

STUDIEBLAD PTT

DOOR EN VOOR TECHNISCH PERSONEEL

- Uitgave:** De Algemene Bond van Ambtenaren, de Ned. Chr. Bond van Overheidspersoneel en de Kath. Bond van Overheidspersoneel.
- Redactie:** Hoofdredacteur: J. A. v. d. Touw. Redacteuren: J. C. Brakel, S. J. Geerlings ing. en C. L. Quint. Secretaris: L. Neijenhuis.
- Redactie-adres:** Marktweg 342, Den Haag, Telefoon 33 62 65.
- Administratie:** Stadhouderslaan 9, Den Haag, Giro 4073, Tel. 635932 t/m 635936.
- Abonnement:** F 6.— per jaar. Verschijnt omstreeks de 15e van iedere maand.
- Correspondentie:** Alle correspondentie betreffende verzending en administratie uitsluitend aan het adres: Stadhouderslaan 9, Den Haag.
Alle correspondentie, de inhoud van het blad betreffende, uitsluitend Marktweg 342, Den Haag.
-

IN DIT NUMMER VINDT U

B. Kieboom	Elektronica	Blz. 34
T. R. Emma	Een bijzondere kabelstoring	„ 38
—	Rectificatie in artikel: Automatische demonstratie zeekabelversterker in het postmuseum	„ 40
J. H. Schuilenga	Mijlpalen in de geschiedenis van de telecommunicatie	„ 41
—	Rectificatie in artikel: Bekendheid met de voornaamste voorschriften voor elektrische sterkstroominstallaties	„ 45
C. L. Quint	De nieuwe weerberichtinstallatie	„ 46
—	Oefenpagina	„ 61
J. A. v. d. Touw	Examenvragen	„ 63
de Redactie	Boekbespreking	„ 64
<i>Bij de foto:</i>	Het inspreken van het weerbericht	



15 FEBRUARI 1967

(Vervolg van blz. 336, jrg. 1966).

17. Balansschakelingen

17.1. Inleiding

Wanneer het vermogen, dat door één eindbuis wordt geleverd, niet voldoende is, dan kan de eindtrap uit twee of meer buizen worden samengesteld. Dit kan op verschillende wijze worden uitgevoerd.

Worden de buizen parallel geschakeld – wat de eenvoudigste oplossing is – dan worden de overeenkomstige elektroden met elkaar verbonden. Worden nu twee buizen op deze wijze parallel geschakeld, die dan als één buis beschouwd kunnen worden, dan blijkt de steilheid tweemaal zo groot te zijn evenals de inwendige weerstand. De versterkingsfactor blijft even groot. De anode-impedantie moet eveneens zijn aangepast. De uitgangstransformator moet speciaal voor deze schakeling zijn geconstrueerd. De belastingimpedantie voor de twee parallel geschakelde buizen moet nu zo groot zijn, dat deze de helft is van die, welke voor elke buis afzonderlijk nodig zou zijn geweest.

Het *vermogen* dat deze twee parallel geschakelde buizen kunnen afgeven is *tweemaal zo groot* als die van één buis.

Een andere veel gebruikte methode om een eindtrap uit twee buizen samen te stellen is de *balansschakeling*.

Op de stuurroosters van beide buizen worden hierbij wisselspanningen in *tegenfase* aangebracht. Het gevolg is, dat de anodewisselstromen eveneens in tegenfase zijn. Door de primaire wikkeling van de uitgangstrafo worden deze

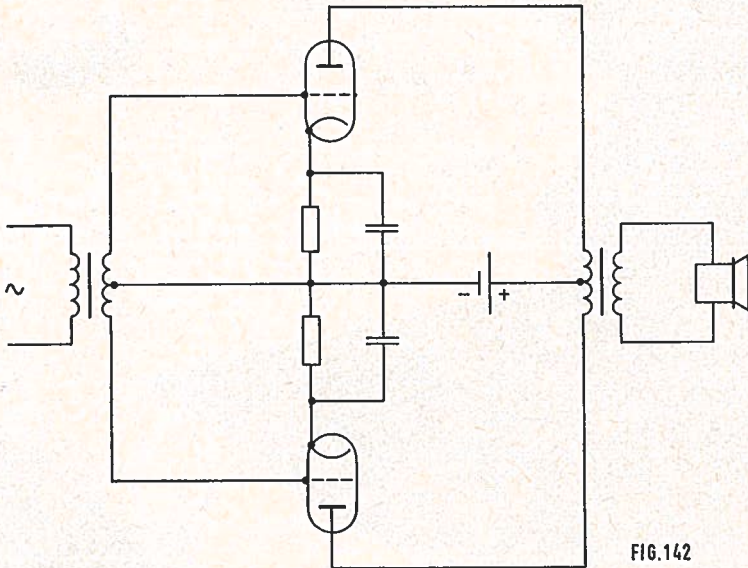


FIG. 142

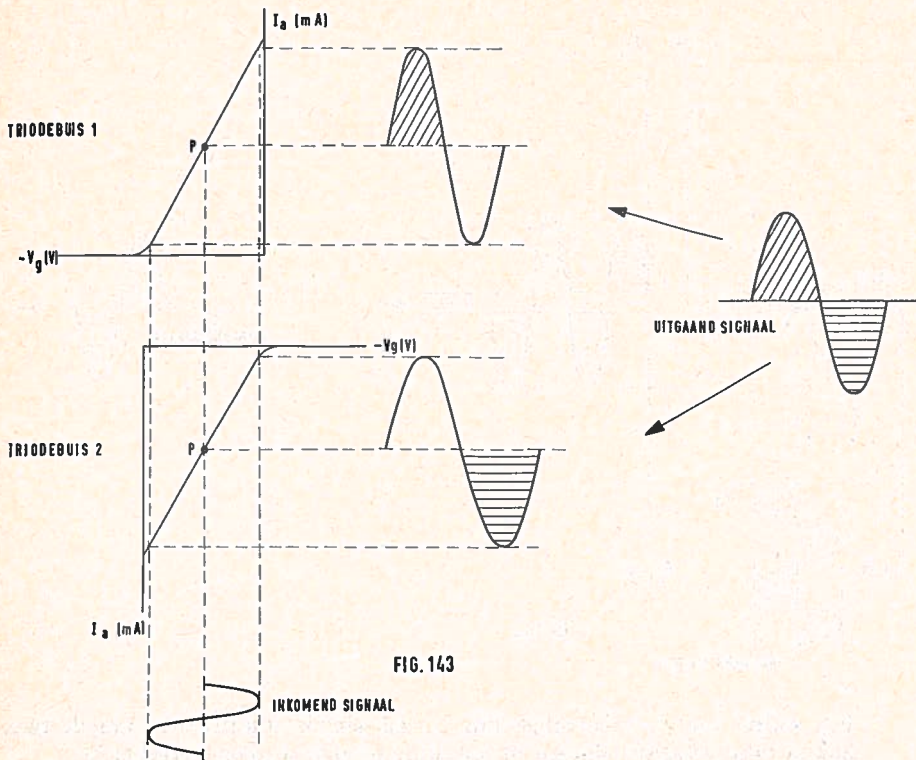


FIG. 143

twee anodewisselstromen gevoerd en wel dusdanig, dat elk de helft van deze primaire wikkeling doorloopt. Hiertoe is dus een middenaftakking aangebracht (figuur 142).

Door de tegenfase van de *roosterspanningen* en als gevolg hiervan de *tegenfase* van de *anodewisselstromen*, induceren deze laatste in de secundaire wikkeling *spanningen*, die nu in fase zijn.

De balansschakeling is ingewikkelder te schakelen dan de parallelschakeling. Toch wordt de eerste veel meer toegepast; deze heeft dan ook enkele belangrijke voordelen boven de parallelschakeling.

1. Een groot voordeel van de balansschakeling is, dat deze *meer* dan tweemaal zo'n groot vermogen kan leveren als het vermogen, dat elk van de beide buizen kan leveren.
2. Nog een voordeel is, dat in de beide helften van de primaire wikkeling van de uitgangstrafo de gelijkstromen in tegengestelde richting gaan; het in de zachtstalen kern ontstane magnetische veld wordt hierdoor opgeheven. De transformator kan daardoor dikwijls kleiner worden.
3. De anodestroomvariates in beide buizen, die ontstaan door variaties in de anodespanning ten gevolge van rimpelspanningen worden niet als hinderlijk ondervonden. Ook hier komt dat, doordat deze stroomvariates in beide helften van de primaire wikkeling in tegengestelde richting vloeien, zodat in de secundaire wikkeling hierdoor geen spanning wordt geïnduceerd.

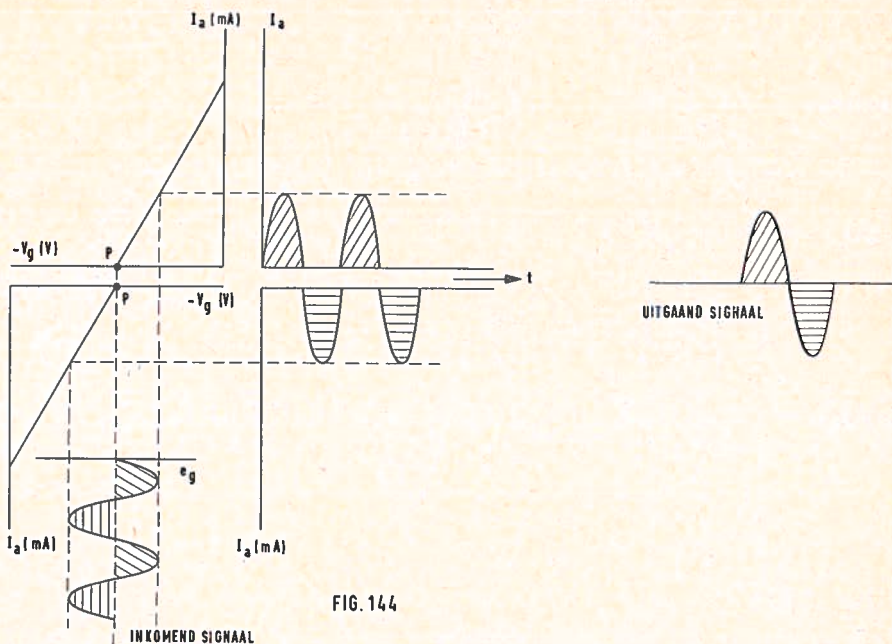


FIG. 144

Een nadeel van de balansschakeling is, dat aan de stuurroosters van de twee buizen twee wisselspanningen in tegenfase moeten worden aangebracht.

17.2. Twee triodes in klasse-A

Het getekende in figuur 142 is de eindtrap van twee triodes ingesteld volgens klasse A.

Het in de inleiding besprokene geldt hier ook.

In figuur 143 zijn de dynamische karakteristieken van beide buizen getekend en wel in tegenfase.

Het blijkt, dat de *oneven* harmonischen *wel* en de *even* elkaar *niet* in de kern van de uitgangstrafo versterken en daarmee tevens secundair. Ook dit is een voordeel voor de balansschakeling waarbij vervorming wordt tegengegaan.

Het rendement blijft voor elke triode 25%, doch door de uitgangstrafo wordt dit iets anders, hetgeen verder buiten beschouwing gelaten wordt.

Zou de gelijkstroominstelling door de kathodeweerstand anders gekozen worden, zodat bijv. AB-instelling wordt verkregen, dan ligt het rendement hoger dan bij een A-instelling. De oorzaak ligt in het opgenomen vermogen, hetwelk veel kleiner is, terwijl het afgegeven vermogen niet is veranderd.

17.3. Twee triodes in klasse-B

Worden de triodes in klasse B ingesteld, dan is het opgenomen vermogen bijna nul. Beide buizen zijn tegengesteld in hun instelpunt (figuur 144). Het rendement is hier weer groter dan bij de klasse AB. En deze was al hoger dan klasse A (hier 40%). Het vermogen dat wordt afgegeven is maximaal als $R_a = R_i$. Het gevolg is, als aan deze voorwaarde wordt voldaan, dat elke helft van de

uitgangstrafo een primaire impedantie moet vertegenwoordigen, die gelijk is aan de R_i van één eindbuis.

De karakteristiek is als een rechte lijn voorgesteld. Een roosterwisselspanning e_g wordt op beide stuurroosters aangesloten.

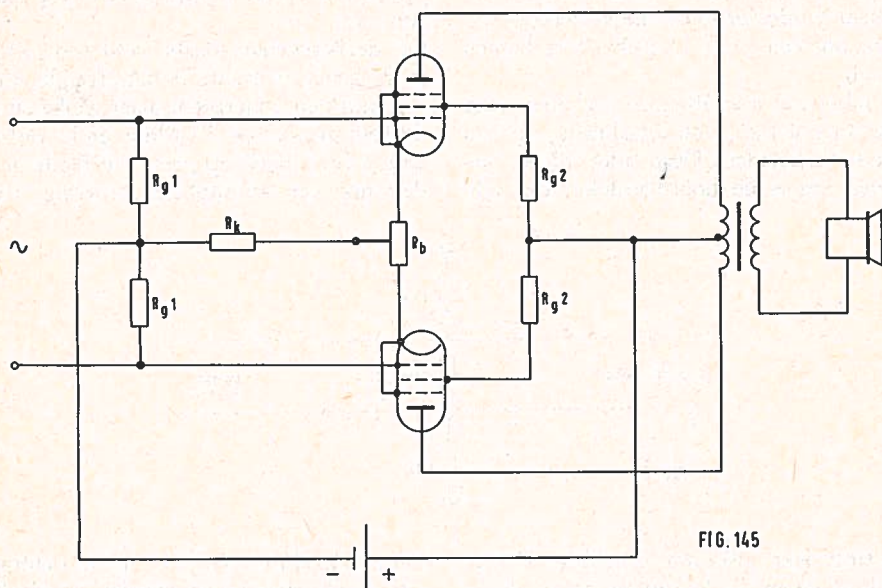


FIG. 145

17.4. Twee pentodes in klasse-A

Worden nu pentodes gebruikt in plaats van triodes, dan blijkt hier het afgegeven vermogen te zijn verdubbeld. Ook de primaire uitgangstrafo-impedantie is nu dubbel zo groot als die van een enkele pentode.

De schakeling van figuur 145 is anders dan die van figuur 142.

Natuurlijk is het eerste verschil, dat de één met triodes en de ander met pentodes werkt.

Verder is de kathodeleiding van beide pentodes anders. Ten eerste is er nu een gemeenschappelijke kathode-weerstand R_k en bovendien ontbreekt de kathode-ontkoppelcondensator.

De weerstandswaarde blijkt de helft te zijn van de twee weerstanden bij de triode gebruikt.

De twee wisselstromen vloeien nu door de gemeenschappelijke kathedeweerstand, doch al zijn ze gelijk ze zijn toch in tegenfase.

Er gaat dus door R_k geen wisselstroom. De ontkoppelingscondensator over R_k kan dan ook worden weggelaten. De balansweerstand R_b dient kleine verschillen precies uit te balanceren, zodat deze regelbaar is uitgevoerd.

Veelal wordt R_{g2} zeer klein uitgevoerd, zodat deze twee condensatorweerstand niet ontkoppeld behoeven te worden. Terugwerking van de ene buis naar de andere buis, via deze schermroosters, is hierdoor voorkomen. Als opmerking mag nog gesteld worden, dat de A-instelling dicht bij de AB-instelling wordt gekozen in verband met hogere harmonischen in het signaal.

Een bijzondere kabelstoring

T. R. EMMAA

09-67

Het is al weer enige tijd geleden dat een dienstkringleider onze medewerking inriep, om een „rare” kabelfout te komen meten.

In zeker net kon abonnee 265 niet meer telefoneren t.g.v. een a/b-sluiting op zijn lokale kabelader. Deze ader bleek, gemeten vanaf de hoofdverdelers, een a/b-

weerstand op de kontaktplaats zeer laag zou zijn.

Op de berekende plaats werd een luikje in de kabel gemaakt, de betreffende ader 7 geknipt en onderzocht, naar welke zijde de fout zou zitten. Tot hun grote verbazing echter bleek op geen van beide einden nog een a/b-sluiting aanwezig; wel

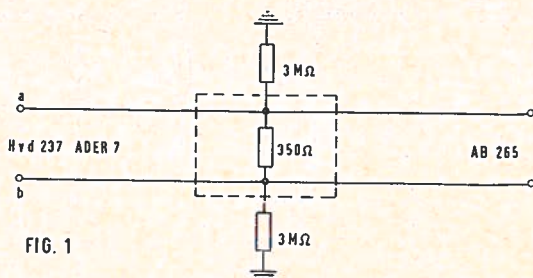


FIG. 1

sluiting over 350 ohm te hebben. De afleiding tegen aarde van de a- en de b-draad was 3 Mohm, (fig. 1), zodat hierop geen plaatsbepaling kon plaatsvinden m.b.v. de megger.

De budi besloot om uit de a/b-sluiting van 350 ohm de plaats van de fout te berekenen, hopende, dat de overgangs-

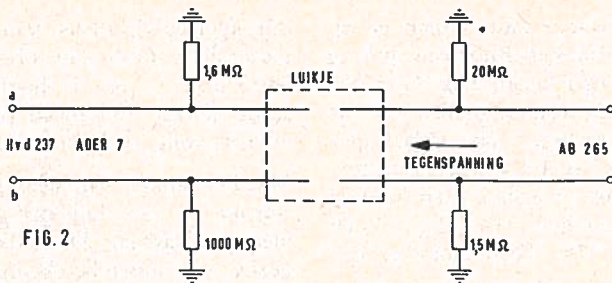
enige afleiding, terwijl er in de richting van de abonnee tegenspanning op de b-draad bestond (fig. 2).

Teneinde beter te kunnen meten, zonder daarbij invloed van de tegenspanning te hebben, moesten alle abonneelijnen, welke in deze kabel ondergebracht waren, afgestopt worden. Het vreemde was, dat

17.5. Twee pentodes in klasse-B

Het rendement van een balansschakeling met twee pentodes in klasse-B is tweemaal zo groot als die met twee triodes (80%). In de praktijk ligt dit veelal lager, door het niet ideaal zijn van de schakeling, karakteristieken en dergelijke. De voordelen van twee pentodes in balans zijn dezelfde als bij de triodes. Er is echter een groot nadeel. Wordt deze schakeling in klasse-B ingesteld, dan hebben de stuurroosters geen negatieve instelspanning nodig via een *kathode-weerstand*. Toch is een negatieve roosterspanning nodig; deze moet dan van een afzonderlijke spanningsbron worden betrokken. De belasting van deze spanningsbron is afhankelijk van de signalen op het stuurrooster. De stroom die deze voedingsbron moet leveren varieert dus sterk, hetgeen een goede spanningsbron vergt.

(wordt vervolgd)

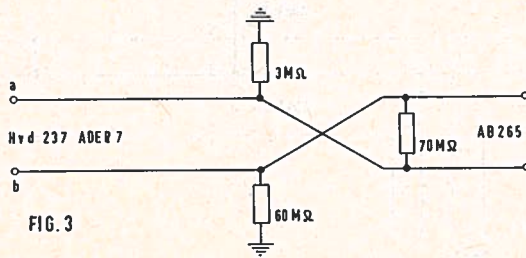


de tegenspanning verdween na het afstoppen van de gestoorde abonnee 265; ook werd na het verdwijnen van deze tegenspanning vanuit het luikje op geen van beide einden de a/b-sluiting nog gemeten.

Verbond men op deze plaats de aders echter door, dan constateerde men op

gemeten. Op een $0,5 \mu\text{sec}$, hetgeen overeenkomt met $0,5 \times 108 \text{ m} = 54 \text{ m}$, was een sterke impedantie-verlaging zichtbaar; dit wees op een contact met een andere ader. Inderdaad bleek ader 7b kontakt te hebben met ader 8a; fig. 4.

Op de aangegeven plaats van 54 m bleek de kabel plat geslagen te zijn, waardoor



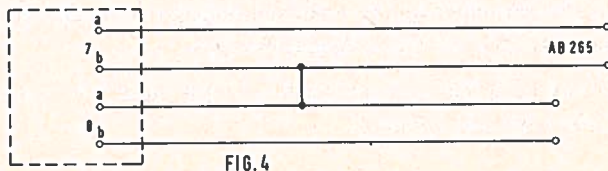
ader 7 inderdaad weer een a/b-sluiting over 350 ohm en 3 Mohm afleiding op beide draden als in fig. 1.

Wanneer men de aders in het lasgat kruislings doorverbond, dan verdween de sluiting; fig. 3.

Met de echometer is vervolgens vanuit het lasgat in de richting van de abonnee

het kontakt van 7b met 8a was ontstaan. Na het verdwijnen van dit kontakt was ook de a/b-sluiting verdwenen.

Deze ene fout kon echter onmogelijk de a/b-sluiting veroorzaakt hebben, zodat er dus nog een fout moest zijn, maar dan op het andere deel van de kabel, in de richting van de telefooncentrale. De storing



zou nl. te verklaren zijn, indien er op laatstgenoemd stuk kabel nog een sluiting zou zijn, maar dan tussen ader 7a en 8a. Gezien de weersomstandigheden was de las echter weer dichtgemaakt, zodat vanaf de hoofdverdeler moest worden gemeten. Van hieraf bleek er echter geen contact te bestaan tussen hvd 237 (ab 265) en hvd 238 (ab 752). Toch moest er een contact zijn.

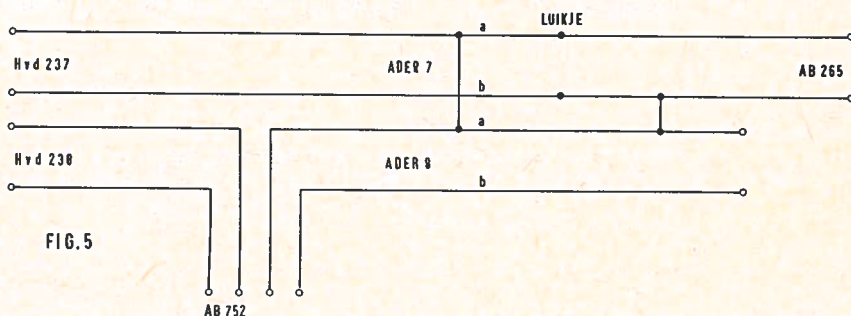
Na enig zoeken in het technisch overzicht bleek toen, dat abonnee 752 op de plaats woonde, waar het luikje gemaakt was. De fout zou dus ook nog kunnen zitten op het „achtereind” van ab 752.

Gelukkig bleek ader 8 bij de abonnee in- en uitgelast te zijn, zodat vanaf de las-

dop nogmaals gemeten kon worden. Aangezien hier alleen ader 8 beschikbaar was, werd ader 7e op de hoofdverdeler aan aarde gelegd. Inderdaad bleek toen, dat ader 8a volle aarde kreeg van ader 7a.

Met het vinden van deze fout waren de storing en zijn bijkomstigheden volkomen verklaarbaar. De budi had, achteraf gezien, een juiste berekening gemaakt en was daarbij precies tussen de beide fouten uitgekomen; fig. 5. Knipt men op die plaats de ader, dan is inderdaad de a/b-sluiting verdwenen; wel krijgt men via de sluitingen tegenspanning op de b-draad via hvd 237a, ader 8a naar ader 7b.

Al met al een bijzondere kabelstoring.



RECTIFICATIE

In het artikel „Zeekabelversterker” zijn twee storende foutjes geslopen t.w.: Op blz. 16 (januarinummer), 3e regel van onderen staat: „bovendoorlaatveiligeden”, dit moet zijn: *bovendoorlaatzeefkringen*.

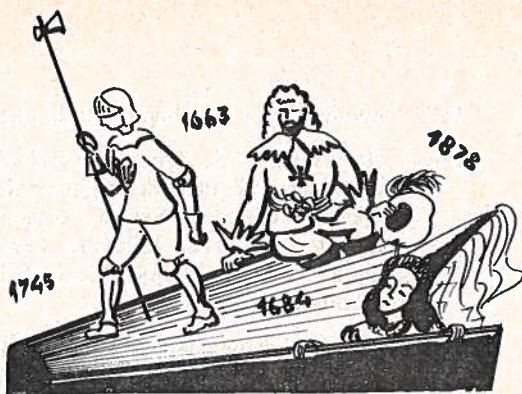
Op blz. 22, 2e regel van onderen staat: „ \approx 100 maal per seconde”; dit moet zijn: „ \approx 100 maal per minuut”.

de Redactie.

MIJLPALEN
IN DE
GESCHIEDENIS
VAN DE
TELE-
COMMUNICATIE

J. H. SCHUILENGA

10-67



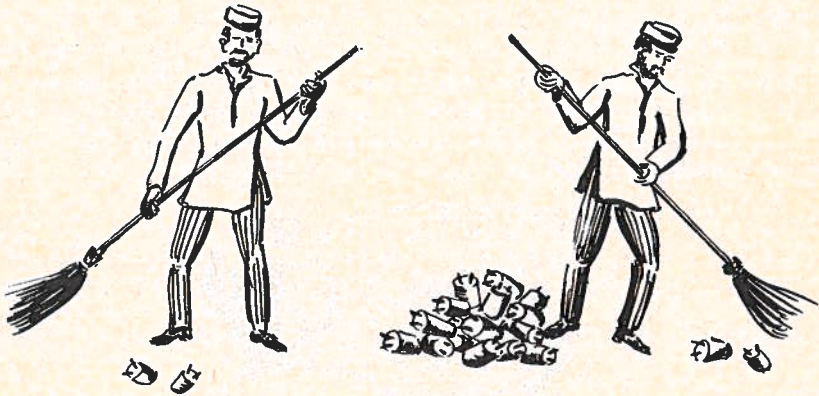
(Vervolg van blz. 380)

- 1878 De Engelse geestelijke HENRY HUNNINGS ontwerpt een instrument met koolpoeder als medium van variable weerstand; hiermede is de microfoon een feit.
- 1878 Verscheidene onderzoekers als Edison, Bell, Blake, Ader, Siemens en Reiner brengen verbeteringen in de microfoon aan; in 1892 komt de Amerikaan ANTHONY WHITE met een bijzonder goede microfoon: de ook in ons land vermaarde solid-back microfoon.
- 1878 De in Engeland geboren Amerikaanse professor DAVID EDWARD HUGHES (1831—1900) maakt de naar hem genoemde microfoon.
- 1878 28 januari: de eerste lokale telefooncentrale, te New Haven (Connecticut) in Chapel Street, in gebruik genomen. Begonnen met 20 aansluitingen en gedeeltelijke openstelling was zij spoedig het gehele etmaal in bedrijf.

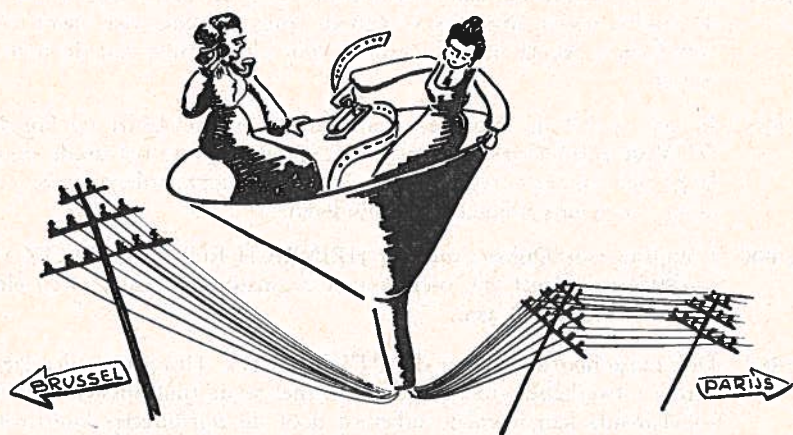


- 1878 Tijdens zijn verblijf in Engeland richt Bell, algemeen beschouwd als de uitvinder van de telefoon, een brief aan de zojuist opgerichte Electric Telephone Company, waarin hij opmerkelijke profetieën doet.
- 1878 Het idee, kabels voor de telefoonverbindingen te gebruiken, begint ingang te vinden, maar het wordt eerst een feit in 1880, wanneer de eerste telefoonkabel wordt gelegd over de East River brug naar Brooklyn in New York.
- 1879 De Zwitsers BERTHOUD en FRANCOIS BOREL introduceren de telefoonkabel met loden mantel, aanvankelijk met een loden geleider, doch later met koperaders.

- 1879 Londen krijgt een handcentrale met..... 9 abonnees.
- 1879 29 november: de Amerikaan CHARLES E. SCRIBNER (1858—1926) introduceert de door de Western Electric Manufacturing Company gefabriceerde Universal Switch, de eerste centraalpost, waarbij door steken van de stop in de klink het oproepsignaal wordt uitgeschakeld. De hierna volgende Standaard Switch heeft reeds het bekende, tot nu toe gevolgde, uiterlijk.
- 1879 De Amerikanen M. D. en T. A. CONNOLLY en THOMAS J. McTIGHE komen als eersten met een automatische telefoonschakelaar en verkrijgen daarop patent.
- 1880 De eerste pogingen om de verspreide batterijen te concentreren beginnen. Aanvankelijk wordt een centraal opgestelde batterij alleen gebruikt voor het oproepsignaal, maar na 1892 komt het gebruik ook voor de microfoonvoeding.

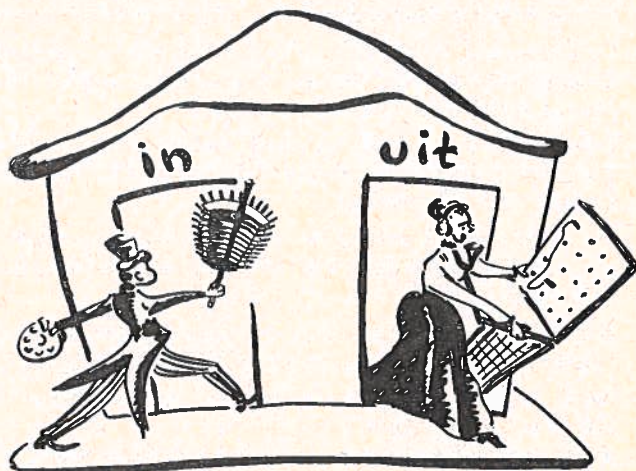


- 1881 Edison krijgt patent op een inrichting, bestaande uit een roterende stroomonderbreker, met stroombron en druktoets opgenomen in het primaire circuit van een inductiespoel. Daarmede kon hij een in de secundaire keten opgenomen, op enige hoogte opgestelde koperen plaat een wisselende elektrische lading geven. De *tekens* zijn op afstand door een passende kring op te vangen.
- 1881 De Fransman CHARLES FAURE vervangt in de Planté-accu de loden platen door loden roosters, waarin loodsulfaat is geperst en waardoor de formeringstijd aanzienlijk wordt verkort.
- 1881 In Italië worden de eerste telefooncentra aangelegd door de Bell Telephone Maatschappij. Rome krijgt als eerste stad een telefoonnet, welk werk wordt uitgevoerd door de ingenieur G. B. MARZI.



- 1881 In Frankrijk wordt in Parijs het eerste telefoonnet aangelegd.
- 1882 De Amerikaan FRANK JACOB krijgt patent op zijn vinding van het fantoomcircuit, een 3e verbinding op 2 dubbeldraden. Deze methode komt na 1900 in gebruik.
- 1882 De Belgische ingenieur professor FRANZ VAN RYSELBERGHE (1846—1893) is er door plaatsing van condensatoren en spoelen bij de meteorologische gevers in geslaagd, de inductiestoten, die optreden bij het telegrafisch overbrengen van de gegevens, in de aan dezelfde route opgehangen telefoondraden te vermijden. Een stap verder is, de telefoonlijnen mede te gebruiken voor het overbrengen van de tekens (eerste toepassing op de route Brussel-Parijs in 1882). Dit leidt tot het simultaan gebruik van lijnen voor telegrafie en telefonie, wanneer hij de meteorologische instrumenten door Morse-toestellen vervangt.
- 1883 De Engelsen A. R. BENNETT en LANGDON overwegen lange dubbeldraadseleidingen met spoelen af te sluiten, teneinde door betere aanpassing reflectie of echo te vermijden.
- 1883 Edison ontdekt dat de tot rood verhitte draad van een gloeilamp, (negatieve) elektronen uitstoot (emitteert). Dit fenomeen noemt men sindsdien het Edison-effect.
- 1884 De Duitser PAUL NIPKOW (1860—1940) construeert de schijf, die zijn naam draagt; daarmee leidt hij de geboorte van de televisietechniek in.
- 1885 Hervatting van de bestudering der eigenschappen van buisjes met ijzer-vijlsel door de Italiaanse professor CALZECCHI ONESTI.
- 1885 Eerste met succes bekroonde proeven door de Britse GPO-ingenieur SIR WILLIAM PREECE (1834—1913) met betrekking tot de overdracht van radiosignalen tussen 6 km van elkaar verwijderde elektrische kringen.

- 1885 De V.S. brengen het zgn. kruisingsysteem voor interlokale routes. Door de draden regelmatig en systematisch langs de route van plaats te doen verwisselen, wordt inductievrijheid voor alle circuits van de route verkregen.
- 1887 In een artikel in *The Electrician* van 3 juni beschrijft de Engelsman OLIVER HEAVISIDE (1850—1925) de thans zo befaamde oneindig lange lijn zonder vervorming en noemt de voorwaarden om de vervorming van telefoonlijnen te verminderen.
- 1888 1 augustus: de Duitse professor HEINRICH RUDOLF HERTZ (1857—1894) toont met zijn oscillator of resonator het bestaan van elektromagnetische golven aan.
- 1889 De Franse hoofdingenieur der PTT VASCHY, Heaviside's denkbeelden verder uitwerkende, toont aan dat in theorie de transmissiekwaliteit van kabelcircuits kan worden verbeterd door de zelfinductie kunstmatig te vergroten.
- 1890 De Franse natuurkundige en medicus EDOUARD BRANLY (1844—1940) maakt een detector voor elektromagnetische golven: de cohaerer.
- 1891 Eerste telefoonkabel tussen het Verenigd Koninkrijk en Frankrijk.
- 1891 De Fransen MAURICE HUTIN en MAURICE LEBLANC nemen patent op een meervoudig transmissiesysteem voor kabels, dat zal leiden tot de moderne draaggölftechniek.
- 1891 10 maart: de Amerikaan ALMON B. STROWGER (1839—1902) krijgt patent op een systeem voor automatische telefonie volgens de step-by-step methode, voor 1000 aansluitingen, patent nr 447.918.



Een onvergeeflijke, doch tegelijk begrijpelijke fout!

In het januarinummer werden op blzn. 6 en 7 de volgende vragen gesteld en antwoorden gegeven:

1-8: *Wat bedoelt men dan met + 112 V en - 112 V als bij de telegraaf-automaat?*

Hier heeft men 2 batterijen elk van 56 cellen, dat wil zeggen elk van 112 V.

De + van de ene batterij is ook weer verbonden aan de - van de andere batterij, maar dit verbindingspunt is aan „aarde” gelegd.

1-10: *Hoe groot is dan de spanning tussen de + en de - bij de telegraaf?*

$2 \times 112 \text{ V} = 224 \text{ V}$.

Vele lezers onder het personeel van de telegraafautomatenzaal grepen de telefoon om de hoofdredacteur te wijzen op de grote fout, welke hier werd gemaakt: de gelijkspanning bedraagt nl. $2 \times 60 \text{ V}$.

Dit had de redactie bij het corrigeren van de drukproeven moeten zijn opgevalen; door de korte tijd, welke hier veelal voor beschikbaar is en het lezen van 2 batterijen elk van 56 cellen, kon zulks echter gemakkelijk aan de aandacht ontsnappen.

We hebben nagegaan hoe het mogelijk is, dat de samensteller van de vragen - dat geen telegraafman is - op het idee van de 2 batterijen van 56 cellen kon zijn gekomen.

In een accukamer waren deze cellen opgesteld als in fig. 1 getekend, d.w.z. in 4 rijen van 28 cellen en wel 2 aan 2 boven en naast elkaar.

Wanneer men de twee rode (+) en de twee blauwe (-) geleidingen ziet, dan

vertonen deze veel overeenkomst met die van een telefoonbatterij, waar de laad- en ontladingleidingen gescheiden op de polen van de batterij zijn aangebracht.

Let men niet goed op de beide grijze (0) geleidingen aan het andere einde van de batterijstelling, dan beschouwt men het geheel gemakkelijk als 2 batterijen elk van 56 cellen. Het zijn er echter 4, elk van 28 cellen!

De +60 V- en -60 V-batterijen zijn dubbel uitgevoerd, teneinde bij het defect geraken van één der cellen het telex- en telegraafverkeer niet volledig gestoord te hebben.

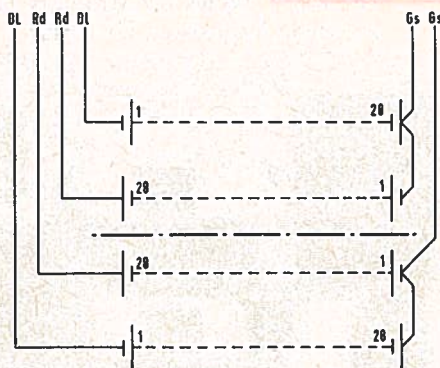


FIG. 1

Wilt U in het januarinummer bij de betreffende vragen meteen een notitie aanbrengen?!

We vragen gaarne excuus voor deze vergissing.

De nieuwe weerberichtinstallatie

C. L. QUINT

12-67

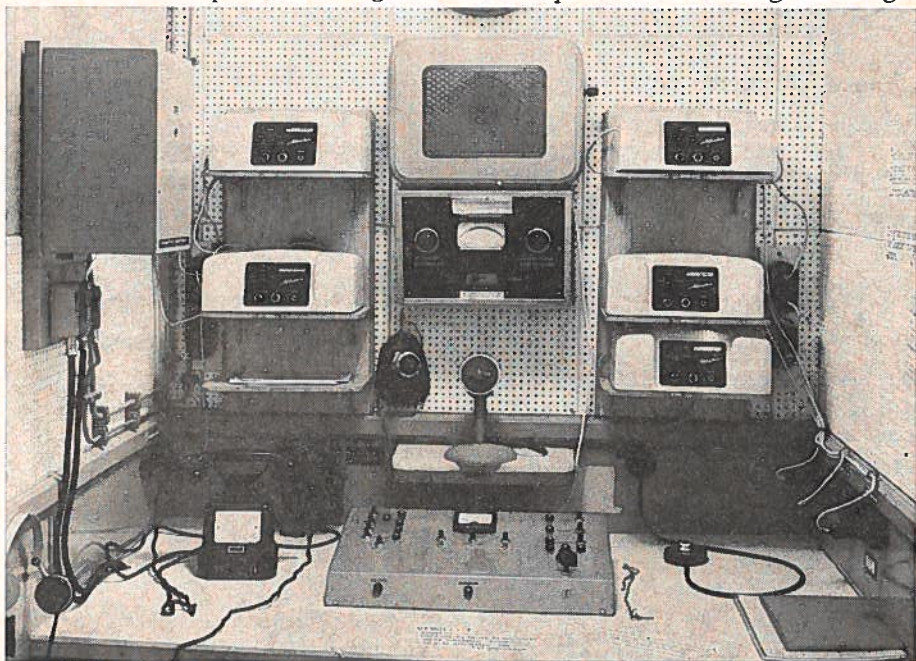
1. Inleiding

Sinds 1 februari 1965 zijn, ten behoeve van het telefonisch weerbericht, in het PTT-gebouw aan de Neude te Utrecht drie nieuwe spreekmachines van het fabrikaat AMESA (Ateliers Mecaniques et electrotechnique SA) Châtelaïne - Genève opgesteld.

De oude machines, waarvan een beschrijving werd gegeven in het augustus- en septembernummer van 1963, welke vanaf 1949 dienst hebben gedaan, zijn vermaakt aan het postmuseum te Den Haag. Daar kunt U ze altijd nog bewonderen. Deze machines zijn gedurende hun gebruik rond 205 miljoen malen geraadpleegd.

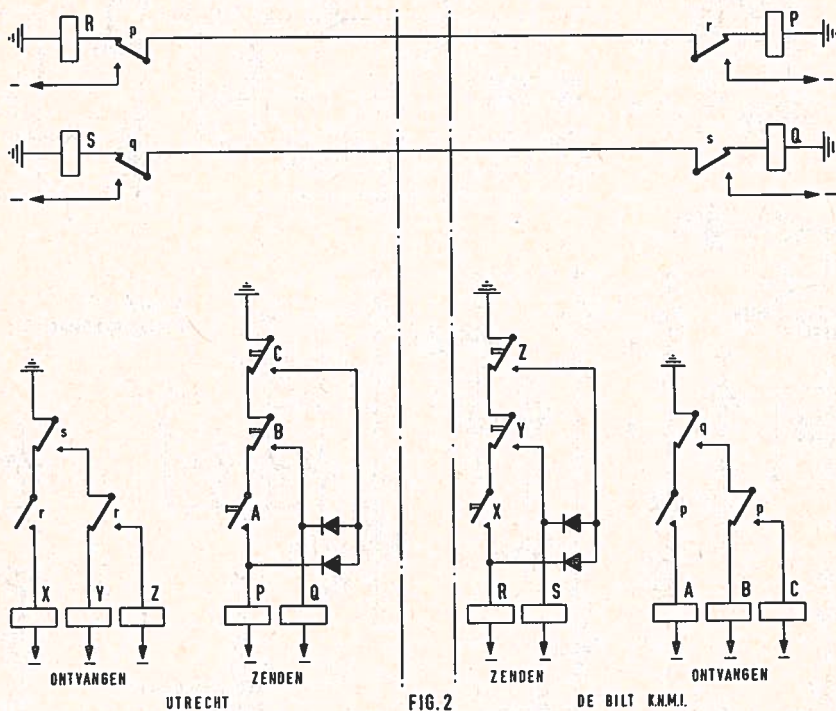
Tegelijkertijd met de indienststelling van de nieuwe machines is de totstandkoming van het weerbericht gewijzigd. Werd voorheen het weerbericht door het KNMI te de Bilt per telex naar het PTT-gebouw te Utrecht overgeseind en aldaar door een telefoniste ingesproken, thans wordt dit inspreken gedaan door personeel van het KNMI zelf. Dit vindt elf maal per dag plaats en wel op de uren: 0.20; 6.20; 7.20; 8.20; 10.20; 14.20; 18.20; 20.20 en 22.30. Dit brengt met zich mee, dat de volledige procedure voor het totstand komen van een weerbericht op afstand plaats moet vinden door het KNMI.

Hiervoor is bij het KNMI een bedieningstableau aangebracht in de aldaar reeds bestaande inspreekcel; zie figuur 1. De hierop verrichte bedieningshandelingen



Figuur 1. Inspreekcel.

worden door bijbehorende relais (in de wandkast links) in code doorgegeven naar Utrecht en daar, door de relais voor de afstandsbesturing, herleid. De op het bedieningstableau te de Bilt doorgegeven handeling wordt dan te Utrecht uitgevoerd. Als controle, dat de gevraagde handeling is verricht, wordt door de afstandsbesturing een code teruggezonden naar de Bilt en in het algemeen als een lampsignaal waarneembaar gemaakt. De signalering in code was gewenst om het aantal benodigde aderpairs, tussen Utrecht en de Bilt, tot een minimum te beperken. De signaalcode vindt thans plaats over 4 aderpairs plus 1 aderpair voor geluidsoverbrenging. Het principe van zenden en ontvangen is voor 1 aderpair weergegeven in figuur 2.



Te Utrecht is eveneens een bedieningstableau in een inspreekcel opgesteld; zie figuur 3, 4 en 5, resp. op blz. 50, 51 en 52.

Bij het bedieningstableau te Utrecht is geen code signalering maar een directe signalering toegepast, omdat hier over voldoende kabeladers kon worden beschikt tussen bedieningstableau en machinerek. Als gevolg hiervan konden ook meer faciliteiten worden gegeven.

Door het opstellen van dit bedieningstableau is de mogelijkheid geschapen om, bij eventuele kabelstoring of storingen in de apparatuur bij het KNMI, de bediening te Utrecht volledig over te nemen. In dergelijke gevallen wordt de tekst voor het weerbericht via het openbare telexnet overgebracht naar ATOS en vandaar verder gedirigeerd.

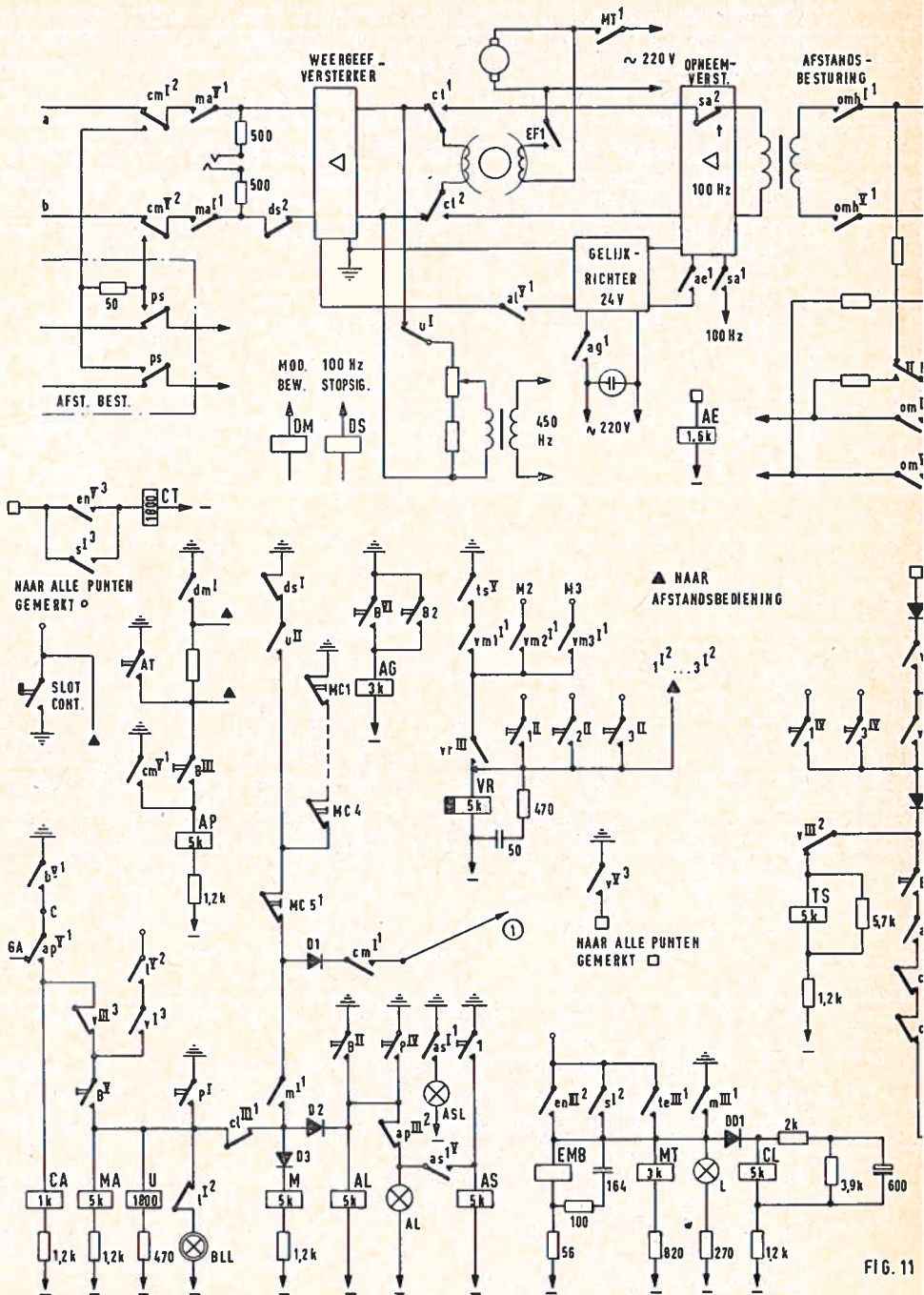
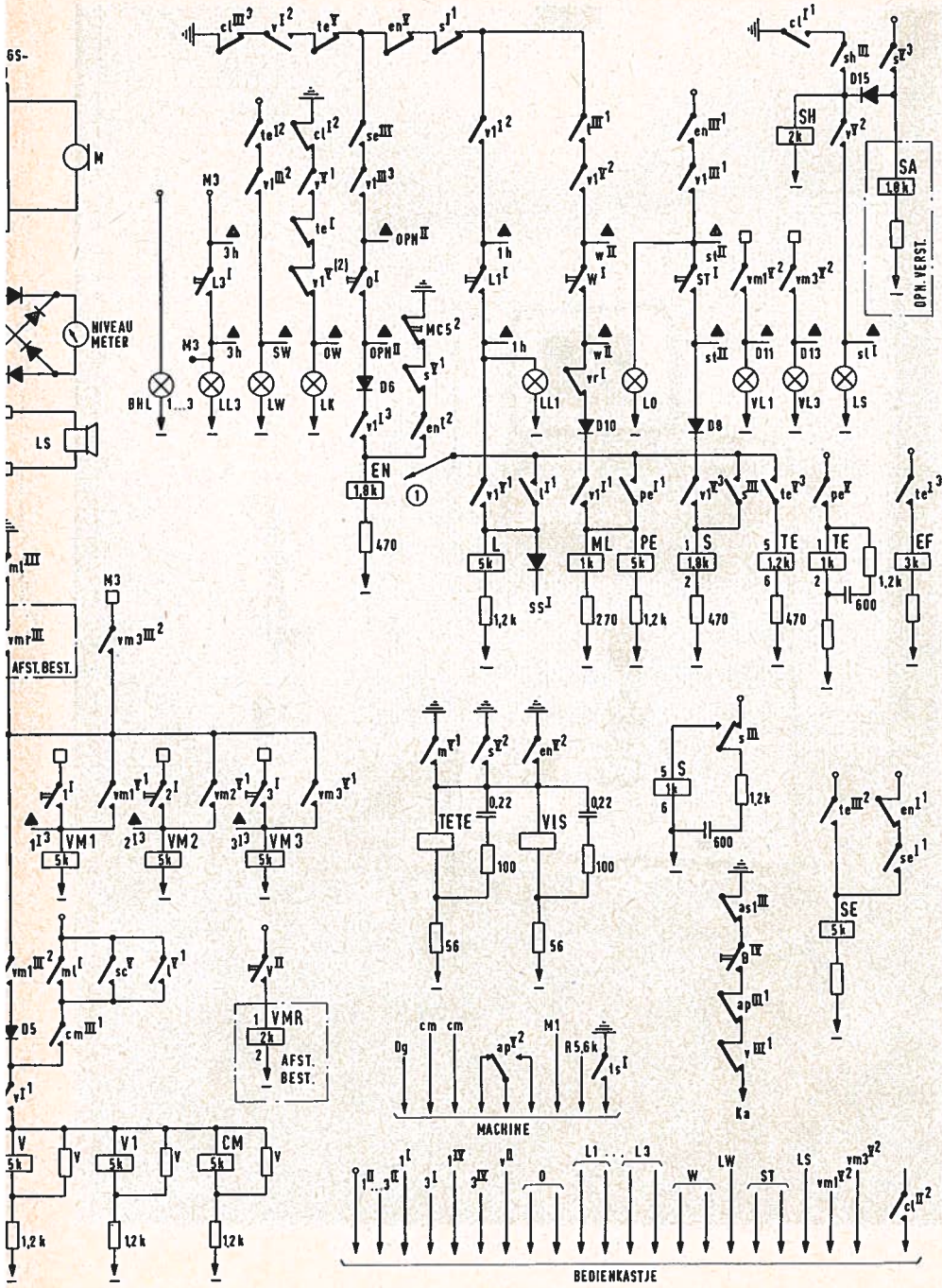
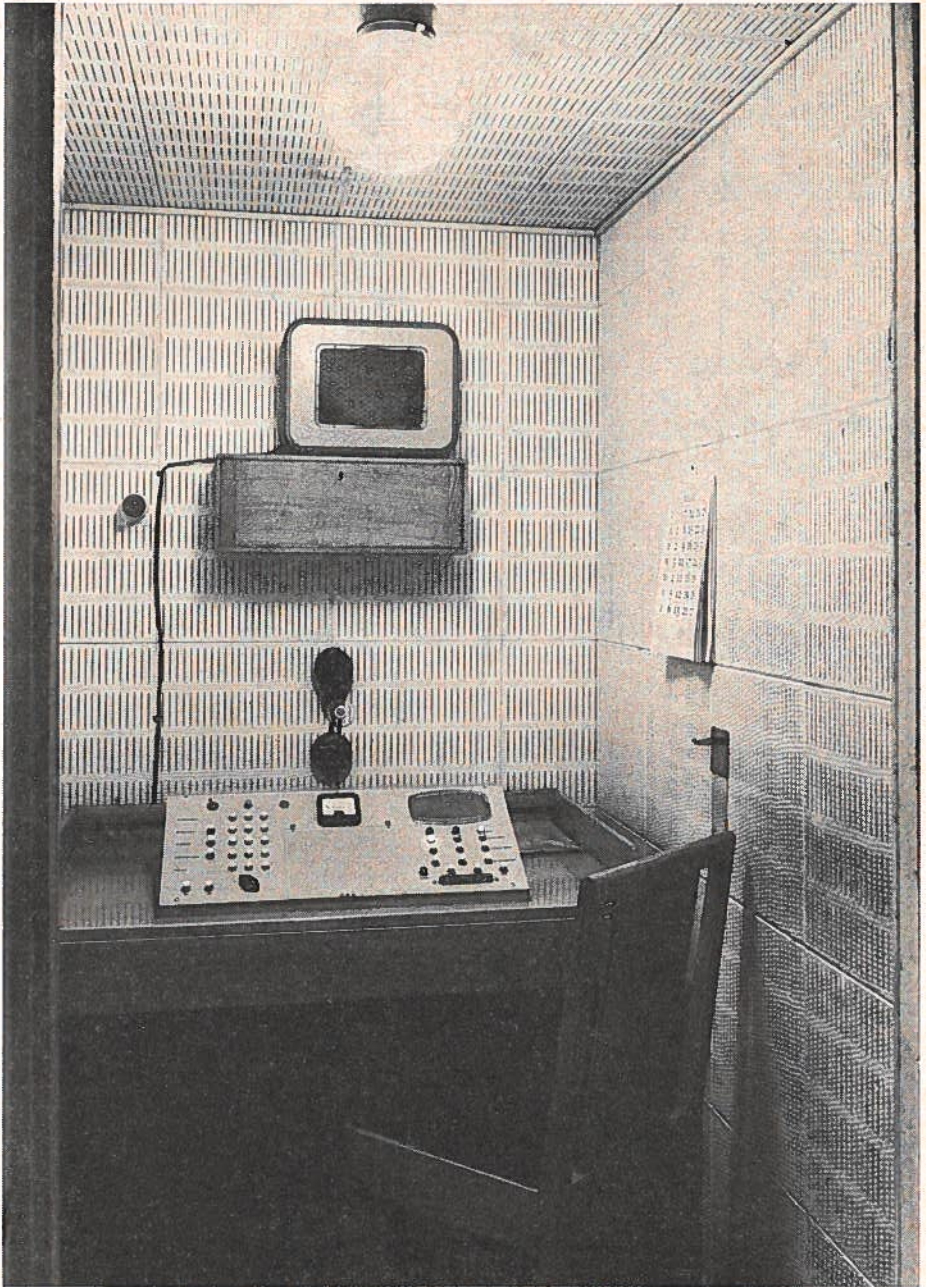
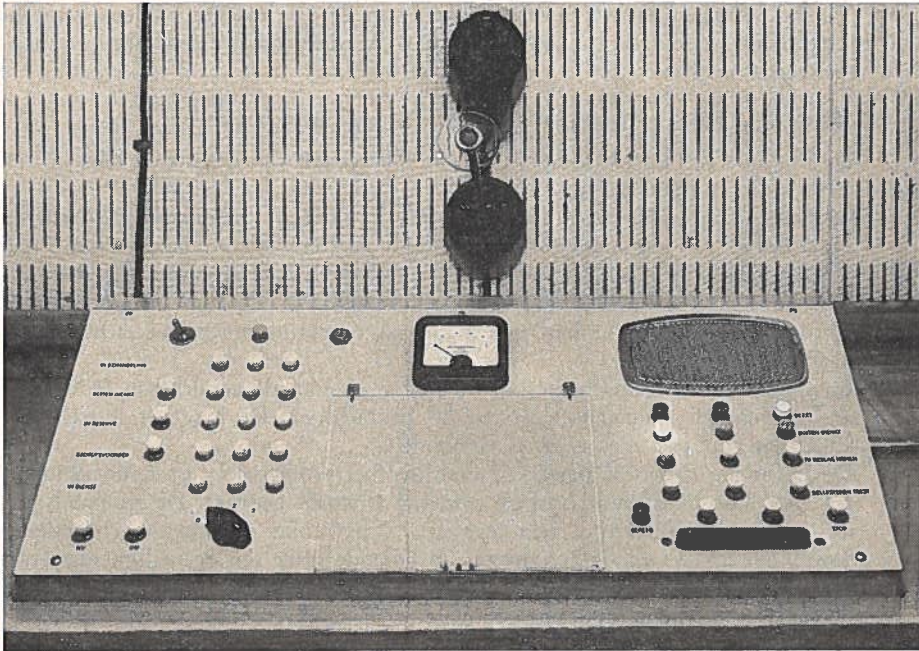


FIG. 11





Figuur 3. Bedieningstableau.



Figuur 4. Bedieningstableau.

Beide bedieningstableau's beschikken over een slotcontact. Het is niet mogelijk iets aan te vangen zonder het slotcontact om te leggen.

Het bedieningstableau te Utrecht heeft voorkeur; d.w.z. als het slotcontact te Utrecht wordt omgelegd kan geen enkele handeling van de Bilt uit worden overgedragen. Dit is in de Bilt kenbaar door het gloeien van een blokkeerlamp. Omgekeerd wordt elke handeling, welke op het bedieningstableau te de Bilt wordt verricht, te Utrecht duidelijk aangegeven door lampsignalering, figuur 4 geeft een overzicht van de opstelling van het geheel.

Boven elke machine is nog een relaisstrook angebracht. De strook met hulp-relais is gemeenschappelijk voor de drie machines en dient voor samenwerking met het bedieningstableau te Utrecht. Onderin het rek zijn de relais angebracht voor de afstandbediening.

Iedere machine beschikt over een eigen opneemversterker, die uitwisselbaar is angebracht. Bij de opneemversterker is, in hetzelfde huis, ook een 80 kHz generator angebracht. De generator levert de hulpspanning die nodig is bij het magnetisch registreren van het geluidsspoor. In hetzelfde huis is eveneens opgenomen een 100 Hz generator. Bij het geven van het stopsignaal wordt gelijktijdig een 100 Hz signaal op de band vastgelegd. Iedere machine beschikt ook over een weergeefversterker, die — evenals de opneemversterkers — gemakkelijk uitwisselbaar is. In het huis van de weergeefversterker is verder nog een 100 Hz detector opgenomen. Het registreren van een 100 Hz stopsignaal door deze detector heeft het mechanisch terugstellen van de trommel tot gevolg. Verder is in hetzelfde huis nog een spraakbewakingschakeling opgenomen.

Voor de opneem- en weergeefversterkers van de drie machines is een gemeenschappelijk voedingsapparaat beschikbaar. Al deze onderdelen zijn getransistoriseerd.

2. Werking van het mechanisme (Figuur 6a en 6b)

De machine dient voor het opnemen en weergeven van gesproken teksten met een maximum duur van drie minuten.

Om een lichtmetalen trommel 1 met een middellijn van ongeveer 26 cm en vervaardigd van een magnesiumlegering is een geluidband gelegd van 7 cm breed, waarop een geluidsspoor wordt gevormd. Deze trommel met band is vast op een as 2 bevestigd, die met een spoed van 1,5 mm naar voren kan worden bewogen. De as kan zich in de lengterichting tegen de kracht van de drukveer 3 verplaatsen.

Bij de start van de machine gaat de motor 21 met de aandrijfrol 27 draaien en worden de magneten 8, 16 en 40 bekrachtigd. De magneet 8 trekt het anker aan, dat vast met as 20 is verbonden.

De hefboom 25 wordt bewerkt, waardoor het koppelwiel tussen de aandrijfrol 27 en de binnenrand van de trommel 1 wordt gedrukt. De trommel gaat nu draaien. Tegelijkertijd trekt magneet 16 het anker 17 van de schroefkam-beweging aan, waardoor de schroefkam door de druk van de veiligheidsspiraal 18 tegen de schroefas wordt gedrukt. Het voorwaarts schuiven van as en trommel is hierdoor tot stand gekomen.

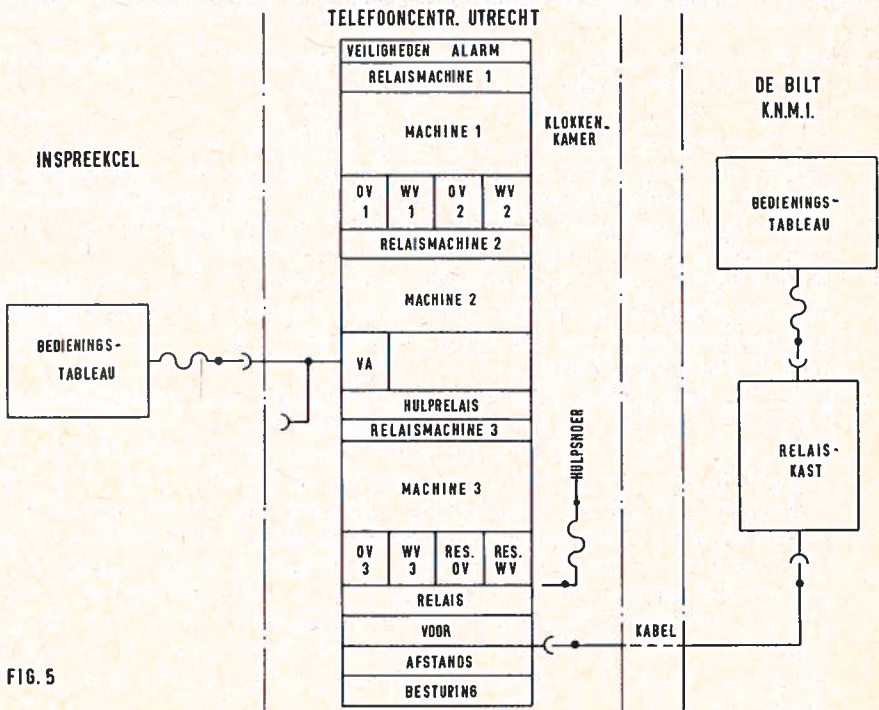
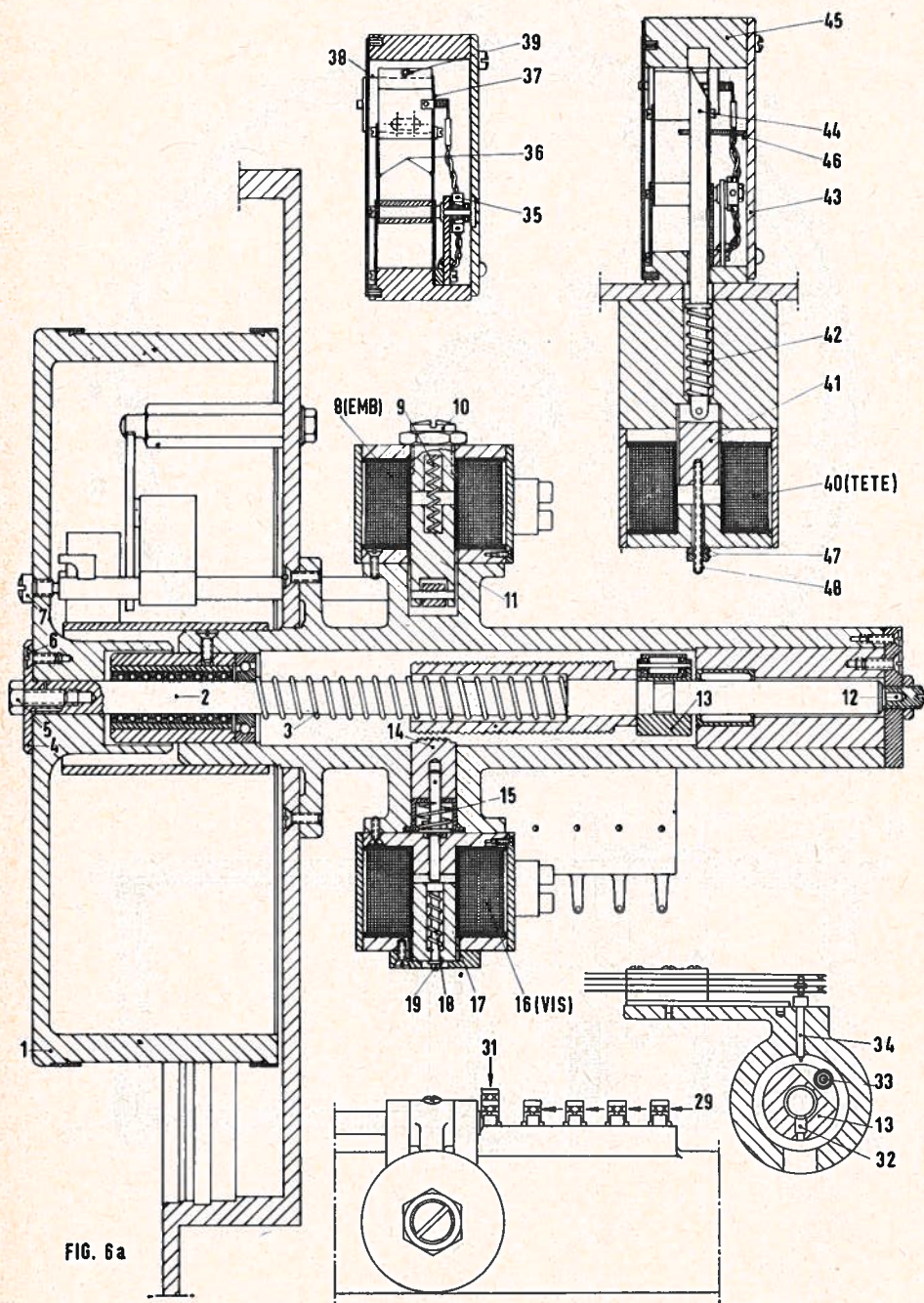


FIG. 5



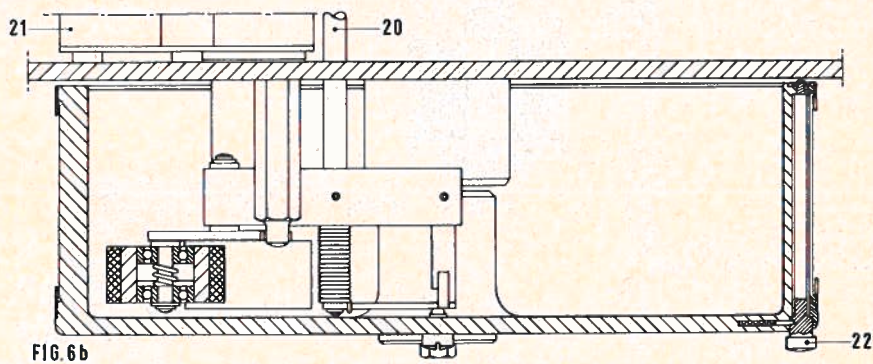
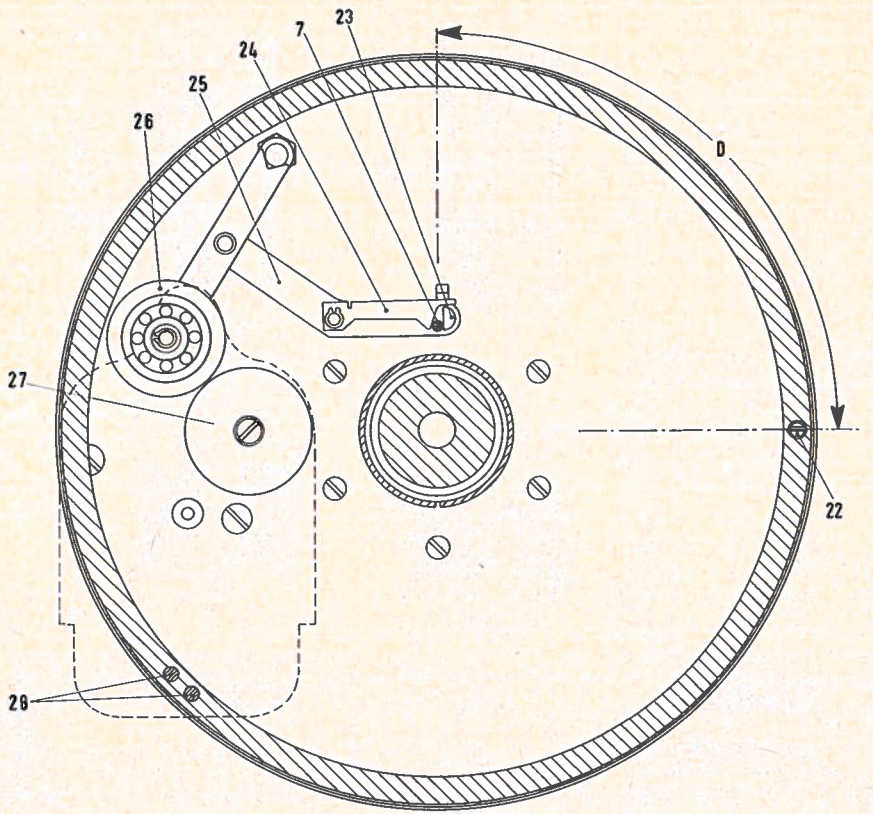


FIG. 6b

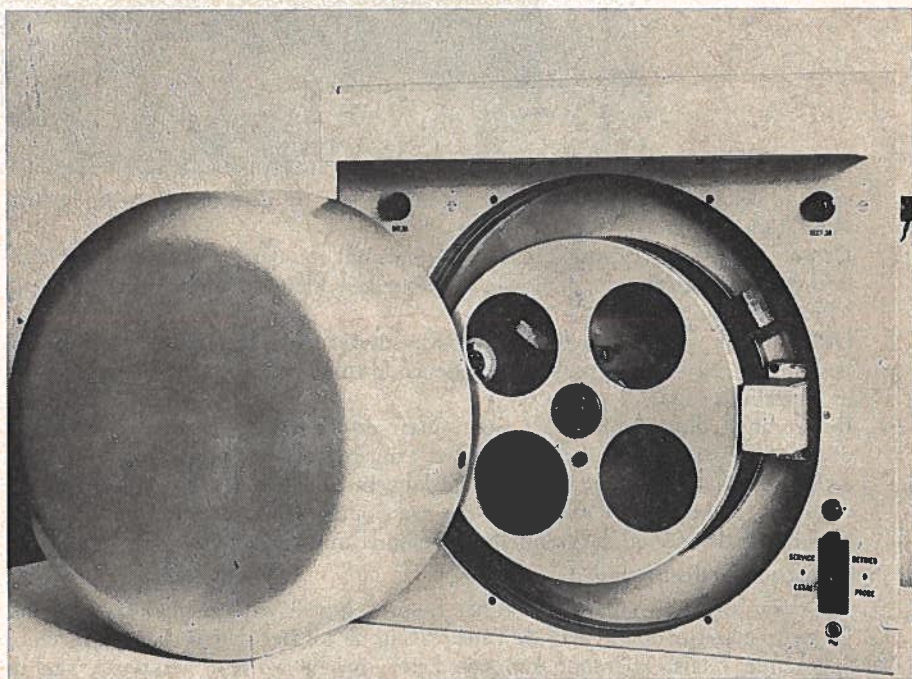
Magneet 40 beweegt het anker 41, waardoor de spiehefboom 44 wordt teruggetrokken. De toonkop beweegt zich nu naar de band en zal daarop blijven rusten met een bepaalde druk, die van te voren is ingesteld en ongeveer 5 gram bedraagt.

Het geluidsspoor wordt nu met een spoed van 1,5 mm als een schroeflijn op de band geregistreerd. Als de melding ten einde is blijft de stuurstroomkring nog over het ascontact 29 in stand gehouden en wordt pas door de rolnek 33 onderbroken.

Zodra het ascontact 29 wordt geopend, wordt gelijktijdig de stroom voor de motor 21 en de elektromagneten 8 en 40 onderbroken. Kort daarop wordt ook de stroom door de elektromagneet 16 onderbroken. Omdat de magneet 8 niet meer is bekrachtigd keert het anker, onder invloed van veer 9, in de ruststand terug, zodat het koppelwiel tussen de aandrijfrol en de binnenkant van de trommel wordt verwijderd.

Ook de elektromagneet 40 laat het anker afvallen. Onder invloed van de spiraalveer 42 wordt de spiehefboom 44 zodanig bewogen, dat de toonkop weer van de band wordt genomen. De trommel wordt niet meer aangedreven doch draait door eigen traagheid verder.

Zodra de magneet 16 het anker loslaat wordt de schroefkam 14 door de spiraalveer 15 uit de schroefas gedrukt. De as 2 wordt daardoor in de lengte-

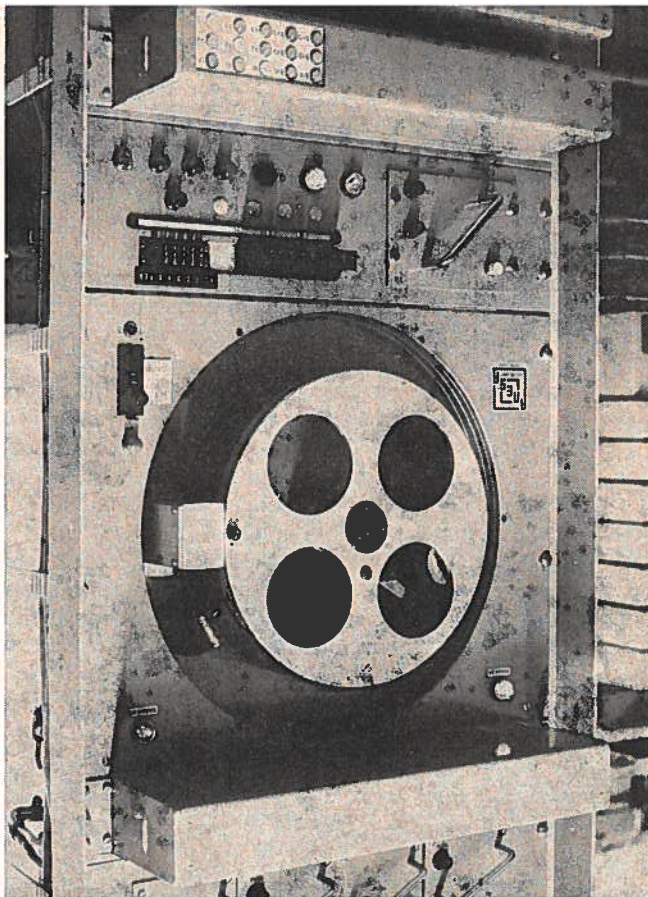


Figuur 7.

*Machine voor telefonische weergave.
Trommel met geluidsband met afgenomen kap.*

Figuur 8.

*De geluidsmachine.
Het geheel van één
machins in het vak met
gemeenschappelijke
relaisstrook en
signaallampen.*



richting ontkoppeld en keert door de kracht van de drukveer 3 naar de ruststand terug.

De snelheid van het terugkeren wordt gedempt, omdat de lucht in het laatste deel van de vassing van de as slechts door een kleine opening in de aanslag-schroef 12 kan ontwijken.

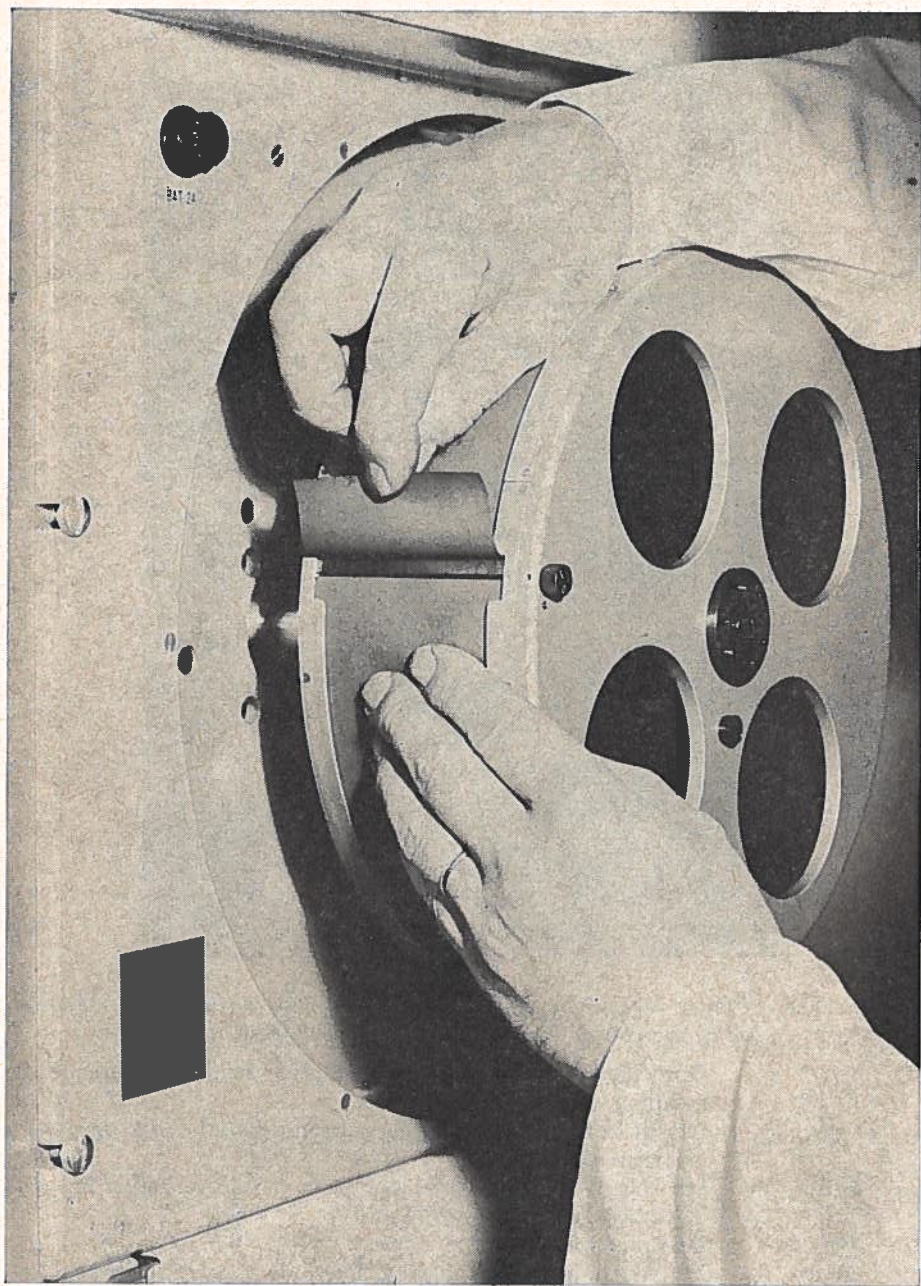
De hiervoor aangegeven vertraging van het uitschakelen van magneet 16 verhindert, dat bij de terugkeer van de as de rolnok 33 met de stootpennen 34 in aanraking komt.

De trommel draait nog steeds door, maar de snelheid wordt sterk afgeremd door een tegenwicht, dat in de velg is aangebracht. Dit tegenwicht is op een zodanige plaats bevestigd, dat de aanslagpen 7 nagenoeg zonder snelheid de vangnok zal bereiken. De pal 24, die even oplicht om de aanslagpen te laten passeren, valt neer en vergrendelt de trommel in de ruststand.

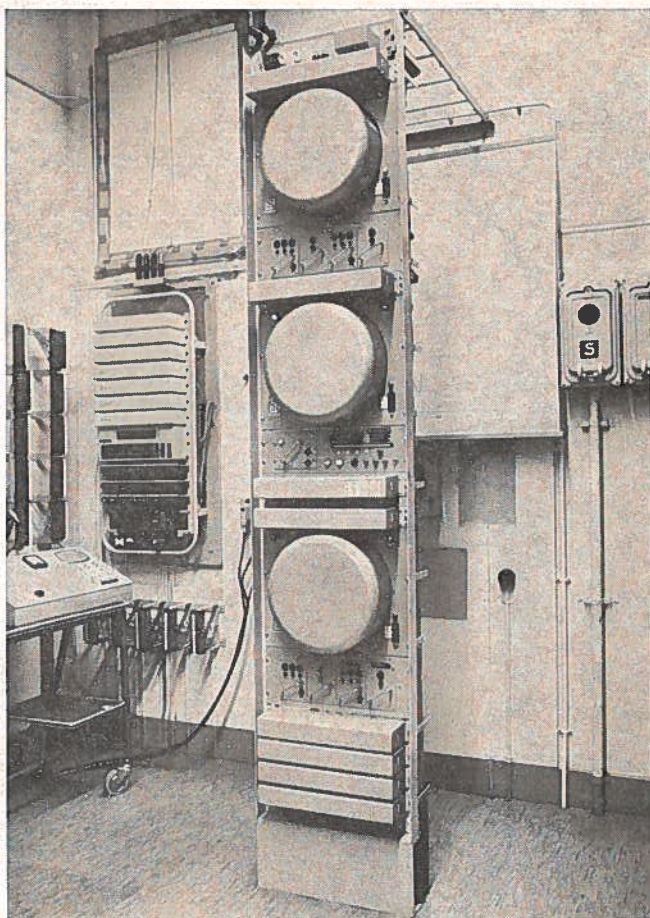
3. Schematisch gedeelte van de machine

Voor dat wordt overgegaan tot het bespreken van het schematisch gedeelte, volgt eerst een overzicht van de functies van de tot het schema van de machine behorende relais. Hierdoor kan een beter inzicht worden verkregen van de werking.

M	—	Leidt het draaien van de trommel in.
V	}	— Dienen voor het inbeslag nemen van de spreekmachine.
V1		
AP	—	Alarmrelais (bewaking modulatie).



*Figuur 9.
Instellen en plaatsen van het magnetische lint (neopreen).*



Figuur 10.

Overzicht van het gehele machinerek, waarbij ook zichtbaar is hoe het bedieningstableau bij het machinerek kan worden geplaatst.

- CA — Oproeprelais; verhindert het inbeslag nemen gedurende de melding.
- CM — Omschakelrelais; schakelt het uitgangssignaal *beluisteren tekst* om naar *bedrijf*.
- MA — Schakelt de *modulatie* aan de uitgang van de versterker in.
- TS — Voor keuze van de machine.
- PE — Leidt het wissen in.
- ML — Verhindert het vrijgeven voor het einde van het inspreken.
- TE — Hulprelais bij het wissen.
- SE — Beveiligingsrelais bij het inspreken.
- EN — Inspreekrelais.

S	—	Stoprelais.	
L	—	Weergeefrelais.	
MT	—	Motorrelais	} relais met 220 V contacten.
EF	—	Wisrelais	
CT	—	Omschakelrelais voor de toonkop.	
U	—	Hulprelais van oproeprelais MA. Schakelt ook de 450 Hz uit.	} Deze relais zijn ondergebracht in de weergeefversterker.
DS	—	Voor het detecteren van het 100 Hz signaal.	
DM	—	Detecteert de modulatie	
AE	—	Schakelt de 24 V in.	} Deze relais zijn ondergebracht in de opneemversterker
SA	—	Schakelt het 100 Hz stopsignaal in.	
SH	—	Controlerelais signalering stopsignaal.	
AG	—	Inschakelrelais voor het voedingsapparaat.	
AS	—	Alarmrelais.	
AL	—	Schakelt de voeding van de weergeefversterkers in.	} Deze relais zijn ondergebracht op de algemene stroom.
VR	—	Controlerelais bij inbeslagneming.	
VM	—	Wijst de inbeslaggenomen machine aan.	} Koppelmagneten van de machine.
EMB	—	Koppelmagneet v. d. schroefbeweging.	
VIS	—	Koppelmagneet v. d. draaibeweging.	
TETE	—	Uitsteken van de opneem-weergeefkop.	

Voor het indienststellen van de machine wordt de schakelaar in stand B (bedrijf) gezet. Hiermee worden de volgende stroomlopen ingeschakeld; zie figuur 11 op blzn. 48 en 49;

B^{II} doet AL opkomen. al^{V1} schakelt de 24 V gelijkstroomvoeding in voor de weergeefversterker.

B^{VI} bekrachtigt relais AG, waardoor ag¹ de 220 V ~ wordt ingeschakeld voor de gelijkrichter.

B^{III} schakelt relais AP in. Dit relais bewaakt de modulatie en wordt dan pas ingeschakeld als er inderdaad modulatie aanwezig is (dm^I). Weliswaar is er bij een stilstaande machine geen modulatie aanwezig, maar hierin is voorzien door in de ruststand een signaal van 450 Hz aan de weergeefversterker toe te voeren, via een u^I contact van het hulprelais U.

B^V bekrachtigt MA, dat opkomt indien ap^{V1} gesloten is en er dus modulatie aanwezig is, hetgeen bewaakt wordt door relais DM in de weergeefversterker. Tevens wordt relais U ingeschakeld, alsmede relais M, dat het draaien van de trommel inleidt met m^{V1}. Hierdoor wordt de koppelmagneet van de draaibeweging (VIS) bekrachtigd en de trommel gekoppeld.

M^{III}^I sluit de stroomkring voor relais MT (motorrelais) en EMB (koppelmagneet voor de schroefbeweging).

MT^I start de motor door het inschakelen van 220 V ~, terwijl EMB de schroefspil koppelt.

De weergeefversterker is ook doorgeschakeld, via ma^{I1} en ma^{V1}, naar de afstandsbediening en wordt vandaar doorgeschakeld naar de weerberichtoverdrager (zie afstandsbediening te Utrecht).

Met het bekrachtigen van M wordt tevens de opneem-weergavekop TETE ontkoppeld en met een lichte druk (≈ 5 g) op de geluidsband gebracht (m^{V1}). De machine loopt continu zodra deze op het bedrijf wordt geschakeld en het B-relais opkomt. Op de c-ingang staat dan constant aarde, zolang de machine in bedrijf is; zie verder. Een oproeper hoort steeds *één volledige weerbericht*. Weliswaar wordt de oproeper meestal op een aan de gang zijnde melding geschakeld, maar na afloop hiervan volgt altijd nog *één volledige melding*. Telkenmale als een melding is voltooid wordt een aardimpuls gegeven naar de lokale weerberichtoverdragers, alsmede naar de overdragers in alle districten. Ontvangen de overdragers tijdens één belegging 2 impulsen, dan worden ze automatisch afgeschakeld. Deze aardimpuls of as-impuls komt als volgt tot stand.

Bij het opbrengen van relais M, in eerste instantie door het omleggen van de sleutel in stand B, wordt ook aarde gegeven aan de relais M1, M2 of M3 (afhankelijk van de machine, zie afstandsbestudering te Utrecht, dat met m^1 , m^2 of m^3 relais M4 inschakelt). Dit heeft tot gevolg, dat door m^{41} de uitgaande asimpuls wordt voorbereid en alleen nog afhankelijk is van het stoppen van de in dienst zijnde machine, hetgeen plaatsvindt als de melding is voltooid. Zoals reeds vermeld, wordt, wanneer de volledige tekst is ingesproken, een stopsignaal gegeven. Dit houdt in, dat een signaal van 100 Hz — via de opneemversterker — op de geluidsband wordt gebracht. Elke keer wanneer dit 100 Hz signaal de weergavekop passeert wordt dit in de weergeefversterker gedetecteerd door het DS relais. Dit relais trekt aan, neemt met ds^1 de aarde weg van relais M. Relais M blijft echter gehouden over de mechanische contacten MC1, MC2, MC3, MC4 en MC5. De as, die de trommel voortbeweegt in horizontale richting, bewerkt deze contacten elke omwenteling. De contacten zijn op een zodanige afstand van elkaar geplaatst en de rolnok heeft een zodanige lengte, dat gedurende de eerste vijf omwentelingen alleen het contact MC1 per omwenteling wordt geopend. De volgende vijf omwentelingen MC2 enz. De MC-contacten overlappen elkaar, dat wil zeggen bij de eerste opening van het volgende contact wordt het voorgaande contact ook nog een keer geopend. Een omwenteling duurt 5 seconden. Het aantal omwentelingen dat de trommel maakt van het begin tot het eind bedraagt 36. De totale tijdsduur is $36 \times 5'' = 180'' = 3'$.

Wanneer het aantal omwentelingen is bereikt wordt het MC5 contact geopend. Wordt nu — wanneer DM is opgekomen — een van de contacten MC1, 2, 3 of 4 (afhankelijk van de tijdsduur van de totale melding) geopend, dan wordt relais M stroomloos. Contact m^{III1} verbreekt het circuit voor EMB en MT, waardoor respectievelijk de schroefspil ontkoppeld wordt en door MT^1 de motor stroomloos.

De trommel draait nu op eigen kracht totdat de aanslagpen de hefboom passeert en oplicht, tegen de vangnok stuit en tot stilstand komt. In de tijd, die ligt tussen het afvallen van EMB en MT en het in de ruststand komen van de trommel mag geen nieuwe start plaatsvinden. Dit is bereikt door gelijktijdig met het bekrachtigen van EMB en MT door m^{III1} , ook relais CL op te brengen, waardoor al reeds bij het opkomen van CL het startcircuit c door cl^{III1} wordt geopend en pas wanneer CL is afgevallen wordt gesloten. CL heeft een grote afvalvertraging, waardoor voldoende tijd beschikbaar is voor het in de

Vraagstukken voor het I-onderzoek

1. $375 + 0,196 + 0,0014 + 7834 =$
2. $1,3579 + 0,0723 + 175,46 + 753 =$
3. $35845,1 - 7361,07 =$
4. $8345,943 - 6918,79 =$
5. $452 \times 68,6748 =$
6. $3838,27 : 0,829 =$
7. $11 \times (12 - 3) - 8 + (5 + 3) =$
8. $[4 \times 9 : \{(9 - 6) \times 5 - 3\}] \times 3 =$
9. $9\frac{2}{3} - 2\frac{2}{3} - 2\frac{2}{3} - 1\frac{2}{3} =$
10. $6\frac{2}{3} \times \frac{3}{5} + 11\frac{1}{9} \times \frac{9}{10} - 6\frac{2}{3} \times \frac{3}{4} =$

Herhalingsoefeningen

11. $\sqrt{212,2849} =$
12. $\sqrt{[(25 - 16 + 32)^2 : \{8 \times 5^2 : (6^2 + 4) + 16 - \sqrt{9}\} - 2]} =$
 $\frac{+ 9a^3b - 12a^2b^2 - 6ab^3}{- 3ab} =$
13. $\frac{+ 9a^3b - 12a^2b^2 - 6ab^3}{- 3ab} =$
14. $+(2a - 3b - 2c) - (3a - 2b + 4c) - (a - 2b + 3c) =$
15. $\frac{5}{9}(x - 2) - \frac{5}{6}(x + 1) = 0; \quad x = ?$

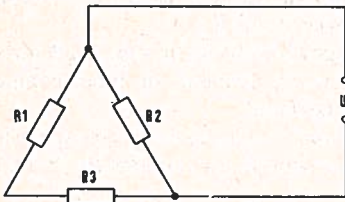


FIG. 1

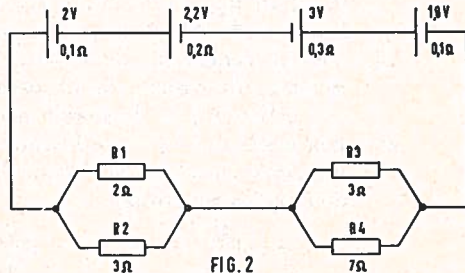


FIG. 2

ruststand komen van de machine. Is CL afgevallen dan wordt opnieuw gestart en verloopt het geheel als beschreven. De nog niet besproken functies van de overige relaischakelingen, die specifiek bij een machine-eenheid behoren en nauw samenwerken met de relais voor de afstandbediening, zowel intern als extern, zullen bij het bespreken van de interne afstandbediening ter sprake komen. Het leek ons doelmatig eerst de afstandbediening, welke is opgesteld bij het KNMI te De Bilt, te bespreken zonder in te gaan op het schakeltechnische gedeelte van de samenwerkende besturingsrelais te Utrecht en als uitgangspunt te nemen, het uiteindelijk resultaat van een verrichte handeling, dat zich demonstreert op één van de 10 signaaldraden.

(wordt vervolgd)

16. Bereken x en y uit:

$$\frac{2 \times 3}{4} = \frac{y - 2}{5}$$

$$\frac{3x + 1}{4} + \frac{3y - 1}{5} = 8$$

17. Oppervlak van een cirkel = $490,625 \text{ cm}^2$.
Gevraagd: diameter en omtrek.
18. In een cirkel, waarvan de diameter 20 cm bedraagt, is een gelijkzijdige driehoek geconstrueerd. Voer de constructie uit op schaal $1 : 4$. Bereken voorts van de driehoek de omtrek en de oppervlakte.
19. Van een kegel is de diameter van het grondvlak 12 cm ; de hoogte is 17 cm . Bereken de inhoud.
20. Een balk is 6 m lang en weegt 2000 N . Aan de uiteinden in A en B wordt de balk ondersteund. Op 1 m van A hangt een last van 3600 N . Bereken de reactiekrachten in de steunpunten.
21. Drie weerstanden $R_1 = \frac{1}{4} \Omega$, $R_2 = \frac{1}{2} \Omega$ en $R_3 = \frac{1}{3} \Omega$ zijn geschakeld als in fig. 1 getekend. Het geheel is aangesloten op een spanning van 14 V . Bereken: de vervangingsweerstand, de stroom uit de batterij, de stroom in elke weerstand en het spanningsverlies in elke weerstand.
22. Vijf elementen zijn parallel geschakeld op een uitwendige weerstand van $0,16 \Omega$. Elk element heeft een E van $1,5 \text{ V}$ en een R_i van $0,2 \Omega$. Bereken: de totale stroom, de stroom uit elk element en de klemspanning U_k van de batterij.
23. Een weerstand van $0,36 \Omega$ is aangesloten op een batterij, welke gevormd wordt door twee parallel geschakelde elementen, resp. $E_1 = 2,2 \text{ V}$, $R_{i1} = 0,1 \Omega$ en $E_2 = 2 \text{ V}$, $R_{i2} = 0,2 \Omega$. Bereken de stroom, welke elk element levert en de stroom door de uitwendige weerstand R_u .
24. Vier elementen en vier weerstanden zijn geschakeld als in fig. 2 getekend. Bereken: de stroom, de klemspanning van elk element, de klemspanning van de batterij en de stroom door elke weerstand.
25. Een weerstand wordt gedurende een half uur aangesloten op een spanning van 55 V en neemt gedurende die tijd een energie op van 198 kJ . Bereken de opgenomen stroom.

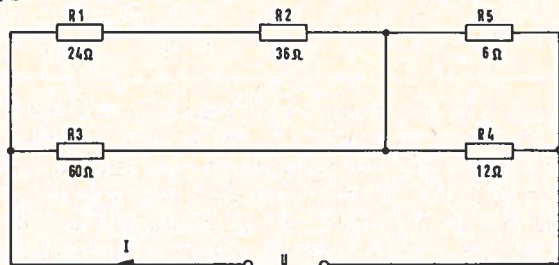


FIG. 1

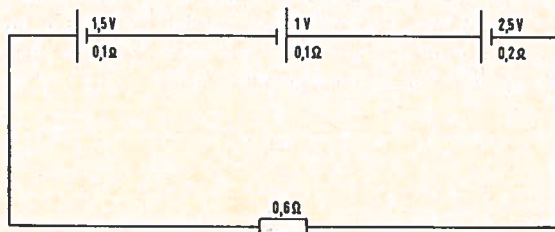


FIG. 2



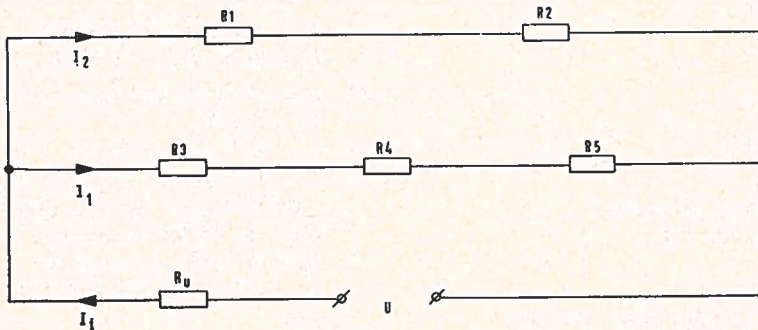
Examenvragen

14-67

- $R_1 = 18 \text{ ohm.}$
 $R_2 = 22 \text{ ohm.}$
 $R_3 = 35 \text{ ohm.}$
 $R_4 = 11 \text{ ohm.}$
 $R_5 = 34 \text{ ohm.}$
 $R_u = 13,33 \text{ ohm.}$

De aangelegde spanning $U = 80 \text{ V}$,
zie onderstaand schema.

De weerstand van de verbindings-
draden mag worden verwaarloosd.



Gevraagd wordt :

- De totale weerstand van de schakeling.
 - De waarde van I , I_1 en I_2 .
- Een condensator C heeft een capaciteit van $150 \mu\text{F}$.
De spanning op de condensator is 200 V .
Gevraagd wordt: hoe groot is de lading van de condensator?
 - Een condensator C heeft een capaciteit van $200 \mu\text{F}$.
De lading bedraagt $0,04 \text{ coulomb}$.
Hoe groot is de aangelegde spanning?
 - Bereken de weerstand van $0,8 \text{ meter}$ nikkeline draad, waarvan de diameter $0,1 \text{ mm}$ bedraagt.
De s.w. van nikkeline bedraagt $0,44$.
 - Een galvanisch element wordt aangesloten op een uitwendige weerstand R_u van $0,5 \text{ ohm}$.
Dit element heeft een emk van $1,8 \text{ V}$. In de keten vloeit een stroom van 3 A .
Bepaal de waarde van de inwendige weerstand R_i van het element.

Bij de Uitgeverij van technische boeken en tijdschriften „de Muiderkring N.V.” te Bussum, is een boekje verschenen getiteld: „Meetinstrumenten voor zelfbouw”.

De heer A. J. Dirksen heeft dit boekje geschreven mede na ontvangst van gunstige reacties na de uitgave van zijn boek „Meetapparaten, ontwerpen en gebruiken”.

Daar de belangstelling voor het zelfbouwen van meetapparatuur ook door amateurs groot blijkt te zijn, is het tevens een stimulans geweest dit boekje het licht te doen zien.

Bij bestudering ervan valt vooral de wijze van voorstelling door middel van duidelijke bouwtekeningen, bedradingstekeningen, schakelschema's en maatschetsen voor het vervaardigen van chassis en frontplaten, op. Verder zijn er verschillende foto's in dit boekje opgenomen, waardoor het besprokene de lezer klaar voor de geest staat.

Eveneens komt er in dit boekje de montage van printplaten voor, welke dienstig zijn voor het zelfbouwen van meetinstrumenten.

De inhoud van dit boekje, dat 63 pagina's telt, ziet er als volgt uit:

Hoofdstuk I	Buisvoltmeter BVM-1 en BVM-2.
„ II	Toongenerator.
„ III	Regelbare gestabiliseerde voeding.
„ IV	Oscilloscoop HM 107.

Voor hen die zelf hun meetapparaten willen bouwen vinden wij de verschijning van dit boekje van groot belang en bevelen het dan ook zeer gaarne aan.

Het boekje kost f 5,95 en is onder bestelnummer 1070 bij bovengenoemde Uitgeverij te bestellen. de Redactie.

Antwoorden van de vraagstukken van blz. 61 en 62.

- | | |
|---|---|
| 1. 8209,1974 | 18. omtr. = 51,9 cm; opp. = 129,75 cm ² |
| 2. 929,8902 | 19. 640,56 cm ³ |
| 3. 28484,03 | 20. In A 4000 N; in B 1600 N |
| 4. 1427,153 | 21. $R_t = \frac{7}{26} \Omega$; $I = 52 \text{ A}$; |
| 5. 31041,0096 | $I_1 = I_3 = 24 \text{ A}$; $I_2 = 28 \text{ A}$; |
| 6. 4630 | $E_1 = 6 \text{ V}$; $E_2 = 14 \text{ V}$; $E_3 = 8 \text{ V}$ |
| 7. 99 | 22. $I = 7,5 \text{ A}$; I_1 t/m $I_5 = 1,5 \text{ A}$; |
| 8. 9 | $U_k = 1,2 \text{ V}$. |
| 9. $2\frac{3}{4}$ | 23. $I_1 = 4 \text{ A}$; $I_2 = 1 \text{ A}$; $I = 5 \text{ A}$. |
| 10. 9 | 24. $I = 0,75 \text{ A}$; $U_1 = 1,925 \text{ V}$; $U_2 =$ |
| 11. 14,57 | $2,05 \text{ V}$; $U_3 = -3,225 \text{ V}$ (waarom?); |
| 12. 4 | $U_4 = 1,725 \text{ V}$; $U_t = 2,475 \text{ V}$. |
| 13. $-3a^2 + 4ab + 2b^2$ | $I_1 = 0,45 \text{ A}$; $I_2 = 0,3 \text{ A}$; |
| 14. $-2a + b - 9c$ | $I_3 = 0,525 \text{ A}$; $I_4 = 0,225 \text{ A}$. |
| 15. -7 | 25. 2 A |
| 16. $x = 5$; $y = 7$ | |
| 17. $d = 25 \text{ cm}$; omtr. = 78,5 cm | |