig is met de aanname:

$$\langle |F(\omega)|^2 \rangle = 8\pi \langle (\delta\epsilon)^2 \rangle (\delta V)^2 \frac{1}{(1 + l^2 \omega^2)^2};$$

Deze relatie drukt onder meer uit dat in het ruimtelijke Fourspectrum van $\delta\epsilon$ periodiciteitsafstanden $d=2\pi/\omega$ (zie (5)) waarvoor $d < 2\pi l$ slechts een geringe waarschijnlijkheid hebben.

We keren terug tot de meest algemene isotrope turbulentie-toestand, die statistisch beschreven wordt door de functie $\langle |F(\omega)|^2 \rangle$, of door de daarmee volgens (7) gelijkwaardige auto-correlatiefunctie $C(\varrho)$ voor $\delta\epsilon$. Men vindt dan, met behulp van de aan $\langle |E_{sc}(R)|^2 \rangle$ evenredige amplitude van de energiestroom (over-één-periode-gemiddelde Poyntingvector), de volgende uitdrukkingen voor de energie die gemiddeld in de richting $Q_0 R$ per eenheid van ruimtehoek verstrooid wordt:

$$\begin{aligned} P_\omega &= \frac{c}{8\pi} Q_0 R^2 \langle |E_{sc}(R)|^2 \rangle = \\ &= \frac{c \sin^2 \chi}{128 \pi^3} k^4 |E_{pr}(Q_0)|^2 \langle |F(2k \sin \frac{\vartheta}{2})|^2 \rangle = \\ &= \frac{c \sin^2 \chi}{64 \pi^2} \frac{k^3}{\sin \frac{\vartheta}{2}} \langle (\delta\epsilon)^2 \rangle |E_{pr}(Q_0)|^2 \delta V \times \\ &\quad \times \int_0^\infty \varrho C(\varrho) \sin(2k\varrho \sin \frac{\vartheta}{2}) d\varrho \end{aligned} \quad (8)$$

5. De incoherente optelling van de energiebijdragen afkomstig van de afzonderlijke luchtbellén. Verstrooiingscoëfficiënt.

Het totale eerste-orde strooiveld wordt in principe verkregen door een vectoriële optelling van de veldbijdragen afkomstig van de afzonderlijke luchtbellén. Deze laatste dienen echter slechts in aanmerking te worden genomen voorzover zij binnen het overlappende gebied van de werkzame gedeelten van de stralingsdiagrammen van zender en ontvanger gelegen zijn. In fig. 3 zijn deze de voortplanting door strooiing bewerkende luchtbellén schematisch door ringetjes aangegeven, zowel voor verstrooiing door de troposfeer (in de ruimte V_T) als door de ionosfeer (in de ruimte V_I). De hier als scherp begrensde ver-

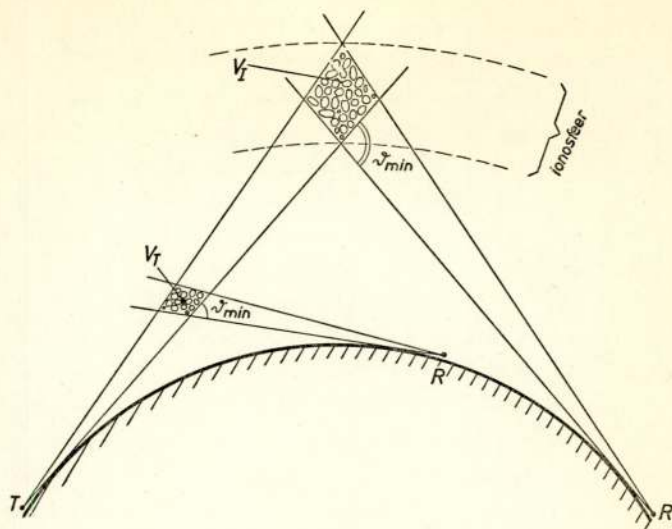


Fig. 3.

De verstrooiende volumina in de troposfeer en in de ionosfeer.

onderstelde stralingsdiagrammen zijn vanzelfsprekend geïdealiseerd. De atmosferische ruimte buiten V_T of V_I zou slechts door verstrooiingen van hogere orde werkzaam kunnen zijn.

Bij de bovengenoemde vectoriële optelling wordt, als gevolg van onze statistische beschouwingen voor de bijdrage van iedere luchtbel afzonderlijk, slechts de middelwaarde $\langle |E_{sc}(R)|^2 \rangle$ vastgelegd. Daarbij kunnen de onderlinge faseverschillen van deze afzonderlijke bijdragen als geheel willekeurig beschouwd worden. Dit brengt bijv. tot uitdrukking, dat een zuivere optelling van twee gelijk gerichte vectoriële bijdragen even zeldzaam voorkomt als een zuivere aftrekking van twee tegengesteld gerichte bijdragen. Het is bekend dat onder dergelijke omstandigheden de statistische verdeling van de amplitude $E_{tot}(R)$ van het resulterende veld een zgn. „Rayleighverdeling” is. Dit betekent, dat de waarschijnlijkheid voor een tussen E_{tot} en $E_{tot} + dE_{tot}$ gelegen amplitude gegeven wordt door:

$$\frac{2}{\langle E_{tot}^2 \rangle} E_{tot} e^{-E_{tot}^2 / \langle E_{tot}^2 \rangle} dE_{tot},$$

waarin $\{\langle E_{tot}^2 \rangle\}^{1/2}$ de kwadratische middelwaarde van E_{tot} is. Deze laatste middelwaarde wordt op zijn beurt gevonden door de overeenkomstige middelwaarden $\langle |E_{sc}(R)|^2 \rangle$ voor de afzonderlijke luchtbelllen bij elkaar op te tellen.

De hier bedoelde incoherente optelling kan overeenkomstig (8) vervangen worden door een integratie over het totale verstrooiende volume V_T of V_I . Voor slechts kleine verstrooiende volumina (die in het bijzonder bij propagatie over grote afstanden optreden) kunnen de in (8) voorkomende parameters zoals $\langle (\delta\varepsilon)^2 \rangle$, ϑ , $|E_{pr}(Q_0)|$ binnen het betreffende volume bij benadering als constant beschouwd worden. Het blijkt dan dat de totale, per eenheid van ruimtehoek verstrooide energie (dit is de integraal over $P\omega$) niet alleen evenredig is met de grootte V_T of V_I van het totale verstrooiende volume, maar ook met de dichtheid $(c/8\pi) |E_{pr}(Q_0)|^2$ van de invallende energie. Men wordt daardoor geleid tot het invoeren van een „verstrooiingscoëfficiënt” („scattering coëfficiënt”) die gedefinieerd wordt als de hoeveelheid energie die in een bepaalde richting verstrooid wordt per eenheid van ruimtehoek \times eenheid van verstrooiend volume \times eenheid van dichtheid van invallende energie. De relatie (8) impliceert de volgende uitdrukkingen voor de aldus vastgelegde verstrooiingscoëfficiënt σ :

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{k^4 \sin^2 \chi}{16 \pi^2} \frac{\langle |F(2k \sin \frac{\vartheta}{2})|^2 \rangle}{\delta V} = \\ &= \frac{k^3 \sin^2 \chi \langle (\delta\varepsilon)^2 \rangle}{8 \pi \sin \vartheta/2} \int_0^\infty \varrho C(\varrho) \sin\left(2k\varrho \sin \frac{\vartheta}{2}\right) d\varrho. \end{aligned} \quad (9)$$

6. Numerieke beschouwingen betreffende de verstrooiingscoëfficiënt. Verschillen tussen troposferische en ionosferische verstrooiing.

Iedere keuze van de isotrope auto-correlatiefunctie $C(\varrho)$ voor de fluctuaties $\delta\varepsilon$ leidt vanzelf tot een uitkomst voor de verstrooiingscoëfficiënt σ . In elk geval zal de afhankelijkheid van de strooihoek ϑ , de golflengte λ , en de turbulentieschaal l zodanig zijn, dat de beide volgende limietgevallen omvat worden:

a) $l \ll \lambda$. Hieronder valt Rayleigh's beschouwing van het hemelsblauw. Het strooiingsprobleem kan hier streng doorge-rekend worden, wanneer men zich de verstrooiende elementen denkt als bolletjes met een straal $l \ll \lambda$. Men verkrijgt dan een verstrooiingscoëfficiënt die zeer weinig van de richting, doch sterk van de frequentie afhangt. Men zal verwachten,

dat de bekende evenredigheid aan λ^{-4} ook nog geldt voor niet-bolvormige kleine verstrooiers;

b) $l \gg \lambda$. Dit geval doet zich, in verband met de grootteorde van l (100 m voor de troposfeer, 500 m voor de ionosfeer) bij microgolven voor. De opwekking van strooi golven door één enkele luchtbel met een lineaire afmeting $l \gg \lambda$ is enigszins vergelijkbaar met de uitstraling vanaf een microgolfantenne met een effectief oppervlak van de orde van l^2 . Het is bekend, dat de straling van een dergelijke antenne vrijwel beperkt is tot de ruimte binnen een kegel met een openingshoek van de orde λ/l . Daarom verwachten we hier een sterke richtingsafhankelijkheid, doch binnen de beschouwde kegel slechts een geringe frequentieafhankelijkheid.

Het hier gepostuleerde algemene gedrag wordt geheel bevestigd wanneer men (9) uitwerkt volgens de hypothese (6) van Booker en Gordon; deze komt neer op de aanname $C(\varrho) = e^{-\varrho/l}$. Men vindt dan namelijk:

$$\sigma_{B.G.} = \frac{(2\pi l)^3 \sin^2 \chi \langle (\delta\varepsilon)^2 \rangle}{\lambda^4 \left\{ 1 + \left(\frac{4\pi l \sin \vartheta/2}{\lambda} \right)^2 \right\}^2}, \quad (10)$$

welke uitdrukking inderdaad evenredig wordt aan λ^{-4} voor $l \ll \lambda$, terwijl voor $l \gg \lambda$ het interval $\vartheta < \lambda/l$ de grootste waarden oplevert. In dit laatste interval, dat voor de atmosferische verstrooiing van microgolven het belangrijkste is, kan men verder de volgende benadering gebruiken:

$$\sigma_{B.G.} \sim \frac{\sin^2 \chi \langle (\delta\varepsilon)^2 \rangle}{32\pi l \sin^4 \vartheta/2}, \quad (11)$$

die dus onafhankelijk van de frequentie wordt.

Bij deze beschouwingen moet men in het geval van verstrooiing in de ionosfeer bedenken, dat dit medium dispersief is. Overeenkomstig de daar bij verwaarlozing van het aardmagnetveld geldende relatie:

$$\varepsilon = 1 - \frac{e^2}{\pi c^2 m} N \lambda^2 \quad (12)$$

(N = electronendichtheid), wordt $\delta\varepsilon$ evenredig aan $\lambda^2 \delta N$ en dus $\langle (\delta\varepsilon)^2 \rangle$ onder meer evenredig aan λ^4 . De troposfeer en ionosfeer gedragen zich bovendien verschillend ten opzichte van de wijze waarop de strooihoek afhangt van de afstand. Deze verschillpunten kan men als volgt samenvatten.

(1) *Troposfeer*. Overeenkomstig de in fig. 3 geschetste situatie neemt de minimale strooihoek ϑ_{min} toe voor toenemende afstand TR . De hiermee gepaard gaande veldafname hangt niet sterk af van de frequentie f en zou volgens (11) zelfs geheel onafhankelijk van f zijn;

(2) *Ionosfeer*. De minimale strooihoek neemt hier af voor toenemende afstand, het veld moet dan dus toenemen. Volgens (11) en de evenredigheid van $\langle (\delta\epsilon)^2 \rangle$ aan λ^4 zal het veld ceteris paribus voor toenemende frequenties afnemen.

Dit op theoretische gronden te verwachten verschil in gedrag wordt door de waarnemingen bevestigd. De strooihoek is bij ionosferische voortplanting over korte afstanden zelfs zo groot dat het strooiveld onwaarneembaar wordt; er ontstaat een dode zone in de nabijheid van de zender, evenals bij gewone ionosferische reflectie van langere golven. Het voor ionosferische verstrooiing bruikbare gebied strekt zich ongeveer uit tussen afstanden van 1000 km en 2000 km. De bovengrens komt hierbij overeen met de maximale afstand die bij de eerste-ordeverstrooiingen, in verband met de hoogte van de werkzame ionosferische laag (de E laag op ongeveer 100 km hoogte), overbrugd kan worden. De bovengenoemde evenredigheid aan λ^4 van de ionosferische verstrooiingscoëfficiënt uit zich daarin, dat frequenties boven ongeveer 50 MH/s voor de betreffende experimenten ongeschikt blijken te zijn.

De invloed van de keuze van de auto-correlatiefunctie $C(\varrho)$ volgt uit de daarmee gepaard gaande verandering van de met (9) berekende verstrooiingscoëfficiënt. In dit verband noemen we als voorbeeld, dat de oude theorie van *Eckersley* [2] gelijkwaardig blijkt te zijn met de correlatiefunctie

$$C(\varrho) = \left(1 + \frac{\varrho}{l} + \frac{\varrho^2}{3l^2} \right) e^{-\varrho/l};$$

in het geval van de ionosfeer leidt dit tot een evenredigheid van σ met $\lambda^8 (\sin \vartheta/2)^{-8}$. Volgens empirisch materiaal, verzameld door het National Bureau of Standards, zou voor de troposfeer een evenredigheid aan λ/ϱ^5 ongeveer voldoen; deze kan men verkrijgen door uit te gaan van:

$$C(\varrho) = \frac{\varrho}{l} K_1 \left(\frac{\varrho}{l} \right),$$

waarin K_1 de Hankelfunctie van de 1ste orde en imaginair argument voorstelt.

7. Verdere eigenschappen van door strooiing opgewekte velden.

Verschillende punten van praktisch belang kunnen aan de hand van de beschreven theorie onderzocht worden. We noemen hiervan de volgende.

(a) *Fading*. In navolging van Ratcliffe [10] kan men zowel voor ionosferische als voor troposferische verstrooiing de fading-verschijnselen verklaren uit Dopplereffecten, veroorzaakt door de turbulente beweging van de verstrooiende elementen. Een uitbreiding van Ratcliffe's theorie voert tot de volgende uitdrukking voor het gemiddelde aantal doorgangen per seconde van het fluctuerende ontvangen signaal door diens mediane waarde (dit is de veldwaarde die 50 % van de tijd overschreden wordt):

$$N = 5.90 \sqrt{v_t^2 + w_b^2} \frac{\sin \vartheta/2}{\lambda} \quad (13)$$

Hierin is v_t de kwadratische middelwaarde van de turbulentiesnelheden, en w_b de component langs de in fig. 2 aangegeven bissectrice van een algemene driftsnelheid; de laatste speelt vooral in de ionosfeer een rol. Zowel voor ionosferische als voor troposferische telecommunicatie door verstrooiing kan voor niet te korte afstanden ϑ benaderd worden door de hoekafstand d/a (a = aardstraal) van zender tot ontvanger. Formule (13) leert dan hoe de fading voor toenemende afstand en toenemende frequentie steeds geprononceerder wordt.

(b) *Distorsie*. Zowel bij het model van Booker en Gordon als bij dat van Carroll geldt, dat het ontvangen signaal samengesteld is uit bijdragen, die beantwoorden aan uiteenlopende weglengten (langs een of andere speciale positie van respectievelijk de verstrooiende luchtbel of van het reflectiepunt) en dus verschillende looptijden hebben. In het bijzonder zal daarom een op het tijdstip $t = 0$ door de zender uitgezonden scherpe impuls bij ontvangst uitgesmeerd worden over het tijdsinterval $l_{min}/c < t < l_{max}/c$, waarbij l_{min} en l_{max} de minimale en maximale weglengten zijn die bij het voortplantingsproces nog een merkbare rol spelen. Onder meer zal ook een monochromatische draaggolf (frequentie f) vervormd worden omdat het tijdsverschil $(l_{max} - l_{min})/c$ steeds groot is ten opzichte van de periode $1/f$. Voor telecommunicatie is het van belang te weten welke modulatiefrequenties f_{mod} zonder hinderlijke vervorming overgebracht kunnen

worden. Een eenvoudige overweging leert, dat een modulatie in elk geval nog herkenbaar zal zijn wanneer de duur $1/f_{mod}$ van één cycle de bovengenoemde duur $(l_{max} - l_{min})/c$ van een impulsverbreding overtreft. Men komt aldus tot de voorwaarde

$$f_{mod} < f_{max} = \frac{c}{l_{max} - l_{min}}. \quad (14)$$

Een meetkundig onderzoek van het verstrooiende volume leidt tot een waarde van f_{max} , die in elk geval voor ionosferische verstrooiing belangrijk lager ligt dan voor troposferische verstrooiing; dit omdat in het eerste geval veel groter wegverschillen voorkomen.

(c) *Voordeligste keuze van de stralingsdiagrammen van zender en ontvanger.* In het geval van de troposfeer bedenke men het volgende. Bij omhoog gaan in het verstrooiend volume, V_T in fig. 3, zal door het toenemen van de strooihoek ϑ en het afnemen van de luchtdichtheid het verstrooiend vermogen ten slotte verwaarloosbaar klein worden, zodat er een natuurlijke bovenbegrenzing van dit volume bestaat. Het heeft blijkbaar geen zin om de bundelwijdten van de stralingsdiagrammen zo groot te maken, dat zij tot buiten dit natuurlijk begrensde strooiende volume V_{nat} uitsteken; immers, een gedeelte van de uitgezonden energie heeft dan geen nuttig strooiend effect. Het tegenovergestelde geval, waarin V_{nat} zich uitstrekt tot buiten het door de antennediagrammen bepaalde volume V_T , werd in het bijzonder bediscussieerd door Booker en de Bettencourt [11]. In deze laatste omstandigheid heeft een verder versmallen van de antennebundels het voordeel, dat het maximale wegverschil $l_{max} - l_{min}$ nog meer afneemt en dus hogere modulatiefrequenties onvervormd overgedragen kunnen worden; daar staat dan tegenover, dat de gemiddelde veldsterkte zal afnemen omdat het effectieve verstrooiende volume tegelijkertijd kleiner wordt. Analoge overwegingen gelden voor ionosferische verstrooiing.

Uit het voorgaande is duidelijk, dat het bij de telecommunicatie beoogde doel een grote rol speelt bij de keuze van de stralingsdiagrammen. We vermelden nog dat in de meestal gerealiseerde situatie $V_T > V_{nat}$ voor de troposfeer f_{max} in (14) ongeveer evenredig aan d^{-3} met toenemende afstand afneemt. Voorts wordt het grensgeval $V_T \sim V_{nat}$ (dat in energetische zin het meest efficiënt is) bereikt wanneer de bundelwijdte van de orde van de hoekafstand d/a is.

d.) *Coherentieafstand*. Hieronder verstaat men de minimale onderlinge afstand waarop twee ontvangers in R en R' geplaatst moeten worden, opdat de in beide optredende veldfluctuaties gemiddeld nog ongecorreleerd zijn. Het is derhalve de afstand die bij „diversity reception” overschreden moet worden. Men kan haar als volgt afschatten, wanneer wederom geldt dat $V_T > V_{nat}$ is. Het verstrooiingsmechanisme kan dan vergeleken worden met de werking van een microgolfantenne, waarvan het stralende oppervlak zich uitstrekt tussen het laagste punt L en en het hoogste punt H van V_{nat} . Het is daarbij plausibel dat de coherentieafstand RR' in grote trekken bepaald wordt door de conditie dat het maximale wegverschil $HR-MR$, optredend bij ontvangst in R , ongeveer een halve golflengte verschilt van het overeenkomstige wegverschil $HR'-MR'$ voor ontvangst in R' . Een ruwe bepaling volgens Gordon [12] van de hoogte HM van V_{nat} leidt dan tot de beide coherentieafstanden:

$$\delta_{\parallel} \sim \frac{\lambda \alpha^2}{2d^2}, \quad \delta_{\perp} \sim \frac{\lambda \alpha}{4d},$$

die respectievelijk betrekking hebben op een oriëntatie van RR' in de voortplantingsrichting TR en loodrecht daarop. In het eerste geval blijkt de coherentieafstand veel groter te zijn dan in het laatste.

Discussie.

Hierbij werden voornamelijk de volgende punten naar voren gebracht:

1. de betekenis van het theorema van Wiener betreffende het Fourierspectrum van correlatiefuncties; de relatie (7) kan als een toepassing van dit theorema opgevat worden;
2. de mogelijkheid dat meervoudige verstrooiingen bij geringe strooihoeken numeriek belangrijker kunnen worden dan enkelvoudige verstrooiing bij een grotere strooihoek.

Literatuur

1. H. G. Booker and W. E. Gordon, Proc. I. R. E. 38, 401 (1950).
2. T. L. Eckersley, Journ. I.E.E. 71, 405 (1932), zie pag. 441—442.
3. G. Birnbaum and H. E. Bussey, Proc. I.R.E., 43, 1412 (1955).
4. T. J. Carroll, Trans. I.R.E., P.G.A.P. 2, 9 (1952) en 3, 84 (1952); T. J. Carroll and R. M. Ring, Proc. I.R.E. 43, 1384 (1955).

5. J. Feinstein, Journ. Appl. Phys. 22, 1292 (1951); Trans. I.R.E. 2, 2 (1952) en 3, 101 (1952).
 6. M. Ryle and A. Hewish, Mon. Nat. R. Astr. Soc. 101, 381 (1950).
 7. E. C. S. Megaw, Nature 166 II, 1100 (1950), zie pag. 1102.
 8. H. Staras, Journ. Appl. Phys. 23, 1152 (1952).
 9. G. Eckart, Zs. angew. Phys. 8, 407 (1956).
 10. J. A. Ratcliffe, Nature 162, 9 (1948).
 11. H. G. Booker and J. T. de Bettencourt, Proc. I.R.E. 43, 281 (1955).
 12. W. E. Gordon, Proc. I.R.E. 43, 23 (1955).
-

ACCORD REGIONAL RELATIF A L'ETABLISSEMENT D'UN SERVICE MOBILE RADIO TELEPHONIQUE INTERNATIONAL SUR ONDES METRIQUES POUR LA NAVIGATION RHENANE

In aansluiting op de maritieme VHF conferentie welke in januari j.l. in Den Haag plaats vond en welke is besproken in het Tijdschrift van het Radiogenootschap, januari 1957, deel 22 no. 1, kwamen van 10 t/m 15 maart te Brussel vertegenwoordigers van de administraties van België, Frankrijk, Nederland, West-Duitsland en Zwitserland bijeen teneinde een internationale VHF radio-telefonische dienst ten behoeve van de scheepvaart op de Rijn tot stand te brengen. Aan de conferentie werd bovendien deelgenomen door een vertegenwoordiger van „Union Internationale des Télécommunications” en een van de „Commission centrale pour la navigation du Rhin”.

De Nederlandse delegatie was samengesteld uit de heren: Ir. J. J. Vormer (voorzitter), P. de Groen, J. Houtsmuller en Ir. M. Uitermark.

Tijdens de besprekingen te Brussel is een overeenkomst tot stand gekomen voor publiek radio telefoonverkeer. Hiervoor zijn de frequentie kanalen 24 t/m 27 van de maritieme frequentie tabel van den Haag (1957) gekozen. Hierdoor is het mogelijk, dat ook zeeschepen aan dit verkeer kunnen deelnemen.

Bij het gebruik van de gekozen kanalen zenden de schepen en ontvangen de landstations op 157.2, 157.25, 157.3 en 157.35 MHz. Van de wal naar het schip zal worden gezonden op de frequenties 161.8, 161.85, 161.9 en 161.95 MHz.

Een verdeling van deze frequenties voor de verschillende langs de Rijn op te richten landstations kwam tot stand en is in een tabel vastgelegd.

De technische specificaties van de toestellen zijn in hoofdzaak dezelfde als die in het Haagse accord zijn opgenomen. Echter is het maximum uitgangsvermogen van de zender op 20 W gesteld, terwijl in de Haagse overeenkomst aan administraties werd overgelaten in voorkomende gevallen een groter vermogen toe te staan.

Enkele regels worden gegeven voor de machtiging voor het plaatsen en het gebruik van de toestellen aan boord van schepen en eventueel uit te voeren inspecties. Voorschriften worden ook gegeven voor de uitvoering van de dienst, procedure en administratieve aangelegenheden en het gebruik van de landlijnen.

Vermeldenswaard is, dat de stations zullen worden opgeroepen door het (niet meer dan driemaal) uitspreken van de roepnaam van het schip of landstation op het frequentiekanal dat volgens de tabel voor dat deel van de Rijn is aangegeven. Een selectieve oproep wordt dus niet toegepast.

In enige recomandaties wordt aan de administraties aanbevolen ten aanzien van bepaalde frequenties welke in de Haagse overeenkomst voor het verkeer tussen schepen onderling en voor het verkeer in havens (radaradvies) zijn vastgesteld, maatregelen te treffen dat deze frequenties, indien dit voor het veilige verkeer op de Rijn en op de Schelde zal blijken nodig te zijn, later zonder hinderlijke storing zullen kunnen worden gebruikt.

Indien door de betrokken administratie de overeenkomst wordt bekrachtigd, zal deze op 1 januari 1958 van kracht worden.

J. H.

OPRICHTING S.V.E.N.

De besturen van de Vereniging tot bevordering van Electrotechnisch Vakonderwijs in Nederland (V.E.V.) en het Nederlands Radiogenootschap hebben op 28 februari 1957 aan belanghebbenden het volgende schrijven gezonden:

„Wij hebben de eer uw aandacht te vragen voor het navolgende.

Tengevolge van de belangrijke toeneming van de vraag naar personeel, dat op het gebied van de elektronica een goede opleiding heeft genoten, is er een hiaat ontstaan tussen de behoeften van het bedrijfsleven en de opleidingsmogelijkheden welke de bestaande opleidingsinstituten bieden.

De directeuren van enkele dezer opleidingsinstituten — zelf doordrongen van de terzake bestaande moeilijkheden en tekortkomingen — wendden zich medio

1956 tot het bedrijfsleven met de bedoeling om een stichting in het leven te roepen, teneinde de onderwijsinstellingen in staat te stellen aan de hoge financiële en materiële eisen te voldoen, welke voor een goed vakonderwijs onmisbaar zijn.

Het bedrijfsleven heeft zich tot de besturen van het Nederlands Radiogenootschap en van de Vereniging tot bevordering van Electrotechnisch Vakonderwijs in Nederland gewend met het verzoek deze steunverlening te willen organiseren en hieraan een vorm te geven, welke een juiste voorziening in alle terzake zich voordoende behoeften waarborgt.

Na ingewonnen juridisch advies omtrent de oprichting van een stichting bleek hierbij, dat het volgens de nieuwe wet op de stichtingen niet mogelijk is, dat de belanghebbende opleidingsinstituten zelf deel uitmaken van het bestuur van een stichting, welke uiteindelijk steun aan deze instituten ten doel heeft.

Na overleg met de directies van bovenbedoelde opleidingsinstituten hebben wij daarom besloten onzerzijds een stichting in het leven te roepen genaamd „Stichting tot bevordering van het Vakonderwijs op het gebied van de Elektronica in Nederland“, afgekort S.V.E.N.

Het is ons een genoegen hierbij deze stichting bij u te introduceren en een beroep te doen op uw medewerking bij de uitvoering van haar taak. Deze bestaat in het bijzonder uit het organiseren en distribueren van materiële steun, welke het bedrijfsleven, dat belang heeft bij het vakonderwijs op het gebied van de elektronica, haar zonder twijfel in ruime mate zal willen verlenen, hetzij in de vorm van geld, hetzij in de vorm van materialen.

De stichting zal haar bemoeienissen met een onderwijsinstelling beëindigen, zodra deze voor Rijkssubsidie op het onderwijsgebied van de elektronica in aanmerking komt.

Het ligt voor de hand dat overleg zal worden gepleegd met de onderwijsinstellingen, welke steun wensen te ontvangen.

Het verheugt ons u te kunnen mededelen, dat het bestuur bij de oprichting zal bestaan uit de heren:

Prof. dr. ir. J. L. H. Jonker - Hoogleraar Elektronica Techn. Hogeschool Eindhoven - *Voorzitter*. (Vice-Voorzitter N.R.G.)

Ir. P. H. Boukema - Hoofdingenieur P.T.T. 's-Gravenhage - *Vice-Voorzitter*. (Bestuurslid N.R.G. en Voorzitter Examencommissie N.R.G.)

C. A. J. Meijer - Directeur Centraal Bureau V.E.V. Amsterdam - *Secretaris* (Voorzitter Examencommissie V.E.V.)

E. Luuring - Directeur Gemeente Energiebedrijf Amsterdam - *Penningmeester* (Penningmeester V.E.V.)

Het adres van het secretariaat is: Emmalaan 6, Amsterdam Zuid I.

Intussen heeft de directeur-generaal van het Staatsbedrijf der P.T.T. als zijn vertegenwoordiger in het bestuur aangewezen de hoofddirecteur Algemene Zaken en Radio, de heer *ir. A. J. Ehnle*.

Aanvulling zal zo spoedig mogelijk plaats hebben, o.a. met vier vertegenwoordigers van industrie, ambacht en handel, terwijl respectievelijk aan de elektriciteitsbedrijven, het Ministerie voor Defensie en het Ministerie van Onderwijs, Kunsten en Wetenschappen is gevraagd een vertegenwoordiger aan te wijzen.

Het bestuur zal zich binnenkort rechtstreeks tot u wenden. Gaarne hopen wij, dat u bereid zult zijn de S.V.E.N. in belangrijke mate te steunen bij de taak, welke zij geheel vrijwillig op zich heeft genomen."

NIEUWE UITGAVEN

De redactie ontving:

De Transistor in theorie en praktijk door Electronicus.

Television Receiving Equipment, 4th Edition, door W. T. Cocking.

Foundations of Wireless door M. G. Scroggie.

Tube selection Guide, Philips Techn. Bibliotheek.

Tubes for Computers, Philips Techn. Bibliotheek.

U.H.F. tubes for communication and measuring equipment, Philips Techn. Bibliotheek.

Uit het Nederlands Radiogenootschap

DR. IR. M. R. MANTZ



Op 16 januari 1957 promoveerde te Delft tot doctor in de Technische Wetenschappen ons lid M. R. Mantz op een proefschrift getiteld „Harmonische Bedrijfsvoering”, en op Stellingen. Promotor was Prof. ir. B. W. Berenschot.

Marius Robert Mantz werd in 1916 te Lawang geboren en behaalde in 1945 te Delft het diploma van Electrotechnisch Ingenieur.

In 1946 trad hij in dienst van de toenmalige N.V. Nederlandsche Seintoestellen Fabriek, thans de N.V. Philips' Telecommunicatie Industrie, te Hilversum. Als leider van een researchgroep voor de ontwikkeling van I.G.O.-systemen voor V.H.F.- en U.H.F.--zenderontvangers werd zijn belangstelling gewekt voor de de problemen van leiding geven en systematische ontplooiing van research-activiteit. Dit bracht hem

er toe zich in 1949 te laten inschrijven aan de politieke en sociale faculteit van de Gemeentelijke Universiteit te Amsterdam, teneinde verschillende colleges te volgen over deze onderwerpen.

In 1955 verliet hij de P.T.I., aanvaardde een functie van leraar aan de M.T.S. te Amsterdam en voltooide zijn inmiddels geconcipeerde proefschrift.

JAARVERSLAG OVER 1956

In dit jaar werden de volgende bijeenkomsten gehouden:

6 januari

124e zitting te Delft, de eerste dag van een tweedaags-symposium over het onderwerp „Impulstechniek”.

Sprekers: Prof. dr. ir. J. P. Schouten, dr. ir. P. A. Neeteson en G. Prins. Aantal aanwezigen ca. 120.

20 februari

125e zitting te Delft, tweede dag van het symposium.

Sprekers: ir. L. F. Dert, ir. H. G. Bruijning en C. Lecomte. Aantal deelnemers ca. 90.

8 maart

Gecombineerde vergadering te Hilversum met de sectie voor Telecommunicatietechniek van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs over het onderwerp: Problemen bij televisietransmissie over coaxiale kabels.

Sprekers: Ir. H. N. Hansen en ir. L. F. Dert. Aantal deelnemers ca. 100.

20 maart

126e zitting te Leidschendam. Bezoek en bezichtiging van het Dr. Neher Laboratorium der PTT.

Sprekers: Ir. L. R. M. Vos de Wael, ir. P. L. M. van Berkel ir. F. J. Kylstra. Aantal deelnemers ca. 80.

16 april

127e zitting, tevens Algemene Jaarvergadering te Den Haag.

Spreker: Prof. dr. ing. H. Rothe. Aantal deelnemers ca. 90.

16 mei

Gecombineerde vergadering met de Geluidstichting te Hilversum. Onderwerp: Luidsprekers.

Sprekers: Ir. B. Visser, J. J. Schurink, Ir. J. Rodrigues de Miranda, F. J. van Leeuwen, Ir. D. Kleis. Aantal deelnemers ca. 120.

16 oktober

Gecombineerde vergadering met de sectie Telecommunicatietechniek van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs te Waalsdorp.

Sprekers: Ir. C. van Schooneveld, Earl B. Kletsy, Ir. J. J. Meinardi. Aantal deelnemers ca. 100.

15 november

128e zitting te Hilversum.

Onderwerp: Atmosferische verstrooiing van radiogolven (scatter propagation).

Sprekers: Dr. H. Bremmer, Ir. B. van Bijl en Ir. S. Gratama. Aantal deelnemers ca. 110.

Het bestuur vergaderde vier maal. Op de Algemene Jaarvergadering werden Prof. Schouten en ir. Hylkema, die aan de beurt van aftreden waren, herkozen. Ir. J. Piket moest wegens drukke werkzaamheden als bestuurslid bedanken.

Het tijdschrift bevatte verslagen van gehouden voordrachten, boekbesprekingen, verslagen van congressen en conferenties, mededelingen en personalia betreffende het Genootschap, alsmede artikelen door de heren C. J. van Daatselaar en J. Houtsmuller.

De jaargang 1956 bevatte 298 pagina's.

Aan de examens voor radiotechnicus en radiomonteur werd door resp. 365 en 487 kandidaten deelgenomen, waarvan resp. 112 en 151 kandidaten slaagden (voor beide categorieën dus 31%). Voor televisietechnicus werden 4 kandidaten geëxamineerd, waarvan 3 slaagden. Aan één kandidaat radiotechnicus werd de WERA examenprijs voor een uitzonderlijk goed examenresultaat uitgereikt.

Het totaal aantal kandidaten, met inbegrip van hen, die herexamen deden, bedroeg 896.

De overeenkomst met het tijdschrift Radio Electronica waarbij uitgewerkte examenopgaven in dit tijdschrift worden gepubliceerd en 1000 overdrukken aan de examencommissie ter beschikking worden gesteld, trad dit jaar in werking en functionneert bevredigend.

Nadat duidelijk gebleken was, dat hiervoor veel belangstelling bestond, heeft het bestuur besloten te overwegen een examen in te stellen tot het behalen van een diploma op middelbaar niveau. Een Studiecommissie, bestaande uit de heren Ir. van Hofweegen, ir. van Tongerloo en dr. ir. van Weel werd hiertoe door het bestuur ingesteld. Deze commissie heeft met grote voortvarendheid haar taak aangevat en reeds in dit verslagjaar een ontwerp examenreglement aan het bestuur aangeboden, waarbij zij tevens de naam „Middelbaar Elektronicus NRG" voorgesteld heeft. Dit onderwerp is ter bestudering aan belanghebbenden en belangstellenden toegestuurd.

De heer Slikkerveer, die zo vele jaren op zo eminente wijze het secretaris-penningmeesterschap van de examencommissie heeft vervuld, heeft zich genoodzaakt gezien per 1 januari 1957 om gezondheidsredenen ontslag te vragen. De heer ir. Vos de Wael volgt hem op als secretaris-penningmeester, terwijl de heer v. d. Meyden de functie van administrateur van de examencommissie zal vervullen. Het officieel afscheid van de heer Slikkerveer zal op de jaarvergadering voorjaar 1957 plaatsvinden.

Het contact met de V.E.V. bestond dit jaar allereerst in de toepassing van de overeengekomen afspraken betreffende de examens, die bevredigend verloopt. Een belangrijk nieuw aspect kreeg deze samenwerking door het volgende:

Door enige beheerders van Opleidingsinstituten voor radiotechnisch onderwijs werd het initiatief genomen om bij enige grote bedrijven en instellingen erop te wijzen, dat goed radiotechnisch onderwijs op een rendabele basis niet meer gegeven kan worden, tenzij met belangrijke steun van deze instellingen en bedrijven. Dit initiatief heeft weerklank gevonden en zal, naar het zich laat aanzien,

verwezenlijkt worden in een op te richten „Stichting tot bevordering van het elektronisch vakonderwijs in Nederland”, waarin o.a. grote bedrijven en instellingen zitting zullen hebben en waarin aan vertegenwoordigers van het NRG en V.E.V. een zeer belangrijke coördinerende en uitvoerende taak is toegedacht. De Stichting is in oprichting.

De organisatie van de in het vorig jaarverslag genoemde onderwijsdag ter bespreking van het lager en middelbaar radiotechnisch onderwijs, bleek op grote moeilijkheden te stuiten. Er werd besloten eerst het probleem van het middelbaar technisch onderwijs op telecommunicatiegebied aan te vatten. In overleg met het K.I.V.I. leek het wenselijk hiervoor een speciale studiec commissie in te stellen.

Wat betreft de buitenlandse betrekkingen moet het bestuur constateren, dat het Franse initiatief tot Europese samenwerking op wetenschappelijk radioterrein in de vorm van een soort federatie, geheel is doodgelopen. Dit neemt echter niet weg dat samenwerking op minder officieel niveau door wederzijdse inlichtingen over belangrijke bijeenkomsten mogelijk blijft en ook inderdaad plaatsvindt.

Het ledenaantal van het Genootschap volgens de ledenlijst van 1 januari 1957 bedraagt 405, het vorig jaar was dit 379.

UIT HET VERSLAG VAN DE PENNINGMEESTER OVER 1956

Ontvangsten.

Op enkele leden na, hebben allen aan hun geldelijke verplichtingen voldaan.

Aan totaal is een bedrag groot f 5287,50 aan contributies ontvangen. Daar slechts weinig leden hun contributie voor het jaar 1957 reeds bij voorbaat hebben betaald, komt dit bedrag vrijwel overeen met dat, genoemd in de begroting voor het jaar 1956, n.l. f 5200,—.

Ook gedurende dit jaar is in het aantal donateurs geen verandering gekomen. Het totaal bedrag aan donaties, bedroeg evenals het vorig jaar f 1780,—.

Uitgaven.

In het jaar 1956 zijn enkele rekeningen ontvangen over het tijdschrift, die echter alle betrekking hadden op nummers van het jaar 1955, behalve Nr. 6 van dat jaar. Deze rekening bedroeg f 2434,23, terwijl hiervoor een bedrag van f 3000,— was gereserveerd. Over het jaar 1956 zijn in het geheel geen rekeningen ontvangen. Deze zouden in het begin van het jaar 1957 worden toegezonden en zouden met inbegrip van Nr. 6 van 1955 bedragen f 5664,14. Dit bedrag is gereserveerd. Door de uitgever is toegezegd dat de rekeningen voortaan sneller zullen worden ingezonden. In verband met het wegvallen van verschillende advertenties moet rekening worden gehouden met verhoging van deze post.

Aan prijzen uit het Wera-fonds heeft dit jaar één uitkering van f 100,— plaats gehad.

Aan honoraria is uitgegeven een bedrag van f 1330,—, wat f 330,— boven de begroting ligt.

In de bijlagen is een nadere specificatie gegeven van de kosten van het tijdschrift.

Nadelig saldo.

Er is een nadelig saldo van f 1467,81. Een bedrag van f 5664,14 is gereserveerd voor nog te ontvangen rekeningen voor het tijdschrift over het jaar 1955 en 1956.

Op de effecten is een koersverlies geleden van f 37,81.

Naar aanleiding van een opmerking van de leden van de Kas-Commissie is in de loop van het jaar een bedrag van f 3325,— van de girorekening overgeschreven op een rekening van de Spaarbank te Delft. In verband met de nog te verwachten rekeningen van het tijdschrift is een bedrag op de girorekening blijven staan.

Ontvangsten en uitgaven over 1956.

Inkomsten

	Geschat	Uitkomst
Contributies	f 5200,—	f 5287,50
Donaties	f 1780,—	f 1780,—
Opbr. coupons	f 200,—	f 239,50
Diversen	—	f 268,04
Gereserveerd tijdschrift		f 3000,—
Nadelig saldo		f 1467,81

 f 12042,85

Uitgaven

	Geschat	Uitkomst
Tijdschrift	f 3000,—	f 2434,23
Onk. Bestuur	f 400,—	f 317,36
Onk. Sprekers	f 250,—	f 112,35
Onk. Red. Com.	f 500,—	f 282,50
Zaalhuur	f 150,—	f 50,—
Admin.kosten	f 200,—	f 200,—
Klein drukwerk	f 425,—	f 364,17
Uitk. Werafonds	f 200,—	f 100,—
Kosten Opl. V.E.V.	f 50,—	f 35,60
Contrib. V.E.V.		f 25,—
Kosten verg. U.R.S.I.		f 60,02
Hon. publicaties	f 1000,—	f 1330,—
Lunches	f 300,—	f 296,58
Excursies	f 250,—	—
Diversen	—	f 770,90

 f 6378,71

Nog te betalen:

 Rek. tijdschrift f 5664,14

 f 12042,85

Balans per 31 december 1956.

Debet

Saldo girorekening	f 6902,57
Saldo Spaarbank	f 1978,—
Saldo A'damse Bank	f 119,11
Effecten	f 8074,—
P.M. Instrumenten	—
P.M. oude tijdschriften	—
	<hr/>
	f 17073,68

Credit

Kapitaal N.R.G.	f 8530,56
Kapitaal U.R.S.I.	f 2878,98
Nog te betalen Rek. tijdschrift	f 5664,14
	<hr/>
	f 17073,68

Begroting voor 1957.

Inkomsten

Contributies	f 5500,—
Donaties	f 1780,—
Opbr. coupons	f 220,—
Nadelig saldo	f 1550,—

 f 9050,—

Uitgaven

Tijdschrift	f 5000,—
Onkosten Bestuur	f 300,—
Onkosten Sprekers	f 100,—
Onkosten Red. commiss.	f 300,—
Zaalhuur	f 100,—
Admin. kosten	f 200,—
Klein drukwerk	f 400,—
Kosten Opl. V.E.V.	f 40,—
Prijzen Wera-fonds	f 200,—
Hon. Publ. tijdschrift	f 1500,—
Lunches	f 300,—
Excursies	f 250,—
Diversen	f 360,—

 f 9050,—

**ALGEMENE JAARVERGADERING GEHOUDEN OP 5 MAART 1957
IN HET INSTITUTE OF SOCIAL STUDIES TE DEN HAAG**

Voor het bestuur zijn aanwezig: ir. J. J. Vormer (voorzitter), Prof. dr. ir. J. L. H. Jonker (vice-voorzitter), dr. C. E. Mulders (secretaris), Prof. dr. ir. J. P. Schouten (penningmeester), ir. P. H. Boukema (voorzitter examencommissie), ir. J. J. van Rijsinge.

Afwezig: ir. H. T. Hylkema (hoofdredacteur).

De voorzitter opent de 129e zitting en herdenkt de leden ir. R. L. Bosch, ir. A. Dubois en ir. Chr. Henssen, die in de loop van 1956 zijn overleden. In het tijdschrift werden aan deze leden korte herdenkingsartikelen gewijd.

Het jaarverslag van de secretaris (in dit nummer gepubliceerd) wordt door hem voorgelezen. Het geeft geen aanleiding tot opmerkingen.

Hierna volgt de verklaring van de kascommissie, bestaande uit de heren Lengton en van Duuren, waarin deze mededelen de boeken en het financieel beleid van de penningmeester over 1956 gecontroleerd en in orde bevonden te hebben.

Het financieel overzicht over 1956 was vóór de aanvang van de vergadering onder de aanwezigen verspreid. De penningmeester geeft toelichting op een aantal punten ter verduidelijking van het ongunstig financieel resultaat over 1956, dat hoofdzakelijk door de sterk gestegen kosten van het tijdschrift veroorzaakt werd. Hij brengt het bestuursvoorstel aan de orde de contributie te verhogen. De voorzitter verzoekt de aanwezigen hun mening hierover uit te spreken, in het bijzonder ook of met een verhoging tot f 20,— kan volstaan worden, dan wel dat naar een ruimere zekerheid gestreefd moet worden door de contributie op f 25,— te brengen.

Aan de gedachtenwisseling omtrent het financieel beleid en de contributieverhoging wordt deelgenomen door de heren Smit, Boxma, Bloemsma, Koffyberg, Schotel en Roorda. Er wordt de aandacht van het bestuur op gevestigd ook de financiële bronnen van donaties en advertenties tot het uiterste te benutten en eventueel nieuwe bronnen aan te boren, zoals boekhandelaren, die in het tijdschrift hun boeken en tijdschriften zouden kunnen adverteren.

De voorzitter vraagt de leden door handopsteking te stemmen over een contributieverhoging tot f 20,— of f 25,—. Het blijkt dat een grote meerderheid f 20,— verkiest. Er wordt besloten, met ingang van 1958 de contributie tot f 20,— te verhogen en af te wachten, of hiermede een sluitend financieel beheer mogelijk zal blijken.

De nieuwe kascommissie zal bestaan uit de heren Dr. ir. H. van Duuren en ir. H. de Lange Dzn.

De vergadering gaat accoord met de herbenoeming van de heren Boukema, Mulders, van Rijsinge en Vormer als bestuurslid. Overeenkomstig het betreffende voorstel worden de heren ir. Y. Boxma en dr. ir. A. van Weel als nieuwe bestuursleden verkozen.

Het officieel afscheid van de heer B. Slikkerveer als secretaris-penningmeester van de examencommissie, dat nu aan de orde is, wordt door de voorzitter geopend met een toespraak tot de heer en mevrouw Slikkerveer. Hij vestigt er de aandacht op, dat in kleine kring de heer Slikkerveer reeds afscheid heeft genomen van de examencommissie, maar dat aan hem nu de taak is toebedeeld, namens het gehele Genootschap tegenover de heer Slikkerveer de grote waardering voor diens werk uit te drukken. Spreker geeft een historisch overzicht van de werkzaamheden van de heer Slikkerveer van de eerste examens af. De groei wordt gedemonstreerd aan het feit, dat in 1937 zich 78 kandidaten radiotechnicus en 40 monteurs meldden, terwijl in 1956 deze getallen respectievelijk 448 en 478 waren. Deze sterke groei heeft van de heer Slikkerveer een geweldige hoeveelheid werk vereist, maar desondanks heeft zich nooit een kandidaat behoeven te beklagen, dat hem niet alle kansen geboden werden. De heer Slikkerveer heeft zich ook steeds met groot succes beijverd een geest van prettige samenwerking onder de examinatoren levendig te houden. Aan het slot van zijn toespraak biedt de voorzitter een cadeau onder couvert aan.

De heer Bloemsma richt namens de inrichtingen van radio-onderwijs een woord van afscheid tot de heer Slikkerveer, waarin hij hem karaktere-

riseert als een man uit één stuk, in wie men vertrouwen kon stellen. Spreker dankt hem voor zijn begrip voor de grootse taak van het onderwijs, culminerend in het examen.

De heer Meyer spreekt namens de VEV en memoreert hoe na een zeker voorbehoud in de beginperiode er een hartelijke verstandhouding met de VEV is ontstaan. Als blijk van waardering voor de loyale houding van de heer Slikkerveer tegenover de VEV biedt spreker hem als herinnering een portefeuille aan.

De heer Weijers, oud-voorzitter der examencommissie, prijst in het



bijzonder de grote stiptheid van de heer Slikkerveer. Het was steeds zo, dat het eenvoudig vanzelfsprekend gevonden werd, dat de organisatie der examens nooit haperde.

De heer Slikkerveer brengt in zijn antwoord dank voor de waarderende woorden, tot hem gericht en voor de hem aangeboden cadeaus. Hij heeft 23 jaar met plezier aan de examens gewerkt, die in 1934 begonnen en sinds 1937 door het Nederlands Radiogenootschap georganiseerd zijn. Spreker heeft steeds de overtuiging gehad, daarmede ook en vooral een sociaal belang te dienen nl. de kleine man de gelegenheid te bieden een

stap hoger op de maatschappelijke ladder te komen. Hij brengt dank aan de examinatoren voor hun werk, aan de scholen voor hun goede samenwerking en aan de VEV voor de steeds groeiende wederzijdse waardering.

Als eerste punt van de bestuursmededelingen geeft de voorzitter een overzicht van de vordering der plannen tot het instellen van een examen op middelbaar niveau. Het ontwerp examenprogramma is aan belanghebbenden toegezonden met verzoek om bestudering en opmerkingen. Het aantal ingezonden opmerkingen is evenwel gering en de voorzitter dringt er op aan het ontwerp te bestuderen en eventueel nog opmerkingen in te zenden, hoewel de termijn hiervoor reeds verstreken is.

De heer de Lange stelt de vraag, of er behoefte is aan een examen op dit niveau, dat door het NRG verzorgd moet worden en of dit niet het werk der MTS is. Er wordt hierop geantwoord, dat er naast de MTS behoefte bestaat aan een meer gespecialiseerd examen, welke behoefte blijkt uit de verzoeken van verschillende zijden, om dit examen in te stellen.

De heer Greefkes vraagt zich af, of de naam middelbaar elektronicus niet anders gekozen moet worden, nu per 1 maart 1957 besloten is de naam middelbaar technische school te veranderen in hogere technische school.

Als tweede punt der bestuursmededelingen geeft de voorzitter een overzicht van de stand van zaken betreffende de SVEN. De stichtingsacte is gepasseerd en het stichtingsbestuur heeft, zij het op onvolledige sterkte, haar werkzaamheden aangevangen. (Voor bijzonderheden betreffende de SVEN, zie ook het jaarverslag 1956 en het rondschrijven van de SVEN, beide in dit nummer gepubliceerd). De heer de Fremery vraagt aan welke instituten deze steun zal worden gegeven. Prof. Jonker antwoordt hierop, dat dit in 't algemeen moeilijk aan te geven is. Het is juist één van de voornaamste zorgen van het stichtingsbestuur, deze steun te verlenen aan die instituten, waaraan het goed besteet is.

Bij de rondvraag merkt de heer Bloemsma op, dat de plannen tot het organiseren van een onderwijsdag ontspoord zijn. Hij stelt voor een onderwijsdag, eventueel onderwijsuur, van bescheiden opzet alsnog te organiseren, van zodanig karakter, dat alleen inlichtingen worden gegeven over de toestand van het onderwijs, eventueel buitenlandse ervaringen worden besproken. De voorzitter zegt toe, dit plan zo mogelijk te willen overnemen.

De heer Roorda wijst erop, dat door het verlaat uitkomen van de nummers van het Tijdschrift er een antidatering van de inhoud veroorzaakt wordt, die in octrooikwesties wel eens lastig kan zijn. Spreker verzoekt, indien mogelijk, ook de nauwkeurige verschijningsdatum ergens te vermelden.

De heer van Tongerloo stelt voor, dat het N.R.G. activiteit ontplooit met het doel alle MTS-examens op gelijk niveau te brengen. De voorzitter antwoordt dat hoewel dit inderdaad wenselijk is, het niet duidelijk is, of het NRG hieraan veel zal kunnen doen. Mogelijk is het een onderwerp voor de commissie, die in samenwerking met het K.I.v.I., het MTS-probleem bestudeert.

NIEUWE ADRESSEN VAN LEDEN

- Ir. M. W. van Batenburg, Westplantsoen 176, Delft.
 Dr. H. Bremmer, Coornhertlaan 2, Eindhoven.
 Dr. H. Bruining, Papenvoortse heide 8, Nuenen (N.B.).
 Ir. J. Domburg, Mimosalaan 5, Eindhoven.
 Ir. H. N. Hansen, Slangenweg 32, Laren (N.H.).
 Ir. J. A. Koster, c/o Cnd. Radio Mfg. Corp. Ltd. 11-19 Brentcliffe Road, Leaside (Toronto 17), Ontario, Canada.
 Ir. C. C. M. v. Oerle, Rembrandtweg 318, Amstelveen.
 Ir. F. H. Plas, Nobelstraat 3bis, Utrecht.
 Prof. Dr. Balth. v. d. Pol, Zijdweg 10, Wassenaar.
 Ir. S. W. J. Serlé, Wakkerendijk 200, Eemnes-binnen.
 Dr. Ir. A. A. Th. M. van Trier, Beemdstraat 20, Geldrop.
 Ir. Th. J. Weijers, Piuslaan 97, Eindhoven.
-

VOORGESTELDE LEDEN

- Ltz. E. I. E. V. Glaser, Driehuizerkerkweg 28, Driehuis-Velsen (hoofd Radio-
radarschool K.M. te Amsterdam).
Drs. H. P. Th. van Lohuizen, Erasmusweg 41. Den Haag. (P.T.T.).
Ir. A. F. Schwarz, Voorstraat 27, Delft. (T.H.).
F. J. Soede, Ieplaan 41, Den Haag. (Aramco).
W. A. J. M. Zwijsen, Maria Stuartstraat 8, Eindhoven. (Philips).
-

NIEUWE LEDEN

- Ir. J. A. Aarsen, Kootwijk Radio, post Apeldoorn.
J. E. Eeckelaert, Pieter Postlaan 36, Hilversum.
A. Hagendoorn, Roeklaan 16, Eindhoven.
Ir. B. C. Reith, Rozenboomlaan 61, Voorburg.
Ir. H. Vissinga, Haselaarlaan 16, Hilversum.
Ir. R. M. G. Wijnhoven, Roelofstraat 51, Den Haag.
-