

STUDIEBLAD

TECHNISCH BLAD VOOR
PTT PERSONEEL

Nr. 10, 35e jaargang oktober 1981

Testen van internationale verkeersbeperkers

Eigenschappen van microfoons

Radiopropagatie

Boekbespreking

Transmissie en telecommunicatietechniek

Technisch Engels

Examenopgaven

Oplossingen examenopgaven



Automatiseren: opleidingen onmisbaar.
Siemens biedt opleidingsmogelijkheden (zie blz. 331).

STUDIEBLAD



technisch blad
voor PTT personeel

uitgave ABVA, NCBO en KABO.
redactie Hoofdred. ing. B. Kieboom. Red. ing. P. A. de Boer, P. J. Boomgaard.
redactiesecr. J. P. v. d. Broek. Redactiesecretariaat H. A. Dekkinga, Distelweide 29,
2272 VP Voorburg, tel. 070 - 75 64 20 na 18.00 uur 070 - 27 63 61.
administratie ABVA/KABO, Bredewater 16, 2715 CA Zoetermeer, giro 4073, tel. 079 - 51 12 11,
voor verzending, administratie e.d.
abbonement f 18,- per jaar. Voor niet-PTT-ers f 30,- per jaar. Verschijnt maandelijks.
advertenties Uitgeverij en Drukkerij Smits B.V., Westeinde 135, 2512 GW Den Haag,
tel. 070 - 89 53 90.



Bewegingloos - zonder kabels.

NKF maakt kabels.

Voor energie-overdracht en voor telecommunicatie.

Al meer dan 60 jaar. Lang genoeg voor veel ervaring. Genoeg ook om te weten
wat cliënten wensen. Van eenvoudige lokale kabels tot Bamboe-kabels
voor CATV-systemen toe.

NKF KABEL

Testen van internationale verkeersbeperkers

Beloond idee belicht

m.m.v. H. Grasmeijer

In het Studieblad zijn reeds enkele malen door de Centrale Ideeënbus beloonde (technische) inzendingen enigszins uitvoerig behandeld; zie blz. 290 jaargang 1976 en blz. 295 jaargang 1976.

Opmerkelijk is dat beide betrekking hadden op tijdrovende routinemetingen (telefonie - telegrafie), die blijkbaar inspireerden tot het bedenken van verbeterde meetmethoden.

Zo ook bij de door Hugo Grasmeijer van de Centrale Werkplaats bedachte verbeterde meetmethode voor internationale verkeersbeperkers (elektronica).

Deze inventieve medewerker van de afd. Elektronica ter CWP heeft een testapparaat ontworpen dat wordt bestuurd door een microprocessor.

Naar het oordeel van de Commissie van Toezicht op de Centrale Ideeënbus waren de hiermede bereikte voordelen tweeledig:

- de kwaliteit van de meting wordt verbeterd, waarbij onder andere de mogelijkheid tot het maken van vergissingen sterk wordt verminderd;
- er wordt een aanzienlijke besparing van de totale meettijd bereikt.

Verkeersbeperving

Tijdens een gesprek, waarbij de verbeterde meetmethode werd gedemonstreerd vertelde de inzender het volgende:

Het doel van de internationale verkeersbeperving is het tegengaan van onbevoegd kiezen vanuit een huistelefoon centrale, indien dat door de leiding van het betrokken bedrijf niet wordt toegestaan.

Onder „onbevoegd kiezen” moet in dit geval worden verstaan het opbouwen van buitenlandse verbindingen.

Wordt het noodzakelijk geacht het gebruik van bepaalde telefoontoestellen in een bedrijf of kantoor (kelderruimten bijv.) voor vrijwel iedereen onmogelijk te maken, dan kan dit geschieden door toepassing van een slot op het telefoon-toestel (mechanisch dus).

De hierop passende sleutel wordt dan uitsluitend aan geselecteerde personen uitgereikt. Inkomende gesprekken zijn altijd mogelijk.

Voor de overige toestellen, die zijn verbonden met de huistelefoon centrale, wordt er in dit artikel van uitgegaan dat lokaal en interlokaal kiezen aan iedereen is toegestaan.

Het opbouwen van verbindingen naar het buitenland – vaak een kostbare aangelegenheid – is voorbehouden aan bepaalde functionarissen in een bedrijf om misbruik tegen te gaan.

In dat geval is het rendabel om in de huistelefoon centrale **IN**ternationale **VerkeersB**eperkers (INVB's) te laten plaatsen (zie fig. 1).

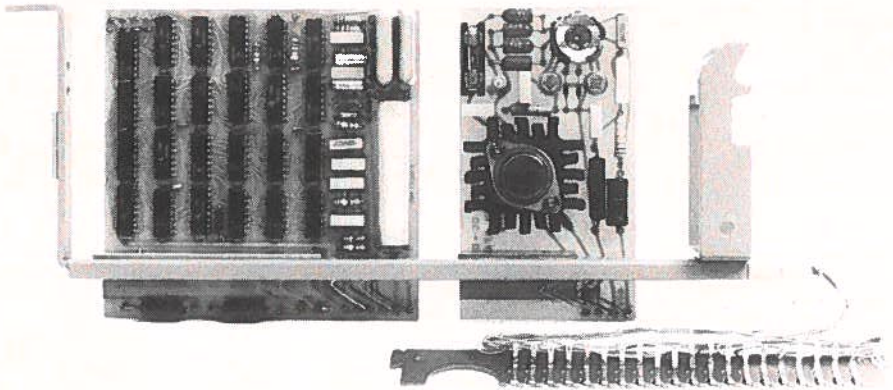


fig. 1. Internationale verkeersbeperker fabr. CWP, afm. 12 x 12 cm.
Rechts het bijbehorend voedingsgedeelte, 5 volt - 0,5 amp.

Eigenschappen

Een INVB controleert de kiesimpulsen van één telefoontoestel en is bijzonder attent op de combinatie nul plus negen (internationaal toegangsnummer).

In totaal wordt gelet op de volgende drie punten:

- a. de INVB wordt niet eerder actief dan wanneer na 09 nog 5 cijfers worden gekozen. De schakeling signaleert dan „onraad” en een relais wordt bekrachtigd. Een maakcontact sluit de ab-draad; de oproeper hoort dan niets meer en door hem eventueel uitgezonden impulsen sorteren geen effect meer;
- b. de INVB heeft verder tot taak de juiste verhouding tussen 60 msec. impulsduur en 40 msec. pauzeduur te bewerkstelligen;
- c. de INVB blokkeert tevens bij het kiezen van een niet-bestaand nummer (bijv. impulsserie beginnend met 11).

Deze vrij uitvoerige functieomschrijving van de INVB is noodzakelijk om de hier te beschrijven vinding op de juiste betekenis te schatten.

Vermeldenswaardig is nu dat van 1973 tot 1979 6500 INVB's ter CWP werden vervaardigd.

Verdere behoeften worden gedekt door leveranties van buitenlands fabrikaat; deze typen heten: Internationale verkeers en gedeeltelijk Bijzonder tellende Verkeers Blokkeerinrichting (IBVB's).

In principe zijn er geen grote verschillen tussen beide typen.

Testopstelling

Defecte verkeersbeperkers worden alle ter CWP hersteld en opnieuw bedrijfsvaardig gemaakt. Hierna moet het herstelde apparaat worden getest op zijn goede werking.

Door de Centrale Afdeling Telefonie zijn hiertoe de volgende specificaties opgesteld (bij vier van de opgegeven metingen, moet het relais dat de lijn kortsluit, worden bekrachtigd. Dit wordt aangeduid met „relais +”):

1. er wordt een serie van elf impulsen gegeven in de normale verhouding 60/40. Relais +;
- 2a. er worden 9 series van 10 pulsen in de verhouding 60/40 gegeven; idem 1 serie van 8 en 1 serie van 9 pulsen;
- 2b. vervolgens 1 serie van 10 pulsen, 1 van 9 en 4 afzonderlijke (enkele) pulsen, alle in de verhouding 60/40;
- 2c. een serie van 10 pulsen in de verhouding 60/40. Relais +;
- 3a. een serie van 10 pulsen in de verhouding 35/40. Relais +;
- 3b. een serie van 10 pulsen in de verhouding 32/40;
4. een serie van 10 pulsen in de verhouding 40/40;
5. een serie van 10 pulsen in de verhouding 60/50;
6. een serie van 10 pulsen in de verhouding 60/64. Relais +;
7. een kenmerktest; dit houdt in dat de blokkeerinrichting (het relais) niet in werking mag treden ook al wordt aan één van de vier specificaties (zie 1, 2c, 3a en 6) voldaan.

Ook de pauzetijd tussen twee pulsreeksen dient aan bepaalde voorwaarden te voldoen.

De hierboven genoemde specificaties werden tot voor kort iedere keer opnieuw ingesteld met behulp van een Analoge Impulsgever (fig. 2).

De verbreektijden werden ingesteld met de knop links boven (impulsduur); de maaktijden met de knop rechts boven (pauzeduur).

Het totaal aantal handelingen per meting varieert van 2 tot 4.

De kans op vergissingen hierbij was uiteraard niet gering; bij afleiding kon gemakkelijk een test worden overgeslagen.

Dit laatste werd terecht door de Commissie van Toezicht op de Centrale Ideeënbus meegewogen.

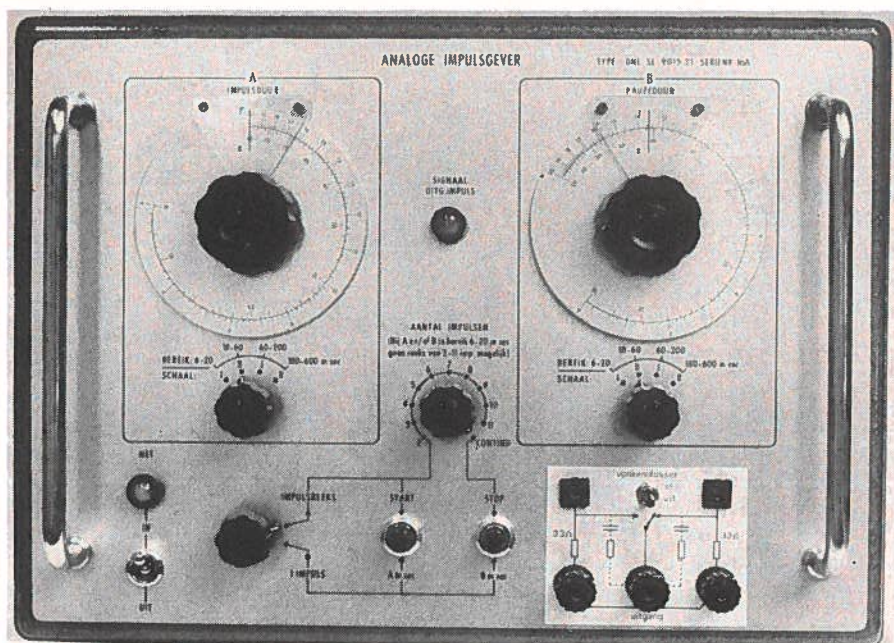


fig. 2. Analoge impulsgever, ontwerp DNL en fabr. CWP.

De automatische test

In fig. 3 is in een stroomdiagram weergegeven hoe het testprogramma met behulp van een microprocessor wordt afgewerkt. Als uitvoer orgaan is hier een display gekozen die in klare taal weergeeft in welk deel van de test een fout wordt geconstateerd.

Als de onderzochte INVB op een bepaald gedeelte niet goed reageert verschijnt op de display een foutmelding, bijv. „FOUT 2B”.

Na de foutmelding stopt de test en wacht het programma tot de starttoets opnieuw wordt ingedrukt (nadat de fout in de INVB is hersteld).

De laatste test wordt dan herhaald.

Eerst nadat de INVB overal goed op heeft gereageerd, verschijnt op de display het woord „GOED”.

Een goed exemplaar wordt in 40 sec. volledig (automatisch) getest.

De gemiddelde meettijd per INVB, volgens de hier omschreven meetmethode, bij een partij van 1500 exemplaren, inclusief soms nogal tijdrovende herstellingen van defecten, wordt op deze wijze met ongeveer 10 minuten bekort. Behalve het leveren van tijdwinst heeft deze testmethode o.i. nog een

andere verdienste. Het intelligente werk van het „foutzoeken” is gebleven, het routinewerk is door een microprocessor overgenomen.

Verloop testprogramma INVB met behulp van microprocessor.

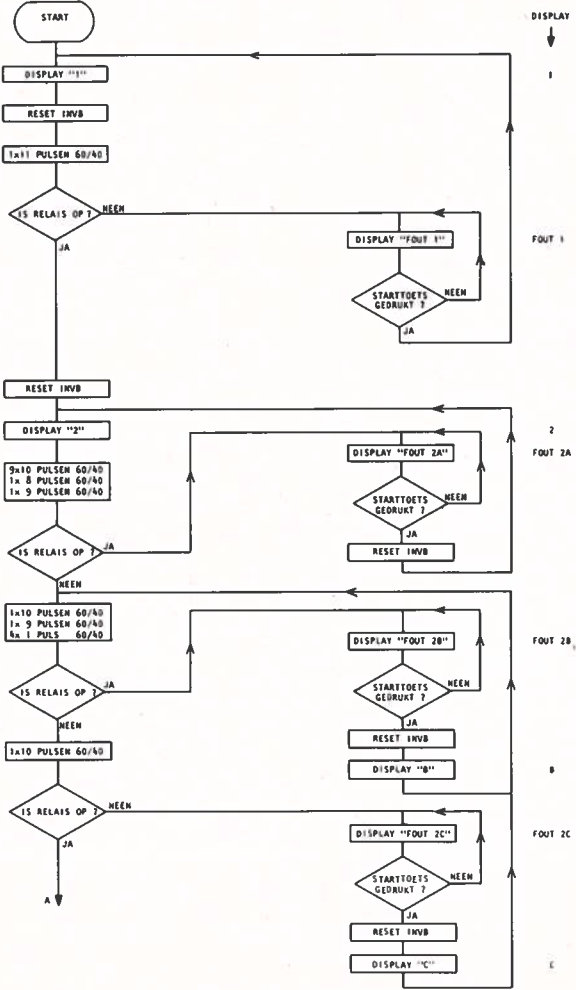
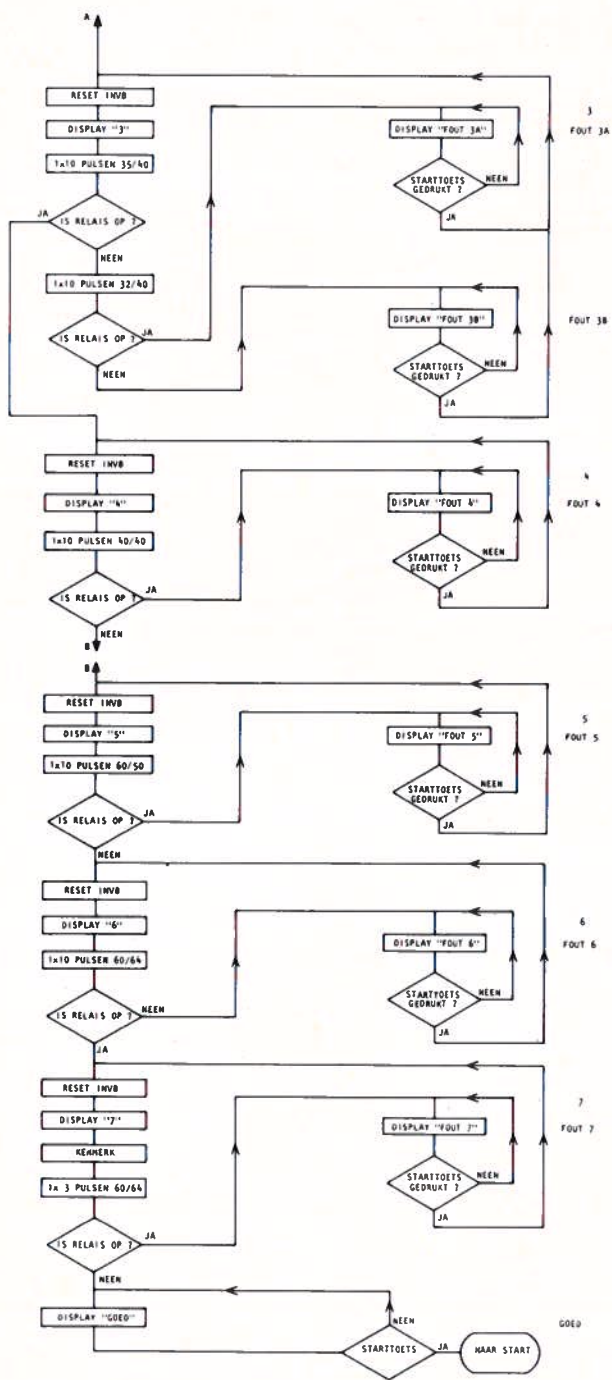


fig. 3. (Vervolg van A op blz. 310).



Eigenschappen van microfoons

ir. J. Schop

Microfoons dienen om geluid om te zetten in een elektrisch signaal.

Dit principe lag ten grondslag aan de ontdekking en verdere ontwikkelingen van de telefonie, in casu het langs elektrische weg overbrengen van de menselijke stem.

De schrijver behandelt in het bijzonder microfoons, ontwikkeld na de door Alexander Graham Bell en David Edward Hughes geconstrueerde modellen.

Ir. J. Schop is verbonden aan het Dr. Neher Laboratorium en verricht wetenschappelijk onderzoek aan de kwalitatieve en transmissietechnische aspecten van telefoonverbindingen, waarbij microfoons een belangrijke plaats innemen.

Redactie.

Inleiding

Met het woord microfoon wordt een apparaat aangeduid dat geluid kan omzetten in een elektrisch signaal. De werking berust op het met de luchtdrukwisselingen mee laten bewegen van een membraan en deze membraanbewegingen omzetten in elektrische spanning- of stroomvariaties. Dit elektrische signaal kan afhankelijk zijn van de uitwijking of van de bewegingsnelheid van het membraan. Dit hangt af van welk principe, dat wil zeggen van welk natuurkundig effect, gebruik wordt gemaakt om de membraanbewegingen om te zetten in een elektrisch signaal. De eigenschappen van microfoons lopen erg uiteen, afhankelijk ook van de toepassing waarvoor ze zijn ontworpen. Deze eigenschappen worden beschreven met een aantal elektrische en akoestische kenmerken.

Het doel van dit artikel is het beschouwen van de eigenschappen van microfoons met behulp van de daarvoor gebruikelijke kenmerken uiteen te zetten. Tevens wordt beknopt een aantal typen microfoons beschreven.

Kenmerken

Gevoeligheid

De gevoeligheid duidt het verband aan tussen de sterkte van het afgegeven elektrische signaal en de geluidsdruk vlak voor de microfoon. Dit wordt meestal voor een microfoon opgegeven voor één bepaalde frequentie, meestal 1000 hertz, en uitgedrukt in volt per pascal (V/Pa), millivolt per pascal (mV/Pa) of dBV/Pa. Bij het laatste geldt: 0 dBV/Pa = 1 volt bij 1 pascal geluidsdruk. De gevoeligheid wordt soms uitgedrukt in eenheden vermogen in een bepaalde impedantie ten opzichte van de eenheid van geluidsdruk.

Het gebeurt nogal eens dat wordt volstaan met het noemen van dit ene getal voor een bepaalde microfoon alsof daarmee alles is gezegd over het gedrag van die microfoon. Voor het leveren van kwaliteit kan men daarmee beslist niet volstaan. Bij nadere beschouwing moet ondermeer bekend zijn welke akoestische omstandigheden het geluidsveld bepalen bij de gevoeligheidsmeting.

Het bepalen en omschrijven van akoestische omstandigheden is een vak (de „akoestiek”) apart. Afhankelijk van het toepassingsgebied, hier microfoons, is het vaak zoeken naar deskundigheid. Microfoonmetingen dient men vaak te verrichten met een geluidsbron in het zogenaamde „vrije veld”. Een dergelijk „veld” kan worden benaderd in een reflectievrije ruimte (ook wel zachte kamer of dode kamer genoemd) die aan zware akoestische eisen moet voldoen.

Ook moet gedefinieerd zijn hoe de microfoon elektrisch is belast of dat men met de open spanning rekent. Indien de microfoon elektrisch wordt gevoed, moeten de gegevens daarvan met de mogelijke toleranties zijn vastgelegd. Bij dit alles hangt het van het toepassingsgebied af en soms ook van het type microfoon wat gebruikelijk is.

Frequentiekarakteristiek

De frequentiekarakteristiek geeft veel informatie over de eigenschappen van een microfoon. Het geeft voor alle te beschouwen frequenties (= frequentiegebied) aan hoe de gevoeligheid wijzigt ten opzichte van de gevoeligheid bij 1000 Hz. De laatste wordt daarom wel de *absolute gevoeligheid* genoemd. De afwijking in gevoeligheid bij een andere frequentie zoals de karakteristiek die weergeeft, wordt wel de *relatieve gevoeligheid* genoemd. Het *frequentiegebied* wordt aangeduid met een laagste en een hoogste grensfrequentie. Voorbij deze frequenties neemt de gevoeligheid meestal sterk af. Bij microfoons met een in principe „vlakke” frequentiekarakteristiek worden als grensfrequenties vaak opgegeven de frequenties waarbij de relatieve gevoeligheid is gedaald tot bijvoorbeeld -6 dB.

Weerstand

De weerstand van een microfoon is alleen van belang bij frequenties met een elektrische voeding. De weerstand bepaalt mede de eisen die aan die voeding moeten worden gesteld.

Inwendige impedantie

De inwendige impedantie is de impedantie die een microfoon vertoont voor het af te geven elektrische spraaksignaal. Hierbij kan de microfoon worden beschouwd als een spanningsbron met in serie een bronweerstand. Moet de maximale signaalenergie uit de microfoon worden overgedragen, dan moet de microfoon elektrisch worden belast met een impedantie die gelijk is aan de inwendige impedantie. Voor nauwkeurig werk beschouwe men naast de inwendige impedantie die meestal wordt opgegeven in ohm bij 1000 Hz, ook de impedantie-frequentiekarakteristiek voor hetzelfde frequentiegebied als bij de gevoeligheid.

Richtingskarakteristiek

De richtingskarakteristiek is voor veel toepassingsgebieden erg belangrijk. Dit is aan te geven met twee eenvoudige voorbeelden:

- voor het opvangen van geluiden uit de hele omgeving is een richtingsongevoelige microfoon gewenst, dat wil zeggen een microfoon die in praktisch alle richtingen even gevoelig is;
- voor het opvangen van geluid van een bepaalde bron met veel omgevingslawaai is een sterk richtingsgevoelige microfoon gewenst.

In de praktijk werkt men met twee methoden om de richtingsgevoeligheid vast te leggen:

- in een cirkelvormige grafiek wordt de gevoeligheid bij een bepaalde frequentie opgetekend, terwijl de microfoon wordt rondgedraaid in het geluidsveld onder „vrije veld” omstandigheden;
- de frequentiekarakteristieken van de microfoongevoeligheid worden gemeten, waarbij de microfoon onder bepaalde hoeken is gericht ten opzichte van de as geluidsbron-microfoon.

Meestal geldt dat microfoons voor de hogere frequenties richtingsgevoeliger zijn dan voor lagere frequenties. Dit hangt mede af van de akoestische omstandigheden bij gebruik en van de microfoonconstructie (microfoonomhulling, holtes daarbinnen, membraan en membraanophanging).

Polariteit

De *polariteit* van microfoons moet de nodige aandacht krijgen. Een momentele luchtdrukverhoging drukt bij een microfoon het membraan in. Bij de geluidswaergeving moet dit tot gevolg hebben dat het membraan van de geluidswaergever naar buiten beweegt en daardoor luchtdrukverhoging geeft. Bij geluidsregistratie met twee of meer microfoons is dit vooral van belang. Het menselijk gehoor neemt zeer goed faseverschillen waar die niet op natuurlijke wijze met elkaar overeenstemmen. Bij de gewone telefoonverbindingen speelt dit geen rol. Verwisseling van de aders van de toestelaansluiting geeft voor het gehoor geen verschil. Het is wel van belang bij een op een telefoontoestel aangesloten meeluister-telefoontje.

Het ontvangen spraaksignaal moet bij alle waergevers die een persoon tegelijkertijd kan horen, membraanbewegingen in dezelfde richting tot gevolg hebben. Met andere woorden: de waergevers moeten dezelfde polariteit bezitten.

Storende invloeden

Ruis

Bij microfoons ontstaat *thermische ruis* door de beweging van de elektronen in

de inwendige weerstand. Tevens ontstaat er ruis in de aangesloten versterker. Het wordt samen met de thermische ruis omgerekend naar een akoestisch ruisniveau vóór de microfoon. Dit wordt het *equivalente ruisniveau* genoemd. Hoeveelheden worden uitgedrukt in dB ten opzichte van de gehoordrempel.

Brom

Microfoons moeten vaak een afscherming hebben tegen elektrische en magnetische instraling van bijvoorbeeld 50 Hz sterkstroomnetten.

De bromgevoeligheid wordt uitgedrukt in dBV of dBmV voor een magnetische veldsterkte van 1 milligauss.

Windgevoeligheid

Microfoons die buitenshuis worden gebruikt moeten zoveel mogelijk windongevoelig zijn. Een goede aerodynamische vorm van de microfoonomhulling, bijvoorbeeld een bol bevestigd boven op een cilinder, geeft weinig lucht-turbulenties afkomstig van wind langs de microfoon. Microfoons reageren op luchtturbulenties hetzelfde als op geluid en zetten die om in ongewenste elektrische signalen.

Plopeffect

De microfoonbehuizing is de bron van een bepaald niveau van plopeffecten. Plofklanken van een spreker die de microfoon dicht tegen de mond houdt, kunnen bij onjuiste constructies van het microfoonrooster akoestische vervorming veroorzaken. De microfoon zet het geluid met deze vervorming om in een elektrisch signaal.

Trillingsgevoeligheid

Een foutieve constructie kan storing aan het signaal toevoegen door gevoeligheid voor bewegingen die met de microfoon worden gemaakt. De microfoon wordt dan trillingsgevoelig genoemd. Beweging van de microfoon mag geen beweging van het binnenwerk en van het membraan ten opzichte van de microfoonbehuizing tot gevolg hebben. Gebeurt dit wel dan geeft de microfoon ongewenste signalen af.

Kwaliteit van microfoons

De kwaliteit van een microfoon hangt af van de mate waarin aan een samenstelling van eisen wordt voldaan ten aanzien van de kenmerken en de storende invloeden, hiervoor genoemd. Hierbij moet onderscheid worden gemaakt in de toepassingsgebieden. Zo moeten microfoons die voor meetdoeleinden worden gebruikt verbluffend goede eigenschappen bezitten. Van microfoons

die in studio's voor muziekopnamen worden gebruikt, wordt ook veel geëist. Dergelijke kwalitatief zeer goede microfoons zijn tamelijk duur.

Voor telefoonverbindingen poneert men van oudsher en ook nu nog wel het criterium dat telefoonverbindingen alleen maar een redelijke verstaanbaarheid dienen te leveren.

Dit is echter heden ten dage wel wat te simpel gesteld. De zwakste schakel in elke telefoonverbinding is zonder meer de koolmicrofoon in het telefoontoestel. De hiervoor behandelde kenmerken kunnen aan koolmicrofoons niet of slechts met grote moeite enigermate, worden bepaald. De oorzaak is het instabiele karakter van de koolmicrofoon. Dit is beschreven in [1]. Het bepalen van de eigenschappen van een koolmicrofoon gebeurt daarom met methoden die afwijken van de gebruikelijke. Hierdoor is het verstaanbaarheidskriterium enigszins een eigen leven gaan leiden. Als de koolmicrofoons in de telefoontoestellen plaats maken voor andere typen microfoons, zullen de eigenschappen daarvan worden vastgelegd met meer algemeen gebruikelijke methoden.

Van telefoonverbindingen dienen natuurlijk geen hifi-kwaliteiten te worden verwacht. Met andere typen microfoons in de telefoontoestellen kunnen daarvan wel de zojuist behandelde grootheden worden bepaald en kunnen daarvoor criteria worden opgesteld. De toleranties bij deze criteria kunnen worden afgestemd op de transmissiekwaliteit van de overige delen van telefoonverbindingen. Deze criteria worden getoetst aan subjectieve spreek/luisterproeven of aan kennis die daarmee in het verleden reeds is verzameld.

Typen microfoons

De *koolmicrofoon* bestaat uit een koolkamer gevuld met koolgruis en waarvan een wand wordt gevormd door een beweegbaar membraan.

In de kamer zijn twee elektroden aangebracht die op een gelijkspanningsbron zijn aangesloten. Het membraan wordt door geluid in beweging gebracht. Hierdoor wordt het koolgruis afwisselend samengedrukt of krijgt het juist meer ruimte. De koolkamer vertoont zodoende een variërende weerstand. Hierdoor varieert de stroomsterkte door de koolkamer met de opgevangen geluidssterkte. Deze stroomvariaties worden uit de gelijkstroomvoedingsketen uitgekoppeld met een transformator of met spoelen en condensatoren. De eigenschappen van koolmicrofoons zijn beschreven in [1].

Om microfoons te construeren zijn ook andere natuurkundige principes toegepast. Het gaat daarbij steeds om het omzetten van bewegingen in elektrische stroomvariaties. In dit artikel wordt volstaan met het nu volgende beknopte overzicht. De namen zijn vaak ontleend aan het toegepaste omzettingsprincipe.

De *piezo-elektrische* microfoons zijn onder te verdelen in *kristal* microfoons, *keramische* microfoons en *piezo-elektrische-folie* microfoons. De werking van deze typen berust op het feit dat bepaalde materialen de eigenschap bezitten (of kan worden gegeven) dat bij mechanische drukvariëaties daarin elektrische spanningsverschillen ontstaan.

De *elektromagnetische* microfoons hebben een membraan dat een deel vormt van een magnetisch circuit met een permanente magneet. Bij beweging van het membraan varieert de dikte van de luchtspleet. Hierdoor varieert de magnetische flux in de ijzerkern van de magneet. In een spoel om de kern worden daardoor spanningsvariëaties opgewekt.

Bij *elektrodynamische* microfoons beweegt het membraan een spoel in een magnetisch veld. In deze spoel worden spanningsvariëaties opgewekt.

De *bandmicrofoon* is hiervan een constructievariant. Het membraan is een metalen bandje gespannen in de luchtspleet van een permanente magneet. Het dient tegelijk als membraan en als de geleider waarin spanningsvariëaties worden opgewekt.

Condensatormicrofoons bestaan uit een vaste achterelektrode en op kleine afstand daaraan evenwijdig een beweeglijke voorelektrode als membraan. Tussen de elektroden staat een bepaalde elektrische spanning. Bij geluid varieert de afstand tussen de elektroden.

Dit geeft een condensator met een constante elektrische lading, waarvan de capaciteit met de elektrodenafstand varieert. Dankzij de wet: „lading = spanning \times capaciteit” moet de spanning tegengesteld variëren.

Dit is het gewenste elektrische signaal. De kwaliteit van dit type microfoon kan zeer goed worden gemaakt. Bij deze microfoons is versterking direct achter de microfoon noodzakelijk omdat de microfooncapaciteit van dezelfde grootteorde is als de capaciteit van de aders van een lang microfoonsnoer.

De *elektreetmicrofoon* is een nieuwe ontwikkeling in de condensatormicrofoons. Het membraan daarvan is een permanent elektrisch geladen folie, waardoor geen uitwendige spanningsbron nodig is. Dit maakt een eenvoudige en daardoor zeer goedkope microfoonconstructie mogelijk. De elektreetmicrofoons zijn momenteel al geduchte concurrenten voor de andere typen microfoons.

De bovenstaande typen microfoons bezitten de eigenschap van *omkeerbaarheid*. Dat wil zeggen, zij zijn ook als geluidsweregever te gebruiken (de koolmicrofoon maakt hierop een uitzondering).

In dat geval moet, ter verkrijging van voldoende rendement, de constructie iets worden gewijzigd, maar de principiële werking blijft hetzelfde.

[1] Schop, ir. J., Koolmicrofoons in telefoontoestellen, Studieblad PTT, mei 1981, blz. 154-158.

Radiopropagatie

ing. C. van de Pol
(Vervolg van blz. 287.)

In het voorgaande deel over radiopropagatie hebben we de ionosfeer leren kennen, die onontbeerlijk is voor de voortplanting van radiogolven rond de aardbol. Hierna vatten we de belangrijkste eigenschappen van de verschillende ionosfeerlagen nog eens samen.

	D-laag		E-laag		F ₁ -laag		F ₂ -laag (F-laag)	
	hoogte (km)	hoogte (km)	f _c (MHz)	hoogte (km)	f _c (MHz)	hoogte (km)	f _c (MHz)	
Winternacht, hoge z.a.*	—	—	—	—	—	(300)	(3)	
Winterdag hoge z.a.	70	120	2,5	200	3	230	13	
Zomernacht hoge z.a.	—	—	—	—	—	(300)	(4)	
Zomerdag hoge z.a.	60	110	3,3	220	4,5	380	5	
Winternacht lage z.a.	—	—	—	—	—	(280)	(2,5)	
Winterdag lage z.a.	70	120	2,1	200	3,5	230	6	
Zomernacht lage z.a.	—	—	—	—	—	(260)	(3)	
Zomerdag lage z.a.	60	110	3,3	220	4,5	350	5	

* z.a. = zonne-activiteit.

D-laag	E-laag	F ₁ -laag	F ₂ -laag
hoogste ionisatiegraad om 12 uur plaatselijke tijd	hoogste ionisatie- graad en dus hoogste f _c om 12 uur plaatse- lijke tijd	als E-laag	als E-laag
verdwijnt geheel als de zon ondergaat	verdwijnt groten- deels als de zon ondergaat	wordt in de F ₂ -laag opgenomen als de zon ondergaat	laagste ionisatie- graad tegen zons- opkomst
's zomers sterker geïoniseerd dan 's winters	's zomers sterker geïoniseerd en dus hogere f _c dan 's winters	als E-laag	's winters overdag hogere f _c dan 's zomers overdag
sterke absorptie	—	bijna ideaal reflectievlak	als F ₁ -laag

Radioverbindingen

Tot nu toe is steeds gesproken over verticaal opgestraalde radiogolven, dat wil zeggen: met een „opstraalhoek” van 90° . Bij radiocommunicatie past men veel kleinere opstraalhoeken toe.

Als men – bij één bepaalde ionosfeerlaag – de opstraalhoek voortdurend verlaagt, stijgt de frequentie, die nog wordt gereflecteerd, steeds verder boven de kritische frequentie (zie fig. 4). Bij een vaak toegepaste opstraalhoek van 5° à 10° is de nog bruikbare frequentie ongeveer drie maal de kritische frequentie.

Bij deze minimale opstraalhoek is de grootste afstand, die men via de F_2 -laag kan overbruggen, ongeveer 4000 km. Men spreekt hierbij van een sprong of *hop*. Grotere afstanden kan men slechts met meerdere sprongen overbruggen. Men spreekt dan van een „multiple-hop”-verbinding.

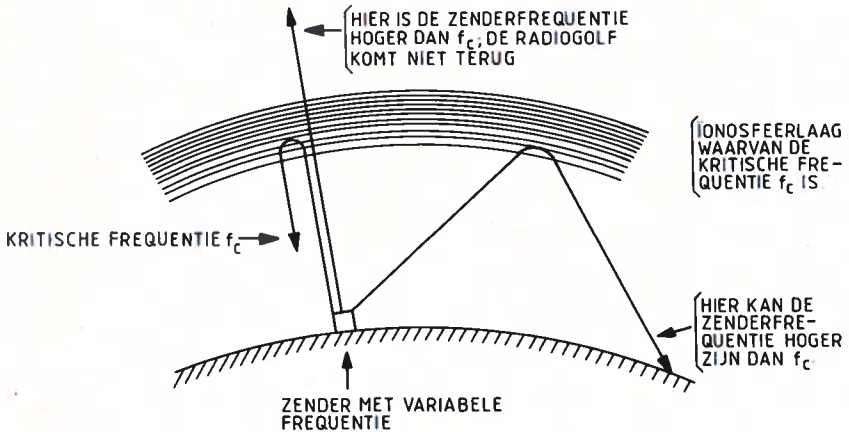


fig. 4.

Als men – in tegenstelling tot hierboven – de opstraalhoek θ (thêta) voortdurend laat toenemen, terwijl de zenderfrequentie constant blijft op b.v. $2 f_c$, dan komt er een hoek θ_c , waarbij de radiogolf nog juist wordt gereflecteerd. Bij een iets grotere opstraalhoek dan θ_c , schiet de radiogolf door de ionosfeerlaag heen. Op kortere afstand dan punt 0 in fig. 5 kan men het zendersignaal derhalve niet via de ionosfeer ontvangen. Men noemt dit de „skip-afstand”. Dan is evenwel ontvangst mogelijk door middel van de *grondgolf*. Zoals de naam al zegt, beweegt de grondgolf zich langs de aardbodem voort. Zij is vrijwel onafhankelijk van dagelijkse en seizoenvariaties. Zij induceert stromen in de aarde, die daar aanleiding geven tot aanzienlijke verliezen: in de

grond meer dan in de zee, in steden meer dan in landbouwgrond. Door die verliezen dooft de grondgolf snel uit, vooral bij hogere frequenties. Op een grotere afstand dan punt G in fig. 5 kan men dit zendersignaal evenmin ontvangen.

Het gebied tussen G en 0 noemt men daarom de dode zone of *stiltezone* (zie fig. 5).

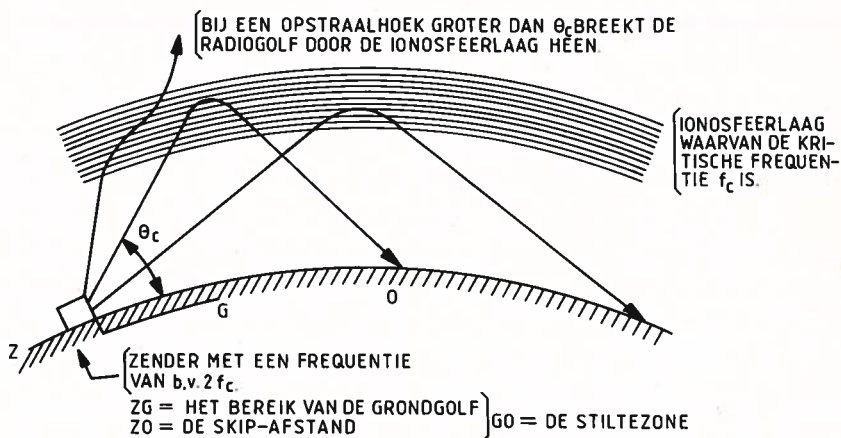


fig. 5.

Korte golf

Hiervoor zijn in hoofdzaak de F-lagen van belang. Zoals we hebben gezien, is er een bovengrens aan het bruikbare frequentiegebied, n.l. ongeveer drie maal de kritische frequentie. Dit noemt men de hoogste nog bruikbare frequentie ofwel *maximum usable frequency (MUF)*.

In het algemeen is de MUF overdag (15 à 28 MHz) hoger dan 's nachts (4 à 10 MHz). Deze waarden hangen uiteraard af van het seizoen (zomer, winter) en van de zonne-activiteit: midden op een winterdag, als het zonnevlekkengetal hoog is, kan de MUF wel een waarde van 40 MHz bereiken. Nog hogere frequenties dringen vrijwel altijd door de ionosfeer heen en kunnen daarom worden gebruikt voor communicatie met ruimtevaartuigen en voor verbindingen via communicatiesatellieten. Voor hoogfrequent-radiocommunicatie en hf-omroep kiest men bij voorkeur frequenties die slechts weinig onder de MUF liggen, omdat – zoals we hebben opgemerkt – hoe hoger de frequentie is, des te minder de radiosignalen in de D-laag worden geabsorbeerd.

Aldus stelt de D-laag (alléén overdag) een ondergrens aan het bruikbare frequentiegebied. Deze wordt *lowest useful high frequency (LUF)* genoemd en ligt bij enkele MHz.

Middengolf

Radiogolven met lagere frequenties, dat wil zeggen met golflengten van ongeveer 100 m tot enkele km, worden in de D-laag praktisch volledig geabsorbeerd. In dit frequentiegebied is men overdag geheel aangewezen op de grondgolf. Hierbij nemen de verliezen af naarmate de frequentie lager en dus de golflengte groter wordt.

Dit verklaart, waarom het bereik van de middengolfomroepstations overdag zo beperkt is. 's Nachts, als de D-laag afwezig is, worden deze golven gereflecteerd door het nog aanwezige restje van de E-laag. In analogie met kortegolfreflectie tegen de F_2 -laag, gaat ook middengolfreflectie tegen de E-laag met weinig verliezen gepaard. Het afstands bereik neemt 's nachts voor de middengolfzenders dan ook sterk toe.

Lange golf

Golflengten van ongeveer 10 km en meer reflecteren overdag onder tegen de D-laag en 's nachts tegen het nog aanwezige restant van de E-laag. Ook dit vindt zonder grote verliezen plaats. Bovendien ondervindt de grondgolf weinig verliezen. Daardoor is het afstands bereik vele duizenden km. Van deze eigenschap heeft men een dankbaar gebruik gemaakt, toen men in 1923 een radioverbinding tussen Kootwijk en Bandoeng opende. De te overbruggen afstand was 12.000 km en de gebruikte golflengte ongeveer 17 km.

Frequentieverwachtingen

Zoals we hebben gezien, keren vele verschijnselen met betrekking tot de zon en de ionosfeer regelmatig terug. Daarom is het mogelijk, van maand tot maand frequentieverwachtingen op te stellen. Hierin worden voor iedere radioverbinding (b.v. Amsterdam-Curaçao; Holland-Australië) in grafiekvorm onder meer de MUF en de LUF als functie van de middelbare Greenwichtijd (GMT) opgegeven, zoals in fig. 6 is weergegeven.

Uit deze figuur zien we, dat voor *één bepaalde radioverbinding meerdere golflengten* nodig zijn. Voor een noord-zuidverbinding geeft dat weinig moeilijkheden, maar een oost-westverbinding kan problemen opleveren, vooral indien de te overbruggen afstand groot is. Een deel van het traject kan dan in het duister zijn gehuld, terwijl de rest door de zon wordt beschenen. Een dagfrequentie is dan onbruikbaar, omdat zij in het nachtraject door de ionosfeer heen dringt. Men is dus aangewezen op een nachtfrequentie, maar deze ondervindt in het dagtraject sterke demping. Daarom gebruikt men in zo'n geval antennes met een sterke bundeling en een zender van groot vermogen.

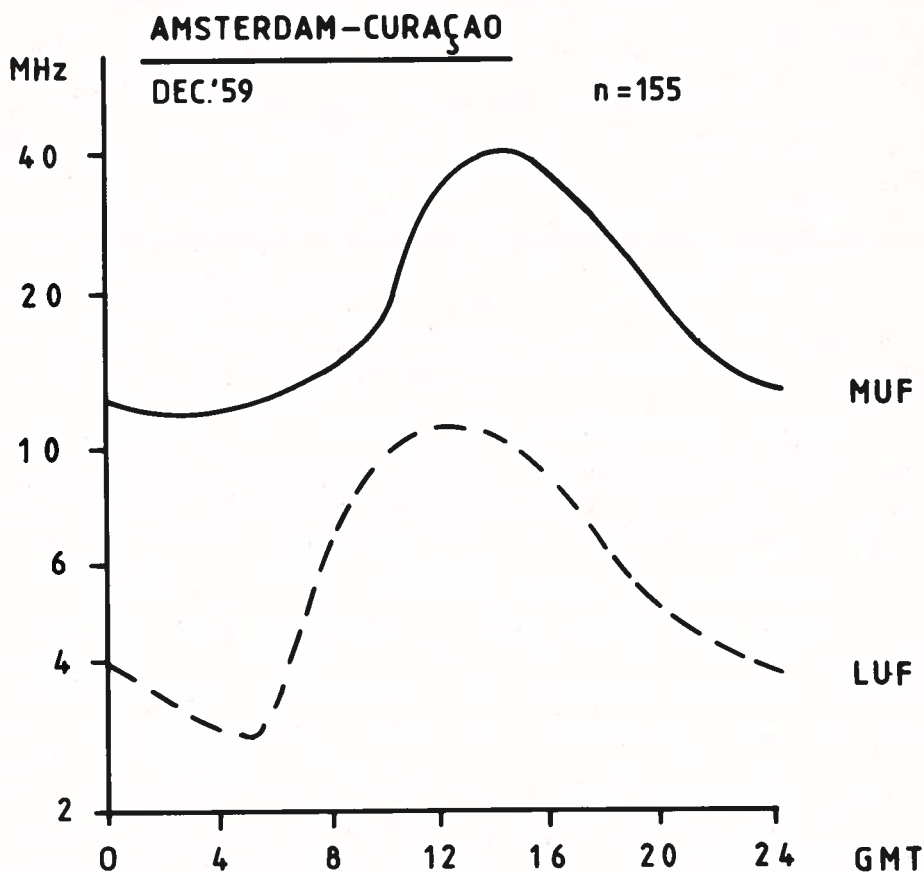


fig. 6.

Fading

Dit is het verschijnsel, dat het ontvangen radiosignaal in sterkte varieert. Het wordt vaak veroorzaakt door twee radiogolven, die van dezelfde zender via verschillende wegen bij de ontvanger aankomen.

Als die twee wegen niet even lang zijn, zullen beide signalen niet in fase zijn; er ontstaat dan *interferentie*. Omdat de fasehoek voortdurend varieert, kunnen beide signalen elkaar versterken maar ook uitdoven. Die fasevariatie wordt veroorzaakt doordat de ionosfeer niet in rust is. De ionosfeerlagen verplaatsen zich onder invloed van atmosferische winden in de hogere regionen van de dampkring.

Dit verschijnsel is bekend als de „*atmosferische drift*”. Als het verschil in weglengte verandert van nul tot een halve golflengte, dan verandert het faseverschil van 0° tot 180° , met het gevolg dat beide signalen elkaar beïnvloeden van versterken tot uitdoven.

Daardoor is deze fading zeer selectief en is zij bovendien afhankelijk van de plaats van ontvangst. Dit doet ons twee methoden aan de hand om de gevolgen van deze soort fading op te heffen:

- „*frequency diversity*”, waarbij twee zenders met verschillende frequenties (en dus golflengten) het signaal uitzenden;
- „*space diversity*”, waarbij twee ontvangantennes op geruime afstand van elkaar worden toegepast.

Het zal n.l. hoogst zelden voorkomen, dat op beide frequenties c.q. op de beide ontvangplaatsen tegelijkertijd de ontvangen signalen onbruikbaar zijn door fading.

Zonnevlam

We hebben reeds gezien, dat de zonne-activiteit sterk wisselt, hetgeen wordt veroorzaakt door de voortdurende uitbarstingen op de zon. Soms zijn dergelijke erupties veel sterker dan normaal. Dan wordt het zeer hete gas met zo'n grote snelheid uit het inwendige van de zon naar buiten geslingerd, dat het buiten de aantrekkingskracht van de zon terecht komt en in de ruimte vliegt.

De uitgestoten *wolk van protonen en elektronen* kan een snelheid bereiken van enkele duizenden km/s. Werd zij in de richting van de aarde gestoten, dan bereikt zij deze na één à twee dagen.

Magnetische storm

Die stroom van geladen deeltjes – ook wel „*corpusculaire straling*” of „*zonne-wind*” genoemd – gedraagt zich als een elektrische stroom en beïnvloedt daardoor het aardmagnetische veld.

Dit uit zich in sterke schommelingen van het magnetische kompas.

Men spreekt dan van een *magnetische storm*. Het aardmagnetische veld op zijn beurt buigt de banen van de aanstormende protonen en elektronen af, waardoor ze aan de aardpolen zelfs tot 100 km hoogte in de ionosfeer doordringen en daar *poollicht* veroorzaken.

Ionosferische storm

Terwijl de geladen deeltjes door de ionosfeer snellen, beïnvloeden zij deze op een wijze, die men nog niet heeft begrepen. De gevolgen zijn, dat de kritische frequentie f_c en de MUF lager worden en dat verhoogde absorptie van radiogolven optreedt.

Men noemt dit geheel van verschijnselen een *ionosferische storm*.

Hierdoor wordt het radioverkeer via de ionosfeer ernstig bemoeilijkt, vooral de radioverbindingen die via het poolgebied lopen. Magnetische en ionosferische stormen kunnen dagen lang aanhouden.

Ionosferische storing

Bij een zonnevlam treedt – behalve corpusculaire straling – ook een sterk verhoogde ioniserende straling op. Het daarbij uitgezonden spectrum bevat röntgenstraling met kortere golven dan normaal, dus „hardere” röntgenstralen. Deze straling kan dieper in de aardse atmosfeer doordringen, zodat de D-laag sterker dan normaal wordt geïoniseerd. Het ionisatiemaximum van deze laag daalt daarbij – van 60 à 70 km hoogte – tot zelfs wel 50 km. Het gevolg van deze extra-ionisatie is, dat de absorptie van radiogolven zéér sterk toeneemt, waardoor alle radioverbindingen via de ionosfeer plotseling en volledig uitvallen. Men noemt dit verschijnsel een *SID* (= *sudden ionosferic disturbance*), d.w.z. een plotseling optredende ionosferische storing. Oudere radiomensen spreken van een „*Dellinger*”. Deze storing duurt, zolang de zonnevlam blijft bestaan, meestal enkele minuten, soms tot een half uur toe. Omdat een ionosferische storm en een *Dellinger* beide door een zonnevlam worden veroorzaakt, zal het duidelijk zijn, dat een *Dellinger* vaak de voorbode is van een ionosferische storm: enkele dagen na een *Dellinger* kan men nog meer radiostoringen verwachten. Helaas is men nog niet in staat, een zonnevlam te voorspellen.

Sporadische E-laag

Behalve de tot nu toe besproken ionosfeerlagen kent men nog de sporadische E-laag.

Deze *SE-laag* ligt op dezelfde hoogte als de „gewone” E-laag. Zij is evenwel zeer dun, soms slechts 100 m dik. De juiste oorzaak van het ontstaan is nog niet bekend.

Het lijkt waarschijnlijk, dat de SE-laag bestaat uit sterk geïoniseerde stoffen, die afkomstig zijn uit *meteorieten*. Men neemt aan, dat deze geïoniseerde materie voorkomt in vrij scherp begrensde wolken. Zij zijn in heftige beweging onder invloed van ionosferische winden, die snelheden van 400 km per uur en meer kunnen bereiken. Als gevolg hiervan variëren de reflecties zeer sterk: zij kunnen op willekeurige momenten optreden en weer wegvallen.

Vandaar de naam: „*sporadische*” E-laag.

SE-propagatie komt ’s zomers vaker voor dan ’s winters, hetgeen erop zou wijzen, dat de zonnestraling meewerkt aan het ioniseren van de materie. Maar SE-propagatie komt ook ’s nachts voor. Dit is te verklaren door aan te nemen,

dat de meteorieten ook zelf meewerken aan het ionisatieproces. Als een meteoriet met hoge snelheid de aardse atmosfeer binnendringt, begint hij door de luchtweerstand te gloeien. Tenslotte verdampt hij, waardoor zich een spoor vormt van gloeiende, geïoniseerde materie.

Scatterpropagatie

De SE-laag blijkt radiogolven te kunnen reflecteren met frequenties boven de MUF: ongeveer 25 tot 60 MHz. Omdat de SE-laag uit losse wolken geïoniseerde materie zou bestaan, vindt reflectie in alle richtingen plaats, zoals bij een verzameling bolle spiegels. Slechts een klein deel van de energie, die de SE-laag treft, wordt in de gewenste richting gereflecteerd. Men noemt dit verschijnsel „*ionoscatter*”.

Bij zo'n scatterverbinding gaat dus veel meer energie verloren dan bij een normale radioverbinding via de ionosfeer. Met grote antennes en een sterke zender kan men toch nog een betrouwbare verbinding maken over afstanden van 1000 à 2000 km. (Wordt vervolgd.)

BOEKBESPREKING

Broadcasting Stations and European FM/TV.
Informatie over meer dan 6000 radio- en TV-zenders.
Uitgave De Muiderkring B. V. Bussum.

Dit 214 pagina's omvattende boekwerk verstrekt gegevens over zendfrequenties, golflengten, antennevermogens, coördinaten (lengte- en breedtegraden) alsmede lokaties (plaatsnamen) van langegolf-, middengolf- en kortegolf-stations over de gehele wereld; tevens gegevens over Europese FM- en TV-stations.

Het vangt aan met een duidelijke inleiding over indeling en gebruik van het boek; eerst in het Nederlands, vervolgens in het Engels, Frans, Duits en Spaans. Hierna volgen indelingen in golflengten en frequenties van de lange-, midden- en kortegolven, FM en TV; dit alles in begrijpelijke Engelse termen.

Het boek is uitnemend geschikt voor hen, die interesse bezitten voor wat er op de omroepbanden valt te beluisteren.

Heden ten dage zijn voor redelijke prijzen uitstekende „Wereldontvangers” in de handel verkrijgbaar.

Op de achterzijde van de omslag staat (in vier talen) een aanbeveling, die wij hier citeren:

„Er schuilt romantiek in het luisteren naar verre en onbekende zendstations. Meer dan ooit is de ether het ontmoetingsveld waarin volkeren dichter bij elkaar kunnen komen, een veelbelovende werkelijkheid! Ontdek nieuwe culturen, vang die vrije stroom van informatie in uw ontvanger. Dit boek is uw gids en „snelwijzer” in het etherwonderland.”

Het boek maakt een verzorgde indruk. Uit enkele steekproeven bleek de zorgvuldigheid van de samensteller.

Wellicht ten overvloede zij nog vermeld dat het uitsluitend *omroepstations* betreft; de PTT-zenders bij onze grote districtsversterkerstations worden daarom niet aangetroffen.

Het boek kost in de handel f 27,50.

ing. P. A. de Boer

Transmissie en telecommunicatietechniek

ing. B. Kieboom
(Vervolg van blz. 298.)

In de geluidstechniek, elektronica en transmissietechniek wordt het logaritmenstelsel gebruikt om vermogensverhoudingen en het niveau van een vermogen ten opzichte van een referentieniveau in een eenheid uit te drukken. Wordt hierbij gebruik gemaakt van het briggsse logaritmenstelsel dan is de eenheid de bel, symbolisch weergegeven door B, zie het hiervoor behandelde hoofdstuk „Demping”.

Voorbeeld:

Aan een apparaat wordt een vermogen P_{in} toegevoerd.

Het toestel geeft een vermogen P_{uit} af.

Per definitie is de zogenaamde demping van het toestel:

$$a = \log \frac{P_{in}}{P_{uit}} \text{ B}$$

Per definitie is de zogenaamde versterking van het toestel:

$$g = \log \frac{P_{in}}{P_{uit}} \text{ B}$$

Veelal wordt in de plaats van een eenheid bel de tienmaal kleinere eenheid decibel gebruikt, symbolisch weergegeven door dB.

De demping en versterking zijn dan respectievelijk:

$$a = 10 \log \frac{P_{in}}{P_{uit}} \text{ dB} \quad \text{en} \quad g = 10 \log \frac{P_{uit}}{P_{in}} \text{ dB}$$

Overigens wordt nog opgemerkt dat in de transmissietechniek meestal niet wordt gerekend met het vermogen P , maar met schijnbaar vermogen P_s .

Het niveau aan de in- en uitgang van het toestel ten opzichte van het referentieniveau P_o is per definitie:

$$n_{in} = \log \frac{P_{in}}{P_o} \text{ B} \quad \text{of} \quad n_{in} = 10 \log \frac{P_{in}}{P_o} \text{ dB}$$

$$n_{uit} = \log \frac{P_{uit}}{P_o} \text{ B} \quad \text{of} \quad n_{uit} = 10 \log \frac{P_{uit}}{P_o} \text{ dB}$$

Wordt voor het bepalen van de demping, versterking en het niveau uitgegaan van de neperiaanse logaritmenstelsel, dan is de eenheid van deze grootheden de neper, symbolisch weergegeven door N.

Per definitie is de demping $a = \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{P_{in}}{P_{uit}} N$

Per definitie is de versterking $a = \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{P_{uit}}{P_{in}} N$

Per definitie zijn het in- en uitgangsniveau ten opzichte van het referentieniveau P_0

$$n_{in} = \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{P_{in}}{P_0} N \quad \text{en} \quad n_{uit} = \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{P_{uit}}{P_0} N$$

Omrekenen van logaritmenstelsels

Uit de algemene vergelijking voor het omrekenen van logaritmen

$${}^a_{\log b} = \frac{{}^g \log b}{{}^g \log a}$$

volgen de omrekeningsfactoren voor het omrekenen van brigge logaritmen in neperiaanse logaritmen en omgekeerd.

$$\ln a = \frac{\log a}{\log e} = \frac{1}{0,434294} \cdot \log a = 2,30268 \cdot \log a$$

$$\log a = \frac{\ln a}{\ln 10} = \frac{1}{2,30268} \cdot \ln a = 0,434294 \cdot \ln a$$

De omrekeningsfactor voor het omrekenen van brigge logaritmen naar neperiaanse logaritmen is 2,30268.

De omrekeningsfactor voor het omrekenen van neperiaanse logaritmen naar brigge logaritmen is 0,434294.

Uit deze omrekeningsfactoren volgt, rekening houdende met de factor $\frac{1}{2}$ voor bepalen van grootheden in neper, dat:

$$1 \text{ dB} = 0,115 \text{ N}$$

$$1 \text{ N} = 8,68 \text{ dB}$$

Logaritmische schaalverdeling

Bij grafische voorstelling van verschijnselen met een logaritmisch karakter of verschijnselen waarvan het verband over een zeer groot bereik moet worden weergegeven, wordt gebruik gemaakt van assenstelsels waarvan één as of beide assen niet lineair maar logaritmisch is of zijn uitgezet.

Een logaritmische schaal is een schaal die verdeeld is naar de logaritme van de waarden, terwijl langs de schaal de werkelijke waarden zijn geschreven (fig. 5).

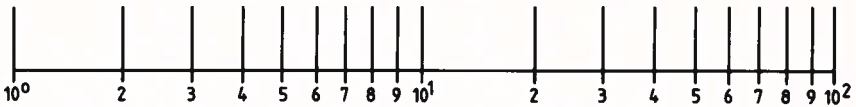


fig. 5. Logaritmische schaal.

Vaste afstanden op een logaritmische schaal komen overeen met het vermenigvuldigen van de waarde langs de schaal met een vaste factor. Machten van 10 hebben derhalve dus ook vaste afstanden op de schaal. Een dergelijke afstand wordt een decade genoemd.

Omdat $\log 0$ gelijk is aan $-\infty$ kan een logaritmische schaalverdeling niet met 0 beginnen. Meestal begint een logaritmische schaal met een macht van 10.

Wordt een grafische voorstelling van een verband tussen twee grootheden dat een logaritmisch karakter heeft weergegeven op logaritmisch papier, dan wordt een rechte lijn verkregen.

In fig. 6 is het verband tussen getallen tussen 1 en 10 en de mantissen van deze getallen in een grafische voorstelling op enkel-logaritmisch papier weergegeven.

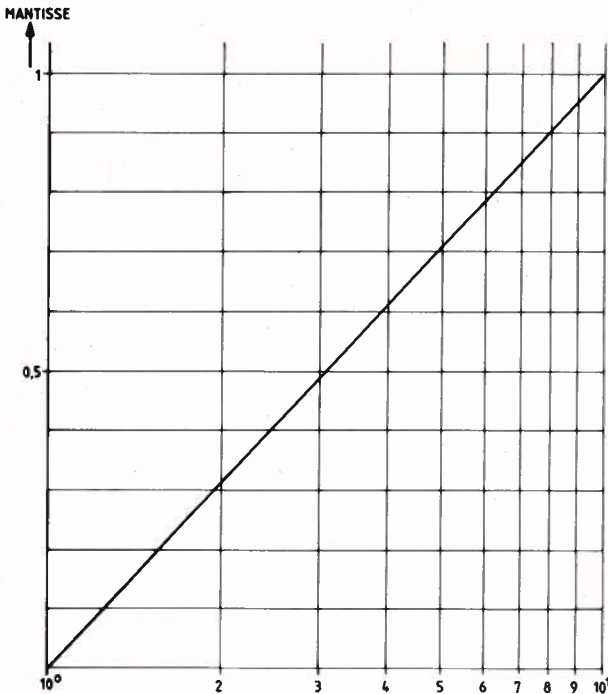


fig. 6. Verband mantisse en getal.

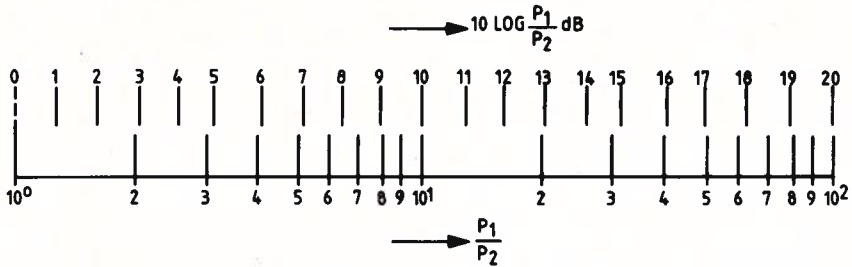


fig. 7. Logaritmische en dB schaal.

Door een logaritmische schaalverdeling toe te passen wordt een schaalverdeling in dB een lineaire schaalverdeling (zie fig. 7).

Door het toepassen van een logaritmische schaalverdeling is het mogelijk het verband tussen twee grootheden weer te geven over een uitgestrekt gebied van deze grootheden, waarbij de lagere waarden relatief hetzelfde schaalbereik ter beschikking hebben als de hogere waarden.

Na deze eerste begrippen van versterking/demping uitgedrukt in dB en logaritmen, zal verdere uitleg en toepassing bij de behandeling van de vierpooltheorie plaatsvinden.

Soorten vierpolen

Vierpolen kunnen, uitgaande van verschillende gezichtspunten, worden onderscheiden in een aantal soorten vierpolen.

De gezichtspunten zijn:

- passieve- of actieve vierpolen;
- lineaire- of niet lineaire vierpolen;
- symmetrische- of asymmetrische vierpolen;
- gebalanceerde- of ongebalanceerde vierpolen.

Passieve vierpool

Een passieve vierpool is opgebouwd uit passieve netwerkelementen.

De passieve netwerkelementen zijn: weerstanden, zelfinducties en condensatoren.

Voorbeelden van een passieve vierpool zijn: dempingsklosje, kabel, filter enz. De uitgangsspanning (-stroom) en het uitgangsvermogen van een passieve vierpool zijn in het algemeen lager dan de ingangsspanning (-stroom) en het ingangsvermogen. Er gaat dus energie verloren in een passieve vierpool.

Een *passieve vierpool heeft demping.*

Actieve vierpool

Een actieve vierpool bevat één of meer actieve netwerkelementen. Aan een actief netwerkelement wordt vanuit een interne- of externe spannings- of stroombron, energie toegevoerd.

Actieve netwerkelementen zijn o.a. transistoren.

Versterkers zijn actieve vierpolen.

De uitgangsspanning (-stroom) en het uitgangsvermogen van een actieve vierpool kunnen hoger zijn dan de ingangsspanning (-stroom) en het ingangsvermogen. Een *actieve vierpool kan versterking hebben*.

Het komt echter ook voor dat een actieve vierpool een *demping* heeft.

Lineaire vierpool

Een lineaire vierpool is opgebouwd uit lineaire netwerkelementen.

Van een lineair netwerkelement is het verband tussen spanning en stroom steeds lineair.

Lineaire netwerkelementen zijn: zuivere weerstanden, spoelen zonder kern, zuivere condensatoren enz.

Tussen stroom en spanning van een *lineaire vierpool* bestaat een *lineair verband*. Hierbij wordt nog opgemerkt, dat het lineaire verband voor alle frequenties niet gelijk hoeft te zijn. Een *lineaire vierpool* kan dus een *lineaire vervorming* geven.

Niet lineaire vierpool

Een niet lineaire vierpool heeft ten minste één niet lineair netwerkelement.

Van een *niet lineair netwerkelement* is het verband tussen spanning en stroom *niet steeds lineair*.

Niet lineaire netwerkelementen zijn: spoelen met een kern, dioden, transistoren, spanningsafhankelijke weerstanden enz.

Tussen stroom en spanning van een niet lineaire vierpool bestaat een niet lineair verband. Hierbij wordt nog eens opgemerkt dat door het niet lineaire verband aan de uitgang van de vierpool signalen worden afgegeven die niet aan de ingang worden toegevoerd. De extra signalen zijn hogere harmonischen van het toegevoerde signaal en signalen met som- of verschilfrequenties van de toegevoerde signalen. Een niet *lineaire vierpool* kan dus een *niet lineaire vervorming* geven.

Symmetrische vierpool

Van een symmetrische vierpool kunnen de twee ingangs- met de twee uitgangsklemmen worden verwisseld zonder dat de eigenschappen van de vierpool veranderen. Een symmetrische vierpool heeft een verticale as van sym-

metrie. De vierpool mag om deze as worden gedraaid zonder de eigenschappen van de vierpool aan te tasten.

Een kabel is een voorbeeld van een symmetrische vierpool.

Asymmetrische vierpool

Van een asymmetrische vierpool veranderen de eigenschappen als de twee ingangs- met de twee uitgangsklemmen worden verwisseld. Een asymmetrische vierpool heeft geen verticale as van symmetrie.

Een versterker is een voorbeeld van een asymmetrische vierpool.

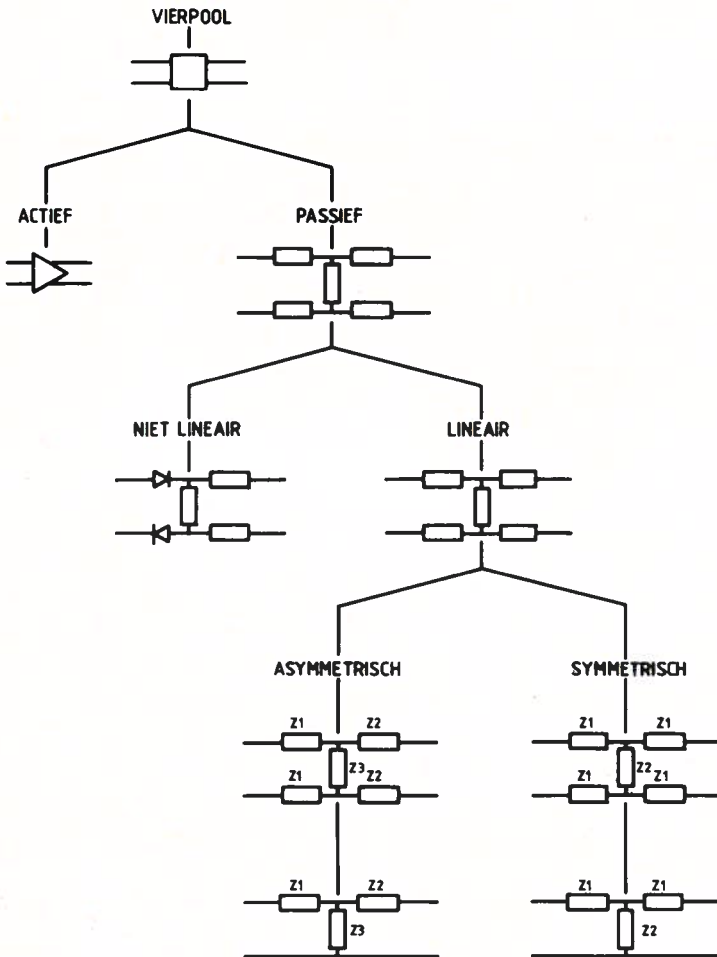


fig. 8. Overzicht vierpolen.

Gebalanceerde vierpool

Van een gebalanceerde vierpool kunnen de beide ingangs- en de beide uitgangsklemmen onderling worden verwisseld zonder dat daarbij de eigenschappen van de vierpool veranderen.

Een gebalanceerde vierpool heeft een horizontale as van symmetrie. De vierpool mag om deze as worden gedraaid zonder de eigenschappen van de vierpool aan te tasten.

Van een gebalanceerde vierpool hebben de beide ingangs- en de beide uitgangsklemmen paarsgewijze een gelijke impedantie ten opzichte van aarde. Een gebalanceerde vierpool wordt daarom ook wel een aard-symmetrische vierpool genoemd.

Een dubbeldraad van kabel is een voorbeeld van een gebalanceerde vierpool.

Ongebalanceerde vierpool

Van een ongebalanceerde vierpool mogen de beide ingangs- en de beide uitgangsklemmen onderling niet worden verwisseld.

Een ongebalanceerde vierpool heeft geen horizontale as van symmetrie. De impedanties ten opzichte van aarde van de beide ingangs- en de beide uitgangsklemmen zijn paarsgewijze niet gelijk.

Een ongebalanceerde vierpool is een *aard-asymmetrische vierpool*.

Een coaxiale kabel is een voorbeeld van een ongebalanceerde vierpool.

(Wordt vervolgd.)

Automatiseren: opleidingen onmisbaar

De gronden voor het besluit tot automatiseren lopen vaak sterk uiteen. De wens tot verbetering van produktkwaliteit: goedkoper, sneller, meer betrouwbaar produceren of ook de complexiteit van een proces kunnen automatisering noodzakelijk maken.

Om dan tot een juiste keuze van systeem, correcte en efficiënte toepassing van de mogelijkheden en tenslotte een goede uitvoering te komen moeten ontwerpers en constructeurs van alle mogelijkheden op de hoogte zijn.

Geïnformeerd zijn over nieuwe technieken, technologieën en toepassingen. Bij invoering van het automatiseringsproject moeten echter ook het bedieningspersoneel en de mensen van de onderhoudsdienst vertrouwd worden gemaakt met de nieuwe materie teneinde er met succes mee om te kunnen gaan.

De inspanningen van Siemens op het gebied van procesautomatisering bevatten daarom ook opleidingsmogelijkheden in de vorm van verschillende cursussen, zowel betreffende hard- als software. Er zijn speciale cursussen voor ontwerpers en engineers, voor bedienings-, onderhouds- en servicepersoneel. Deze cursussen worden bij Siemens Nederland in eigen leslokalen, maar ook, waar nodig, elders in het land gegeven. Hierbij ligt het zwaartepunt op de introductie van nieuwe technieken, technologieën en systemen.

Siemens persbericht.

Technisch Engels

bewerkt door mej. C. V. Poolman en W. S. v. Dam

Pushbutton telephones

These fall into two main categories. The first is used for internal communication in offices, small factories, hospitals, etc. A limited number of simple pushbutton switches make a direct connection to another set or transfer an existing call. A combination of **locking and non-locking buttons** may be used for **call selection and ringing**. The STC Deltaline is an example of a pushbutton **interphone** of modern design, based on the STC Deltaphone set.

The second category is **fitted with** an array of ten or twelve pushbuttons instead of a rotary dial; these generate coded signals for reception at **the main or branch exchange**.

The complication which follows the production of interrupted **d.c. dialling pulses** from pushbuttons and the limitations these **impose on** lines and exchanges have led to the adoption of a.c. voice frequency pushbutton signalling systems, **particularly** for use with modern electronic or semi-electronic exchanges.

Two separate transistor oscillators in the subset are normally used to generate a total of 16 possible combinations of two **simultaneous** tones by the various pushbutton contacts. Ten or twelve of these possible combinations are normally used for dialling information, the other four codes being reserved for data sending purposes. The voice frequency tones are used to route the call by means of **frequency-discriminating equipment** in the exchange or further on in the telephone system.

One of the factors which has **militated against** d.c. is that in order to obtain a sufficient number of button combination signals with d.c. it is usually necessary **to report to subterfuge** such as applying an earth to one or both lines either directly or via suitably polarised diodes. The exchange equipment is sensitive to the various line polarities involved.

It seems probable that **eventually** some form of fully integrated digital signalling system based on transistorised logic circuits will be used, the signal format being **compatible with** the high bit rate **p.c.m.** or other digital transmission systems **which are likely to succeed** the present telephone transmission systems in due course.

Facility buttons are sometimes also required for call transfer or other functions. These have to be distinguished from the digital buttons by means of size, colour, location, etc. The most **common** arrangement of pushbuttons on a.c. subsets seems to be three rows of three digital buttons plus one or two extra buttons at each end on the centre line.

Present standard subsets provide **extension** facilities by the addition of push-buttons or keys in addition to the normal dial, up to eight buttons being **currently** available on British Post Office telephones.

EXPLANATORY NOTES

pushbutton telephones
locking and non-locking buttons
call selection and ringing

interphone
fitted with
the main or branch exchange
d.c. dialling pulses
to impose on
particularly
simultaneous
frequency-discriminating
equipment
to militate against
to resort to subterfuge
a resort
subterfuge
eventually
compatible with
p.c.m.
which are likely to succeed

facility buttons
common
extension
currently

drukknop telefonen
drukknoppen met en zonder vergrendeling
het kiezen van een nummer en het geven
van een belsignaal
telefoon voor interne gesprekken
uitgerust met, voorzien van
de openbare of huistelefooncentrale
gelijkstroomkiesimpulsen
opleggen aan
in het bijzonder, vooral
gelijktijdig
apparatuur die kan reageren op
frequentieverschillen
strijden tegen, een hinderpaal vormen voor
zijn toevlucht nemen tot noodoplossingen
een vakantie-oord
eigenlijk: uitvlucht
uiteindelijk
verenigbaar met
pulsmodulatie
die waarschijnlijk de opvolger zullen
zijn van
drukknoppen voor speciale faciliteiten
gewoon, gebruikelijk
uitbreiding
momenteel

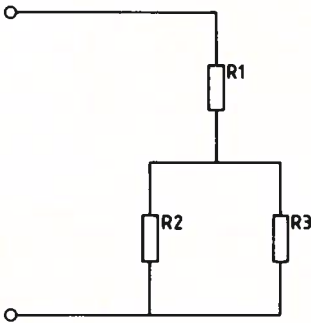
Examenvraagstukken

bewerkt door ing. P. A. de Boer

In deze regelmatig terugkerende rubriek worden enige vraagstukken behandeld van de VEV examens MT.

De opgaven zijn gesteld volgens het meerkeuze systeem.

De oplossingen vindt men op blz. 336.



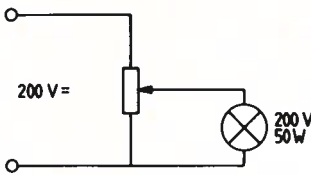
MT 11.

R1, R2 en R3 hebben dezelfde weerstandswaarde.

R1 neemt 4 W op.

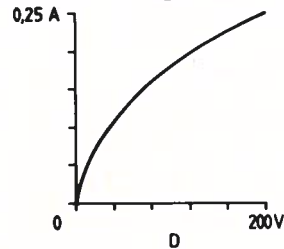
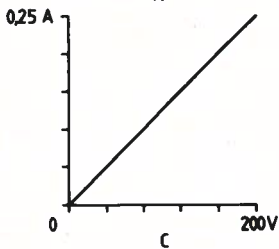
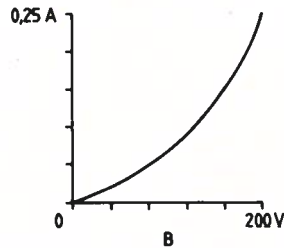
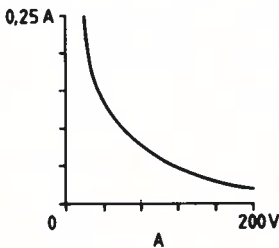
Het totaal opgenomen vermogen bedraagt

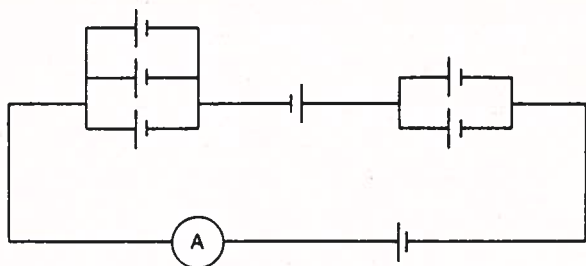
- A 6 W
- B 8 W
- C 12 W
- D 36 W



MT 12.

Als de spanning over de metaaldradlamp van 0 V naar 200 V wordt geregeld, verloopt de stroom door de lamp als functie van de spanning over de lamp volgens figuur





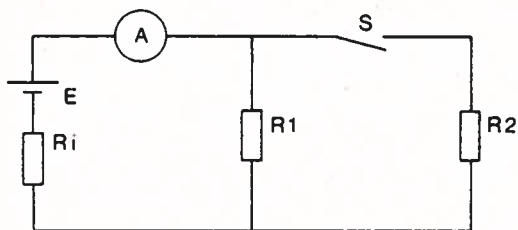
MT 13.

Elk element heeft een emk van 1,9 V en een inwendige weerstand van 0,3 Ω .

De weerstand van de ampèremeter is 0,1 Ω .

De ampèremeter wijst aan

- A 0 A
- BB 2 A
- C 4 A
- D 8 A



$$R_1 = R_2 = 6 \Omega$$

MT 14.

De ideale ampèremeter wijst 4 A aan.

Met gesloten S wijst de ampèremeter 7 A aan.

De R_i en de emk van het element zijn

- A $R_i = 0,75 \Omega$; $E = 24 \text{ V}$
- B $R_i = 0,75 \Omega$; $E = 28 \text{ V}$
- C $R_i = 1,0 \Omega$; $E = 24 \text{ V}$
- D $R_i = 1,0 \Omega$; $E = 28 \text{ V}$

Oplossingen examenvraagstukken

bewerkt door ing. P. A. de Boer

In dit nummer zijn enkele opgaven van de VEV-examens voor MT opgenomen. De hierna gegeven oplossingen zijn – waar nodig – van een nadere toelichting voorzien.

MT 11. A is goed.

Toelichting:

De stromen door R2 en R3 zijn elk gelijk aan $\frac{1}{2}I$ door R1 (alle weerstandswaarden zijn gelijk).

Vermogen = $I^2 \times R$; daalt de stroom tot halve waarde dan daalt het vermogen tot $1/4$, in dit geval tot 1 watt.

Totaal vermogen is dus: $4 + 1 + 1 = 6$ watt.

MT 12. D is goed.

Toelichting:

Bij een metaaldraadlamp neemt de weerstandswaarde toe wanneer de stroom toeneemt. De stroom is afhankelijk van de toegevoerde spanning, daarom is de stroomtoename niet geheel rechtlijnig bij verhoging van de spanning.

Dit blijkt duidelijk uit figuur D.

MT 13. A is goed.

Toelichting:

Let goed op de polariteiten van de vier stroombronnen! Deze heffen elkander op.

Bij parallel schakelen van elementen verandert de spanning niet.

MT 14. D is goed.

Toelichting:

Omdat de verliesvrije ampèremeter 7 A aanwijst (door 3 ohm) is de klemspanning $7 \times 3 = 21$ V.

Door Ri vloeit dus eveneens 7A; het inwendig spanningsverlies van de batterij bedraagt $7 \times 0,75 = 5,25$ V of 7×1 V.

Uitsluitend D voldoet aan de eis: $7 \text{ V} + 21 \text{ V} = 28 \text{ V}$.
