

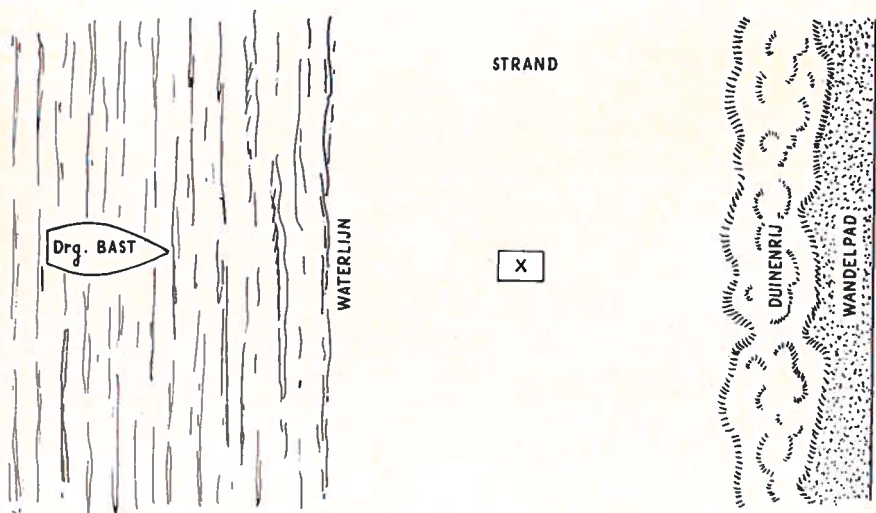


Het leggen van de nieuwe zeekabel Aldenburgh - Domburg VII

P. D. Pieterse

Door het Rijkskabelschip „Directeur-Generaal Bast” is indertijd te Domburg het shore-end van de nieuwe zeekabel Aldb - Dob VII aan wal gebracht. Na diverse voorbereidingen en besprekingen was dit dan ook één van de hoogtepunten bij het leggen van deze kabel. Voor een uitvoerige beschrijving over zeekabels zie het artikel: Zeekabels Nederland/Engeland door F. Ronner in de Studiebladen febr. 1970 t/m aug. 1970.

Het aan land brengen bracht de nodige werkzaamheden met zich mee. Het kabelschip was op 250 meter van het met X gemerkte punt voor anker gegaan, zie schets 1.



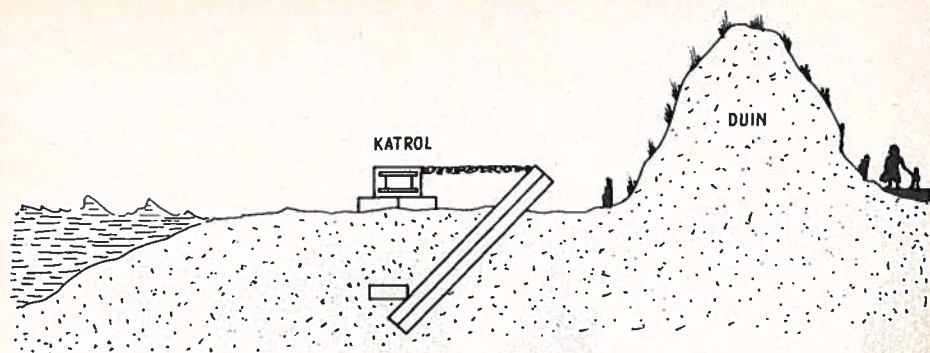
SCHETS 1

Van hieruit werd de kabel aan wal gebracht. De kabel, met een doorsnede van ongeveer 5,5 cm, moest vanuit dit punt X nog 95 meter aan de wal getrokken worden om over de duinen heen het wandelpad te kunnen bereiken, waar reeds de gelegde landkabel klaar lag om doorgelast te worden met de zeekabel.

Op het punt X was tevoren een zogenaamd „dodemansbed” ingegraven. De vorm hiervan wordt in schets 2 weergegeven.

Twee planken met een lengte van 5 meter, een breedte van 1 meter en een dikte van 20 cm, geheel met staal omkleed, waren onder een hoek van 45° in het zand ingegraven.

Boven op het zand waren twee van deze planken achter elkaar gelegd waarop een katrol kwam te liggen die aan de schuin ingegraven planken bevestigd was. Op ongeveer twee meter diepte was een zelfde plank dwars voor de schuine planken ingegraven. Al met al een constructie die heel wat trek vanuit zee kon opvangen.



SCHETS 2

Tijdens het ingraven van dit dodemansbed, kwam behalve de verschillende souvenirs van de laatste vakantie, zoals lege flessen, kinderschepjes e.d., een vliegtuigbom te voorschijn, een gevaarlijk souvenir van de laatste wereldoorlog.

Door de mijnopruimingsdienst van de Koninklijke Marine is dit projectiel dan ook direct verwijderd.

Op de landingsdag werd om 8.30 uur door duikers met behulp van een motorvlet en een rubberboot een *nylon reep* aan land gebracht.

Deze reep werd via de katrol aan een kraan bevestigd, die zodoende de reep haaks-om het strand op kon trekken, zie foto 1.

Aan boord was de reep op 95 meter van de kabelkop aan de kabel bevestigd. De overige 95 meter was de reep met losse steken aan de kabel genaaid. Bij de katrol



foto 1



foto 2

werd de kabel gescheiden van de reep, omdat de kabel door de te grote knik die zou ontstaan niet door de katrol heengetrokken kon worden, zie foto 2. Met mankracht van de Fa. Hogenboom uit Spijkenisse werd de kabel over het strand en de duinen gebracht.



foto 3

Om 10.20 was het zover, dat de kabelkop boven op de duinen lag. Door de duikers werden toen de luchtzakken, die aan de kabel gebonden waren om de kabel drijvende te houden, verwijderd waarna de kabel op de zeebodem geïnspecteerd werd, zie foto 3. Dezelfde dag werd de overige dertien mijl met inbegrip van twee onderzeeversterkers uitgevaren.

Om 16.30 werd door het schip gemeld, dat de kabel met 500 meter *zoektonw* over boord was. Dit zoektouw is nodig om het Engelse kabelschip „Alert” de gelegenheid te geven het shore-end op te dreggen om aan de dan te leggen *main-cable* te lassen. De leiding van deze gehele landingsoperatie stond onder leiding van de heer P. H. van Meurs, chef Nautische Dienst, die tijdens de landing met een portofoon in verbinding stond met het schip en de trekker.

Door de lasploeg van de Engelse kabelfabriek werd het shore-end aan de landkabel gelast.

Foto 4 toont een afgewerkt model van de kabel.

Deze kabel bestaat van boven naar beneden gezien uit:



foto 4

1. Massief koperen binnenkern
2. Polyetheen isolatie
3. en 4. Bladkoperen scherm
5. Geïmpregneerde binnenlaag
6. Anti-magnetisch scherm van non-ferro metaal
7. Geïmpregneerde binnenlaag
8. Polyetheen
9. Jute
10. Bandstalen armering
11. Blauw plastic buitenmantel

Het shore-end is wat betreft de nummers 1 t/m 9 precies gelijk aan de landkabel, nr. 10 echter is bij het shore-end een draadarmering en nr. 11 een in asfalt gedrenkte jutelaag.

De te maken las wijkt in zijn geheel nogal wat af van de lassen die bij landkabels gemaakt worden.

Allereerst wordt geen ijzeren lasmof ter bescherming van de las gebruikt, maar de staalarming van één van de beide kabels, die na de las over een lengte van ongeveer drie meter over de las en kabel heen gedraaid wordt. Hiertoe wordt de armering over een lengte van drie meter teruggeslagen, waarna de rest van de kabel afgezaagd wordt. De eerste fase van de las bestaat uit het lassen van de centerdraad. In de *brazingmachine*, zie foto 5, worden de beide centerdraden zeer nauwkeurig recht tegen over elkaar geklemd. Hiertussen wordt een dun schijfje zilver geplaatst. Door de brazing-machine wordt nu een bepaalde tijd (afhankelijk van de dikte van de

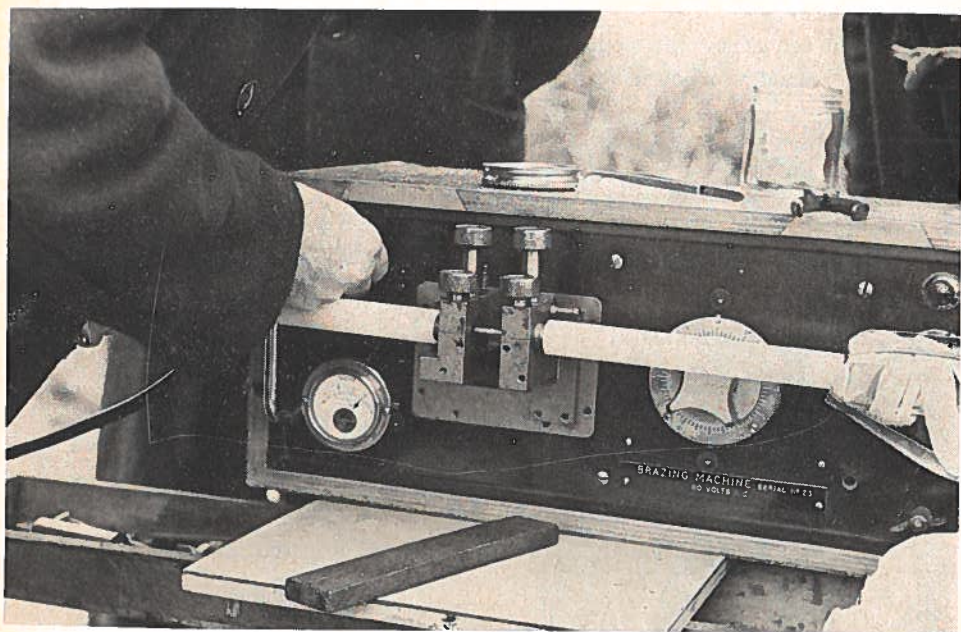


foto 5

draden) een elektrische stroom gestuurd. Door de hierdoor ontstane warmte vloeien de twee centerdraden met het zilver tot één geheel samen. Eventueel ontstane braampjes worden met polijstpapier bijgewerkt, waarna met een micrometer de centerdraad op diameter wordt gecontroleerd. Ter voorkoming van verontreiniging door rondvliegend stof en zand wordt om de las een lap gebonden.

De tweede en tevens moeilijkste fase van de lasprocedure is de volgende: twee roodkoperen blokken worden zeer zorgvuldig schoongemaakt en ontvet. Op elkaar gelegd bestaat het geheel uit een blok roodkoper waar in de lengterichting een cilindrisch gat doorloopt met een diameter precies gelijk aan de diameter van het polyetheen. Op de uiteinden zijn deze blokken voorzien van enkele holle ribbels, die met een slangetje aan elkaar gekoppeld kunnen worden. Hierdoor komt om de uiteinden een buisje te lopen. Deze blokken worden met grote klemmen om de las geklemd, waarna de *Mouldig-machine* geplaatst wordt, zie foto 6. Deze machine bestaat uit een pers

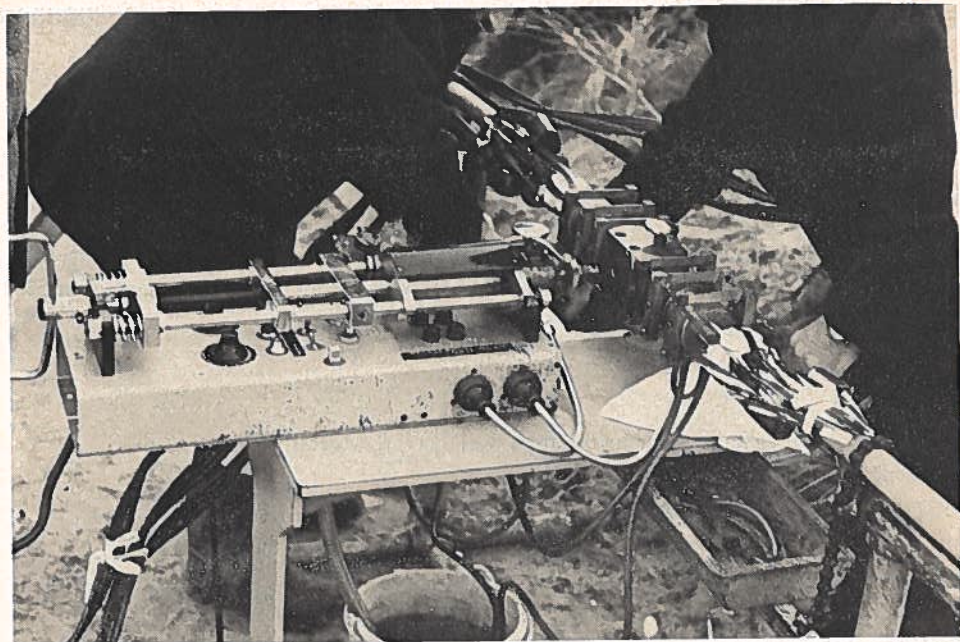


foto 6

met een verwarmingselement. In de pers wordt een staafje polyetheen van precies dezelfde samenstelling als de kabel geplaatst. Door het verwarmingselement wordt dit verhit tot 240°C . Bij deze temperatuur is de polyetheen zeer stroperig.

Door middel van een spindel wordt het staafje naar buiten geperst, zodat alle lucht uit de kop verdwenen is. Het tweede staafje wordt ingevoerd en de machine met de las verbonden. De kabel wordt door de goede warmtegeleiding van het koper tot dezelfde temperatuur verhit als de perskop. Ter controle is zowel op de perskop als op het blok een thermometer aangebracht. Aangezien het niet de bedoeling is, dat de gehele kabel verwarmd wordt, pompt men door de buisjes aan de uiteinden van het blok constant koelwater. De polyetheen wordt nu zeer langzaam de las ingespoten, waarbij de temperatuur nauwgezet in de gaten wordt gehouden en zo nodig bijgesteld. Is de op te vullen ruimte geheel gevuld, dan is dat te zien aan een dun straaltje polyetheen dat aan weerszijden uit een paar ter controle aangebrachte gaatjes komt. Op dit moment wordt het inspuiten stopgezet en kan de las afkoelen. Pas als de temperatuur beneden 60°C gekomen is, is de polyetheen voldoende verhard om verder bewerkt te worden. De Mouldig-machine en het blok worden verwijderd en met een scheermesje worden de door het inspuiten ontstane tuiten bijgewerkt. Om te kunnen zien of het inspuiten vlekkeloos is verlopen, worden ter controle drie röntgenfoto's gemaakt, waarbij de hoek 120° gewijzigd wordt. Ieder ongerechtigheidje of dit nu een zandkorreltje of een luchtbel is, komt op de röntgenfoto zichtbaar als een vlekje.

Het meest nauwkeurige van de gehele procedure is nu achter de rug. Er rest nog het lassen van het bladkoperen scherm, verbinden binnenlaag, lassen anti-magnetisch scherm en het verbinden van de overige lagen. Tot slot wordt de armering om de las en andere kabel heengedraaid. Er is dus een mechanisch zeer sterke las verkregen, maar wat nog belangrijker is, elektrisch gezien is de las één geheel met de kabel ge-

Alvorens te praten over ontwerpen van logische schakelingen, optellers, flip-flops, registers, binaire-tellers, codeurs, optel- en aftrekschakelingen, rekenorganen en dergelijke, maken we eerst enkele rekenoefeningen.

Oefening 1

Zet de decimale getallen om in machten van het grondgetal.

(·betekent vermenigvuldigen)

$$\begin{array}{rcll} 5678 & = & 5 \cdot 10^3 & + 6 \cdot 10^2 & + 7 \cdot 10^1 & + 8 \cdot 10^0 \\ & & 5000 & + 600 & + 70 & + 8 \end{array}$$

worden, zodat de las voor de zeer hoge frequenties die gebruik worden geen stootpunt is.

Om diep op de werking van de kabel in te gaan is in het kader van dit artikel niet mogelijk. Daarom moet volstaan worden met enkele algemene gegevens. Voor de werking is het voldoende 220 volt wisselspanning en 60 volt gelijkspanning aan de apparatuur toe te voeren. Alle overige hulp- en draaggolfspanningen worden in de apparatuur zelf opgewekt. De 124 kHz stamfrequentie wordt echter uit de normale draaggolfvoeding betrokken.

Aan de ingang van de zoekabelapparatuur worden secundaire basisgroepen in een band van 312-552 kHz toegevoerd (60 kanalen). Op de kabel komt dan uiteindelijk na de benodigde modulatie, versterking en egalisatie een band te staan waar 21 secundaire groepen in ondergebracht zijn. Door alleen de eindapparatuur uit te breiden is het mogelijk om 23 secundaire groepen op de kabel te stapelen.

Daar ook bij deze kabel de beide richtingen over dezelfde coaxpijp geleid moeten worden, wordt voor de verschillende richtingen een andere frequentieband gebruikt.

Om het geheel zonder al te grote demping aan de andere kant van de kabel te krijgen zijn 13 onderzee-versterkers nodig. In tegenstelling tot de andere zoekabels bestaat een versterker uit één versterker voor de richting A naar B en één voor de richting B naar A. De benodigde voedingspanning voor deze versterkers wordt vanaf de wal toegevoerd. Hierbij nemen Aldb. en Dob. ieder de helft voor hun rekening. Bij het uitvallen van één van de voedingsapparaten in één van de kantoren neemt het andere kantoor automatisch de voeding over voor de gehele kabel. De demping van de kabel bedraagt: Voor 312 kHz 0,93 dB/nM en voor 13.700 kHz 6,57 dB/nM.

Tenslotte kan nog worden vermeld dat dit de eerste zoekabel in Nederland is, waarvan zowel de eindapparatuur als de onderzeeversterkers geheel getransistoriseerd zijn.

$$\begin{aligned}
 567,89 &= 5 \cdot 10^2 + 6 \cdot 10^1 + 7 \cdot 10^0 + 8 \cdot 10^{-1} + 9 \cdot 10^{-2} \\
 &= 500 + 60 + 7 + 0,8 + 0,09
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3,456 &= 3 \cdot 10^0 + 4 \cdot 10^{-1} + 5 \cdot 10^{-2} + 6 \cdot 10^{-3} \\
 &= 3 + 0,4 + 0,05 + 0,006
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 0,0345 &= 3 \cdot 10^{-2} + 4 \cdot 10^{-3} + 5 \cdot 10^{-4} \\
 &= 0,03 + 0,004 + 0,0005
 \end{aligned}$$

Oefening 2

Zet de octale getallen in machten van het grondgetal.

$$\begin{aligned}
 2445 &= 2 \cdot 8^3 + 4 \cdot 8^2 + 4 \cdot 8^1 + 5 \cdot 8^0 \\
 &= 2 \cdot 512 + 4 \cdot 64 + 4 \cdot 8 + 5 \cdot 1
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 24,5 &= 2 \cdot 8^1 + 4 \cdot 8^0 + 5 \cdot 8^{-1} \\
 &= 2 \cdot 8 + 4 \cdot 1 + 5 \cdot 0,125
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 0,245 &= 2 \cdot 8^{-1} + 4 \cdot 8^{-2} + 5 \cdot 8^{-3} \\
 &= 2 \cdot 0,125 + 4 \cdot 0,015625 + 5 \cdot 0,001953125
 \end{aligned}$$

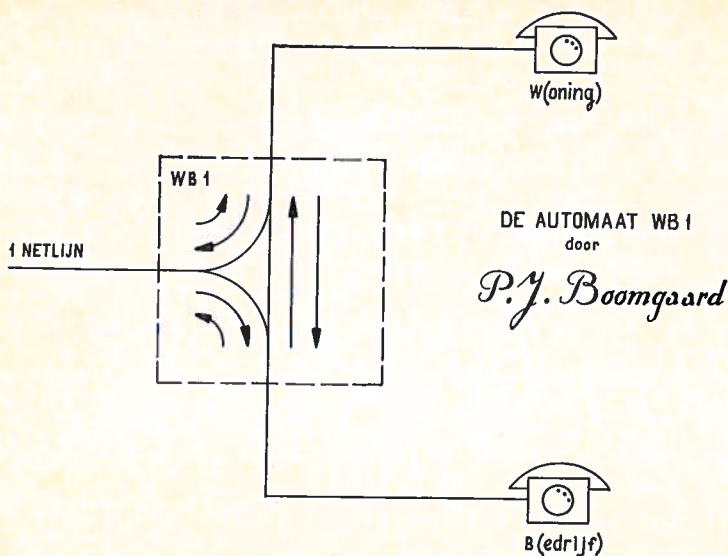
Oefening 3

Zet de octale getallen om in decimale getallen.

$$\begin{aligned}
 123 &= 1 \cdot 8^2 + 2 \cdot 8^1 + 3 \cdot 8^0 \\
 &= 1 \cdot 64 + 2 \cdot 8 + 3 \cdot 1 \\
 &= 64 + 16 + 3 \\
 &= 83
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 12,3 &= 1 \cdot 8^1 + 2 \cdot 8^0 + 3 \cdot 8^{-1} \\
 &= 1 \cdot 8 + 2 \cdot 1 + 3 \cdot 0,125 \\
 &= 8 + 2 + 0,375 \\
 &= 10,375
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 32,21 &= 3 \cdot 8^1 + 2 \cdot 8^0 + 2 \cdot 8^{-1} + 1 \cdot 8^{-2} \\
 &= 3 \cdot 8 + 2 \cdot 1 + 2 \cdot 0,125 + 1 \cdot 0,015625 \\
 &= 24 + 2 + 0,25 + 0,015625 \\
 &= 26,265625
 \end{aligned}$$



Vervolg van blz. 275

Toestel 1 roept toestel 2 op

In het hieraanvoorafgaande is behandeld wat er gebeurt wanneer de microtelefoon van toestel 1 wordt opgenomen.

Het punt 1.1.1 uit de gebruiksaanwijzing vermeldt verder dat toestel 2 kan worden opgeroepen door even op de witte toets van toestel 1 te drukken.

Oefening 4

Zet de decimale getallen om in octale getallen.

$$\begin{array}{r}
 584 = \quad 584 \\
 \quad 512 = 8^3 \\
 \hline
 \quad 72 \\
 \quad 64 = 8^2 \\
 \hline
 \quad 8 \\
 \quad 8 = 8^1 \\
 \hline
 \quad 0 \\
 584 = 1 \cdot 8^3 + 1 \cdot 8^2 + 1 \cdot 8^1 + 0 \cdot 8^0 \\
 584 \text{ (dec)} = 1110 \text{ (oct)}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 1259 = \quad 1259 \\
 \quad 1024 = 2 \cdot 8^3 \\
 \hline
 \quad 235 \\
 \quad 192 = 3 \cdot 8^2 \\
 \hline
 \quad 43 \\
 \quad 40 = 5 \cdot 8^1 \\
 \hline
 \quad 3 \\
 \quad 3 = 3 \cdot 8^0 \\
 \hline
 \quad 0 \\
 1259 \text{ (dec)} = 2353 \text{ (oct)} \\
 \text{(wordt vervolgd)}
 \end{array}$$

Punt 1.1.1.b

Even op de witte toets drukken. De bel van het andere toestel gaat over zolang er op de toets wordt gedrukt.

Als gevolg van het drukken op de witte toets wordt de a-klem van het toestel met aarde verbonden. Via de kabelader is nu ook de a-klem van de toestelaansluiting van de WB 1 geaard. Door de zgn. aard-detectieschakeling wordt dit vertaald in het bekrachtigen van relais AX. Deze schakeling is weergegeven in fig. 20. Alvorens de gevolgen van het indrukken van de toets vast te stellen wordt eerst de rustsituatie in de aarddetectieschakeling in beschouwing genomen.

In de rusttoestand ligt de microtelefoon op het toestel en vloeit er geen lijnstroom. Transformator T 2-1 mag in dat geval buiten beschouwing worden gelaten.

In de aard-detectieschakeling ligt het detectiepunt X op een spanningsdeler welke we kunnen vereenvoudigen tot 2 weerstanden, nl. R 24-1 van 68 kohm en R 23-1 van 56 kohm. De laagohmige weerstanden R 22-1, resp. R 40-1 en R 21-1 kunnen in deze relatie verwaarloosd worden. De hoogohmige belasting, gevormd door de hier niet getekende lusdetectieschakeling, welke aan het punt A gekoppeld is, kan eveneens buiten beschouwing gelaten worden.

De spanning op punt X t.o.v. aarde laat zich nu eenvoudig berekenen.

$$\frac{R\ 24-1}{R\ 24-1 + R\ 23-1} \times 48 = \frac{68}{68 + 56} \times 48 = 26,3\ V$$

Wanneer op punt X een potentiaal staat van $-26,3\ V$ dan zal deze potentiaal via R 13-4 ook aangeboden worden aan de basis van transistor TS 1-5.

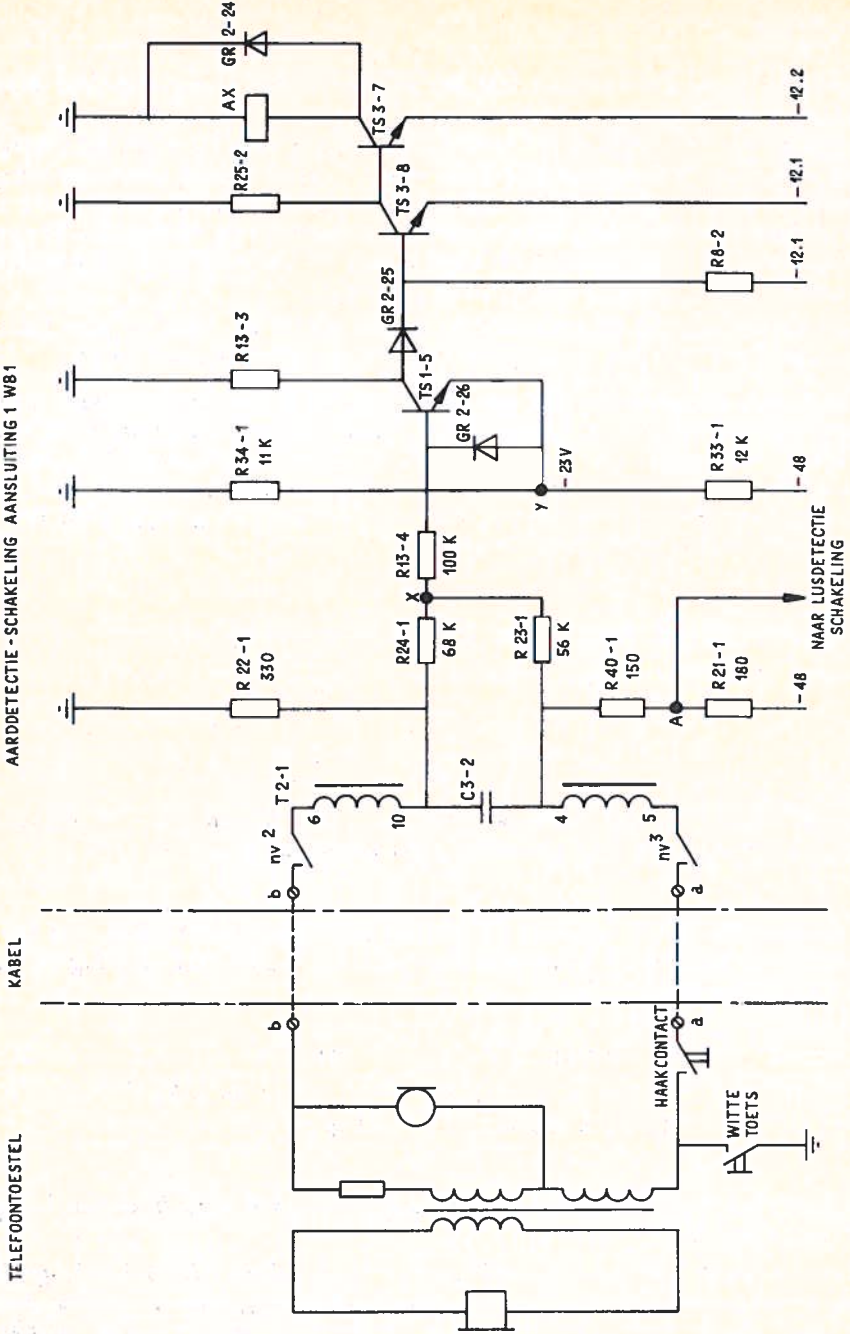
De emitterspanning van transistor TS 1-5 ligt vast ingesteld met behulp van een spanningsdeler gevormd door de weerstanden R 33-1 en R 34-1. De spanning op punt Y kan als volgt worden berekend:

$$\frac{R\ 34-1}{R\ 34-1 + R\ 33-1} \times 48 = \frac{11}{11 + 12} \times 48 = 23\ V$$

Transistor TS 1-5 heeft derhalve een emitterpotentiaal van $-23\ V$ en een basispotentiaal van $-26,3\ V$.

Uit een en ander kan geconcludeerd worden dat transistor TS 1-5 in niet-geleidende toestand wordt gehouden door een negatieve basisspanning t.o.v. de emitter. Dit betekent weer dat er geen collectorstroom door weerstand R 13-3 vloeit, waardoor de spanning op de basis van transistor TS 3-8 positief zal zijn t.o.v. de emitter, zodat deze transistor wél de geleidende toestand aanneemt. De basisspanning van transistor TS 3-7 is rechtstreeks afhankelijk van de collectorspanning van transistor TS 3-8.

FIG. 20
AARDDTECTIE - SCHAKELING AANSLUUITING 1 WB1



Doordat TS 3-8 volledig is uitgestuurd, is de collectorspanning vrijwel gelijk aan de emitterspanning. De basis van TS 3-7 ligt nu volledig aan negatief zodat deze transistor niet zal geleiden. De geringe afwijking, welke ontstaat door de 0,5 V collector-emitterspanning van TS 3-8, wordt ongedaan gemaakt doordat de emitter van TS 3-7 Het geheel betekent, dat relais AX niet is bekrachtigd.

De a/b-lus wordt gesloten

Wanneer de microtelefoon van het toestel wordt opgenomen mag het relais AX nog niet bekrachtigd worden.

In fig. 21 is een vervangingsschema van deze situatie geschetst. Aangezien punt X het detectiepunt is, waarvan de potentiaal geheel bepaalt of relais AX al of niet zal opkomen, behoeft de erachter liggende schakeling niet in de beschouwing te worden opgenomen.

Rv stelt de totaal-weerstand voor van transformator T 2-1, de toesteltransformator en de kabeladers.

Zoals we eerder zagen kan deze in waarde variëren tussen 250 en 1300 ohm. Het wordt nu duidelijk dat deze weerstandswaarde, hoe dan ook, weinig invloed kan hebben op de spanningsdeler R 23-1 en R 24-1. Het gaat immers om de verhouding tussen die twee, symmetrisch met de spanningsbron verbonden, weerstanden. De spanning op punt X is dan ook niet gewijzigd in vergelijking met de rustsituatie.

Relais AX zal ook bij het opnemen van de microtelefoon niet bekrachtigd worden.

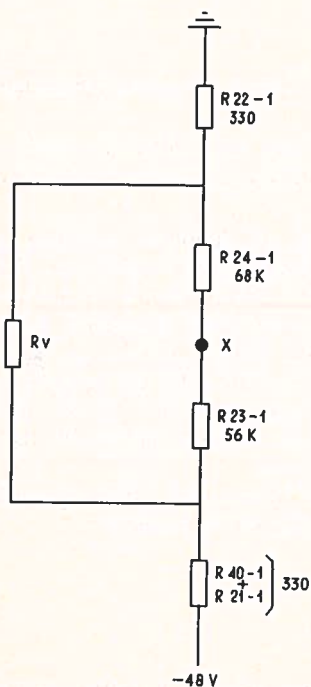


FIG. 21

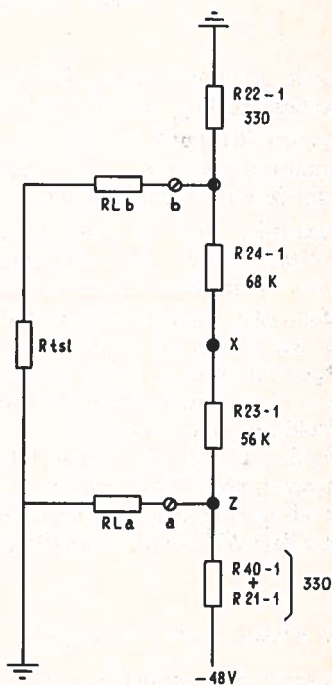


FIG. 22

De witte toets wordt ingedrukt

Wanneer de witte toets van het toestel wordt ingedrukt, zal het relais AX opkomen. Om dit in te zien is een vervangingsschema van deze situatie weergegeven in fig. 22. De 3 weerstanden getekend tussen de punten a en b stellen hier de vervangingweerstanden voor van resp. a-ader, toesteltransformator en b-ader. Stel Rtsl op 150 ohm en R1a en R1b elk op 330 ohm.

De gekozen waarden zijn willekeurig.

Bij het drukken op de witte toets wordt de a-klem van het toestel met aarde verbonden. Dit houdt in, dat de aansluitklemmen a en b van de WB 1 via een weerstand van 330 ohm resp. 480 ohm met aarde worden verbonden. Ten aanzien van punt X maakt het aan aarde leggen van klem b vrijwel niets uit.

Anders is het echter bij klem a. Deze veroorzaakt aan punt Z een spanningsdaling waarvan de waarde wordt bepaald door de verhouding tussen de weerstanden R1a en R 21-1, dan is de spanning op punt Z juist de helft van de voedingsspanning, nl. 24 V. R 21-1 dan is de spanning op punt Z juist de helft van de voedingsspanning, nl. 24 V. De twee grote weerstanden R 23-1 en R 24-1 kunnen nu gedacht worden in serie geschakeld te zijn aangesloten op een spanningsbron van 24 V.

De spanning op het punt X kan dan als volgt worden bepaald:

$$\frac{R\ 24-1}{R\ 24-1 + R\ 23-1} \times 24 = \frac{68}{68 + 56} \times 24 = 13,1\ V$$

Om de gevolgen hiervan in te zien dienen we terug te keren tot de volledige aarddetectieschakeling van fig. 20.

Wanneer het punt X hier een negatieve spanning vertoont van $-13,1\ V$ terwijl de spanning op punt Y $-23\ V$ bedraagt dan is eenvoudig in te zien dat transistor TS 1-5 in geleidende toestand komt.

Opgemerkt dient te worden dat de $-13,1\ V$ spanning van punt X enigszins genivelleerd wordt door spanningsverlies over de weerstand R 13-4 welke nu basisstroom voert. Deze details vallen echter buiten dit bestek. Wanneer TS 1-5 collectorstroom gaat voeren, dan komt de volledige spanning te staan over weerstand R 13-3. Dat wil zeggen de emitterspanning van $-23\ V$ doet zich vrijwel geheel aan de collector voor. Deze $-23\ V$ staat ook aan de anode van diode GR 2-25. De kathode van GR 2-25 is echter verbonden met $-12,1$ via R 8-2, hetgeen betekent dat de diode geblokkeerd staat. De basis van transistor TS 3-8 bezit nu dezelfde potentiaal als de kathode van GR 2-25 zodat ook TS 3-8 geblokkeerd wordt.

Via weerstand R 25-2 wordt nu de basis van transistor TS 3-7 met aarde verbonden met als gevolg dat deze transistor in geleidende toestand komt te verkeren. Het relais AX wordt bekrachtigd.

Het andere toestel wordt gebeld

Wanneer de ax-contacten sluiten dan betekent dit dat naar toestel 2 belstroom moet worden gezonden. Om dit duidelijk in te zien is in fig. 23 de toestelschakeling van aansluiting 2 weergegeven, zie blz. 304-305.

Men herkent — midden onder — de lusedetectieschakeling met relais BA en — midden boven — de aarddetectieschakeling met relais BX.

Rechts onder bevindt zich de schakeling met het volgrelais BH en rechts boven het volgrelais BB. De schakeling komt dus overeen met de in gedeelten getoonde toestelschakeling van aansluiting 1.

Wanneer in toestelschakeling 1 de ax-contacten sluiten, dan komt in de hier weergegeven toestelschakeling 2 het relais BY op. (Omgekeerd zal in toestelschakeling 1 het relais AY opkomen wanneer in toestelschakeling 2 de bx-contacten sluiten).

Het opkomen van relais BY vindt plaats doordat transistor TS 3-18 in geleidende toestand wordt gebracht. Het contact ax 3 voorziet nl., via weerstand R 16-4, de basis van transistor TS 3-18 van een positieve potentiaal t.o.v. de emitter, zodat deze transistor in geleidende toestand komt te verkeren en het relais BY wordt bekrachtigd.

Wanneer echter de microtelefoon van toestel 2 niet op het toestel ligt, mag het relais BY niet kunnen aantrekken. Hierin wordt voorzien met behulp van een ba 3 resp. een bb 3-contact, welke de basis van transistor TS 3-18 op dezelfde potentiaal houden als de emitter zodat deze transistor geblokkeerd blijft. Er wordt nu aangenomen dat toestel 2 zich in de rusttoestand bevindt. Het belcircuit van dit toestel is dan met de klemmen a/b verbonden.

Doordat de contacten ax 1 en by 1 zijn gesloten, wordt de wikkeling 1-3 van transformator T 2-2 rechtstreeks aan belspanning gelegd. Wanneer er over de wikkeling 1-3 van transformator T 2-2 belspanning staat, wordt deze spanning uiteraard overgedragen op de beide andere transformatorwikkelingen T 4-5 en T-6-10. Via een condensator C 3-4 zijn beide wikkelingen in serie geschakeld met het belcircuit in het telefoontoestel.

Zoals reeds onder het hoofdstukje „Voeding” werd vermeld wordt de belspanning rechtstreeks van een wikkeling van de netspanningstransformator betrokken. Deze wikkeling is aan één zijde geaard, zodat de belspanning voortdurend beschikbaar is tussen het punt „belspanning” en aarde.

Een bijzonderheid vormen de twee tegengesteld geschakelde diodes GR 3-4 en GR 3-5. Deze hebben tot taak om de contacten ax, by en wk tegen inbranden te beschermen. De inductiespanning welke bij het uitschakelen door die contacten vrijkomt kan dan als inductiestroom snel afvloeien via de diodes.

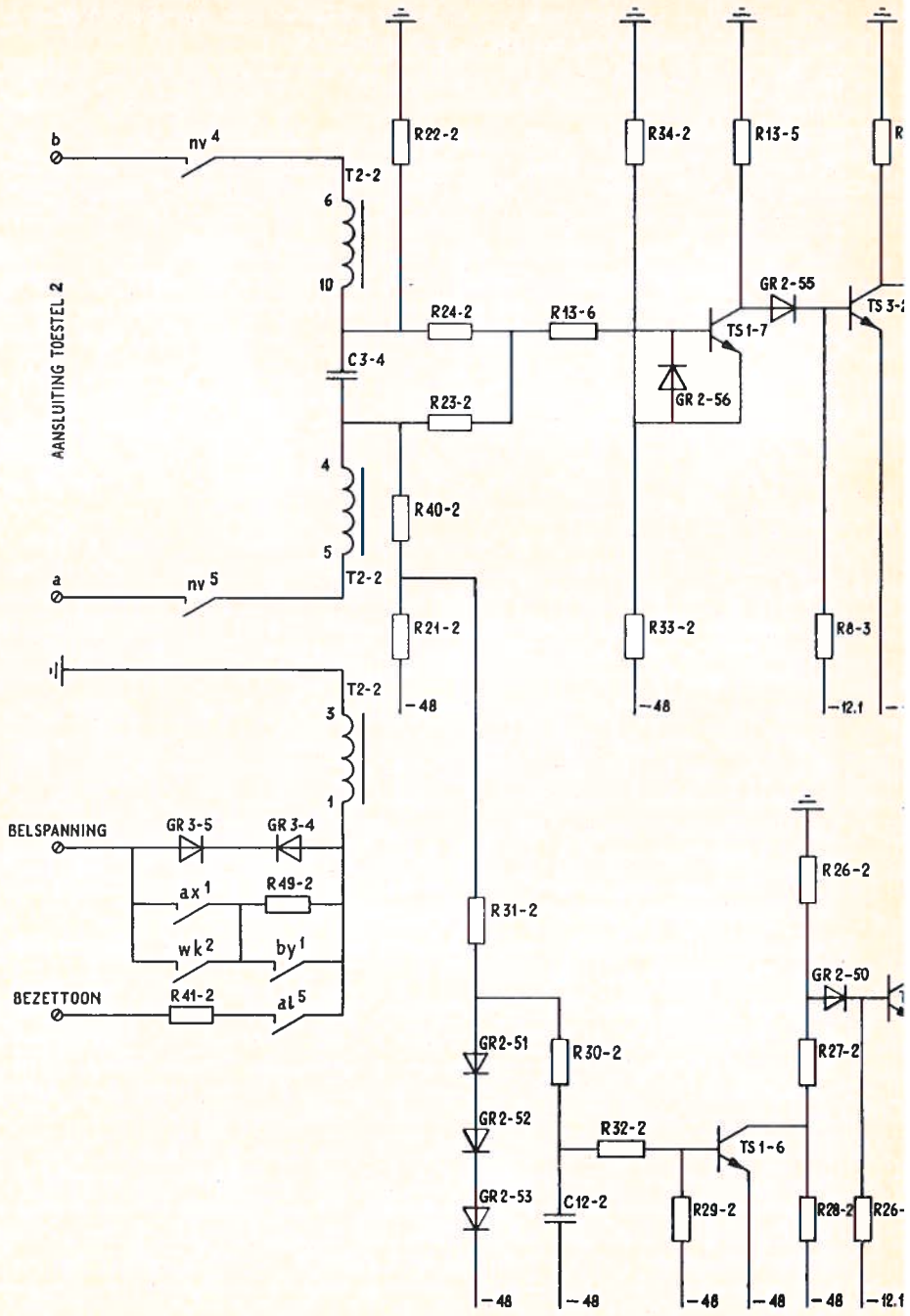
We hebben hier te maken met een wisselstroom waarvan de stroomrichting op het uitschakelmoment niet bekend is.

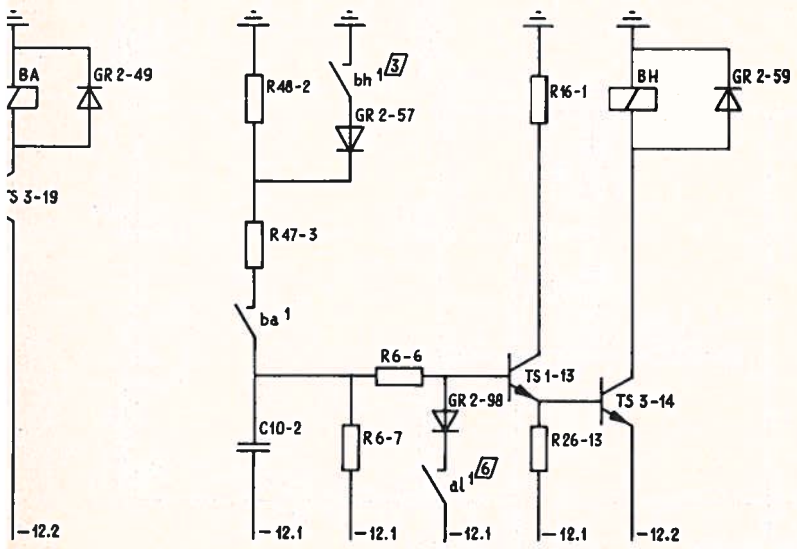
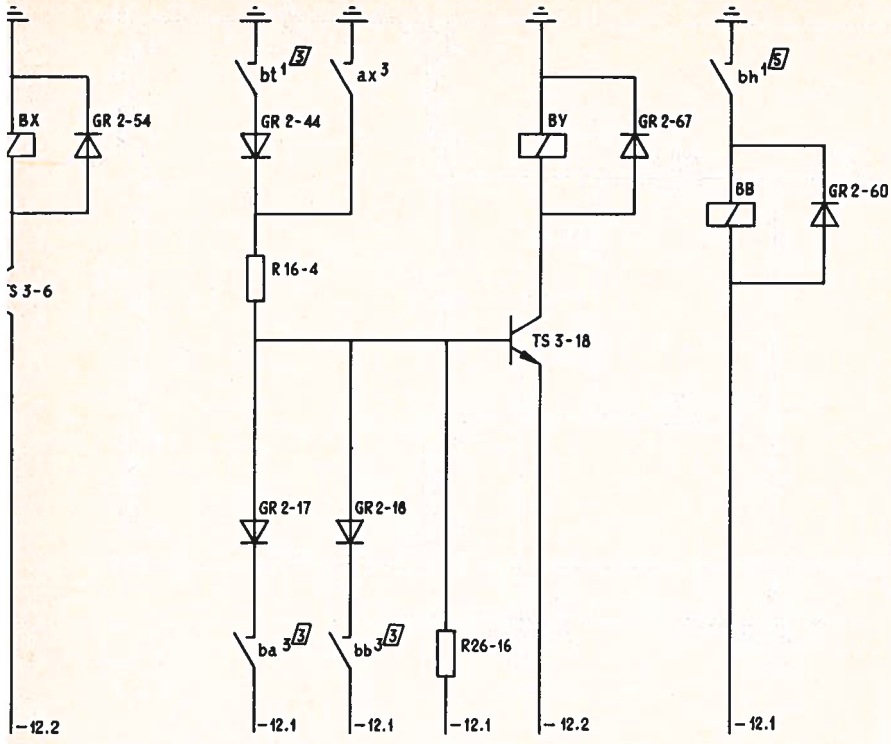
Daarom zijn er twee diodes tegengesteld geschakeld. Ongeacht de richting van de inductiestroom staat nu altijd één van de diodes in doorlaat- en de andere in blokkeer-richting. Door een diode te kiezen met een vrij lage blokkeerspanning en een gedurende korte tijd toelaatbare hoge zenerstroom kan de inductiestroom snel worden afgevoerd en worden de contacten derhalve voldoende beschermd.

Er is nu vastgesteld dat de toestelbel zal functioneren zolang de relais AX en BY op zijn. Zoals we al eerder zagen kan het relais AX alleen bekrachtigd zijn wanneer de toets van toestel 1 wordt ingedrukt. Na het loslaten van die toets vallen de relais AX en BY af zodat de transformator T 2-2 geen belspanning meer ontvangt. Men bepaalt de lengte van het belsignaal dus met het ingedrukt houden van de toets.

Bezetting

De gebruiksaanwijzing vermeldt in punt 1.1.2 de mogelijkheid dat toestel 1 bij het opnemen van de microtelefoon reeds de bezetting verneemt. Aan deze mogelijkheid is steeds voorbijgegaan. Het wordt nu tijd om hier even bij stil te staan. Aan de hand van





G. 23

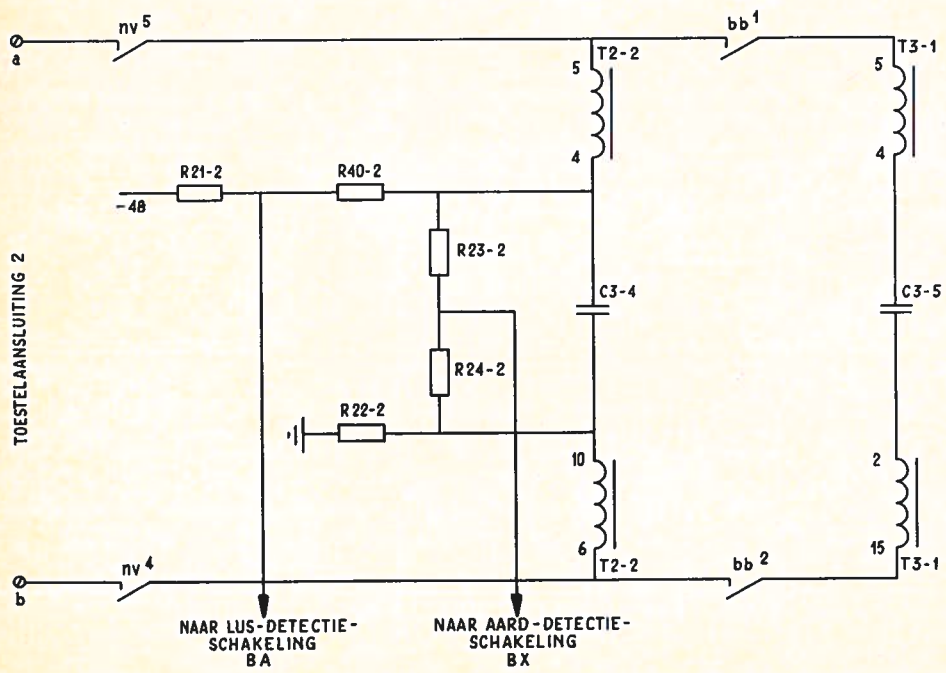
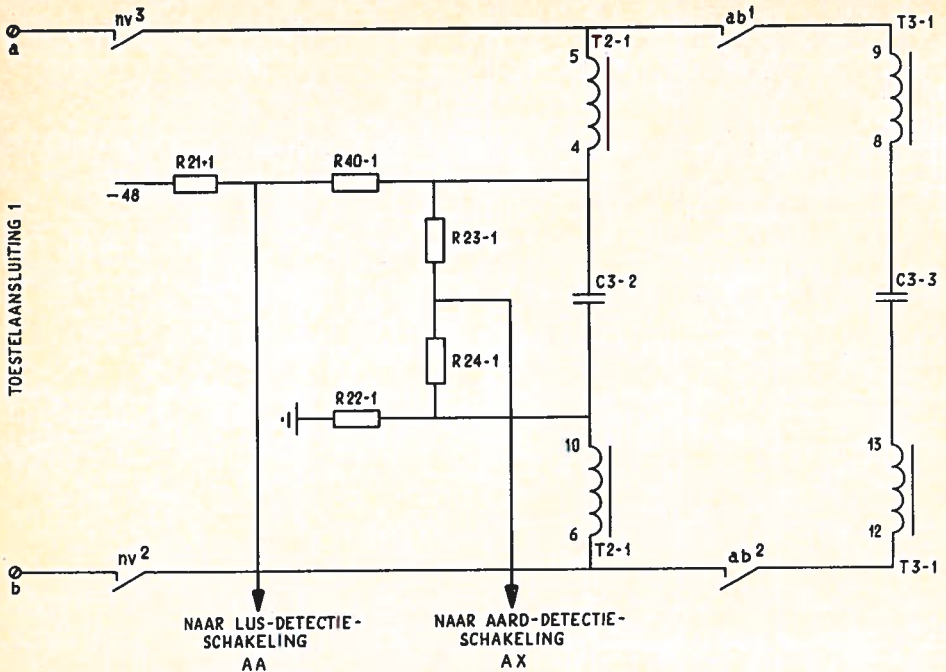


FIG. 24

fig. 23 kan de situatie nader worden toegelicht. We moeten er dan wel van uitgaan dat van *toestel 2* de microtelefoon wordt opgenomen met de bedoeling om *toestel 1* op te roepen. We veronderstellen verder dat *toestel 1* dan al met de netlijn is verbonden, in welk geval het relais AL is bekrachtigd (De wijze waarop het relais AL wordt bekrachtigd komt ter sprake bij punt 2).

De wikkeling 1-3 van transformator T 2-2 is nu met het bezettoonpunt verbonden via weerstand R 41-2 en contact al 5.

Het toestel ontvangt dan de bezettoon via de wikkelingen 4-5 en 6-10.

Waarschuwingston

De gebruiksaanwijzing vermeldt in punt 1.1.3 de mogelijkheid om een waarschuwingston te geven door even op de witte toets te drukken. We kunnen de gevolgen hiervan ook weer zien in fig. 23. Nu dienen we echter aan te nemen dat *toestel 2* bezet wordt gevonden en dat op *toestel 1* de witte toets wordt ingedrukt. In dat geval komt relais AX op. Relais BY kan echter niet opkomen omdat, zoals reeds eerder is toegelicht, de contacten ba 3 en bb 3 dit voorkomen. De wikkeling 1-3 van transformator T 2-2 ligt nu via weerstand R 49-2 aan belspanning. Door de aanwezigheid van de weerstand verkrijgt de spanning over de wikkeling een zodanige waarde dat deze in de microtelefoon als een goed hoorbare bromtoon wordt waargenomen. Op deze wijze kan men de ander waarschuwen ondanks het feit dat hij in gesprek is. Deze bromtoon wordt ook vernomen wanneer men onderling in gesprek is en er verschijnt een netlijnoproep. In dat geval sluiten de contacten wk in hetzelfde ritme als de inkomende belstroomcyclus. Beide toestellen ontvangen dan periodiek de waarschuwingston. Zie verder bij het onderdeel: 3. Binnenkomende netlijnoproepen.

Opgeroepen worden

We keren nu terug naar de situatie waarin *toestel 2* belstroom ontving doordat op *toestel 1* de witte toets werd ingedrukt.

De gebruiksaanwijzing vermeldt onder punt 1.2:

De bel van *toestel 2* gaat over, de telefoon wordt opgenomen en men kan spreken. Met behulp van fig. 24 wordt aangetoond hoe de verbinding tussen *toestel 1* en 2 tot stand komt.

Wanneer van *toestel 2* de microtelefoon wordt opgenomen, worden de relais BA, BH en BB bekrachtigd op dezelfde wijze als bij aansluiting 1 de relais AA, AH en AB opkwamen.

Men ziet in fig. 24 de beide voedingscircuits met de transformatoren T 2-1 voor aansluiting 1 en T 2-2 voor aansluiting 2. Zoals we al eerder zagen doen deze transformatoren dienst als voedingspoel en als belstroomoverdrager. Met de overdracht van spraak hebben de transformatoren T 2-1 en T 2-2 niets uitstaande. Hiervoor is een derde transformator T 3-1 geprojecteerd welke is uitgevoerd met 6 symmetrisch uitgevoerde gescheiden wikkelingen, welke zijn verdeeld over de beide toestelaansluitingen en het netlijnorgaan.

Wanneer van beide aansluitingen de B-relais op zijn, zullen de toestellen elk tevens verbonden zijn met 2 wikkelingen van de transformator T 3-1. Op deze wijze staan de toestellen via transformator T 3-1 met elkaar in spreekverbinding.

Het huisverkeer is hiermede behandeld. Er wordt vervolgd met het hoofdstuk „Netlijnverkeer” vermeld als punt 2 in de gebruiksaanwijzing.

(wordt vervolgd)

Mollierdiagram

B. van Zanten

Uit een aantal artikelen over luchtbehandeling is reeds duidelijk naar voren gekomen dat de luchttoestand door *temperatuur* en *vochtigheid* wordt bepaald. De temperatuur is een grootte, die bepaalt of het lichaam samengebracht met een ander, daaraan warmte zal afgeven dan wel er warmte aan zal onttrekken.

In de regel zal een lichaam bij hogere temperatuur een *groter volume* innemen en tevens een *groter arbeidsvermogen* hebben. Juist het feit dat bij verandering van temperatuur een vergroting of verkleining van het volume optreedt betekent een maatstaf voor het meten van *temperaturen*. Voor elke graad Celsius stijging in temperatuur van een stof is eenzelfde hoeveelheid warmte nodig.

Voor 1 gram water noemt men die hoeveelheid „*één Calorie*”. Voor een nauwkeurige bepaling van een Calorie luidt de definitie:

Een Calorie is de hoeveelheid warmte die nodig is om 1 gram water van 14,5 °C tot 15,5 °C te verwarmen. Om 1 kg water van 14,5 °C tot 15,5 °C te verwarmen zijn $10^3 = 1000$ calorieën nodig.

$$1 \text{ Kcal} = 1000 \text{ cal.}$$

De lucht om ons heen bestaat uit een mengsel van *droge lucht en waterdamp*.

De temperatuur bepaalt hoeveel procent waterdamp de lucht kan bevatten.

Dat wil zeggen, lucht van een hoge temperatuur kan meer vocht bevatten dan lucht met een lage temperatuur.

Aangezien het gewicht van lucht onafhankelijk is van de temperatuur rekent men bij de luchtbehandelingstechniek met kg lucht in plaats van met m^3 .

Onderstaande tabel laat het vochtgehalte zien van lucht in grammen per kg.

temperatuur in °C	waterdamp in grammen per kg lucht
0	3,78
+5	5,4
10	7,6
15	10,6
20	14,7
25	20,0
30	27,2

Indien lucht de maximale hoeveelheid vocht bevat spreekt men over een *relatieve vochtigheid* van 100%. We mogen dus stellen, dat onder relatieve vochtigheid wordt verstaan de verhouding van het gewicht van de in de lucht aanwezige waterdamp tot die van de hoeveelheid damp die deze luchthoeveelheid maximaal bevatten kan. Uit de tabel blijkt, dat lucht met een temperatuur van 20 °C en een vochtgehalte van 14,7 gr/kg lucht volledig verzadigd is en dus een relatieve vochtigheid van 100% bezit. Wanneer deze lucht 10 gram vocht zou bevatten dan betekent dit:

$$(10 : 14,7) \times 100 = \approx 70\% \text{ relatieve vochtigheid.}$$

Indien lucht van 10 °C 7,6 gr/kg waterdamp bevat en de temperatuur daalt tot

5 °C dan betekent dit, dat $7,6 - 5,4 = 2,2$ gr/kg vocht vrij komt en als *mist of nevel* kan neerslaan (vochtige ruiten).

Opvoeren van de temperatuur tot 15 °C voorkomt dit euvel, omdat bij deze temperatuur lucht 10,6 gr/kg vocht kan bevatten.

Het zijn niet alleen *vocht en temperatuur* welke een rol spelen bij een wijziging van een luchttoestand. Ook de *warmte-inhoud* van de vochtige lucht speelt een rol van betekenis.

Voor het berekenen van de hoeveelheid warmte voor het verwarmen en afkoelen van een *stof* maakt men gebruik van de formule:

$$Q = G \times C \times \Delta t \text{ Kcal}$$

Hierin is:

Q = hoeveelheid warmte, nodig voor verwarmen - koelen van een stof.

G = gewicht van een stof.

C = soortelijke warmte van de stof.

Δt = verschil in temperatuur vóór en ná het verwarmen.

De soortelijke warmte C van droge lucht, ook wel genoemd „*voelbare warmte*” bedraagt bij een constante druk 0,24 Kcal/kg/°C.

Wanneer dus het gewicht G en het temperatuurverschil Δt bekend zijn kan met behulp van bovenstaande formule de hoeveelheid warmte Q bepaald worden.

Juist het feit, dat de *soortelijke verdampingswarmte van water* niet constant is evenals de *soortelijke warmte van vochtige lucht* betekent dat we bij berekeningen van air-conditioning of luchtbehandelingsinstallaties dienen uit te gaan van de warmte-inhoud van een stof en dus niet van bovenstaande formule. Om de warmte-inhoud van een luchtmengsel te kunnen bepalen spelen naast de soortelijke warmte van droge lucht ook de termen *verdampingswarmte en soortelijke warmte* van waterdamp een rol.

Onder *verdampingswarmte* wordt verstaan de hoeveelheid warmte, die nodig is om 1 kg van de vloeistof te verdampen. Voor 1 kg water bij 0 °C bedraagt dit 595 Kcal.

De *soortelijke warmte van waterdamp* is 0,46 Kcal/kg.

Men noemt dit ook wel de *voelbare warmte* van de waterdamp.

In samenwerking met de temperatuur en het aantal gr. waterdamp per kg droge lucht bepalen deze drie termen de warmte-inhoud van een luchtmengsel.

Voor een berekening bij een verandering van een luchttoestand maakt men van de volgende formule gebruik:

$$I = 0,24 t + X (595 + 0,46 t) \text{ Kcal/kg.}$$

Hierin is:

I = warmte-inhoud van de vochtige lucht.

0,24 = soortelijke warmte van de droge lucht.

t = temperatuur in °C.

X = kg waterdamp per kg droge lucht.

595 = verdampingswarmte van water in Kcal/kg.

0,46 = soortelijke warmte van waterdamp.

Uit het voorgaande volgt, dat een luchttoestand volkomen wordt bepaald door de *gewichtsmengverhouding* van water tot droge lucht en door de warmte-inhoud. Bij het berekenen van een installatie voor luchtbehandeling kunnen met behulp van deze formule de benodigde gegevens worden verkregen.

Het spreekt voor zichzelf dat bij de af te voeren warmte ook rekening moet worden

gehouden met de warmteontwikkeling van de personen die in de ruimte verblijven. Bekend is dat deze warmteontwikkeling verschillend kan zijn en afhangt van *kleding-ruimtetemperatuur* en tevens van de inspanning bij het verrichten van arbeid. In normale gevallen kan deze waarde gesteld worden op ongeveer 100 Kcal/h.

Wat de warmteontwikkeling van verlichting betreft is bekend dat deze in het algemeen 60 watt per uur per m² bedraagt.

De *equivalente warmtehoeveelheid* volgt uit:

$$10^3 W = 1000 W = 1 \text{ kWh} = 860 \text{ Kcal/h}$$

Indien we de warmtetransmissie van buiten naar binnen enz. hebben vastgesteld en daarbij rekening hebben gehouden met zon-instraling dan komt als laatste punt nog in aanmerking de aanwezige machines of eventueel opgestelde apparatuur. De hiervoor benodigde energie wordt uiteindelijk omgezet in warmte en dient als zodanig te worden afgevoerd.

Vooraf in *machinekamers* en *telefooncentrales* speelt de warmtelast een zeer belangrijke rol gezien de aanwezige gelijkrichters of het aanwezige personeel. Vooral in telefooncentrales komt het verschil in warmtelast duidelijk tot uiting in de aanwezige fabrikaten. De warmteontwikkeling wordt hier bepaald per m² zaaloppervlak en uitgedrukt in W/m².

Een Frans natuurkundige „Mollier” komt de eer toe een diagram te hebben ontwikkeld waarin *temperatuur - relatieve vochtigheid - dampspanning - vochtgehalte* en

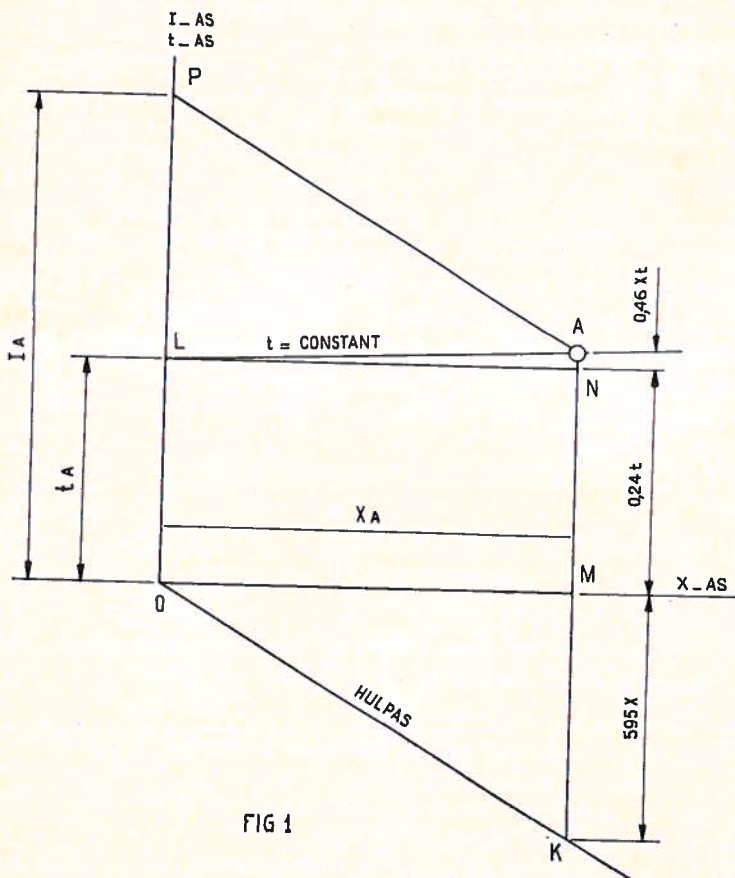


FIG 1

warmte-inhoud op eenvoudige wijze te bepalen zijn. Dit houdt in, dat bij veranderingen van een luchttoestand geen uitgebreide berekeningen meer nodig zijn. De grondslag voor dit diagram wordt gevormd door de vergelijking:

$$I = 0,24 t + 595 X + 0,46 X t$$

Aan de hand van enige grafische voorstellingen zullen we de opbouw hiervan, ook wel genoemd „*I-X diagram*”, eens nader bekijken (fig. 1).

Hierin stelt de horizontale as de *verdampingswarmte* X voor terwijl de *warmte-inhoud* I op de verticale as staat aangegeven.

Indien we de lucht- en waterdampmengsels met een verschillende *verdampingswarmte* X doch met een *gelijke temperatuur* t vergelijken, dan staat vast dat de soortelijke warmte $0,24 t$ onaangestast blijft. We mogen deze dus voorstellen door de lijn LN welke parallel loopt met de X -as.

De *verdampingswarmte* neemt evenredig toe met de waarde X en is onafhankelijk van de *temperatuur* t . Dit betekent dat in deze grafische voorstelling de verdampingswarmte door de rechte lijn OK kan worden voorgesteld.

De derde term *soortelijke warmte van waterdamp* ($0,46 X t$), neemt bij constante temperatuur t eveneens evenredig met X toe. Deze waarde wordt aangegeven door de lijn LA en vormt een hoek ten opzichte van lijn LN . Samenvattend mogen we uit het bovenstaande concluderen dat voor een bepaalde luchttoestand met een mengverhouding XA de warmte-inhoud nu grafisch kan worden voorgesteld door de lijnstukken $MN-MK-NA$.

Omdat de lijn AP evenwijdig loopt aan de hulpas OK mogen we stellen dat $OP = AK$.

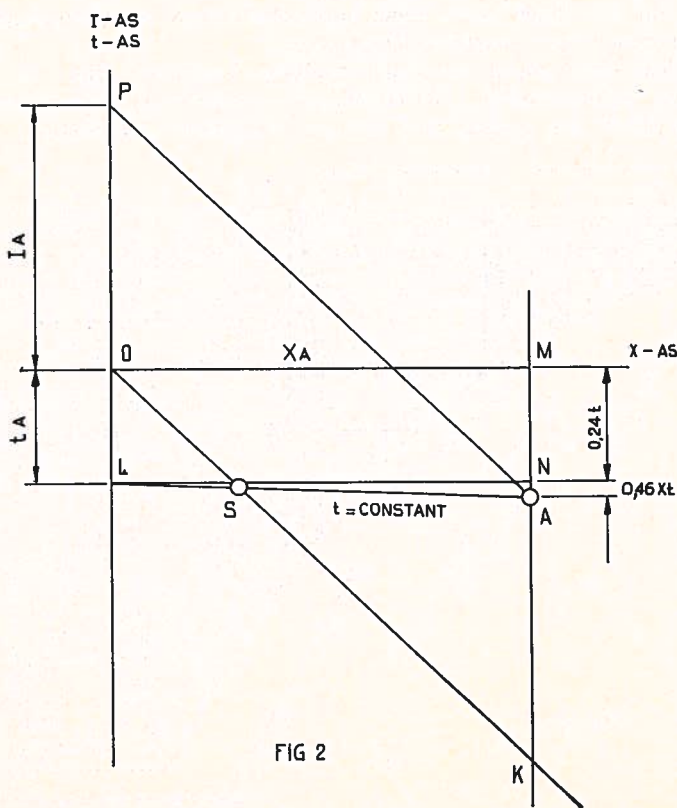


FIG 2

Dit betekent dat op de verticale as in punt A de warmte-inhoud IA kan worden afgelezen.

Tevens geeft punt L op de verticale as de temperatuur t aan omdat de toestanden met eenzelfde temperatuur op de lijn AL zijn gelegen.

De termen $0,24 t$ en $0,46 X t$ zullen door de berekeningen wegvallen indien luchttoestanden met temperaturen $t = 0^\circ\text{C}$ aanwezig zijn.

Indien zich dergelijke situaties voordoen, zullen deze luchttoestanden op de X-as gelegen zijn.

Fig. 2 laat de grafische constructie zien van luchttoestanden voor temperaturen beneden 0°C .

Duidelijk is te zien dat de beide termen $0,24 t$ en $0,46 X t$ beneden de X-as zijn uitgezet.

Dit betekent tevens dat voor deze waarden bij een temperatuur $t < 0^\circ$ (kleiner dan) een *negatief* getal wordt afgelezen.

De lijn AK geeft de warmte-inhoud weer. Deze wordt verkregen uit de algebraïsche som van $MK - MN - NA$. Op de lijn AL, welke in tegenstelling tot fig. 1 nu schuin omlaag loopt, liggen de luchttoestanden van gelijke temperatuur.

Ook komt duidelijk naar voren dat op punt S waar de hulpas de lijn AL snijdt de warmte-inhoud I nul is.

Vanzelfsprekend krijgt het gedeelte SL een *negatieve* waarde voor wat de warmte-inhoud I betreft.

Fig. 3 laat het I - X diagram volgens Mollier zien.

We onderscheiden hierin een viertal lijnenstelsels.

1. isothermen, dit zijn lijnen welke bijna horizontaal lopen en die toestandsveranderingen laten zien bij een constante temperatuur.
2. adiabaten, deze lijnen lopen als diagonalen door het stelsel. Het zijn lijnen met een constante warmte-inhoud I. Heeft bij een toestandsverandering geen warmte-uitwisseling plaats, dan spreekt men van een adiabatische verandering.

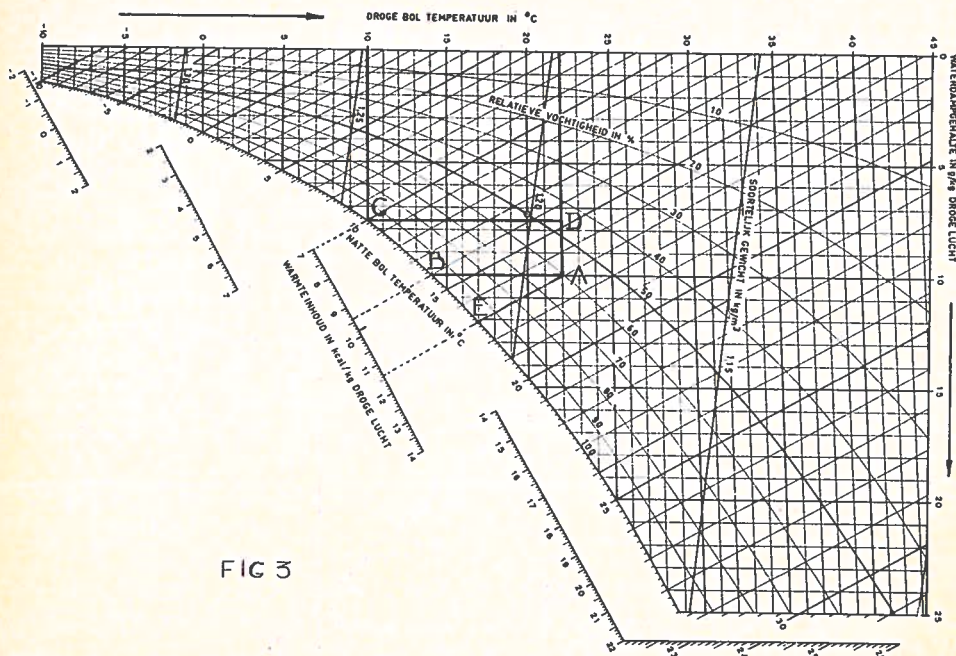


FIG 3

3. Het verticale lijnenstelsel wordt gevormd door lijnen van constante mengverhouding X.
4. De waaivormig gebogen lijnen stellen voor de lijnen van constante relatieve vochtigheid tot een maximum van 100%.

Het diagram geldt voor 1 kg droge lucht bij 1 atm. Alle punten boven de lijn van 100% relatieve vochtigheid duiden erop dat dit luchttoestanden zijn, waarbij de lucht niet met waterdamp verzadigd is. Het gebied onder deze lijn noemt men het „*nevelgebied*”. Deze lucht bevat naast waterdamp ook waterdeeltjes.

Ter verduidelijking van dit diagram en om uitgebreide berekeningen te vermijden zullen we aan de hand van enige voorbeelden eens bekijken welke consequenties er aan verbonden zijn indien veranderingen in luchttoestanden optreden.

Indien in een bepaalde situatie „*punt A*” de temperatuur van een hoeveelheid lucht 22 °C bedraagt en de relatieve vochtigheid 60% is dan blijkt uit dit diagram dat deze hoeveelheid 10 gram waterdamp per kg lucht bevat. Tevens zien we dat de warmte-inhoud dan 11,4 Kcal per kg droge lucht bedraagt.

Indien deze lucht afkoelt volgens de lijn AB tot een temperatuur van 14 °C dan zien we, dat de relatieve vochtigheid is toegenomen tot 100%. Het dauwpunt is dus bereikt en condensatie van de in de lucht aanwezige waterdamp is begonnen.

Duidelijk is ook te zien dat in deze situatie de warmte-inhoud nog maar 9,4 Kcal per kg droge lucht bedraagt. Samenvattend kunnen we hieruit de conclusie trekken, dat wanneer lucht van 22 °C bij 60% RV zich wijzigt naar een toestand van 14 °C bij 100% RV de warmte-inhoud terugloopt met $11,4 - 9,4 = 2$ Kcal per kg droge lucht. Zou de temperatuur dalen tot 10 °C bij 100% RV met een vochtigheidsgehalte $X = 7,69/\text{kg}$ en een warmte-inhoud van 7 Kcal/kg „*punt C*”, dan zal $10 - 7,6 = 2,4$ gram water per kg lucht vrij komen.

Wanneer deze situatie zich zou kunnen voordoen in telefooncentrales dan heeft dit ernstige gevolgen.

In het artikel „Ventilatie warme lucht en koelen” no. 3, 27e jaargang, komt duidelijk naar voren dat dit praktisch onmogelijk is. Zonodig kan de installatie worden uitgeschakeld.

Door een automatische regeling op *elektronische basis* wordt vanzelfsprekend tijdig gesignaleerd dat de relatieve vochtigheid te hoog dreigt op te lopen, en worden maatregelen getroffen buiten de mens om.

Indien we in ons diagram vanuit punt C de lucht in temperatuur verhogen tot 22 °C, blijkt dat de RV 46% is geworden (punt D).

De warmte-inhoud is weer toegenomen tot 9,8 Kcal/kg. Dit betekent dat voor deze verwarming nodig is $9,8 - 7 = 2,8$ Kcal/kg en de voelbare warmte hiermee is toegenomen. Zouden we daarentegen bij een toestand D, temperatuur 20 °C met behulp van waterdamp uit een stoombevochtiger, luchttoestand A bereiken dan neemt de warmte-inhoud toe met $9,8 - 7 = 2,8$ Kcal/kg en blijft de voelbare warmte constant. Uit genoemd artikel blijkt duidelijk, dat in het algemeen gesproken een verandering in een luchttoestand bestaat uit een *toe- of afname* van de absolute vochtigheid en dat met toepassing van het „*Mollier-diagram*” dit op vrij eenvoudige wijze is te bepalen. Voor het ijken van *humidostaten*, *haarhygrometers* enz. wordt veelal gebruik gemaakt van slinger-psychrometers.

Dit apparaat bezit twee thermometers, waarvan de ene aan het ondereinde is voorzien van een katoenen hulsje. Bij toepassing wordt het katoen bevochtigd met gedistilleerd water en het apparaat in slingerende beweging gebracht. Na enige tijd wijst de droge thermometer de temperatuur aan van de omgevingslucht. Men noemt dit de „*droge boltemperatuur*”. De natte thermometer wijst daarentegen de verzadigingstemperatuur aan, ook wel genoemd „*natte bol-temperatuur*”.

Door verdamping van het water wordt warmte onttrokken aan de omgeving en dus ook aan de natte kwikbol. Indien de vochtigheid van de lucht hoog is zal tijdens het slingeren de verdamping geringer zijn en dus de afkoeling van de natte thermometer minder.

Een groot verschil in aflezing tussen beide thermometers betekent een geringe relatieve vochtigheid in de ruimte waar de meting plaats vindt. Indien beide thermometers dezelfde temperatuur aanwijzen wijst dit erop dat noch verdamping noch afkoeling mogelijk is.

De lucht in de ruimte is dus 100% verzadigd.

$$\Delta t = 0 = 100\%$$

Het „*Mollier-diagram*” is voorzien van een schaal voor droge boltemperatuur in °C en natte boltemperatuur in °C, waarbij de relatieve vochtigheid kan worden vastgesteld in procenten.

Indien we ervan uitgaan, dat de gemeten natte boltemperatuur 15 °C bedraagt en de droge boltemperatuur 22 °C, dan is de relatieve vochtigheid te bepalen door vanaf punt E op de verzadigingslijn, via de lijn EA voor constante warmte-inhoud, op het snijpunt A voor droge boltemperatuur de waarde 60% af te lezen (Fig. 4).

In tegenstelling tot figuur 3 zijn *Mollier-diagrammen* voorzien van een randschaal. Met behulp hiervan kan de richting worden bepaald waarin de toestandsverandering van de lucht zich voltrekt. Het zou te ver voeren hierop dieper in te gaan. Aandacht verdient nog, onder welke omstandigheden de grenzen zijn vastgesteld waarbinnen de mens zich behaaglijk voelt in verblijfsruimten waar luchtbehandelingsinstallaties zorgen voor het juiste klimaat. Dat dit geen eenvoudige materie is spreekt voor zichzelf. Naast *vochtigheid en luchtsnelheid* spelen ook *lucht- en stralingstemperatuur* een voorname rol. Wat de één als een behaaglijke temperatuur beoordeelt wordt door een ander als te hoog of te laag ondervonden. Ook de *luchtsnelheid* in ruimten waar mensen verblijven kan een punt van discussie zijn.

Onomstotelijk staat wel vast, dat te droge of te vochtige lucht door een ieder als onprettig wordt ondervonden.

In Amerika is men het eerst een onderzoek op dit terrein begonnen.

In ons land zijn onderzoekingen verricht door de *Commissie voor de klimaatregeling in gebouwen*, waarvan het resultaat in een rapport is vastgelegd en in 1943 door TNO is gepubliceerd. Bij het onderzoek in Amerika heeft men het behaaglijkheidsgevoel getoetst aan de „effectieve temperatuur”.

Onder *effectieve temperatuur* verstaan we de gewaarwording, welke door proefpersonen wordt ondervonden in een ruimte bij een temperatuur van 20 °C, een relatieve vochtigheid van 100% en een luchtsnelheid, welke lager ligt dan 0,15 m/sec.

Het is dus een maat voor het warmte- of koudegevoel en niet voor de behaaglijkheid. Wanneer het warmtegevoel gelijk is aan dat in een behaaglijke andere ruimte of omgeving kan niettemin een gevoel van onbehaaglijkheid ontstaan, indien hoge of lage luchtvochtigheid in het eerste geval aanwezig is.

Het is ook de factor *straling*, welke uitgaat van koude of warme vlakken, die een rol speelt in de behaaglijkheid, buiten het samenspel van de drie reeds genoemde factoren.

We kunnen de invloed van de koude vlakken compenseren door de ruimtetemperatuur op te voeren.

Met behulp van het *Mollier-diagram* voor behaaglijkheid, welke een variant is van het *I-X diagram* volgens figuur 3, kunnen we op eenvoudige wijze vaststellen binnen welk gebied er sprake is van behaaglijkheid.

We dienen bij het bepalen hiervan wel te bedenken, dat de luchtsnelheid niet hoger mag zijn dan 0,15 m/sec. Dit vindt zijn oorzaak in het feit, dat bij toenemende lucht-

snelheid en dezelfde verhouding tussen ruimtetemperatuur en relatieve vochtigheid, de effectieve temperatuur wordt verlaagd. Dat er in dit diagram geen rekening wordt gehouden met de stralingstemperatuur is een bezwaar.

Uit de grafische voorstelling van figuur 4 is duidelijk te zien, dat het horizontaal gearceerde gebied de begrenzing vormt voor de zomerzone. De luchttoestand voor het winterklimaat wordt door het verticaal gearceerde gebied vastgesteld. Bij een ruimtetemperatuur, welke ligt tussen 20,5 °C en 27 °C en een relatieve vochtigheid van 30% tot 70% is de behaaglijkheid, zowel voor de zomer als de winter, aanvaardbaar.

Uit ervaring is bekend, dat enige gegevens over temperatuur en relatieve vochtigheid een direct beeld kunnen geven van het klimaat. Deze zijn:

Temperatuur 30 °	– 30%	relatieve vochtigheid	=	warm en droog.
„ 20 °	– 30%	„ „	=	koel en droog.
„ 26 °	– 70%	„ „	=	warm en broeierig.
„ 18 °	– 70%	„ „	=	kil en klam.
„ 12 °	– 80%	„ „	=	koud en vochtig.

In het algemeen zijn behaaglijkheidsdiagrammen voorzien van een schaal voor effectieve temperatuur. De waarden hiervoor staan aangegeven op de randschaal, waar in figuur 4 nu de natte boltemperatuur in °C staat. Doelbewust is de effectieve temperatuurschaal niet aangegeven, omdat uit onderzoeken is gebleken, dat geen rekening is gehouden met de stralingstemperatuur, terwijl deze schaal tevens het bezwaar heeft slechts toestanden van gelijke warmte- of koudegevoel aan te geven.

In ons land heeft de Commissie voor klimaatregeling in gebouwen belangrijke onderzoeken verricht op dit terrein. Het zou te veelomvattend zijn hierop dieper in te gaan.

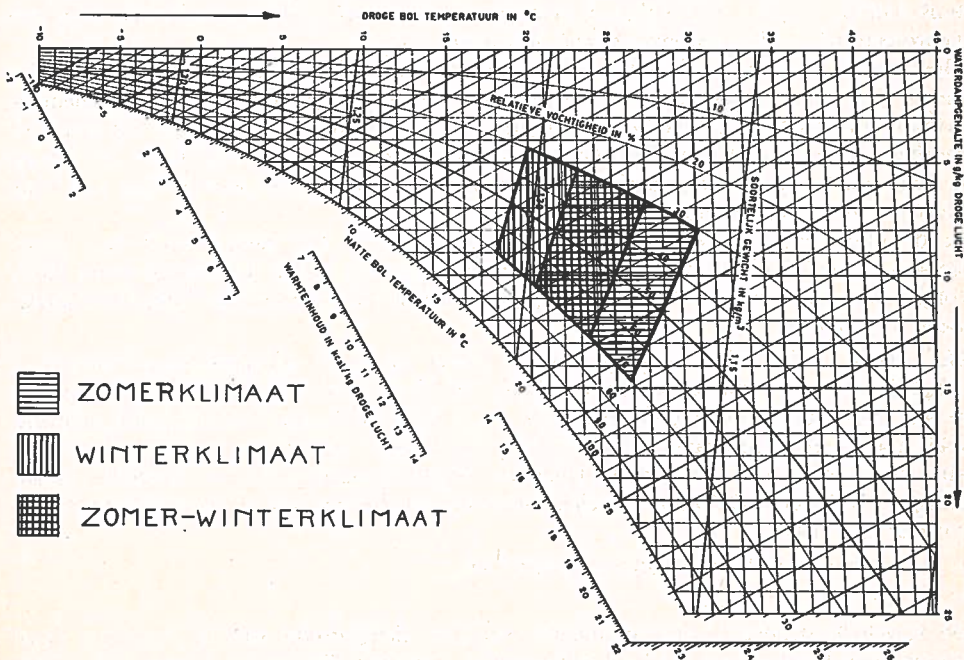


FIG 4

televisie

1. Inleiding

Wordt er gesproken over televisie, dan wordt veelal het apparaat bedoeld dat in vele woonkamers voorkomt en daarin net zo'n vertrouwde plaats heeft gekregen als de tafel, de stoel en dergelijke meubelen.

Toch wordt televisie ook in vele bedrijven gebruikt, maar dan niet alleen voor amusement, maar voor bijv. bewaking, controle enz.

Op het gebied van deze al of niet voor amusement gebruikte apparatuur doet PTT zeer veel werk.

Daarom is het ten behoeve van uw eigen tv-toestel thuis of apparatuur van PTT goed, van dat stukje techniek iets meer te weten te komen. Er zullen geen schema's worden besproken, daarvoor zijn voldoende boeken in de handel te verkrijgen. Eerst zal de werking van zwart-wit televisie worden nagegaan. En daarna zullen — zonder aanspraak te maken op volledigheid — de onderwerpen beeldkwaliteit, beeldfouten, prestaties en mogelijkheden van de tv-buis worden besproken. Ook diverse uitdrukkingen, die in deze tak van techniek gebruikelijk zijn, zullen niet ontbreken.

2. Werking

U zult het niet willen geloven, toch is televisie in principe zeer eenvoudig. In de televisiestudio wordt op een bepaald moment een beeld geprojecteerd in de opneembuis van de camera. Een volgend moment, wanneer het beeld gewijzigd is, nogmaals geprojecteerd in de opneembuis van de camera enz.

Het scherm waarop het beeld wordt geprojecteerd heeft een kleine oppervlakte. Ondanks deze kleine oppervlakte bestaat het uit vele honderden licht-gevoelige elementjes. Afhankelijk van de hoeveelheid licht, die op zo'n elementje valt wordt dit meer of minder elektrisch geladen. Een licht of donker elementje heeft dus meer of minder lading. Vele lichtschakeringen op één moment geven op het scherm dan ook vele verschillende ladingen op de elementjes.

In de opneembuis is een elektronenkanon aangebracht. Dit kanon zendt een dunne straal of bundel elektronen uit, die het ladingspatroon aftast. De straal wordt horizontaal van links naar rechts bewogen, keert daarna vlug terug naar links en beweegt weer naar rechts.

De tweede horizontale beweging ligt iets onder de eerste afgetaste regel. Het is te vergelijken met de bladzijde van een boek. We beginnen links bovenaan en eindigen rechts onderaan. De volgende bladzijde is te vergelijken met een volgend moment, waarin het beeld opnieuw wordt afgetast. De bundel elektronen *leest* op deze wijze een aantal regels c.q. een aantal bladzijden. Bij het passeren van een elementje wordt dit geneutraliseerd. De variabele elektrische stroom die op deze wijze wordt opgewekt ontstaat dus door:

- a. het meer of minder geladen elementje en
- b. de elektronenbundel.

De variabele stroom is dus afhankelijk van het lichtpatroon van de opname. Deze stroom wordt video-stroom ofwel *videosignaal genoemd*. Een ander woord voor videosignaal is *beeldsignaal*.

Dit signaal wordt versterkt, verbeterd en daarna pas doorgegeven.

Oefeningen

Antwoorden van de vraagstukken op blz. 245.

Los x en y op.

$$1. \begin{cases} 5x - 3y = 18 & \text{I} \\ 7x + 4y = 19 & \text{II} \end{cases} \begin{matrix} \times 4 \\ \times 3 \end{matrix}$$

$$\begin{cases} 20x - 12y = 72 & \text{III} \\ 21x + 12y = 57 & \text{IV} \end{cases}$$

$$\hline 41x \qquad = 129 \quad +$$

$$x = \frac{129}{41} = 3 \frac{6}{41}$$

x gesubstitueerd in I geeft:

$$5 \times 3 \frac{6}{41} - 3y = 18$$

$$-3y = 2 \frac{11}{41} \qquad x \text{ is dus } 3 \frac{6}{41}$$

$$y = -\frac{31}{41} \qquad y \text{ is dus } -\frac{31}{41}$$

Na het aftasten is elk element weer in staat zich zo te laten opladen, dat het wederom overeenkomt met de hoeveelheid licht van dat bewuste moment. De snelheid van dat aftasten is belangrijk, te weten:

a. Te snel.

Is een kostbare zaak en heeft weinig effect daar ons oog toch de snelle wijzigingen niet kan volgen.

b. Te traag.

Dit geeft een tekort aan informatie en werkt vermoeiend voor ons oog.

Het lezen wordt dan ook in een vaste regelmaat gedaan. Per seconde worden 25 bladzijden gelezen, terwijl elke bladzijde 625 regels heeft.

Elk beeld wordt dan ook 25 maal per seconde afgetast met 625 lijnen.

Toch zijn deze 25 beelden per seconde voor ons oog nog niet goed. Het geeft een flikkerend beeld. Om dit te ontlopen worden daarom bij de eerste maal lezen de *oneven* regels of lijnen afgetast ofwel gelezen en bij de tweede maal het beeld met de *even* lijnen gelezen.

Dit wordt genoemd *interliniëring*.

Het aldus verkregen videosignaal moet weer worden teruggezet in een beeld op onze monitor of televisietoestel.

Ook dat is betrekkelijk eenvoudig.

Op de binnenzijde van de tv-buis is een laagje fluorescerend poeder aangebracht, dat de eigenschap bezit op te lichten indien het door elektronen wordt getroffen.

Ook hier is een elektronkanon aanwezig.

(wordt vervolgd)

$$\begin{array}{r} 7x - 3y = 10 \text{ I} \\ x - 2y = -8 \text{ II} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{r} 7x - 3y = 10 \text{ I} \\ x - 2y = -8 \text{ II} \end{array}} \right\} \times 7$$

$$\begin{array}{r} 7x - 3y = 10 \text{ I} \\ 7x - 14y = -56 \text{ III} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{r} 7x - 3y = 10 \text{ I} \\ 7x - 14y = -56 \text{ III} \end{array}} \right\}$$

$$\hline 11y = 66$$

$$y = \frac{66}{11} = 6$$

y gesubstitueerd in I geeft:

$$7x - 3 \times 6 = 10$$

$$7x = 10 + 18 = 28$$

$$28$$

$$x = \frac{\quad}{7} = 4$$

x is dus 4
y is 6

$$2. \begin{array}{r} 4x - y = -19 \text{ I} \\ 3x + 5y = 26 \text{ II} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{r} 4x - y = -19 \text{ I} \\ 3x + 5y = 26 \text{ II} \end{array}} \right\} \times 5$$

$$\begin{array}{r} 20x - 5y = -95 \text{ III} \\ 3x + 5y = 26 \text{ II} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{r} 20x - 5y = -95 \text{ III} \\ 3x + 5y = 26 \text{ II} \end{array}} \right\}$$

$$\hline 23x \quad \quad = -69$$

$$x = \frac{-69}{23} = -3$$

x gesubstitueerd in I geeft:

$$-12 - y = -19$$

$$-y = -7$$

$$y = 7$$

x = -3
y = 7

$$\begin{array}{r} 5x - 3y = 24 \text{ I} \\ 15x + 7y = 104 \text{ II} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{r} 5x - 3y = 24 \text{ I} \\ 15x + 7y = 104 \text{ II} \end{array}} \right\} \times 3$$

$$\begin{array}{r} 15x - 9y = 72 \text{ III} \\ 15x + 7y = 104 \text{ II} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{r} 15x - 9y = 72 \text{ III} \\ 15x + 7y = 104 \text{ II} \end{array}} \right\}$$

$$\hline -16y = -32$$

$$y = \frac{-32}{-16} = 2$$

y gesubstitueerd in I geeft:

$$5x - 126 = 24$$

$$5x = 24 + 6 = 30$$

$$x = \frac{30}{5} = 6$$

$$x = 6$$
$$y = 2$$

$$3. \quad \left. \begin{array}{l} 11x - 3y = 31 \text{ I} \\ 33x + 5y = 51 \text{ II} \end{array} \right\} \times 3$$

$$\left. \begin{array}{l} 33x - 9y = 93 \text{ III} \\ 33x + 5y = 51 \text{ II} \end{array} \right\}$$

$$\hline -14y = 42$$

$$42$$

$$y = \frac{42}{-14} = -3$$

y gesubstitueerd in I geeft:

$$11x - 3 \times -3 = 31$$

$$11x = 31 - 9 = 22$$

$$x = \frac{22}{11} = 2$$

$$\text{dus: } x = 2$$
$$y = 3$$

$$\left. \begin{array}{l} 13x - 24y = -11 \text{ I} \\ 9x + 37y = 46 \text{ II} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \times 9 \\ \times 13 \end{array}$$

$$\left. \begin{array}{l} 117x - 216y = -99 \text{ III} \\ 117x + 481y = 598 \text{ IV} \end{array} \right\}$$

$$\hline -697y = -697$$

$$-697$$

$$y = \frac{-697}{-697} = 1$$

y gesubstitueerd in I geeft:

$$13x - 24 = -11$$

$$13x = -11 + 24 = +13$$

$$x = \frac{13}{13} = 1$$

$$\text{dus: } x = 1$$
$$y = 1$$

$$4. \quad \frac{3x-4}{2} - \frac{1}{2}(x-2y) = \frac{1}{2}x$$

$$\frac{2y-5}{3} + \frac{1}{3}(x+2) = \frac{x+3}{6}$$

I } Breuken vereenvoudigen.
door I met 2 en
II met 12 te
II } vermenigvuldigen

$$\begin{array}{l} 3x - 4 - 1(x - 2y) = x \\ 4(2y - 5) + 3(x + 2) = 2(x + 3) \end{array} \quad \left. \begin{array}{l} \text{III} \\ \text{IV} \end{array} \right\} \text{ vereenvoudigen}$$

$$\begin{array}{l} 3x - 4 - x + 2y = x \\ 8y - 20 + 3x + 6 = 2x + 6 \\ x + 2y = 4 \quad \text{III} \\ x + 8y = 20 \quad \text{IV} \end{array} \left. \right\}$$

$$\hline -6y = -16$$

$$y = \frac{16}{6} = 2\frac{2}{3}$$

y gesubstitueerd in VI geeft:

$$x + 2 \times 2\frac{2}{3} = 4 \quad x \text{ is dus } -\frac{1}{3}$$

$$x + 5\frac{1}{3} = 4 \quad y \text{ is dus } 2\frac{2}{3}$$

$$x = 1\frac{1}{3}$$

$$5. \quad \frac{2}{x} + \frac{3}{y} = 9 \quad \text{I}$$

$$\frac{3}{x} - \frac{1}{y} = 2\frac{1}{2} \quad \text{II}$$

Bij deze vergelijking stellen we $\frac{1}{x} = p$ en $\frac{1}{y} = q$.

Daardoor wordt de vergelijking eenvoudiger en herleid tot:

$$\begin{array}{l} 2p + 3q = 9 \quad \text{I} \\ 3p - q = 2\frac{1}{2} \quad \text{II} \end{array} \left. \begin{array}{l} \times 1 \\ \times 3 \end{array} \right\} \text{ We lossen hieruit } p \text{ en } q \text{ op}$$

$$\begin{array}{l} 2p + 3q = 9 \quad \text{I} \\ 9p - 3q = 7\frac{1}{2} \quad \text{III} \end{array} \left. \right\}$$

$$\hline 11p = 16\frac{1}{2} \quad \text{IV}$$

$$p = 16\frac{1}{2} : 11 = 1\frac{1}{2}$$

p gesubstitueerd in I geeft:

$$3 + 3q = 9, \quad 9 = \frac{9-3}{3} = 2$$

Hieruit volgt dat:

$$\frac{1}{x} = 1\frac{1}{2} \text{ en } \frac{1}{y} = 2.$$

$$x \text{ is dus } \frac{1}{1\frac{1}{2}} = \frac{2}{3} \text{ en } y = \frac{1}{2}.$$