



FEBRUARI 1972

# Elektronische schakelingen en hun componenten

W. H. IJdo

(Vervolg van blz. 327, jrg. 1971)

*Invloed van de temperatuur op het gedrag van de thyristor.*

Evenals bij de diode en de transistor zal de blokkeerstroom van de p-n overgangen exponentieoneel stijgen met de temperatuur.

Aangezien de thyristor werd voorgesteld als een configuratie van twee transistors (blz. 282, jrg. 1971) is het goed om het toenemen van de blokkeer- of lekstroom bij een transistor in gemeenschappelijke emitterschakeling nader te bezien. Fig. 26 en 27 illustreren deze schakeling en de daarbij behorende stromen. Zoals te zien is fig. 27 een GBS.\* Isoleert men nu de emitter aansluiting *E* dan wordt de transistor slechts doorlopen door een lek- of blokkeerstroom *ico*.

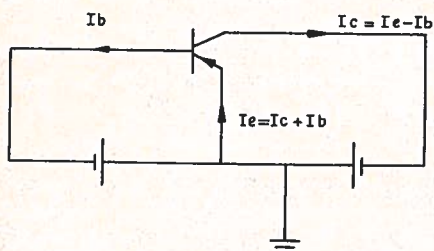


FIG 26

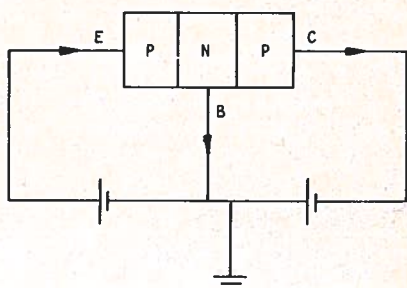


FIG. 27

Deze lekstroom bestaat uit de minderheidsladingdragers (gaten) van het n-germanium en is dus sterk temperatuurafhankelijk. Als vuistregel kan men stellen dat bij iedere temperatuursverhoging van  $10^{\circ}\text{C}$ , de lekstroom wordt verdubbeld. Deze lekstroom ligt in de orde van microampères. Is de transistor geschakeld in gemeenschappelijke basischakeling fig. 28, dan speelt deze lekstroom t.a.v. de collectorstroom, die in de orde van milli-ampères ligt, geen rol. Anders is het gelegen in een gemeenschappelijke emitterschakeling zie fig. 29, waar de lekstroom *ico* versterkt ( $\alpha' ico$ ) in het collectorcircuit verschijnt. Aangezien de versterkingsfactor  $\alpha$  in de orde van 50 ligt, is het hier niet meer reëel de lekstroom ten opzichte van de collectorstroom te verwaarlozen. Het is wellicht nuttig om te bezien hoe we aan deze uiteenzetting komen, zie fig. 29.

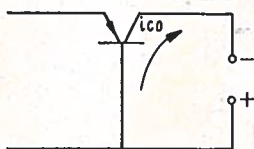


FIG. 28

We zien in deze figuur de stromen  $I_e$ ,  $I_c$  en  $I_{co}$  lopen.  $I_c < I_e$  en uit te drukken in  $I_e$ , als  $I_c = \alpha I_e$ .

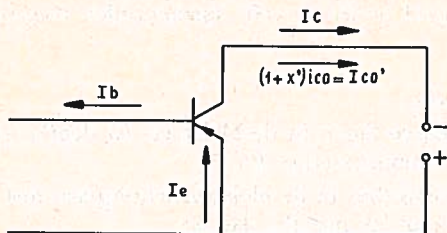


FIG. 29

Er loopt dan in het collectorcircuit een stroom:

$$I_c = \alpha I_e + I_{co} \quad (1)$$

Verder is bekend dat:  $I_e = I_b + I_c$  en gaat formule (1) over in:

$$I_c = \alpha(I_b + I_c) + I_{co} \quad (2)$$

$$I_c = \alpha I_b + \alpha I_c + I_{co} \quad (3)$$

De factor  $\alpha I_c$  overbrengen naar het linkerlid geeft:

$$I_c - \alpha I_c = \alpha I_b + I_{co} \quad (4)$$

$$I_c (1 - \alpha) = \alpha I_b + I_{co} \quad (5)$$

delen door  $(1 - \alpha)$  geeft de formule:

$$I_c = \frac{\alpha I_b}{1 - \alpha} + \frac{1}{1 - \alpha} I_{co} \quad (6)$$

Voor  $\frac{1}{1 - \alpha}$  kan geschreven worden:

$$\frac{1 - \alpha + \alpha}{1 - \alpha} = 1 + \frac{\alpha}{1 - \alpha}$$

De formule gaat dan over in:

$$I_c = \frac{\alpha}{1 - \alpha} \cdot I_b + \left(1 + \frac{\alpha}{1 - \alpha}\right) I_{co} \quad (7)$$

Zoals bekend zal zijn mag  $\frac{\alpha}{1 - \alpha}$  vervangen worden door  $\alpha'$ , zodat formule 7 overgaat in:

$$I_c = \alpha' I_b + (1 + \alpha') I_{co} \quad (8)$$

De in formule 8 gebezigde uitdrukking  $(1 + \alpha') I_{co}$  wordt vervangen door  $I_{co}'$  waardoor formule 8 overgaat in:

$$I_c = \alpha' I_b + I_{co}' \quad (9)$$

Uit de formules 8 en 9 blijkt nu, dat de lekstroom  $I_{co}$  in de gearde emitterschakeling met de factor  $(\alpha' + 1)$  vermenigvuldigt verschijnt.

Zoals reeds is gezegd is de thyristor geconfigureerd (fig. 22 op blz. 325, jrg. 1971) als een p-n-p- en een n-p-n- transistor.

De consequenties hiervan zijn, dat de hiervoor beschreven versterkte lekstroom en de daarmee samenhangende temperatuurstijging van de thyristor de ontstekingsvoorwaarden zullen beïnvloeden. Bij een hogere temperatuur van de thyristor zal de ontsteking bij een kleinere stroom en een lagere spanning kunnen plaats vinden. Vooral bij tempe-

raturen boven de 100 °C zal de blokkeerspanning  $U_{ako}$  (fig. 21, op blz. 324, jrg. 71) sterk dalen. Beneden de 100 °C ziet men slechts een toename van de blokkeerstroom. Het is dan ook aan te raden als maximale temperatuurgrens 125 °C aan te houden. Deze temperatuur ligt nog royaal onder de voor siliciumcellen toegestane blokkeerlaagtemperatuur van 140 °C.

### Het totale vermogensverlies

De som van de vermogensverliezen in de blokkeer- en doorlaatrichting in het stuurvlak noemt men het totale vermogensverlies  $P_t$ .

Duiden we het vermogensverlies in de blokkeerichting aan met  $P_b$ , in de doorlaatrichting met  $P_d$  en in het stuurvlak met  $P_g$ , dan is:

$$P_t = P_b + P_d + P_g.$$

Van deze drie factoren is  $P_d > P_g + P_b$ .

In fig. 30 is het doorlaatvermogensverlies  $P_d$  als functie van de stroom  $I$  afgebeeld, de ontstekingshoeken  $Q$  fungeren als parameters.

Willen we berekenen hoe groot het totale vermogensverlies  $P_t$  mag zijn, dan is het noodzakelijk de thermische inwendige weerstand  $k$  uitgedrukt in °C/mW en de omgevingstemperatuur  $t_o$  te weten. Voor het toe te laten totale vermogensverlies  $P_t$  kunnen we de volgende formule samenstellen:

$$P_t = \frac{tm - t_o}{k} \text{ in watt.}$$

Zoals reeds gezegd mag men met  $tm$  niet boven de 125 °C gaan.  $k$  kan een waarde bezitten van bijv. 1,5° à 2 °C/mW.

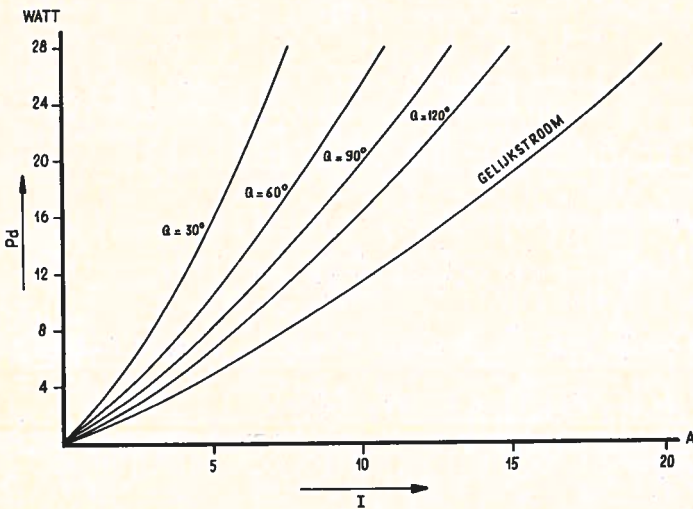


FIG. 30

### De triac.

Onder deze benaming duidt men de twee richting-thyristor aan.

Een soortgelijk beeld bij de Shockley- of vierlagendiode, waar de tweerichting vierlagendiode wordt betiteld als *diac*.

De benaming *triac* is een afkorting van *Triode-A.C. switch*.

Door de dubbelrichting zijn we in staat om een wisselstroom zowel in de positieve als negatieve fase aan te snijden. Evenals bij de diode wordt daardoor het aan de be-

lastingsweerstand afgestane vermogen vertweevoudigd ten opzichte van de regeling met een thyristor.

De opbouw van de *triac* is op een eenvoudige wijze uit te beelden zie fig. 31. Deze figuur laat de laagsgewijze opbouw van de verschillende p- en n-lagen zien. De opbouw voorgesteld in fig. 31 is te vervangen door de compacte samenstelling van fig. 32. De overgangengebieden zijn gekenmerkt door  $Q1$  t/m  $Q4$ . De drie aansluit-elektroden door  $A1$ ,  $A2$  en  $G$ .

De ontsteekelektrode  $G$  (gate) is, zoals fig. 32 laat zien, als een N-geleidende zone in de p-laag gelegeerd. De ontsteekelektrode dient voor de ontsteking van de *triac* in beide richtingen.

Fig. 33 beeldt het schemasymbool van de *triac* uit, terwijl fig. 34 de  $U/I$ -karakteristiek in vier kwadranten weergeeft. We kunnen voor de *triac* een vervangingsschema opzetten, dat geconfigureerd is als twee antiparallel geschakelde thyristoren. Deze thyristoren zijn ieder voor zich voorgesteld als een paar anti-parallel geschakelde complementaire transistoren, zie fig. 35. Deze complementaire transistoren bezitten een basis-collector-koppeling. De poort-elektrode ( $G$ ) is als een gemeenschappelijk punt uitgevoerd.

De aandachtige lezer die de schematische opbouw van figuur 35 bestudeert, zal tot de conclusie komen, dat deze configuratie de laagjes opbouw van figuur 32 niet volledig dekt.

De lezer vergeve het de schrijver, daar fig. 35 alleen maar door hem gecreëerd is voor een benaderende verklaring van de werking die hier nu volgt.

Wanneer we aan de elektrode  $A1$  een positieve spanning aansluiten ten opzichte van  $A2$  en aan de poortelektrode  $G$  een ten aanzien van  $A2$  positieve ontstekingsimpuls plaatsen, dan zal de transistor  $T4$  in geleiding geraken. De basis van deze n-p-n transistor wordt dan nl. even positief ten opzichte van zijn emitter.

De transistor  $T4$  gaat nu de basisstroom voor  $T3$  leveren waardoor deze p-n-p transistor onmiddellijk in de geleidende toestand komt.

$T3$  levert op zijn beurt weer de basisstroom voor  $T4$  en houdt deze transistor in ge-

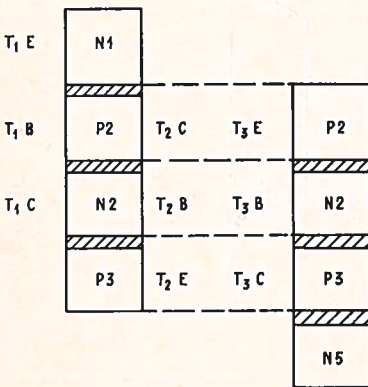


FIG. 31

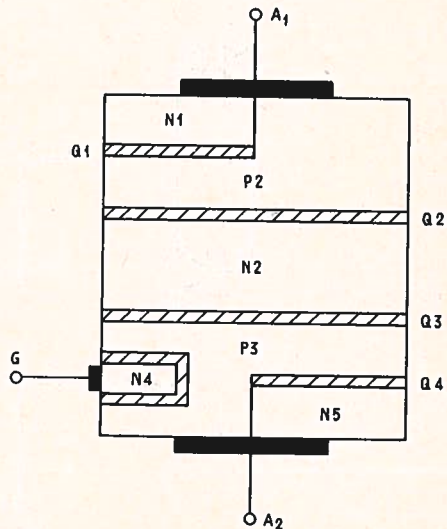


FIG. 32

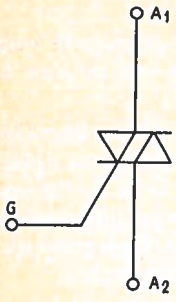


FIG. 33

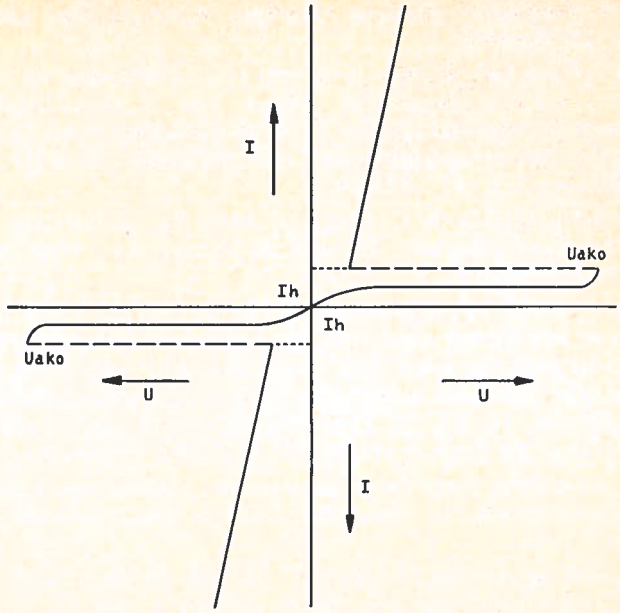


FIG. 34

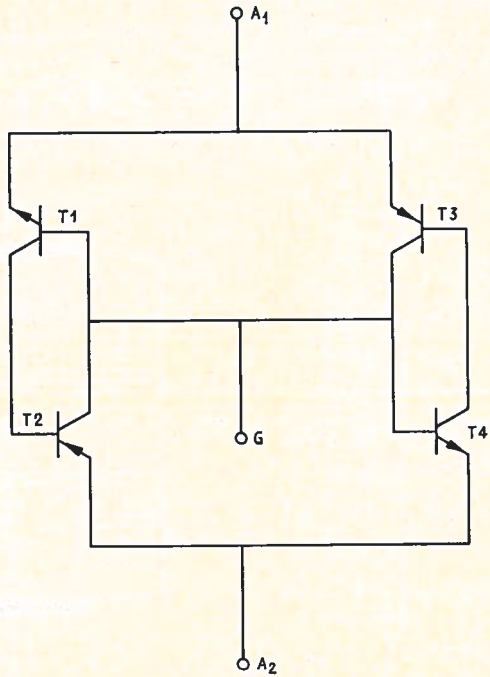


FIG. 35

leiding. Er is hier dus sprake van een nu „gesloten systeem” tussen de transistoren  $T3$  en  $T4$ , met een rondgaande versterking. De collectorstromen bieden zich nl. als versterkte basisstromen ( $\alpha' I_b$ ) aan de basis van hun complementaire transistor aan.

Het is duidelijk dat hier weer sprake is van een lawine-effect in een tijdsbestek van microseconden. De ontsteekimpuls aan  $G$  behoeft dus maar van korte duur te zijn, terwijl het „systeem”  $T3 - T4$  in volledige geleiding blijft. Deze toestand blijft bestaan, totdat de emitterstroom  $I$  onder de houdstroom  $I_b$ , zie fig. 34, daalt. Opgemerkt dient te worden, dat de ontsteekimpuls op de transistoren  $T1$  en  $T2$  generlei invloed heeft daar de polariteit van deze impuls op de basis van  $T1$  ten aanzien van zijn emitter onjuist is.

Tijdens de negatieve fase van de wisselspanning, even aannemend dat de *triac* benut wordt voor de regeling van een wisselstroom, zal  $A1$  negatief en  $A2$  positief worden.

Op het juiste moment, afhankelijk van de fasehoek  $Q$ , plaatsen we voor de tweede maal een triggerimpuls op de poort  $G$ .

Deze impuls is van dezelfde polariteit als de eerste ontsteekimpuls, dus positief. Dit betekent dat nu  $G$  positief wordt t.o.v.  $A1$ . De transistor  $T1$ , zie fig. 35, wordt opengestuurd, waardoor (nu eens schakeltechnisch gezien) de negatieve polariteit van  $A$ , zich naar de basis van transistor  $T2$  verplaatst en deze in de „open” toestand komt.  $T2$  kan nu de positieve spanning van  $A2$  doorspelen naar de basis van  $A1$  waarmee dan de kringloop is beëindigd. Beide transistoren houden elkaar in geopende positie ook al is de ontsteekimpuls aan  $G$  reeds verdwenen. Zodra de emitterstroom  $I$  beneden de waarde van de houdstroom  $I_b$  (fig. 34) daalt, gaan  $T1$  en  $T2$  over van de geleidende in de niet geleidende toestand en is de begintoestand van de *triac* weer aanwezig. Uit figuur 35 is te zien, dat deze tweede ontsteekimpuls geen invloed heeft op aan de collectorbasis gekoppelde transistoren  $T3$  en  $T4$ .

Deze blijven tijdens de negatieve fase van de wisselstroom in de niet geleidende toestand. Het is wel interessant om aan de hand van figuur 32 de werking van de *triac* vanuit de natuurkundige grondslagen van de halfgeleidertheorie te benaderen. Doorloopt de te regelen wisselstroom zijn nuldoorgang en wordt een begin gemaakt met de positieve fase dan kan, afhankelijk van de wijze van aansluiten van de *triac*, bijv.: de elektrode  $A1$  positief zijn ten opzichte van elektrode  $A2$ . Op het moment dat er tijdens deze positieve fase een positieve spanning (ontsteekimpuls) aan  $G$  verschijnt wordt de overgangslaag  $Q4$  met een lawineachtig effect in geleiding gebracht. Deze beweging zet zich ook voort in de andere nog niet in geleidende lagen, waardoor het gehele element gaat geleiden. Zodra de stroom, na  $180^\circ$  van richting omkeert wordt  $A1$  negatief ten opzichte van  $A2$ . Tijdens de tweede triggerimpuls vloeien positieve ladingdragers in het p-gebied en begeven zich naar de overgangslaag  $Q3$ .

Als consequentie hiervan verplaatsen zich ladingdragers in  $N2$  die op hun beurt de in blokkeerrichting aangesloten overgangslaag  $Q2$  gaan beïnvloeden. Bij de theoretische uiteenzetting van de vierlagendiode is op blz. 276 en 277 in jrg. 1971 een methode ontwikkeld om tot een begrip te komen in welke toestand de overgangslagen zich bevinden. Ook hier kan met een soortgelijke redenering over de „blokkeer”- of „doorlaat-situatie” van de overgangsgebieden worden getheoretiseerd. Men zal dan tot de conclusie komen, dat de overgang tussen  $p2$  en  $n2$ , overgangsgebied  $Q2$ , in blokkeerrichting is aangesloten.

De ladingsdragers die zich nu in  $N2$  verplaatsen veroorzaken een vergroting van de lekstroom door  $Q2$ . Zoals reeds eerder werd beschreven op blz. 281 van jrg. 1971 en getekend in figuur 17, resulteert een vergroting van de lekstroom in het toenemen van de stroomversterkingsfactoren waardoor de *triac* in geleiding komt.

*Triacs* worden in de sterkstroomtechniek benut als regelmogelijkheid voor motoren, gelijkrichters enz. Enige toepassingen zullen later worden besproken. De General

# Klimatiseringsinstallaties

B. VAN ZANTEN

Er is op een breed terrein een niet ten stuiten ontwikkeling gaande om het leefklimaat in *technische ruimten* en *kantoorlokalen* te verbeteren.

De eisen welke tegenwoordig gesteld worden aan nieuw ontwikkelde apparatuur voor telecommunicatietechniek zijn mede een oorzaak dat aan luchtbehandeling meer aandacht wordt besteed dan voorheen. Ook de toegenomen *welvaart* en het streven naar grotere efficiëntie spelen hierbij een rol van betekenis om nog maar niet te spreken van personeelsproblemen in het licht gezien van het leefklimaat. Uit publikaties is bekend dat de gewaarwording van het binnenhuisklimaat ten nauwste samenhangt met de warmteregeling van het menselijk lichaam. Uit het artikel „klimaat binnenshuis” (zie decembernummer 1970) weten we dat de factoren *luchttemperatuur* - *luchtvochtigheid* - *luchtsnelheid* en *oppervlaktetemperatuur* van de ruimtebegrenzingsen, de warmteafgifte van ons lichaam beïnvloeden.

WARMTEONTWIKKELING BIJ VERSCHILLENDE BEZIGHEDEN	Kcal/h
SLAPEN	65
ZITTEN IN RUST	100
ZITTEND WERK	140
WANDELEN 3 KM/h	200
WANDELEN 5 KM/h	300
STAAND WERK (LICHT)	200
STAAND WERK (ZWAAR)	400
ZWEMMEN	500
GYMNASTIEK	600
MAXIMALE INSPANNING	1100

FIG. 1

Door een zeer ingewikkeld samenstel van fysiologische functies wordt de geproduceerde warmte in gelijke mate weer afgevoerd. Hierdoor ontstaat er een evenwichtstoestand. Deze toestand wordt alleen verstoord indien de klimaatomstandigheden ver afwijken van de gemiddelde behaaglijke toestand. Dit wil dus zeggen, dat bij het ontwerpen van een luchtbehandelingsinstallatie rekening moet worden gehouden met de soort *arbeid* die in de ruimte moet worden verricht naast de warmte-afgifte van de te

---

Electric brengt schakelementen op de markt voor kleinere vermogens onder de benaming:

Silicon-Bilateral Switch. (S.B.S.)

Dit element kan gebruikt worden voor het ontsteken van *triacs* en wordt geleverd als een geïntegreerd circuit dat bestaat uit twee bistabiele schakelingen met complementaire transistoren in een antiparallelschakeling.

\* Gemeenschappelijke basisschakeling.

(wordt vervolgd)



plaatsen apparatuur. Het streven naar gebouwen waar alleen technische apparatuur staat opgesteld en objecten voor administratieve werkzaamheden heeft dus voordelen op het terrein van het kostenvraagstuk. De ontwikkeling van installaties op het vlak van de luchtconditie is vooral te danken aan de vele textielbedrijven in ons land. De luchttoestand kan hier binnen wijde grenzen automatisch naar behoefte worden geregeld overeenkomstig de eisen die worden gesteld bij het fabriceren van de benodigde materialen.

Conform Amerikaans voorbeeld kunnen we een verdeling maken in installaties voor *winter- en zomerbedrijf*. In de winterperiode bepaalt de installatie de *temperatuur* en de *relatieve vochtigheid*.

Tijdens de zomerperiode wordt het *ventileren* en *koelen* verzorgd. Vooral op warme dagen kan de relatieve vochtigheid hoog zijn en een drukkend gevoel veroorzaken. Behoeftes aan *ventilatie* en *luchtreiniging* is er praktisch het gehele jaar.

Het accent valt in deze op ventilatie omdat ons lichaam *zuurstof* nodig heeft voor instandhouding.

Luchtverontreiniging daarentegen hangt af van de stoffen die vrij komen bij het produceren van bepaalde produkten in industriële bedrijven en schadelijk kunnen zijn voor het menselijk welzijn.

Wat het PTT-bedrijf betreft slaat deze materie voornamelijk op installaties in *telefooncentrales* en *postkantoren* van omvang.

Wat dit laatste betreft speelt de stofontwikkeling een rol van betekenis door de omvang van het aantal brieven en overige poststukken. In telefooncentrales hebben we daarentegen te maken met een juiste relatieve vochtigheid.

Indien een ontwerp voor een installatie moet worden gemaakt dan is het gebruikelijk hiervoor een binnentemperatuur aan te houden van 20 °C in de winter en 24 °C in de zomer met een variatie van 1 °C.

Deze waarden gelden bij een buitentemperatuur van minimaal -12 °C en maximaal 28 °C.

De relatieve vochtigheid wordt gemiddeld aangehouden op 55% met een tolerantie van 5%. Deze waarde kan hoger of lager worden gekozen en hangt af van de eisen die gesteld worden. Het vervaardigen van produkten in de sigarenindustrie verlangt bijv. bij bepaalde processen een vochtigheid van 80 à 90%.

Het zal duidelijk zijn, dat vooral de tolerantie een rol van betekenis speelt bij het te investeren bedrag. Dan moeten we een P-, Pi- of PiD<sup>1)</sup>-regeling toepassen.

De *luchtsnelheid* mag de waarde van 0,20-0,25 m/sec. niet overschrijden. Dit om te voorkomen dat klachten van het personeel ontstaan over tochtverschijnselen. Door de juiste warmteweerstand (K-waarde) te kiezen voor wanden, plafonds en vloeren kan worden bereikt, dat de oppervlaktetemperaturen niet te veel afwijken van de ruimtetemperaturen. Dus bij aanwezigheid van stalen steunbalken moeten deze goed zijn afgeïsoleerd om te voorkomen dat condensvorming optreedt. Op grond van de hoge warmteweerstand van glas zal de oppervlaktetemperatuur in de winter lager zijn dan de ruimtetemperatuur.

Dit betekent dat bij grote glasoppervlakken het aanbeveling verdient dubbel glas toe te passen mits niet te veel zonnearmte wordt ontvangen of een te hoge warmtelast aanwezig is.

De laatste tijd worden in nieuwe gebouwen de noord-oostgevels voorzien van *dubbele ruiten* en de zuid-westgevels van *enkelglas*. Ook ziet men dat vaste ramen worden aan-

1) Proportionele — Proportioneel integrerend of Proportioneel integrerend-differentiërende.

gebracht. Afgezien dat hierdoor de bouwkosten in gunstige zin worden beïnvloed, betekent het wel dat dan investeringskosten ingecalculereerd worden voor een klimatiseringsinstallatie. Voor ventilatie zal een ventilatievoud per uur moeten worden vastgesteld. Deze bedraagt voor een normaal kantoorgebouw 2- tot 4-voudige ventilatie per uur. Samenvattend wordt een warmtelastberekening voor de zomer door de volgende factoren beïnvloed.

- a. warmtetransmissie van buiten naar binnen
- b. zonnestraling (aanbrengen van zonwering kan dit getal in gunstige zin beïnvloeden)
- c. personeel in de ruimte werkzaam
- d. elektrische machines en apparatuur
- e. verlichting.

De uitkomst, welke wordt uitgedrukt in Kcal/h, stelt de capaciteit vast van het lucht technische gedeelte van de installatie en is mede van belang voor het koeltechnische gedeelte. De onder a genoemde warmtetransmissie van buiten naar binnen wordt op dezelfde wijze berekend als warmteverliesberekeningen.

$$\text{Dus } Q = F \times K (V_b - V_u) \quad \text{Kcal/h}$$

Hierin is:

Q = het transmissieverlies in Kcal per uur

F = oppervlakte in m<sup>2</sup>

K = warmtecoëfficiënt ook wel genoemd warmtedoorlatingsgetal

V<sub>b</sub> = binnentemperatuur in °C

V<sub>u</sub> = buitentemperatuur in °C.

Het zal duidelijk zijn dat bij berekeningen de toeslagfactoren niet worden toegepast. De gegevens voor de invloed van *zonnestraling* worden ontleend aan tabellen. De waarden voor gegevens genoemd onder c en e zijn bekend terwijl de warmtelast voor punt d eenvoudig te bepalen is.

Indien op deze wijze de totale capaciteit is vastgesteld rijst de vraag welk systeem klimatiseringsinstallatie in aanmerking komt.

Dat ook de bouwkundige problemen hierbij een voorname rol spelen zal duidelijk zijn. Bij het ontwerpen van deze installaties is dan ook een nauw contact noodzakelijk tussen *ontwerper en architect*.

We onderscheiden de principes.

- a. all-air systeem
- b. Het dual duct systeem
- c. Het inductie systeem.

In principe bestaat een klimatiseringsinstallatie uit een kanalensysteem waardoor de buitenlucht wordt aangezogen en deze lucht na behandeling het vertrek wordt binnengebracht. Via het afvoerkanaal wordt de warmtelast naar buiten afgevoerd. De behandeling van de lucht vindt plaats in de luchtbehandelingskast. Een kanaal tussen aan- en afvoer geeft de mogelijkheid van recirculatie zonder beïnvloeding van buitenlucht.

Fig. 2 laat het werkingsschema zien van het „all air” systeem. Uit deze tekening zien we dat uitsluitend lucht als warmtetransportmedium wordt gebruikt. Uit geluidsoverwegingen dient men bij dit één-kanaals „all-air” systeem de luchtsnelheid te beperken tot ongeveer 8 m/sec. Achter de luchtbehandelingskast is een ventilator in het hoofdluchttoevoer kanaal gemonteerd welke zorgt voor aanvoer van de buitenlucht, terwijl de ventilator in het luchtafvoer kanaal de warmtelast uit de ruimte verwijdert.

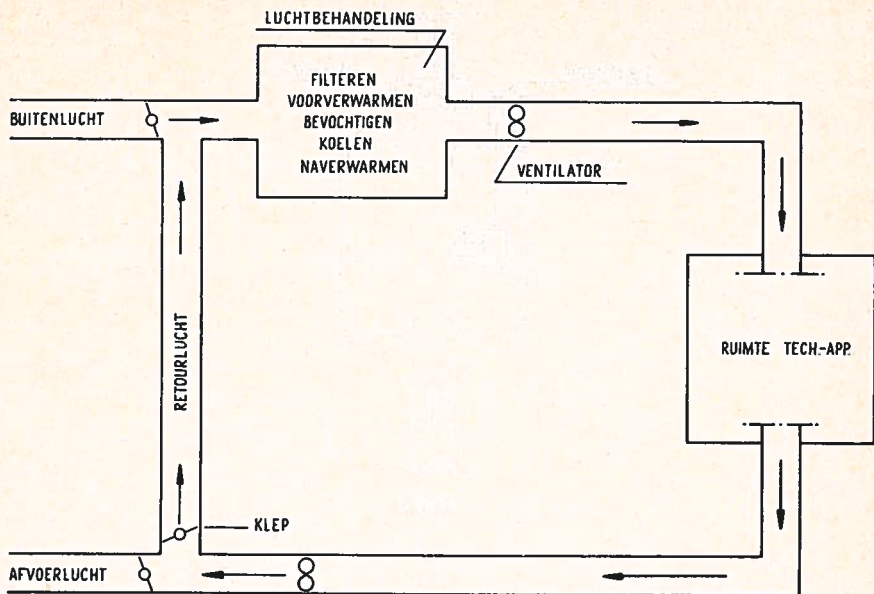


FIG. 2

In de luchtbehandelingskast wordt als eerste fase de buitenlucht- en retourlucht gefilterd. Recirculatie is afhankelijk van de stand van de luchtregelkleppen in het aanvoer- en retourkanaal. Vervolgens wordt deze lucht *voorverwarmd, bevochtigd, gekoeld en naverwarmd*. Vanzelfsprekend hangt de overgang van de ene naar de andere luchttoestand af van het jaargetijde. In de winterperiode hebben we warmte nodig terwijl de zomerperiode om gekoelde lucht vraagt. Zoals bekend wordt de luchttoestand o.a. door *temperatuur* en *vochtigheid* gekenmerkt. Het zou te ver voeren hierop dieper in te gaan omdat een luchttoestand volkomen wordt bepaald door *gewichtsmengverhouding van water tot droge lucht* en door de warmte-inhoud. We hebben dan te maken met het I-X-diagram van Mollier.

Voor een juiste dosering van warmte, vocht en koude zorgt de regelapparatuur. Indien een individuele temperatuurregeling per ruimte wordt verlangd kan in elke luchttoevoer per ruimte een door een ruimtethermostaat geregelde warmtewisselaar worden ingebouwd, zie fig. 3 op blz. 44.

Een elektronisch regelpaneel bestuurt in samenwerking met een ruimtethermostaat een gemotoriseerde regelafsluiter. Deze regelt de toevoer van warm water of stoom naar het verwarmingselement.

Een systeem waarbij elke ruimte op een koud en warm luchtkanaal wordt aangesloten is een variatie op het „all air” principe.

Men noemt dit het „dual duct” systeem, fig. 4 op blz. 44.

Zoals de naam reeds aanduidt wordt bij dit systeem gebruik gemaakt van twee kanalen. Door het koude kanaal voert men lucht met een lage temperatuur en door het warme kanaal lucht met een hogere temperatuur. Beide kanalen monden uit in een meng-box waarin een geluiddemper is gemonteerd. De snelheid van de lucht in de kanalen bedraagt ongeveer 15 m/sec. Dit betekent dat elk kanaal berekend kan worden op ongeveer 2/3 van de totaal benodigde hoeveelheid lucht.

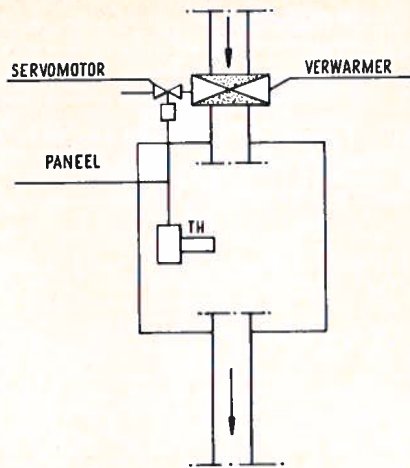


FIG. 3

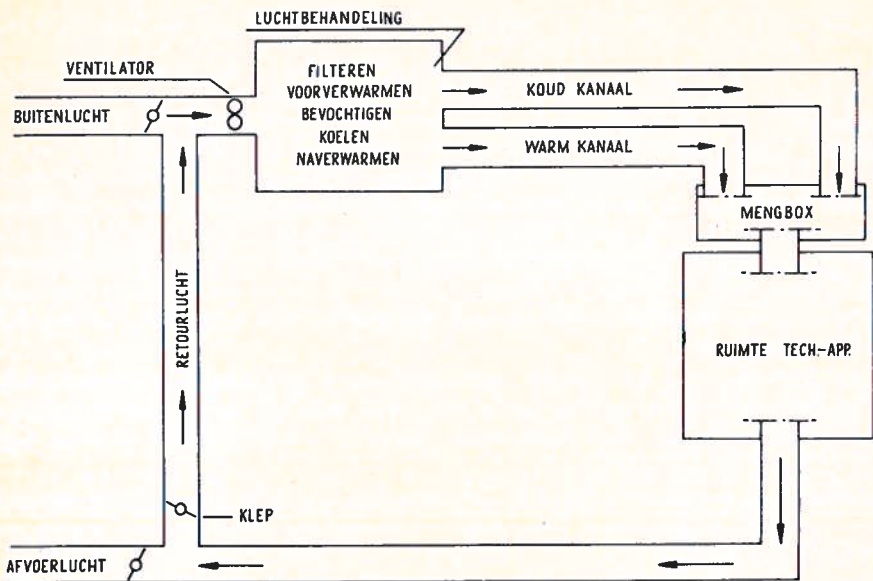


FIG. 4

Nog afgezien van het feit dat praktisch een halvering van de kanaaldoorsnede wordt verkregen betekent het ook dat minder-bouwkundige ruimte is vereist voor het onderbrengen van de luchtkanalen. Dit tweekanaalsysteem vindt toepassing wanneer men in verband met verschillende warmtebelastingen of in verband met verschillende benodigde binnentemperaturen niet met één constante luchttoevoertemperatuur kan volstaan.

Individuele temperatuurregeling per ruimte is dus mogelijk door toepassing van een ruimtethermostaat welke de gekoppelde luchtregelkleppen in het koude- en warme-luchtkanaal commandeert.

Na de laatste wereldoorlog is het „inductie“-systeem tot ontwikkeling gekomen. Hierbij heeft vooral het onderbrengen van luchtkanalen een rol van betekenis gespeeld. Dus bouwkundige problemen en het kostenvraagstuk hebben een steentje bijgedragen tot deze ontwikkeling.

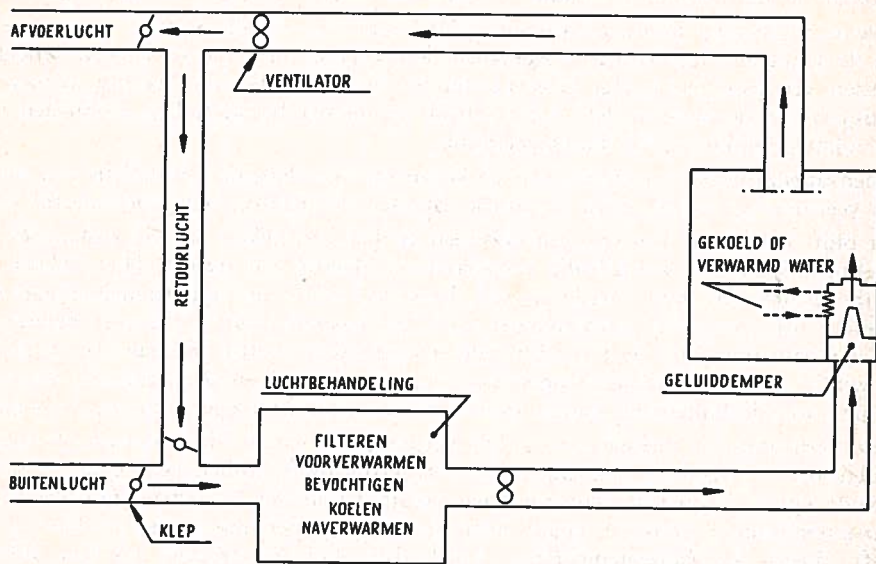


FIG. 5

In tegenstelling tot het voorgaande wordt voor het warmtetransport in fig. 5 gebruik gemaakt van de twee media: *lucht en water*.

De buitenlucht wordt door een centrifugaal ventilator aangezogen. Na een behandeling te ondergaan in de secties van de luchtbehandelingskast wordt deze lucht, *primaire lucht* genoemd, via een „inductie-unit“ het vertrek of ruimte binnengevoerd. De snelheid van deze lucht in het kanaal bedraagt 15 m/sec.

Vanzelfsprekend speelt de plaatsbepaling van de „inductie-unit“ een belangrijke rol. Vooral wanneer we rekening houden met de aanval in de winterperiode op de glasoppervlakken aan de buitengevels. Indien we deze koude aanval teniet willen doen dan is plaatsing van deze unit onder de ramen de aangewezen plaats. Wanneer geen voldoende ruimte hiervoor beschikbaar is dan dienen we voor de winterperiode een statistische warmtebron te monteren, dus *radiatoren*.

De klimatiseringslucht kan dan door hoog aangebrachte roosters in de wand of via in het plafond ingebouwde anemostaten de ruimte worden ingebracht.

Indien de unit in de ruimte is geplaatst zoals fig. 4 aangeeft dan neemt de primaire luchtstroom door inductiewerking ruimtelucht met zich mee. Men spreekt nu over *secundaire lucht*.

Deze luchtstroom kan verwarmd of gekoeld worden, afhankelijk van het jaargetijde, door inbouw van een warmtewisselaar. Laatstgenoemde is aangesloten op de centrale verwarming en wordt door een ruimtethermostaat geccommandeerd. Hierdoor is indi-

viduele temperatuurregeling per ruimte mogelijk. Het koelwater wordt verkregen uit het leidingnet voor drinkwater of uit een bronput. Het is een afwegen van de kosten wat wordt toegepast. In het eerste geval zijn de investeringsbedragen belangrijk lager dan bij het slaan van een bron.

De exploitatiekosten zijn daarentegen lager bij aanwezigheid van bronwater. De omvang van het geïnstalleerd vermogen speelt in deze een rol bij beantwoording van de vraag op welke wijze wordt gekoeld.

Voordat de luchtstroom de ruimte bereikt, heeft deze een geluiddemper gepasseerd. Deze is ingebouwd in de inductie-unit. Het voordeel van dit systeem is dat warmte aan de secundaire luchtstroom opgenomen of afgegeven niet via de kanalen behoeft te worden getransporteerd. Het betekent minder luchtcirculatie, met gevolg kleinere afmetingen van de luchtkanalen. Dit resulteert in minder bouwkundige problemen t.o.v. het ruimteprobleem en het kostenvraagstuk.

Samenvattend mogen we stellen, dat de keuze van een dergelijke installatie een zaak is van veel overleg waarbij naast technische aspecten de architect een voorname rol speelt. Het blijft steeds een afwegen van belangen en het vergelijken van de kosten. Wat de regeling betreft zijn we volledig aangeland op elektronisch terrein. Hier hebben ook de transistoren enz. hun intrede gedaan. Toegepast wordt de proportionele-integrerende regeling met eventuele voorzieningen voor *zomer-wintercompensatie* met behulp van een buitenthermostaat. Onder zomer-wintercompensatie wordt verstaan dat gedurende de winter op een constante temperatuur wordt verwarmd en gedurende de zomer bij stijging van de buitentemperatuur naar een lagere binnentemperatuur wordt geregeld. Deze verhouding is meestal 1 : 2. Dit betekent dat iedere °C temperatuurverhoging buiten, 0,5 °C lagere binnentemperatuur tot gevolg heeft. Indien gedurende de winterperiode op 22 °C wordt verwarmd dan houdt dat in dat de temperatuurregeling de binnentemperatuur constant houdt mits de buitentemperatuur beneden deze 22 °C blijft. Boven deze buitentemperatuur wordt dan glijdend geregeld. De zgn. dospeltemperatuurvoeler gemonteerd in het buitenaanzuigkanaal zorgt voor deze glijdende regeling.

Interessant is nog dat door verschillende fabrikanten ruimtethermostaten worden geproduceerd waarvan de werking op elektronische basis zijn gebaseerd. De buitenthermostaten zijn afdoende beschermd tegen atmosferische invloeden.

Tenslotte nog een inzicht omtrent investeringen en exploitatiekosten van een klimatiseringsinstallatie. Het zal duidelijk zijn dat dit een moeilijke zaak is aangezien bij het bepalen van de investeringskosten voor een dergelijke installatie niet alleen de kosten van de installatie een rol spelen doch ook de kosten voor bouwkundige voorzieningen niet buiten beschouwing mogen blijven. Wanneer we ons alleen bepalen tot de investeringskosten van de installatie, dus zonder kosten voor bouwkundige voorzieningen, dan blijkt dat deze komen te liggen op een bedrag van ongeveer f 60,— per bruto m<sup>3</sup> gebouw. Deze zijn mede afhankelijk van het aantal bedrijfsuren en worden bepaald door de volgende posten.

- a. rente en afschrijving installatie
- b. onderhoudskosten installatie (volgens contract)
- c. rente en afschrijving bouwkundige voorzieningen
- d. loonpost bedieningspersoneel
- e. watervoorziening bij aansluiting op leidingnet
- f. stroomkosten.

Ter verduidelijking voor de posten b en d het volgende. Onder post b wordt verstaan

# De Technische Studiecollectie van het Nederlandse Postmuseum

P. A. de Boer

In het nevengebouw, Trompstraat 5 te 's-Gravenhage, heeft het Postmuseum drie verdiepingen ingericht met bezittingen, welke tot op heden wegens ruimtegebrek niet konden worden uitgesteld. De eerste en tweede verdieping zijn bestemd voor de technische studieccollectie. Zij worden in beslag genomen door twee zalen, ieder 34 m lang, die alle gelegenheid bieden om de toestellen in lange rijen zo economisch mogelijk en goed zichtbaar op te stellen.

Daar de ruimten niet alle terstond in hun geheel beschikbaar waren, konden in 1971 nog slechts op kleine schaal rondleidingen van groepen geïnteresseerden plaatsvinden. Dankzij veel extra inspanning en met grote medewerking van de Centrale Werkplaats der PTT zal het mogelijk zijn, met ingang van 6 maart 1972 op bijna volledige capaciteit definitief van start te gaan met de exploitatie.

## *Wanneer kunnen belangstellenden de studieccollectie bezoeken?*

Hiervoor moet in de eerste plaats worden opgemerkt dat het nevengebouw Trompstraat 5 — in tegenstelling tot het hoofdgebouw Zeestraat 82 — alleen toegankelijk zal zijn na afspraak en dan nog voor groepsbezoeken van ten hoogste 50 personen. Wel zal in de eerste maanden na de opening gelegenheid worden geboden aan individuele bezoekers om op hiervoor gereserveerde tijden kennis te nemen van de nieuwe inrichting. De noodzaak van georganiseerde groepsbezoeken is o.m. gelegen in de omstandigheid dat de onderwerpen in de studieccollectie worden gedemonstreerd door vaste PTT-ers. Hierdoor wordt enerzijds een deskundige voorlichting gegarandeerd, maar anderzijds wordt het niet verantwoord geacht voorlichting aan slechts enkele personen tegelijk te geven. De rondleiders zijn tevens belast met het verzorgen en ontwikkelen van alle 68 reeds aanwezige en de nader toe te voegen onderwerpen.

## *Wat betekent „studieccollectie“?*

Er zijn enkele markante verschillen tussen de uitstallingen in het hoofdgebouw aan de Zeestraat en die in het nevengebouw Trompstraat, waarbij vooral de inrichting der zalen sterk verschilt. De uitstallingen in de Zeestraat zijn gericht op bezoekers die belangstelling tonen, doch geen bijzondere basiskennis betreffende de onderwerpen behoeven te bezitten. In de studieccollectie is alles vooral doelmatig (in rechte lijnen) opgesteld, zonder bijzondere verfraaiing. Verder is voor vrijwel alle 68 onderwerpen een zeker technisch inzicht noodzakelijk.

---

de grote onderhoudswerkzaamheden, zoals bijvullen freongas, controle compressor, regelapparatuur enz. Deze worden door derden uitgevoerd en wat de kosten betreft volgens een vastgestelde prijs vergoed met uitzondering van de benodigde materialen.

De post d omvat eenvoudige onderhoudswerkzaamheden welke periodiek moeten gebeuren zoals schoonmaken filters, controle meterstanden enz. Deze worden uitgevoerd door personeel van de eigen dienst.

Om enig inzicht te hebben in de kosten kan gesteld worden, dat de exploitatiekosten van een dergelijke installatie ongeveer zullen bedragen f 10,— bruto per m<sup>3</sup> gebouw.





27	BOUWSTENEN VOOR AUTOMATISCHE TELEFONIE	worden benaemerd Relais en kiezers								X											30	
28	HALF AUTOMATISCHE TELEFOON-SYSTEEM STROWGER	Toegepast in Amsterdam (1911)	X																			15
29	AUTOMATISCH TELEFOONSYSTEEM STROWGER	Toegepast in Amsterdam (1923)	X																			15
30	AUTOMATISCH TELEFOONSYSTEEM ERICSSON MET 500 UITG. KIEZER	Demonstratie van schakeltechnische kenmerken																				15
31	AUTOMATISCH TELEFOONSYSTEEM BELL 7A2	Idem																				10
32	AUTOMATISCH TELEFOONSYSTEEM BELL 7E	Idem																				15
33	AUTOMATISCH TELEFOONSYSTEEM ERICSSON (XY-KIEZER)	Idem																				15
34	AUTOMATISCH TELEFOONSYSTEEM PHILIPS UR 49	Idem																				15
35	AUTOMATISCH TELEFOONSYSTEEM MET TOONDRUKTOETSKEUZE	Idem; snellere opbouw van verbindingen																				15
36	TELEGRAFIESYSTEEM WESTERN UNION	Twee verbindingen over één kanaal (met leesbaar schrift)	X																			15
37	LUCHTLINIEN EN ISOLATOREN																					30
38	GEREEDSCHAPPEN	Het in werkplaats, bij lijnenbouw en kabelwerk gebruikte handgereedschap	X																			10
39	TELEFOON- EN TRANSMISSIEKABELS	Constructie van meerderige en coaxiale kabels	X																			10
40	SCHEPEN VOOR KABELLEGGING	O. a. de „Poolster“ en het „Spuitpontoon“																				15
41	MEETTOESTELLEN VOOR KABELS	Foutmetingen	X																			20
42	KABELZOEKERS	Exacte plaatsbepaling van kabels door opwekking van magnetisch veld	X																			15
43	PUPINISEREN	Compensatie van kabelverliezen																				15
44	MECHANISCHE VERSTERKERS	Voorloper uit 1912 van de buizenversterker	X																			10
45	TWEE- EN VIERDRAADSVERSTERKING	Werking van kunstlijnen ter voorkoming van „rondzingen“	X																			20
46	DE ONTWIKKELING VAN DE ELEKTRONENBUIS	Echoverschijnselen op lange afstanden Van diode tot mengbuis																				15
47	BIJZONDERE CONSTRUCTIES ELEKTRONENBUIS	Berekenen van de versterkingsgraad (energieversterking) van een vermogenstransistor	X																			10
48	ENERGIEVERSTERKING MET TRANSISTOREN	Eigenschappen van het kwartskristal. Frequentieconstantheid in het radioverkeer en bij tijdbepaling																				20
49	KWARTSKRISTALLEN	Foutcorrectie bij verreschrijver-verkeer																				20
50	TELEX OVER RADIO (TOR)	Het in 1916 door Meiszner uitgedachte modulatieprincipe van ongedempte golven																				30
51	AMPLITUDE-MODULATIE																					15

## Belangwekkende aspecten:

Volg- nr.	Onderwerpen	Toelichtingen	Belangwekkende aspecten:							Tijd in minuten	
			Historische	Elektrotechnische	Telegrafische	Telefonische	Transmissie-techn.	Elektronische	Fijnmechanische		
52	FREQUENTIE-MODULATIE	Hoe de benodigde informaties (frequentie en amplitude) bij FM worden overgebracht							X		15
53	DRAAGGOLFTELEFONIE	Schakeltechnische en economische aspecten van de huidige transmissietechniek						X	X		25
54	ZEEKABELVERSTERKER	Interessante schakeling voor gemeenschappelijke zending en ontvangweg bij draaggolftelefonie						X	X		15
55	STRAALVERBINDINGEN	Gerichte radiotelefonie-verbindingen						X	X		15
56	TIJDMETING EN TIJDMELDING	Zie 49						X			15
57	MOBILOFONIE	Demonstratie met rijdend wagentje. Zender wordt uit accu gevoed							X		20
58	DRAADOMROEP	Laagfrequente distributie van radioprogramma's	X								20
59	STROOMVOORZIENING IN VERSTERKERSTATIONS	Noodvoorzieningen met en zonder wisselspanningsonderbreking									20
60	SEMAFONIE	Demonstratie naar de werkelijkheid	X								20
61	TELEFONIEZENDER PCJJ (1927)	Philips radiozender, gericht op het voormalige Ned-Indië						X			15
62	STOORZENDER	Demonstratie naar de werkelijkheid uit 1940-1945							X		20
63	OMROEPZENDERS HILVERSUM	Onderdelen van radiozenders							X		10
64	ZENDBUIZEN	Constructieve details							X		10
65	CONTROLEMETING RADIO-FREQUENTIES	Controle van omroepzenders door frequentievergelijking							X		30
66	DE ONTWIKKELING VAN HET RADIO-ONTVANGTOESTEL	Van kristal tot superheterodyne								X	20
67	DE ONTWIKKELING VAN DE LUIDSPREKER	Van membraanluidspreker tot moderne weergevers							X		10
68	ELEKTRISCHE MEETINSTRUMENTEN	Ontwikkeling, toepassingen en meetschakelingen							X		25

# Theorema van de Morgan

J. P. Leeman

(Vervolg van blz. 27)

Een belangrijke stelling in de Boolean-algebra, is de stelling van de Morgan.

Deze luidt als volgt:

$F = \overline{X+Y}$  is gelijk aan  $F = \overline{X} \cdot \overline{Y}$  en  $F = \overline{X \cdot Y}$  is gelijk aan  $F = \overline{X} + \overline{Y}$

Deze belangrijke stelling is te onthouden met de volgende „zezelsbrug”: nl. *streep delen, dan teken veranderen.*

Gemakkelijk is in te zien dat  $F = \overline{\overline{X} \cdot \overline{Y} \cdot \overline{Z}} = \overline{\overline{X}} + \overline{\overline{Y}} + \overline{\overline{Z}} = X + Y + Z$ .

$\overline{\overline{X}}$  wil zeggen: niet (niet X).

Zo is  $F = \overline{\overline{X+Y}} = X \cdot Y$ .

*Vereenvoudig met behulp van Boolean-algebra.*

Onderstaande berekeningen zijn bedoeld als een oefening in de hiervoor besproken rekenregels.

Met behulp van de nog te behandelen Karnaugh-diagrammen is op een snellere en eenvoudiger wijze tot een vereenvoudiging te komen.

Te bewijzen:  $F = X + \overline{X} \cdot Y$ , dan is  $F = X + Y$ .

$$\begin{aligned} \text{bewijs: } F &= X + \overline{X} \cdot Y = X \cdot 1 + \overline{X} \cdot Y = X(Y+Y) + \overline{X} \cdot Y \\ &= X \cdot Y + X \cdot \overline{Y} + \overline{X} \cdot Y = X \cdot Y + X \cdot \overline{Y} + X \cdot Y + \overline{X} \cdot Y \\ &= X(Y+\overline{Y}) + Y(X+\overline{X}) = X+Y. \end{aligned}$$

---

Deze scheiding heeft voor de exploitatie grote voordelen: voor alle niveaus van kennis wordt nu iets geboden. In de Zeestraat worden ontvangen: lagere scholen - LEAO, MAVO- en HAVO-klassen - LTS'ers en tenslotte het algemene publiek. De studiecollectie in de Trompstraat is bedoeld voor MTS- en HTS-leerlingen, alsmede voor PTT'ers, die studeren voor vakexamens of bijscholingscursussen volgen. Gekozen kan worden uit de hiervoor genoemde 68 onderwerpen, waarbij gerekend moet worden op een maxmale tijdsduur van 2 uur en 15 minuten per bezoek (zie blzn. 48, 49, 50).

Men kan ook volstaan met het vermelden van één of meer aspecten, die men gaarne behandeld wil zien (zie ook hiervoor de blzn. 48, 49 en 50). Noodzakelijk is de vermelding van het niveau, waarop de toelichting afgestemd dient te worden. Ter informatie over de achtergronden der diverse onderwerpen zij nog vermeld dat er 22 actuele zijn, dat 23 zijn opgebouwd als ontwikkelingsreeks, eindigend met de modernste constructies en dat eveneens 23 onderwerpen voornamelijk historische betekenis bezitten.

Voor de leider van elke groep, die voor een bezoek aangemeld wordt, is een uitvoerige gids door de technische studiecollectie beschikbaar, die van te voren kan worden toegezonden, mits naam en adres van de betrokken leider duidelijk worden opgegeven.

Inlichtingen worden gaarne verstrekt door het secretariaat van het Postmuseum, telefoon (070)-63.09.49, toestel 6.

Verduidelijking: We hebben ten eerste gebruik gemaakt van de stelling  $Y + \bar{Y} = 1$  en ten tweede hebben we gebruik gemaakt van de rekenregel:  $X \cdot Y + X \cdot \bar{Y} + X \cdot Y$  enz. =  $X \cdot Y$ .

Te bewijzen:  $X + \bar{X} \cdot \bar{Y} = X + \bar{Y}$

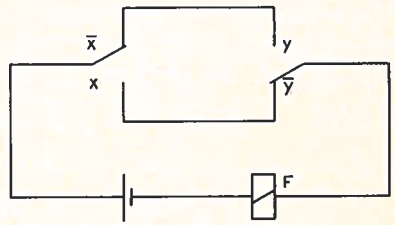
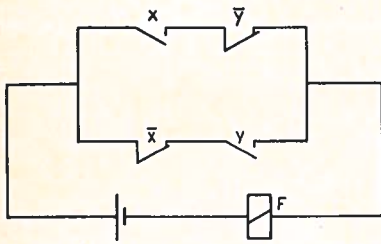
bewijs: 
$$\begin{aligned} X + \bar{X} \cdot \bar{Y} &= X(Y + \bar{Y}) + \bar{X} \cdot \bar{Y} = X \cdot Y + X \cdot \bar{Y} + \bar{X} \cdot \bar{Y} \\ &= X \cdot Y + X \cdot \bar{Y} + \bar{Y} + X \cdot Y + X \cdot \bar{Y} \\ &= \bar{Y}(X + \bar{X}) + X(Y + \bar{Y}) \\ &= X + \bar{Y} \end{aligned}$$

Bewijs voor u zelf dat:  $X(\bar{X} + Y) = X \cdot Y$

en  $X(Y + \bar{Y} + Y) = X$

en  $X \times \bar{X}Y = 0$

De voor ons bekende hotel-schakeling kan voorgesteld worden met  $F = \bar{X} \cdot Y + X \cdot \bar{Y}$ .



### Kontaktloos schakelen.

Met de vooruitgang van de elektronica, is men gekomen tot het zgn. contactloos schakelen.

Men werkt hier dan ook niet met schakelaars, maar met signalen.

Zonder in te gaan op het spanningsniveau van deze signalen, kan men stellen dat een signaal „1” is wanneer dit actief is,

en een signaal „0” wanneer dit niet actief is.

Voor dit doel gebruikt men speciaal ontwikkelde standaardschakelingen (poorten).

Voor elke standaardschakeling heeft men een symbool ontwikkeld, zodat het schakelschema vereenvoudigd wordt.

De meest gebruikte (niet internationale) symbolen zullen verklaard worden.

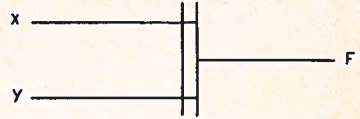
1e „EN”-poort. Formule,  $F = X \cdot Y$ .

Dit wil zeggen, als X is „1” EN Y is „1”, dan is de uitgang F ook „1”.



2e „OF”-poort. Formule,  $F = X+Y$ .

Dit wil zeggen, als X is „1” OF Y is „1”, dan is de uitgang F ook „1”.



3e „Invertor”. Formule,  $F = \bar{X}$ .

Dit wil zeggen, als X is „1” dan  $F = 0$   
als X is „0” dan  $F = 1$ .



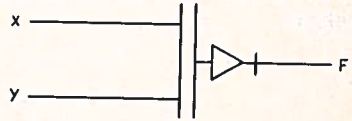
In een poort-schakeling kan de fabrikant ook direct een invertor inbouwen, deze symbolen zijn:

4e „NEN”-poort (niet EN)

Formule:  $F = \overline{X \cdot Y}$  en volgens de Morgan

$$F = \bar{X} + \bar{Y}$$

Dit wil zeggen, als X is „1” EN Y is „1”, dan is uitgang F is „0”.

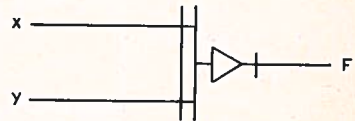


5e „NOF”-poort (niet OF)

Formule:  $F = \overline{X+Y}$  en volgens de Morgan

$$F = \bar{X} \cdot \bar{Y}$$

Dit wil zeggen, als X is „1” OF Y is „1”, dan is uitgang F is „0”.



Natuurlijk kan het aantal ingangen c.q. het aantal uitgangen worden uitgebreid.

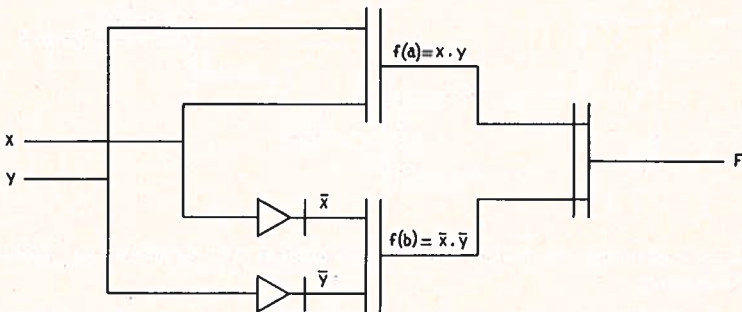
De maximale toegestane belasting aan in- en uitgang wordt door de fabrikant opgegeven met „Fan-in” en „Fan-out”.

Met behulp van deze poorten zullen we een schakeling ontwerpen.

Stel formule  $F = X \cdot Y + \bar{X} \cdot \bar{Y}$  hier staat:

$F = 1$  als  $X = 1$  EN  $Y = 1$ , OF  $X = 0$  EN  $Y = 0$ .

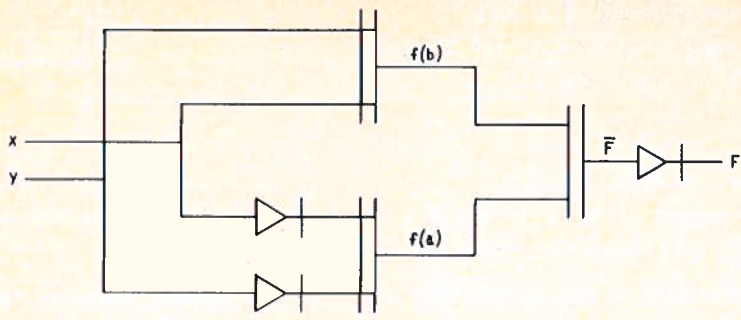
De schakeling:



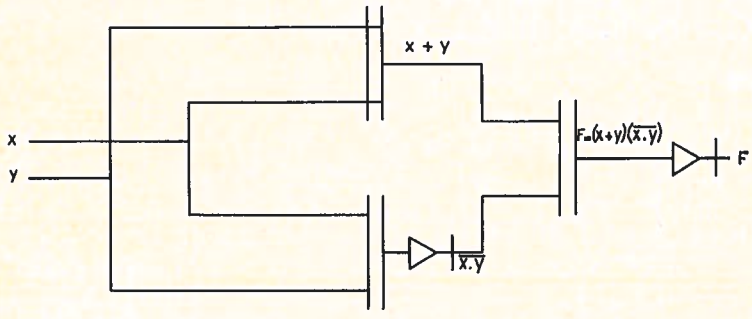
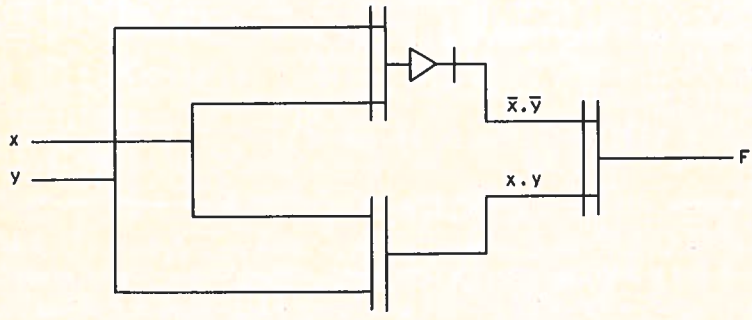
De schakeling is ook als volgt te construeren.

$$F = X \cdot Y + \bar{X} \cdot \bar{Y} \text{ of } \bar{F} = \overline{X \cdot Y + \bar{X} \cdot \bar{Y}} = \bar{X} \cdot \bar{Y} \cdot \overline{\bar{X} \cdot \bar{Y}} = (\bar{X} \cdot \bar{Y}) \cdot (X + Y).$$

Stel  $F = F(a) + F(b)$  met  $F(a) = \bar{X} \cdot \bar{Y}$  en  $F(b) = X \cdot Y$ .



Gebruik makend van alle typen poorten kan men de schakeling ook als volgt verwezenlijken:



In de praktijk werkt men in verband met kostenbesparing het liefst met enkel NOF of enkel NEN-poorten.

Probeer voor u zelf deze schakeling met enkel NEN en met enkel NOF-poorten te ontwerpen.

Opmerking: een invertor is zowel met een NEN als met een NOF-poort te verwezenlijken.

(wordt vervolgd)

# Nieuw uitgekomen boek

De redactie heeft de tweede herziene druk ontvangen van het boek getiteld:

## *ELEKTRONISCH VADEMECUM.*

Het is samengesteld door verschillende deskundigen te weten: D. Blok, C. L. Doesburg, R. Y. Drost, J. H. Jansen, G. A. Maas, A. C. Verduyn, P. Vijzelaar en W. van der Horst sr. (coördinator). Bij het uitkomen van dit boek is een dergelijke uitgave nog niet in het Nederlands verschenen.

De inhoud van de tweede druk is nog omvangrijker, uitgebreider en tot op heden volkomen „bij”.

Met andere woorden het is een zeer actuele handleiding voor de electronica.

Het is dan ook zeker de moeite waard, voor zover dit in het Studieblad mogelijk is, onze lezers een inzicht in dit unieke boek te geven.

Hierna volgt van de uitgebreide inhoud een beknopte opgave:

### *Wiskunde*

1. Inleiding — 2. Algebra — 3. Planimetrie — 4. Steriometrie — 5. Goniometrie — 6. Trigonometrie — 7. Vectorgrootheden en vectoren — 8. Complexe getallen — 9. Getallensystemen — 10. Analytische meetkunde — 11. Hogere wiskunde.

### *Fysica (algemeen)*

1. Diversen — 2. Mechanica — 3. Magnetisme.

### *Gelijkstroom*

1. Grondbeginselen — 2. Schakelen van weerstanden — 3. Galvanische elementen en accumulatoren — 4. Vermogen en arbeid — 5. Elektro-magnetisme — 6. Zelfinductie — 7. Condensatoren.

### *Wisselstroom*

1. Grondbeginselen — 2. Gecombineerde schakelingen — 3. Circuits met  $L$ ,  $C$  en  $R$  — 4. Gekoppelde kringen — 5. Transformatoren — 6. Filters — 7. Gemoduleerde trillingen.

### *Elektro-akoestiek*

1. Akoestiek — 2. Microfoons — 3. Luidsprekers — 4. Luidsprekerbehuizingen — 5. Plaatregistratie en -weergave — 6. Bandregistratie en -weergave.

### *Radiotechniek*

1. Gelijkrichting en voeding — 2. Elektronenbuizen en laagfrequentversterkers — 3. Detectie — 4. Hoogfrequentversterkers — 5. Oscillatoren — 6. Menging — 7. Ruis — 8. Algemene ontvangsttechniek — 9. Propagatie of voortplanting van radiogolven — 10. Overzicht van de drie basisschakelingen.

### *Televisie*

1. Grondslagen — 2. Weergeefbuizen — 3. Beeldopneembuizen — 4. Transmissie van zwart-witsignalen. BOS-sigitaal — 5. Transmissie van KTV-signalen — 6. Beeldopneemapparatuur — 7. Transmissiekanalen — 8. Enkele toetssignalen — 9. Zender-tabellen.

### *Radar*

1. Algemeen — 2. Transmissielijnen — 3. Golfpijpen — 4. Trilholten — 5. Zender-ontvangschakelingen — 6. Magnetrons — 7. Klystrons — 8. Tijdbasisschakelingen — 9. Afkappers — 10. R C-koppelingen — 11. Herstelling van gelijkspanningsniveaus — 12. Multivibratoren — 13. Indicatoren — 14. Modulatoren.

### *Transmissielijnen*

1. Karakteristieke grootheden — 2. Homogene lijn en zijn constanten — 3. Lijn, afgesloten met karakteristieke impedantie  $Z_k$  — 4. Oneindig lange lijn — 5. Verloop van spanning en stroom langs de oneindig lange lijn — 6. Zeer lange, verliesvrije lijn — 7. Voortplantingssnelheid van elektromagnetische golven — 8. Lijn met geringe verliezen — 9. Formules voor bepaling van  $l$ ,  $c$  en  $r$  — 10. Lange, verliesvrije lijn — 11. Kortgesloten lijnen — 12. Open lijnen — 13. Lijn, afgesloten met de karakteristieke impedantie  $Z_k$  — 4. Lijn, afgesloten met een zelfinductie — 15. Lijn, afgesloten met een capaciteit — 16. Reflecterende golven. Reflectiecoëfficiënt — 17. Staandegolfverhouding. Misaanpassing en correctie daarvan. Verzwakkingsnetwerken — 18. Verzwakkingsnetwerken in een transmissielijn — 19. Enkele praktische voorbeelden — 20. Praktische toepassing van lijn (stuk) — 21. Enkele voorbeelden — 22. Aanpassingsleden.

### *Antennes*

1. Stralingssoorten en berekening van de veldsterkte — 2. Vrijzicht-verbindingen in decimetergebied (quasi-optisch) — 3. Gestrekte of enkelvoudige dipool — 4. Gevouwen dipool — 5. Parasitaire elementen, directoren en reflectoren — 6. Enkele praktische gegevens van dipoolantennes — 7. Bijzondere antennes — 8. Richtingsdiagrammen — 9. Golfgeleiders.

### *Zenders*

1. Algemeen — 2. Modulatie — 3. Hf-versterker.

### *Halfgeleiders*

1. Kristaldioden — 2. Transistoren (algemeen) — 3. Unijunction-transistor — 4. Veldeffect-transistoren — 5. Enkele bijzondere weerstanden. — 6. Oscillatoren — 7. Multivibratoren — 8. Transistorruis.

### *Logische schakelingen*

1. Schakelalgebra (algebra van Boole) — 2. Logische schakelingen — 3. Computerschakelingen.

### *Meet- en regeltechniek*

1. Elektronische meettechniek — 2. Regeltechniek.

### *Algemene gegevens*

---

In deze uitgave zijn de volgende nieuwe hoofdstukken opgenomen:

Elektroakoestiek, Televisie, Radar, Transmissielijnen, Antennes, Zenders, Halfgeleiders, Logische schakelingen en Meet- en Regeltechniek.

De reeds bestaande hoofdstukken zijn grondig herzien en uitgebreid.

In dit boek, dat 920 pagina's bevat, komen duidelijke tekeningen, schema's, grafieken en tabellen voor.

Het geheel is een buitengewone aanwinst, niet alleen voor degenen die reeds een opleiding in de elektronica genoten, doch eveneens voor hen die bijzondere belangstelling hiervoor hebben.

U kunt dit boek, dat f 73,— kost, bestellen bij de N.V. Uitgeversmaatschappij *Æ. E. Kluwer* te Deventer, doch ook bij de boekhandel.

Ondanks het feit, dat drie en zeventig gulden een fors bedrag is, bevelen wij dit bijzonder goede boek zonder enige restrictie gaarne aan, temeer daar bij de snelle technische ontwikkeling de kennis van de elektronica onontbeerlijk is. De Redactie



# NEDERLANDS

W. C. VAN DAM

*Taal is het belangrijkste  
communicatiemiddel in het  
intermenselijk verkeer.*

(Vervolg van bladzijde 401, jrg. '71)

## TAALKUNDIGE ONTLEDING (vervolg)

### 1. *Zelfstandige w.w.* kunnen alleen het gezegde vormen:

de jongen *leest*; hij *schrijft* een brief; de zon *schijnt*; de besteller *loopt*.  
We onderscheiden:

1.1 Overgankelijke w.w., die een lijdend voorwerp bij zich kunnen hebben:  
moeder *bakt* een taart; vader *zingt* een lied; zij *kookt* graag soep.

1.2 Overgankelijke w.w., die geen lijdend voorwerp (v.w.) bij zich hebben:  
de vogel *vliegt* in een boom; ik *zit* achteraan; het water *kookt*.

1.3 Wederkerende w.w., hij *verkleedt* zich, je *vergist* je; wij *schamen* ons.

1.4 Onpersoonlijke w.w., waarbij het onderwerp het onbepaalde voornaamwoord „het' is: het *regent*; gisteren *sneeuwde* het; nu *vriest* het.

### 2. *Niet-zelfstandige w.w.* kunnen *niet alleen* het gezegde vormen.

2.1 *Koppelwerkwoorden* vormen het gezegde met behulp van een zelfst.nw. of bijvoegelijk naamwoord: die jongen *is* een lafaard; hij *wordt* beter; hij *bleef* rustig; hij *dunkt* mij een onbekwaam man; Piet *blijkt* een uitstekende monteur.

#### *Koppelwerkwoorden:*

*zijn*, worden, blijven, schijnen, lijken, blijken, heten, dunken, voorkomen.

Pas op! De zon *schijnt* (zelfst.w.w.); vader *is* in de kamer (zelfst.w.w.); Kees *is* gevallen (hulpw.w.); zij *blijft* thuis; het probleem *wordt* bestudeerd (hulpw.w.); het portret *lijkt* uitstekend; U *lijkt* op uw vader (beide zelfst.w.w.).

### 2.2 *Hulpwerkwoorden* vormen met een ander werkwoord het gezegde:

2.2.1. de jongen *is* gestruikeld.

2.2.2. ik *heb* gelezen.

2.2.3. zij *zullen* vertrekken.

2.2.4. hij *wordt* geroepen.

2.2.5. hij *is* gestraft (geworden).

2.2.6. je *kunt* zo wel een ongeluk krijgen.

2.2.7. je *moet* opletten.

#### Verdeling:

a. *Hulpwerkwoorden van tijd* dienen om de tijden der werkwoorden te vormen. Het zijn: *zijn*, hebben, *zullen* (zie 2.2.1., 2.2.2. en 2.2.3.)

b. *Hulpwerkwoorden van de lijdende vorm*: worden en *zijn* (zie 2.2.4. en 2.2.5.)

c. *Hulpwerkwoorden van wijze*: kunnen, mogen, moeten, *zullen*, willen, laten. (zie 2.2.6. en 2.2.7.)

#### Andere verdeling:

*Zwakke w.w.* (verl. tijd op *de* of *te*; verl. deelwoord op *d* of *t*):

plagen - plaagde - geplaagd; werken - werkte - gewerkt.

*Sterke w.w.* (klinkerverandering; verleden deelwoord op *en*):

vinden - vond - gevonden; schrijven - schreef - geschreven.

Uitwerking oefening 5. (bladzijde 401, jrg. '71)

1. beloofden; verrichtte.
2. handelt; koopt; exporteert.
3. oogste; betrad.
4. koestert.
5. besteedde; opgevallen; staarde.
6. bekend; gemaakt; werd; gewonnen; bedenken; uiten.
7. verbrede; bestrate; toenemende; gemotoriseerde.
8. gingen; verkleedden.
9. betreedt; begeeft; zegt; gaat.
10. proestten; vertelde.
11. vind; hebt; opgelost.
12. applaudiseerde; verliet.
13. teisterde; verdrongen; moesten; worden; geëvacueerd.
14. gebeurt; stoort; bepaald; geduchte.

*Invloefening 6*

De persoonsvorm in de tegenwoordige tijd:

1. Het gebeur... niet vaak dat geconserveer... groente bederf...
2. De pat...nt wor... onder special... behandeling gesteld.
3. Ter gelegenheid van haar jub...leum wor... aan de gevierde actr...ce een diamant... d...adeem aangeboden.

De persoonsvorm in de verleden tijd:

4. De ontsnap... gevangene trach... naar Duitsland te vluch..., maar bij de grens wer... hij gearresteer...
5. De heerlijk toeberei... andijv... smaak... ons uitsteken...
6. Verscheidene medic... trach... het onheil af te wen..., maar al hun pogingen ba... niet.
7. Nadat het toestel op het vliegvel... gelan... was, begelei... een stewardess de pa...agiers naar de aankomsthal.
8. Het gesme... hek wer... per auto naar het landhuis vervoer... en daarna gever...
9. Daar wij vermoe... dat het reeds laat was, haas... wij ons naar huis, waar het eten al stond te wach...
10. Wij kon... niet vermoe... dat hij deze wel...aad zou versma...
11. De oude man hoes... en kuch... toen hij de st...le trap opklauter...
12. De verschillen... industr...n brei... zich sterk uit, hetgeen de maatscha...elijke welstand der arb...ders verhoog...

De uitwerking van deze oefening verschijnt in een van de volgende nummers.

---

*Attentie.*

Bij de verzending van het Studieblad zijn bij de postdienst enkele bundels losgeraakt, waardoor vele adresbandjes zodanig zijn verminkt dat ze onleesbaar en dus onbestelbaar zijn geworden.

Abonnees, die hun januarinumnummer dus niet hebben ontvangen verzoeken wij dit te vermelden aan de administratie, telefoon 070-635932 t/m 635936. Voor een spoedige doorzending zal dan worden zorggedragen.

De Redactie



## Examenvragen

1. Door een weerstand  $R$  van  $8 \Omega$  gaat 20 seconden een wisselstroom, waardoor een hoeveelheid warmte van 5600 calorïen wordt ontwikkeld.  
Er wordt gevraagd de maximale waarde van de stroom te berekenen.
2. Door een spoel, waarvan de zelfinductie-coëfficiënt  $0,045 H$  is, gaat een stroom van  $8 A$ . Wanneer de ohmse weerstand van deze spoel te verwaarlozen gering is en de frequentie 50 hertz is, hoe groot is dan:
  - a. de reactantie van de spoel,
  - b. de spanning aan de aansluitklemmen van de spoel?
3. Een condensator met een capaciteit van  $8 \mu F$  is in serie geschakeld met een weerstand  $R$  van  $150 \Omega$ . Het geheel is aangesloten op een spanning van  $125 V$ , de frequentie is 100 hertz.  
Men wil weten:
  - a. de waarde van de stroom,
  - b. de spanning aan de weerstand en
  - c. de spanning aan de condensator.
4. Een spoel heeft een weerstand  $R$  van  $60 \Omega$  en een zelfinductiecoëfficiënt van  $0,1$  henry.  
De aangesloten spanning is 72 volt, de frequentie 50 hertz.  
Bereken:
  - a. de waarde van de stroom,
  - b. de warmte-ontwikkeling per seconde.
5. Op een spanning van  $200 V$  wordt een trafo aangesloten. De primaire wikkeling van deze trafo heeft 600 windingen.  
Welk aantal windingen moet de secundaire wikkeling hebben om een spanning van  $100 V$  te krijgen?  
Men hoeft geen rekening met diverse verliezen te houden.

# Normalisatie en Normmutaties

W. C. van Dam

## *Internationale normalisatie-organisatie*

Voor de algemene normalisatie is de International Standardisation Organisation (ISO) opgericht. Voor de elektrotechniek bestaat sedert 1906 de International Electrotechnical Commission (IEC).

Voor de Europese samenwerking bestaat de CEE, de Commission internationale de réglementation en vue de l'approbation de l'équipement électrique.

Voor het gebied van de EEG is het CENELCOM (Electrical-Standards Co-ordination Committee for the European Community) opgericht.

Tenslotte is voor het grotere Europese gebied met inbegrip van de EVA-landen het CENEL (European Standards Co-ordination Committee) opgericht.

Dat deze veelheid van organisaties, waarvan hier slechts de belangrijkste zijn vermeld, de internationale samenwerking bemoeilijkt behoeft geen betoog. Moeilijk is in het bijzonder de coördinatie van het werk in de afzonderlijke landen, doordat geen enkel land voor hetzelfde vakgebied in alle organisaties zich door dezelfde deskundige kan laten vertegenwoordigen.

Daarom dient zo veel mogelijk gebruik gemaakt te worden van het werk in de IEC (normalisatie op het gebied van de elektrotechniek) en de CEE, daar deze een groter gebied bestrijken waar de normen geldigheid bezitten.

De reden voor het laatstgestelde is dat een *speciale* normalisatie binnen de EEG tot nieuwe handelsbelemmeringen zou kunnen leiden, die de gemeenschappelijke buitenlandse handel van de EEG-landen met de overige landen buiten Europa en de EVA-lidstaten zou bemoeilijken.

Het met recht gelaakte euvel van de traagheid van de IEC-werkzaamheden zou door een nauwe samenwerking van de in CENEL en CENELCOM aangesloten landen binnen de IEC vermeden moeten worden.

Een van de doeleinden van het overleg in de Europese organisaties (CENEL en CENELCOM) zou moeten zijn, prioriteitslijsten op te stellen en voorbereidende werkzaamheden te verrichten, met behulp waarvan de Europese landen met een voldoende aantal stemmen in de IEC de realisering van Europese denkbeelden en een bespoediging van de meest noodzakelijke voorschriften voor het tegengaan van handelsbelemmeringen tot stand zouden kunnen brengen.

Door een zinvolle verdeling van de dringende taken over de verschillende organisaties zou *onnodig parallelwerk* kunnen worden vermeden. Daardoor zouden de moeilijkheden van de coördinering, de overbelasting van de honoraire medewerkers en de deskundigen van de nationale normalisatie-organisaties verminderd worden.

*Deze maatregelen zouden tot een versnelling van de harmonisatie kunnen bijdragen.*

## *Harmonisatie*

Toelichting: Een norm kan als geharmoniseerd worden beschouwd wanneer de verschillende nationale normen geen extra-bepalingen inhouden die een belemmering kunnen vormen voor het handelsverkeer.

Op de verschillende harmonisatieprocedures komen we later nog terug.

(Uit EEG studiedagen normalisatie)

### *Nieuwe normen*

In het kader van de internationale samenwerking zijn 8 IEC-Publikaties als Nederlandse Normen aanvaard, t.w.:

- NEN 10 067 Afmetingen van elektronenbuizen.  
(f 102,30)
- NEN 10 249-2 Plaatmaterialen met metaalbedekking voor gedrukte bedrading.  
(f 39,20) Deel 2: Specificaties.
- NEN 10 326 Algemene eisen en meetmethoden voor plaatmateriaal met gedrukte bedrading.  
(f 35,20)
- NEN 10 147-2 Halfgeleiders.  
(f 25,50) Deel 2: Algemene beginselen voor meetmethoden.
- NEN 10 172 Beproevingmethode voor de warmtevastheid van emaildraad d.m.v. de bepaling van de vermindering van de doorslagvastheid tussen gewiste draden.  
(f 17,30)
- NEN 10 290 Bepaling van de warmtevastheid van elektrische isolatielakken aan de hand van hechting tussen de windingen van een schroefvormig gewikkelde spoel.  
(f 13,15)
- NEN 10 266 Vaste draadweerstand Type 2.  
(f 32,35)
- NEN 10 301 Voorkeurswaarden voor diameters van aansluitdraden van condensatoren en weerstanden.  
(f 5,30)

Bovengenoemde normen zijn verkrijgbaar bij het Nederlands Normalisatie-instituut, Polakweg 5, Rijswijk (Z.-H.) voor niet contribuanten van het NNI tegen de tussen haakjes vermelde prijs.

Voor contribuanten, resp. onderwijsinstellingen en studerenden geldt twee derde, resp. een derde van de vermelde prijs, terwijl bij grotere afname kortingen worden verstrekt.

### *Normalisatie en opvoeding*

In juni 1970 werd door het NNI de „Commissie Normalisatie en Educatie” (CONED) opgericht.

Deze commissie is een voortzetting van de CONO (Commissie Normalisatie Onderwijs), maar met een breder werkterrein.

Als voorzitter van de CONED is benoemd ir. E. van Ree, lid van het Algemeen Bestuur NNI en werkzaam bij het Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen.

De CONED zal adviseren in alle zaken waar de normalisatie voor het onderwijs, in het bijzonder het technisch onderwijs, van belang is.

Voorts heeft de CONED tot taak de wensen van het onderwijs aan de normalisatie, o.a. ten aanzien van voor het onderwijs opgestelde normen, op te vangen en binnen het NNI bekend te maken.

Tenslotte is het werkterrein van de CONED mede uitgebreid met de cursusactiviteiten. Zo zal de organisatie van deze cursussen voor (bedrijfs)normalisatoren voortaan via de CONED lopen.

# VERKLARENDE WOORDENLIJST

W. C. van Dam

- AANVRETEN** (door wrijving) is het verschijnsel dat twee metaaloppervlakken bij aanraking ogenblikkelijk vast op elkaar hechten, zodat bij het losmaken dikwijls beide oppervlakken worden beschadigd.
- ALFADEELTJES** zijn kernen van heliumatomen; positief geladen, de minst energetische splijtingsprodukten bij radio-actief afval.
- ALLIAGE** (Legering) mengsel van een metaal met één of meerdere elementen. Staal bijv. is een legering van ijzer met tot ca. 1,7% koolstof en dikwijls ook nog met andere elementen.
- ALUMINA** aluminiumoxyde,  $Al_2O_3$ , een uiterst harde stof met een hoog smeltpunt; 2050 °C. Vormen ervan zijn corundum, robijn, saffier.
- ASBEST** vezelvormig mineraal dat voornamelijk toepassing vindt vanwege zijn hittebestendigheid en isolerende werking. Chemisch is het een complexe silicaatverbinding. Asbestvezels kunnen bij een zorgvuldige selectie een goedkoop en veelbelovend wapeningsmateriaal voor samengestelde stoffen vormen.
- BREUKMECHANICA** de wetenschap die verband probeert te leggen tussen de vorm, de inwendige bouw en het spanningsverloop in materialen en onderdelen.
- CARBIDE** verbinding van koolstof en een ander element, dikwijls gekenmerkt door een zeer grote hardheid, met name in het geval van wolfram- en titanium-carbide.
- CERMET** (Metaalkeramiek) een soort samengesteld materiaal dat volgens de methoden van de poedermetallurgie wordt vervaardigd uit een mengsel van keramische en metalische poeders. Een voorbeeld hiervan zijn bepaalde splijtstofelementen.
- CURIEPUNT** kritische temperatuur van een magnetisch of piezo-elektrisch materiaal waarboven het zijn speciale eigenschappen verliest.
- DIFFUSIE** vermenging van twee soorten atomen onder invloed van warmte. Het kan hier bijvoorbeeld een damp betreffen die een vaste stof binnendringt, zoals bij de fabricage van halfgeleiders, of twee metalen die zich langs het contactvlak vermengen, zoals bij de hechting door middel van diffusie.
- DOPEN** het opzettelijk aanbrengen van sporen van doopstof („verontreiniging”) met het doel de eigenschappen van een kristal te veranderen.

## Getransistoriseerde 1 kW-zender bij Philips

In de nieuwe 1 kW-zender van Philips' Telecommunicatie Industrie, die de type-aanduiding RZ 500 heeft gekregen, wordt uitsluitend gebruik gemaakt van halfgeleiders. Er is daarmee een hoge betrouwbaarheidsgraad bereikt, terwijl de opbouw veel compacter is geworden; in één 19-inch kast kunnen nu twee complete zenders worden ondergebracht.

De nieuwe zender is opgebouwd uit een stuurtrap, een lineaire breedbandversterker, een aanpassingseenheid voor de antennevoedingskabel en een gelijkstroom-voedingseenheid.

De stuurtrap kan alle gangbare seinwijzen verzorgen, zoals S.S.B., D.S.B., I.S.B. en F.S.K., en levert direct het signaal met de verlangde antennefrequentie. In de lineaire versterkereenheid wordt dit signaal via een distributie-eenheid aan vier 300 W-versterkmodules toegevoerd waarvan de uitgangsvermogens in een combinatie-eenheid tot 1 kW worden samengevoegd. Deze versterkmodules zijn volkomen identiek hetgeen een grote bedrijfszekerheid geeft; bovendien kan de zender desgewenst met 3 modules in bedrijf blijven.

Het enige onderdeel dat afstemming behoeft is de aanpassingseenheid van de antennevoedingskabel. Deze eenheid kan daartoe in twee uitvoeringen worden geleverd: een versie waarbij de afstemming en de aanpassing automatisch plaatsvindt en een versie met vaste instellingen voor 10 verschillende frequenties. De benodigde afstemtijd bij de eerstgenoemde versie is ca. 15 sec. en bij de laatstgenoemde uitvoering minder dan 1 sec. De stekerbussen voor de 50 ohm-coaxiale voedingskabel naar de antenne bevinden zich aan de boven- of aan de onderzijde van de kast.

De voedingseenheid is uitgerust met silicon-diodes en bevat een beschermingseenheid, die waakt tegen onvoldoende koeling, kortsluitingen, te grote staandegolf-verhouding en onbalans in de combinatie-eenheid. Omdat uitsluitend gebruik is gemaakt van transistoren zijn de toegepaste spanningen laag waardoor de beveiliging van het bedienend personeel eenvoudig kan zijn. Het onderhoud wordt vergemakkelijkt door de volledige toegankelijkheid vanaf de voorzijde. De zender is bestemd voor professionele toepassingen zoals bij maritieme- en luchtvaart-communicatienetwerken en bij vaste radio-verbindingen voor PTT-administraties.

Zie foto op blz. 64

---

### ELEKTROKERAMISCHE MATERIALEN

keramische stoffen die reageren op een elektrisch veld, bijvoorbeeld piëzo-elektrische stoffen.

### FASE

aggregatietoestand van de materie, bijvoorbeeld gasvorm of vloeistofvorm.

### FERRIETEN

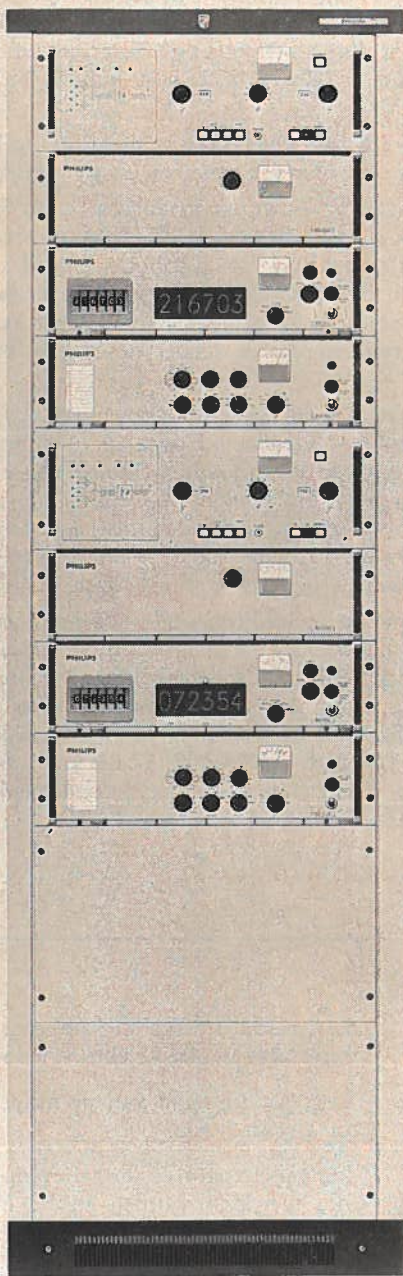
keramische stoffen met ferromagnetische eigenschappen die toegepast worden in de microgolftchniek en als „geheugencellen” in computers. Ook een vorm van ijzer.

### GEHEUGENMATRIX

geheel van geheugencellen en draden in een computer-geheugen.

### INTERMETALLISCHE VERBINDING

verbinding van twee of meer metalen, bijvoorbeeld galliumarsenide (GaAs).



*Getransistoriseerde 1 kW-zender bij Philips*