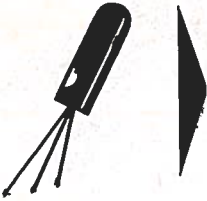
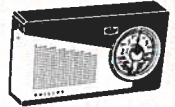


15 FEBRUARI 1968

TRANSISTORS



WAT ZIJN TRANSISTORS EN WAT
BETEKENEN ZIJ VOOR DE
ELEKTRONENTECHNIEK?



(Vervolg van blz. 9)

In 1948 onderzochten de Amerikanen Bardeen en Brattain de gedragingen van stoffen, die in de electronentechniek als halfgeleiders bekend zijn. Zij ontdekten daarbij enkele bijzondere verschijnselen, die de aanleiding zouden zijn tot de stormachtige ontwikkeling van een nieuw elektronisch onderdeel: de transistor. Al spoedig werden in deze ontwikkeling belangrijke resultaten behaald. In sommige typen apparaten en onder bepaalde omstandigheden bleek de transistor het werk van een radiobuis te kunnen overnemen, vaak met aantrekkelijke voordelen. Ook nieuwe wegen zijn door het verschijnen van transistors opengesteld voor de electronentechniek en het is moeilijk te voorspellen waarheen deze wegen nog zullen voeren.

Voor een verklaring van de werking van de transistor zal het noodzakelijk zijn enige natuurkundige begrippen nader toe te lichten, zonder welke geen inzicht in dit tamelijk moeilijke onderwerp kan worden verkregen.

Halfgeleiders

Een zeer belangrijk begrip in de electronentechniek is de *elektrische weerstand* van een stof; deze weerstand bepaalt het vermogen van die stof om een elektrische stroom te geleiden. Hoe lager de weerstand, des te groter is het geleidingsvermogen.

In deel 2 van deze serie — „radiobuizen” — werd reeds verteld, dat een elektrische stroom bestaat uit een beweging van in het materiaal aanwezige „vrije elektronen”. De elektrische weerstand van een stof zal dus voornamelijk worden bepaald door het aantal en de eigenschap van deze vrije elektronen. Wanneer in een stof veel vrije elektronen zich gemakkelijk kunnen bewegen, spreekt men van een *geleider*. Een dergelijke stof heeft een lage elektrische weerstand. De meeste metalen zijn geleiders. Stoffen, waarin geen vrije elektronen voorkomen, hebben een uiterst hoge elektrische weerstand en worden *isolatoren* genoemd (bijv. glas, rubber, porselein). In een isolator kan geen elektrische stroom optreden. Er bestaan ook stoffen waarvan de elektrische eigenschappen gerangschikt moeten worden tussen die van de geleiders en die van de isolatoren.

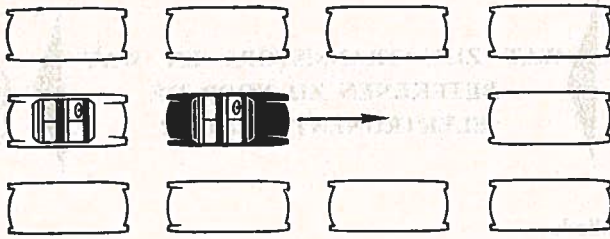


Fig. 1. Wanneer de zwarte auto oprijdt, verplaatst het gat zich naar links.

Onder normale omstandigheden hebben deze materialen een betrekkelijk hoge elektrische weerstand. Daarom worden ze halfgeleiders genoemd. Het metaal *germanium* is zo'n halfgeleider.

Elektronen en gaten

Door aan germanium zeer zorgvuldig bepaalde hoeveelheden van zekere andere stoffen toe te voegen, kunnen de stroomgeleidende eigenschappen van deze halfgeleider worden verbeterd.

Er zijn twee soorten van dit germanium.

In *n-germanium* heeft de speciale toegevoegde stof een overschot aan vrije elektronen tengevolge. De letter n wordt hier gebruikt in verband met de negatieve elektrische lading der elektronen. In *p-germanium* (p van positieve lading) bestaat een tekort aan elektronen, met andere woorden: er zijn lege plaatsen of „gaten”, die door elektronen kunnen worden bezet. Deze gaten kunnen zich verplaatsen, hetgeen aan de hand van het volgende duidelijk kan worden gemaakt. Wanneer de zwarte auto in fig. 1 oprijdt en de opening (het „gat”) rechts opvult, dan verplaatst dit gat zich naar links. Als daarna de volgende auto naar voren rijdt, verschuift het gat verder naar links enz.

In *p-germanium* verplaatsen de gaten zich door het verspringen van elektronen. Ook een stroom van gaten is dus een elektrische stroom, die overeenkomt met een stroom van elektronen in de tegengestelde richting. Men zegt nu, dat een gat een positieve elektrische lading vertegenwoordigt, die de negatief geladen elektronen aantrekt.

Zowel p- als n-germanium zijn als geheel elektrisch „neutraal”, dus niet *elektrisch geladen*. Immers, beide soorten zijn ontstaan door samenvoeging van elk voor zich niet geladen stoffen.

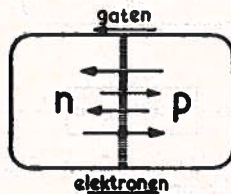


Fig. 2



WAT ZIJN TRANSISTORS EN WAT BETEKENEN ZIJ VOOR DE ELEKTRONENTECHNIEK?



De germaniumdiode

Wanneer in een stukje germanium aaneengrenzende lagen p- en n-germanium worden aangebracht, dan ontstaat er even een druk grensverkeer (fig. 2). Het n-germanium, dat teveel elektronen heeft, zal een gedeelte hiervan afstaan aan het p-germanium, dat er enige van z'n gaten mee volstopt. Omgekeerd stromen er gaten van het p-germanium naar het n-germanium, om daar door een elektron te worden bezet. Door deze uitwisseling krijgt de p-laag echter een negatieve elektrische lading, terwijl de n-laag positief geladen wordt. Al gauw zijn deze ladingen zo groot geworden, dat verder alle elektronen en gaten, die het grensgebied willen passeren, worden afgestoten.

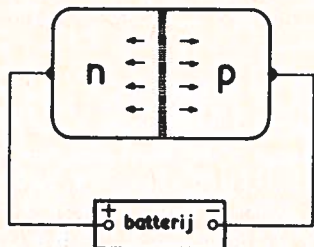


Fig. 3. Het p-germanium is negatief ten opzichte van het n-germanium; er gaat geen elektrische stroom door de diode.

Nu gaan we eens een batterij zodanig aansluiten, dat de negatieve en positieve ladingen van de beide germaniumlaagjes nog groter worden gemaakt. Het zal duidelijk zijn, dat ook de afstoting sterker wordt: het grensgebied blijft voor alle verkeer gesloten (fig. 3).

We kunnen ook zeggen, dat het grensgebied nu een uiterst hoge elektrische weerstand heeft. Wordt de batterij echter andersom aangesloten, zodat de

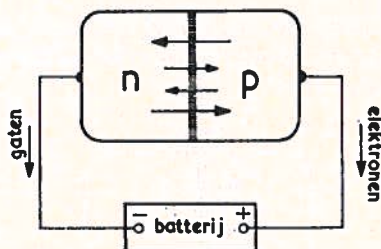


Fig. 4. De batterij is nu andersom aangesloten; de diode laat een elektrische stroom door.

p-laag nu een *positieve* en de n-laag een *negatieve elektrische lading* krijgt, dan worden de elektronen en gaten wederzijds juist *aangetrokken*. Er ontstaat een stroom van elektronen, die zich van het n-germanium naar het p-germanium haast, terwijl een reeks gaten zich in de tegengestelde richting spoedt (fig. 4). De elektrische weerstand van het grensgebied is dus gedaald tot een zeer lage waarde. De stroom blijft vloeien, want de batterij zorgt er voor, dat het nu zeer drukke grensverkeer in stand wordt gehouden.

We hebben op deze wijze een *germaniumdiode* verkregen, die de elektrische stroom alléén doorlaat, wanneer de elektrische spanning van de batterij op een bepaalde wijze wordt aangesloten.

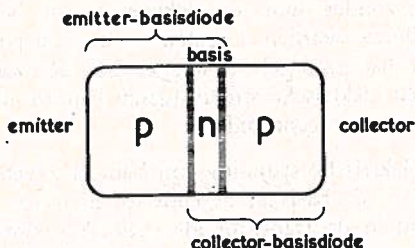


Fig. 5. De transistor: een combinatie van twee germaniumdioden.

De transistor

Een karakteristieke transistorsoort bestaat uit een stukje germanium, waarin zich tussen twee laagjes p-germanium een dun laagje n-germanium bevindt. Dit geheel vormt een zogenaamde p-n-p-transistor. Het zeer dunne middelste laagje, het n-germanium dus, wordt de *basis* genoemd; de twee buitenste laagjes heten respectievelijk *emitter* en *collector* (fig. 5). Een transistor bestaat dus eigenlijk uit twee aaneengegroeide germaniumdioden.

Op de diode die gevormd wordt door collector en basis, wordt een batterij (1) aangesloten, zodanig, dat de collector een negatieve en de basis een positieve elektrische lading krijgt (fig. 6). Uit het voorafgaande weten we, dat door deze diode nu geen elektrische stroom gaat.

Op de emitter-basisdiode wordt vervolgens een tweede batterij (2) aangesloten, waarbij er voor gezorgd wordt dat de emitter positief is ten opzichte van de

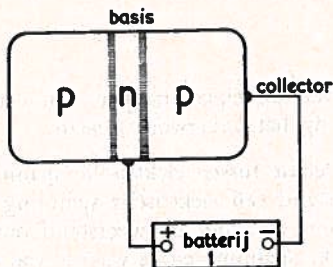


Fig. 6



WAT ZIJN TRANSISTORS EN WAT BETEKENEN ZIJ VOOR DE ELEKTRONENTECHNIEK?



basis (fig. 7). Dit heeft onder meer tot gevolg, dat van de emitter (p-germanium) een groot aantal gaten naar de basis stroomt. Aangezien het laagje dat de basis vormt, uiterst dun is, bereiken de meeste gaten het grensgebied tussen basis en collector, zonder door een elektron te zijn bezet. Door de negatieve lading van de collector worden de gaten — die een positieve lading vertegenwoordigen — uit het grensgebied weggezogen en naar batterij 1 afgevoerd. Er ontstaat dus een elektrische stroom tussen batterij 1 en collector; deze stroom wordt de *collectorstroom* genoemd.

Wanneer nu de elektrische spanning van batterij 2 verandert, dan varieert het aantal gaten, dat via de basis in de collector arriveert en dus varieert ook de collectorstroom. Indien de transistor als versterker wordt gebruikt, wordt een elektrische trilling (een voortdurend veranderende elektrische spanning, bijv. afkomstig van een microfoon of grammofoon) toegevoerd aan de emitter-basis-diode. Het gevolg is een eveneens voortdurend veranderende collectorstroom. Deze variërende collectorstroom vertegenwoordigt de door de transistor versterkte elektrische trilling (fig. 8).

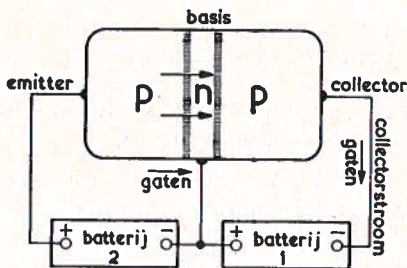


Fig. 7. Batterij 2 wordt aangesloten. Door de transistor ontstaat een stroom van gaten, die naar batterij 1 wordt afgevoerd (de collectorstroom).

De versterker

Voor een verklaring van de eigenschappen van een transistor als versterker moeten we iets dieper op het onderwerp ingaan.

Er bestaat een zekere relatie tussen elektrische spanning, stroom en weerstand. Wanneer op een weerstand een elektrische spanning wordt aangesloten dan is de sterkte van de stroom die door de weerstand ontstaat, afhankelijk van de grootte van de elektrische spanning en de waarde van de weerstand. Hoe kleiner

deze weerstand en hoe groter de elektrische spanning, des te groter is de elektrische stroom. Dit wil ook zeggen, dat, wanneer eenzelfde elektrische stroom door twee weerstanden gaat, de elektrische spanning over de grootste weerstand het grootst is. Uit het voorafgaande weten we, dat de weerstand van de emitter-basisdiode zeer laag is, terwijl de weerstand van de collector-basisdiode tamelijk groot is. Door deze beide weerstanden in de transistor gaat de elektrische (gaten)-stroom. De elektrische spanning over de collector-basisdiode zal dus *groter* zijn dan die over de emitter-basisdiode.

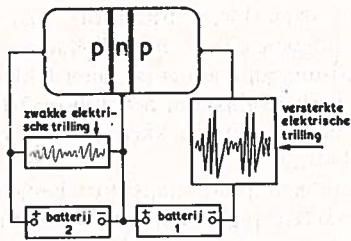


Fig. 8. De variërende collectorstroom vertegenwoordigt de in de transistor versterkte elektrische trilling.

Om deze *versterkte elektrische* spanning te kunnen gebruiken, brengen we in serie met de (grote) weerstand van de collector-basisdiode, dus tussen collector en batterij 1, een *extra weerstand* aan, waarbij we er voor zorgen, dat de elektrische spanning tussen collector en basis *groot genoeg* blijft om de gaten die in de buurt van de collector komen, weg te zuigen (fig. 9). Door deze weerstand gaat de collectorstroom en zoals we zojuist zagen betekent dit, dat er tussen de uiteinden van de weerstand een elektrische spanning aanwezig is, die groter is naarmate de weerstand groter is.

Met een *grote* weerstand is het dus mogelijk variaties van de collectorstroom tengevolge van een elektrische trilling op de emitter-basisdiode om te zetten in *grote spanningsvariaties: de versterkte elektrische trilling*.

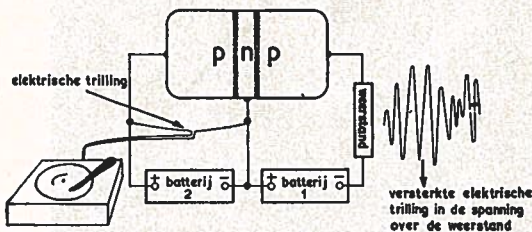
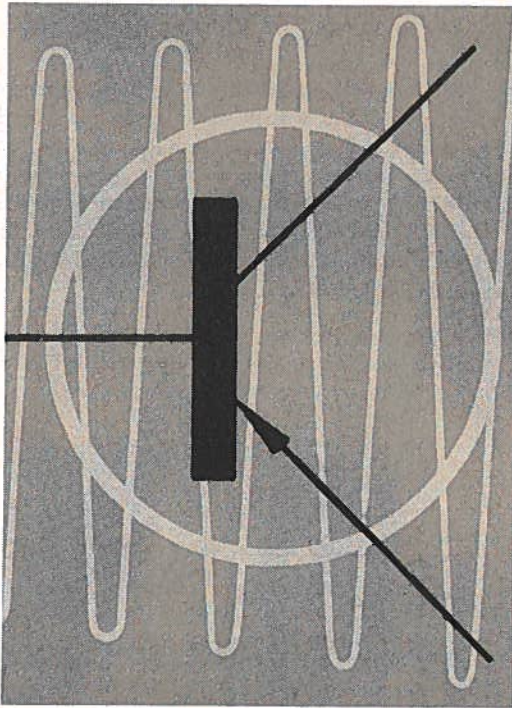


Fig. 9. De transistor als versterker

Veel voordelen

Het is nu wel duidelijk, dat een transistor in vele gevallen hetzelfde kan presteren als een radiobuis. Belangrijk hierbij is, dat verschillende voordelen door het gebruik van transistors kunnen worden verkregen. In de eerste plaats zijn de zeer geringe afmetingen en het lichte gewicht aantrekkelijk: een transistor is niet groter dan een erwt en weegt maar enkele grammen. Aangezien transistors geen gloeidraad hebben, verbruiken ze geen extra elektrische stroom en behoeven ze niet eerst „warm” te worden: transistors beginnen te werken, zodra het toestel waarin ze zich bevinden, wordt ingeschakeld. En dan werken ze al op de spanning van enkele kleine batterijtjes, een spanning, die veel en veel lager is dan de voedingsspanning van radiobuizen. Dit alles betekent dat toestellen die met transistors zijn uitgerust, uiterst klein en licht kunnen worden gemaakt en geheel onafhankelijk van het stopcontact kunnen werken. Het voordeel dat transistors goed tegen schokken en trillingen bestand zijn, is hierbij eveneens van groot belang.

Behalve de hier besproken p-n-p transistors bestaan er ook n-p-n transistors, waarin zich dus een laagje p-germanium bevindt tussen twee laagjes n-germanium. De werking hiervan is op overeenkomstige wijze te verklaren als die van het hier behandelde type.



Het in de elektronentechniek gebruikelijke symbool voor een transistor.

BEELDBUIZEN



WAT IS EEN KATODESTRAALBUIS EN WAARVOOR WORDT DEZE GEBRUIKT?

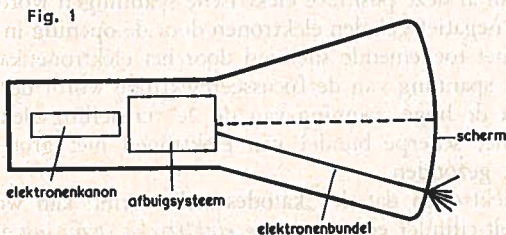


Uit de reeds behandelde onderwerpen in deze serie is wel duidelijk gebleken, dat in de elektronentechniek de elektrische trilling een uiterst belangrijke rol speelt. Men zal zich dus kunnen voorstellen, dat het voor de bestudering van deze trillingen bijzonder interessant zou zijn wanneer deze zichtbaar zouden kunnen worden gemaakt. De beeldbuis (katodestraalbuis) stelt ons nu in staat vorm en grootte van elektrische trillingen met eigen ogen waar te nemen.

Ook tal van andere verschijnselen die in elektrische trillingen kunnen worden omgezet (b.v. mechanische trillingen, vormveranderingen etc.) kunnen op deze manier worden weergegeven. Door het bestuderen van de vorm van deze trillingen op het scherm van een beeldbuis kunnen waardevolle gegevens worden verkregen. De toepassing die het meest tot de verbeelding spreekt is het overbrengen van bewegende beelden door middel van televisie. De weergeefbuis van een televisie-ontvanger is in wezen hetzelfde als de „industriële” katodestraalbuis.

De katodestraalbuis

Een schematische voorstelling van een katodestraalbuis geeft fig. 1. Een langwerpige glazen ballon is voorzien van een trechtervormig uiteinde. Aan de binnenzijde van de vrijwel vlakke „trechterbodem” is een laag fluorescerend materiaal aangebracht: het *scherm*. Dit scherm wordt „beschreven” door een „katodestraal”, dat is een smalle bundel van elektronen die met grote snelheid



uit het *elektronenkanon* treden. Tussen dit begin en einde van de beeldbuis bevindt zich een *afbuigsysteem*, met behulp waarvan het mogelijk is de elektronenbundel elke willekeurige plaats van het scherm te laten treffen. Het fluorescerende schermmateriaal licht op ter plaatse waar het door de elektronen wordt getroffen. Aan de buitenzijde van de ballon, dus door de glaswand heen, ziet men hier dan een lichtpunt.



WAT IS EEN KATODESTRAALBUIS EN WAARVOOR WORDT DEZE GEBRUIKT?

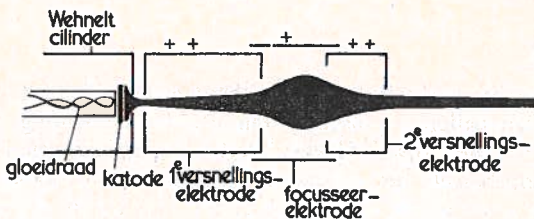


Het elektronenkanon

Het systeem dat verantwoordelijk is voor het ontstaan van de elektronenbundel wordt min of meer toepasselijk het elektronenkanon genoemd. Fig. 2 geeft een schematische doorsnede van dit voorwerp.

Evenals bij de gewone elektronenbuizen zien we hier een *katode* welke door een gloeidraad sterk wordt verhit, zodat vrije elektronen het metaal verlaten. 1) Dit is de bron van de te vormen „katodestraal”. Vlak voor het katodeplaatje bevindt zich het deksel van een cilindrische, metalen bus die rond gloeidraad en katode is aangebracht en waarin zich een klein gaatje bevindt. Deze bus, naar de uitvinder ervan de *Wehnelt-cilinder* genoemd, komt straks ter sprake. Voor de Wehnelt-cilinder bevinden zich nog drie cilindrische elektroden: twee *versnellingselektroden* met daar tussenin een *focuseerelektrode*, die er voor zorgt dat de elektronenstroom de juiste bundelvorm krijgt. Op de beide versnellingselektroden wordt een *zeer hoge positieve elektrische spanning* aangesloten. De focuseerelektrode krijgt een positieve spanning, die aanzienlijk lager is.

Fig. 2. Schematische doorsnede van een elektronenkanon



Als gevolg van al deze positieve elektrische spanningen worden de uit de katode vrijgekomen, negatief geladen elektronen door de opening in de Wehneltcilinder gezogen en met toenemende snelheid door het elektronenkanon gevoerd. Door de iets lagere spanning van de focuseerelektrode wordt de snelheid even afgeremd, waarna de hoge spanning van de 2e versnellingselektrode er voor zorgt dat een dunne, scherpe bundel van elektronen met grote snelheid naar het scherm wordt gezonden.

Het aantal elektronen dat de „katodestraal” vormt, kan worden beperkt door op de Wehnelt-cilinder een *negatieve elektrische spanning* aan te sluiten. Wanneer deze spanning in grootte varieert, verandert de intensiteit van de elektronenbundel en diens gevolg wordt de helderheid van de op het beeldscherm gevormde lichtstip groter of kleiner.

Op het hier behandelde type elektronenkanon bestaan verschillende variaties; zowel eenvoudiger als meer ingewikkelde constructies worden gebruikt.

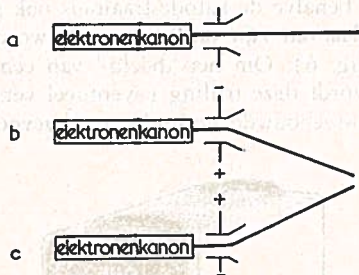
1) Zie ook „Wij en de elektronentechniek” no. 2.

Het afbuigsysteem

Om de beeldbuis te kunnen gebruiken, moet het mogelijk zijn de elektronenbundel elke willekeurige plaats van het scherm te laten treffen. Dat kan gebeuren met behulp van een afbuigsysteem waarvan twee soorten gebruikt worden.

De eerste soort, de *elektrische of elektrostatische afbuiging* wordt in katodestraalbuizen voor meetdoeleinden (in laboratoria e.d.) het meest toegepast. Het systeem berust op de aantrekkende en afstotende krachten die optreden tussen elektrische ladingen. Vlak voor het elektronenkanon zijn twee stel metalen platen aangebracht. Door op deze platen elektrische spanningen aan te sluiten, kan de richting van de elektronenbundel worden beïnvloed. In fig. 3 is een schematische voorstelling gegeven van de gang van zaken bij de twee platen, welke dienen voor de afbuiging in verticale richting. Figuur 3a: er is op de afbuigplaten geen elektrische spanning aanwezig; de elektronenbundel gaat recht door. In de figuren 3b en 3c worden de negatief geladen elektronen door de positieve en negatieve lading van de platen resp. aangetrokken en afgestoten:

Fig. 3. Het afbuigsysteem



de elektronenbundel wordt afgebogen. De grootte van de spanning op de platen bepaalt hierbij de mate van afbuiging. Bij een variërende spanning op de afbuigplaten wordt de elektronenbundel dus heen en weer over het scherm getrokken. Door de nalichtende eigenschap van het fluorescerende schermmateriaal ontstaat hier een ononderbroken, lichtende lijn (fig. 4).

Fig. 4. Op het scherm ontstaat een lijn

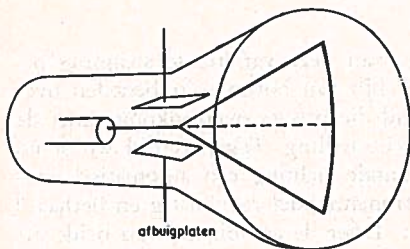
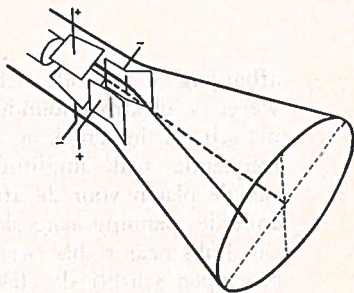


Fig. 5. Combinatie van afbuigingen





WAT IS EEN KATODESTRAALBUIS EN WAARVOOR WORDT DEZE GEBRUIKT?



Afbuiging in horizontale richting geschiedt op overeenkomstige wijze met behulp van een tweede stel afbuigplaten, dat in een richting loodrecht op het eerste is opgesteld. Door een combinatie van spanningen op deze beide stellen afbuigplaten kan de elektronenbundel in elke willekeurige richting worden afgebogen (fig. 5).

Naast elektrostatische afbuiging wordt ook *elektromagnetische afbuiging* gebruikt (voornamelijk bij televisie-beeldbuizen). Hoewel dit systeem volgens geheel andere principes werkt, is de invloed op de elektronenbundel dezelfde als hiervoor beschreven.

De oscilloscoop

Het toestel waarin, behalve de katodestraalbuis ook alle hulpmiddelen voor het praktisch gebruik daarvan zijn ondergebracht, wordt *oscilloscoop* (of oscillograaf) genoemd (fig. 6). Om het „beeld” van een elektrische trilling op het scherm te krijgen wordt deze trilling (eventueel versterkt door middel van een in de oscilloscoop ingebouwde versterker) toegevoerd aan de platen voor de

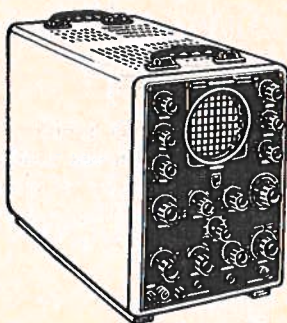


Fig. 6. Een oscilloscoop

afbuiging in verticale richting. Tengevolge van deze variërende spanning beweegt de elektronenbundel zich dus in één lijn van boven naar beneden over het scherm, in een ritme en over een afstand die precies overeenkomen met de frequentie en de amplitude van de elektrische trilling. Tegelijkertijd wordt nu aan de platen voor de afbuiging in horizontale richting een automatisch veranderde spanning aangesloten, die de elektronenbundel regelmatig en herhaald van links naar rechts over het scherm trekt. Door de combinatie van beide afbuigingen schrijft de elektronenbundel op het scherm een golvende lijn, die een afbeelding is van de elektrische trilling (fig. 7).

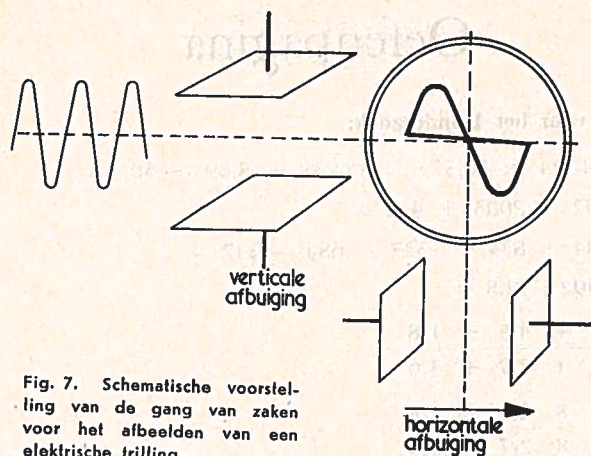


Fig. 7. Schematische voorstelling van de gang van zaken voor het afbeelden van een elektrische trilling.

Aangezien verreweg de meeste trillingen een „herhalend karakter” hebben, d.w.z. dat dezelfde trillingsvorm regelmatig terugkeert, is het mogelijk de horizontaal afbuigende spanning zodanig in te stellen, dat eenzelfde beeld steeds op dezelfde plaats op het scherm wordt geschreven. Dit karakteristieke trillingsbeeld lijkt door de traagheid van het oog stil te staan, hetgeen de bestudering uiteraard vergemakkelijkt. Figuur 8 geeft hiervan enkele voorbeelden.



Fig. 8. Enkele voorbeelden van karakteristieke trillings-beelden.

Toepassingen

In vrijwel alle takken van de techniek bewijst de oscilloscoop belangrijke diensten voor het onderzoek van een groot aantal verschijnselen. Met behulp van een oscilloscoop kan gemakkelijk de vorm van de op een of andere wijze opgewekte elektrische spanning worden bestudeerd, waarbij het natuurlijk mogelijk is de afwijkingen daarvan (vervorming) ten opzichte van een „ideale” spanningsvorm te bekijken.

Belangrijke voorbeelden hiervan in de radiotechniek zijn het onderzoeken of controleren van de elektrische eigenschappen van bepaalde schakelingen en onderdelen (b.v. radiobuizen) en van gemoduleerde draaggolven van radio- en televisiezenders. Met een oscilloscoop kunnen ook frequenties worden bepaald. Voor verschillende toepassingen zijn speciale katodestraalbuizen ontworpen. Interessante voorbeelden hiervan zijn radar en televisie; aan beide onderwerpen zal in deze serie nog nader aandacht worden besteed.

Oefenpagina

10-68

Vraagstukken voor het 1-onderzoek:

- $8,01724 + 50,375 + 8,0938 + 8,09 + 50,3 =$
- $3002 - 2003 + 441 =$
- $1684 + 874 + 1347 - 684 - 347 =$
- $26492 : 14,8 =$
- $\frac{8,1 + 4,5 + 1,8}{0,9 + 2,7 + 3,6} =$
- $\frac{8,1 \times 4,5 \times 1,8}{0,9 \times 2,7 \times 3,6} =$
- $3\frac{1}{5} \times 5\frac{1}{7} \times 3\frac{1}{8} \times 4\frac{2}{3} =$
- $6\frac{1}{4} - 4\frac{1}{2} : 3 + \frac{5}{6} =$
- $\frac{21 \times 8 \times 13 \times 11 \times 48}{24 \times 33 \times 26} =$
- $\{(15 - 5) \times 7 - 10 + (13 - 4) : 6\} : 3 =$

Herhalingsoefeningen:

- $\sqrt{25300900} =$
- $\left\{ \left(5\frac{1}{3}\right)^2 : \sqrt{\frac{251}{729}} \right\} - \frac{2}{7} + 8 : 2\frac{2}{3} \times 2\frac{1}{3} =$
- $\sqrt{9p^5q \times 7p^2q^4} =$
- $\sqrt{12a^2 + 4a^2} =$
- $3\sqrt{6} \times 2\sqrt{18} =$
- $\frac{3(3x - 1)}{2} - \frac{2(2x + 1)}{3} = -2\frac{1}{6}; x = ?$

$$17. \left. \begin{array}{l} \frac{x-3}{y+1} = \frac{x-5}{y-5} \\ \frac{x+3}{y-6} = \frac{x+13}{y-1} \end{array} \right\} \begin{array}{l} x = ? \\ y = ? \end{array}$$

18. Van een cilinder is de totale oppervlakte $720,63 \text{ cm}^2$. De diameter is 9 cm . Bereken de hoogte van de cilinder en de inhoud.
19. Van een regelmatige vierzijdige piramide is de inhoud 1792 cm^3 . De hoogte bedraagt 21 cm . Bereken de ribbe van het grondvlak.
20. Een balk met uiteinden A en B heeft een lengte van 5 m . Op 1 m afstand van A wordt de balk ondersteund. In B hangt een gewicht van 200 N . Hoe groot is het gewicht, dat in A moet worden opgehangen, opdat de balk in evenwicht wordt gehouden?
21. Drie parallel geschakelde elementengroepen, elk bestaande uit drie in serie geschakelde elementen (elk $1,8 \text{ V} - R_1 = 0,15 \Omega$) worden aangesloten op een uitwendige weerstand, waardoor een stroom van 6 A vloeit. Bereken de uitwendige weerstand.
22. Een elektrische melkkoker ontwikkelt in een half uur $1,98 \text{ MJ}$. Als de weerstand van het element 44Ω bedraagt, wordt gevraagd:
- het vermogen van de melkkoker;
 - de spanning, waarop de melkkoker is aangesloten.
- Antwoorden op blz.

VAN EEN KLACHT EN EEN FOUT

11-68

Van abonnee 6549 komt de klacht binnen, dat hij de laatste tijd zo vaak bij vergissing gebeld wordt door de politie ter plaatse.

Waar het netnummer van de sector 0549 is, ligt het voor de hand, dat er opgemerkt wordt:

„dan wacht de oproeper zeker niet op kiestoon!”

Dit kan echter van een drukke abonnee, als de politie zal zijn, niet verwacht worden.

Het is een S&H-centrale en dus worden de I GK's onderzocht op evt. ontijdig indraaien. Dit levert echter geen resultaat op; ook bij het draaien van proefverbindingen wordt geen afwijking geconstateerd.

Toen men later een algemeen onderzoek in de centrale instelde, werden er in de OZ/II VK-stroomlopen twee R-relais gevonden, waarvan de wikkeling defect was. Dit had dus tot gevolg, dat een oproeper, omdat zijn directe oproepzoeker niet aanliep, moest wachten, tot het thermorelais warm geworden was, dat hem dan doorschakelde naar de volgende OZ.

Dat het wachten op kiestoon daardoor wel eens te lang geduurd kan hebben — of men heeft er niet eens op gelet, daar men in S&H-centrales gewend is, zeer spoedig kiestoon te krijgen — werd de gekozen O vervormd tot een ander cijfer, i.c. de 6, waardoor men bij een lokale abonnee uitkwam.

(Vervolg van blz. 20)

Het binair-gecodeerd tientallig stelsel

Het binair-gecodeerd tientallig stelsel is een stelsel, waarbij ieder decimaal cijfer afzonderlijk wordt uitgedrukt in een code van binaire cijfers.

Voorbeeld:

2867 wordt binair gecodeerd als volgt voorgesteld:

0010.1000.0110.0111

↑ ↑ ↑ ↑

2 8 6 7 (zie figuur 10 op blz. 9 in het vorige nummer)

Zuiver binair wordt het getal 2867 als volgt geschreven:

101 100 110 011

We zullen hierbij nog eens gebruik maken van een schema, zoals we dit op bladzijde 209 en 210, jrg. 1967 hebben gedaan.

Lees: $a \times b = c$

a	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
b	2^{11}	2^{10}	2^9	2^8	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
c	2048	0	512	256	0	0	32	16	0	0	2	1

$2048 + 512 + 256 + 32 + 16 + 2 + 1 = 2867$.

Zuiver binair betekent dus: uitgedrukt in het tweetallig stelsel.

Deze uitdrukking wordt alleen gebruikt als men de ene keer iets uitdrukt in het binaire talstelsel en de andere keer in een van het binaire talstelsel afgeleid codestelsel.

Voorbeeld:

312_{10} zuiver binair voorgesteld: 100 111 000.

312_{10} binair gecodeerd voorgesteld: 0011.0001.0010.

De komma

Tenslotte zullen we nog de *komma* behandelen.

De komma in een getal is een teken, dat de positieve machten van een grondtal scheidt van de negatieve machten.

In de Engelse en Amerikaanse literatuur wordt voor dit doel een punt op of boven de regel gebruikt.

Voorbeeld: 12,5 is respectievelijk 12.5 of 12'5.

Een binaire komma is een komma, die in een binair getal de positieve machten van twee scheidt van de negatieve machten van twee, zoals een komma in een decimaal getal dit doet met de machten van tien.

Onder de *normale- of genormaliseerde komma* verstaat men een komma die zó is geplaatst, dat het meest significante (betekenende) cijfer van een getal daar direct achter staat of dat op dit significante cijfer de komma volgt.

Vaste komma

Bij een elektronische rekenmachine met een *vaste komma* wordt elke grootheid met eenzelfde aantal cijfers weergegeven (afgezien van de onderdrukking van de niet-significante nullen in de uiteindelijke weergeving) met de komma op dezelfde plaats.

Voorbeelden:

28,6 , 297,354 en 286,65 worden behandeld als:
028,600, 297,354 en 286,650.

Voorbeeld: 18362 kan geschreven worden als $18,362 \times 10^3$, maar ook als $1836,2 \times 10^1$.

In machinetaal volgt men de schrijfwijze:

- a) 3,18,362 en 1,1836,2 of
- b) 18,362,3 en 1836,2,1.

In a is de exponent vóór en in b achter het getal geplaatst.

Rekenen met binaire getallen

We hebben gezien, dat het rekenen met binaire getallen uiterst eenvoudig is, doordat kan worden volstaan met het toepassen van de volgende simpele grondformules (zie ook bladzijde 232, jrg. 1967).

$$\begin{array}{ll} 0 + 0 = 0 & 0 \times 0 = 0 \\ 0 + 1 = 1 & 0 \times 1 = 0 \\ 1 + 0 = 1 & 1 \times 0 = 0 \\ 1 + 1 = 10 & 1 \times 1 = 1 \end{array}$$

Voorts zijn voor het vormen van complementen ten behoeve van aftrekkingen en delingen nog nodig:

het complement van 1 = 0 en

het complement van 0 = 1.

De hier genoemde grondformules kunnen bij elektromagnetische (relais) en elektronische machines in beginsel met behulp van zeer eenvoudige schakelementen worden uitgevoerd.

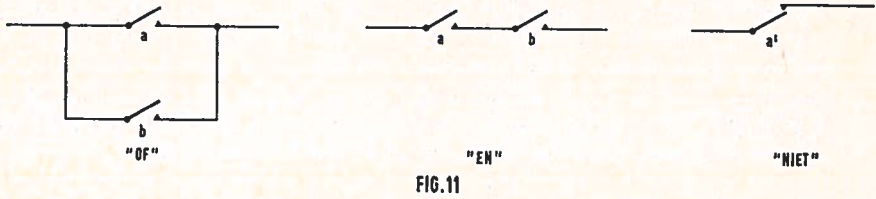
We onderscheiden de:

of-schakelaar (parallelschakeling),

en-schakelaar (serieschakeling),

niet-schakelaar (schakelaar met een stroomverbrekingcontact).

Deze schakelaars zijn in figuur 11 schematisch voorgesteld.



Toelichting bij figuur 11.

De schakelaar a, b en a¹ worden in werking gesteld — in casu omlaag gebogen — bij het optreden van een 1 in de betrokken invoerstroom (= stroomstoot). Bij de maakcontacten a en b wordt daardoor een contact in de uitvoerstroombaan gesloten, terwijl bij het verbreekcontact a¹ de aanvoerstroombaan juist wordt onderbroken.

Met behulp van deze elementaire schakelpatronen kunnen eenvoudige organen worden opgebouwd voor het verrichten van alle binaire rekenkundige bewerkingen.

Aan de praktische uitvoering van een en ander zijn tal van complicaties verbonden, die echter buiten het kader van dit artikel vallen.

Voor wat betreft het *binair stelsel* zullen wij het hierbij laten. Voor hen die dieper op het behandelde willen ingaan moge de literatuuropgave op blz. 51 een richtlijn zijn.

Betreffende computers zal een en ander worden behandeld in de reeks *Wij en de elektronentechniek*, waarvan in het decembernummer van 1967 het eerste artikel werd opgenomen.

Tenslotte volgen nog enige vraagstukken ter uitwerking. De antwoorden vindt U op blz. 51.

Opgaven:

1. Schrijf 1011001_2 in het tientallig stelsel.
2. Bereken: a. $(3 + 6)_{10}$ volgens het tweetallig stelsel,
b. $(6 \times 3)_{10}$ volgens het tweetallig stelsel,
3. Bereken: a. $(7 + 8)_{10}$ volgens het tweetallig stelsel,
b. $(8 \times 7)_{10}$ volgens het tweetallig stelsel,
4. Bereken: a. $(13 + 15)_{10}$ volgens het tweetallig stelsel,
b. $(15 \times 13)_{10}$ volgens het tweetallig stelsel,

Literatuuropgave.

Ir. F. Harkink. Inleiding tot het praktisch rekenen.

R. Lohberg en Th. Lutz. Hoe werkt een computer?

D. W. Oort en G. H. Meijer. Algemene rekenkunde.

Het binair stelsel.

1. $1011001 =$
 $1 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 64 + 0 + 16 + 8 + 0 + 0 + 1 = 89_{10}$.

2. a.
$$\begin{array}{r} 11 \\ + 110 \\ \hline 1001 = 9_{10} \end{array}$$

b.
$$\begin{array}{r} 11 \\ 110 \times \\ \hline 00 \\ 11 \\ 11 \\ \hline 10010 = \\ 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 = 18_{10} \end{array}$$

3. a.
$$\begin{array}{r} 111 \\ 1000 + \\ \hline 1111 = 15_{10} \end{array}$$

b.
$$\begin{array}{r} 111 \\ 1000 \times \\ \hline 000 \\ 000 \\ 000 \\ 111 \\ \hline 111000 = \\ 1 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^0 = 56_{10} \end{array}$$

4. a.
$$\begin{array}{r} 1101 \\ 1111 + \\ \hline 11100 = 28_{10} \end{array}$$

b.
$$\begin{array}{r} 1101 \\ 1111 \times \\ \hline 1101 \\ 1101 \\ 1101 \\ 1101 \\ \hline 11000011 = \\ 1 \times 2^7 + 1 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = \\ 128 + 64 + 0 + 0 + 0 + 0 + 2 + 1 = 195_{10} \end{array}$$

Het projecteren van lokale kabelnetten II

13-68

(Vervolg van blz. 15)

Materiala ter bescherming van grondkabels

Op plaatsen waar grote kans bestaat op mechanische beschadiging van de kabels — hetgeen bij het uitvoeren van werken met graafmachines tegenwoordig nogal eens voorkomt — worden de kabels op een of andere wijze beschermd.

Betonplaten (01-3875) dienen ter afdekking; ze zijn 75 cm lang, 25 cm breed en 4 cm dik. Deze kunnen worden aangebracht op plaatsen, waar kans bestaat op beschadiging van onze kabels bij het graven van lasgaten of geulen door personeel van bijv. sterkstroombedrijven op plaatsen, waar zich ook een of meer telefoonkabels bevinden. In fig. 1 is een kruising met een sterkstroomkabel getekend; de betonplaat wordt dan bóven de sterkstroomkabel aangebracht.

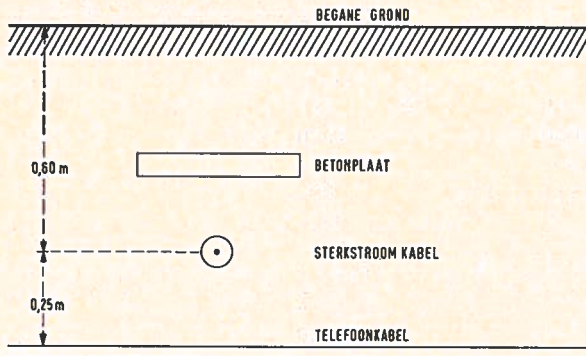


FIG. 1

Kabelbeschermingsbuizen worden slechts dáár als bescherming toegepast, waar geen betonplaten kunnen of mogen worden gebruikt, zoals in wallen of kademuren, door beschoeiingen, onder bruggen en spoorwegen en bij wegkruisingen. Afhankelijk van de omstandigheden komen stalen buizen of asbestcementbuizen in aanmerking.

a. Moet men een kruising maken door een weg, waarvan men de bedekking niet mag opbreken (asfalt- of betonwegen), dan moet men een wegboring maken. Hiervoor kan men een van de volgende *naadloze verzinkt stalen buizen* gebruiken; de diameter hangt af van het aantal kabels, dat er doorheen gebracht moet worden,

01-3600 Kabelbeschermingsbuis, lang 3 m, inwendige diameter ca. 10 cm;

01-3610 Kabelbeschermingsbuis, inw. diameter ca. 12,5 cm.

De buizen zijn voorzien van een mof, zodat men een buis gemakkelijk kan verlengen.

b. Moet men een kruising maken met een weg, waarvan men de bedekking wel op mag breken (bijv. bij klinkerbestrating of grindverharding), dan maakt men gebruik van *asbestcementbuizen*.

01-3630 Kabelbeschermingsbuizen, lang 3 m, inw. diameter ca. 10 cm;

01-3631 Kabelbeschermingsbuizen, inw. diameter ca. 12,5 cm.

De buizen zijn voorzien van een mof, zodat men een buis gemakkelijk kan verlengen.

b. Moet men een kruising maken met een weg, waarvan men de bedekking wel op mag breken (bijv. bij klinkerbestrating of grindverharding), dan maakt men gebruik van *asbestcementbuizen*.

01-3630 Kabelbeschermingsbuizen, lang 4 m, inw. diameter ca. 10 cm;

01-3631 Kabelbeschermingsbuizen, inw. diameter ca. 12,5 cm.

Ook deze buizen zijn voorzien van een mof.

Bij kruisingen met veel kabels legt men een aantal buizen naast of onder elkaar of men maakt gebruik van betonnen buizen (zgn. rioolbuizen), diameter 20 of 30 cm. Toepassing van deze buizen moet men ter plaatse bij het werk bepalen; het hangt ervan af of men voldoende grondbedekking boven de buis heeft.

c. Bij spoorwegkruisingen gebruikt men bij het boren (indien dit door de NS wordt toegestaan) asbestcementbuizen; deze moeten op een diepte van 1 m onder de onderkant van de spoorstaaf aangebracht worden. De einden van de buis moeten 1 m buiten de buitenste rail uitsteken.

Moet men de buizen onder de spoorbaan doorpersen, dan gebruikt men speciale stalen buis met een geïsoleerde mantel.

d. *Asbestcementbuizen* gebruikt men ook in de nabijheid van benzinestations. De grond geraakt daar dikwijls doordrenkt met benzine, welke de loodmantel van de kabels kan aantasten. Kabellassen mogen om deze reden ook niet binnen 5 m van de tankinstallatie worden gemaakt.

e. Kabelbeschermingsbuizen, *bestaande uit 2 halve omhullingen*, worden gebruikt bij bescherming van reeds bestaande kabels; ze zijn 3 m lang en hebben een diameter van 10 cm. Ze zijn niet voorzien van een mof. Twee van dergelijke halve omhullingen vormen met behulp van beugels en klemmen, welke om de 2 m worden aangebracht, een buis; fig 2.

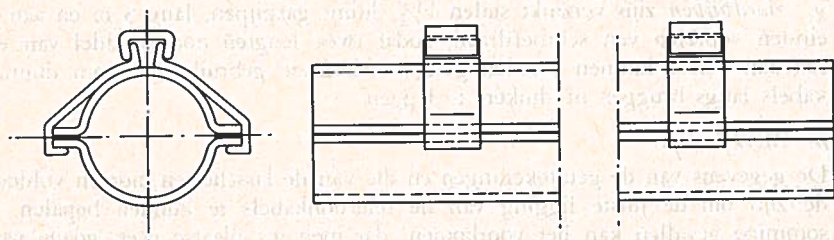


FIG. 2

f. Wervelpijpen.

Heeft een kabel een omhulling nodig ter bescherming in een bocht — hetzij horizontaal of in het verticale vlak — en waarbij een gebogen buis geen toepassing kan vinden, dan kan worden gebruik gemaakt van *wervelpijpen*. Deze

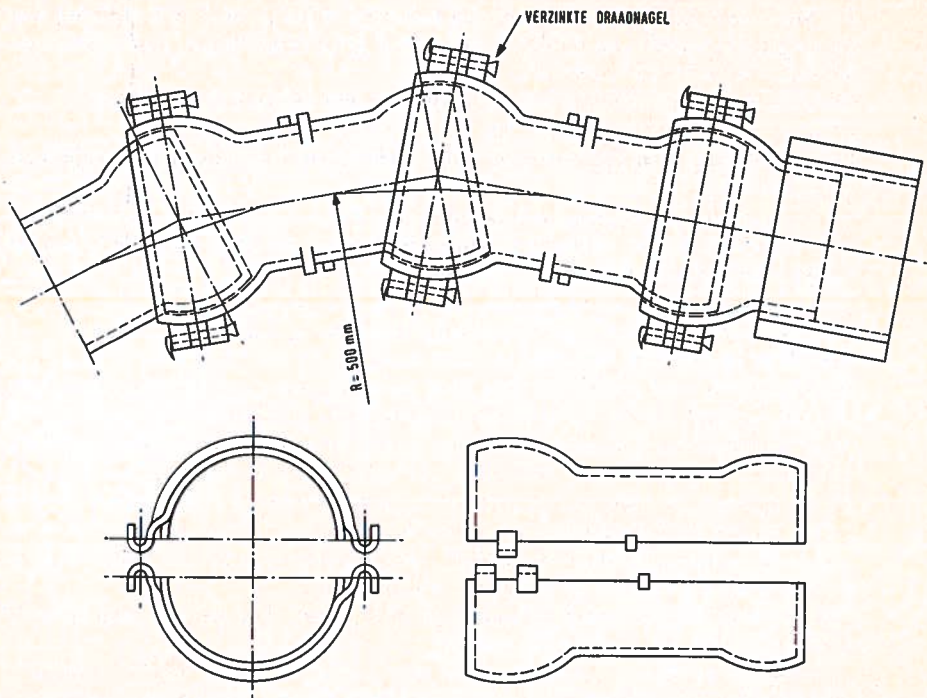


FIG. 3

gevallen kunnen zich voordoen op de plaats waar de kabel een buis onder een brug verlaat of waarbij de bestaande kabel in een bocht van een bescherming moet worden voorzien.

Wervelpijpen bestaan ook uit halve omhullingen, welke door middel van twee verzinkte draadnagels aan elkaar worden gezet; fig. 3.

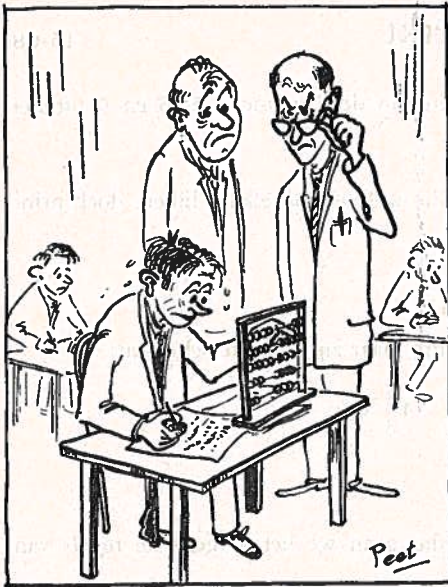
g. *Aardpijpen* zijn verzinkt stalen $1\frac{1}{2}$ duims gaspijpen, lang 3 m en aan de einden voorzien van schroefdraad, zodat twee lengten door middel van een sok aan elkaar kunnen worden geschroefd. Deze gebruikt men om dünnere kabels langs bruggen of duikers te leggen.

b. *Merkpaaftjes.*

De gegevens van de geultekeningen en die van de lasschetsen moeten voldoende zijn om de juiste ligging van de telefoonkabels te kunnen bepalen. In sommige gevallen kan het voorkomen, dat men ter plaatse geen goede vaste meetpunten kan vinden; deze dienen dan door een merkteken te worden aangeduid.

Hiervoor kan men de kabelmerkpaaftjes gebruiken.

Bij smalle waterdoorgangen, zoals beken of sloten, plaatst men aan weerszijden ook wel een merkpaaftje, opdat derden attent gemaakt worden op de aanwezigheid van PTT-kabels.



Examenvragen

14-68

1. Een lichaam beweegt zich gedurende 6 s met een eenparige snelheid van 5 m/s.
De volgende 4 s bedraagt de snelheid 10 m/s.
De gemiddelde snelheid wordt gevraagd.

2. Een lamp wordt aangesloten op een spanning van 220 V.

De opgenomen stroom is 0,4 A.

Bereken het vermogen.

3. Op een weerstand van 5Ω wordt een wisselspanning van 80 V aangesloten. Bepaal het vermogen, dat wordt opgenomen en het aantal J dat in 10 s vrijkomt.
4. Van een wisselstroom bedraagt de maximale waarde 56,4 A. Deze stroom wordt door een weerstand van 10Ω gestuurd.

Bereken de maximale en de effectieve klemspanning.

5. Een auto rijdt met een constante snelheid van 80 km per uur.

De af te leggen afstand bedraagt 160 km. In welke tijd legt de auto deze afstand af?

i. Waarschuwingsborden.

Deze borden van gele kleur met zwarte rand zijn in het midden voorzien van de letter K, terwijl voor onze telefoonkabels in een in de onderrand uitgespaard geel vlak de letters PTT in het zwart zijn aangebracht.

Deze borden worden gebruikt bij smallere vaarwaterkruisingen, zoals rivieren en kanalen. Men heeft 2 soorten:

1. waarschuwingsborden 50×50 cm voor rivieren en kanalen tot 20 m breedte;
2. waarschuwingsborden 80×80 cm voor vaarten van 20 tot 50 m.

Bij grote rivieren zoals de Rijn, de Waal, de Maas, de Noord enz. gebruikt men borden, waarvan het model is voorgeschreven door de Rijkswaterstaat. Deze tonen een omgekeerd anker met een rode streep erdoor, hetwelk dus het ankeren ter plaatse verbiedt. Hoogte en stand van deze borden worden door de RWS voorgeschreven.

(wordt vervolgd)

Oefenvraagstukken uitgewerkt

15-68

„Zou u mij de uitwerking willen geven van de „sommen” 5, 6 en 9 uit het decemhernummer?”

Gaarne voldoen we aan dit verzoek!

Het betreft de volgende vraagstukken, die wel veel op elkaar lijken, doch principieel zeer verschillend zijn:

$$\text{a. } \frac{30 + 25 + 36}{2,5 + 5 + 12} \text{ en b. } \frac{30 \times 25 \times 36}{2,5 \times 5 \times 12}$$

Met de uitwerking zouden we gemakkelijk klaar zijn door te schrijven:

$$\text{a. } \frac{30 + 25 + 36}{2,5 + 5 + 12} = \frac{91}{19,5} = 4,67 = 4\frac{2}{3} \text{ en:}$$

$$\text{b. } \frac{30 \times 25 \times 36}{2,5 \times 5 \times 12} = \frac{27000}{150} = 180$$

Dit zal echter de bedoeling niet zijn, dus gaan we het volgens de regels van de Rekenkunde bezien.

We onderscheiden de volgende bewerkingen:

A. Optellen, bijv. $36 + 9 = 45$; het resultaat hiervan is een *som*. Dus 45 is de som van 36 en 9.

Bij een „som” mag men de *termen* van plaats verwisselen, d.w.z. $9 + 36 = 36 + 9$.

N.B. Op de lagere school spreekt men meestal van „sommen maken”. In feite is dit niet juist; het te berekenen „vraagstuk” behoeft helemaal geen som te zijn!

B. Aftrekken, bijv. $36 - 9 = 27$; het resultaat ervan is een *verschil*. Dus 27 is het verschil van 36 en 9.

Het zal duidelijk zijn, dat men bij een verschil de *termen niet* van plaats mag verwisselen; $9 - 36$ geeft nl. een geheel andere uitkomst dan $36 - 9$!

C. Vermenigvuldigen, bijv. $36 \times 9 = 324$; het resultaat hiervan is een *product*. Dus 324 is het product van 36 en 9.

Bij een product mag men de *factoren* van plaats verwisselen, d.w.z. $9 \times 36 = 36 \times 9$.

D. Delen, bijv. $36 : 9 = 4$; het resultaat hiervan is een *quotiënt*. Dus 4 is het quotiënt van 36 en 9. In dit geval noemt men 36 het *deeltal* en 9 de *deler*.

De deling gaat in dit geval precies op, want het quotiënt is een *geheel getal*. Zou de opgave luiden: „Hoeveel is $39 : 9$?”, dan zou dit ook 4 x gaan, doch dan blijft er een *rest* van 3 over. In de praktijk voert men de deling verder uit

$$\text{en vindt dan dat } 39 : 9 = 3,333 = 3\frac{1}{3}.$$

Zou de eerste opgave luiden: te berekenen $9 : 36$, dan kan men dit als een normale deling uitvoeren, d.w.z.:

$$\begin{array}{r}
 36 \mid 9,00 \mid 0,25 \\
 \underline{72} \\
 180 \\
 \underline{180} \\
 0
 \end{array}$$

en vindt dan een *tiendelige breuk*, of men schrijft:

$\frac{9}{36}$, dat een *gewone breuk* genoemd wordt.

Het getal, dat boven de *breukstreep* staat, is de *teller* van de breuk, terwijl onder de breukstreep de *noemer* staat.

Een breuk verandert niet van waarde, wanneer men teller en noemer met hetzelfde getal vermenigvuldigt of door hetzelfde getal deelt.

In het geval van $\frac{9}{36}$ kunnen we de breuk *vereenvoudigen* door teller en noemer

door 9 te delen; we vinden dan $\frac{9 : 9}{36 : 9} = \frac{1}{4}$

We kennen ook nog de volgende twee bewerkingen, welke echter voor het 1-onderzoek niet gevraagd worden:

E. Machtsverheffen, bijv. $2^5 = 32$ (lees: 2 tot de 5e macht = 32), omdat $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 32$.

Machtsverheffen is dus in feite een vereenvoudigde schrijfwijze voor een *gedurig product* (dat is een product van mèèr dan twee factoren) van *gelijke* factoren.

2^5 kan men nog wel eenvoudig berekenen. Bij 625^{288} (625 tot de 288ste macht) is dit niet zo gemakkelijk. In zulk een geval maken we gebruik van *logaritmen*.

F. Worteltrekken, bijv. $\sqrt[5]{32} = 2$ (lees: de vijfde machtswortel uit 32 = 2), omdat $2^5 = 32$.

Wanneer er in het wortelteken ($\sqrt{\quad}$) geen getal staat, dan wordt de 2e machtswortel bedoeld, die wel de meest voorkomende is.

$\sqrt{49} = 7$, omdat $7^2 (= 7 \times 7) = 49$;

$\sqrt{144} = 12$, omdat $12^2 (= 12 \times 12) = 144$.

Nu terug naar de oorspronkelijke opgaven *a* en *b*, waarvan we allereerst *b* willen behandelen.

$$\text{b. } \frac{30 \times 25 \times 36}{2,5 \times 5 \times 12}$$

Het vraagstuk heeft hier de *vorm* van een breuk. Onder de „vorm” van een vraagstuk verstaan we de *laatste bewerking*, welke uitgevoerd moet worden.

Voorbeelden:

$12 + 36 : 18$ is een som, omdat men eerst 36 door 18 moet delen en de uitkomst (het quotiënt) hiervan moet optellen bij 12.

$(12 + 36) : 18$ is een deling, omdat men eerst 12 en 36 moet optellen en de uitkomst (de som) hiervan moet delen door 18.

In geval b bestaat zowel de teller als de noemer uit een gedurig product. Hierboven hebben we de producten in teller en noemer uitgerekend (resp. 27000 en 150) en toen deze twee getallen op elkaar gedeeld.

Er is wat oefening voor nodig en goede kennis en toepassing van de eigenschappen van de rekenkunde, om zo'n vraagstuk uit 't hoofd uit te berekenen.

Eigenschap: Een product wordt door een getal gedeeld door één van de factoren door dat getal te delen.

Voorbeeld: Men heeft 6 hoopjes, elk van 12 appels, d.w.z. tezamen $6 \times 12 = 72$ appels.

Wanneer men deze hoeveelheid over 3 kinderen wil verdelen (d.w.z. door 3 delen), dan kan men zeggen: ik deel de 6 hoopjes door 3 en krijg dan 3 delen, elk van 2 hoopjes van 12 appels of: men kan elk hoopje van 12 appels door 3 delen en krijgt dan 3 delen elk van 6 hoopjes van 4 appels.

In beide gevallen blijft het resultaat gelijk; in het eerste heeft ieder kind $2 \times 12 = 24$ appels, in het tweede $6 \times 4 = 24$ appels.

Rekenkundig kunnen we een en ander opschrijven als:

$$\frac{6 \times 12}{3} = \frac{6}{3} \times 12 = 2 \times 12 = 24 \text{ of:}$$

$$\frac{6 \times 12}{3} = 6 \times \frac{12}{3} = 6 \times 4 = 24$$

In geval b is de teller: $30 \times 25 \times 36$.

Dese moeten we delen door 2,5 en door 5 en door 12.

Om het gedurig product door 2,5 te delen, zoeken we een factor, welke gemakkelijk door 2,5 gedeeld kan worden; dit is met 25 het geval (gaat 10 x). Zo kan 30 gemakkelijk gedeeld worden door 5 (gaat 6 x) en 36 door 12 (gaat 3 x). Dus:

$$\frac{30 \times 25 \times 36}{2,5 \times 5 \times 12} = \frac{30 \times 25 \times 36}{5 \times 2,5 \times 12} = \frac{30}{5} \times \frac{25}{2,5} \times \frac{36}{12} = 6 \times 10 \times 3 = 180$$

In dit geval konden we het vraagstuk zeer vereenvoudigen en het daardoor vlug uitrekenen. Dit is niet het geval bij:

a. $\frac{30 + 25 + 36}{2,5 + 5 + 12}$, zelfs al schrijven: we $\frac{30 + 35 + 36}{5 + 2,5 + 12}$

(volgens punt A mogen we de termen van een som ook wel van plaats verwisselen).

Teller en noemer van de breuk vormen nu een som (optelling).

Eigenschap: Een som wordt door een getal gedeeld door alle termen door dat getal te delen.

Voorbeeld: Ik heb 6 appels en 9 peren en 12 noten. Wil ik deze onder 3 kinde-

ren gelijk verdelen, dan moet elk kind ($6 : 3 =$) 2 appels en ($9 : 3 =$) 3 peren ($12 : 3 =$) 4 noten ontvangen, of:

$$\frac{6 + 9 + 12}{3} = \frac{6}{3} + \frac{9}{3} + \frac{12}{3} = 2 + 3 + 4 = 9$$

In opgave a is de noemer echter geen getal, maar vormt op zich zelf een som. Hier zit er niet anders op, dan eerst de noemer uit te rekenen: $2,5 + 5 + 12 = 19,5$.

Dan zien we dat het veel te omslachtig is, om alle termen van de teller (30 en 25 en 36) te delen door 19,5 (bij geen van de drie termen vinden we een geheel getal) en de uitkomsten dan op te tellen.

Hier dient ook eerst de teller uitgerekend te worden ($30 + 25 + 36 = 91$) en dan gedeeld door de uitgerkende noemer ($= 19,5$). Dus:

$$\frac{30 + 25 + 36}{2,5 + 5 + 12} = \frac{91}{19,5} \quad (\text{teller en noemer met 10 verenigvuldigen, teneinde}$$

$$\text{de komma kwijt te raken}) = \frac{910}{195} = 4 \frac{150}{195}$$

$$(\text{teller en noemer door 65 delen}) = 4 \frac{2}{3}$$

In dit verband bezien we nu ook vraagstuk 9 uit het decemhernummer:

$$\frac{963 \times 628 \times 735}{107 \times 49 \times 157} = \frac{963 \times 628 \times 735}{107 \times 157 \times 49} = \frac{963}{107} \times \frac{628}{157} \times \frac{735}{49} =$$

$$9 \times 4 \times 15 = 9 \times 60 = 540$$

Wanneer men de factoren in teller en noemer eens even bekijkt en nagaat, op welke wijze men de breuk kan vereenvoudigen (d.w.z. factoren uit teller en noemer door hetzelfde getal delen), dan kan men zulk een soort vraagstuk bijna uit 't hoofd oplossen.

Deze soort wordt juist gegeven om deze eigenschap te kunnen toepassen en dan zijn de getallen ook wel zó gekozen, dat een eenvoudige uitkomst wordt verkregen.

Vraagstuk 9 uit het januarinummer luidde:

$$\frac{11 \times 7 \times 8 \times 27 \times 6}{18 \times 28 \times 33} \quad \text{Deel 11 op 33, 7 op 28 en 6 op 18, dan krijgt men al:}$$

$$\frac{1 \times 1 \times 8 \times 27 \times 1}{3 \times 4 \times 3} \quad \text{Nu kan men nog 4 op 8 delen en } 3 \times 3 \text{ op } 27 \text{ zodat men vindt:}$$

$$\frac{1 \times 1 \times 2 \times 3 \times 1}{1 \times 1 \times 1}$$

De uitkomst is dan: $2 \times 3 = 6$, hetwelk geheel uit 't hoofd is bepaald.

Praatzuilen met zonne-energie

— dat er zgn. praatzuilen met zonne-energie in gebruik zijn? Langs de 20 km lange autoweg tussen Accra en Tema in Ghana in West-Afrika zijn op afstanden van 3 km zgn. praatzuilen geplaatst, waarmee de in nood verkerende automobilist hulp kan invoeren. Dit systeem, dat ook in ons land bekend is, zou niet het vermelden waard zijn, wanneer het op dezelfde wijze zou functioneren. Het merkwaardige is echter, dat voor het voeden van de draadloze oproepinstallatie gebruik wordt gemaakt van zonne-energie. De praatzuilen staan in verbinding met transistor-toestellen, waarvan het uitgaande vermogen 0,3 W bedraagt.

Elektronische bewaking van met gas gestookte installaties

— dat de bewaking van met gas gestookte installaties, thans ook elektronisch geschieden kan?

Voor met gas gestookte installaties werd een outillage ontwikkeld, die het verschil in druk tussen de verbrandingsruimte en de gasleiding controleert. Daardoor wordt de doorstroomrichting van het gas naar de brander voortdurend bewaakt. Bij een te geringe snelheid, bij drukverhoging of -verlaging van het gas wordt via een contactloze elektronische meetwaarde-aftasting zonder vertraging een signaal gegeven. Het kleinste meetbereik van de ontwikkelde typen bedraagt 10 mm waterkolom, het grootste 800 mm waterkolom. De instrumenten zijn bijzonder bruikbaar voor trek- en drukregelingen in verbrandingsruimten en schoorstenen, voor het signaleren en regelen van drukverschillen aan verwarmde oppervlakken en stoffilters, alsook voor controle in onder- en overdrukruimten van laboratoria en in de foto-industrie en tenslotte voor schakelruimten met op afstand bedienbare installaties.

Verplaatsbare luchtbevochtiger

— dat er verplaatsbare luchtbevochtigers op de markt zijn verschenen?

Het toenemend gebruik van centrale verwarming en het daardoor ontstane nogal droge leefklimaat heeft de vraag doen toenemen naar luchtbevochtigers. Een bekende Duitse ondernemer heeft zijn assortiment produkten uitgebreid met een dergelijke, verplaatsbare bevochtiger. Het apparaat produceert door middel van een verstuiwer vochtige lucht, die door een ventilator in de ruimte wordt geblazen. De lucht treedt uit via een rooster, aangebracht in de tweekleurige kast van kunststof, die het toestel omgeeft. De capaciteit van de verstuiwer is voldoende voor een ruimte met een inhoud van circa 50 m³. Een volwassene verbruikt circa 12 m³ ademlucht per uur; het toestel levert rond 40 m³ vochtige lucht per uur. Aldus is de produktie voor meerdere personen. De luchtbevochtiger kan normaal op een wandcontactdoos worden aangesloten. Door middel van

twee handgrepen kan het toestel gemakkelijk worden verplaatst. Het vermogen is slechts gering en blijft beperkt tot de behoefte van een tweetal motoren, t.w. 28 W voor de verstuiwer en 13 W voor de ventilator.

De productie van schellak

— dat schellak voor de industrie nog van grote betekenis is? Hoewel er thans vele soorten kunststoffen in de elektrotechniek en in andere industrieën worden toegepast, blijft schellak zijn plaats naast de synthetische stoffen behouden, omdat zij in bepaalde gevallen onvervangbaar blijft. De grootste schellakleverancier ter wereld is thans India, dat jaarlijks meer dan 40.000 ton exporteert. Schellak is de enige natuurlak die niet van plantaardige maar van dierlijke oorsprong is. Zij wordt geproduceerd door de lakschildluis die leeft op de jonge loten van bepaalde planten. De grote betekenis voor verschillende industrieën en de hoge importprijs hebben ertoe geleid dat men in de Sovjet-Unie heeft geprobeerd deze schildluis te kweken. De onderzoekingen van verschillende botanische instituten hebben bevestigd dat dit in het zuidelijke deel van de Sowjet-Unie met gebruikmaking van bepaalde in het wild groeiende planten zeer goed mogelijk is. De kwaliteit van de in de Sovjet-Unie aldus geproduceerde schellak blijkt niet onder te doen voor die uit India en is in verschillende opzichten zelfs beter te noemen. Men verwacht een produktie van verschillende duizenden tonnen schellak per jaar te kunnen bereiken.

Meetapparaat voor laagdikten

— dat in de halfgeleidertechniek dunne materiaallagen van steeds grotere betekenis worden?

Voor het meten van de dikte van dergelijke lagen werd een meetapparaat ontwikkeld dat functioneert volgens het principe van terugstraling van bèta-deeltjes. Het geheel bestaat uit een beproevingsruimte, waartoe o.m. een Geiger-Müller-telbuis en een stralingselement voor verschillende verzadigingsdikten behoren, alsook een elektronisch telsysteem. De van het stralings-element uitgaande bèta-deeltjes, elektronen dus, dringen met grote snelheid in de laag en de dragers daarvan, worden daar al naar gelang de aard en de dikte van het materiaal afgebogen en komen ten dele teruggestrooid terecht in de telbuis waar zij impulsen voor het telsysteem veroorzaken. Het op een eenheid van tijd afgestemde telresultaat is een maatstaf voor de laagdikte. Met behulp van ijkproeven moet men het apparaat voor de metingen instellen, dat wil zeggen de stralingsoutillage aanpassen, alsook de afstand van het proefobject tot het stralings-element en de telbuis vaststellen. De bèta-deeltjes beschadigen het proefobject niet, de methode is zeer nauwkeurig en is geschikt voor diktemetingen van metaal- en niet-metaallagen op nagenoeg ieder dragend materiaal (bijv. zink op ijzer, zilver op glas, lak of email op metaal). (Uit: Vraag en Aanbod)

LAAT UW STUDIEBLADEN INBINDEN...



De gelegenheid staat thans open om een linnenband 1967 aan te schaffen.

U kunt dit doen door uw bestelling op te geven aan uw correspondent ter plaatse.

Is u geen correspondent bekend, dan kunt u bestellen door storting op gironummer 4073 t.n.v. Studieblad PTT, 's-Gravenhage

De prijs bedraagt f 1,-

Wij hebben nog een beperkte voorraad banden vanaf 1963.

Indien u een bepaald exemplaar wenst te ontvangen dan gelieve u deze eveneens op vorenaangegeven wijze te bestellen.

ADMINISTRATEUR

Antwoorden van de vraagstukken op blz. 46 en 47.

1. 124,87604
2. 1440
3. 2874
4. 1790
5. 2
6. 7.5
7. 240
8. $5\frac{7}{12}$
9. 56
10. $20\frac{1}{2}$
11. 5030
12. 49
13. $3p^3q^2\sqrt{7pq}$
14. 4a
15. $36\sqrt{3}$
16. $y = 0$
17. $x = 7; y = 11$
18. $b = 21$ cm; inh. = 1335,285 cm³
19. 16 cm
20. 800 N
21. 0,75 Ω
22. 1100 W; 220 V