



15 AUGUSTUS 1969

De eerste elektronische telefooncentrale in Nederland

53-69

(Vervolg van blz. 149)

Samengesteld door C. L. Quint

2. Functionele indeling, werking en kenmerken van de proefcentrale

Functionele indeling

Het ETS 3 systeem is een elektronisch systeem waarbij alle logische functies geconcentreerd zijn in een centrale besturing. Het systeem kan daarom gedacht worden in twee delen, waarvan het ene deel de functie heeft van:

1. het doorschakelen van verbindingen tussen abonnees onderling en tussen abonnees en inkomende en uitgaande lijnen;
2. het verzorgen van de transmissie van spraak en andere signalen over deze verbindingen, terwijl het andere deel de functie heeft van:
 - a. het besturen van het tot stand komen van de verbindingen;
 - b. het bewaken van de verbindingen;
 - c. het afbreken van de verbindingen.

Het eerstgenoemde deel bestaat uit het schakelwerk voor de spreekwegen of kortweg spreekwegennet, SN, waarop enerzijds zijn aangesloten de abonneestroomlopen AS, en anderzijds de ingangen en uitgangen van de verbindingstroomlopen voor intern verkeer VS, de inkomende overdragers IO, de uitgaande overdragers UO en de kiesinformatie-ontvangers voor kiesimpulsen KO en druktoetskeuze DO (zie fig. 1).

De genoemde kiesinformatie-ontvangers dienen uitsluitend voor ontvangst van de kiesinformatie van de abonnees aangesloten op de eigen centrale. De kiesinformatie binnenkomend van de inkomende lijnen wordt ontvangen in de cijferontvangers CO, welke tijdens de verbindingsopbouw aan de IO gekoppeld worden. Voor het uitzenden van kiesinformatie via de uitgaande lijnen wordt een cijferzender CZ gekoppeld aan de UO. Na het tot stand komen van de verbinding wordt deze koppeling verbroken.

KO, DO, CO en CZ hebben geen registratie- of analysefuncties. Deze functies betreffende de verwerking van de kiesinformatie zijn geconcentreerd in de besturing.

Terwijl de overige genoemde organen geheel elektronisch zijn, bestaan IO, UO, CO en CZ uit een elektronisch deel samenwerkend met de besturing van de centrale en in het geval van IO en UO aangesloten op het elektronische spreekwegennet en een deel opgebouwd uit relais voor aanpassing aan de bestaande elektromechanische systemen. De koppeling tussen IO en CO en die tussen UO en CZ zijn eveneens met relais uitgevoerd, daar dit vanwege de signalering naar de bestaande systemen noodzakelijk bleek te zijn.

De besturing bestaat uit een aantal subsystemen elk met een eigen functie.

Deze subsystemen zijn alle geheel elektronisch. De schalmtest en de markeerschakeling ST/MS verzorgen de besturing van het spreekwegennet en kunnen daartoe de toestand ervan onderzoeken op de mogelijkheden om verbindingen op te bouwen, om deze opbouw vervolgens tot stand te brengen door het aanschakelen van markeerspanning.

De verbindingbewaker VB bewaakt de schakeltoestand van de verbindingen-

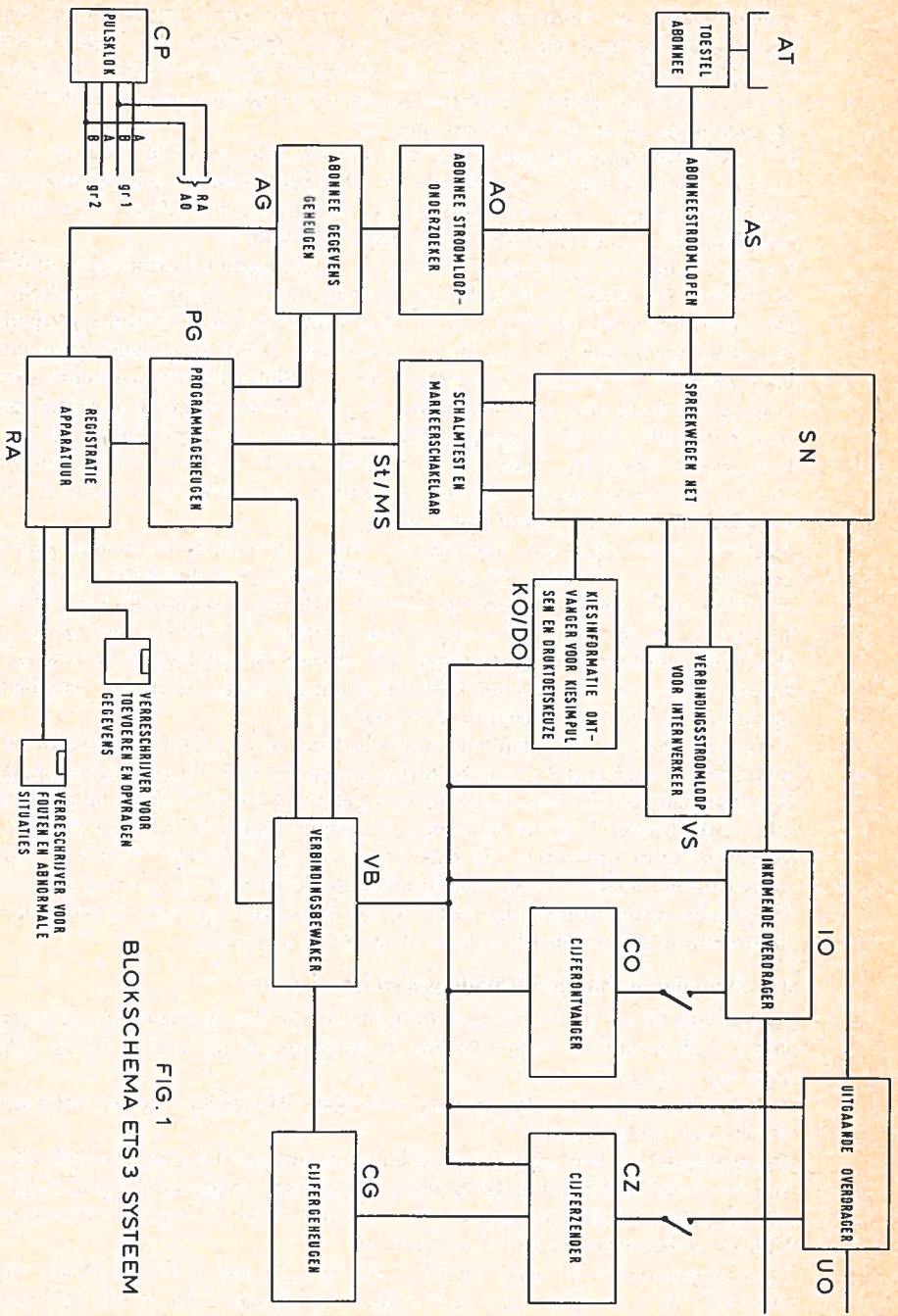


FIG. 1
 BLOKSCHEMA ETS 3 SYSTEEM

VERRECHRIJVER VOOR
 TOEVOEGEN EN OPVAGEN
 GEDEGENS

VERRECHRIJVER VOOR
 FOUTEN EN ABNORMALE
 SITUATIES

organen en kiesinformatie-ontvangers en zenders door deze voortdurend te testen, waarna de verkregen informatie verwerkt wordt en zo nodig nieuwe besturingsopdrachten naar deze organen worden gezonden. Voor het registreren van cijfers welke via de uitgaande lijn moeten worden uitgezonden, het besturen van het uitzenden en het interpreteren van retoursignalen beschikt het VB over een nevenorgaan nl. het cijfergeheugen CG.

In het abonneegegevensgeheugen AG worden alle voor de werking van de centrale noodzakelijke gegevens van de abonnees bewaard, samen met de gesprekkentellerstand voor de abonnees. Verder verzorgt het AG alle routines voor het onderzoek van de abonnees en de gesprekkentelling.

De uitvoering van de logische functies in de genoemde besturings subsystemen wordt bewerkstelligd door onderling door bedrading gekoppelde schakelingen. De onderlinge samenwerking van de subsystemen wordt gecoördineerd door het programmeergeheugen PG, aan de hand van een daarin opgeslagen programma. De genoemde groep besturings subsystemen is verdubbeld. Een van beide groepen verzorgt de besturing van de centrale, terwijl de andere groep normaal gereed staat het werk van de eerstgenoemde groep over te nemen, indien daarin een fout mocht optreden. Teneinde de tweede groep ook in bedrijfsconditie te kunnen controleren wordt eens per etmaal op een verkeerloos moment omgeschakeld op de andere besturingsgroep.

Voor het onderzoek van de abonneestroomlopen hebben beide abonneegegevensgeheugens AG toegang tot de abonneestroomloopponderzoekers AO welke voortdurend de abonneestroomlopen aftasten. In de centrales zijn twee abonneestroomloopponderzoekers aanwezig, op elk waarvan de helft van het totale aantal abonneestroomlopen is aangesloten. De abonneestroomloopponderzoekers zijn zo eenvoudig, dat het niet noodzakelijk is om de mogelijkheid tot omschakelen op een reserve in het systeem in te voeren.

Voor het invoeren van gegevens en opdrachten in de besturingsgroepen en het uitvoeren van gegevens uit de besturingsgroepen, dient de registratieapparatuur RA, waaraan een tweetal verreschrijvers gekoppeld wordt. Door middel van de ene verreschrijver kan het onderhoudspersoneel gegevens aan het systeem toevoren of eruit opvragen. De aansluiting van deze verreschrijver kan worden omgeschakeld naar een telegraaflijn teneinde de centrale op afstand te besturen. De tweede verreschrijver dient voor het uittypen van gegevens betreffende door de besturing geconstateerde fouten of abnormale situaties.

3. De opbouw van de verbindingen in de centrale

De samenwerking en de functie van de delen van het systeem kunnen verder in korte trekken worden toegelicht met de werking van de centrale bij de opbouw van verbindingen.

Oproep: Oproepen worden gedetecteerd door AO gedurende het aftasten van de abonneestroomlopen.

De AO geeft de plaats van de oproepende aansluiting door aan het AG. Het AG van de werkende besturingsgroep neemt de oproep in behandeling en zorgt voor de vertaling van het plaatsnummer in het telefoon(boek)nummer, terwijl tevens de abonneekenmerken worden onderzocht.

Deze gegevens worden naar het PG gezonden, die bij de VB de plaats van een vrije KO of DO opvraagt. De ST/MS krijgt hierna van de PG opdracht de

beschikbare wegen van KO resp. DO naar de abonneestroomloop te testen en een vrije weg te kiezen.

Vervolgens geeft de PG aan de VB opdracht de KO of DO in de markeertoestand te brengen. De VB voert deze opdracht uit door de schalmschakelaar in de KO resp. DO door middel van besturingsimpulsen te sluiten, waarna de PG aan de ST/MS de opdracht geeft de gekozen weg te markeren, waardoor de verbinding tot stand komt.

Daarna geeft de PG aan de VB de opdracht de KO of DO opnieuw te adresseren met de opdracht de kiestoonschakelaar te sluiten. De abonnee kan nu kiezen en de KO of DO geeft de ontvangen signalen naar de VB door op het moment van aftasten.

4. Uitgaande verbinding

Kiest de abonnee een uitgaande verbinding dan start de VB zodra dit vaststaat, een programma voor opbouw van een uitgaande verbinding. De verbinding met de KO resp. DO wordt afgebroken ten gevolge van de opdracht van de VB aan de ontvanger om de schalmschakelaar te openen.

De PG vraagt bij de VB dan de plaats van een vrije en met een CZ gekoppelde UO en verder bij de AG opnieuw de gegevens van de abonnee. De PG laat dan de beschikbare wegen van UO naar de abonneestroomloop door de ST/MS testen en brengt de verbinding op gelijke wijze, als boven voor de KO en DO beschreven is, tot stand.

Door het toekennen van een hoge prioriteit aan dit programma kan deze omschakeling van KO of DO naar UO met CZ in de kiespauze tot stand komen. De CZ neemt de taak van KO of DO over, ontvangt de volgende cijfers en geeft de kiessignalen op het moment van aftasten door aan de VB. De VB zendt alle cijfers, welke moeten worden uitgezonden, naar de CG. De CG bestuurt de CZ voor het uitzenden van de cijfers en geeft het afschakelcommando naar de CZ als het uitzenden voltooid is. De VB bewaakt de verbinding verder. Voor het registreren van de telimpulsen voor kostenbepaling start de VB telkens een PG programma.

De PG geeft opdracht aan de AG om een impuls bij de voor de oproeper geregistreerde gesprekkentellerstand op te tellen. De verbinding wordt aan het einde van het gesprek afgebroken door de opdracht van de VB aan het verbindingsoorgaan om de schalmschakelaar te openen.

5. Interne verbinding

Kiest de abonnee een nummer van een op de proefcentrale aangesloten abonnee, dan start de VB nadat de cijfers ontvangen zijn, een PG programma voor opbouw van een interne verbinding, terwijl de verbinding met KO of DO verbroken wordt door de schalmschakelaar hiervan te openen.

De PG vraagt bij de VB dan de plaats van een vrije VS en verder bij de AG opnieuw de gegevens van de oproeper. Vervolgens geeft de PG de nodige opdrachten om de verbinding van de VS naar de oproeper tot stand te brengen en hierna vraagt de PG bij de VB het gekozen abonneenummer. Hierop volgt de opdracht van het PG aan het AG om de abonneeaansluiting te testen.

De AG bepaalt de plaats van de abonneeaansluiting en de kenmerken en stelt de AO in. Van de AO ontvangt de AG het resultaat van de test en de AG zendt

daarop alle gegevens naar de PG. Indien de abonnee vrij was geeft de PG de opdrachten, nodig om de verbinding op te bouwen. Zodra de verbinding tot stand gekomen is, krijgt de VB van de PG de opdracht de VS in beltoestand te brengen.

De VB bewaakt verder de verbinding, zoals dat met de uitgaande verbinding het geval is.

6. Inkomende verbinding

Bij de inkomende verbinding wordt de kiesinformatie via de CO, die met de IO gekoppeld is, ontvangen en bij het aftasten aan de VB overgedragen.

Nadat het abonneenummer ontvangen is, wordt de verbinding op dezelfde wijze opgebouwd als dat het geval was met een verbinding van VS naar de opgeroepene. De koppeling van de IO en de CO wordt daarbij onder besturing van de VB verbroken.

7. Kenmerkende eigenschappen van de proefcentrales

7.1. Schakelnetwerk voor spreekwegen

1. Geheel elektronisch space-division system.
2. Enkeldraads transmissieweg via 4 PNP schakeltrappen.
3. Galvanische scheiding van het schakelnetwerk en de lijnen en aanpassing door transformatoren.
4. Snelheid van verbindingsofbouw 600 μsec
Snelheid van verbindingsofbraak 300 μsec

7.2. Besturing

1. Verdubbelde centrale besturing voor opbouw en bewaking van verbindingen met automatische omschakeling.
2. Toepassing van ferriet kernegeheugens en ringversterkers in de besturing.
3. Coördinatie van systeemfuncties door een in geheugen vastgesteld programma.
4. Bepaling van beschikbare verbindingsmogelijkheden door test van de respectievelijke organen en verbindingswegen.

7.3. Aansluitingen

1. Aantal aansluitingen: max. 1000 genummerde en max. 152 niet-genummerde lijnen met een gemiddelde verkeerssterkte van 0,08 erlang.
Max. 24 interne verbindingscircuits.
Max. 48 uitgaande lijnen en 48 inkomende lijnen.
Opmerking. Deze gegevens hebben betrekking op de proefcentrale; het systeem kan geschikt gemaakt worden voor een groter aantal aansluitingen.
2. Geschikt voor het aansluiten van abonneetoestellen met kiesschijf met een snelheid van 8-22 impulsen per sec. of druktoetskeuze met toonfrequentie-signalen en gelijkstroom beveiligingscriterium.
3. Toepassing van een tweetonig belsegnaal; 900/1100 Hz afwisselend.
4. Toepassing van overdragers voor abonneelijnen met 25 Hz belsegnaal en/of polariteitskruising.
5. Aansluiting van gesprekkentellers werkend met 12 Hz signaal mogelijk op alle lijnen.

De huistelefoonautomaat type UH 30-45

(Vervolg van blz. 202)

54-69

W. F. H. van Damme

5.4 Telschakelingen

- 5.4.1 Algemeen.
- 5.4.2 De telschakeling van het register.
- 5.4.3 De telschakeling van het bedieningsregister.
- 5.4.4 De interlokale verkeersbeperker.
- 5.4.5 De test- en signaalverdeler.

5.4.1 Algemeen

Een telschakeling kan gebruikt worden om, zoals de naam reeds zegt, een aantal commando's te tellen.

Is een telschakeling uitgevoerd met relais, dan spreekt men van een relais-telschakeling.

Relaistelschakelingen komen in verschillende uitvoeringen voor:

- a. Een telschakeling welke door één contact wordt gestuurd en een reeks van toestanden in steeds dezelfde volgorde doorloopt.

7.4 Operationele mogelijkheden

- 1. Spreiding van meervoudige aansluitingen over een gehele groep van 1000 aansluitingen.
- 2. Wijzigen van abonneekenmerken door middel van naar de besturing gezonden berichten eventueel via een telegraaflijn.
- 3. Opvragen van resultaten van gesprekkentelling op afstand door middel van naar de besturing gezonden berichten.
- 4. Opvragen van resultaten van verkeersmetingen op afstand.

7.5 Controle en alarmering

- 1. Controle op het tot stand komen van verbindingen door de centrale besturing.
- 2. Afdrukken van gegevens betreffende fouten van de besturing en door de besturing geconstateerde abnormale toestanden waaronder ook blokkeringen.
- 3. Alarmering van abonneekabels door middel van controle op de aderparen in de kabel.
- 4. Controle op de toestand van abonneelijnen als de abonnee niet in gesprek is.

7.6 Transmissie gegevens

	demping inkomende en uitgaande lijnen	demping interne ver- bindingen (ab-ab)	overspreekdemping
300 Hz	2,6 dB	3,7 dB	73 dB
800 Hz	1,7 dB	2,4 dB	80 dB
2000 Hz	1,5 dB	2,2 dB	76 dB
4000 Hz	1,7 dB	2,5 dB	73 dB

(wordt vervolgd)

Dit type telschakeling kent 2 varianten, nl.:

1. een lopende telschakeling waarvan het maximum aantal mogelijke commando's bekend is.
Een dergelijke telschakeling loopt dus nooit verder dan zijn eindstand. Voorbeelden van een dergelijke telschakeling zijn:
De telschakeling in het register voor het tellen van het aantal impulsen van een impulsserie.
De interlokale verkeersbepijker voor het tellen van het aantal impulsseries;
 2. een rondlopende telschakeling waarvan het mogelijke aantal commando's niet aan een maximum gebonden is.
Na het bereiken van de eindstand begint de telschakeling van voren af aan.
Een voorbeeld van een dergelijke schakeling is de test- en signaalverdelerschakeling in het signaalorgaan.
- b. Een telschakeling welke door meerdere contacten wordt gestuurd en die, afhankelijk van de contacten die op een bepaald moment worden gesloten, direct in de betreffende toestand wordt gebracht.
Een voorbeeld van een dergelijke schakeling is de telschakeling voor druktoetskiezen in het bedieningsregister.

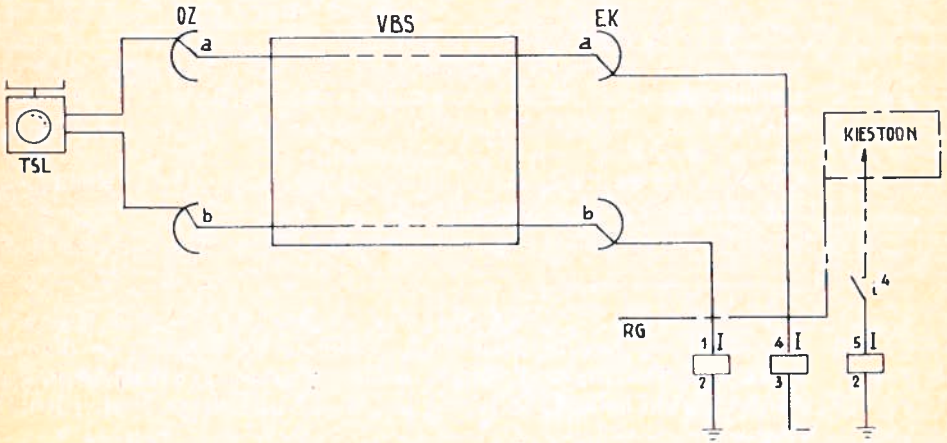


FIG. 40

5.4.2 De telschakeling van het register

De telschakeling in het register dient voor het tellen van het aantal impulsen van een impulsserie.

De telschakeling wordt in dit geval gestuurd door een contact van een relais (impulsrelais), dat reageert op de impulsen van de kielesschijf van een telefoon-toestel.

De impulsseries bestaan in dit geval uit maximaal 10 impulsen.

De telschakeling moet dus minstens 11 toestanden bezitten om onderscheid te maken tussen:

ruststand – 1 impuls geteld – 2 impulsen geteld enz.

Wanneer de oproeper verbonden is met een register, is in dit register het impulsrelais I bekrachtigd via de a-b-lus en het toestel van de oproeper (zie fig. 10).

De oproeper ontvangt kiestoon, doordat de toonwikkeling van relais I wikkeling 2-5 kiestoon in de verbinding induceert.

In de telschakeling van het register (zie fig. 11) worden de toestandsveranderingen geregistreerd welke het gevolg zijn van de onderbrekingen van de a-b-lus, ontstaan door het kiezen van het gewenste nummer.

Voor het opnemen van de kiesimpulsen zijn 4 relais nodig (max. $2^4 = 16$ toestanden) om de 11 voorkomende toestanden vast te leggen.

Deze relais, gemerkt A, B, C en D, vormen een zgn. binaire telschakeling, d.w.z. dat aan de relais waarden kunnen worden toegekend volgens het tweetallige (binaire) stelsel, nl.:

$$A = 2^0 = 1$$

$$B = 2^1 = 2$$

$$C = 2^2 = 4$$

$$D = 2^3 = 8$$

De gekozen cijfers worden dus in de volgende code in de telschakeling opgenomen.

cijfer	8	4	2	1
	D	C	B	A
rust	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
0	1	0	1	0

Het gekozen cijfer (aantal impulsen) kan herleid worden door sommatie van de waarde der opgekomen relais.

Deze telschakeling is een zgn. halveringsschakeling, d.w.z. dat de telrelais A, B, C en D de frequentie van hun stuurcontact halveren.

Dit is ook af te leiden uit het bovenstaande code-overzicht.

Het kiezen van het eerste cijfer (tiental)

Begin eerste impuls

Bij het opkomen van relais I (zie fig. 10) is door contact i 1 condensator 5 C 1 geladen (zie fig. 11).

Bij het begin van de eerste impuls valt relais I af.

Contact i 2 heft de kortsluiting op, waardoor relais V opkomt (zie fig. 11).

Relais V (impuls-overbruggingsrelais) is impulstraag, d.w.z. dat het gedurende de gehele impulsserie op blijft, tengevolge van de periodieke kortsluiting door

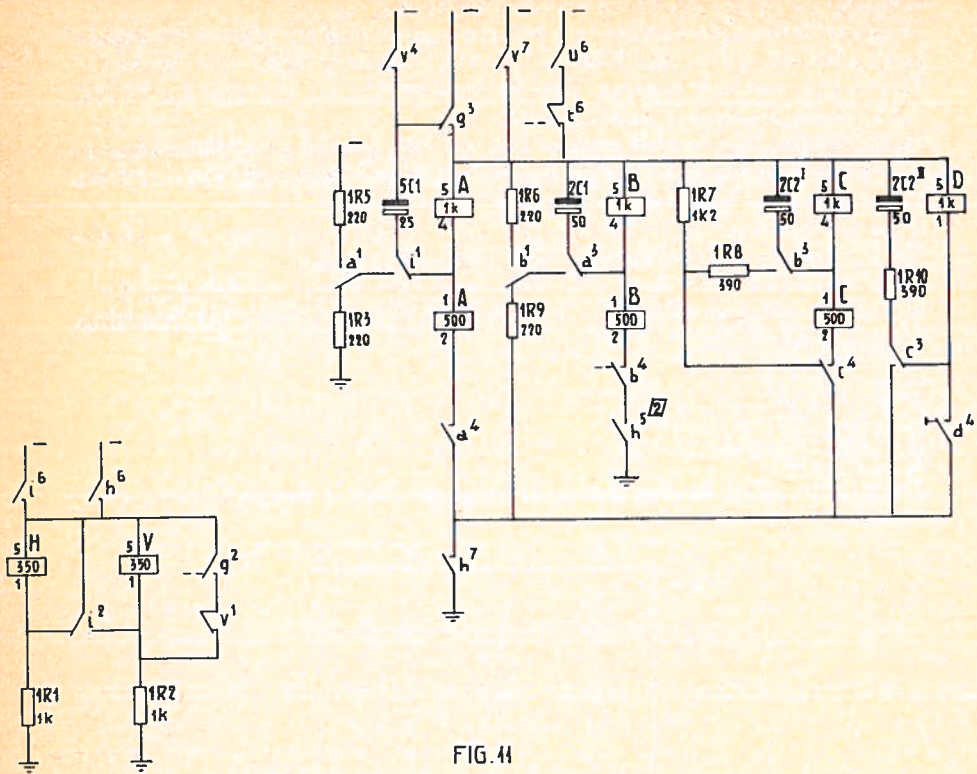


FIG. 11

contact i 2 tijdens het impulseren.

De geladen condensator 5 C 1 is door de contacten i 1 en v 7 over de wikkeling A 4-5 geschakeld.

De ontladestroom bekrachtigt het relais, dat zich houdt via het contact a 4 in serie met de wikkeling A 1-2.

De magnetische velden van de wikkelingen A 4-5 en A 1-2 werken elkaar tegen, doch het resulterende magnetische veld is voldoende voor het houden van het relais.

Contact a 3 laadt condensator 2 C 1 op.

Contact v 9 brengt relais U op (zie fig. 12).

Contact i 2 sluit weliswaar het relais H tijdens het impulseren periodiek kort, doch relais H blijft op.

Relais H is een hulprelais van het impulsrelais I.

Relais I heeft nl. ook een bewakingsfunctie en overall waar deze bewakingsfunctie door het impulseren zou komen te vervallen neemt relais H deze functie over, zie fig. 11.

Einde eerste impuls

Na het einde van een impuls komt relais I weer op.

Condensator 5 C 1 wordt via contact a 1 en weerstand 1 R 5 geheel ontladen.

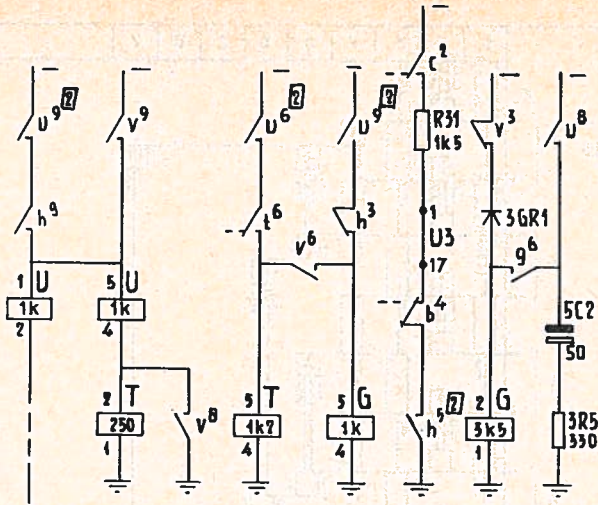


FIG. 12

Begin tweede impuls

Relais I valt opnieuw af.

Contact i 1 sluit met de ontladen condensator wikkeling A 4-5 kort, waardoor de stroom door de tegenwerkende wikkeling A 1-2 toeneemt.

Het resulterende magnetisch veld neemt daardoor zodanig af, dat relais A zich niet kan houden en afvalt.

De geladen condensator 2 C 1 wordt bij het afvallen van relais A door contact a 3 over wikkeling B 4-5 geschakeld, waardoor relais B opkomt.

Contact b 3 laadt condensator 2 C 2-I van het volgende telement. (Fig. 11).

Einde tweede impuls

Relais I komt weer op.

Condensator 5 C 1 wordt opnieuw geladen.

Na de tweede impuls kunnen nog meerdere impulsen volgen.

Een volledig uitgewerkt tijdvolgordediagram van een serie van 10 impulsen geeft fig. 13.

Als na een bepaalde impuls geen volgende impuls meer volgt blijft relais I langdurig op, waardoor relais V afvalt.

Het afvallen van relais V signaleert het einde van een impulsserie.

Contact v 8 heft de kortsluiting over relaiswikkeling T 1-2 op (zie fig. 12).

Het opkomen van relais T signaleert dat het tiental gekozen is.

Het gekozen tientallencijfer wordt nu tijdelijk opgeborgen in een zgn. geheugen (zie punt 5.5).

De telschakeling kan dan vrijgemaakt worden voor het opnemen van het tweede cijfer.

Het kiezen van het tweede cijfer (eenheid)

Na het afvallen van relais V en het opkomen van relais T vallen de tijdens het eerste cijfer opgekomen telrelais af, door het openen van contact t 6 (zie fig. 11).

De telschakeling van het register is dan beschikbaar voor het opnemen van de

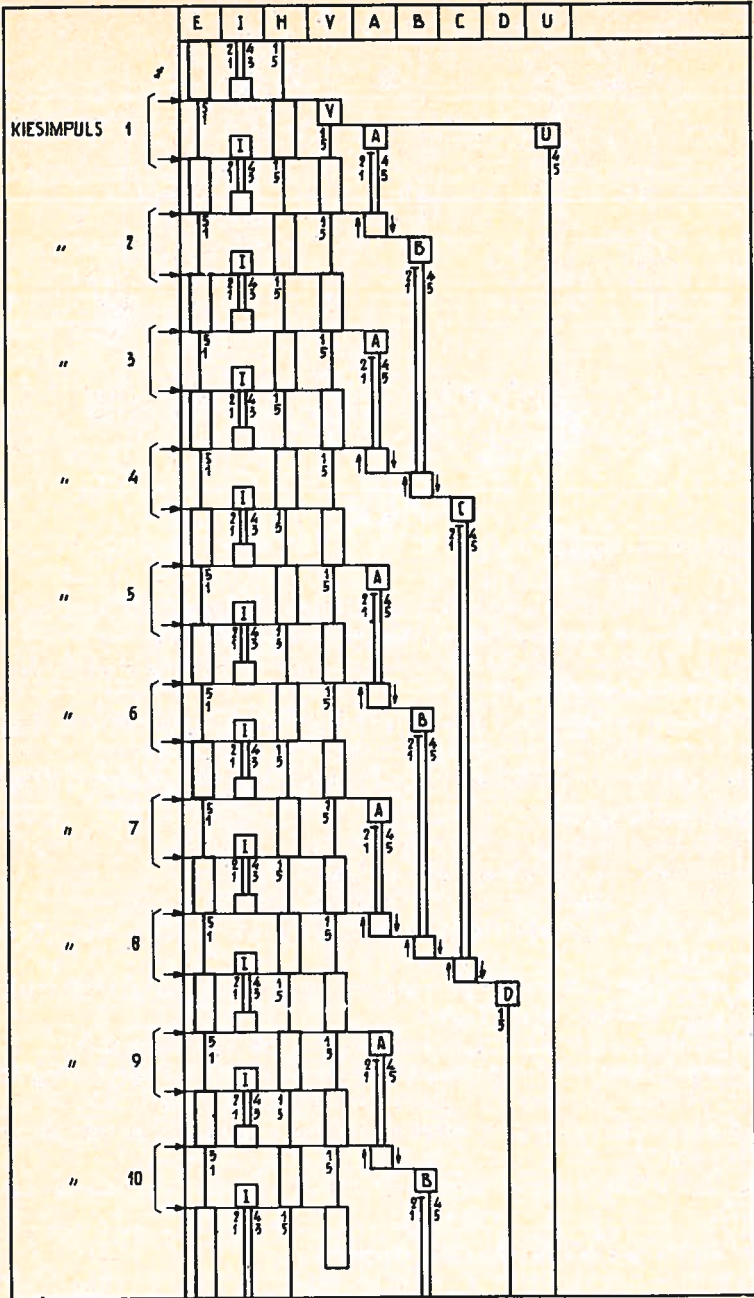


FIG.13

tweede impulsserie.

Dit vrijmaken van de telschakeling geschiedt in de pauzetijd tussen het kiezen van eerste en tweede cijfer.

Het opnemen van de impulsserie van het eenhedencijfer verloopt op dezelfde wijze als bij het opnemen van het tientallencijfer.

Tijdens de tweede impulsserie komt relais G 4-5 op (zie fig. 12).

Het opkomen van relais G (Gereed met kiezen) geeft aan, dat de laatste impuls- serie in de telschakeling wordt opgenomen.

Aangezien bij de automaat UH 30-45 de abonnee-nummers uit max. 2 cijfers bestaan, zijn er geen impulsseries meer te verwachten.

De laatste impulsserie behoeft dan ook niet doorgegeven te worden aan een geheugen.

Voor het gekozen eenhedencijfer fungeert de telschakeling zelf als geheugen.

Het register nodigt nu d.m.v. een commando aan de sluischakeling het centraal- instelorgaan uit.

Met relais G 1-2 (zie fig. 12) wordt het gekozen tientallencijfer nader bekeken.

Bij de automaat UH 30 worden voor de toestelaansluitingen de nummers 11 t/m 10, 21 t/m 20 en 31 t/m 30 gebruikt.

Hierbij is het register zodanig ingericht dat, als voor het eerste cijfer 4 of een hoger cijfer wordt gekozen, reeds tijdens het eerste cijfer relais G wordt opge- bracht, omdat dan geen tweede cijfer verwacht behoeft te worden.

Bij de automaat UH 45 worden voor de toestelaansluitingen de nummers 11 t/m 10, 21 t/m 20, 31 t/m 30, 41 t/m 40 en 51 t/m 55 gebruikt.

Hierbij is het register zodanig ingericht dat, als voor het eerste cijfer 6 of hoger wordt gekozen, relais G opkomt.

5.4.3 De telschakeling van het bedieningsregister.

De telschakeling in het bedieningsregister dient om te constateren welke toets van het cijfertoetsenklavier wordt gedrukt.

De cijfertoetsen worden gebruikt om:

- a. bij inkomend- en uitgaand verkeer de netlijnen en de huislijn te bereiken;
- b. bij het doorverbinden van de netlijnen door de bedieningspersoon het nummer van de opgeroepen aansluiting te kiezen.

De telschakeling wordt gestuurd door contacten van de cijfertoetsen 1 t/m 0 (zie fig. 14).

Het cijfer van de gedrukte toets wordt rechtstreeks in code in de telschakeling opgenomen in dezelfde code als in punt 5.4.2 aangegeven.

In serie met de coderelais is een gemeenschappelijk relais K opgenomen, dat het begin en het einde van het drukken van een toets signaleert.

Vergelijk de functie van dit overbruggingsrelais K met de functie van het impuls- overbruggingsrelais V in het in punt 5.4.2 beschreven register.

Ook in het bedieningsregister komt het relais U op zodra men met het kiezen (van een lijn of een aansluiting) begonnen is en het relais T zodra het eerste cijfer gekozen is.

Relais G signaleert ook hier als het laatste cijfer wordt gekozen, dat kan zijn na het kiezen van één of twee cijfers.

Wordt een cijfertoets gedrukt om (inkomend of uitgaand) een lijn in beslag te nemen, dan behoeft slechts één cijfer te worden opgenomen in de telschakeling.

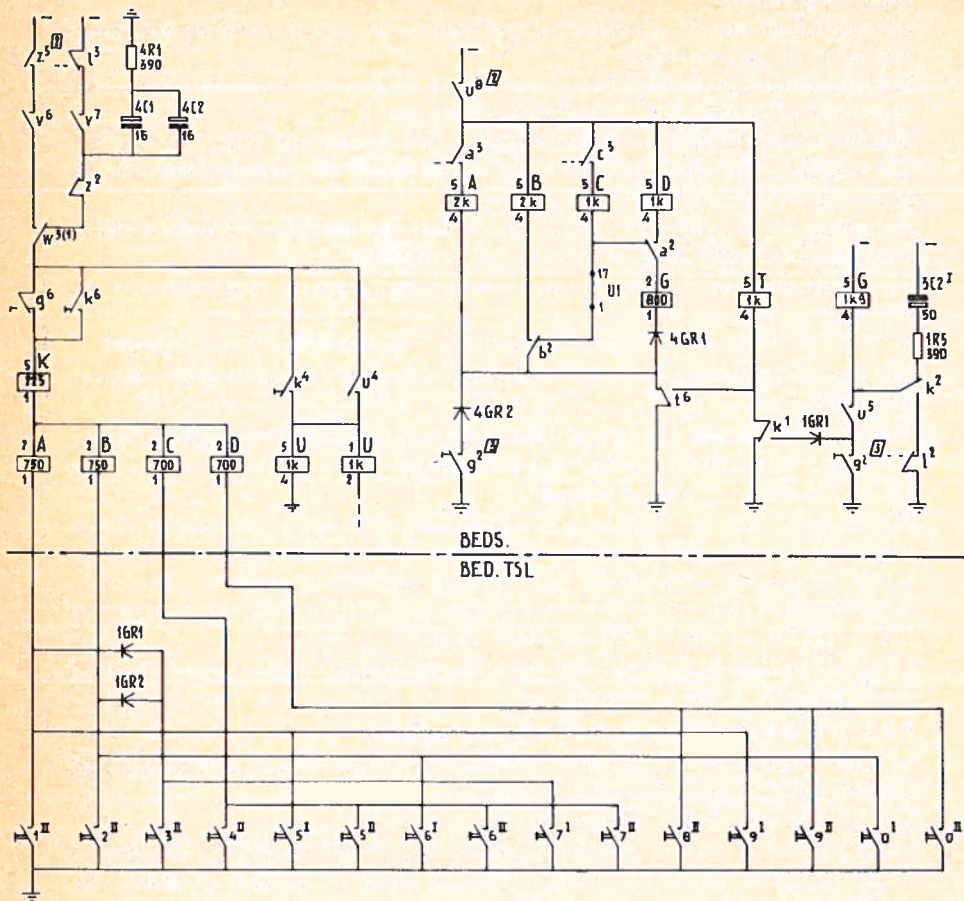


FIG. 14

De schakeling is zodanig uitgevoerd, dat relais G 4-5 reeds bij een cijfer opkomt als de bedieningsschakeling nog niet met een lijn is verbonden (relais L af).

Wordt een cijfertoets gedrukt voor het doorverbinden van een netlijn dan is het afhankelijk van welk eerste cijfer wordt gekozen of nog een tweede cijfer moet volgen.

Op gelijke wijze als in punt 5.4.2 beschreven, wordt dit m.b.v. relais G 1-2 gerealiseerd.

Het gekozen tientallencijfer wordt ook in het bedieningsregister tijdelijk opgeborgen in een geheugen (zie punt 5.5).

De telschakeling kan dan vrijgemaakt worden voor het opnemen van het tweede cijfer.

De opgekomen telrelais vallen nl. af door het openen van contact t 6 (zie fig. 14), waarna de schakeling beschikbaar is voor het opnemen van het tweede cijfer. (wordt vervolgd).

Het binaire stelsel

B. Kieboom

55-69

(Vervolg van blz. 211)

3.11. Uit het voorgaande (3.10.) weten we nu hoe de rekenmachine de negatieve getallen schrijft. De vraag is nu: „Hoe werkt de rekenmachine met negatieve getallen?” De verschillende rekenkundige bewerkingen zullen we dan ook moeten nagaan.

3.11.1. Optellen

Het optellen van binaire getallen wordt met negatieve waarden geheel anders. Bij het optellen van twee getallen kunnen er zich nu vier mogelijkheden voordoen nl.:

- optellen van twee positieve getallen;
- optellen van een positief en een negatief getal;
- optellen van een negatief en een positief getal;
- optellen van twee negatieve getallen.

We zullen elk afzonderlijk nagaan.

a. Optellen van twee positieve getallen

Hoewel dit reeds eerder is behandeld, zullen we dit nog eens nagaan, maar nu bewust als getallen met positieve waarden.

$$\begin{array}{r} 16 = 10000 \\ 11 = 01011 \\ \hline 27 = 11011 \end{array}$$

Deze optelling is zoals we reeds eerder hebben besproken; we kunnen echter niet zien of het binaire getal negatief dan wel positief is.

Daarom de volgende schrijfwijze met de fopper.

$$\begin{array}{r} +16 = 0 \mid \times \mid 10000 \\ +11 = 0 \mid \times \mid 01011 \\ \hline +27 = 0 \mid \times \mid 11011 \end{array}$$

Hier is gebruik gemaakt van een rekenmachine met 5 bits (5 eenheden) met een fopper. Ook het hier volgende gaat over een rekenmachine met 5 bits, tenzij anders is aangegeven.

Het grootste getal dat deze rekenmachine kan weergeven is 31 (nl. 11111). Het zal fout gaan, als de uitkomst van de optelling groter wordt dan 31.

Om deze fout te ontlopen zijn er twee oplossingen:

- een rekenmachine aanschaffen met meer bits;
- de fopper als bit gebruiken, waardoor de capaciteit wordt vergroot tot 63.

Voorbeeld:

$$\begin{array}{r} +18 = 0 | \times | 10010 \\ +29 = 0 | \times | 11101 \\ \hline +47 = 0 | \times | (1)01111 \end{array} +$$

Van de vijf bits, die in ons geval beschikbaar zijn voor de rekenmachine, worden er vijf gebruikt; zelfs een zesde bit is noodzakelijk (zie de één tussen haakjes). Deze zesde bit is dus noodzakelijk als het getal ligt tussen 31 en 64. Het is alsof een grens gepasseerd wordt als we over het getal 31 heen wippen. We noemen dit dan ook „*overflow*”.

Passen we oplossing a toe, dan schaffen we ons een rekenwijze aan, welke groter en duurder is, misschien voor een enkele keer als er overflow optreedt.

Een grotere rekenmachine is wel in de handel; men kan zelfs gaan tot een getal met 40 bits (getal met 40 binaire cijfers).

Komt deze overflow slechts in een enkel geval voor, dan kunnen we beter de fopper als bit gebruiken, hoewel deze eigenlijk dienst doet om aan te geven of een getal positief dan wel negatief is.

Bij de optelling van een positief en een negatief getal zal het niet nodig zijn de fopper voor de overflow in te schakelen. Immers, het antwoord van zo'n optelling ligt altijd beneden het maximum (in ons geval 31).

Bij de optelling van twee positieve of twee negatieve getallen komen we al vlug boven de maximale waarde van 31 uit.

We zullen de fopper nu in een voorbeeld als bit gaan toepassen.

$$\begin{array}{r} +18 = 0 | \times | 10010 \quad (\text{kleiner dan } 31) \\ +29 = 0 | \times | 11101 \quad (\text{kleiner dan } 31) \\ \hline +47 = 1 | \times | 01111 \quad (\text{groter dan } 31). \end{array} +$$

Het lijkt nu of de uitkomst 01111 een negatief getal voorstelt, doordat de fopper een 1 aangeeft.

Deze 1 van de fopper moet echter bij het totale antwoord worden gezien.

De rekenmachine heeft hier twee positieve getallen opgeteld, zodat een negatief antwoord onmogelijk is. Geeft de fopper toch een één aan, dan kan het niet anders zijn als dat de fopper nu als bit meedoet.

De uitkomst is dan ook 101111. Veelal wordt dit geschreven als: 10111.

→

De pijl wil hier dus zeggen: de fopper is als zesde bit aan het getal toegevoegd. De fopper kan dus aangeven:

1. of een getal positief dan wel negatief is;
2. of er sprake is van overflow.

Nog enkele voorbeelden:

(5 bits rekenmachine)

$$\begin{array}{r} +21 = 0 \mid \times \mid 10101 \\ +26 = 0 \mid \times \mid 11010 \\ \hline +47 \quad 1 \mid \times \mid 01111 \end{array} + \quad \text{uitkomst is } 101111 \rightarrow$$

(6 bits rekenmachine)

$$\begin{array}{r} +44 = 0 \mid \times \mid 101100 \\ +37 = 0 \mid \times \mid 100101 \\ \hline +81 \quad 1 \mid \times \mid 010001 \end{array} + \quad \text{uitkomst is } 1010001 \rightarrow$$

(7 bits rekenmachine)

$$\begin{array}{r} +81 = 0 \mid \times \mid 1010001 \\ +57 = 0 \mid \times \mid 0111001 \\ \hline 138 \quad 1 \mid \times \mid 0001010 \end{array} + \quad \text{uitkomst is } 10001010 \rightarrow$$

Bepaal nu zelf de binaire uitkomst van:

$$\begin{array}{r} +13 \quad \text{voor een 4 bits rekenmachine.} \\ +7 \\ \hline + \end{array}$$

$$\begin{array}{r} +16 \quad \text{voor een 5 bits rekenmachine.} \\ +18 \\ \hline + \end{array}$$

$$\begin{array}{r} +34 \quad \text{voor een 6 bits rekenmachine.} \\ +58 \\ \hline + \end{array}$$

b. *Het optellen van een positief en een negatief getal.*

Het gaat hier anders als wordt verwacht. In 3.10. is reeds gesproken over de notatie van negatieve getallen; daar gaan we hier gebruik van maken.

$$\begin{array}{r} -18 = 1 \mid \times \mid 10010 \\ -18 = 1 \mid \times \mid 01101 \end{array} \quad \text{en zoals besproken, wordt dit getal in het één complement geschreven.}$$

De machine laat de één van de fopper altijd staan als zijnde een negatief teken. Het getal wordt alleen omgezet in het één-complement, dat wil zeggen de enen worden vervangen door nullen en de nullen worden vervangen door enen.

We maken nu een optelling.

$$\begin{array}{r} +8 = 0 \mid \times \mid 01000 \\ -18 = 1 \mid \times \mid 01101 \\ \hline -10 = -01010 \end{array} + \quad \begin{array}{l} \text{(positief getal kleiner dan 31)} \\ \text{(negatief getal kleiner dan 31)} \end{array} \quad \text{terug uit het één complement.}$$

Nog enkele voorbeelden voor een 5 bits rekenmachine.

$$\begin{array}{r}
 +12 = 0 \mid \times \mid 01100 \\
 -24 = 1 \mid \times \mid 00111 \quad (\text{één complement}) \\
 \hline
 + \\
 -12 = 1 \mid \times \mid 10011 = -01100
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 +27 = 0 \mid \times \mid 11011 \\
 -30 = 1 \mid \times \mid 00001 \\
 \hline
 + \\
 -3 = 1 \mid \times \mid 11100 = -00011
 \end{array}$$

Zowel het negatieve als het positieve getal opgeteld moet kleiner zijn dan 31. Het antwoord zal dan ook altijd kleiner zijn dan één van de beide optelgetallen. De fopper doet hier dienst om uitsluitend de positieve en de negatieve getallen van elkaar te onderscheiden.

Bepaal nu zelf de binaire uitkomst van:

$$\begin{array}{r}
 +8 \quad \text{voor een 4 bits rekenmachine} \\
 -14 \\
 \hline
 + \\
 +16 \quad \text{voor een 5 bits rekenmachine} \\
 -28 \\
 \hline
 + \\
 +44 \quad \text{voor een 6 bits rekenmachine} \\
 -58 \\
 \hline
 =
 \end{array}$$

Misschien heeft u al opgemerkt, dat alle antwoorden negatief zijn. Het is natuurlijk ook mogelijk, dat een positief antwoord uit de optelling ontstaat.

Voorbeeld:

$$\begin{array}{r}
 +18 \quad 1 \mid \times \mid \quad 10010 \\
 -8 \quad 1 \mid \times \mid \quad 10111 \quad (\text{één complement}) \\
 \hline
 + \\
 +10 \quad 0 \mid \times \mid (1)01001
 \end{array}$$

De één tussen haakjes is te veel, deze staat in de weg. Deze één gebruiken we echter om het één-complement aan te vullen tot het twee-complement.

$$\begin{array}{r}
 +18 \quad 0 \mid \times \mid 10010 \\
 -8 \quad 1 \mid \times \mid 10111 \\
 \hline
 + \\
 +10 \quad 0 \mid \times \mid 01001 \\
 \qquad \qquad \qquad 1 \quad \text{end-carry} \\
 \hline
 + \\
 0 \mid \times \mid 01010
 \end{array}$$

De één die tussen haakjes stond en gebruikt werd om het twee-complement te verkrijgen wordt genoemd: *end-carry*.

Ofwel: overdracht aan het einde.

De uitkomst van bedoelde optelling is dus + 01010.

Deze bijtelling is toegelicht in hoofdstuk 3.4. op blz. 101 in het aprilnummer van 1969.

De rekenmachine doet deze bewerking automatisch.

Nu nog voorbeelden (5 bits rekenmachine).

$$\begin{array}{r}
 +30 \quad 0 | \times | 11110 \\
 -12 \quad 1 | \times | 10011 \\
 \hline
 +18 \quad 0 | \times | 10001 \\
 \qquad \qquad \qquad 1 \quad \text{end-carry} \\
 \hline
 \qquad \qquad \qquad 0 | \times | 10010 \quad + \quad \text{antwoord} = 10010.
 \end{array}$$

6 bits rekenmachine.

$$\begin{array}{r}
 +57 \quad 0 | \times | \quad 111001 \\
 -27 \quad 1 | \times | \quad 100100 \quad (\text{één-complement}) \\
 \hline
 +30 \quad 0 | \times | (1)011101 \\
 \qquad \qquad \qquad 1 \\
 \hline
 \qquad \qquad \qquad 0 | \times | \quad 011110 \quad + \quad \text{antwoord is } 011110.
 \end{array}$$

c. *Optellen van een negatief en een positief getal.*

De optelling van een positief getal en een negatief getal verloopt overeenkomstig als onder b is aangegeven, nl. negatief getal bij een positief getal. Eén voorwaarde moet echter worden vervuld; de getallen moeten van plaats verwisselen.

$$\begin{array}{r}
 -23 \quad \text{moet dus worden} \quad +18 \\
 +18 \quad \qquad \qquad \qquad \quad -23 \\
 \hline
 \quad \quad \quad + \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad +
 \end{array}$$

Voor ons maakt dit geen verschil, voor de rekenmachine echter wel. De werkwijze is nu zoals onder b behandeld.

d. *Optellen van twee negatieve getallen.*

Zoals reeds onder a besproken, moeten we ook hier oppassen, dat de som van beide negatieve getallen niet een getal vormt dat boven het aantal beschikbare bits uitkomt. Ook hier hebben we de keuze uit:

1. Een grotere rekenmachine.
2. De fopper als bit gebruiken.

Voorbeeld van een optelling van twee negatieve getallen, waarvan het antwoord kleiner of gelijk is aan het aantal beschikbare bits.

$$\begin{array}{r}
 -16 = 1 | \times | 10000 \\
 -11 = 1 | \times | 01011 \\
 \hline
 -27
 \end{array}
 +
 \begin{array}{r}
 1 | \times | 01111 \\
 1 | \times | 10100 \\
 \hline
 1 | \times | (1)00011 \\
 1
 \end{array}
 +
 \begin{array}{r}
 1 | \times | 00011 \\
 \hline
 1
 \end{array}$$

end carry

$$\begin{array}{r}
 \text{(Overflow)} \\
 \text{antwoord: } -
 \end{array}
 \begin{array}{r}
 1 | \times | (1)00100 \\
 \hline
 00100 = -11011.
 \end{array}$$

Voorbeeld van een optelling van twee negatieve getallen, waarvan het antwoord groter of gelijk is aan het aantal beschikbare bits.

$$\begin{array}{r}
 -28 = 1 | \times | 11100 \\
 -16 = 1 | \times | 10000 \\
 \hline
 -44
 \end{array}
 +
 \begin{array}{r}
 1 | \times | 00011 \\
 1 | \times | 01111 \\
 \hline
 1 | \times | 10010 \\
 1
 \end{array}
 +
 \begin{array}{r}
 1 | \times | 00011 \\
 \hline
 1 | \times | 10011
 \end{array}$$

Voor de uitkomst +44 moet nu een getal met 6 bits verschijnen. We schrijven daartoe een 0 voor de vijf reeds aanwezige bits.

$$1 | \times | 010011.$$

We nemen nu het recomplement hiervan, zodat het verandert in:

$$-101100 = -44.$$

Nog een voorbeeld van een 5 bits rekenmachine.

$$\begin{array}{r}
 -18 \quad 1 | \times | 10010 \\
 -29 \quad 1 | \times | 11101 \\
 \hline
 -47
 \end{array}
 +
 \begin{array}{r}
 1 | \times | 01101 \\
 1 | \times | 00010 \\
 \hline
 1 | \times | 01111 \\
 1
 \end{array}
 +
 \begin{array}{r}
 1 | \times | -01000 \\
 \hline
 -101111
 \end{array}$$

recomplement

Bepaal nu zelf de binaire uitkomst van:

$$\begin{array}{r}
 -18 \quad -24 \quad 5 \text{ bits} \\
 -8 \quad -26 \\
 \hline
 -34 \quad -48 \quad 6 \text{ bits} \\
 -15 \quad -31 \\
 \hline
 \end{array}
 +
 \begin{array}{r}
 \\
 \\
 \\
 \end{array}
 +
 \begin{array}{r}
 \\
 \\
 \\
 \end{array}$$

(wordt vervolgd)

1. Los x op uit:

$(x + 5) : (3x + 7) = (2x + 5) : (6x + 11)$ zonder van de hoofdeigenschap gebruik te maken.

$$7\frac{1}{5} \times 5\frac{1}{7} \quad 5\frac{1}{3} \times 3\frac{1}{5} \quad 1$$

2. $\left(\frac{\quad}{7\frac{1}{5} - 5\frac{1}{7}} : \frac{\quad}{5\frac{1}{3} - 3\frac{1}{5}}\right) : 1\frac{\quad}{2}$

3. Van 2 getallen vermenigvuldigt men het ene met 48 en deelt het andere door 6. Het produkt van de nu verkregen getallen is 1296. Wat is het produkt van de oorspronkelijke getallen?

4. Bereken de waarde van:

$$\left\{ 2p + a + \frac{b}{c} \left(3a - \frac{b}{c} \right) \right\} : (a + b)$$

voor $p = 1$, $a = 3$, $b = 1$ en $c = 2$.

5. Vul het ontbrekende cijfer in, op de plaats waar een punt staat,
als $41862 \cdot 25$ deelbaar moet zijn door 125;
als $414 \cdot 24$ deelbaar moet zijn door 36;
als $241 \cdot 45$ deelbaar moet zijn door 45.

6. Deelt men een zeker getal door 1,64 en vermenigvuldigt men het gevonden

quotiënt met $\left(\frac{68}{1125} - \frac{4}{100}\right)$ dan vindt men 12,6.

Welk getal is dat?

7. Trek $3\frac{5}{7} - 2\frac{26}{35}$ af van $78\frac{1}{7} + 23\frac{4}{21}$
- $$\frac{5}{14}$$

8. $3 \times (5 \text{ voud } +1) = 5 \text{ voud } +$
 $7 \times (9 \text{ voud } +4) = 9 \text{ voud } +$
 $4 \times (11 \text{ voud } +7) = 11 \text{ voud } +$
 $5 \times (11 \text{ voud } -1) = 11 \text{ voud } -$
 $8 \times (9 \text{ voud } -2) = 9 \text{ voud } -$

9. Van een opgaande deling is de som van deeltal en deler 169 en het quotiënt 12. Bereken deeltal en deler.

$$10. (a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$$

$$47^2 = (40 + 7)^2 = 1600 + 2 \times 280 + 49 = 2209$$

Bereken nu:

$$\begin{array}{lll} 13^2 = & 31^2 = & 42^2 = \\ 19^2 = & 34^2 = & 55^2 = \\ 23^2 = & 37^2 = & 63^2 = \end{array}$$

Antwoorden Oefenpagina XXVIII (blz. 222 en 223)

1. De lengte = 21 dm
 De breedte = 18 dm
 De lengte = 12 dm
 Inhoud = $21 \times 18 \times 12 = 4536 \text{ dm}^3$.

2. 28.

3. $2604 = 2^2 \times 3 \times 7 \times 31$
 $3444 = 2^2 \times 3 \times 7 \times 41$
 GGD = $2^2 \times 3 \times 7$
 KGV = $2^2 \times 3 \times 7 \times 31 \times 41$.

4. De eerste term wordt $16 + 12 = 28$
 De tweede term wordt $28 - 21 = 7$
 De derde term wordt $\frac{1}{2} \times 36 = 18$

$$\text{De vierde term} = \frac{2\text{e term} \times 3\text{e term}}{1\text{e term}} =$$

$$\frac{7 \times 18}{28} = 4\frac{1}{2}$$

5. $x = 8^1/3$.

6. $24^3/8 : x = 4^3/11 : 3^3/55$
 1e en 2e term met 8 vermenigvuldigen
 3e en 4e term met 55 vermenigvuldigen
 $195 : 8x = 260 : 168$
 1e en 3e term delen door 13
 2e en 4e term delen door 8
 $15 : x = 20 : 21$
 1e en 3e term delen door 5
 $3 : x = 4 : 21$
 $x = \frac{3 \times 21}{4} = 15\frac{3}{4}$.

7. Getal a en getal b

$$ab = 775$$

$$(a + 4) \times 4b = 3500$$

$$4ab + 16b = 3500$$

$$4 \times 775 + 16b = 3500$$

$$16b = 3500 - 3100 = 400$$

$$b = 400 : 16 = 25$$

$$a = 775 : b = 775 : 25 = 31$$

De oorspronkelijke getallen waren dus 25 en 31.

8.

$$\sqrt{225 \times 144 \times 576} = \sqrt{5^2 \times 3^6 \times 2^{10}} = 5 \times 3^3 \times 2^5 = 4320$$

$$\sqrt{12,25 \times 1,69 \times 5,29} = \sqrt{3,5^2 \times 1,3^2 \times 2,3^2} = 3,5 \times 1,3 \times 2,3 = 10,465$$

$$\sqrt{0,0625 \times 0,0121 \times 24,01} = \sqrt{0,5^4 \times 0,11^2 \times 0,7^4} = 0,5^2 \times 0,11 \times 0,7^2 = 0,13475$$

9.1. $a : b = c : d$

2e en 4e term met 3 vermenigvuldigen

$$a : 3b = c : 3d$$

(som termen 1e reden) : (som termen 2e reden) = eerste term : derde term

$$(a + 3b) : (c + 3d) = a : c$$

3e en 4e term met a vermenigvuldigen

$$(a + 3b) : (c + 3d) = a^2 : ac$$

9.2. $a : b = c : d$

1e en 3e term met 3 vermenigvuldigen

2e en 4e term met 2 vermenigvuldigen

$$3a : 2b = 3c : 4d$$

som termen 1e reden : som termen 2e reden = 1e term : 3e term

$$(3a + 2b) : (3c + 4d) = 3a : 3c$$

3e en 4e term vermenigvuldigen met $\frac{1}{3}a$

$$(3a + 2b) : (3c + 4d) = a^2 : ac$$

9.3. $a : b = c : d$

1e en 3e term vermenigvuldigen met 4

2e en 4e term vermenigvuldigen met 3

$$4a : 3b = 4c : 3d$$

verschil termen 1e reden : verschil termen 2e reden = 1e term : 3e term

$$(4a - 3b) : (4c - 3d) = 4a : 4c$$

3e en 4e term delen door 4

$$(4a - 3b) : (4c - 3d) = a : c$$

10. 1,25.

Logaritmen IV

(Vervolg van blz. 187)

W. C. van Dam

57-69

Eigenschappen der Briggiaanse logaritmen

- V. De logaritme van een term van de schaal van het tientallig stelsel is een geheel getal, gelijk aan het aantal nullen van die term.
De logaritme is positief als de nullen rechts staan ($\log 1000 = 3$).
De logaritme is negatief als de nullen links staan ($\log 0,001 = -3$).
Bewijs: $\log 1000 = \log 10^3 = 3$.
 $\log 100 = \log 10^2 = 2$.
 $\log 10 = \log 10^1 = 1$.
 $\log 1 = \log 10^0 = 0$.
 $\log 0,1 = \log 10^{-1} = -1$.
 $\log 0,01 = \log 10^{-2} = -2$.
 $\log 0,001 = \log 10^{-3} = -3$.
- VI. De logaritme van een getal, dat geen term van de schaal van het tientallig stelsel is, is onmeetbaar.
Bewijs:
Nemen wij bijv. het getal 37.
Log 37 is groter dan $\log 10 = 1$ en kleiner dan $\log 100 = 2$.
Log 37 kan dus geen geheel getal zijn.
Was log 37 precies gelijk aan 1,57 dan zou $10^{1,57} = 37$ en $\log^{157} = 37^{100}$ zijn.
Dit kan niet juist zijn, daar een macht van 10 nooit gelijk kan zijn aan een macht van 37.
Log 37 kan dus niet gelijk zijn aan een breuk, ook niet aan een geheel getal, dus is log 37 onmeetbaar.
Onthoudt:
Elke logaritme bestaat uit een geheel getal, de WIJZER, en een onmeetbare decimale breuk, de MANTISSE.
De mantisse wordt meestal in vijf decimalen nauwkeurig berekend.
- VII. De wijzer van de logaritme van een getal groter dan 1 is positief en één minder dan het aantal cijfers in de gehelen van het getal.
Zo is de wijzer van $\log 358,6 = 2$, omdat:
 $100 < 358,6 < 1000$
dus $\log 100 < \log 358,6 < \log 1000$
of $2 < \log 358,6 < 3$.
Hieruit volgt: $\log 358,6 = 2 +$ een decimale breuk.
- VIII. De wijzer van de logaritme van een getal kleiner dan 1 is negatief en gelijk aan het aantal nullen aan de linkerkant.
Zo is de wijzer van $\log 0,07 = -2$, omdat:
 $0,01 < 0,07 < 0,1$
dus $\log 0,01 < \log 0,07 < \log 0,1$
of $-2 < \log 0,07 < -1$.
Hieruit volgt: $\log 0,07 = -2 +$ een decimale breuk.

- IX. Hebben twee getallen een macht van 10 tot quotiënt, dan hebben hun logaritmen dezelfde mantisse.

Bewijs:

$$\text{Gegeven: } \frac{a}{b} = 10^n$$

$$\text{Als } \frac{a}{b} = 10^n, \text{ dan is } \log a - \log b = \log 10^n = n.$$

Daar n een geheel getal voorstelt, kunnen $\log a$ en $\log b$ dus alleen in de wijzer, en niet in de mantisse verschillen.

Noot.

De logaritmen van decimale breuken worden altijd met een positieve mantisse geschreven.

Zo is bijv. $\log 7 = 0,84510$

dus $\log 0,07 = \log 7 - \log 100 = 0,84510 - 2$.

$\log 13 = 1,11394$

dus $\log 0,013 = \log 13 - \log 1000 = 1,11394 - 3 = 0,11394 - 2$.

- X. De g -logaritme van een getal a is gelijk aan het quotiënt van de Brigg'sche logaritme van a en de Brigg'sche logaritme van g .

$$\text{Te bewijzen: } \text{§log } a = \frac{\log a}{\log g}.$$

Bewijs: Stel $\text{§log } a = x$, dan is $g^x = a$.

Nemen we nu van beide leden dezer gelijkheid de Brigg'sche logaritme, dan komt er:

$$x \log g = \log a$$

$$\text{of } x = \frac{\log a}{\log g}$$

Maar $x = \text{§log } a$, dus zien we dat

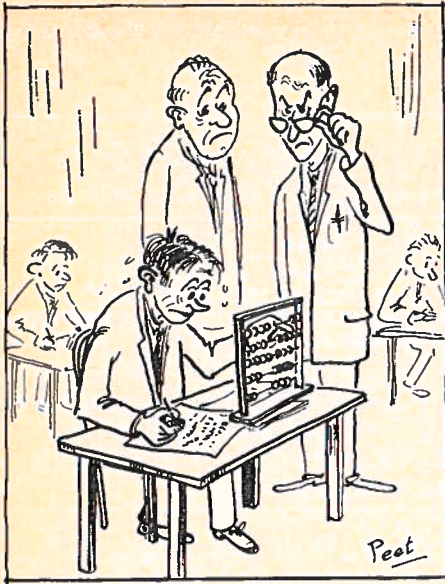
$$\text{§log } a = \frac{\log a}{\log g}.$$

Nemen we van beide leden van de gelijkheid $g^x = a$ de logaritme bij een ander grondtal p , dan vinden we:

$$\text{§log } a = \frac{p \log a}{p \log g}.$$

Met behulp van eigenschap X is het mogelijk een logaritmentafel samen te stellen voor een willekeurig grondtal; we moeten dan een logaritmentafel bezitten voor een bepaald grondtal.

(wordt vervolgd)



Examenvragen

58-69

1. Een spoel heeft een weerstand van 60Ω en een zelfinductie van $0,4$ henry. In serie met deze spoel is een condensator van $4\ \mu\text{F}$ geschakeld. De aangesloten spanning is 60V , terwijl de frequentie 50 herz is.
Gevraagd:
 - a. de impedantie van deze serie-schakeling;
 - b. de waarde van de stroom;
 - c. de spanning aan de spoel;
 - d. de spanning aan de condensator.

2. In een bakje gevuld met 1 liter water is een weerstandspoel van 10Ω ondergedompeld, $U = 25\text{V}$.
Aangenomen mag worden dat er geen warmte door uitstraling verloren gaat.
Hoeveel zal de temperatuur van het water in 10 minuten stijgen?

3. a. Men schakelt 4 condensatoren elk van $2\ \mu\text{F}$ in serie;
b. dezelfde condensatoren worden daarna parallel geschakeld.
Er wordt gevraagd in beide schakelingen de totale capaciteit te berekenen.

4. Een milli-ampèremeter heeft een meetbereik van $100\ \text{mA}$. Men wil deze stroommeter geschikt maken voor het meten van maximale stromen van $300\ \text{mA}$.
Gevraagd wordt:
 - a. Hoe wordt deze wijziging bereikt?
 - b. Hoe lezen wij de te meten stroom na de wijziging af?

5. Op een spanning van 200V wordt een straalkachel aangesloten. In 2 uur verbruikt deze elektrische kachel $2,4\ \text{kWh}$.
Bereken de weerstand van het verwarmingselement, en de stroom door het element.

Elektriciteitsleer VII

(Vervolg van blz. 121)

De condensator

Een condensator bestaat in principe uit twee geleiders gescheiden door een niet geleider.

In fig. 1 zijn 2 metalen platen getekend, van elkaar gescheiden door een luchtlaag.



FIG. 1

We verbinden de platen door middel van twee draden met een batterij.

Vervolgens meten we de spanning met behulp van een statische voltmeter, dit is een voltmeter die geen stroom verbruikt.

De spanning die we na enige tijd aflezen is gelijk aan de spanning van de batterij (fig. 2).

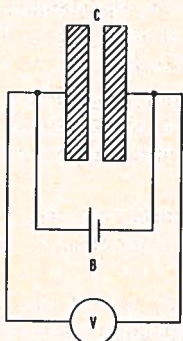


FIG. 2

Door het wegnemen van de verbindingsdraden wordt het circuit van de condensator met de batterij verbroken.

Metten we nu weer de spanning van de condensator dan zou worden verwacht, dat de voltmeter geen uitslag vertoont.

door W. H. Ydo
59-69

Tot onze verwondering meten we nu echter, ondanks het ontbreken van de batterijspanning, dezelfde spanning als in fig. 2.

Een en ander is in fig. 3 getekend, de voltmeter blijft dezelfde spanning aanwijzen, m.a.w. het potentiaalverschil verdwijnt niet.

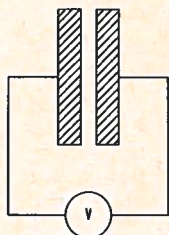


FIG. 3

Er zij nog eens op gewezen, dat de in fig. 3 gebruikte voltmeter geen stroom verbruikt, het is een zgn. statische voltmeter.

Aangezien we in de situaties van fig. 2 en 3 een spanning hebben gemeten kunnen we vermoeden dat er een elektriciteitsverplaatsing heeft plaats gehad.

Om de aard daarvan te leren kennen, maken we de schakeling van fig. 4.

De condensator C is in ongeladen toestand d.w.z. men zou in deze situatie geen spanning tussen de beide platen meten.

Legt men de schakelaar S naar rechts om, dan gaat er een stroom van de plus van batterij B via de regelbare weerstand R1 en de schakelaar naar de condensator C lopen.

Ook de milli-ampèremeter A, die een nul-puntinstelling in het midden van de schaal heeft vertoont een uitslag (bijv. naar rechts).

Men bemerkt hier een verschil met de stroommeting van fig. 5.

In dit circuit zal de stroom dezelfde waarde behouden, ongeacht het tijdstip.

Pas als de batterij uitgeput zou raken zien we een stroomvermindering optreden.

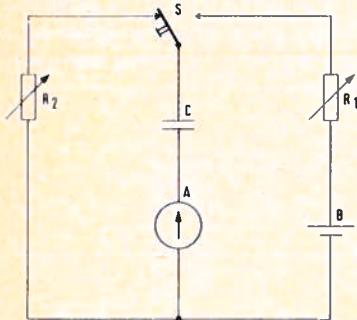


FIG. 4

De milli-ampèremeter in fig. 4 zal na een aanvankelijk grote uitslag, spoedig minder aanwijzen, om tenslotte weer in de nulstand (midden op de schaal) te belanden.

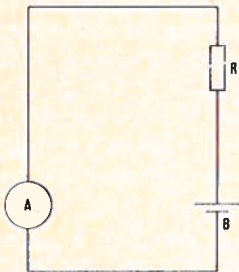


FIG. 5

De condensator moet dan *dezelfde spanning* bezitten als de batterij B, waarbij beide spanningen tegengesteld aan elkaar zijn gericht.

Dit is een voorwaarde, daar, zodra er een spanningsverschil aanwezig zou zijn de ampèremeter een uitslag zou vertonen.

Bij het omleggen van de schakelaar naar links zal de milli-ampèremeter, evenals bij het laden, in de eerste ogenblikken een grote uitslag vertonen om daarna spoedig in de nulstand terug te keren.

De tijdsduur en de maximum grootte van de stroom worden in beide gevallen bepaald door de instelling van R1 en R2. R1 voor de laad- en R2 voor de ontladstroom.

Geeft men R1 een grote waarde dan zal de maximumstroom in het begin lager zijn dan bij een kleine waarde van R1, terwijl de laadtijd van de condensator in het eerste geval groter is dan in het tweede geval.

Echter het produkt: $I_{gem} \times t$, zal in beide gevallen gelijk zijn.

Zoals reeds eerder behandeld heeft het produkt $I \times t$, het aantal coulombs aan, dus de hoeveelheid elektriciteit die zich verplaatst.

De schakeling van fig. 4 leert ons, dat een condensator de eigenschap bezit om als gevolg van de werking van een constante spanning gedurende korte tijd een stroom in een circuit mogelijk te maken om daarna de opgenomen elektrische lading weer af te geven in de vorm van een stroom door R2.

Een condensator aangesloten op een batterij neemt dus een zekere lading op, om deze bij de ontlading weer terug te geven.

Met het voorbeeld van fig. 6 zullen wij trachten het vorenstaande te verduidelijken.

Twee vaten V1 en V2 zijn door middel van een buisleiding verbonden met de zuigperspomp P.

Deze pomp heeft een beperkt vermogen en kan het water dat zich in de reservoir en buisleiding bevindt maar tot een beperkte hoogte oppompen.

Treedt de zuig-perspomp P in werking dan zal het water van rechts naar links gepompt worden.

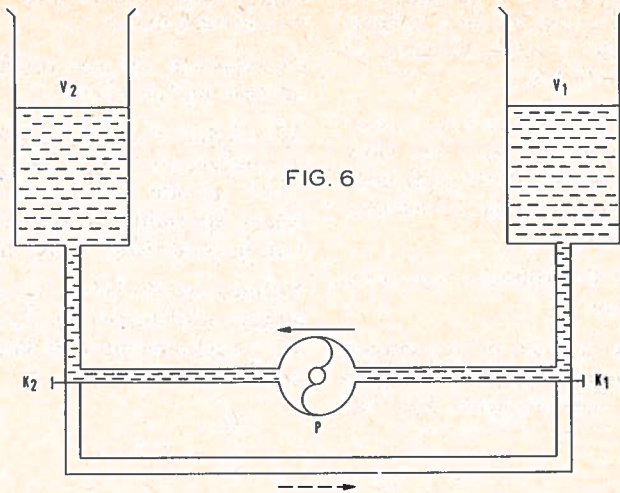


FIG. 6

Daardoor stijgt het vloeistofniveau in het reservoir V₂ en daalt in het reservoir V₁.

De waterverplaatsing zal zo lang plaats vinden totdat de tegendruk tengevolge van het nu ontstane hoogteverschil van de vloeistof gelijk is aan de maximale perskracht die de pomp P kan leveren.

De waterstroming van V₁ naar V₂ is dan tot stilstand gekomen terwijl er nu een drukverschil is tussen vat V₂ waar de vloeistof gestegen is en V₁, waar de vloeistof even zoveel gezakt is.

Er is een drukverschil van links naar rechts terwijl de pomp een constante druk heeft van rechts naar links.

Deze evenwichtstoestand is enigszins te vergelijken met fig. 4 waar, als de schakelaar S naar rechts staat, ook sprake is van een evenwicht tengevolge van de tegengestelde en gelijke spanning van de geladen condensator C en de batterij .

Openen we in fig. 6 de kranen K₁ en K₂ dan heeft de druk van de pomp P geen betekenis meer en kan de vloeistof in de richting van de gestippelde pijl stromen.

Deze stroming zal zo lang plaatsvinden totdat het niveau van de vloeistof in de vaten V₁ en V₂ gelijk zijn.

Er heeft dan een stroming plaats gevonden, tegengesteld aan de stroomrichting tijdens het werken van de pomp P.

Op analoge wijze vindt de ontlading van de condensator in fig. 4 plaats door de schakelaar weer in de getekende stand te plaatsen (te vergelijken met het openen van de kranen K₁ en K₂).

Wanneer de hoogte van de vloeistof in de vaten V₁ en V₂ gelijk is heerst er geen drukverschil meer evenals er geen elektrisch drukverschil meer is tussen de platen van de condensator C in de getekende situatie van fig. 4.

Maken we in figuur 6 gebruik van aan de bovenzijde gesloten vaten en vullen we deze, (en ook de buisleiding) met een enigszins elastische vloeistof dan zal, wanneer de zuigperspomp een stroming naar links veroorzaakt vloeistof van V₁ naar V₂ worden verplaatst.

Zodra de pomp P een kleine hoeveelheid vloeistof van V₁ naar V₂ heeft geperst ontstaat in V₂ een overdruk en in V₁ een zelfde onderdruk.

De vloeistofstroming zal eindigen als het drukverschil tussen V_1 en V_2 samen even groot is als de druk die door de pomp P ontwikkeld wordt.

Zou de pomp P een grotere druk kunnen ontwikkelen dan zal opnieuw een vloeistofstroming in de getrokken pijlrichting ontstaan totdat er weer een evenwichts-toestand is bereikt.

Het aantal door P verplaatste waterdelen is nu ook vergroot.

Het is duidelijk dat men de per seconde door de buisleiding verplaatste waterdelen hier op drie manieren kan vergroten:

1e.

Door het volume (de capaciteit) van de vaten te vergroten.

2e.

Door de zuigerperskracht van de pomp te vergroten.

3e.

Door de doorsnede van de buisleiding te vergroten, waardoor de vloeistof minder weerstand in zijn beweging ondervindt. Vergelijken we dit met fig. 2 dan is het volume van de vaten te vergelijken met het werkzame plaatoppervlak van de condensator, de kracht van de pomp met de e.m.k. van de batterij en de doorsnede van de buisleiding met de doorsnede van de stroomtoevoerdraden tussen de batterij B en de condensator C .

Met het oog op de beschreven voorbeelden is te verwachten dat de lading die de condensator opgenomen heeft evenredig is met de EMK van de batterij.

Het is proefondervindelijk te bewijzen dat de elektrische lading die de condensator opneemt evenredig is met de aangelegde spanning.

Deze constante verhouding, die bij een condensator tussen zijn lading en span-

ning bestaat noemt men de capaciteit van de condensator.

De capaciteit van een condensator duidt men aan met de letter C .

Afhankelijk van de eigenschappen van de condensator heeft deze capaciteit een zekere grootte waardoor de verhouding tussen spanning en opgenomen lading van de condensator wordt bepaald.

Noemen we de lading Q , en het spanningsverschil tussen de platen U dan is het voorgaande uit te drukken in de volgende formule.

$$C = \frac{Q}{U} \quad (I)$$

In woorden uitgedrukt:

De capaciteit van een condensator is de constante verhouding tussen de lading en de spanning van die condensator.

De capaciteit C drukt men uit in farad's, de lading Q in coulombs of A -sec en de spanning U in volts.

Vult men in de formule voor alle eenheden 1 in, dan ontstaat:

$$1 \text{ farad} = \frac{1 \text{ coulomb}}{1 \text{ volt}} = \frac{1 \text{ ampèresec.}}{1 \text{ volt}} \\ = \frac{A \text{sec.}}{V}$$

Hiermee is de farad als volgt gedefinieerd:

De farad is de capaciteit van een condensator, waarvan de spanning tussen de platen 1 volt is, als deze geladen is met een lading van een coulomb ($A \text{sec.}$).

Uit de formule (I) zijn nog 2 andere formules af te leiden nl.:

$$U = \frac{Q}{C} \quad (II) \text{ en } Q = C \times U \quad (III)$$

De eenheid farad (F) is voor praktisch gebruik minder geschikt, men gebruikt als kleinere eenheden de micro-farad = een miljoenste farad (μF), de nano-farad = een duizendste micro-farad (nF) of de pico-farad = een miljoenste micro-farad (pF).

Er ontstaat nu:

$$1 \mu\text{F} = 10^{-6}\text{F} = \frac{1}{1.000.000} \text{F}$$

$$1 \text{nF} = 10^{-9}\text{F} = \frac{1}{1.000.000.000} \text{F}$$

$$1 \text{pF} = 10^{-12}\text{F} = \frac{1}{1.000.000.000.000} \text{F}$$

In plaats van pF schrijft men ook wel eens $\mu\mu\text{F}$.

Met behulp van de hiervoor genoemde 3 formules is het mogelijk enige berekeningen uit te voeren.

We verduidelijken dit met enige voorbeelden.

Voorbeeld I.

Een condensator met een capaciteit van $32 \mu\text{F}$ wordt tot een spanning van 380 volt opgeladen.

Gevraagd wordt hoe groot de opgenomen lading is.

Oplossing.

De formule voor het berekenen van de lading luidt:

$$Q = U \times C$$

$$Q = 380 \times 32 \cdot 10^{-6} = 0,01216 \text{ coulomb (A-sec.)}$$

Voorbeeld II.

Gevraagd wordt de capaciteit van een condensator te berekenen als deze bij een spanning van 100 volt een lading opneemt van 0,0002 coulombs.

Oplossing.

Volgens formule (I) berekent men dit als volgt:

$$C = \frac{Q}{U} = \frac{0,0002}{100} = \frac{2 \cdot 10^{-4}}{10^2} =$$

$$2 \cdot 10^{-6}\text{F} = 2 \mu\text{F}$$

Voorbeeld III.

Men wil de spanning van een condensator van $50 \mu\text{F}$ weten die geladen is met een hoeveelheid elektriciteit gelijk aan 0,01 coulombs.

Oplossing.

Volgens formule (II) is:

$$U = \frac{Q}{C} = \frac{0,01}{50 \times 10^{-6}} = \frac{10^{-2}}{50 \times 10^{-6}} = \frac{10^4}{50}$$

(wordt vervolgd)

INTERESSANTE MOGELIJKHEDEN VAN DE GASLASER

„De kleine lichtstraal” die enige jaren geleden nog in een onzekere toekomst scheen, heeft, na een koortsachtige ontwikkeling, nu het punt bereikt waarop deze op economische wijze kan worden toegepast. Op het Instrument toont Siemens een aantal ontwikkelingen op dit gebied. Speciaal op het gebied van de gaslasers volgen hier enige interessante toepassingsmogelijkheden van de getoonde modellen.

De He-Ne-laser, die in de gangbare uitvoeringen een rode lichtstraal met een golflengte van $632,8 \mu\text{m}$ uitzendt, is b.v. uitermate geschikt voor het optisch justeren en uitlijnen. In de werktuigbouw en ook bij de weg- en waterbouw, moest men vroeger op het oog of met een visier, horizontale of verticale opstellingen justeren. Meestal werd hiervoor een kijker, voorzien van kruisdraden, met een bijbehorende meetlat gebruikt. Past men nu in plaats van deze passieve

methode, de actieve methode toe, nl. door middel van een laserstraal, dan krijgt men een justeer- resp. uitlijnmethode, waarbij de rechte lijn (rode straal) *altijd* aanwezig is, zonder dat men hiervan enige hinder ondervindt. De methode van meten, justeren en uitlijnen blijft in principe dezelfde. In het bijzonder bij richtingsbesturing van machines wint men echter aan *nauwkeurigheid* en *tijd*.

Het actieve meten en besturen met behulp van een laserstraal heeft vooral voordelen bij de wegen- en waterbouw. Zo wordt b.v. de Siemens *He-Ne-laser LG 661* toegepast bij het egaliseren van wegen, waarbij het tijdrovende uitzetten van piketpaaltjes vervalt. Men gebruikt hiervoor een ontvanger, die op het egaliseermes wordt gemonteerd en waarbij afwijkingen in hoogte van enkele millimeters over een afstand van 200 meter direct worden geregistreerd.

Met de huidige hulpmiddelen is men in staat over een afstand van 400 à 500 meter machines te sturen met een maximale afwijking van minder dan 10 mm.

Als bijzonderheid kan nog worden vermeld dat door modulatie van de laserstraal met een selectieve ontvanger en roodfilter zelfs bij vol zonlicht kan worden gewerkt.

Een model van deze laser met ontvanger wordt op het Instrument gedemonstreerd.

Verder is het type *He-Ne-laser LG 641* aanwezig, die speciaal voor experimenteer- en onderwijsdoeleinden is ontwikkeld.

Deze laser kan door eenvoudig uitwisselen van de resonatorspiegels geschikt gemaakt worden voor 3 verschillende golflengtes nl. 632,8 nm, 1152,3 nm en 3391,2 nm.

Een verdere toepassing van de He-Ne-laser is nog het gebruik als optisch lood bij het uitrichten van hoge bouwwerken, waarbij de ongevoeligheid voor wind een groot voordeel is.

Een tweede toepassingsgebied voor de He-Ne-laser ligt bij de precisie-lengtemeting door interferometrie. De interferometrische lengtemeting is reeds lang bekend, maar deze methode had zijn beperkingen, aangezien de toegepaste spectraallampen onvoldoende coherentielengte hebben. Daardoor was deze methode slechts over een korte afstand te gebruiken. Eerst door de laser werd deze methode voor industriële doeleinden bruikbaar.

Op een geheel ander gebied werkt de *CO₂-laser*, die in tegenstelling tot de He-Ne-lasers een zeer groot continuvermogen in het infraroodgebied (golflengte 10,6 μm) kan leveren.

Siemens fabriceert een dergelijke laser (LG 106) met een uitgangsvermogen van 100 watt. Doordat deze laserstraal zich op $\pm 50 \mu\text{m}$ laat focuseren, verkrijgt men een zeer groot vermogen in het brandpunt (enige Megawatt per cm^2). Hierdoor is de *CO₂-laser* uitmuntend geschikt voor het bewerken van diverse materialen met een groot absorptievermogen voor de geleverde golflengte van 10,6 μm , zoals b.v. boren, lassen, snijden, smelten en verdampen. Zelfs met microplasma las-apparatuur kan de *CO₂-laser* concurreren, door zijn uiterst kleine brandpunt.

Enkele materialen die zich zeer goed laten bewerken zijn, glas, kwartsglas, keramische materialen, asbest en de meeste kunststoffen.

Naast materiaalbewerking is deze laser ook geschikt voor wetenschappelijke onderzoeken, zoals spectroscopie en niet-lineaire optica. Ook op het gebied van de chirurgie bestaat voor deze laser zeer veel interesse. Enkele voorbeelden in de industrie zijn: het etsen van rasters (geïntegreerde schakelingen) en het afsmelten van glasampullen in de farmaceutische industrie. In dergelijke ampullen worden vaak brandgevaarlijke of temperatuurgevoelige stoffen verpakt. Met de huidige hulpmiddelen kan men deze tot op 2/3 van de inhoud vullen, met de laser tot praktisch 95%. Bij vervoer van grote hoeveelheden geeft dit een besparing aan gewicht, zodat de transportkosten lager liggen. Verder het snijden van fijne stoffers van glasweefsel en het dichtlassen van plastic bekertjes b.v. voor melkproducten, zonder dat de inhoud wordt verhit, zodat het produkt langer houdbaar blijft.

Met de *CO₂-laser LG 106* zullen tijdens de tentoonstellingsduur demonstraties worden gegeven.

Vastestof-lasers

Naast de gaslasers levert Siemens ook de vastestof-lasers, die zowel in de diverse instituten voor wetenschappelijk onderzoek als voor materiaalbewerking worden toegepast. Deze laatste tak beweegt zich hoofdzakelijk op het terrein van de microtechniek. Men kan deze lasers (zoals reeds bij de *CO₂-laser* werd vermeld) gebruiken voor boren, snijden, lassen, fraisen en oppervlakte-behandelingen.