

15 FEBRUARI 1963

STUDIEBLAD PTT

DOOR EN VOOR TECHNISCH PERSONEEL

- Uitgave:** De Algemene Bond van Ambtenaren, de Ned. Chr. Bond van Overheidspersoneel en de Kath. Bond van Overheidspersoneel.
- Redactie:** Hoofdredacteur: J. A. v. d. Touw. Redacteurs: J. C. Brakel, S. J. Geerlings ing. en C. L. Quint. Secretaris: L. Neijenhuis.
- Redactie-adres:** Marktweg 342, Den Haag, Telefoon 33 62 65.
- Administratie:** Stadhouderslaan 9, Den Haag, Giro 4073, Tel. 635932 t/m 635936.
- Abonnement** F 5 — per jaar. Verschijnt omstreeks de 15e van iedere maand.
- Correspondentie:** Alle correspondentie betreffende verzending en administratie uitsluitend aan het adres: Stadhouderslaan 9, Den Haag.
Alle correspondentie, de inhoud van het blad betreffende, uitsluitend Marktweg 342, Den Haag.

IN DIT NUMMER VINDT U

H. W. Ydo	Nuttig onderhoud van telefooncentrales	Blz. 34
J. A. v. d. Touw	Examenvragen	„ 46
M. V. Dalen	Herhalingsoefeningen	„ 47
F. W. v. d. Steen en D. H. van Eck	Het Instelbaar Tijdbepalend Schakeltoestel (I.T.S.)	„ 48
W. F. Brock	Transistors en kristaldiodes in de schakeltechniek	„ 53
L. de Klerk ing.	VEV-examens in 1962	„ 60

Bij de voorpagina:

DE KRACHT VAN DE NATUUR!

De foto op de voorpagina geeft het beeld van een stuk grondkabel, waarvan de stalen bepantsering werd opengewrongen door een steeds dikker wordende boomwortel.

Na dit proces, dat jaren moet hebben geduurd, hetgeen wordt afgeleid uit de dikte van de boomwortel, is de loodmantel bezweken en ontstond er een storing waarvan een Haarlemse abonnee de dupe werd.

Na meting, plaatsbepaling en het opgraven van de grondkabel, werd de oorzaak van de fout geconstateerd.

De redactie werd van deze curiositeit op de hoogte gebracht en ruimt hiervoor gaarne een plaatsje in het Studieblad in.

Nuttig onderhoud van telefooncentrales

63-009

door H. W. Ydo.

Algemeen.

Bij het onderhoud van de apparatuur in telefooncentrales kan men zich door de gedachte laten leiden de kosten van dit onderhoud en het aantal storingsmeldingen zo laag mogelijk te houden.

Tot nu toe kenden we twee methodes nl.:

- 1e. het *preventieve* onderhoud,
- 2e. het *korrektieve* onderhoud.

Het doel van het preventieve onderhoud is door middel van een zo gering mogelijk aantal handelingen, een zo groot mogelijk aantal fouten te vinden, terwijl het korrektieve onderhoud pas ingrijpt na de storingsmelding.

Daarnaast kunnen echter door middel van analyse van de gemelde en gevonden storingen bepaalde conclusies getrokken worden, die tot verbetering van de apparatuur of de onderhoudsvorschriften leiden.

Wat het preventieve onderhoud betreft, in de zgn. normale voorschriften worden de onderhoudshandelingen en de periodiciteit hiervan omschreven.

De frequentie van deze periodiciteit kan men zó groot maken, dat de kans op een gemelde storing geringer wordt.

Het is dan echter de vraag of de daardoor gestegen onderhoudskosten dit beleid rechtvaardigen.

Immers het onderhoud van de telefoonapparatuur vormt een voornaam deel van de totale onderhoudskosten van een telefoonnet.

Het is dan ook zeer lonend om behalve de technische ook de economische aspecten een rol te laten spelen.

Hoewel iedereen het daarmee wel eens zal zijn, bleef het tot nu toe een vraag welke richtlijnen en middelen men te hulp zou roepen om een verantwoord en meer kostenbesparend onderhoud in te voeren.

Daarbij komt nog dat het onderhoud van telefooncentrales een zeer moeilijke aangelegenheid is daar klimaatwisselingen, ouderdom van de apparatuur, geschooldheid van het onderhoudspersoneel en nog een aantal onberekenbare factoren een rol spelen.

Nog moeilijker is het om landelijke richtlijnen te geven, daar de diverse telefooncentrales onderling zeer veel verschillen vertonen wat betreft hun ouderdom, systeem, klimaat, enz.

Hierin is voorzien door van de in de onderhoudsvorschriften uitgestippelde handelingen, de periodiciteit niet bindend voor te schrijven, maar naar behoefte te doen toepassen.

Drie jaar geleden is in een Siemens-districtscentrale een aanvang gemaakt met een onderhoudsmethode, waarbij gebruik gemaakt werd van zgn. *nuttigsheidsgrafieken*. Het resultaat daarvan was verrassend.

Het aantal storingen verminderde tot ongeveer de helft, terwijl de arbeidstijd aanzienlijk werd bekort.

Beschrijving van de ontwikkelde methode.

Bezien we eens de voorschriften voor normaal onderhoud van de apparatuur,

dan valt het op dat deze voorschriften ingedeeld zijn naar de periodiciteit van het onderzoek. De handelingen, die dan verricht kunnen worden, hebben, vooral bij meer gecompliceerde apparatuur, veelal geen verband met elkaar en zouden wat hun periodiciteit betreft nog verder onderverdeeld kunnen worden. Uit deze gedachte komt de wenselijkheid naar voren om iedere op zich zelf staande handeling te bezien op zijn nuttigheid.

Soms is het mogelijk een handeling nog weer te verdelen en daardoor een tijd-winst te boeken.

Zoals nu al naar voren is gekomen gaat de factor *tijd* bij deze onderhoudsmethode een rol spelen; daardoor zal een weinig tijd vergend onderzoek, ook al is het aantal gevonden fouten gering, de voorkeur verdienen boven een veel tijd kostend onderzoek.

Samenvattend komen we dus tot de conclusie dat hier het aantal gevonden fouten afgewogen wordt tegen de daaraan bestede tijd, met de restrictie dat bepaalde algemene afwijkingen van de apparatuur een zeer grote urgentie bezitten.

Bedoeld worden afwijkingen, waarvan abonnees of groepen van abonnees blijvend hinder ondervinden.

Verband tussen de periodieke onderzoeken en gemelde storingen.

Om een goed beeld te verkrijgen van de samenhang tussen periodiek onderzoek en gemelde storingen worden deze laatste geturfd en ondergebracht in kolommen aangevende de onderzoekhandelingen waarbij deze storingen *voorkomen hadden kunnen worden*.

Ook deze cijfers zijn een maat voor het gevoerde beleid. Met een aantal uit de praktijk ontleende voorbeelden zal dit later verduidelijkt worden.

Onder gemelde storingen worden verstaan storingsmeldingen door abonnees, alarmstelsel, personeelswaarnemingen, telefonistes en observatie-inrichtingen. Een wekelijks controle van de storingsstaten brengt deze gegevens gemakkelijk aan het licht.

Aantal beleggingen per etmaal.

Een zeer belangrijk hulpmiddel in dit systeem van, men zou het „doelgericht onderhoud” kunnen noemen, is het hanteren van het begrip „beleggingen van een apparaat per etmaal”.

Andere bedrijven, zoals bij de Spoorwegen, betrekken dit begrip logischerwijs ook in het onderhoud en de controle van bijv. hun locomotieven.

De periodiciteit van het onderhoud wordt dan niet star vastgelegd, maar is bepaald naar het aantal kilometers dat zo'n voertuig gereden heeft.

In telecommunicatiebedrijven zou het voor de hand liggen de grootheid *erlang* voor dit doel te gaan gebruiken.

Immers deze grootheid geeft duidelijk de totale beleggingstijd van een apparaat. Echter, hoe groot het aantal beleggingen in deze tijd is geweest, blijft onbekend en juist dit is beslissend voor de periodiciteitsbepaling.

Voor de storingskans van apparaten met een groot aantal mechanische onderdelen en een vaste nulstand is zeer afhankelijk, niet van de beleggingsduur, maar van het *aantal* beleggingen in een bepaalde tijd.

Tijdens iedere belegging immers worden contacten gemaakt en verbroken en draaiende en bewegende onderdelen in beweging gebracht.

Zodra de opgebouwde verbinding beantwoord is en de abonnees spreken, zijn met uitzondering van de TZO of TTM, de bewegingen van relais en mechanische onderdelen voorlopig beëindigd.

Pas bij het verbreken van de abonneelus door één of beide abonnees zal hierin verandering ontstaan. We zien dus dat de bewegingen van de onderdelen voor het allergrootste deel tijdens het opbouwen en het verbreken van een telefoonverbinding plaatsvinden.

Een sprekend voorbeeld van het niet-equivalent zijn van verkeersmetingen en beleggingsmetingen zijn de schakelaars, waarover zich het speciale dienstverkeer afspeelt.

Daar informaties, aanvragen van gesprekken en dergelijke over het algemeen vlug afgehandeld worden vindt men hier een groot aantal beleggingen, dus instellen en naar de ruststand keren van de apparatuur, ten opzichte van een relatief geringe erlangwaarde.

Om op eenvoudige wijze deze beleggingsmetingen uit te voeren is een apparaat ontworpen, dat opgebouwd is uit gesprekkentellers, relais, weerstanden, koorden en stoppen en wel van ieder van deze onderdelen een aantal van 20 stuks. Het schema van dit beleggingsmeetapparaat is getekend in figuur 1.

Door middel van het insteken van de 20 stoppen in de onderzoekklinken is het mogelijk een rekmotor- of hefdraaikiezers in zijn geheel te meten.

Om het ingangspotential van de te meten apparaten niet te beïnvloeden zijn relais met een grote ohmse weerstand gekozen, terwijl dan tevens de stroom een geringe waarde heeft.

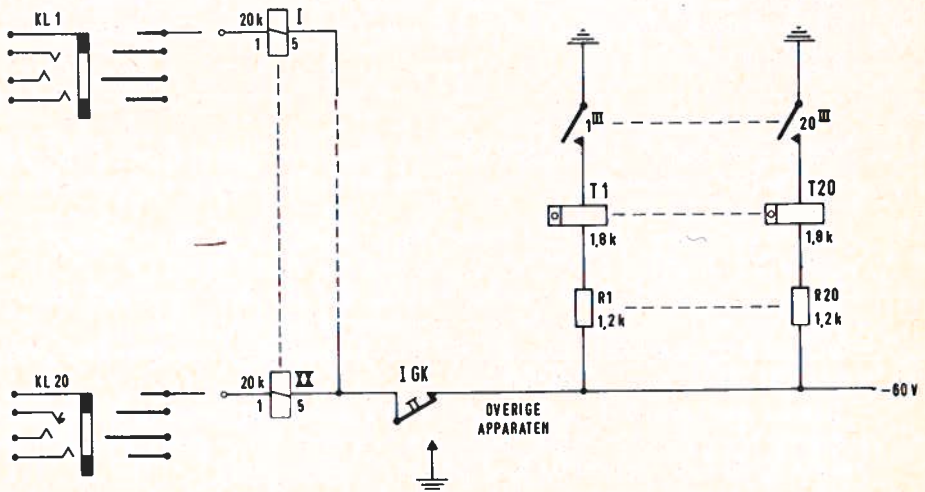


FIG. 1 BELEGGINGSMEETAPPARAAT

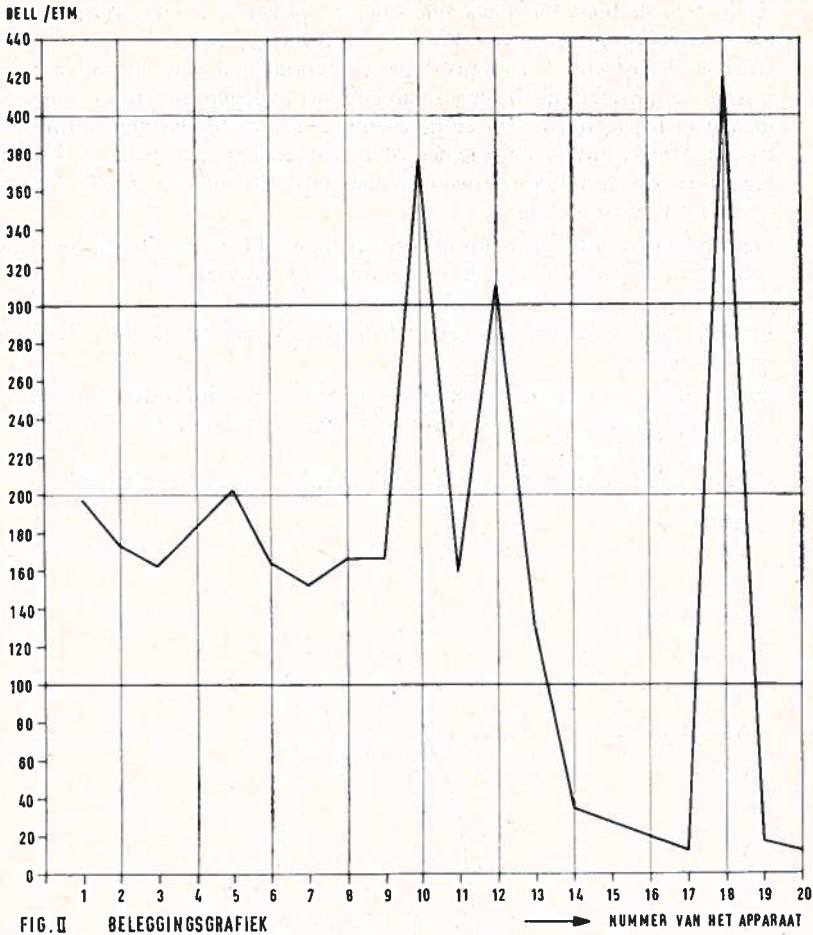


FIG. II BELEGGINGSGRAFIEK

→ NUMMER VAN HET APPARAAT

Ook de stroom door de tellers heeft een waarde, die voor het bedrijfszeker aantrekken van de tellers juist voldoende is.

Dit heeft zijn voordeel wanneer zeer intensief belegde rekken worden gemeten. In de verkeersdrukke uren zijn de tellers dan bijna doorlopend stroomvoerend. Dit zou, zo deze tellerstromen niet klein werd gehouden, leiden tot een te grote verwarming van het apparaat.

Verder is rekening gehouden met de situatie, die ontstaat wanneer het apparaat, dat op dit moment wordt gemeten, na een belegging naar de ruststand keert. Het is dan n.l. mogelijk dat, tijdens de tijdsduur die dit naar de ruststand keren vergt, een voorliggend en naar een vrije uitgang zoekend apparaat tijdens het langsdraaien het hoogohmige relais van ons beleggingsmeetapparaat even doet opkomen. Daardoor wordt ten onrechte een telimpuls op de teller geregistreerd. Door het hoogohmige relais T een vertraging te geven kan dit vermeden worden. Proefnemingen hebben aan het licht gebracht, dat al zou het hoogohmige

relais T in de hiervoor genoemde situatie opkomen, dit nog maar een verwaarloosbaar foutpercentage van 3‰ (3 pro mille) geeft.

Behalve waardevolle gegevens voor de periodiciteit van de onderhoudshandelingen verschaffen de hiervoor omschreven beleggingsmetingen ons ook nog inzicht in het mengpatroon en de eventuele kleine fouten die daarin op kunnen treden. Het is bijv. voorgekomen, dat van een apparaat belangrijk minder beleggingen op de teller werden geregistreerd dan uit zijn plaats op het mengschema was te verwachten.

Een onderzoek, naar aanleiding hiervan ingesteld, wees uit dat een afgebroken c-draad van één van de rangeerverbindingen de oorzaak was.

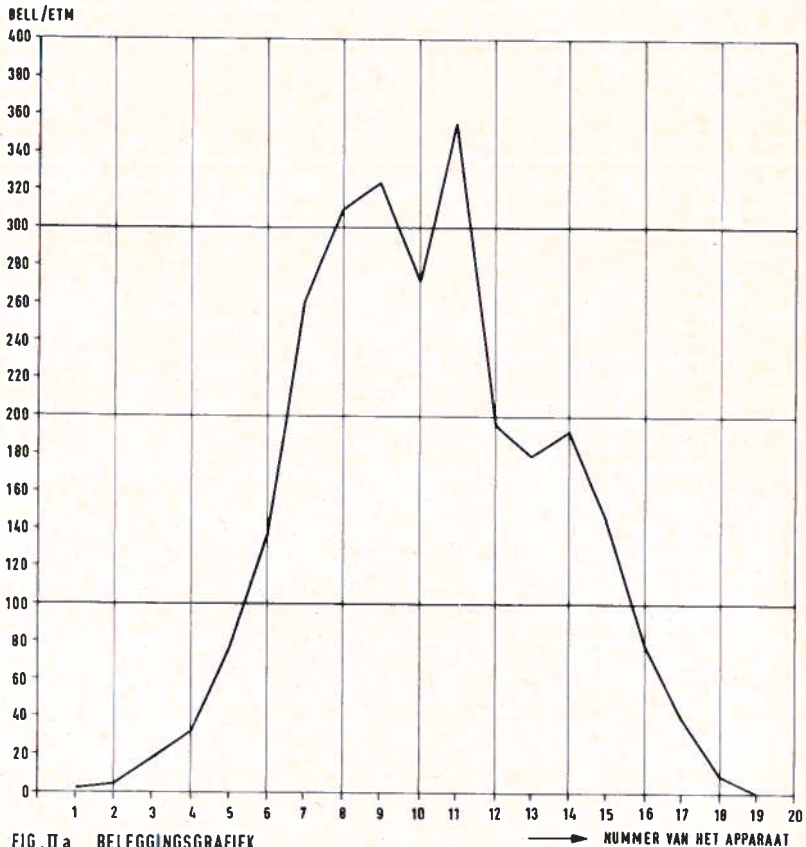
Hierdoor werd het verkeersaanbod sterk vermindert.

Figuur 2 geeft grafisch voorgesteld het beeld van het aantal beleggingen van een rek SGK's.

Een ideale menging zou een enigszins horizontaal verlopende lijn geven.

Beleggingsmetingen van 111 rekken hefdraai- en motorkiezers bewijzen dat dit geenszins het geval is.

Figuur 2a toont nog eens overduidelijk de grote beleggingsverschillen.



Deze figuur is gevormd door een etmaalmeting van een rek CGK's.

Deze apparaten zijn bereikbaar vanuit motorkiezers.

Duidelijk is te zien dat de kiezers 1, 2, 18, 19 en 20 praktisch niet belegd worden. Dat is 25 % van een rek.

Men komt dan ook tot de slotsom, dat 25 % van de door motorkiezers bereikbare CGK's geen onderhoud behoeven.

Om te bewijzen dat er, zoals hiervoor werd betoogd, een verband bestaat tussen het aantal beleggingen en het aantal optredende storingen van de apparatuur werden de volgende berekeningen uitgevoerd.

Van 753 stuks hefdraaikiezers werden eerst beleggingsmetingen per etmaal uitgevoerd. Het is dan mogelijk om deze hefdraaikiezers in groepen te verdelen.

Bijv. groep I: 0—50 beleggingen,
II: 51—100 beleggingen,
III: 101—150 beleggingen,
IV: 151—200 beleggingen,
etc.

Zodoende komt men tot groep XI met meer dan 500 beleggingen per etmaal. Vervolgens worden alle storingen, die deze hefdraaikiezers tijdens het afgelopen jaar hebben vertoond, genoteerd. Hierbij moet rekening worden gehouden in welke beleggingsgroep de kiezer thuis hoort.

Op deze wijze vindt men dus het aantal storingen per jaar, dat in de verschillende beleggingsgroepen is voorgekomen.

Onder storingen wordt hier verstaan alle storingen gemeld door abonnees, personeel, bedrijfsobservatie-inrichting, telefonistes en signaleringsstelsel. Ook de storingen gevonden door periodieke onderzoeken worden hierin betrokken. Door nu het aantal kiezers in iedere groep te tellen en de formule

$$A = \frac{S}{\frac{a}{100}}$$

te hanteren, komt men het aantal storingen per 100 kiezers per jaar van een bepaalde beleggingsgroep te weten.

In deze formule geeft S het aantal storingen per groep in een tijdvak van 1 jaar aan, terwijl a het aantal kiezers van deze groep voorstelt.

A is dan het aantal storingen per 100 apparaten, per beleggingsgroep in de tijd van 1 jaar.

Vervolgens zet men A als functie van het aantal beleggingen op een grafiek uit (figuur 3).

Hieruit blijkt duidelijk het (hoewel niet lineaire) verband tussen beleggingen en gevonden storingen.

In deze zelfde figuur is met een gestippelde lijn aangegeven het aantal gevonden storingen ten opzichte van het aantal beleggingen van een groep van 1312 stuks motorkiezers. Men ziet deze kromme heel wat minder stijl verlopen dan die van de hefdraaikiezers.

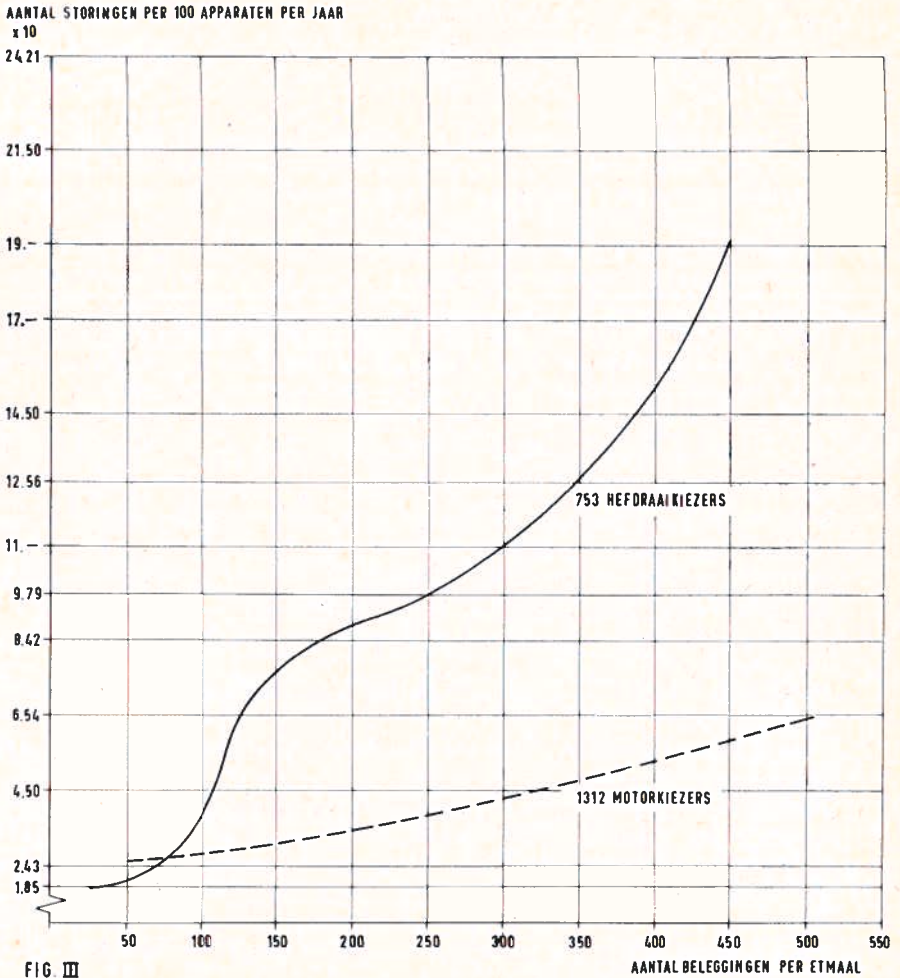
Duidelijk spreekt uit deze figuur dat het aantal storingen aan hefdraaikiezers met het groter worden van het aantal beleggingen veel sterker toeneemt, dan bij de motorkiezers het geval is.

met het groter worden van het aantal beleggingen veel sterker toeneemt, dan bij tigger bewegingen, die een hefdraaikiezer vergeleken met een motorkiezer maakt, zijn daarvan de oorzaak. Deze curve geeft ook zonder meer de grotere betrouwbaarheid van motokiezers weer.

Wanneer de hiervoor beschreven beleggingsmetingen worden uitgevoerd dient men er rekening mee te houden, dat bij een gering aantal beleggingen de spreidingsgrenzen ver uit elkaar komen te liggen. Dit brengt de betrouwbaarheid in gevaar. Door meerdere etmalen achtereenvolgens te meten is daarin verbetering te brengen.

Onderzoek van de apparatuur.

De periodiciteit van het onderzoek wordt afgewogen aan de hand van de nuttig-



heid van iedere op zichzelfstaande handeling. Deze *nuttigheid* wordt berekend met de formule:

$$N = \frac{c \cdot f}{t}$$

Hierin is de faktor *t* de tijd in minuten aan een bepaald onderzoek besteed en *f* het aantal gevonden fouten. De faktor *c* is het getal 100 of 1000.

Het eerste gebruikt men als een gevonden afwijking passief en het tweede (1000) als deze actief blijkt te zijn.

De faktor *c* wordt mede gebruikt om de *nuttigheid* in hanteerbare getallen voor te stellen.

Met behulp van deze wetenschap kan men nu van een bepaalde apparatengroep de volgende informatie verkrijgen:

I. De algemene voortschrijdende *n*-wekelijkse *nuttigheid*.

II. De *nuttigheid* per onderzoekhandeling.

In de algemene voortschrijdende *n*-wekelijkse *nuttigheid* wordt *n* bepaald naar de frequentie van het onderzoek. Is deze klein, dan zal de voortschrijdende *nuttigheid* over een grote periode, bijv. 13 weken, genomen moeten worden. Is *n* nu bijv. 6, dan moet men steeds na 6 weken het totaal aantal en de in de 7e week gevonden fouten, vermenigvuldigd met de faktor *c*, optellen bij het voorgaande 6-wekelijkse totaal en de 1e week er aftrekken.

Evenzo wordt gedaan met de totale onderzoektijd. Het quotiënt van beide berekeningen levert dan de algemene voortschrijdende 6-wekelijkse *nuttigheid* op. De *nuttigheid* per handeling wordt niet als een voortschrijdend gemiddelde uitgedrukt maar per week berekend.

Deze berekeningen worden door middel van punten op een grafiekbild uitgezet en zonodig door lijnstukken met elkaar verbonden. Op dit blad wordt dan tevens getekend een curve, die aangeeft het totaal aantal gemelde storingen uitgezonderd die door periodieke onderzoeken gevonden worden.

Deze „*kwaliteitslijn*” wordt geïnterpreteerd als een voortschrijdend *n*-wekelijks gemiddelde per 100 apparaten per jaar. Het behoeft geen betoog dat deze „*kwaliteitslijn*” een optimaal dieptepunt kan bereiken, waarbij men rekening moet houden met de te maken kosten van het periodiek onderzoek.

Deze kosten uitgedrukt in de totale tijd per week zijn direct in de grafiek af te lezen.

Bij het totaal aantal gemelde storingen worden niet medegerekend defecte signaallampjes. Wel echter storingen die een enigszins verhoogde stagnatiekans veroorzaken, bijv. een apparaat, dat niet in beslag genomen kan worden.

Nuttigheids- en kwaliteitscurve als middel voor een hoogwaardig onderhoud. Periodiciteitsbepaling.

In het algemeen kan gezegd worden, dat voor iedere apparatengroep een optimale *nuttigheid* nagestreefd moet worden.

Is *N* te hoog dan wijst dit op een te groot aantal gevonden onderzoekfouten. Een te lage waarde van *N* is alleen mogelijk, wanneer de met het onderzoek gevonden fouten gering zijn ten aanzien van de hieraan bestede tijd.

Wanneer men een zekere tijd deze onderhoudsmethode toepast is het niet moeilijk de genoemde optimale *nuttigheid* vast te stellen.

Uiteraard worden de spreidingsgrenzen van N bepaald door het aantal apparaten. Uitwisseling en bepaling van een landelijk gemiddelde zou hier verhelderend kunnen werken. Behalve de nuttigheidscurve moet steeds de kwaliteitslijn in het oog worden gehouden.

Vertoont deze lijn een voortdurende stijging dan moet door middel van analyse van de gemelde storingen de oorzaak gevonden worden.

Komt men bijv. tot de conclusie dat een aantal storingsmeldingen voorkomen had kunnen worden door een bepaalde onderzoekshandeling, dan is het zaak deze met een grotere frequentie uit te laten voeren.

Wanneer N dan geen waardedaling ondergaat, toont dit de juistheid van deze maatregel aan. Ook een te hoge waarde van N is verontrustend; dit wijst op een te groot aantal onderzoekfouten ten opzichte van een te geringe frequentie van het onderzoek.

Met N wordt bedoeld de n-wekelijkse voortschrijdende nuttigheid.

Beschouwing van de nuttigheid per handeling, in de grafiek te zien als met letters gemerkte punten, leidt tot de hierboven beschreven maatregelen.

Verbeteringen.

Het kritisch bezien en het daaruitvoortvloeiend analyseren van kwaliteits- en nuttigheidscurven, geeft de weg aan tot verbetering van telefooncentrale- en onderhoudsapparatuur.

Soms blijkt dat enkele onderhoudsvoorschriften een grotere aandacht verdienen. Hoewel het de bedoeling is iedere apparatengroep, verduidelijkt met de daarbij behorende grafieken en formulieren, afzonderlijk te bespreken is het interessant een aantal te bezien.

Groep motorkiezers.

	Vastgestelde afwijkingen	Verbeteringen
1959		aI contact verdient grotere aandacht. Periodiciteit van de relaischouw ten opzichte van het aI-contact verkleind. Opge-merkt dient te worden dat de 3-maandelijkse relaischouw tot 1 jaar vergroot kan worden.
1961	Verschillende kiezers kunnen niet in beslag genomen worden.	Door het ontwerpen en construeren van een eenvoudig onderzoekapparaat is het mogelijk om de kiezers op inbeslagnemen en draaien te controleren. Ook de motorcontacten kunnen dan op vonken worden bezien. De handeling die dan verricht moet worden, bestaat alleen uit het insteken van de stop van het onderzoekapparaat in de betreffende onderzoekklink.

	Vastgestelde afwijkingen	Verbeteringen
1961	Vonken van de motorcontacten.	Stofvorming op de relaiscontacten was de oorzaak van het niet in beslag kunnen nemen. Doordat het nu mogelijk is door middel van de hiervoor beschreven test het draaien van de kiezers met zeer weinig tijd te controleren, bleken verschillende motorcontacten een te geringe veerdruk te bezitten. Door verhoging van de veerdruk is de vonkvorming van de motorcontacten tot zijn normale proporties teruggebracht.
1961	Kiezers met een gering aantal beleggingen per etmaal stellen zich onjuist in.	Het zgn. wegdraaimoment van de kiezer moet ontwikkeld worden tijdens de start van de motor. Het dan door de motor ontwikkeld koppel is in tegenstelling tot dat van een normale motor zeer ongunstig. Door het wegdraaimoment met een <i>veerdrukweger</i> te meten is het mogelijk een preventief onderzoek in te stellen. De eigenlijke oorzaken zijn: a. mr. contact te zwaar afgeregeld. b. kiezervet is te hard geworden. c. contactbouten te stroef, te verhelpen door het bewerken met een emulsie van solvent en kiezerolie.
1962	Doodlopende verbindingen of veiligheden springen abnormaal veel.	Oorzaak zijn de zgn. plakkende P-relais. Dit plakken wordt veroorzaakt door het p I contact. Wanneer dit contact „stroomloos” sluit, wordt dit voorkomen. Als de kiezer over de gehele linie juist is afgeregeld en ook de instelling in de contactbank in orde is, vindt dit stroomloos schakelen inderdaad plaats. Door alle motorkiezers te onderzoeken met een testrelais is het mogelijk, door het wijzigen van de instelling van de rotor ten opzichte van de contactbank, hierin afdoende verbetering te brengen. Genoemd testrelais is een normaal P-relais met een enigszins aan de hoge zijde liggende opkomtijd. Het afnemen van het stofkapje laat zien, welke kiezers verkeerd zijn ingesteld. Het p I-contact vonkt dan zichtbaar. Gebleken is, dat de instelvoorschriften aanleiding geven tot een verkeerde instelling.

Groep hefdraaikiezers.

	Vastgestelde afwijkingen	Verbeteringen
1961	Kraak- en ruisstoringen.	Ontwerpen van een gecombineerd meet- en onderzoekapparaat. Door middel van dit apparaat is het mogelijk de kiezer, eveneens tijdens een gesprek, normaal in te stellen en daarna te meten. Men verkrijgt hiermee een zuiver visueel onderhoud waarbij de persoonlijke geaardheid van de monteur geen rol speelt. De gegevens, die men uit deze metingen verkrijgt, leiden tot een onderhoud waarbij iedere kraak- of ruisstoring voorkomen kan worden.
1961	Niet kunnen beleggen of heffen en indraaien.	Het bij de groep motorkiezers genoemde onderzoekapparaat kan ook voor de hefdraaikiezers benut worden. Dit onderzoek kost zeer weinig tijd (gemiddeld 5 seconden per kiezer), terwijl de belangrijkste functies van de kiezer worden onderzocht.

Tariefoverdragers.

	Vastgestelde afwijkingen	Verbeteringen
1959	Verschillende TAO's zijn niet in beslag te nemen. Abonnees krijgen verkeerde nummers. Idem.	Het T2-relais kan niet opkomen. Oplossing gevonden door de 3 k Ω -wikkeling van het T2-relais te shunten door een weerstand van 3 k Ω . Het A-relais verdient bijzondere aandacht. De periodiciteit van het door de Centrale Directie aangegeven onderzoek van de impulsgevers en herhalers is te groot. Deze worden nu per maand onderzocht. I1 en I2 moeten elektrisch geregeld worden, terwijl de drukveer op de gemiddelde waarde wordt ingesteld.

Invoering van deze methode in een lokale centrale

Sinds januari 1962 is deze methode ook in een lokale centrale ingevoerd. Een bestudering van de modellen Td 830 (overzicht van gevonden fouten in telefooncentrales) brengt enige opmerkelijke feiten aan het licht.

In het afgelopen jaar 1961 lag het aantal gemelde abonneestoringen per 100 apparaten per jaar op gemiddeld van 4,1 en het aantal door periodieke onderzoeken gevonden storingen op 2,4. Deze verhouding van beide storinggetallen is op zichzelf al verkeerd, wanneer men van een preventief onderhoud wil spreken.

Na januari is dit echter maand voor maand verbeterd, eind juni gaven *beide* storinggetallen een waarde van 3,1 aan. Dat wil zeggen minder abonneeklachten en meer storingen gevonden door periodieke onderzoeken.

Opmerkelijk is dat ondanks dit goede resultaat de onderzoektijd met zeker 30 % is teruggebracht.

In de toekomst is een verdere daling van deze onderhoudstijd te verwachten.

Revisie

Het verouderde begrip „revisie” moet men geheel loslaten.

Wat overblijft is periodieke smering afhankelijk van het aantal beleggingen, temperatuur en relatieve vochtigheid. Deze smering kan plaatsvinden zonder het apparaat te demonteren.

Verder vindt, wat de hefdraaikiezers betreft, een onderzoek met behulp van de onderzoekkast plaats.

Gedacht wordt aan het volgende programma:

Apparaten tot 100 beleggingen per etmaal, één maal per 3 jaar;

apparaten met 100 tot 300 beleggingen per etmaal, één maal per 2 jaar;

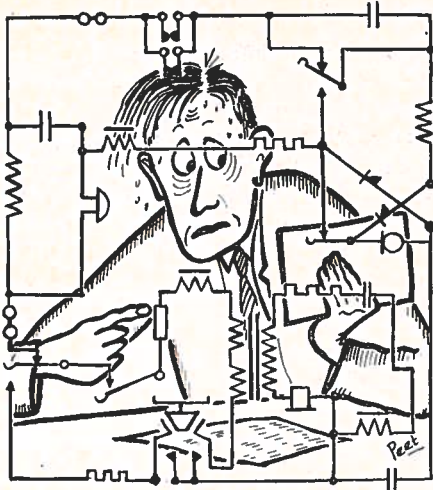
apparaten met 300 tot 500 beleggingen per etmaal, één maal per jaar.

(wordt vervolgd)

AANBIEDING STUDIEBLADEN

In verband met het verlaten van de dienst biedt de heer M. IJ. Jorritsma de ingebonden jaargangen 1/17 te koop aan: Prijs f. 50,—.

Adres: Nijländijk 215, Leeuwarden, Telefoon 05100-23611.



Examenvragen

63-010

1. Een stroom van 30 A vertakt zich over drie parallel geschakelde weerstanden van resp. 21, 7 en 6 ohm. Bereken de stromen in de drie takken.
2. Een motor met een vermogen van 10 pk is gedurende 8 uur in bedrijf. Bereken de kostprijs van de verbruikte energie, als de prijs van 1 kWh 8 cent is.
3. In een elektrisch warmwaterreservoir bevindt zich 40 liter water van 10 °C. Dit water wil men verwarmen tot 85 °C.

Hoeveel elektrische energie is hiervoor nodig en hoeveel vermogen moet het weerstandselement opnemen als men de verwarming in 8 uur wil doen plaatsvinden?

4. Een weerstand van 20 ohm is gemaakt van 6,4 m constantaandraad; s.w. = 0,4.

Deze weerstand neemt bij een bepaalde spanning een vermogen op van 5 watt. Wanneer men deze weerstand op een hogere spanning aansluit is het opgenomen vermogen 45 watt.

Gevraagd wordt:

- a. de diameter van deze constantaandraad.
 - b. de spanning en de waarde van de stroom bij een vermogen van 5 watt.
 - c. de spanning en de waarde van de stroom bij een vermogen van 45 watt.
5. Men wil een voorwerp verkoperen. Hoe lang moet een stroom van 18 A door het koperbad vloeien om dit voorwerp 88,56 g zwaarder te maken?
Het elektrochemisch equivalent voor koper is 0,328.

HERHALINGSOEFENINGEN

63-011

door M. V. Dalen

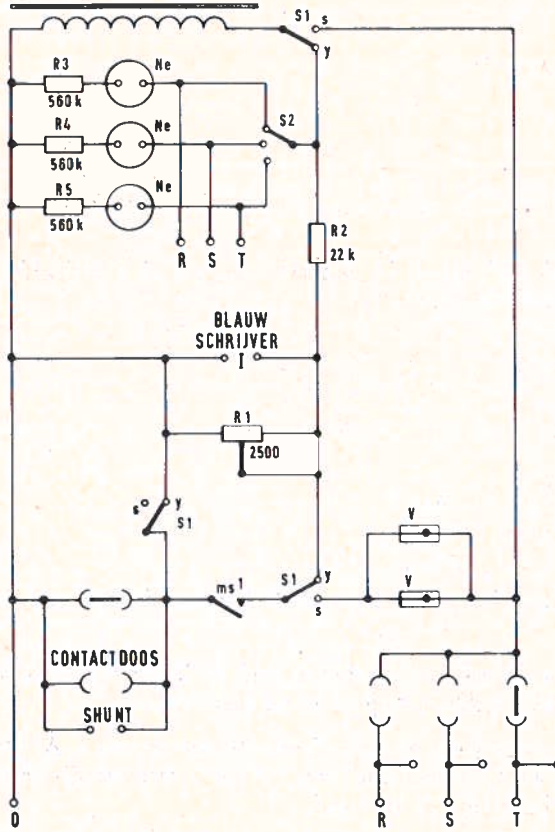
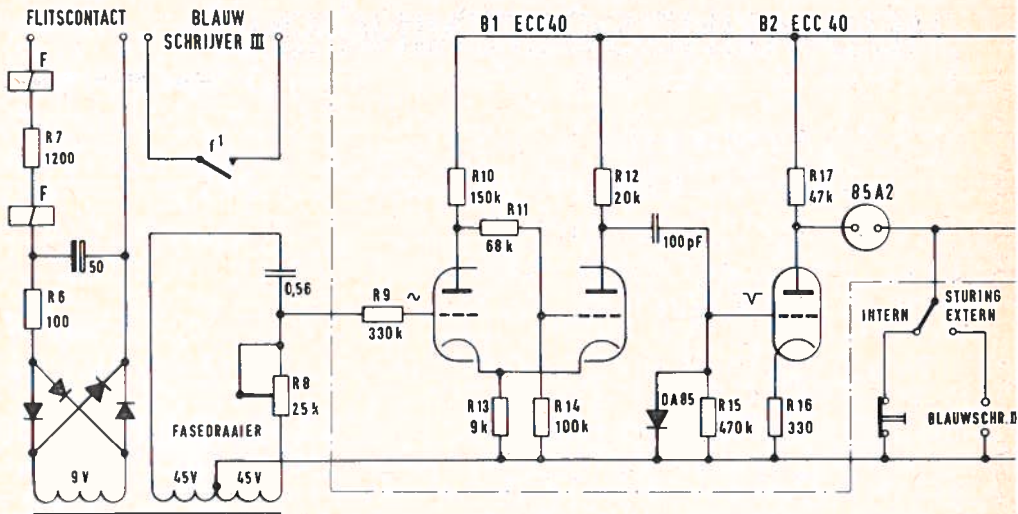
Voor de proef van vakman:

1. $\{(3996 + 2938) \times 3524 - 3008\} : 264 =$
2. $274 \times (1 : 2) + 593 : 10 =$
3. $\frac{10 \times 4 \times 2 \times 5 \times 12}{8 \times 25 \times 6} =$
4. $\frac{1}{13} : \frac{1}{8} - \frac{1}{8} \times \frac{1}{13} =$
5. $5^2 \times 8 : 2 + 7 - 3 =$
6. $5^2 \times 8 : 2 - 7 + 3 =$
7. $5^2 \times 8 - 2 \times 7 + 3 =$
8. $5^2 - 8 \times 2 - 7 + 3 =$

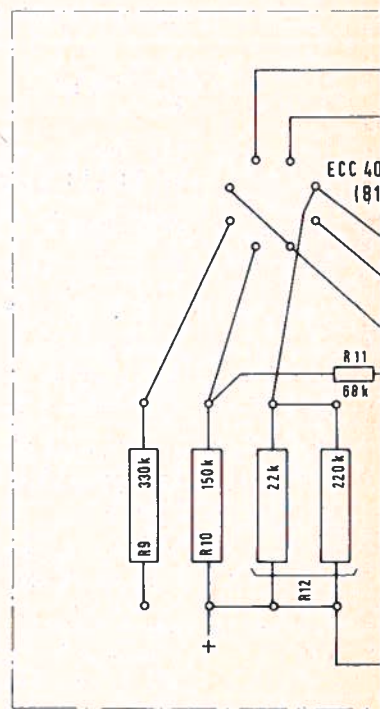
Ter algemene oefening:

9. $\sqrt{\{(108 : 3 - \sqrt{441})^2 : \frac{3^3}{3} + 6^2 - 120 : 2 \times 4 + \sqrt{6 \times 54}\}} =$
10. Een stroom van 267 A splitst zich in drie stromen, die zich verhouden als 2 : 0,1 : $\frac{1}{8}$. Bereken die stromen.
11. Bereken x uit:
$$\frac{x + 2}{3} - \frac{x + 1}{4} - \frac{x - 1}{6} + \frac{x - 3}{8} = 0$$
12. Bereken x en y uit:
$$\begin{cases} 3(x - y) - 2(x + y) = -10 \\ 3(x - y) + 3(x + y) = 28 \end{cases}$$
13. $-a^3 \times -a^5 \times -a^4 \times -a \times a^6 =$
14. De oppervlakte van een vierkant is 2116 cm². Bereken de zijde en de omtrek.
15. Van een rechthoekige driehoek is een scherpe hoek 60°. De hypotenusa is 38 cm. Bereken de beide rechthoekszijden en de oppervlakte.
16. Een weerstand neemt aangesloten op 220 V een stroom op van 1 A. De weerstand is gemaakt van nichroomdraad (s.w. = 0,95) met een diameter van 0,7 mm. Bereken de lengte van de draad.

Antwoorden op blz. 52.



BLAUWSCHRIJVER I : INGANG VERTICAL
 .. II : STUURCONTACT S
 .. III : "FREMDAUSLÖSUNG"



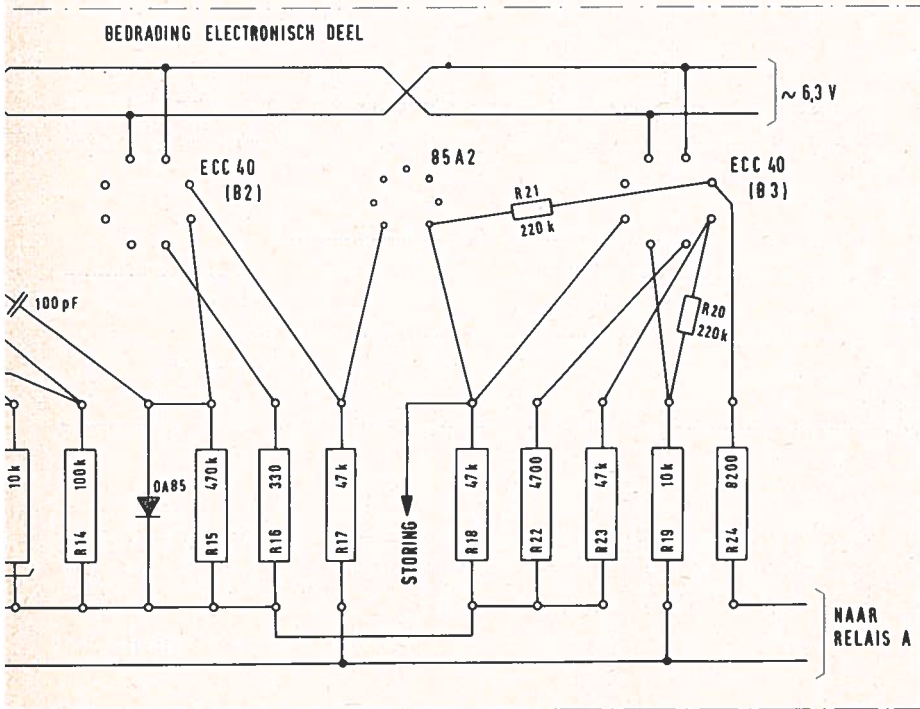
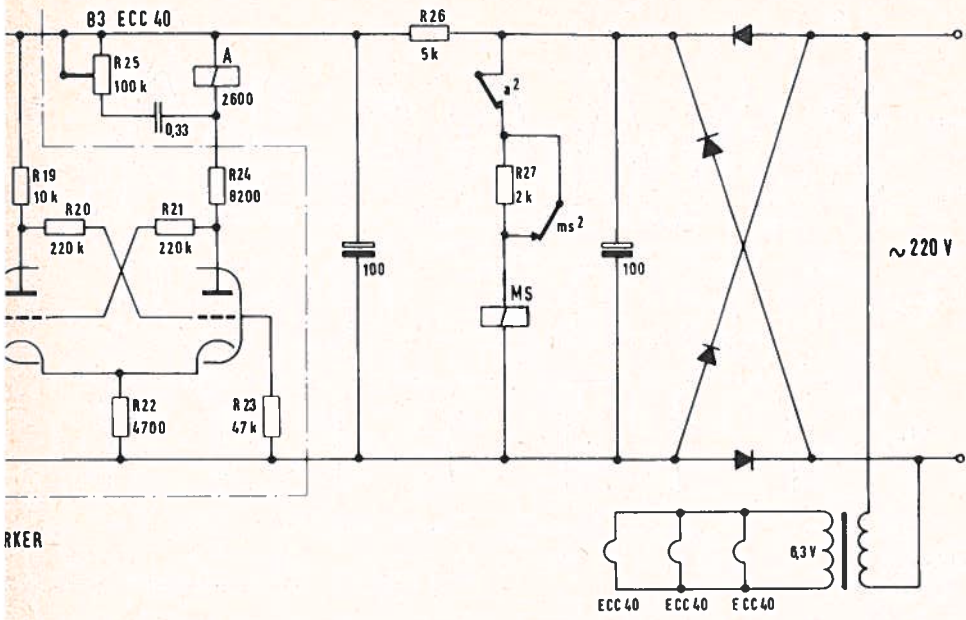


FIG 7a

el (ITS). Zie ook blz. 27 van het januari-nummer.

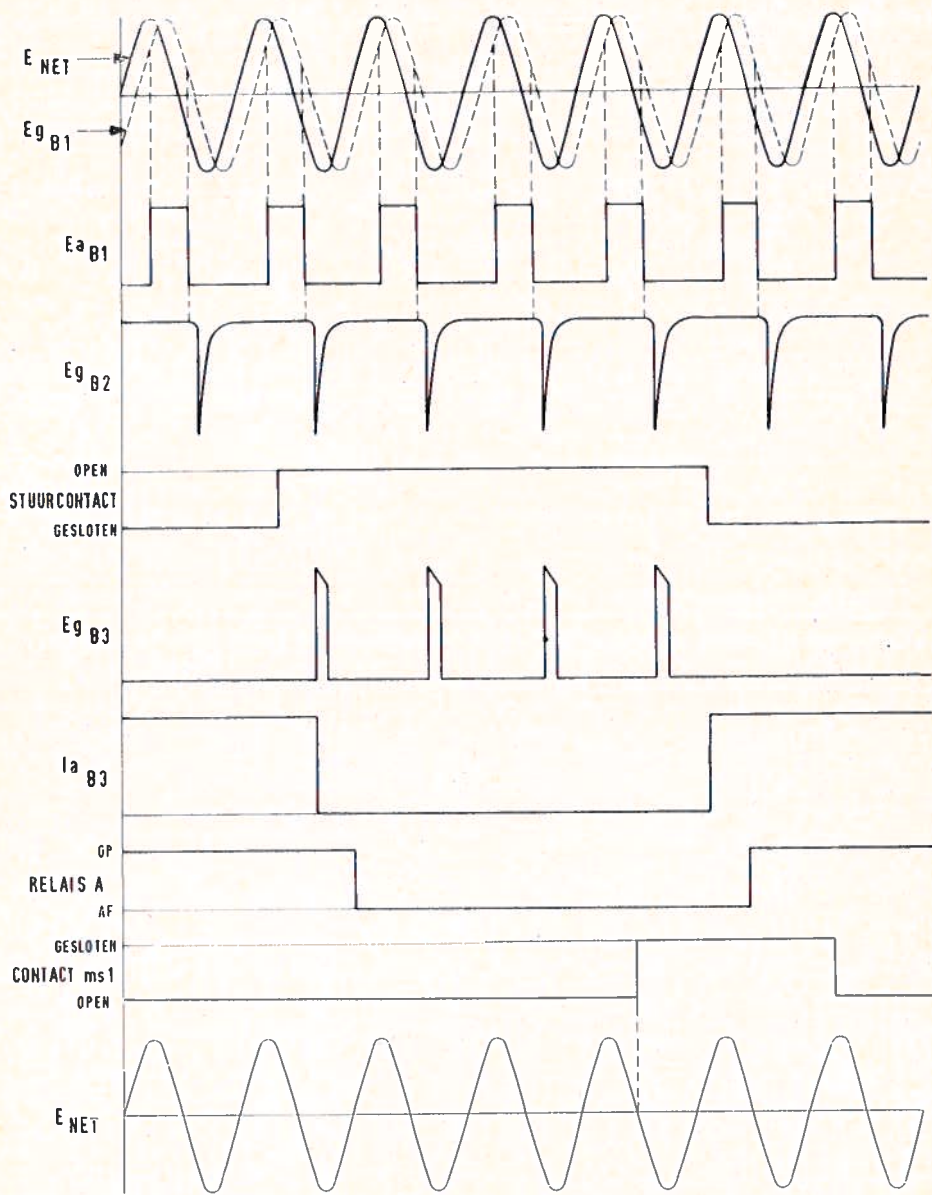


FIG 7b

Het Instelbaar Tijdbepalend Schakeltoestel (I.T.S.)

63-012

door F. W. v. d. Steen en D. H. van Eck.

(Vervolg van blz. 27)

Meetfaciliteiten

Op het apparaat kunnen op de ingangsklemmen fase R, S en T en de 0 aangesloten worden (zie fig. 7a).

Op de bijbehorende stekerbussen kan de spanning meegemeten worden. Snelle controle na een kortsluiting of de spanning nog aanwezig is door middel van neonlampjes.

Instelbare ijkspanning.

Diverse sturingsmogelijkheden, waarvan speciaal genoemd sturing door middel van het flictscontact van een camera (dit laatste via de blauwschrijver).

Bij inschakelproeven kan het te beproeven apparaat of schakeling op een wandcontactdoos aangesloten worden.

Voor het meten van kortsluitstromen zijn een paar klemmen gemerkt „shunt” aangebracht, waarover een passende meetweerstand kan aangesloten worden. Het contact ms^1 van de magnetische schakelaar biedt de volgende meetmogelijkheden.

- A. Het onderzoek van de verschijnselen welke optreden bij het afschakelen van veiligheden.
- B. Het onderzoek van verschijnselen welke optreden bij inschakelen van apparatuur.
- C. Het meten van de stroom bij de onder A genoemde verschijnselen.

Enkele bedieningsaanwijzingen

Nadat het apparaat met het net verbonden is door middel van een snoer op de netaansluiting aan de achterzijde van het apparaat wordt op de ingangsklemmen gemerkt R, S, T en 0 de spanning aangesloten. *Nog geen stopjes plaatsen.*

Na een korte opwarmperiode van de buizen kan het apparaat geijkt worden. Hiertoe wordt de schakelaar S1 in stand „Y” (ijken) gezet.

Moet de kortsluiting of inschakeling op fase R geschieden, dan wordt S2 op fase R gezet.

Het is nu mogelijk met de blauwschrijver:

- a. het juiste schakelmoment in te stellen met de faseregeling;
- b. de grootte van de meetspanning in te stellen met de regelbare weerstand van 2,5 k Ω . Over deze weerstand zijn 2 stekerbussen aangebracht, welke met de ingang van de verticale versterker van de blauwschrijver verbonden moeten worden. Daarna wordt een stopje in fase R geplaatst en schakelaar S1 in stand „S” (schakelen) gezet.

Het al of niet aanbrengen van het stopje behorende bij de 0-klem hangt af van het doel waarvoor het apparaat gebruikt zal worden.

Hieronder volgt een aantal mogelijkheden.

Geval A: Onderzoek veiligheden.

- a. voor veiligheden, welke geplaatst kunnen worden in de houders boven op het apparaat, stopje aanbrengen;
- b. alle andere veiligheden kunnen op de klemmen gemerkt „shunt” aangesloten worden. Het stopje in de 0 *niet* aanbrengen en in de veiligheidshouder boven op het apparaat een veiligheid van voldoende grootte aanbrengen.

Geval B: Inschakelen apparatuur.

Deze kan aangesloten worden op de aanwezige wandcontactdoos of op de „shunt”-klemmen. *Geen* stopje in de 0 en veiligheid van voldoende grootte in de houder boven op het apparaat.

Geval C: Het meten van kortsluitstroom c.q. afschakelstroom.

Hiertoe moet een meetweerstand aangebracht worden over de klemmen „shunt”. De ingang van de verticale VS van de Blauwschrijver wordt hiermede eveneens verbonden. *Geen* stopje in de 0.

Wenst men de gevolgen van een sluiting op een bepaalde fase in één der andere fasen te bestuderen, dan kan door omschakeling van S2 op de gewenste fase gemeten worden. De grootte van de dan optredende spanning kan nu vergeleken worden met de reeds eerder ingestelde ijkspanning. Deze spanning is afgeleid van de spanning der fase waarop geschakeld wordt.

Tot slot omtrent de sturingsmogelijkheden het volgende.

Intern : Door een in het apparaat aangebrachte drukknop.

Sturing „extern” door middel van de blauwschrijver.

Hier zijn weer 2 mogelijkheden nl. direct en indirect via flitscontact.

Directe sturing.

Bussen „Blauwschrijver II” verbinden met stuurcontact „S1” op blauwschrijver.

Indirect door middel van flitscontact.

Bussen „Blauwschrijver II” verbinden met stuurcontact „S1” op blauwschrijver.

Bussen „Blauwschrijver III” verbinden met bussen „Fremd auslösung” op blauwschrijver.

Bussen „Flitscontact” verbinden met flitscontact van camera.

Antwoorden van de vraagstukken op blz. 47.

- | | |
|---------------------|------------------------------------|
| 1. 92547 | 9. 8 |
| 2. 196,3 | 10. 240 A; 12 A; 15 A |
| 3. 4 | 11. $x = -5$ |
| 4. $\frac{63}{104}$ | 12. $x = 5; y = 3$ |
| 5. 104 | 13. a^{19} |
| 6. 96 | 14. zijde = 46 cm; omtrek = 184 cm |
| 7. 189 | 15. 19 cm |
| 8. 5 | 19 $\sqrt{3} = 32,87$ cm |
| | oppervlak = 12,265 cm ² |
| | 16. 89,1 m |

Transistors en Kristaldiodes in de schakeltechniek

door W. F. Brok.

63-013

(Vervolg van blz. 10)

2.5. P-germanium (silicium).

De atomen van het element *indium* bezitten drie valentie elektronen. Voegen we deze atomen toe aan een zuiver germanium kristal, dan ontstaat — voor wat betreft de concentratie — precies het omgekeerde als in N-germanium. Bij de bereiding met germanium buuratomen komt elke indiumatoom één elektron te kort voor een edelgasomhulling. Bij kamertemperatuur zijn de energieverhoudingen zodanig, dat dit tekort gemakkelijk opgevuld wordt door elektronen uit bereidingen tussen naburige germaniumatomen.

In de germanium-bereidingen ontstaan zodoende gaten zonder de gelijktijdige vorming van vrije elektronen. Deze laatste blijven namelijk betrekkelijk vast aan de indium-atomen gebonden. Wel krijgen de indium-atomen daardoor een negatieve lading, omdat ze nu één elektron meer hebben dan hun positief geladen kern kan neutraliseren. Deze negatieve ladingen zijn echter aan vaste plaatsen in het rooster gebonden en kunnen dus aan een eventuele ladingverplaatsing niet deelnemen.

Verontreiniging met indiumatomen vergroot aldus het aantal gaten in germanium (of silicium) en vermindert, tengevolge van de vergrote kans op recombinaties, het aantal vrije elektronen.

Op deze wijze verontreinigd germanium noemt men *P-germanium*.

Behalve met indium-atomen kan men hetzelfde bereiken met o.a. aluminium- of gallium-atomen.

In P-germanium zijn de gaten de *meerderheidsladingdragers* en de vrije elektronen de *minderheidsladingdragers*. De verontreinigingsatomen noemt men *acceptors*. De concentratie van de acceptors geeft men aan met N_a .

Is de concentratie van de indium-atomen bijv. :

$$N_a = 10^{15} \text{ indium-atomen/cm}^3,$$

dan kunnen we volgens een overeenkomstige redenering als bij het N-germanium praktisch stellen, dat:

$$p = N_a$$

d.w.z. dat de gatenconcentratie gelijk is aan de verontreinigingsconcentratie. De elektronenconcentratie kunnen we dan weer berekenen uit:

$$n = \frac{n_i^2}{N_a} = \frac{(2,39 \times 10^{13})^2}{10^{15}} = 5,69 \times 10^{11} \text{ elektronen/cm}^3$$

In dit geval is het aantal gaten ongeveer 2000 keer zo groot als het aantal vrije elektronen. Juist omgekeerd dus aan ons N-germanium-voorbeeld.

In de praktijk komt het vaak voor, dat germanium verontreinigd is met zowel donors als acceptors. In zo'n geval hangt de typering van het germanium af van welke verontreinigingssoort het meeste aantal atomen aanwezig is. Is bijv. het aantal acceptors groter dan het aantal donors, dan spreken we weer van

P-germanium en de gaten-concentratie is dan bij benadering:

$$p = N_a - N_d$$

2.6. Een elektrische stroom in germanium tengevolge van een elektrisch veld.

Bij afwezigheid van een elektrisch veld bewegen de ladingdragers zich kras door het kristalrooster zonder een bepaalde voorkeurrechtting. Een doorsnee-vlak in het kristal wordt gemiddeld door evenveel vrije elektronen vanaf de ene zijde als vanaf de andere zijde gepasseerd. Hetzelfde geldt voor de gaten. Er is geen netto ladingverplaatsing en dus ook geen sprake van een elektrische stroom. Plaatsen we een elektrische spanning tussen bijv. de uiteinden van een staafje germanium, dan verandert de situatie. In het staafje is nu een elektrisch veld aanwezig, tengevolge waarvan de gaten bij voorkeur in de richting van het veld gaan bewegen en de vrije elektronen in tegengestelde richting.

Stel, dat er sprake is van P-germanium en dat het elektrische veld een netto verplaatsing per seconde van $5 \cdot 10^{15}$ gaten in de richting van het veld en $1,25 \cdot 10^{15}$ vrije elektronen in omgekeerde richting veroorzaakt. Hoe groot is dan de stroom door het staafje?

De lading van een gat is $+1,6 \times 10^{-19}$ coulomb en van een elektron $-1,6 \times 10^{-19}$ coulomb. Per seconde wordt dus een lading verplaatst van:

$$Q = (5 \cdot 10^{15} \times 1,6 \cdot 10^{-19}) - \{1,25 \cdot 10^{15} \times (-1,6 \cdot 10^{-19})\} = 8 \cdot 10^{-4} + 2 \cdot 10^{-4} = 10^{-3} \text{ C.}$$

De stroom door het staafje is:

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{10^{-3}}{1} = 10^{-3} \text{ A} = 1 \text{ mA.}$$

2.7. Een elektrische stroom in germanium tengevolge van diffusie.

Behalve door een elektrisch veld kan een elektrische stroom ook ontstaan tengevolge van diffusie.

Diffusie betekent verspreiding en een elektrische stroom zou dus veroorzaakt kunnen worden tengevolge van de verspreiding van de ladingdragers. Nu zagen we in de vorige paragraaf, dat bij afwezigheid van een elektrisch veld de verspreiding van de vrije ladingdragers juist geen stroom opleverde, omdat de verspreiding naar alle kanten even groot was. Dit gaat echter alleen op, zolang de ladingdragersconcentratie in het germaniumkristal overal even groot is. Bij concentratieverschillen is dit anders. Stel bijv., dat in een kristal op een gegeven moment een situatie aanwezig is, als schematisch is aangegeven in figuur 8.

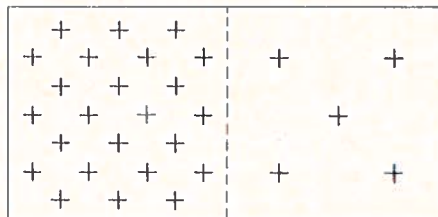


FIG 8

Door een of andere oorzaak heeft de linkerhelft een veel grotere gatenconcentratie dan de rechterhelft (de gaten zijn met $+$ -tekentjes aangegeven). De gaten bewegen zich kris kras door het kristal. Deze op zichzelf willekeurige bewegingen hebben tot resultaat, dat de stippellijn door meer gaten gepasseerd wordt, die van links naar rechts bewegen, dan in de tegengestelde richting; dit om de eenvoudige reden, dat links meer gaten zijn dan rechts. Bij de stippellijn vloeit dus een elektrische stroom. Als we ruimtelading-effecten buiten beschouwing laten, zal deze stroom pas nul zijn als de gatenconcentratie in beide helften even groot is.

Een op deze wijze ontstane elektrische stroom noemt men een *diffusie-stroom*. De werking van kristaldiodes en transistors berust voor een groot deel op deze diffusie-stromen.

2.8. Samenvatting.

a. In zuivere germanium- of siliciumkristallen komen twee soorten ladingdragers in gelijke hoeveelheden voor, de zgn. vrije elektronen en de gaten. Door de thermische energie worden ze voortdurend in paren uit de atoomverbindingen gevormd (generatie). Bij de ontmoeting van een paar verdwijnen ze weer (recombinatie). De bewegelijkheid van de gaten is vrijwel gelijk aan die van de vrije elektronen. Ook de ladingshoeveelheid is gelijk, maar van tegengesteld teken.

b. Bij hogere temperatuur nemen de aantallen vrije elektronen en gaten in zuivere germanium- of siliciumkristallen sterk toe. Daar de elektrische weerstand meer van de aantallen ladingdragers afhangt, dan van hun bewegelijkheid, neemt deze af bij toenemende temperatuur. Intrinsiek germanium en silicium hebben dus een negatieve temperatuurscoëfficiënt.

c. Door geschikte verontreinigingen kunnen de concentraties van de gaten en de vrije elektronen sterk verschillend gemaakt worden. Is de vrije elektronenconcentratie groter dan de gatenconcentratie, dan spreekt men van N-germanium (silicium). In het omgekeerde geval van P-germanium (silicium). De soort waar de meeste van aanwezig zijn noemt men de *meerderheidsladingdragers*, de andere de *minderheidsladingdragers*.

De verontreinigingsatomen, die extra vrije elektronen veroorzaken noemt men *donors* en die, welke extra gaten veroorzaken, *acceptors*. Donors bezitten een positieve en acceptors een negatieve lading. Ze kunnen zich niet bewegen.

d. In germanium- en siliciumkristallen komt een elektrisch stroom tot stand door een gerichte beweging van de gaten en de vrije elektronen. Hun beweging kan gericht worden door een elektrisch veld of door diffusie in een gebied met verschillen in de ladingdragersconcentratie.

3. De kristal-diode.

3.1. De P-N overgang.

Zolang de concentraties van de ladingdragers in een germanium- of siliciumkristal overal even groot is, zal — bij gelijke temperatuur — de stroom door het kristal lineair veranderen met de aan het kristal gelegde spanning, ook als de polariteit van de spanning wordt omgekeerd. Dit wordt anders bij ongelijke concentraties. Het verband kan dan zodanig niet-lineair worden, dat we van gelijkricht-effecten kunnen spreken. Hoe dit in z'n werk gaat zullen we trachten te verklaren aan de hand van figuur 9.

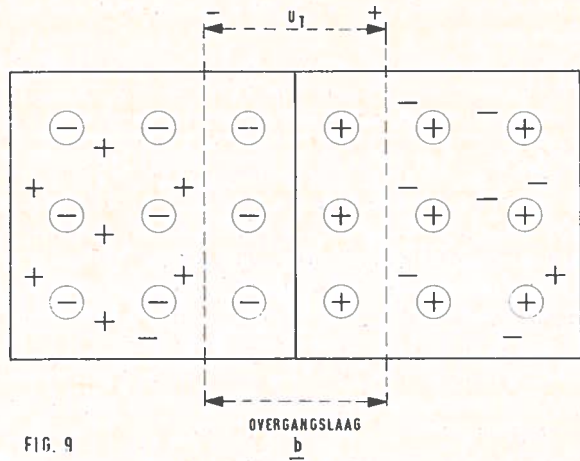
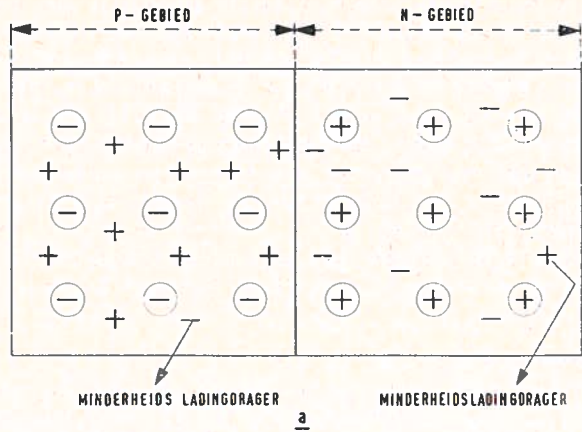


FIG. 9

Hierin wordt een stuk germanium verondersteld, waarvan één helft uit P-germanium en de andere helft uit N-germanium bestaat. In het midden is een abrupte overgang van een P- naar een N-gebied.

Figuur 9a geeft een schematische voorstelling van de verontreinigings- en ladingdragersconcentraties, voordat diffusieverschijnselen een kans hebben gehad. De gaten zijn voorgesteld door +-tekens en de vrije elektronen door --tekens, terwijl de donors en acceptors respectievelijk door omcirkelde +- en --tekens zijn aangegeven.

Zoals in de vorige paragrafen is aangetoond, kunnen de gaten in vrije elektronen vrij door het kristal bewegen, maar de donors en acceptors zijn aan

vaste plaatsen gebonden. Zolang de toestand van figuur 9a bestaat zijn het P- en N-gebied elk afzonderlijk elektrisch neutraal. De positieve lading van de gaten in het P-gebied wordt volledig gecompenseerd door de negatieve lading van de acceptors en de vrije elektronen.

In het N-gebied wordt de negatieve lading van de vrije elektronen gecompenseerd door de positieve lading van de donors en de gaten. De toestand van figuur 9a kan niet lang bestaan. Het grote concentratieverschil van de gaten en elektronen veroorzaakt diffusiestromen van gaten naar het N-gebied en vrije elektronen naar het N-gebied. Het gevolg is, dat het oorspronkelijke ladingevenwicht in de afzonderlijke P- en N-gebieden verstoord wordt. Door de verdwijnende gaten en de binnenkomende elektronen krijgt het P-gebied een overschot aan negatieve lading. De verdwijnende elektronen en binnenkomende gaten in het N-gebied veroorzaken daar juist een netto positieve lading. Door deze tegengestelde ladingen ontstaat in het overgangsgebied een elektrisch veld van zodanige richting, dat het de diffusiestromen gaat tegenwerken. De diffusie gaat zolang door tot het elektrisch veld sterk genoeg is om verplaatsingen te verhinderen. Er ontstaat zodoende een overgangsgebied, waarin vrijwel geen vrije ladingdragers meer voorkomen. Het bovenstaande kunnen we ook simpelweg zó stellen, dat enkele vrije elektronen uit het N-gebied naar het P-gebied gaan en daar recombineren met eenzelfde aantal gaten. Deze redenering leidt eveneens tot een overgangslaag waarin wel vaste, maar praktisch geen vrije beweegbare ladingdragers aanwezig zijn. De negatieve lading van de acceptors aan de rand van het P-gebied en de positieve ladingen van de donors aan de rand van het N-gebied, worden nu niet gecompenseerd. Het N-gebied krijgt hierdoor een positief potentieel ten opzichte van het P-gebied. Het gehele potentiaalverschil staat over een laag in het overgangsgebied ter dikte van ongeveer 1μ . Buiten deze laag is het kristal elektrisch neutraal gebleven. Het resultaat van één en ander vindt men schematisch weergegeven in figuur 9b.

De grootte van de spanning U_T hangt af van de verontreinigingsconcentraties van het P- en N-gebied en van de temperatuur.

Voor een verontreinigingsgraad van 10^{16} atomen per cm^3 in de beide gebieden en een temperatuur van 25°C , geeft R. B. Hurley aan in zijn eerder geciteerde boek, een waarde van $0,31 \text{ V}$ in het geval van een germanium-diode en van $0,70 \text{ V}$ in het geval van een silicium-diode.

De dikte van de overgangslaag is eveneens afhankelijk van de acceptor- en donorconcentraties. Voor het verkrijgen van het overgangspotentiaal is een bepaalde positieve en negatieve ruimtelading nodig. Bij kleinere verontreinigingsgraden moeten deze ladingen van verder van de scheidingslijn afgelegen ionen worden betrokken, dan bij grotere verontreinigingen.

Tot nu toe hebben we in onze beschouwing van de P—N-overgang alleen rekening gehouden met de diffusie van de aan weerszijden aanwezige meerderheidsladingdragers. Er zijn echter aan beide zijden ook nog enkele minderheidsladingdragers. Zodra deze, tengevolge van hun willekeurige warmtebewegingen, toevallig het overgangsgebied naderen, worden deze door het daar aanwezige elektrische veld, in plaats van gehinderd juist geholpen de overzijde te bereiken. Deze beweging van de minderheidsladingdragers zou de ruimteladingen verminderen, ware het niet, dat enkele van de meerderheidslading-

dragers voldoende energie hebben om de barrière-potentiaal te overwinnen. Deze bewegingen zijn zodanig met elkaar in evenwicht, dat de ruimteladingen een constante waarde behouden.

Resumerend kunnen we stellen, dat bij een abrupte P—N-overgang een laag ontstaat met relatief zeer weinig ladingdragers. De niet gecompenseerde ladingen van de acceptors en donors in deze laag maken het N-gebied positief ten opzichte van het P-gebied. De beweging van de minderheidsladingdragers wordt hierdoor niet gehinderd, maar van de meerderheidsladingdragers kunnen alleen degenen, die over een ver boven het gemiddelde uitliggende waarde van bewegingsenergie beschikken, de laag passeren.

Zonder een uitwendig aangelegde spanning zijn de aantallen passerende meerderheids- en minderheidsladingdragers aan elkaar gelijk, zodat de resulterende ladingverplaatsing juist nul is.

3.2. De gelijkrichtende werking van een PN-overgang.

Door het aanleggen van een uitwendige spanning kunnen we het van nature aanwezige potentiaalverschil aan de P—N-overgang vergroten; zie figuur 10.

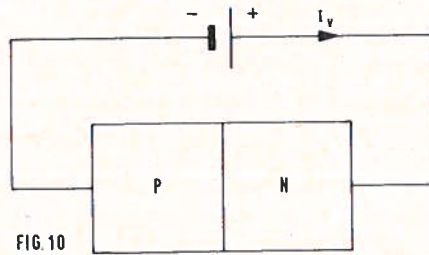


FIG 10

Reeds met kleine vergrotingen maken we het de meerderheidsladingdragers vrijwel onmogelijk de P—N-overgang te passeren. De ongehinderd passerende minderheidsladingdragers worden nu niet meer gecompenseerd. Er gaat een stroom vloeien, die we de *verzadigingslekstroom* I_v noemen. Daar de minderheidsladingdragers maar in geringe aantallen aanwezig zijn, blijft de waarde van I_v beperkt tot ongeveer $2 \mu\text{A}$ in het geval van een germaniumdiode en tot $0,01 \mu\text{A}$ — of nog minder — in het geval van een siliciumdiode. De lekstroom is in principe onafhankelijk van de aangelegde spanning, zolang deze althans een polariteit heeft als is aangegeven in figuur 10.

Het aantal minderheidsladingdragers neemt steeds toe bij stijgende temperatuur en daardoor ook I_v .

Praktisch kunnen we stellen, dat bij iedere 10°C temperatuurstijging I_v verdubbelt.

Is bijv. $I_v = 2 \mu\text{A}$ bij 20°C , dan is I_v bij:

30 °C :	4 μA ,
40 °C :	8 μA ,
50 °C :	16 μA ,
60 °C :	32 μA .

Keren we de batterijspanning om, dan verandert de situatie aanmerkelijk.

De oorspronkelijke barrière-potentiaal U_T wordt nu kleiner en daardoor

behoeven de meerderheidsladingdragers over minder bewegingsenergie te beschikken om de P—N-overgang te passeren. Zoals het aantal meerderheidsladingdragers met voldoende bewegingsenergie om een vergrote U_T te overwinnen sterk afnam, zo neemt het aantal bij een verkleinde waarde van U_T zeer sterk toe. Reeds bij een verlaging met 0,1 V wordt het aantal passerende meerderheidsladingdragers vele malen groter dan het aantal minderheidsladingdragers. Er gaat een stroom vloeien, omgekeerd aan de lekstroom I_V en vele malen groter dan I_V . Deze stroom noemen we de *doorlaatstroom* I_D . De grootte van I_D is niet evenredig met de grootte van de uitwendig aangelegde spanning U_D .

Enkele praktische waarden voor een germanium-diode zijn:

$$U_D = 0,2 \text{ V} : I_D = 0,1 \text{ mA},$$

$$U_D = 1,0 \text{ V} : I_D = 10 \text{ mA},$$

$$U_D = 2,0 \text{ V} : I_D = 30 \text{ mA}.$$

Als we een uitwendige spanning van 2,0 V in de doorlaatrichting aanleggen, betekent dit niet, dat de oorspronkelijke spanning U_T aan de overgangslaag van 0,31 V, van teken wisselt. Door de ohmse weerstand van het P- en N-gebied verliezen we in deze gebieden een groot deel van de aangelegde spanning, zodat de tegen U_T in staande spanning altijd nog kleiner is dan U_T . De meerderheidsladingdragers moeten het overgangspotentiaal dus altijd nog met hun bewegingsenergie overwinnen.

Uit het voorgaande blijkt, dat een P—N-overgang zich gedraagt als een diode. Leggen we een keerspanning aan, d.w.z. een spanning met een polariteit als in figuur 10, dan vloeit slechts een kleine lekstroom en bij omdraaiing van de polariteit krijgen we bij betrekkelijk kleine spanningen reeds aanzienlijke stromen. Van deze eigenschap kunnen we een dankbaar gebruik maken in de elektronische schakeltechniek. Vooral ook, omdat een dergelijke diode in kleine afmetingen en goedkoop te fabriceren is. In een volgend artikel zullen we de karakteristieken van germanium- en silicium-diodes nog wat nader bezien.

(wordt vervolgd)

Rectificatie.

In dit artikel komen enkele foutjes voor in het gedeelte, dat in het januarinumnummer is geplaatst.

Deze zijn:

1. Op blz. 7, 6e regel van boven staat: **belastingen**; dit moet zijn **botsingen**.

2. Op blz. 9, 6e regel van boven staat:

werkelijke; dit moet zijn: **soortelijke**.

3. In de 7e en 8e regel staat: **ohm/m**; dit moet zijn: **ohm m**.

4. Op blz. 10 staat in de 3e en 4e regel van onderen: **De in de minderheid enz.**; dit moet zijn: **De in de meerderheid enz.**

De Redactie.

VEV-examens in 1962

63-014

door L. de Klerk ing.

In de eerste week van januari 1963 is het verslag van de in het jaar 1962 gehouden VEV-examens verschenen.

Het bevat zeer veel interessante en wetenswaardige gegevens over de 19 soorten examens die gehouden zijn.

Er zijn in totaal 10.012 kandidaten onderzocht, waarvan 5345 slaagden of te wel 53.4 procent.

De examens waarbij PTT-ers betrokken waren, zijn de examens voor:

Adspirant VEV-cursist A (afgekort AVC-A)

Adspirant VEV-cursist B („ AVC-B)

Zwakstroomhulpmonteur („ ZHM)

Zwakstroommonteur („ ZM)

Het lijkt me nuttig en dienstig enige gegevens over deze examens te vermelden, opdat toekomstige kandidaten bekend zijn met de zwakke plekken, teneinde er rekening mede te houden bij hun studie.

In het algemeen overzicht staat vermeld:

Examens:	AVC-A	AVC-B	ZHM	ZM
aantal deelnemers:	323	5006	96	390
aantal geslaagden:	173	2570	84	255
percentage geslaagden:	53.6	51.1	87.5	65.4

Aannemende, dat zulks dit jaar ook weer het geval zal zijn, wordt medegedeeld, dat de examens in de daarachter vermelde tijdvakken zijn gehouden.

AVC-A en -B eind maart (2728 kandidaten)

AVC-B eind juni (2601 kandidaten)

In maart worden de kandidaten van de VEV-cursussen en extraneï onderzocht, in juni leerlingen van de hoogste klas van de 4-jarige technische scholen, die voor het einde van het schooljaar examen voor het technische-schooldiploma zullen doen, en leerlingen, opgenomen in het VEV-leerlingstelsel, die door hun werkgever in de gelegenheid zijn gesteld het verplicht aanvullend theoretisch onderwijs één dag per week aan een technische school te volgen.

Van deze groep van het leerlingstelsel waren 176 kandidaten in dienst van PTT.

ZHM eind april

ZM schriftelijk gedeelte eerste helft van mei

mondeling/praktijk gedeelte eind juni en juli.

AVC A

Het examen ter verkrijging van het A-diploma omvat de onderdelen Nederlandse taal (NT), Elementaire wiskunde (EW) en Electriciteitsleer (EL).

Het examen wordt uitsluitend schriftelijk afgenomen.

Om het A-diploma te verwerven moeten voor de 3 examenonderdelen tezamen tenminste 17 punten worden behaald met dien verstande, dat de som van de cijfers van EW en EL tenminste 11 moet bedragen.

Niet meer dan één der voor EW en EL behaalde cijfers mag lager zijn dan 6.
Aantal kandidaten: 323. Geslaagd 173 of 53.6 procent.

	<u>Aantal kandidaten met cijfer 5 of lager voor:</u>	<u>Gemiddelde van de behaalde cijfers voor:</u>
NT	123	5.8
EW	122	6.-
EL	162	5.1

AVC-B.

Het examen ter verkrijging van het B-diploma omvat de vakken NT, EW, EL en Technische Hulpvakken (HV). Eveneens uitsluitend schriftelijk examen.

Ter verkrijging van het diploma moeten voor de 4 vakken tenminste 23 punten worden behaald, met dien verstande, dat de som voor EW, EL en HV tenminste 17 moet bedragen. Niet meer dan één der voor EW, EL en HV behaalde eindcijfers mag lager zijn dan 6.

Tot EW worden gerekend: rekenen, algebra, meetkunde, enige kennis van goniometrie, grafische voorstellingen.

Onder HV vallen: enige kennis van werktuigkunde, van natuurkunde en van scheikunde.

Groep maart.

Aantal kandidaten 2405, waarvan 1137 slaagden, dat is 47.3 procent.

	<u>Aantal kandidaten met cijfer 5 of lager voor:</u>	<u>Gemiddelde van de behaalde cijfers voor:</u>
NT	1000	5.6
EW	634	6.5
EL	988	5.5
HV	1701	4.2

Groep juni. Voor leerlingen van een 4-jarige LTS.

Aantal kandidaten 1873, geslaagd 1043, dat is 55.7 procent.

	<u>Aantal kandidaten met cijfer 5 of lager voor:</u>	<u>Gemiddelde van de behaalde cijfers voor:</u>
NT	499	6.1
EW	508	6.3
EL	989	5.0
HV	929	5.2

Groep juni. Voor leerlingen opgenomen in het VEV-leerlingstelsel.

Aantal kandidaten 728, geslaagd 392, dat is 53.8 procent.

	<u>Aantal kandidaten met cijfer 5 of lager voor:</u>	<u>Gemiddelde van de behaalde cijfers voor:</u>
NT	175	6.2
EW	204	6.2
EL	394	4.9
HV	396	5.0

ZHM.

Het examen wordt uitsluitend praktisch afgenomen. De voorwaarden voor toelating zijn:

- a. praktisch werkzaam zijn in een elektrotechnisch vak of in een van de andere metaalvakken met tenminste 2 jaar praktijk.
- b. bezit van het B-diploma AVC of één der vrijstellingen, die voorkomen in een 21 punten bevattende lijst van vrijstellingen, welke goedgekeurd en vastgesteld is door de VEV. De voornaamste hiervan zijn: A-diploma AVC, diploma VEV-leerlingstelsel, bewijs van geslaagd zijn voor het toelatingsexamen voor een van Rijkswegen gesubsidieerde H.T.S., idem voor toelating tot een van Rijkswegen gesubsidieerde opleidingscursus voor NO-akten, eindgetuigschrift van de vervolgcursus voor de elektrotechniek van de Bijzondere Avondnijverheidsschool Mathesis Scientiarum Genitrix te Leiden (MSG), diploma ULO-B, diploma HBS-3, NO-akte NV, NO-akte Mh, diploma Radiotechnikus van de Nederlandse Vereniging voor Radiotelegrafie of van het Nederlands Radiogenootschap (NRG).

Het examen omvat de onderdelen:

Materiaalbewerken (PM)

Kabelbewerken (PK)

Verwerken van binnenleidingen voor zwakstroominstallaties (PL)

Lezen en tekenen van schema's voor eenvoudige zwakstroominstallaties (PI).

Om te slagen moet de kandidaat voor de eindcijfers voor de vier examenonderdelen tezamen tenminste 24 punten behalen. Niet meer dan één der vier behaalde eindcijfers mag lager zijn dan 5.

Aantal kandidaten 96, geslaagd 84, dat is 87.5 procent.

	<u>Aantal kandidaten met cijfer 5 of lager voor:</u>	<u>Gemiddelde van de behaalde cijfers voor:</u>
PM	9	6.9
PK	9	6.7
PL	26	6.1
PI	22	6.8

ZM.

Het examen wordt in twee gedeelten afgenomen en wel een schriftelijk en, afhankelijk van het resultaat hiervan, enige tijd daarna een eventueel aanvullend mondeling en een praktisch gedeelte.

De voorwaarden van toelating zijn:

- a. bezit van het VEV-diploma ZHM of van het diploma van het VEV-leerlingstelsel in de praktijk van de Telecommunicatietechniek, afdeling Telegrafie en Telefonie;
- b. diploma AVC-B of een getuigschrift, vermeld in de goedgekeurde lijst van vrijstellingen voor dit onderdeel.

Als vrijstelling geldt voor het diploma ZHM het diploma leerlingstelsel Telecommunicatietechniek tezamen met het diploma AVC-B, voorts een diploma of een getuigschrift dat, in overeenstemming met het Ministerie van Onderwijs,

Kunsten en Wetenschappen, door het dagelijks bestuur der VEV gelijkwaardig wordt geacht.

Het examen omvat de vakken Theorie schriftelijk (Ths) en mondeling (Thm) en Praktijk, hetwelk onderverdeeld wordt in Praktijk signaalapparaten en -schakelingen (PS) en Praktijk telefoonapparaten en -schakelingen (PT).

De duur van de examenvakken is Ths 3 uur, Thm een half uur, PS drie kwartier en PT eveneens drie kwartier.

Kandidaten met een 4 of minder voor Ths zijn afgewezen. Ze mogen niet deelnemen aan het verdere deel van het examen.

Kandidaten die voor Ths 7 of meer hebben behaald, zijn vrijgesteld van Thm. Als het mondeling gedeelte voor theorie afgelegd moet worden, wordt het eindcijfer voor theorie bepaald door het gemiddelde van Ths en Thm. Het eindcijfer voor Praktijk is het gemiddelde van de voor PS en Pt behaalde cijfers.

Om te slagen voor het examen moeten de eindcijfers voor Th en Pr tezamen tenminste 12 punten zijn. Het eindcijfer voor Th moet tenminste 5 zijn, dat voor Pr tenminste 6.

Afgewezen kandidaten, die voor Ths 7 of meer behaalden, behoeven bij deelneming aan het eerstvolgende examen voor ZM geen examen af te leggen voor het vak Th.

ZM schriftelijk gedeelte.

Aantal kandidaten 386, afgewezen 58, geslaagd met cijfer 7 - 10 voor Ths 104, geslaagd met cijfer $4\frac{1}{2}$ - $6\frac{1}{2}$ voor Ths 224. Deze laatsten hebben dus ook Thm afgelegd.

Geslaagd 85 procent, gemiddeld cijfer voor Ths 5.8.

ZM mondeling/praktijkgedeelte.

Aantal kandidaten 329, geslaagd 255 of 65.4 procent.

In totaal waren 390 kandidaten ingeschreven, nl. 329, 3 niet opgekomen en 58 voor Ths afgewezen; dit ter verklaring van de 65.4 procent geslaagden.

	Aantal kandidaten met cijfer 5 of lager voor:	Gemiddelde van de behaalde cijfers voor:
Thm	48	6.1
PS	54	6.8
PT	77	6.3

Op grond van hun onvoldoende eindcijfers voor PS en PT werden 9 kandidaten afgewezen, hoewel zij cijfers 7 - 10 voor Th behaalden.

De examens worden bevolkt door de groepen kandidaten die onderscheiden worden in:

- cursisten die met toestemming van de cursusleiders werden toegelaten;
- cursisten zonder die toestemming;
- extraneï, dus kandidaten die zich op eigen gelegenheid of zonder officiële VEV-cursus hebben voorbereid.

Zonder cijfers te noemen blijkt uit het verslag wel, dat de gemiddelden van de behaalde cijfers van categorie a het gunstigst waren. Behalve bij het examen

ZM waren de gemiddelden van de cijfers bij de overige hier besproken examens het laagst voor groep b.

De percentages geslaagden voor deze rubrieken a, b en c waren:

groep	a	b	c	(a+b+c)
ex AVC-A	55.8	41.0	54.0	53.6
ex AVC-B (maart)	54.7	29.—	37.7	47.3
ex AVC-B (juni)	62.2	24.2	46.9	55.7
ex ZHM	91.1	100	83.7	87.5
ex ZM	75.7	50.0	29.0	65.4

Bij aandachtige bestudering van het verslag mag naar mijn mening geconcludeerd worden, dat de percentages van de aantallen geslaagden niet hoog zijn, hetgeen een stimulans moge zijn voor de heren cursusleiders en een prikkel voor de individuele prestaties van de cursisten.



Dit is onze nieuwe collega!

Op bepaalde ogenblikken zal hij ons waarschuwen dat wij onveilig zijn... zal hij onveilige situaties aangeven... zal hij ons vertellen dat we te grote risico's nemen.

Een nieuwe collega dus die van mens tot mens met ons wil spreken.

Hij heet...

...en daar staan wij dan. WANT ZIJN NAAM IS NOG NIET BEKEND.

Die naam kunt u zelf kiezen. De naam zou eigenlijk op een of andere manier in verband moeten staan met het bekende embleem: V; dat wil zeggen: „Punt één: veiligheid”.

ZOEK DUS EEN NAAM VOOR DEZE COLLEGA EN ZENDT DEZE OP.

Inzendingen — voor 15 april a.s. — aan het Veiligheidsinstituut, Hobbemastraat 22, Amsterdam-Z.

Op de met 12 cents gefrankeerde envelop vermelden: „Wie weet mijn naam?”.

In de envelop alleen 'n briefje waarop één voorgestelde naam van het figuur, plus naam en adres van de inzender.

Iedereen kan meedoen.

De winnende inzending wordt gehonoreerd met f 100.—.

De uitslag wordt tijdens de Bedrijfsveiligheidsbeurs, die van 22 tot en met 26 april a.s. in de Apollohal te Amsterdam wordt gehouden, bekend gemaakt.