



15 OKTOBER 1969

# De eerste elektronische telefooncentrale in Nederland

68-69

Samengesteld door C. L. Quint.

(Vervolg van blz. 266)

## De verbindingbewaker

De verbindingbewaker bezit een aftaster, welke van alle verbindingorganen een aantal punten tegelijkertijd onderzoekt (fig. 7).

Het aantal punten dat per verbindingorgaan onderzocht wordt, is afhankelijk van het soort van verbindingorgaan en wordt bepaald door het aantal signalerings toestanden dat gelijktijdig herkend moet worden.

Tegelijk met het onderzoeken van deze punten wordt ook een geheugen VG uitgelezen (fig. 7), waarin alle gegeven van het verbindingorgaan zijn bewaard, inclusief de gegevens betreffende de verbinding en de vorige signalerings toestand van de verbinding.

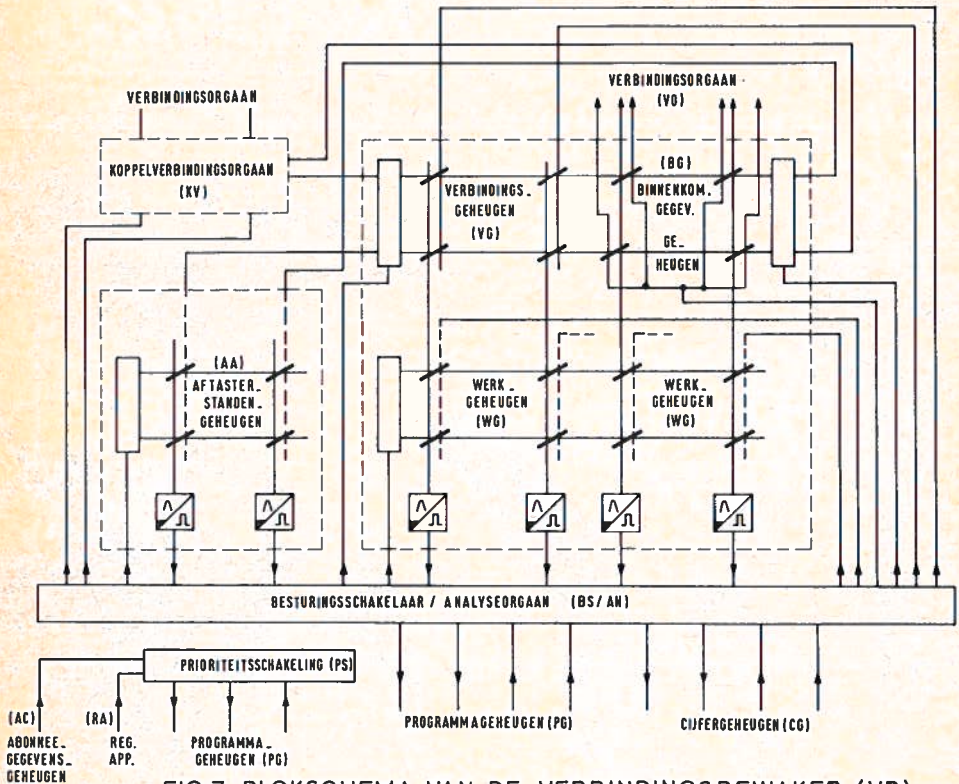


FIG.7 BLOKSCHEMA VAN DE VERBINDINGSBEWAKER (VB)

Aangezien de signaleringstoestand van de ontvangers en zenders voor kiesignalen zich sneller wijzigt dan die van interne verbindingscircuits en overdragers, moeten de eerstgenoemde organen met een grotere herhalingsfrequentie onderzocht worden. De aftaster is daarom zo ingericht, dat deze gedurende één cyclus 40 van de 200 standen 8 maal bereikt en de overige 160 standen 1 maal en wel achtereenvolgens de 40 eerstgenoemde, daarna 20 van de overige, vervolgens weer de 40 eerstgenoemde, daarna een volgende groep van 20 van de overige enz. De aftastcyclus wordt normaal uitgevoerd in 96 msec, maar kan onderbroken worden voor een instelling van de aftaster ten behoeve van de uitvoering van een programma. Een dergelijke onderbreking duurt 200  $\mu$ sec.

De aftastcyclus wordt daarna vervolgd vanaf de stand die bereikt werd voor de onderbreking. Aangezien een dergelijke onderbreking slechts enkele malen gedurende een cyclus kan voorkomen, kan men de duur van de cyclus stellen op 96 tot 97 msec. Gedurende deze periode worden de kiesinformatieontvangers en zenders dus 8 maal en de overige verbindingscircuits 1 maal afgetast en de bijbehorende geheugenrij wordt uitgelezen.

De geheugenrij omvat 114 bits, waarin zijn ingeschreven de vaste gegevens van het verbindingorgaan (o.a. de plaats van de aansluiting op het SN) en verder variabele gegevens betreffende de verbinding, zoals het telefoonnummer van de oproeper en/of dat van de opgeroepene, de in dit stadium nog van belang zijnde abonneekenmerken van de oproeper en eventueel van de opgeroepene.

- a. aantal malen dat achtereenvolgens „open lus” resp. „gesloten lus” is geconstateerd;
- b. aantal kiesimpulsen dat reeds van een kiesimpulsreeks ontvangen werd,
- c. telling van tijdeenheden voor tijdafpassing.

Van de 200 standen van de aftaster worden er 150 gebruikt voor verbindingorganen en 50 voor testlijnen.

In de teststanden van de aftaster worden lijnen uit een bijzonder geheugen voor testgegevens aangewezen. Hiermede wordt het analyseorgaan AN van de VB getest. Dit analyseorgaan verwerkt de in de verbindingorganen afgetaste signalen, samen met de gegevens uit het geheugen. Het resultaat van de analyse kan zijn een wijziging van de gegevens welke weer in het geheugen worden teruggeschreven, het geven van een besturingsopdracht aan het betreffende verbindingorgaan of het starten van een programma voor bijv. een verbindingsofbouw.

Om een snelle analyse van de gegevens mogelijk te maken, is de soort van het verbindingorgaan reeds in de lijn ingeschreven, welke bij de aftastcyclus vooraf gaat aan die behandeld moet worden, zodat de analyseschakelingen reeds voor het lezen van de gegevens ingesteld kunnen worden.

De opdrachten aan een verbindingorgaan worden door de analysator gegeven via een koppelverbindingorgaan KV, dat eveneens door de aftaster van het VB op het verbindingorgaan wordt ingesteld.

De VB bevat verder nog een geheugen voor aftasterstanden AA, eveneens uitgevoerd als kernengeheugen. Hierin zijn een aantal registers, bestemd voor het onthouden van de laatste aftasterstand, die voor een bepaald programma

gebruikt werd, teneinde het programma eventueel met behulp van deze aftasterstand (VB adres van een gekozen verbindingsorgaan) te kunnen voortzetten.

Verder is er voor elke cijferontvanger CO en cijferzender CZ een register waarin de aftasterstand, behorende bij de inkomende resp. uitgaande overdrager waarmee deze CO resp. CZ gekoppeld is, onthouden wordt.

Tenslotte heeft het AA een aantal registers, waarin de aftasterstanden van een aantal verbindingsorganen, welke ter beschikking staan voor de opbouw van een nieuwe verbinding, onthouden worden. Hierdoor is het mogelijk dat voor een nieuwe verbindingsofbouw onmiddellijk een verbindingsorgaan aangewezen wordt, zonder dat de VB eerst naar een vrij verbindingsorgaan van de gewenste soort behoeft te zoeken.

De VB vult tijdens het normale aftesten de vrijgekomen plaatsen in deze presentatie-registers aan.

Met behulp van de gegevens uit het AA kan het VB de aftaster instellen op een bepaald verbindingsorgaan, aldus de normale aftastcyclus onderbrekend.

De voor de onderbreking bereikte aftasterstand wordt in het RA onthouden, teneinde de aftastcyclus weer te kunnen hervatten vanaf deze stand.

In de registers van het AA wordt ook de soortaanwijding van het verbindingsorgaan onthouden, om bij een sprong van de aftaster de analyseschakelingen voor de gegevens tijdig te kunnen instellen.

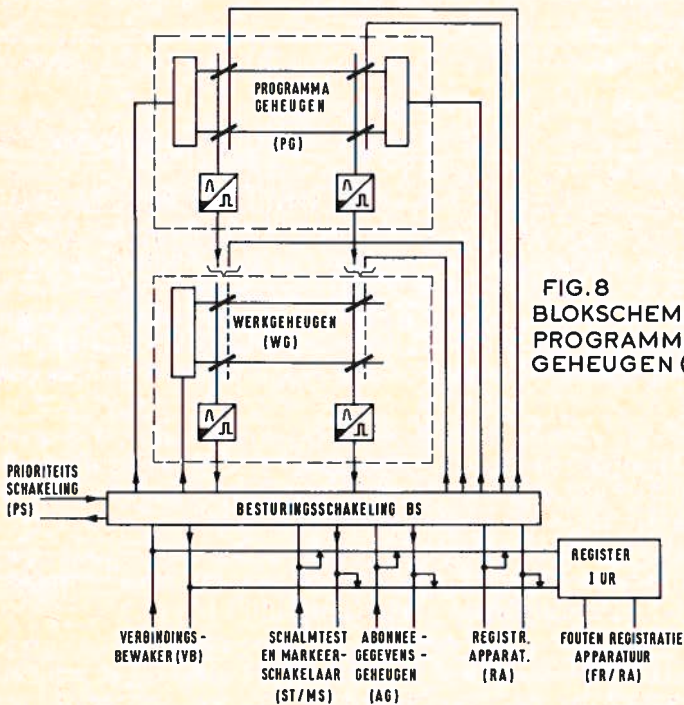


FIG. 8  
BLOKSCHEMA  
PROGRAMMA  
GEHEUGEN (PG)

In de VB is een prioriteitsschakeling PS ondergebracht, welke voorkomt dat de VB interne programma's en programmaopdrachten van het PG tegelijkertijd zou gaan uitvoeren. Deze prioriteitsschakeling regelt tevens het starten van programma's ten behoeve van het PG. Daartoe moeten AG en RA zich melden bij de prioriteitsschakeling, wanneer opdrachten voor centrale besturing van de kant van de abonnees (oproepen) of van de kant van het onderhoudspersoneel binnenkomen.

De prioriteitsschakeling kent aan de binnenkomende meldingen, naar de aard van de melding, een verschillende prioriteit toe en start de programma's overeenkomstig deze prioriteit. Een programma dat eenmaal gestart is, wordt door de prioriteitsschakeling niet meer onderbroken voor een melding met een hogere prioriteit.

### Het programmeergeheugen

In het programmeergeheugen (fig. 8), is een programma door coördinatie van de functies van VB, ST/MS, AG en RA ingeschreven.

Het geheugen heeft 500 rijen van 24 ferrietkernen. In elke rij kan een instructie worden ingeschreven. Ongeveer 70% van de geheugenruimte is gebruikt. Er is dus 30% ruimte voor uitbreiding ten gevolge van programmawijziging. Elk programma wordt gestart door de prioriteitsschakeling PS van de VB. Deze zendt een begininstructie naar de PG, waarmee de besturing BS de aanwijzer voor het geheugen instelt voor het uitlezen van de eerste instructie van het programma.

De instructies worden in een register van het werkgeheugen WG ingeschreven en vandaar door de besturing weer teruggeschreven in het geheugen.

Een instructie bestaat uit een subsysteem-adres, een subsysteem-opdracht en een adresgedeelte voor de volgende instructie.

De subsysteem-opdracht wordt, samen met de gegevens voor uitvoering van de opdracht, door de besturing van het PG naar het subsysteem gezonden, dat door het subsysteem-adresgedeelte van de instructie wordt aangewezen.

Het adresgedeelte voor de volgende instructie wordt in een register van het werkgeheugen onthouden. Na uitvoering van de opdracht zendt het subsysteem een antwoordinstructie terug, samen met gegevens voor verwerking in de andere subsystemen. De gegevens worden door de besturing van het PG tijdelijk ingeschreven in registers van het werkgeheugen. De antwoordinstructie vormt samen met het adresgedeelte voor de volgende instructie, dat in het werkgeheugen onthouden is, het volledige adres voor de volgende instructie. De besturing van het PG stelt de aanwijzer voor het geheugen in voor het uitlezen van de instructie, waarna de cyclus zich telkens herhaalt, totdat de eindinstructie van het programma uitgelezen wordt.

De eindinstructie van het programma is voor de besturing van het PG zelf bestemd, die zichzelf daarop in de ruststand brengt en zich vrij meldt bij de prioriteitsschakeling.

De gegevens die door de PG naar de subsystemen worden verzonden en die van de subsystemen worden ontvangen worden ingeschreven in een register I UR ten behoeve van de foutenregistratie.

## Synchronisatie en omschakelen

De samenwerking van de samenstellende subsystemen van de besturing wordt gesynchroniseerd door klokimpulsen, welke worden opgewekt in een drievoudig uitgevoerde en inwendige omschakelbare impulsgenerator CP.

Een stelsel klokimpulsen bestaat uit een herhaalde cyclus van 4 impulsen, elk op een eigen draad. Deze impulsen zijn 50  $\mu\text{sec}$ . ten opzichte van elkaar verschoven, zodat de cyclus een duur heeft van 200  $\mu\text{sec}$ .

De subsystemen van een centrale-besturingsgroep zijn aangesloten op 2 klokimpulsstelsels; de A-impulsen en de B-impulsen. De subsystemen van de andere centrale besturingsgroep zijn aangesloten op 2 andere klokimpulsstelsels.

De A-impulsen dienen voor het sturen van de interne functies van de besturingsgroep, terwijl de B-impulsen de externe functies van de besturingsgroep sturen. Door de ontvangst van B-impulsen is een besturingsgroep in staat het systeem te besturen. De andere besturingsgroep ontvangt dan geen B-impulsen en is daardoor stand-by, maar niet in staat het systeem te besturen.

De eerstgenoemde besturingsgroep ontvangt behalve B-impulsen tevens A-impulsen, in de andere besturingsgroep kunnen de A-impulsen eventueel ontbreken, waardoor deze besturingsgroep geheel buiten bedrijf is, maar wel onmiddellijk na hervatting van de A-klokimpulsyclus in werking kan komen voor interne besturingsfuncties. De A-impulsen en de B-impulsen zijn gesynchroniseerd. De omschakeling van de ene besturingsgroep op de andere wordt bewerkstelligd door het stoppen van de B-impulsen voor de ene besturingsgroep en het starten van de B-impulsen voor de andere.

Zodra een fout wordt geconstateerd in de besturing vindt omschakeling plaats. De PG van de besturingsgroep beëindigt dan een bewakingssignaal, dat normaal naar de CP gezonden wordt, waarop de CP de B-impulsen stopt en die voor de stand-by besturingsgroep start, waardoor deze de besturing overneemt.

De beide AO's en de RA zijn aangesloten op beide B-klokimpulsstelsels, waardoor deze bij het omschakelen normaal blijven werken.

## Controle, alarmering en foutenlocalisatie

In het systeem wordt een self-checking-code gebruikt voor informatie-overdracht. Hierdoor is het mogelijk de informatie te bewaken.

In de AO en de VB, waar op externe toestanden gereageerd moet worden om besturingsprogramma's te starten of besturingsprogramma's op bepaalde wijze te doen verlopen, worden de analyseschakelingen hiervoor met behulp van testgegevens gecontroleerd.

De voortgang van besturingsprogramma's wordt met behulp van tijdbewakingen gecontroleerd.

Door deze controlemaatregelen worden fouten in de besturing gesignaleerd, waarna omschakeling volgt. Dit laatste geldt niet voor de AO, welke slechts een gedeelte van de abonnees van de centrale bedient en daarvoor niet is verdubbeld. De besturing controleert de uitvoeringopdrachten en signaleert abnormale situaties in het overige deel van het systeem. Fouten hierin worden

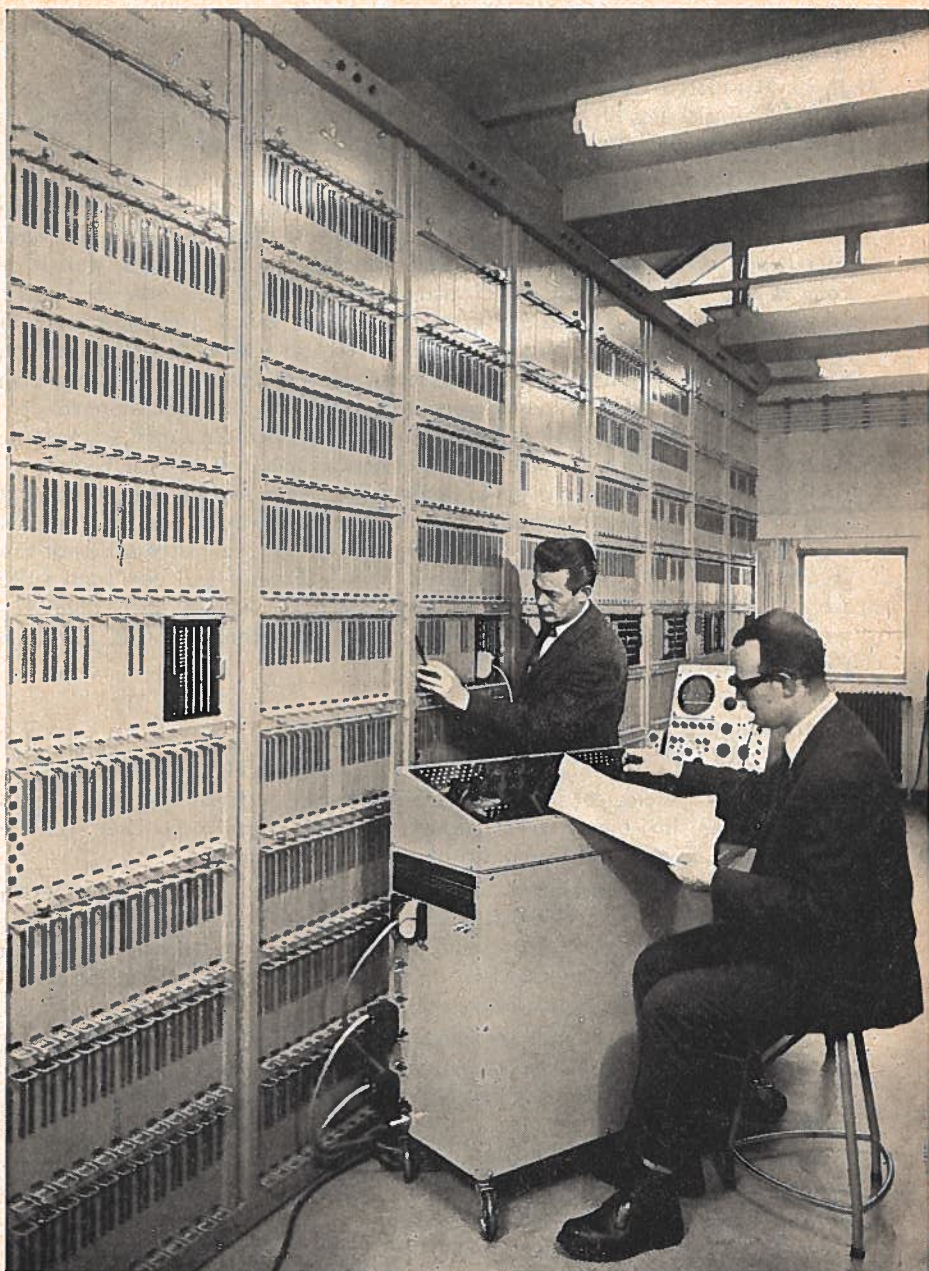


Fig. 9

gealarmeerd, maar er treedt in dat geval geen omschakeling op. Een algemene controle op de werking van het systeem wordt uitgevoerd door een automatische oproepschakeling, welke van tijd tot tijd oproepen maakt, waarop verbinding-

opbouw moet volgen naar een kiesinformatieontvanger, wat gecontroleerd wordt door een test op de aanwezigheid van kiestoon.

In geval van een abnormale situatie of een fout geeft de PG aan de foutenregistratie-inrichting FR van de RA opdracht de gegevens, welke in de registers voor de informatie-uitwisseling zijn onthouden, af te drukken.

Verder gaan in het geval van een fout, alarmlampen op een paneel van de rekken gloeien, welke aangeven welk deel van de besturingsfunctie niet goed of niet is uitgevoerd, of welke test een onbevredigend resultaat heeft opgeleverd. Met behulp van deze gegevens kan men het deel van het systeem, waarin de fout is opgetreden, localiseren en zich een oordeel vormen over de situatie waarin de fout is opgetreden. Is in een subsysteem van de besturing een fout opgetreden, dan kan men hierop een nadere test uitvoeren met behulp van een testwagen (fig. 9). Hiermede kan men besturingsopdrachten aan het subsysteem geven en op deze wijze de toestand nabootsen waaronder de fout is opgetreden. Op het bedieningspaneel van de testwagen bevinden zich een aantal schakelaars, waarmede de besturingsopdrachten en het programma, waarin deze besturingsopdrachten moeten worden gegeven, kunnen worden ingesteld. Door een aantal lampen op het bedieningspaneel van de testwagen wordt de toestand van het subsysteem, het verloop van het testprogramma en het resultaat van de test van de circuits van het systeem, aangegeven. Op deze wijze kan een fout nader worden gelocaliseerd, waarna de storing opgeheven kan worden door uitwisseling van het defecte logische element of herstelling van het gestoorde elektrische circuit.

## Conclusie

Hoewel er nog geen voldoende resultaten van de praktijkbeproeving zijn, kan reeds worden gesteld, dat de bij de ontwikkeling en test van ETS 3 verkregen ervaringen en inzichten een belangrijke bijdrage vormen voor de verdere ontwikkeling op het gebied van elektronische telefoonsystemen.

In het bijzonder is gebleken, dat bij toepassing van een type van elektronisch kruispunt, waarbij een galvanische scheiding van het schakelnetwerk en de lijnen nodig is, belangrijke kosten moeten worden besteed aan aanpassing aan de lijnen waarop gelijkstroomsignalering of signalering met laagfrequent wisselspanning met hoog niveau wordt toegepast.

In dergelijke gevallen zijn mechanische kruispunten in het schakelwerk gunstiger, indien deze tevens aangepast zijn aan de eisen die een centrale besturing stelt. Met name kan hierbij gedacht worden aan kruispunten met reed-contacten.

Niettemin zullen elektronische kruispunten goed kunnen voldoen in die gevallen waarin signalering met wisselspanning met laag niveau plaats vindt, dus in een schakelcentrum van versterkte lijnen.

Door de snel voortschrijdende ontwikkeling op het gebied van de elektronica is het zeer goed mogelijk, dat in de naaste toekomst elektronische schakelelementen beschikbaar komen, waarvoor de genoemde beperking van galvanische scheiding van de lijn niet geldt, zodat dan de geheel elektronische centrale zijn algemene intrede kan doen.



# De huistelefoonautomaat type UH 30-45

69-69

(Vervolg van blz. 280)

W. F. H. van Damme

## 5.5 Geheugenschakelingen.

### 5.5.1 Algemeen

### 5.5.2 De geheugenschakeling van het register.

#### 5.5.1 Algemeen.

Een geheugenschakeling is een schakeling welke tot taak heeft één of meerdere ontvangen commando's of criteria kortere of langere tijd te bewaren (onthouden) totdat deze gegevens voor verwerking nodig zijn.

Als, zoals in het register, de gegevens slechts korte tijd (een aantal sec.) in het geheugen opgeslagen blijven, kan gebruik gemaakt worden van elektrolytische condensatoren als geheugenelementen.

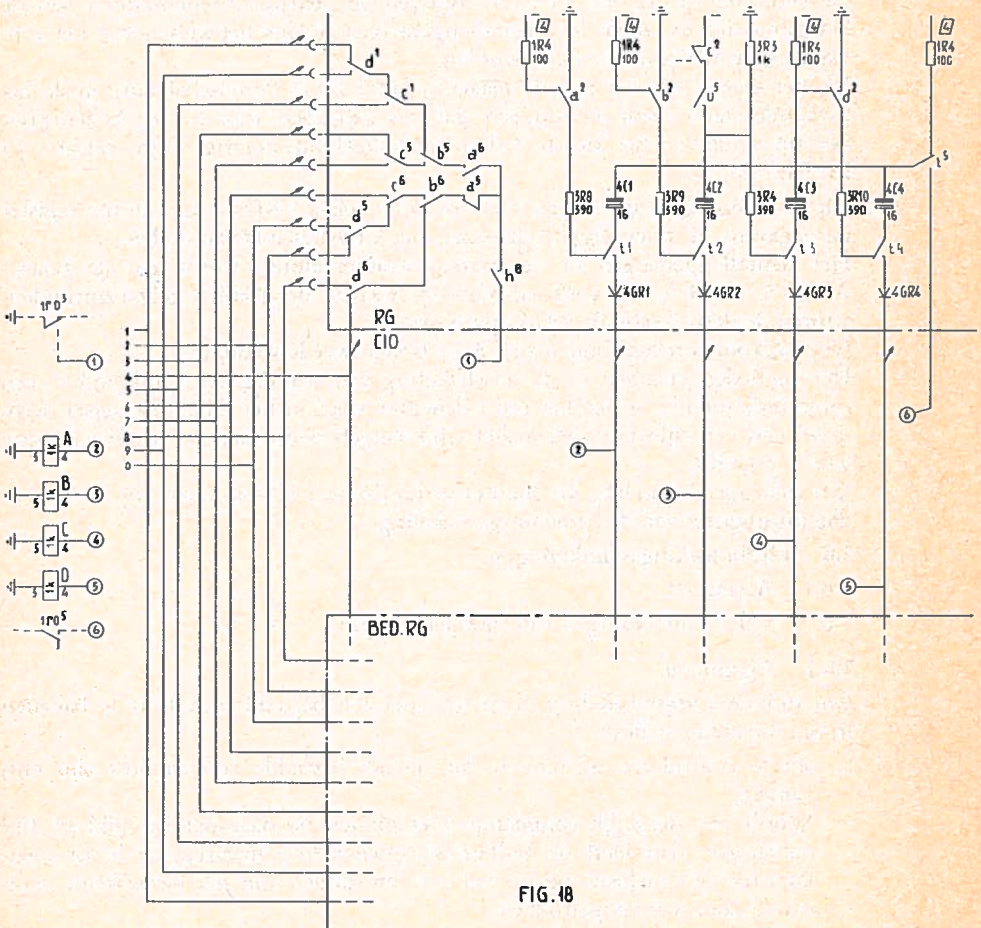


FIG. 48

### 5.5.2 De geheugenschakeling van het register.

De geheugenschakeling van het register (zie fig. 18) heeft tot taak het gekozen tientallencijfer in code van de telschakeling over te nemen en te bewaren totdat beide cijfers gekozen zijn.

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

Dit geheugen bestaat uit 4 condensatoren, 4 C 1 - 4 C 2 - 4 C 3 en 4 C 4, en wordt daarom een condensatorgeheugen genoemd.

De gegevens worden in het geheugen gebracht door de contacten a2 - b2 - c2 en d2 van de telschakeling.

Indien een telrelais bekrachtigd is, is de hiermede corresponderende geheugencondensator geladen.

Indien een telrelais niet bekrachtigd is, is de hiermede corresponderende geheugencondensator ontladen.

Als het tientallencijfer volledig gekozen is komt in het register relais T op. De contacten t1 - t2 - t3 - t4 en t5 isoleren de geheugencondensatoren van de bestuurscircuits, zodat het tientallengeheugen tijdens het kiezen van het eenhedencijfer niet beïnvloed kan worden.

Na het kiezen van het tweede (laatste) cijfer blijft de telschakeling in de betreffende stand staan en fungeert dan als geheugen voor het eenhedencijfer. Na het einde van het kiezen nodigt het betreffende register (bijv. register 1) het CIO uit.

Als de uitnodiging wordt geaccepteerd komt relais 1 RO op en kan het register de gegevens in de cijfergeheugens aan het CIO beschikbaar stellen.

Het tientallengeheugen in de geheugencondensatoren wordt aan de relais A - B - C en D in het CIO aangeboden, waarbij de geladen geheugencondensatoren de desbetreffende relais opbrengen.

De opgekomen relais houden zich dan via een tweede wikkeling.

Het eenhedengeheugen in de telschakeling van het register wordt m.b.v. een contactenpiramide, welke het eenhedencijfer weer in het tientallig stelsel decodeert, aan een cijfermultipel in het CIO aangeboden, waarvan dus één uitgang wordt gemerkt.

Een geheugenschakeling als hierboven beschreven is ook aanwezig in het bedieningsregister van de bedieningsschakeling.

### 5.6 Tijdbewakingsschakelingen.

#### 5.6.1 Algemeen.

#### 5.6.2 Enkele uitvoeringen van tijdschakelingen.

##### 5.6.1 Algemeen.

Een tijdbewakingsschakeling heeft tot doel een bepaald tijdvak af te bakenen in een schakelprocedure:

- a. om te controleren of binnen dat tijdvak bepaalde commando's zijn ontvangen.

Wordt een dergelijk commando niet binnen de daarvoor beschikbare tijd ontvangen, dan leidt de tijdbewakingsschakeling maatregelen in overeenkomstig de conclusie die uit het niet ontvangen van het betreffende commando kan worden getrokken;

b. om een bepaalde tijd na het ontvangen van een commando een volgend commando in te leiden.

Alle tijdbewakingschakelingen uitgevoerd met relais, berusten op het principe dat na het verbreken van het inschakelcircuit van het relais, dit relais nog een bepaalde tijd opblijft over de ontladstroom van een parallel geschakelde condensator (zie fig. 19).

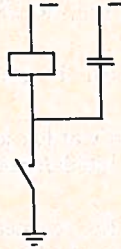


FIG. 19

### 5.6.2 Enkele uitvoeringen van tijdschakelingen.

In de automaat UH 30-45 zijn enkele tijdschakelingen toegepast. Tijdschakelingen die gerangschikt kunnen worden in de categorie als omschreven in punt 5.6.1.a zijn:

a. relais E van het register voor de kiestijdbewaking, zie fig. 20.

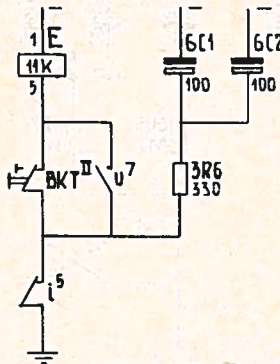


FIG 20

Zodra een oproeper een register toegewezen krijgt komt relais I op. Contact i5, dat in de ruststand van het register relais E op en de elco geladen houdt, isoleert relais E.

De geladen elco ontladst zich nu over relais E, doch na  $\approx 10$  sec. is de elco zo ver ontladen, dat de stroom onvoldoende is voor het houden van het relais.

Relais E bewaakt dus gedurende  $\approx 10$  sec of contact i5 wordt teruggelegd, d.w.z. of er door de oproeper wordt gekozen.

Na het kiezen van het eerste cijfer blijft relais I weer op en wordt op dezelfde wijze bewaakt, totdat binnen  $\approx 10$  sec. het tweede cijfer wordt gekozen.

Valt relais E af dan wordt door verbreking van de EK c-draad, door contact e3, de verbinding verbroken.

De VBS en het RG komen vrij, de LS komt in de afwerpstand waarin het toestel bezettoon ontvangt.

De weerstand 3 R 6 dient om de grootte van de laadstroom van de elco te begrenzen.

Relais E kan ook tot afvallen worden gebracht, doch zonder afvalvertraging, door contact BKT<sup>II</sup> van de blokkeertoets als het register vrij is (contact u7 geopend).

Met deze blokkeertoets kan het register, bij defect of voor onderzoek, tijdelijk geblokkeerd worden voor inbeslagname.

- b. relais E van het centraal-instelorgaan voor het bewaken van de instellingstijden van de verbindingen, zie fig. 21.

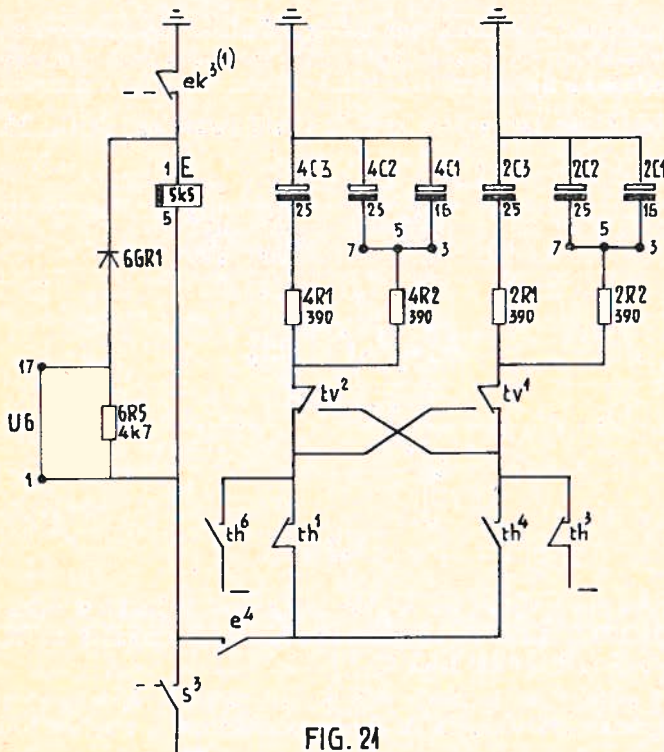


FIG. 21

Het centraal-instelorgaan komt per automaat slechts éénmaal voor en wordt voor elke verbindinginstelling gebruikt.

Hierdoor is het noodzakelijk er voor te zorgen dat het centraal-instelorgaan:

- 1e. niet langer in beslag genomen wordt dan strikt noodzakelijk is;
- 2e. niet geblokkeerd kan raken als de verbindinginstelling mislukt.

Het tijdbewakingsrelais E in het centraal-instelorgaan heeft tot taak het tot stand komen van de verbindinginstelling in fasen te bewaken.

Hiertoe beschikt relais E over drie vertragingselementen, nl. twee condensatorelementen en de vertraging van het relais zelf, verkregen door de op het relais aanwezige kopervertraging en de kortsluiting van de relaiswikkeling via de diode 6 GR 1.

Met behulp van deze vertragingen bewaakt relais E de navolgende fasen van de verbindinginstelling:

- 1e. De tijd tussen het in beslag nemen van het CIO en de 1e kiezertest.
- 2e. De tijd tussen een kiezertest en de volgende kiezertest.
- 3e. De tijd tussen de laatste kiezertest en het vrijkomen van het CIO.

Relais E is in rust op (contact s3 gesloten).

Via de contacten s3, th1 en tv2 wordt één van de condensatorelementen in geladen toestand gehouden en parallel aan relais E geschakeld.

Via de contacten th3 en tv1 wordt het andere condensatorelement in geladen toestand gehouden.

Bij het in beslag nemen van het CIO wordt relais E geïsoleerd (openen contact s3) waarna het relais gedurende  $\approx 600$  msec. kan opblijven met behulp van het parallel geschakelde vertragingselement.

Na de 1e kiezertest wordt met behulp van contact tv2 of de contacten th1 en th6 het gedeeltelijk ontladen condensatorelement van relais E afgeschakeld en opnieuw geladen.

Met behulp van contact tv1 of de contacten th3 en th4 wordt het andere condensatorelement van zijn laadcircuit afgeschakeld en over relais E geschakeld voor het bewaken van de volgende fase in de verbindinginstelling.

Dit tweede condensatorelement geeft relais E eveneens een afvalvertraging van  $\approx 600$  msec.

Deze omschakeling van vertragingselementen kan in principe meerdere malen herhaald worden.

Na de laatste kiezerinstelling komt steeds relais EK (Einde Kiezerinstellingen) op. Contact ek3 (1) verbreekt het circuit waarover de vertragingselementen zich ontladen over relais E.

Relais E heeft hierna nog een eigen afvalvertraging van  $\approx 80$  msec.

Daarna valt relais E af en komt het centraal-instelorgaan vrij.

In deze laatste fase van de verbindinginstelling worden door het CIO de nodige commando's aan de betreffende verbinding gegeven om deze verder zelfstandig te kunnen laten functioneren.

Valt relais E tussentijds af omdat de beschikbare tijdslimiet wordt overschreden, dan komt het CIO vrij, worden de bij de verbindinginstelling betrokken organen evt. verbroken en ontvangt de betreffende aansluiting bezettoon.

Bij elk van de beide vertragingselementen zijn twee condensatoren op doorverbindingpunten uitgevoerd.

Door zonodig meerdere van de condensatoren parallel te schakelen wordt in de fabriek de afvalvertraging binnen bepaalde grenzen ingeregeld.

De weerstanden 4 R 1 - 4 R 2 - 2 R 1 en 2 R 2 zijn bedoeld voor begrenzing van de laadstroom van de condensatoren.

De weerstand 6 R 5 in serie met de diode 6 G R 1 is eveneens op doorverbindingpunten uitgevoerd.

Door deze weerstand al of niet kort te sluiten wordt in de fabriek de eigen afvalvertraging van relais E binnen bepaalde grenzen ingeregeld.

Tijdschakelingen die gerangschikt kunnen worden in de categorie als omschreven in punt 5.6.1.b zijn:

- c. relais S van de signalen, het start- en stoprelais voor de test- en signaalverdeler, zie fig. 22.

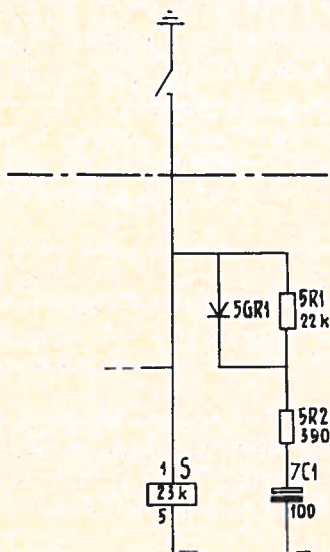


FIG. 22

Vanuit diverse organen kan een startcommando worden gegeven naar relais S als in een bepaalde situatie inschakeling van de test- en signaalverdeler noodzakelijk is.

Met het inschakelen van relais S wordt tevens de condensator 7 C 1 geladen, welke relais S na uitschakeling een afvalvertraging van  $\approx 15$  sec. geeft.

Deze afvalvertraging heeft de volgende functie:

Wordt een bepaalde verbinding verbroken, dan verdwijnt het startcommando voor relais S.

De bij de betreffende verbinding behorende lijnstroomloop wordt in de afwerpstand (zie punt 5.3.5) geschakeld, waarin gedurende de afvalvertraging van relais S bezettoon naar het betreffende toestel wordt gegeven.

Hierna wordt aangenomen dat men van het toestel de telefoon op de haak heeft gelegd. In die gevallen, waarbij na deze  $\approx 15$  sec. geen verbreking van de lijnstroomloop wordt geconstateerd, wordt aangenomen dat het een storingssituatie betreft zoals:

- 1e. een aansluiting met a-b-sluiting;
- 2e. een aansluiting waarbij de microtelefoon naast de haak ligt.

Door het afvallen van relais S wordt voorkomen, dat in deze gevallen de test- en signaalverdeler continu ingeschakeld blijven.

De weerstand 5 R 2 is bedoeld voor begrenzing van de laadstroom van de condensator.

De parallelschakeling van de diode 5 GR 1 en de weerstand 5 R 1 heeft de navolgende functie:

Het laden van de condensator, bij het inschakelen van relais S, dient zo snel mogelijk te geschieden, dat wil zeggen, de RC-tijd van dit circuit dient zo klein mogelijk te zijn.

Het ontladen van de condensator over relais S dient in principe zo langzaam mogelijk te geschieden om met een zo klein mogelijke condensator de gewenste tijd te bereiken.

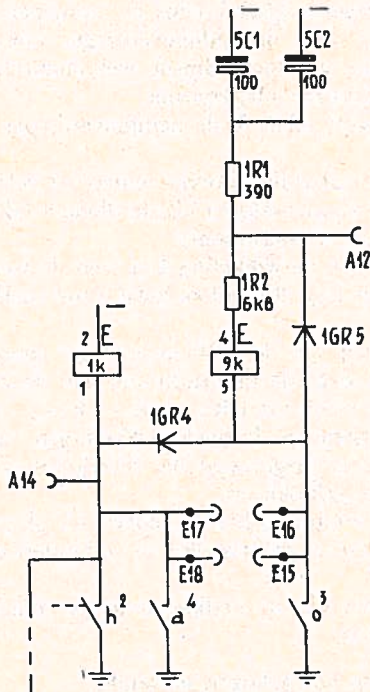


FIG. 23

De RC-tijd van het ontladingscircuit dient dus zo groot mogelijk te zijn. De diode 5 GR 1 zorgt in het laadingscircuit voor een lage waarde van het product  $R \times C$  doordat de weerstand 5 R 1 wordt kortgesloten.

De weerstand 5 R 1 zorgt in het ontladingscircuit voor een hoge waarde van het product  $R \times C$  omdat de diode 5 GR 1 dan geblokkeerd staat.

d. relais E van de netlijnoverdrager, voor het afbakenen van de zgn. blokkeertijd, zie fig. 23.

Relais E heeft tot taak de netlijnoverdrager na een inbeslagname te blokkeren voor uitgaande inbeslagname.

Is de netlijnoverdrager inkomend (dus als oproepene of B-abonnee) in beslag genomen dan mag, nadat de netlijnoverdrager vanuit de huistelefooncentrale wordt verbroken, de netlijnoverdrager niet onmiddellijk weer uitgaand worden belegd.

Dit omdat in de huistelefooncentrale niet bekend is of de oproeper (A-abonnee) de microtelefoon reeds op de haak heeft gelegd en het dus mogelijk is dat de verbinding in de openbare centrale nog niet verbroken is.

Bij (internationale) verbindingen die door een telefoniste tot stand zijn gebracht is het mogelijk dat de koorden van de betreffende centraalpost nog niet getrokken zijn.

In deze gevallen geeft relais E de netlijnoverdrager  $\approx 10$  sec. na het verbreken vrij voor een nieuwe uitgaande inbeslagname.

Is de netlijnoverdrager uitgaand (dus als oproeper of A-abonnee) in beslag genomen dan mag, nadat de netlijnoverdrager vanuit de huistelefooncentrale wordt verbroken, de netlijnoverdrager wél onmiddellijk worden vrijgegeven voor een nieuwe uitgaande inbeslagname.

In deze gevallen geeft relais E de netlijnoverdrager na het verbreken zonder tijdsvertraging vrij.

Bij een inkomende verbinding brengt contact o3 relais E 1-2 op via de diode 1 GR 4 en laadt de condensatoren via de diode 1 GR 5 en de weerstand 1 R 1 (voor begrenzing van de laadstroom).

De diode 1 GR 5 sluit de wikkeling E 4-5 en de weerstand 1 R 2 kort, waarmee een circuit met lage RC-tijd ontstaat voor snelle lading van de condensatoren.

Als bij het verbreken van de netlijnoverdrager contact o3 wordt teruggelegd houdt relais E zich over de ontladstroom van de condensatoren.

Deze ontladstroom vloeit via 1 R 1 - 1 R 2 - E 4-5 - 1 GR 4 en E 1-2.

In dit circuit ondersteunen de beide wikkelingen van relais E elkaar, terwijl de weerstand 1 R 2 is toegevoegd ter verkrijging van een optimale RC-tijd.

De diode 1 R 5 staat geblokkeerd.

Bij een uitgaande verbinding brengt contact h2 of contact a4 relais E 1-2 op. De diode 1 GR 4 staat nu geblokkeerd en verhindert dat de condensatoren worden geladen.

Als bij het verbreken van de netlijnoverdrager contact h2 wordt teruggelegd, valt relais E nu snel af.

## 5.7 Onderzoek van het gekozen nummer.

Gedurende de opbouw van een verbinding is het noodzakelijk om van het gekozen nummer het eerste cijfer te onderzoeken.



Dit om na te gaan of een interne verbinding, een netlijnverbinding dan wel bijzondere apparatuur, zoals bijv. een personenzoekinrichting, een verbindings-overdrager e.d. gewenst wordt.

Hiertoe is in het centraal-instelorgaan een nummeronderzoek-schakeling volgens fig. 24 opgenomen.

Het gekozen eerste cijfer wordt onderzocht m.b.v. relais via een contacten-

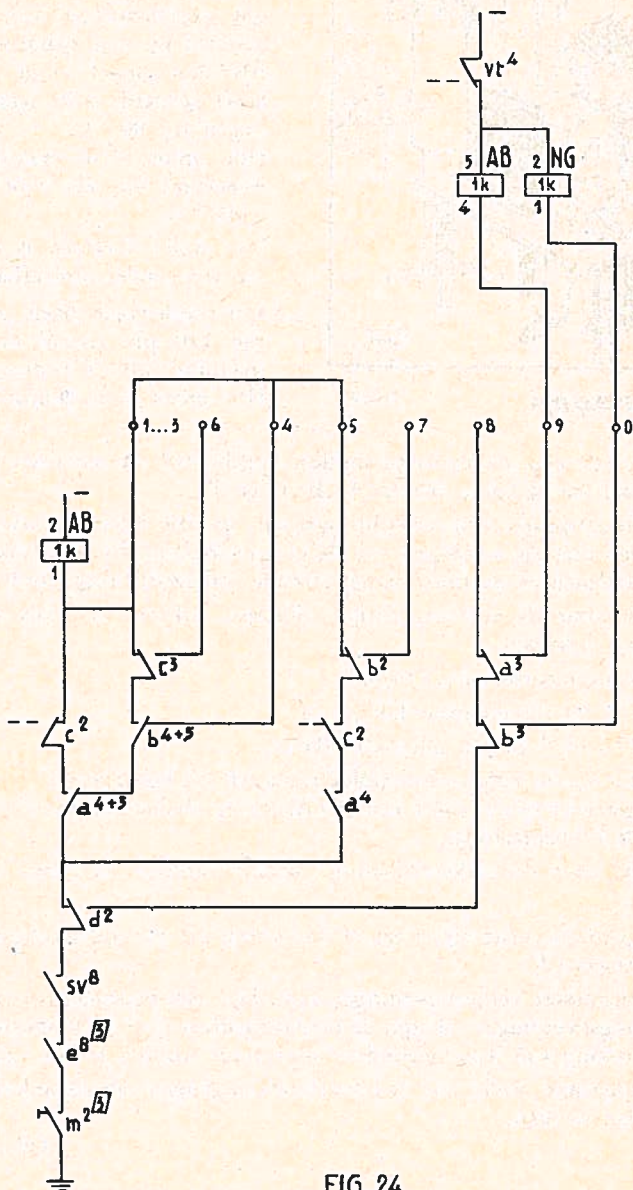
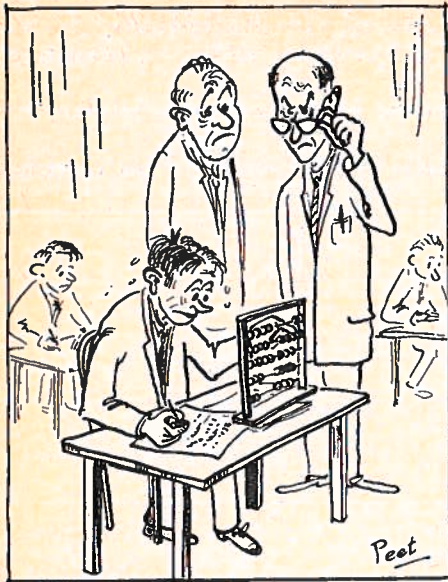


FIG. 24



## Examenvragen

70-69

1. Wat is het verschil tussen een primair en een secundair element?
2. Bereken de weerstand van 0,75 m nikkelinedraad met een diameter van 0,1 mm. De soortelijke weerstand van nikkelinedraad is 0,44.
3. Bij een temperatuur van  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  is een weerstandspoel van  $48\ \Omega$  aangesloten op een spanning. Als deze spoel enige tijd stroom heeft gevoerd, is de temperatuur gestegen tot  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Hoe groot is de waarde van deze weerstand nu, als voor koper  $\alpha = 0,0037$  is?
4. Van welke factoren is de capaciteit van een condensator afhankelijk?
5. Een condensator heeft een capaciteit van  $120\ \text{pF}$ , terwijl de aangelegde spanning  $300\ \text{V}$  bedraagt. Hoe groot is de lading in C?

piramide (de zgn. onderzoekpiramide), opgebouwd uit contacten van de code-relais voor het gekozen tiental A - B - C en D.

Voor alle mogelijke verkeersrichtingen zijn speciale relais aanwezig welke zijn verbonden met die uitgangen van de onderzoekpiramide, overeenkomende met het tientallencijfer waarmee de betreffende verkeersrichting wordt aangekozen. Specifiek voor de verkeersrichting „interne verkeer” is relais AB (interne ABonnee) gekozen.

Is het gekozen eerste cijfer (tiental)

1 - 2 of 3 bij de automaat UH 30 of

1 - 2 - 3 - 4 of 5 bij de automaat UH 45,

dan wordt via de onderzoekpiramide relais AB 1-2 bekrachtigd.

Is het gekozen eerste cijfer een 9 (Aanvraag Bedieningspersoon) dan wordt relais AB 4-5 bekrachtigd.

Specifiek voor de verkeersrichting „extern verkeer” is relais NG (Netlijn Gekozen).

Is het gekozen eerste cijfer een 0 dan wordt via de onderzoekpiramide relais NG bekrachtigd.

T.b.v. bijzondere verkeersrichtingen zoals bijv. een personenzoekinrichting, een verbindingsoverdrager e.d. zijn de tientallencijfers 6 - 7 en 8 beschikbaar.

Bij toepassing van deze bijzondere apparatuur worden tevens extra „richting-relais” toegepast, welke met de betreffende uitgangen van de onderzoekpiramide verbonden worden.

(wordt vervolgd)

1. Bereken x:

$$\left( 2 \frac{28}{33} + \frac{5}{8} - \frac{1}{3} \right) \times \frac{44}{39} : 2 \frac{1}{x} = \frac{5}{9}$$

2. Van de evenredigheid  $a : b = c : d$  is gegeven:

$$3a - 2c = 3; 3b - 2d = 1 \text{ en } c + 3d = 12.$$

Bepaal met behulp van de eigenschappen van de evenredigheden de waarden a, b, c en d.

3. Bereken de vierkantswortel uit:

$$987656329, 170,485249 \text{ en } 41210,624016.$$

4.  $a^2 = (a + b)(a - b) + b^2$

$$53^2 = (53 + 7)(53 - 7) + 7^2 = 60 \times 46 + 49 = 2760 + 49 = 2809.$$

Bereken op dezelfde wijze:

$$72^2 = \quad \quad 46^2 =$$

$$83^2 = \quad \quad 51^2 =$$

$$95^2 = \quad \quad 36^2 =$$

5. Van een rechthoekig trapezium is de langste evenwijdige zijde 8,4 cm, de kortste 3,6 cm en de rechthoekszijde 3,5 cm. Men wentelt het trapezium om de langste evenwijdige zijde. Het lichaam, dat nu ontstaat, bestaat uit een cilinder met een kegel.

Bereken de inhoud van dat lichaam.

$$6. \frac{7 \frac{1}{13} : \frac{46}{91}}{5 \frac{1}{19} \times 10 \frac{11}{16}} + \frac{8 \frac{1}{4} : 8 \frac{15}{16}}{8 \frac{1}{7} : 1 \frac{104}{105}} \times 1 \frac{2}{11} + \frac{4^3}{3^3 \times 5} =$$

7. Van een afgeknotte kegel is de straal van het grondvlak 42 cm, die van het bovenvlak 28 cm, de hoogte is 75 cm.

$$\text{Bereken de inhoud. } \pi = \frac{22}{7}.$$

8. Een rechthoekig trapezium heeft tot evenwijdige zijden 5 en 7 en tot hoogte 6 cm. Bereken de inhoud van het lichaam, dat ontstaat door omwenteling van het trapezium om de zijde van 5 cm.

9. Een bol past precies in een kubus. Hoe verhoudt zich de inhoud van de kubus tot die van de bol?

$$10. \text{ Iemand moest een getal vermenigvuldigen met } 13 \frac{1}{3} : 1 \frac{3}{5}.$$

Hij deelt het echter door  $13 \frac{1}{3} \times 1 \frac{3}{5}$  en krijgt nu  $397\frac{2}{3}$  te weinig.

Bereken de juiste uitkomst.

# Antwoorden Oefenpagina XXX (blz. 281 en 282)

1. a	2, 5, 8	0, 3, 6, 9	
b	0	5	

2. Inhoud pyramide = oppervlakte grondvlak  $\times \frac{1}{3}$  hoogte =  $132 \times 6,5 = 858 \text{ cm}^3$ .

3. De inhoud van een afgeknotte pyramide =  $\frac{1}{3}$  hoogte  $\times$  (oppervlakte grondvlak + oppervlakte bovenvlak + de wortel uit het produkt van oppervlakte grondvlak  $\times$  bovenvlak).

$$I = \frac{1}{3} \times 18 (225 + 36 + \sqrt{225 \times 36}) =$$

$$6 \times (261 + \sqrt{15^2 \times 6^2}) =$$

$$6 \times (261 + 90) = 6 \times 351 = 2106 \text{ cm}^3.$$

4.  $(a + b)(a - b) = a^2 \times b^2$

$$33 \times 27 = (30 + 3)(30 - 3) = 30^2 - 3^2 = 900 - 9 = 891$$

$$25 \times 25 = (25 + 0)(25 - 0) = 25^2 - 0^2 = 625 - 0 = 625$$

$$28 \times 32 = (30 - 2)(30 + 2) = 30^2 - 2^2 = 900 - 4 = 896$$

$$42 \times 38 = (40 + 2)(40 - 2) = 40^2 - 2^2 = 1600 - 4 = 1596$$

$$47 \times 53 = (50 - 3)(50 + 3) = 50^2 - 3^2 = 2500 - 9 = 2491$$

$$59 \times 61 = (60 + 1)(60 - 1) = 60^2 - 1^2 = 3600 - 1 = 3599$$

$$72 \times 68 = (70 + 2)(70 - 2) = 70^2 - 2^2 = 4900 - 4 = 4896$$

$$66 \times 74 = (70 - 4)(70 + 4) = 70^2 - 4^2 = 4900 - 16 = 4884$$

$$82 \times 78 = (80 + 2)(80 - 2) = 80^2 - 2^2 = 6400 - 4 = 6396$$

$$27\frac{1}{2} \times 32\frac{1}{2} = (30 - 2\frac{1}{2})(30 + 2\frac{1}{2}) = 30^2 - 2\frac{1}{2}^2 = 900 - 6\frac{1}{4} = 893\frac{3}{4}$$

$$19\frac{3}{4} \times 20\frac{1}{4} = (20 - \frac{1}{4})(20 + \frac{1}{4}) = 20^2 - (\frac{1}{4})^2 = 400 - \frac{1}{16} = 899\frac{16}{15}$$

$$28\frac{4}{5} \times 31\frac{1}{5} = (30 - 1\frac{1}{5})(30 + 1\frac{1}{5}) = 30^2 - (1\frac{1}{5})^2 =$$

$$900 - \frac{36}{25} = 899\frac{11}{25}$$

5.  $\frac{14}{15}$

6. De lengte  $\times$  de breedte =  $864 \text{ m}^2$ .

Lengte: breedte = 3 : 2

$$2 \times \text{lengte} = 3 \times \text{breedte}$$

$$\text{de lengte} = 1\frac{1}{2} \times \text{de breedte}$$

D.w.z.:  $1\frac{1}{2} \times \text{breedte} \times \text{breedte} = 864 \text{ m}^2$ .

$$\text{breedte}^2 = 864 : 1\frac{1}{2} = 576$$

$$\text{de breedte} = \sqrt{576} = 24 \text{ m}$$

De lengte is dus  $1\frac{1}{2} \times 24 = 36 \text{ m}$ .

De omtrek =  $2 \times 24 + 2 \times 36 = 120 \text{ m}$ , hetgeen tevens de omtrek is van het 2e stuk land.

$$\text{Lengte} + \text{breedte} = 120 : 2 = 60 \text{ m}.$$

De lengte : de breedte = 4 : 1.

De lengte =  $\frac{4}{5} \times 60 = 48$  m.

De breedte =  $\frac{1}{5} \times 60 = 12$  m.

De oppervlakte van het tweede stuk land bedraagt dus  $48 \times 12 = 576$  m<sup>2</sup>.

7. Er ontstaan 2 cilinders.

Inhoud cilinder = oppervlakte grondvlak  $\times$  hoogte.

Inhoud 1e cilinder =

$$\frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times 5,6^2 \times 3,5 = 86,24 \text{ cm}^3.$$

Inhoud 2e cilinder =

$$\frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times 7^2 \times 2,8 = 107,8 \text{ cm}^3.$$

Oppervlakte 1e cilinder =

opp. grondvlak + opp. bovenvlak + opp. mantel =

$$2 \times \frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times 5,6^2 + \frac{22}{7} \times 5,6 \times 3,5 = 49,28 + 61,6 = 110,88 \text{ cm}^2$$

Oppervlakte 2e cilinder =

$$2 \times \frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times 7^2 + \frac{22}{7} \times 7 \times 2,8 = 77 + 61,6 = 138,6 \text{ cm}^2$$

8. De vierde term moet 120 of wel  $3 \times$  zo groot worden.

De evenredigheid blijft goed als:

a. de 3e term ook met 3 wordt vermenigvuldigd,

$$18 : 30 = 72 : 120;$$

b. de 1e term door 3 wordt gedeeld,

$$6 : 30 = 24 : 120;$$

c. de 2e term met 3 wordt vermenigvuldigd,

$$18 : 90 = 24 : 120.$$

9. Stel evenredigheid:  $a : b = c : d$ , dan is:

$$a + b = 36, a - b = 6 \text{ en } c + d = 60.$$

$$a + b = 36$$

$$a = 36 - b$$

$$a - b = 6$$

$$a = 36 - 15$$

$$a = 21$$

$$2b = 30$$

$$b = 15$$

$$21 : 15 = c : d$$

$$a : b = c : d$$

Som termen 1e reden : som termen 2e reden als de 1e : 3e term.

$$(21 + 15) : 60 = 21 : c$$

$$c = \frac{60 \times 21}{36} = 35$$

$$d = 60 - c = 60 - 35 = 25$$

Het verschil van de termen van de 2e reden is dus  $35 - 25 = 10$ .

10.  $2\frac{1}{9}$

# LOGARITMEN V

(vervolg van blz. 249)

W. C. van Dam  
72-69

Onder logaritmeneming verstaan we het bepalen van de logaritme.

Zoals reeds eerder werd opgemerkt, bestaat de logaritme van ieder getal uit een geheel getal, de wijzer, en een in 5 decimalen afgeronde, onmeetbare breuk, de mantisse.

Met behulp van de geleerde eigenschappen VII en VIII (zie Logaritmen IV) kan de wijzer direct worden opgeschreven; de mantisse vinden we in de logaritmetafel.

## *Inrichting logaritmentafel*

Op de eerste bladzijde vindt men achtereenvolgens de logaritmen van de getallen 1 t/m 99, soms met vermelding der wijzers. In de volgende bladzijden van de tafel worden de wijzers echter weggelaten.

Van de logaritmen van de getallen 100 tot en met 9999 zijn dus alleen de mantissen vermeld. Ze kunnen op eenvoudige wijze genoteerd worden.

Het blijkt namelijk, dat de mantissen van de logaritmen van opeenvolgende getallen slechts weinig verschillen, bijv.:

$\log 3880 = 3,58883$	$\log 3885 = 3,58939$
$\log 3881 = 3,58894$	$\log 3886 = 3,58950$
$\log 3882 = 3,58906$	$\log 3887 = 3,58961$
$\log 3883 = 3,58917$	$\log 3888 = 3,58973$
$\log 3884 = 3,58928$	$\log 3889 = 3,58984$

Deze 10 mantissen hebben de eerste twee cijfers gelijk. Om deze niet telkens te herhalen, worden de mantissen aldus neergezet:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
388	58883	894	906	917	928	939	950	961	973	984

De mantisse van  $\log 3888$  wordt nu gevonden door de drie cijfers uit de kolom, waarboven 8 staat, te schrijven achter de twee cijfers, die vooraan de rij onder de nul staan.

Deze mantisse is dus 58973.

Beschouwen we vervolgens de mantissen van de logaritmen 3710 t/m 3719.

$\log 3710 = 3,56937$	$\log 3715 = 3,56996$
$\log 3711 = 3,56949$	$\log 3716 = 3,57008$
$\log 3712 = 3,56961$	$\log 3717 = 3,57019$
$\log 3713 = 3,56972$	$\log 3718 = 3,57031$
$\log 3714 = 3,56984$	$\log 3719 = 3,57043$

We zien dat bij de overgang van log 3715 op log 3716 ook een verandering in de eerste twee cijfers van de mantisse optreedt.

Schrijven we nu deze 10 mantissen in één rij, die begint met de eerste twee cijfers 56, dan kunnen we, door een sterretje te plaatsen vóór de eerste drie cijfers in kolom 6, aanduiden dat, met deze mantisse te beginnen, de eerste twee cijfers 57 zijn.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
371	56937	949	961	972	984	996	*008	*019	*031	*043

*Voorbeelden:*

a. Gevraagd log 0,76.

De wijzer is  $-1$ ; de mantisse is dezelfde als die van log 76, dus 88081. Dus is  $\log 0,76 = 0,88081 - 1$ .

b. Gevraagd log 39,7.

Deze logaritme heeft 1 tot wijzer, en dezelfde mantisse als log 397. De mantisse is dus 59879 en  $\log 39,7 = 1,59879$ .

c. Gevraagd log 86230.

De wijzer is 4, de mantisse gelijk aan die van log 8623. De rij waarvóór 862 staat, geeft als eerst twee cijfers 93, en de kolom waarboven 3 staat, levert als volgende drie cijfers 566. Dus is de mantisse 93566 en log 86230 gelijk aan 4,93566.

d. Gevraagd log 0,06028.

De wijzer is  $-2$ ; de eerste twee cijfers van de mantisse, gevonden in de rij, waarvóór 602 staat, zijn 77. Maar de kolom 8 geeft als volgende cijfergroep \*017, dus is de mantisse niet 77017 maar 78017. Zo vinden we  $\log 0,06028 = 0,78017 - 2$ .

## Interpolatie

Wanneer het gegeven getal 5 of meer cijfers heeft, kan de mantisse van de logaritme door interpolatie gevonden worden.

Hierbij wordt gebruik gemaakt van de (niet geheel juiste) regel, dat de aangroeiing van de mantisse evenredig is met de aangroeiing van het getal.

*Voorbeelden:*

e. Gevraagd log 31376.

De gevraagde logaritme ligt tussen log 31370 en log 31380.

We vinden in de tafel  $\log 31370 = 4,49651$   
en  $\log 31380 = 4,49665$ .

We zien nu dat de mantisse met 14 eenheden van de laatste decimaal toeneemt, wanneer het getal 10 groter wordt. Neemt het getal dus met 1 toe, dan zal de mantisse met  $1/10 \times 14$  eenheden van de laatste decimaal aangroeien.

Een vermeerdering van het getal met 6 zal dus de mantisse met  $6/10 \times 14 = 8,4$  eenheden van de laatste decimaal doen toenemen.

We ronden dit af tot 8 en schrijven:  $\log 31370 = 4,49651$   
 $\frac{6/10 \times 14 = 8}{\log 31376 = 4,49659}$

	14	
1	1,4	Om de aangroeiing, door het vijfde cijfer veroorzaakt, gemakkelijk te berekenen, maken we gebruik van de hulp-tafeltjes der „evenredige delen” (ook wel partes proportionales”, P.P.).
2	2,8	
3	4,2	Hieruit lezen we direct af, dat bij een verschil van 14 het vijfde cijfer 6 een aangroeiing van 8,4 eenheden der laatste decimaal geeft.
4	5,6	
5	7,0	Voor het afronden der mantissen geldt de regel:
6	8,4	Een zesde cijfer 5 of minder wordt weggelaten, een 5 of meer verhoogt de vorige decimaal met 1.
7	9,8	
8	11,2	
9	12,6	

f. Gevraagd  $\log 0,54143$ .

De gevraagde logaritme ligt tussen  $\log 0,54140 = 0,73352 - 1$   
en  $\log 0,54150 = 0,73360 - 1$

Het verschil der mantissen is 8, dus geeft het vijfde cijfer 3 een aangroeiing van  $3 \times 0,8 = 2,4$ .

Hieruit volgt:  $\log 0,54143 = 0,73354 - 1$ .

g. Gevraagd  $\log 1,795$ .

We vinden eerst

$$\begin{array}{r} \log 1,795 = 0,25406 \\ \log 0,25400 = 0,40483 - 1 \\ \hline 6 \times 1,7 = 10 \end{array}$$

dus  $\log 0,25406 = 0,40493 - 1$ .

h. Gevraagd  $\log 23,4628$ .

We vinden  $\log 23,46 = 1,37033$ . Het vijfde cijfer geeft een aangroeiing van

De invloed van het zesde cijfer is tienmaal zo klein, dus  $\begin{array}{r} 2 \times 1,8 = 3,6 \\ 8 \times 0,18 = 1,44 \end{array}$

Samen 5,04 of 5.

Dus  $\log 23,4628 = 1,37038$ .

(wordt vervolgd)



# Het binaire stelsel

B. Kieboom

(Vervolg van blz. 243)

73-69

## 3.11.2. Vermenigvuldigen

Evenals bij het optellen zijn er ook bij het vermenigvuldigen van positieve en negatieve getallen vier mogelijkheden.

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

### a. Het vermenigvuldigen van twee positieve getallen

In hoofdstuk 3.5. op bladzijde 103 van het aprilnummer hebben we reeds het vermenigvuldigen van twee positieve getallen behandeld.

Volledigheidshalve herhalen we nog even met een voorbeeld hoe wij en hoe de rekenmachine deze vermenigvuldiging zouden oplossen.

$$\begin{array}{r} 35 = 100011 \\ 45 = 101101 \\ \hline 1575 = 11000100111 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 100011 \\ 101101 \\ \hline 101101 \\ 101101. \\ 101101.... \\ \hline 11000100111 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 101101 \\ 100011 \\ \hline 101101 \\ \dots 101101 \\ \dots \dots 101101 \\ \hline 11000100111 \end{array}$$

### b./c. Het vermenigvuldigen van een positief en een negatief getal

Bij het vermenigvuldigen van een positief getal met een negatief getal of andersom, gaan we er van uit, dat:

het *positieve getal boven staat* en  
het *negatieve getal onder staat*.

Verder zullen de gevallen b en c aan elkaar gelijk zijn.

De uitkomst is ook te voorspellen; deze is nl. altijd *negatief*.

Immers: negatief  $\times$  positief = negatief ( $- \times + = -$ ).

positief  $\times$  negatief = negatief ( $+ \times - = -$ ).

Nu zal aan de hand van voorbeelden het vermenigvuldigen van een positief en een negatief binair getal worden verklaard.

$$\begin{array}{r} \text{Gegeven: } + 13 = 0|x|1101 \\ \quad \quad - 7 = 1|x|1000 \\ \hline \quad \quad \quad \times \end{array}$$

Oplossing:

$$\begin{array}{r} + 13 = 0|x|1101 = 0|x|1101 \\ - 7 = 1|x|1000 = 0|x|0111 \\ \hline \times \quad \quad \quad \times \\ - 91 \quad \quad \quad 1101 \\ \hline \quad \quad \quad 1101. \\ \quad \quad \quad 1101.. \\ \hline \quad \quad \quad \quad \quad \quad + \\ \quad \quad \quad 0|x|1011011 \\ \quad \quad \quad 1|x|0100100 \\ \hline \end{array}$$

Volgens de rekenmachine is dit:

$$\begin{array}{r} 0|x|1101 \\ 0|x|0111 \\ \hline \times \\ \quad .1101 \\ \quad ..1101 \\ \quad ...1101 \\ \hline + \\ 0|x|1011011 \end{array} \quad \text{geeft } 1|x|0100100 = -91.$$

$$\begin{array}{r} \text{Gegeven: } + 21 = 0|x|10101 \\ \quad \quad - 13 = 1|x|10010 \\ \hline \quad \quad \quad \times \\ \quad \quad \quad -273 \end{array}$$

Oplossing:

$$\begin{array}{r} 0|x|10101 \\ 0|x|01101 \\ \hline \times \\ \quad 10101 \\ \quad 10101.. \\ \quad 10101... \\ \hline + \\ 0|x|100010001 \\ 1|x|011101110 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} 0|x|10101 \quad (\text{volgens rekenmachine}) \\ 0|x|01101 \\ \hline \times \\ \quad .10101 \\ \quad ..10101 \\ \quad ....10101 \\ \hline + \\ 0|x|100010001 \\ 1|x|011101110 = -273. \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \text{Gegeven: } + 11 \\ \quad \quad - 21 \\ \hline \quad \quad \quad \times \end{array}$$

Oplissing:

$$\begin{array}{r}
 + 11 = 0 \times | 01011 = 0 \times | 01011 \\
 - 21 = 1 \times | 01010 = 0 \times | 10101 \\
 \hline
 \times \\
 -231
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 0 \times | 01011 \\
 0 \times | 10101 \\
 \hline
 \times \\
 \quad 1011 \\
 \quad 1011 \dots \\
 \quad 1011 \dots \dots \\
 \hline
 +
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 0 \times | 011100111 \\
 1 \times | 100011000 \\
 \hline
 \hline
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 0 \times | 01011 \quad (\text{volgens rekenmachine}) \\
 0 \times | 10101 \\
 \hline
 \times \\
 \quad 01011 \\
 \quad \dots 01011 \\
 \quad \dots \dots 01011 \\
 \hline
 +
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 0 \times | 011100111 \\
 1 \times | 100011000 = -231 \\
 \hline
 \hline
 \end{array}$$

#### d. Het vermenigvuldigen van twee negatieve getallen

Na het voorgaande kan dit onderwerp niet veel moeilijkheden meer opleveren. De uitkomst is hier altijd positief zoals we onder punt a hebben gezien. Immers  $- \times - = +$  ofwel negatief maal negatief is positief.

De negatieve getallen werken we ook hier terug naar een positief getal, zoals we dit gedaan hebben onder punt b en c. Ook hier zullen we aan de hand van voorbeelden het vermenigvuldigen van twee negatieve getallen verklaren.

$$\begin{array}{r}
 \text{Gegeven:} \quad - 13 \\
 \quad \quad \quad - 7 \\
 \hline
 \times
 \end{array}$$

Oplissing:

$$\begin{array}{r}
 - 13 = 1 \times | 10010 = 0 \times | 01101 \\
 - 7 = 1 \times | 1000 = 0 \times | 0111 \\
 \hline
 \times
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 + 91 \\
 0 \times | 01101 \\
 0 \times | 0111 \\
 \hline
 \times \\
 \quad 1101 \\
 \quad 1101 \dots \\
 \quad 1101 \dots \dots \\
 \hline
 +
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 0 \times | 1011011 \\
 \hline
 \hline
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 0 \times | 01101 \quad (\text{volgens rekenmachine}) \\
 0 \times | 0111 \\
 \hline
 \times \\
 \quad 1101 \\
 \quad \dots 1101 \\
 \quad \dots \dots 1101 \\
 \hline
 +
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 0 \times | 1011011 = +91 \\
 \hline
 \hline
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 \text{Gegeven:} \quad - 21 \\
 \quad \quad \quad - 5 \\
 \hline
 \times
 \end{array}$$

Oplossing:

$$- 21 = 1|x|01010 = 0|x|10101$$

$$- 5 = 1|x| 010 = 0|x| 101$$

$$\text{---} \times$$

$$+105$$

$$\begin{array}{r} 0|x|10101 \\ 0|x| 101 \\ \text{---} \times \\ 10101 \\ 10101 \dots \end{array}$$

$$\text{---} +$$

$$0|x|1101001$$

$$\begin{array}{r} 0|x|10101 \quad (\text{volgens rekenmachine}) \\ 0|x| 101 \end{array}$$

$$\text{---} \times$$

$$\begin{array}{r} 10101 \\ \dots 10101 \end{array}$$

$$\text{---} +$$

$$0|x|1101001 = +105$$

Bereken nu zelf:

$$+15 \times +11 =$$

$$+23 \times +13 =$$

$$+26 \times +17 =$$

$$+14 \times -17 =$$

$$+22 \times -19 =$$

$$+25 \times -18 =$$

$$-12 \times +21 =$$

$$-16 \times +24 =$$

$$-20 \times +27 =$$

$$-11 \times -28 =$$

$$-16 \times -16 =$$

$$-27 \times -23 =$$

Het optellen van getallen geeft bij de rekenmachine nog moeilijkheden. Immers, gaan we vermenigvuldigen, dan weten we nooit tevoren hoeveel getallen er moeten worden opgeteld; het minimum is twee, het maximum is theoretisch onbeperkt. Normaal gesproken kunnen we zeggen, de rekenmachine telt elk getal afzonderlijk op.

Voorbeeld:

$$\begin{array}{r} 110100 \\ 011010 \\ 001101 \\ \text{---} + \\ 1011011 \end{array}$$

of volgens de rekenmachine:

$$\begin{array}{r} 110100 \\ 011010 \\ \text{---} + \\ 1001110 \\ 001101 \\ \text{---} + \\ 1011011 \end{array}$$

Hetgeen hetzelfde resultaat oplevert.

Een vermenigvuldiging met een negatief getal door de rekenmachine geeft nog andere mogelijkheden bij het optellen van de vermenigvuldigetallen. Hierover een volgende keer. Bedenk echter zelf eens hoe dit dan zou moeten gaan.

### 3.12. Samenvatting 2

Hierna volgen de antwoorden van opgaven uit hoofdstuk 3, waarin de rekenregels zijn behandeld.

*Antwoorden.*

3.7. op blz. 175 (juninummer).

Bewerkingen van gebroken getallen.

$$\begin{aligned}234,56 &= 2 \cdot 10^2 + 3 \cdot 10^1 + 4 \cdot 10^0 + 5 \cdot 10^{-1} + 6 \cdot 10^{-2} \\3456,78 &= 3 \cdot 10^3 + 4 \cdot 10^2 + 5 \cdot 10^1 + 6 \cdot 10^0 + 7 \cdot 10^{-1} + 8 \cdot 10^{-2} \\1234,567 &= 1 \cdot 10^3 + 2 \cdot 10^2 + 3 \cdot 10^1 + 4 \cdot 10^0 + 5 \cdot 10^{-1} + 6 \cdot 10^{-2} + 7 \cdot 10^{-3}\end{aligned}$$

$$10^{-5} = \frac{1}{100.000} \quad 10^{-6} = \frac{1}{1.000.000} \quad 10^{-7} = \frac{1}{10.000.000}$$

3.7. op blz. 176.

$$5^{-3} = \frac{1}{5^3} = \frac{1}{125} \quad 5^{-2} = \frac{1}{5^2} = \frac{1}{25}$$

$$5^{-5} = \frac{1}{5^5} = \frac{1}{3125}$$

Eveneens op blz. 176:

$$\frac{9}{20} = 20 / 9,00 / 0,45$$

80
100
100
0

$$\frac{9}{25} = 25 / 9,00 / 0,36$$

75
150
150
0

$$\frac{11}{19} = 19 / 11,0000 / 0,5789$$

95
150
133
170
152
180
171
9
enz.

$$\frac{7}{8} = 8 / 7,000 / 0,875$$

64
60
56
40
40
0

3.7. Op blz. 177.

Vertaal het binaire getal in een decimaal getal.

$$1101,01 = 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 + 0 \cdot 2^{-1} + 1 \cdot 2^{-2} = \\ 8 + 4 + 0 + 1 + 0 + 0,25 = \mathbf{13,25}$$

$$1010,001 = 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 + 0 \cdot 2^{-1} + 0 \cdot 2^{-2} + 1 \cdot 2^{-3} = \\ 8 + 0 + 2 + 0 + 0 + 0 + 0,125 = \mathbf{10,125}$$

$$1011,111 = 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^{-1} + 1 \cdot 2^{-2} + 1 \cdot 2^{-3} = \\ 8 + 0 + 2 + 1 + 0,5 + 0,25 + 0,125 = \mathbf{11,875}$$

3.7. Op blz. 179.

Afronden tot 5 cijfers (bits) achter de komma.

$$0,110110 = 0,11011$$

$$1,110001 = 1,11001$$

$$10,110111 = 10,11100$$

$$110,111011 = 110,11110$$

$$111,001101 = 111,00111$$

$$101,111111 = 110,00000$$

Eveneens op blz. 179.

Zet het decimale getal 0,18 om in een binair getal.

$$0,18 = 0,18 \cdot 1$$

$$= 0,18 \cdot 2 \cdot \frac{1}{2}$$

$$= 0,36 \cdot \frac{1}{2}$$

$$= 0,36 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1 = 0,36 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot \frac{1}{2}$$

$$= 0,72 \cdot \frac{1}{2}$$

$$= 0,72 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1 = 0,72 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot \frac{1}{2}$$

$$= 1,44 \cdot \frac{1}{8}$$

$$= 0,44 \cdot \frac{1}{8} + 1 \cdot \frac{1}{8}. \quad \text{Onthouden } 1 \cdot \frac{1}{8}$$

Gaan nu verder met:

$$= 0,44 \cdot \frac{1}{8} = 0,44 \cdot \frac{1}{8} \cdot 1 = 0,44 \cdot \frac{1}{8} \cdot 2 \cdot \frac{1}{2}$$

$$= 0,88 \cdot \frac{1}{16}$$

$$= 0,88 \cdot \frac{1}{16} \cdot 1 = 0,88 \cdot \frac{1}{16} \cdot 2 \cdot \frac{1}{2}$$

$$= 1,76 \cdot \frac{1}{32}$$

$$= 0,76 \cdot \frac{1}{32} + 1 \cdot \frac{1}{32}. \quad \text{Onthouden } 1 \cdot \frac{1}{32}$$

Gaan nu verder met:

$$= 0,76 \cdot \frac{1}{32} = 0,76 \cdot \frac{1}{32} \cdot 1 = 0,76 \cdot \frac{1}{32} \cdot 2 \cdot \frac{1}{2}$$

$$= 1,52 \cdot \frac{1}{64}$$

$$= 0,52 \cdot \frac{1}{64} + 1 \cdot \frac{1}{64}. \quad \text{Onthouden } 1 \cdot \frac{1}{64}$$

Gaan nu verder met:

$$= 0,52 \cdot \frac{1}{64} = 0,52 \cdot \frac{1}{64} \cdot 1 = 0,52 \cdot \frac{1}{64} \cdot 2 \cdot \frac{1}{2}$$

$$= 1,04 \cdot \frac{1}{128}$$

$$0,04 \cdot \frac{1}{128} + 1 \cdot \frac{1}{128}. \quad \text{Onthouden } 1 \cdot \frac{1}{128}$$

Verder is het te verwaarlozen, zodat de uitkomst dan wordt:

$$1 \cdot \frac{1}{8} + 1 \cdot \frac{1}{32} + 1 \cdot \frac{1}{64} + 1 \cdot \frac{1}{128}$$

$$1 \cdot 2^{-3} + 1 \cdot 2^{-5} + 1 \cdot 2^{-6} + 1 \cdot 2^{-7}$$

Zodat:  $0,18 = 0,0010111$ .

De fout die gemaakt wordt is zeer klein.

$$0,18 = 0,125 + 0,03125 + 0,01625 + 0,0078125$$

$$0,18 = 0,1796875 \text{ (een kleine afwijking dus).}$$

Binair getal afgerond tot op 5 bits:

$$0,18 = 0,0010111 = \mathbf{0,00110}.$$

0,44

$$0,44 \cdot 1 = 0,44 \cdot 2 \cdot \frac{1}{2} = 0,88 \cdot \frac{1}{2}$$

$$0,88 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1 = 0,88 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot \frac{1}{2} = 1,76 \cdot \frac{1}{4}, \text{ onthouden } 1 \cdot \frac{1}{4}$$

$$0,76 \cdot \frac{1}{4} \cdot 1 = 0,76 \cdot \frac{1}{4} \cdot 2 \cdot \frac{1}{2} = 1,52 \cdot \frac{1}{8}, \text{ onthouden } 1 \cdot \frac{1}{8}$$

$$0,52 \cdot \frac{1}{8} \cdot 1 = 0,52 \cdot \frac{1}{8} \cdot 2 \cdot \frac{1}{2} = 1,04 \cdot \frac{1}{16}, \text{ onthouden } 1 \cdot \frac{1}{16}$$

$$0,04 \cdot \frac{1}{16} \text{ (rest verwaarlozen).}$$

Uitkomst:

$$1 \cdot \frac{1}{4} + 1 \cdot \frac{1}{8} + 1 \cdot \frac{1}{16}$$

$$1 \cdot 2^{-2} + 1 \cdot 2^{-3} + 1 \cdot 2^{-4} = \mathbf{0,01110} = 0,4375.$$

0,88

$$0,88 \cdot 1 = 0,88 \cdot 2 \cdot \frac{1}{2} = 1,76 \cdot \frac{1}{2}, \text{ onthouden } 1 \cdot \frac{1}{2}$$

$$0,76 \cdot \frac{1}{2} \cdot 1 = 0,76 \cdot \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot \frac{1}{2} = 1,52 \cdot \frac{1}{4}, \text{ onthouden } 1 \cdot \frac{1}{4}$$

$$0,52 \cdot \frac{1}{4} \cdot 1 = 0,52 \cdot \frac{1}{4} \cdot 2 \cdot \frac{1}{2} = 1,04 \cdot \frac{1}{8}, \text{ onthouden } 1 \cdot \frac{1}{8}$$

$$0,04 \cdot \frac{1}{8} \text{ (rest verwaarlozen).}$$

Uitkomst:

$$1 \cdot \frac{1}{2} + 1 \cdot \frac{1}{4} + 1 \cdot \frac{1}{8}$$

$$1 \cdot 2^{-1} + 1 \cdot 2^{-2} + 1 \cdot 2^{-3} = \mathbf{0,111} = 0,875.$$

3.10. Op blz. 210 (julinummer).

$$0|x|11010 = +26$$

$$0|x|11011 = +27$$

$$1|x|10001 = -17$$

$$0|x|10101 = +21$$

$$1|x|11110 = -30$$

$$1|x|11000 = -24$$

Deze berekende waarden zijn *niet* geschikt voor de rekenmachine.

$$-17 = 1|x|10001 = 1|x|01110$$

$$-24 = 1|x|11000 = 1|x|00111$$

$$+9 = 0|x|01001$$

$$+31 = 0|x|11111$$

$$-29 = 1|x|11101 = 1|x|00010$$

Deze berekende waarden zijn *wel* geschikt voor de rekenmachine.

3.10. Op blz. 211.

$$-15 = 1|x|10000$$

$$0|x|01111 = +15$$

$$-21 = 1|x|01010$$

$$0|x|10101 = +21$$

$$+7 = 0|x|00111$$

$$1|x|11000 = -7$$

$$+17 = 0|x|10001$$

$$1|x|01110 = -17$$

$$-18 = 1|x|01101$$

$$0|x|10010 = +18$$

$$+25 = 0|x|11001$$

$$1|x|00110 = -25$$

$$0|x|10010 = 0|x|000010010$$

$$1|x|10011 = 1|x|111110011$$

$$0|x|11111 = 0|x|000011111$$

$$1|x|11001 = 1|x|111111001$$

$$0|x|01010 = 0|x|000001010$$

$$1|x|01100 = 1|x|111101100$$

(wordt vervolgd)

