

Het districtspostkantoor en zijn technische installaties

J. P. Corveleijn

Onder bovenstaande titel heeft de heer J. P. Corveleijn, hoofd van de Technische Dienst van het postdistrict te Amsterdam, een lezing gehouden, als onderdeel van het programma ter gelegenheid van het 25-jarig bestaan van het Studieblad PTT.

Omdat de redactie meent, dat de lezers van het Studieblad PTT ook belangstelling zullen hebben voor de techniek als toepassing in postgebouwen en om hen enigszins deelgenoot te maken van het gebodene op de jubileumbijeenkomst, heeft zij de heer Corveleijn bereid gevonden de door hem gehouden lezing in ons Studieblad weer te geven, hetgeen hierna volgt.

Organieke opbouw van het postdistrict

Om een indruk te krijgen van de veelheid aan installaties, welke nodig zijn om een Postdienst in een districtspostkantoor optimaal te doen functioneren is het gewenst enig inzicht te hebben in de organieke opbouw van een postdistrict, alsmede van de omvang, van de huisvesting, zie blz. 255.

De benaming *districtspostkantoor* verraadt, dat er ook andere postkantoren bestaan. Dit is te zien in het overzicht op blz. 255.

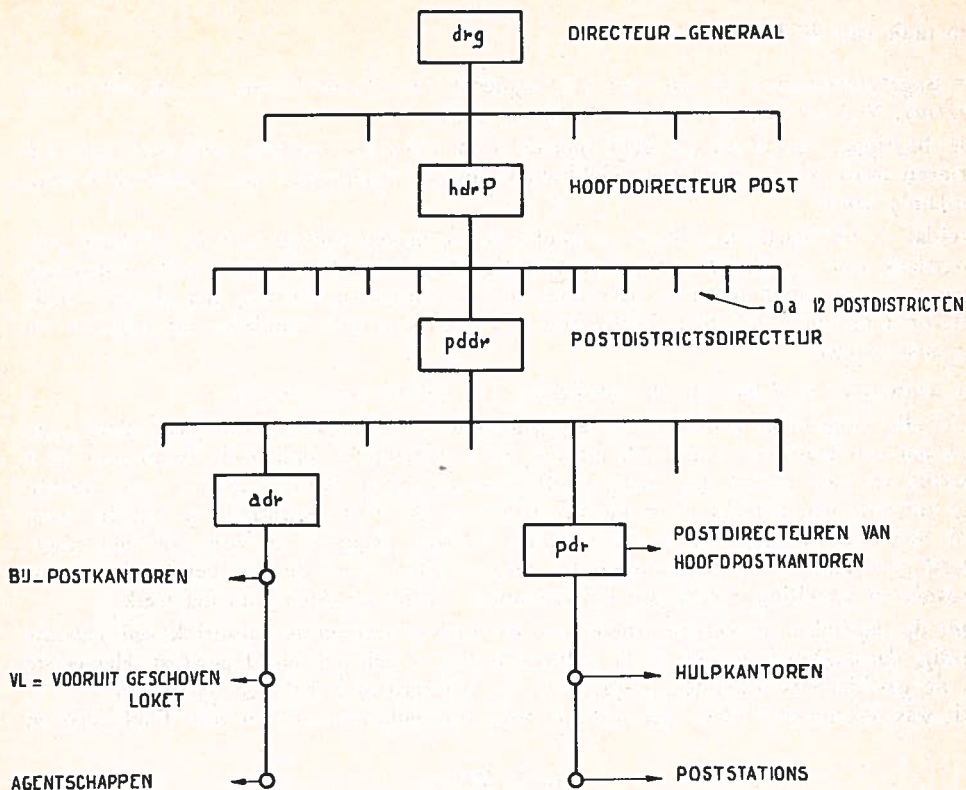
De taak van de Postdienst in een district wordt uitgevoerd in hoofd-postkantoren, hulp-postkantoren, poststations, bij-postkantoren (met besteldiensten en zonder bestelling) in nederzettingen met de naam vooruitgeschoven loket en postagentschappen.

De grootte van een kantoor (en de rang van een directeur) hangt af van de omvang van de taak in een regionaal gebied.

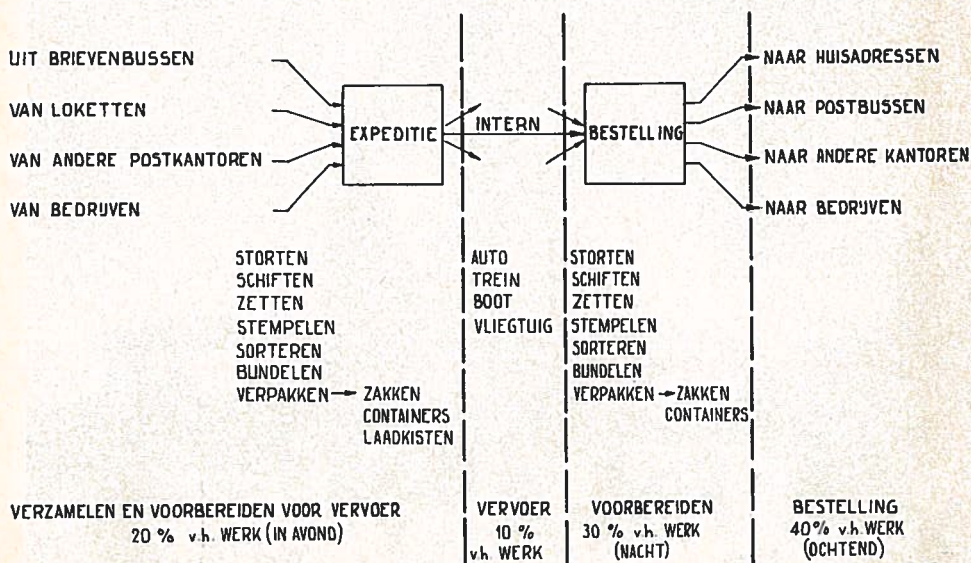
Er zijn bijkantoren (alleen in de stad) geleid door een *beheerder*, van hogere orde dan sommige hoofdkantoren, geleid door een *directeur*.

Als in het district Amsterdam alle „filialen” bij elkaar worden geteld is het totale aantal 125 postinrichtingen. In deze 125 postinrichtingen werken ca. 4.000 personeelsleden om alle postzaken voor ongeveer $1\frac{1}{4}$ miljoen inwoners te verzorgen.

De dagelijkse leiding van het grootste hoofdkantoor in een district (geassisteerd door vele bijkantoren in de stad) berust nu bij de districts-directeur. Dit hoofdkantoor, waarin de directie van een postdistrict domicilie heeft, wordt het *districtspostkantoor* genoemd.



SCHEMATISCHE VOORSTELLING VAN DE POSTALE VERVOERSTAKEN IN EEN POSTDISTRICT



IN AMSTERDAM GAAT HET OM EEN VERWERKING VAN 450 TON POST PER DAG

De taak van de Postdienst

Er is gesproken over de taak van de postdienst. Deze is het kortst te omschrijven als *vervoer*. Vervoer van goederen, vervoer van geld.

De begrippen goederen en geld moeten ruim opgevat worden; goederen zijn ook brieven naast pakjes, pakketten. Geldzaken zijn o.a. spaarbank-, giro-, postwissel (buitenland) zaken.

Omdat de technische installaties in hoofdzaak te maken hebben met de goederen vervoerstaak staat op blz. 255 een vereenvoudigd schema van de postale verkeersstromen, waarin een overeenkomst is te herkennen met de verkeersstromen op het gebied van de telecommunicatie. Ook hier convergerende en divergerende bundels; dus reductie- en expansietrappen.

In Amsterdam gaat het om een verwerking van 450 ton post *per dag*.

Niet alle aangeboden post behoeft alle genoemde bewerkingen te ondergaan. Vele grote partijen van bedrijven zijn reeds als het ware gestempeld, omdat de frankering door middel van een afdruk (in rood) heeft plaatsgevonden. Andere partijen zijn via een zgn. abonnement betaald. Deze partijen behoeven dus niet gestempeld te worden, doch ook niet opgezet (opzetten is: alle adressen leesbaar plaatsen) en vaak ook niet gesorteerd naar plaats van bestemming. In deze gevallen moet de Postdienst alleen voor vervoer en bestelling zorgdragen (binnenland). Altijd nog 80% van het werk.

Om de dagelijkse stroom poststukken te kunnen verwerken is natuurlijk een gebouw nodig, dat daarop is berekend. En gebouwen zijn er dan ook altijd geweest. Het eerste in de geschiedenis bekende „postgebouw” te Amsterdam is het zgn. *paalhuisje*.

Dit was omstreeks 1560 in gebruik met twee brievenbussen nl. één voor Enkhuizen en

Het Paalhuisje



één voor Hoorn. Dit paalhuisje stond ongeveer op de plaats waar nu het Victoriahotel staat.

We zijn nu 300 jaar verder; er zijn nu heel wat meer palen nodig geweest om een nieuw paalhuis, het nieuwe districtspostkantoor, op te richten (4000 palen).

Wat was de reden om een nieuw gebouw te laten neerzetten?

Er waren vele redenen; de huisvesting van de grote postverwerkende afdelingen was veel te klein geworden.

De huisvestingen van de diverse afdelingen waren bovendien over de stad verspreid.

De werkomstandigheden moesten gemoderniseerd worden (minder sjouwen).

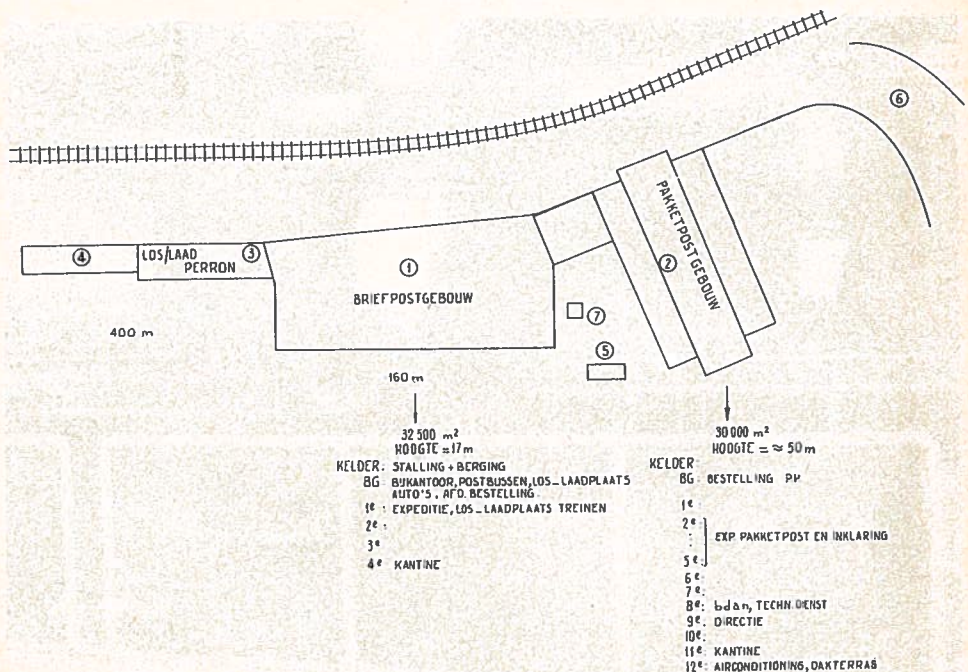
Er moest een capaciteitsverruiming komen in verband met toekomstige ontwikkelingen (de zgn. concentratie).

Er moest gemechaniseerd en geautomatiseerd worden.

Het heeft heel wat moeilijkheden gekost om een terrein te vinden, dat voor de postdienst geschikt was. Het terrein moest nl. dicht bij een station (CS) liggen in verband met het intensieve gebruik van „het spoor” voor het postvervoer. Het moest goed toegankelijk zijn voor publiek en personeel en er moest parkeerruimte zijn.

Een terrein, dat zoveel mogelijk aan deze eisen voldeed is met veel moeite verkregen in 1955. Het is een stuk grond van 28.000 m², dat vroeger diende als rangeerterrain van de NS en onmiddellijk naast het CS gelegen.

Er waren enige jaren nodig, o.a. voor grondonderzoek, voordat in 1959 een begin met de bouwput kon worden gemaakt. De bouwput zelf was reeds een staaltje van technisch kunnen. Er moest nl. een damwand worden geplaatst, die het mogelijk zou maken



een put te maken op een niveau van bijna 6 meter beneden NAP, direct gelegen naast een spoordijk, welke in gebruik was en die een hoogte had van bijna 6 meter boven NAP. Een damwand van bijna 12 meter naast zwaar verkeer!

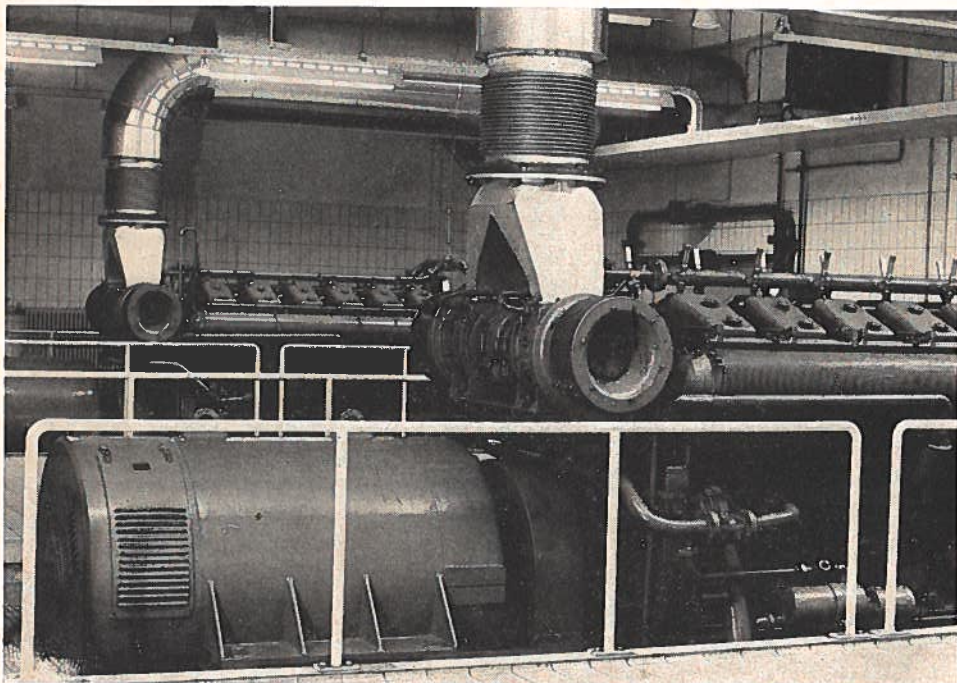
Op 1 april 1960 kon de eerste paal worden geslagen. De palen moesten een lengte hebben van ca. 20 meter om op de tweede zandlaag te kunnen komen. Om de zijdelingse druk van de spoordijk te kunnen weerstaan als de damwand zou worden weggehaald moesten ook nog 170 stalen palen, die met beton werden gevuld, schuin worden geplaatst. Het op te richten gebouw krijgt nu een plattegrond als op blz. 257 is weergegeven.

Het gebouwencomplex bestaat uit zeven hoofddelen nl.:

1. het briefpostgebouw;
2. het pakketpostgebouw;
3. een overdekt los- en laadperron;
4. een verbindingsbrug naar het CS;
5. een transformatorhuis;
6. een helling om naar het perron te rijden;
waaronder enige ruimten o.a. nog een transformatorruimte;
7. een vrijstaande schoorsteen van ca. 50 m hoog.

Voor een gebouwencomplex als dit zijn natuurlijk diverse technische installaties nodig om het bewoonbaar te maken, de zgn. gebouweninstallaties. Naast deze installaties komen dan nog de technische installaties voor het postbedrijf, de zgn. postmechanische installaties.

Dieselaggregaten



TECHNISCHE INSTALLATIES

GEBOUWENINSTALLATIE

1. Stroomvoorziening en verlichting.
2. Watervoorziening.
3. Klimaatvoorziening.
4. Liften en sluisen.
5. Beveiliging.
6. Communicatie.

POSTMECHANISATIE

1. Mechanische opbouw.
2. Besturing/regeling.
3. Sorteermachine en Muco.
4. Automatisering.

1. Stroomvoorziening en verlichting

Hoofdverdeler

1.1 Trafo's

- 5 stuks à 800 kVA
- 2 stuks à 400 kVA
- 10.000 V van GEB.



De verlichting

1.2 Dieselaggregaten (foto op blz. 258)

Om te kunnen doorwerken als de netspanning wegvalt (de „post” moet iedere dag worden verwerkt) zijn twee dieselaggregaten geplaatst, elk van 1250 kVA. Eén dient voor liften, kracht, ventilatie en de halve verlichting en dergelijke en de andere voor postmechanische installaties.

1.3 Verdeelstations

Er zijn vier onderstations. Twee voor het Briefpostgebouw en twee voor het Pakketpostgebouw. Ieder gebouw is elektrisch streng gesplitst; ieder onderstation verzorgt een half gebouw, waarbinnen dan ook nog een scheiding is gemaakt in PM en restant.

1.4 Verdeelkasten

De stroomvoorziening binnen de gebouwen geschiedt verder via verdeelkasten op de verdiepingen.

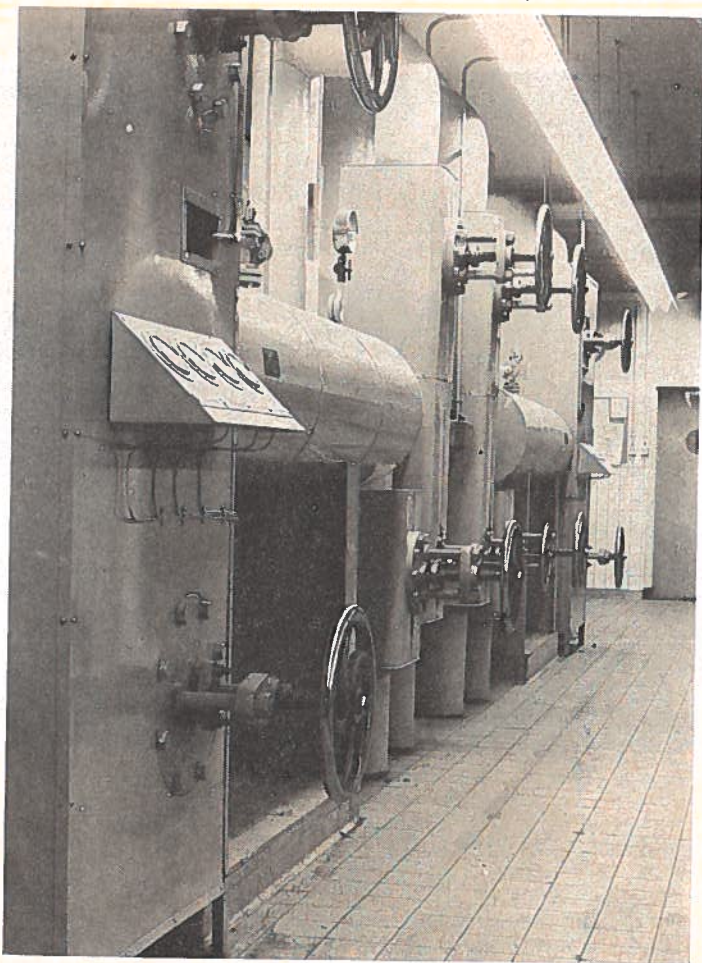
1.5 Kabelgoten

De leidingen zijn in hoofdzaak gelegd in kabelgoten, welke zijn uitgevoerd als hangende goten of zijn uitgespaard in schachten en vloeren. Hierdoor is een zeer flexibele aanpassing mogelijk aan zich wijzigende behoeften.

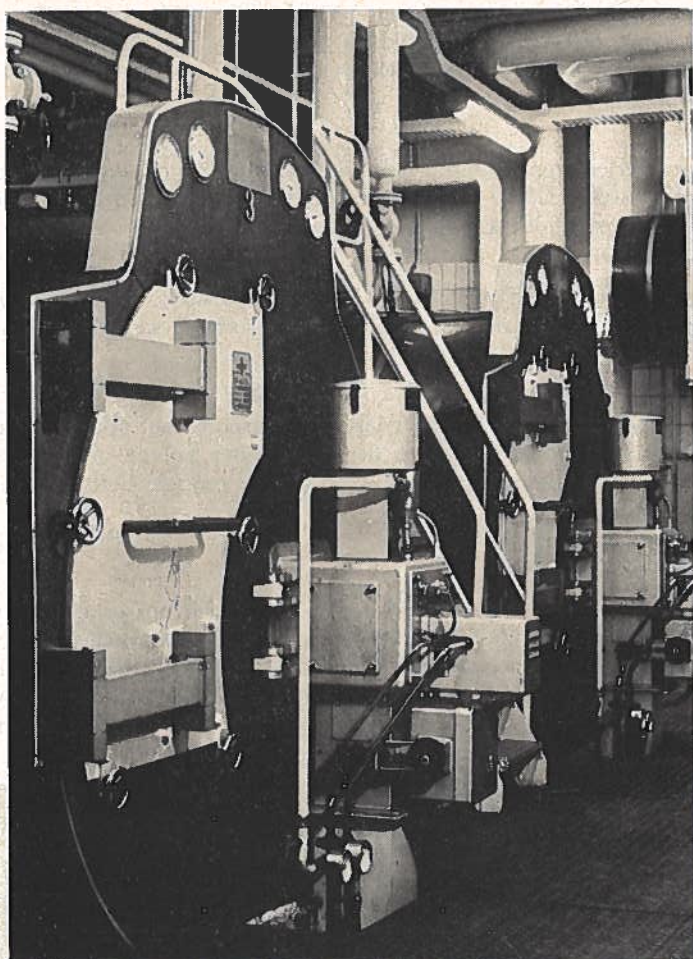
In totaal zijn er ca. 20.000 meter hangende goten en ca. 3000 meter vloergoten.

1.6 Verlichting (zie foto op blz. 259)

De verlichtingssterkte is ca. 600 lux. In het BP-gebouw zijn 10.000 TL-buizen. In het



Warmtewisselaar



Ketelhuis

PP-gebouw eveneens 10.000 TL-buizen. In verband met het continu gebruik moeten de buizen in het BP-gebouw jaarlijks worden vervangen. Buiten de gebouwen is er een terreinverlichting en een perronverlichting.

2. Waterinstallaties

2.1 *Warmwater*

Voor de opwekking van warm water (ook in de zomer) is een papierverbrandingsoven geïnstalleerd. Het warme water is bestemd voor de kantines en voor de tappunten van de schoonmaakdienst.

Voor deze vorm is gekozen, omdat alle papier toch goed nagezien moet worden in verband met de mogelijkheid, dat poststukken tussen het afval terecht kunnen komen. Het personeel, dat met dit werk is belast kan nu het papierafval doorschuiven in de verbrandingsoven.

De oven heeft een capaciteit van 120 kg papier/uur, zodat de 700 kg, welke per dag vernietigd moet worden hierin goed is te verwerken.

Er wordt stoom geproduceerd van 0,45 ato; 300 kcal/h.

Indien in de zomer meer stoom beschikbaar komt, dan verbruikt kan worden, wordt het surplus gecondenseerd. Een eventueel overschot in de winter kan naar de stoombevochtigers worden geleid.

2.2 Drinkwater

Er is een drinkwaterleidingnet waarop ook de drukhaspels zijn aangesloten, evenals een zgn. watergordijn, welke laatste bij een brand de beide gebouwen op de plaats van de verbindingsgangen gescheiden kan houden.

2.3 Heetwaternet

Onder een heetwaternet wordt verstaan het leidingnet, waarin water van 160 °C wordt geleid naar de stoomvormer (zie klimaatregeling) en naar de warmtewisselaars, zie foto op blz. 260.

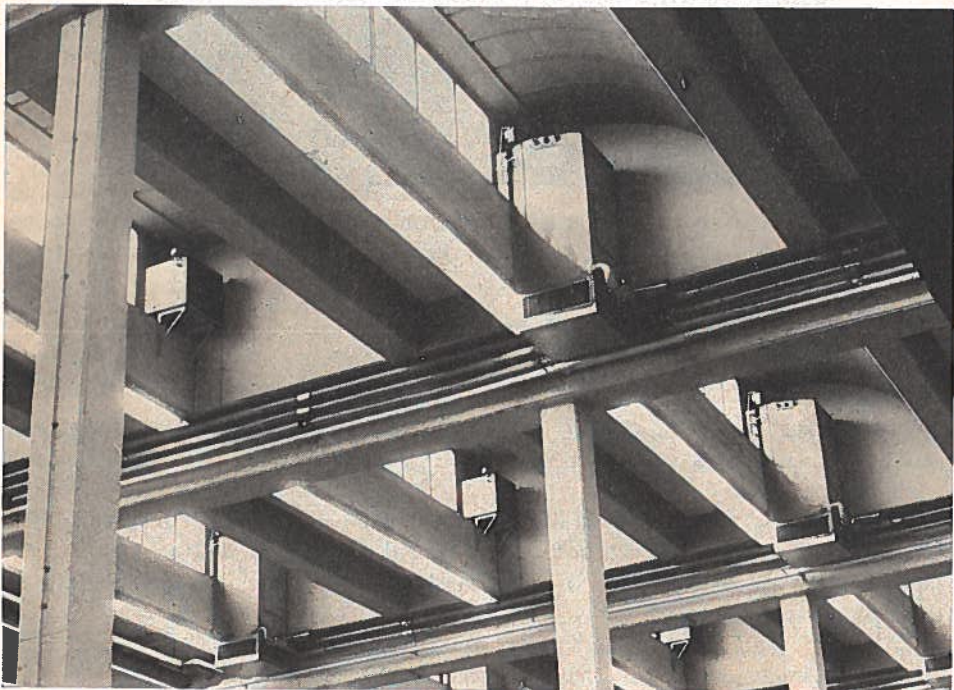
2.4 Gekoeld water

Er zijn ook leidingnetten aangebracht voor het transport van gekoeld water (tussen 5 °C en 13 °C). Deze leidingen geven het koele water aan de individuele kasten¹⁾ in de kantoren van het administratiegebouw en aan de centrale units van de ventilatie-inrichtingen.

1) Ook in de winter (zie klimaatregeling).

2.5 Koelwater

De warmte, die aan het koelwater onttrokken moet worden om gekoeld water te kunnen verkrijgen, moet via koelmachines worden afgevoerd. De koelmachines, maar ook de dieselaggregaten voor de noodstroomvoorziening, moeten worden gekoeld. Hiervoor is een koelwaternet aangelegd, dat het koelwater van het Oosterdok, via een pompkamer, naar deze machines voert en het dan opgewarmde water weer in het Oosterdok loost (uiteraard op een andere plaats dan de inlaat).



2.6 Riolering

Enige verwantschap met de diverse waterleidingnetten heeft als laatste in de rij, het rioleringsnet. Al het afvalwater wordt verzameld in een daartoe bestemde stenen „put” waaruit het in het gemeentelijke rioolnet wordt gepompt. Het niveau in de „put” wordt bewaakt en geregeld door middel van elektrische regelapparatuur.

3. Klimaatregeling

3.1 Verwarming (zie foto op blz. 261)

Er zijn vier ketels van 1.600.000 kcal/uur, die ieder 220 liter zware olie per uur kunnen verbranden. Deze ketels zorgen voor heet water van 160 °C, dat naar tegenstroomapparatuur wordt geleid, van waaruit het warme water (50-100 °C) voor verwarmingsdoeleinden wordt gebruikt.

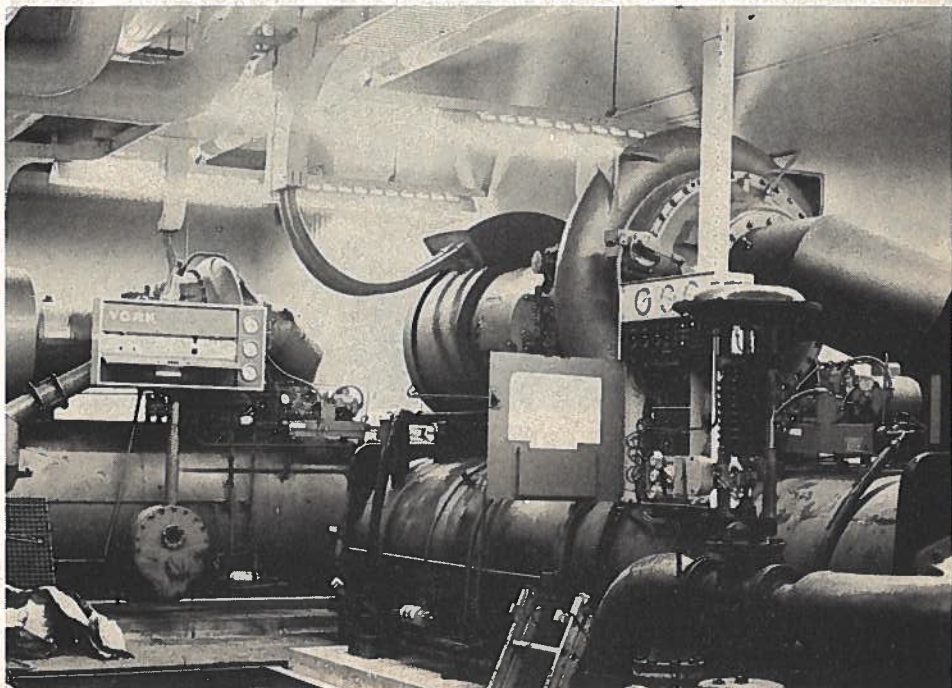
De verwarming van de grote zalen geschiedt in hoofdzaak door middel van ventilatielucht en met enige plaatselijke radiatoren.

De verwarming in de kamers van het PP-gebouw (volkomen gesloten gevels, dubbel glas) geschiedt via warme voorbehandelde lucht, via de borstweringsapparaten.

Omdat de ingestraalde zonnewarmte en/of mensen en apparatuur plaatselijk tot te grote warmte aanleiding geven is ieder apparaat ook aangesloten op het gekoelde waternet, zodat zonodig, via thermostatische ventielen, de temperatuur toch in de hand wordt gehouden.

Het gekoelde water kan bij buitentemperaturen tot 8 °C uit de buitenlucht gekoeld worden; bij hogere buitentemperaturen moet een koelmachine worden gestart.

Koelmachines



3.2 Ventilatie (zie foto op blz. 262)

De ventilatie is nauw verweven met verwarming en koeling.

De hoeveelheid ventilatielucht wordt bepaald door de interne warmte-ontwikkeling van de TL-verlichting en de motoren.

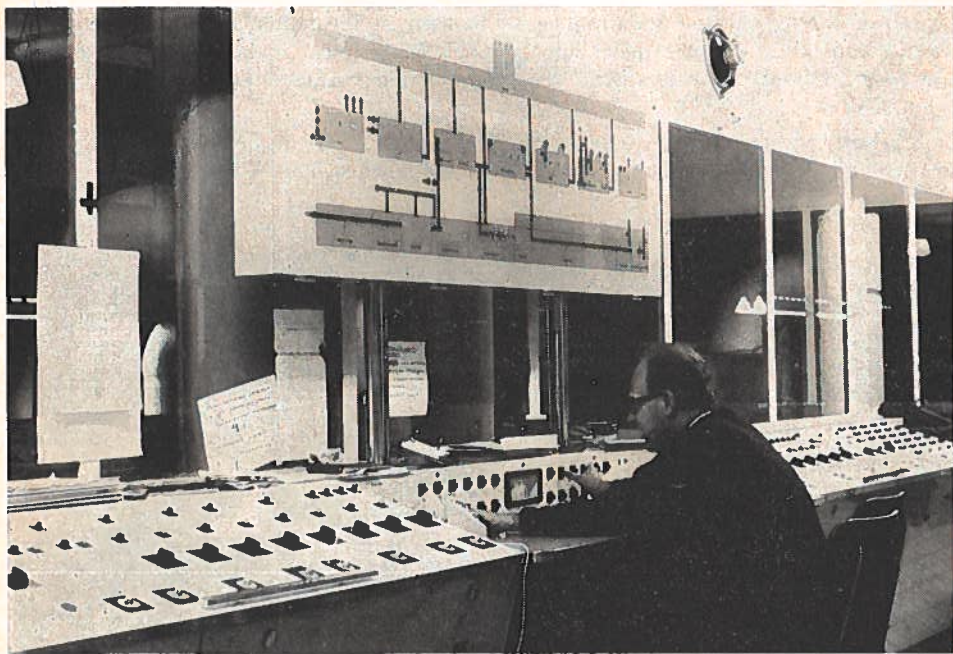
De grote zalen worden 's winters geventileerd met 150.000 m³ buitenlucht en 's zomers met 450.000 m³. Hiermede blijft de temperatuurstijging 's zomers beperkt tot 5 à 6 °C boven de buitentemperatuur. Dit is evenwel ontoelaatbaar.

3.3 Koeling (zie foto op blz. 263)

Er zijn diverse koelsystemen. De grote zalen krijgen in de verwarmingsleidingen 's zomers gekoeld water toegevoerd afkomstig van de grote koelmachine.

Deze centrifugaalkoelmachine heeft een capaciteit van 1.200.000 kcal/h.

Het gekoelde water heeft een temperatuur van 5 °C. Door de koeling wordt veel vocht (condens op koellichamen) aan de lucht onttrokken, hetgeen in de zomer een behaaglijk klimaat geeft. De relaiscentrales (transistor-apparatuur) hebben afzonderlijke koel-apparatuur, evenals het PP-gebouw en sommige plaatselijke situaties, die niet op het grote net aangesloten konden worden.



Regelkamer

3.4 Zonwering

Zoals gezegd heeft het hoge PP- en administratiegebouw volkomen gesloten gevels. De zoninstraling geeft een zodanige temperatuurverhoging, dat de ventilatie/koelinstallatie alleen niet kan voorkomen, dat te hoge temperaturen gaan ontstaan.

Er is daarom buitenzonwering aangebracht, welke per gevel centraal wordt bediend door middel van schakelklokken en — ter voorkoming van schade — door een windsnelheidsmeter. Bij windkracht 9 en hoger worden de lamellen zonwering automatisch omhoog gehaald.

3.5 Meetnet

Om automatische besturing en regeling van de verwarming, ventilatie, koeling, zonwering en bevochtiging mogelijk te maken is een uitgebreid meetnet nodig, waarin de zo even genoemde windsnelheidsmeter is opgenomen, naast de vele meetkastjes voor temperatuur en vochtigheid.

3.6 Stoombevochtiging

De grote zalen worden in verband met het hoge ventilatievoud en de, ten opzichte van de buitenlucht, hoge temperatuur bevochtigd door middel van apparaten, welke door hygrostaten worden geregeld. De stoom wordt verkregen uit een stoomvormer met een capaciteit van 1700 kg/h.

3.7 Besturing (zie foto op blz. 264)

De gehele klimaatregeling wordt bestuurd via bedieningskasten, een „blindschema”, storingsmelding en regelapparatuur in de centrale controlekamer. Een wand met panelen dient voor het Briefpostgebouw, de andere wand voor het PP-administratiegebouw.

4. Ruimte-verbindingen

4.1 Liften

In het geheel van gebouwen en technische installaties kunnen o.a. worden genoemd een 18-tal liftten in het gebouwencomplex OAK. Van deze 18 zijn er 6 liftten met ieder 12 stopplaatsen.

4.2 Sluizen

Tegen tocht en warmteverlies zijn sluizen gebouwd. Er zijn er met automatische draaideuren (bijkantoren en autotunnel), automatische schuifdeuren (toegang PP-gebouw) en met roldeuren (28 sluizen voor laadplaatsen pakketpostauto's). De sluizen voor de auto's zijn gecombineerd met verkeerslichten.

5. Beveiligingsinstallaties

5.1 Brandmeldinstallaties

De gebouwen zijn voorzien van ruim 700 Cerberus ionisatiemelders (radio-actief). Deze signaleren actieve rook.

De meldingen komen binnen op een centraal tableau, dat dag en nacht wordt bewaakt door technisch personeel, dat ook zorg draagt voor de bewaking en storingsopheffing in de gehele postmechanisatie.

Als op zon- en feestdagen deze post verlaten is, vindt doorschakeling van brandmeldingen plaats naar de gemeentelijke brandweer.

5.2 Kluisbeveiliging

Alle kluisen in de gebouwen zijn op de modernste wijze beveiligd. Bij wijze van voorbeeld moge dienen, dat een tikje met een vinger of de warmte van een brandende sigaret tegen de kluisdeur voldoende is om een stil-alarm aan de politie door te geven.

Om toevallige aanraking van de kluis uit te sluiten is, ter voorkoming van loos alarm, een afstand door middel van een ketting gewaarborgd.

5.3 Bliksemafleider-installatie

Een deel van de betonwapening van muren en dak is doorgelast aan het staal van 1300 heipalen (van de 4000 palen).

Dit aardnet wordt ook gebruikt voor de aarding van verdeelkasten.

6. Communicatie

6.1 Telefoon

Type UB

Netlijnen 45 stuks.

Toestellen 500 stuks.

6.2 Omroep

Er is een luidsprekernet met ruim 2300 luidsprekers in 80 armaturen, 12 versterkers en 4 microfoonposten. Over dit net wordt ook „muziek bij het werk” uitgezonden. In de nachtdiensten door middel van gehuurde bandcassettes.

6.3 HF-oproep

Het technische personeel van de storingsdiensten is zonodig bereikbaar via een HF-ontvanger, die wordt meege dragen. Iedere monteur heeft een eigen kanaal, dat eenzijdig wordt gebruikt nl. van de oproepende man aan de controlepost naar de betreffende monteur.

Zowel in het briefpostgebouw als in het PP-gebouw is hiervoor een antenne met zender geplaatst. Er zijn 15 ontvangers.

6.4 TV-bewaking

Voor de bewaking van de eigendommen van het personeel is, zowel in de garderobe als in de bromfietsen- en fietsenstallingen, een stelsel van TV-camera's geplaatst. De 23 camera's worden automatisch bediend; de bewaking geschiedt op een aantal monitors, welke staan opgesteld op een continue bezette plaats. De TV-bewaking is gecombineerd met op afstand bedienbare foto-apparatuur.

6.5 Klokken

De klokkeninstallatie omvat 300 binnenklokken en buitenklokken.

Systeem: gepolariseerde impulsen.

De centrale apparatuur is in de telefooncentrale ondergebracht.

Met voornoemde 29 installaties is een redelijke indruk verkregen van de geïnstalleerde gebouweninstallaties, welke alle in eigen beheer — met uitzondering van de telefoon — door de Technische Dienst worden onderhouden en/of gewijzigd.

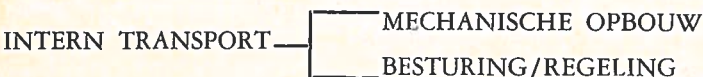
Postmechanisatie

Naast de reeds genoemde uitgebreide collectie installaties is een wellicht nog omvangrijker assortiment van post-technische installaties gebouwd. Om enig beeld in de veelheid te krijgen is het volgende schema nuttig.

De techniek van de post-mechanisatie is te verdelen in het *interne transport* en in de *automatisering*.



Het intern transport is te splitsen in de mechanische opbouw en de besturing.



Een verdere opdeling geeft een veelheid aan goten, vlakken, banden, kettingen, weeginstallaties, kasten, panelen, relais, fotocellen, contacten, codeerapparaten, leesapparaten enz. tot en met een computer te zien.

mechanische opbouw	}	rollen	3200 stuks
		motoren en aandrijvingen	600 stuks
		compressoren	
		goten en bunkervlakken	
		stortschifftafels	
		zakcentransporteurs (ketting)	grootste = 850 m
		3 soorten weegbanden	
		bakkenbanden	20 km lengte!
		zakkenbanden	
		bundelbanden	

Een en ander is uitgevoerd met verschillende snelheden en voorzien van diverse uitrustingen als, *afschuivers, koppelingen, spaninrichtingen, veiligheidskleppen, wisselbanden, uitrekbanden, remgordijnen* en dergelijke.

Om al deze mechanische apparatuur, elektrisch of pneumatisch aangedreven, goed op elkaar afgestemd te doen werken en signaleren is een nog uitgebreider stelsel van zwakstroom, sterkstroom, elektronica- en pneumatische regelapparatuur aanwezig.

BESTURING/REGELING	}	motoren	400 stuks
		gelijkrichters	
		noodstoppen	
		inschakelpanelen	
		relais-centrales	20.000 relais
		fotocellen	1100 stuks
		meldcontacten	
		codeer-inrichtingen	
		leesstations	400 stuks
		geheugentrommels	
		programmamotoren	
		computer	
enz. enz.			

Het interne transport is bedoeld om de menselijke arbeid te verlichten, vooral het vroegere til- en sleepwerk is hierdoor sterk afgenomen.

Dit transport geeft tevens de gelegenheid het arbeidsproces beter te beheersen door middel van opslagcapaciteit en piekverwerking.

Kostenbesparing (personeelskosten) wegen (nog) niet op tegen de kosten van de apparatuur inclusief het onderhoud.

Te zijner tijd kan besparing worden verwacht als de mechanisatie in combinatie met automatisering wordt toegepast. De eerste aanzet krijgt binnenkort gestalte.

AUTOMATISERING	}	PAKKETTENSORTEERMACHINE
		AUTOMATISCHE SCHIFT-, OPZET-, STEMPEL-, SORTEERMACHINES

De pakkettensorteermachine is in bedrijf; in september zal de eerste automatische schift(opzet)stempelmachine worden geplaatst, welke in beperkte mate ook enig sorteerwerk (giro) verricht. De tweede machine komt korte tijd later. De machines zullen van het Japanse fabrikaat Toshiba zijn.

De gehele inrichting met posttechnische apparatuur van beide gebouwen is ontwikkeld door PTT; afdeling PM II voor de mechanische opbouw, PM III voor de zwakstroom- en elektronicabesturing een en ander in samenwerking met het DNL en leverancier. Tot slot volgt hier nu een greep uit dit kolossale geheel van de postmechanisatie. Gesproken is reeds over codeer- en leesapparatuur. Deze apparatuur toegepast op het bak-transport (vervoer van losse opgezette of voorgesorteerde brieven naar de verwerkingsplaatsen) heeft de naam MUCO-systeem. (zie foto op blz. 270)

MAGNETISCHE-UITWISBARE CODERING

Het uitwisbare krijgt hier de nadruk, omdat er ook systemen zijn met vaste magneten. Met dit systeem is het mogelijk aan losse bakken een code mee te geven, welke onverbreekelijk met de bak is verbonden en zonder apparatuur niet gewijzigd kan worden. De code blijft bewaard, ook als de bak van de band wordt genomen en elders wordt opgeslagen (of wordt vervoerd naar een ander kantoor).

De code wordt uitgelezen door lezers, die in het bandlichaam zijn gemonteerd. Dit lezen geschiedt hoofdzakelijk dynamisch, dus uit een bewegende bak op de band boven de lezer.

Afhankelijk van de bestemming van de bak geeft de lezer commando's aan afschuivers en eventueel andere apparatuur.

De brievenbak bevat 9 magnetiseerbare stalen stripjes in de bodem, bestemd voor de adrescode. Er zijn ook nog 6 stripjes aangebracht, die een afzendercode kunnen krijgen.

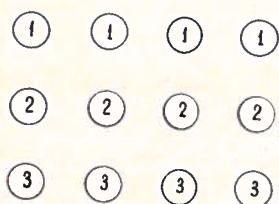
Elk stripje kan 3 magnetische toestanden hebben nl. NZ gepolariseerd, ZN gepolariseerd en ongemagnetiseerd.

De laatste toestand wordt nooit gebruikt. Er blijven per stripje dan twee mogelijkheden. Aangezien het middelste stripje wordt gebruikt om de plaatsing van de bak te herkennen, kunnen er met de 8 overblijvende stripjes $2^8 = 256$ plaatsen worden gecodeerd. De 6 afzenderstripjes komen overeen met $2^6 = 64$ afzenderplaatsen.

Het magnetiseren van de 8 stripjes moet op eenvoudige wijze geschieden ter voorkoming van fouten. Een getal van 8 cijfers op een toetsenbord aanslaan is dus ontoelaatbaar. Als de 8 stripjes gezien worden als 4 groepjes van 2 strippen, dan kent iedere groep 4 mogelijkheden nl.:

		b		a
		0	1	0
0 — beide stripjes in toestand	0	0		0
1 — stripje a in toestand	1	0		1
2 — stripje b in toestand	1	1		0
3 — beide stripjes in toestand	1	1		1

Als we nu zorgen, dat toestand 0 (o.o) zonder het aanslaan van een toets verkregen wordt, zijn er slechts 3 toetsen nodig voor de toestand 0.1, 1.0 en 1.1.

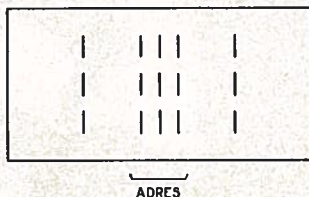


Voor de vier groepjes van 2 strippen dus 4×3 toetsen als volgt gegroepeerd:

Men kan nu door het aanslaan van maximaal vier toetsen (een codegetal van 4 cijfers) 8 stripjes magnetiseren. Dit codegetal van redelijk grote eenvoud lijkt een getal uit het tientallig-stelsel (2130 of 1221 bijv.) doch in wezen is het een getal uit een quaternair-stelsel (cijfers van $1 + 2 + 3 + 0$).

Op deze wijze worden 256 mogelijkheden gebruikt volgens een binaire code in 8 stripjes.

Op gelijke wijze is de afzendercode in een schijnbaar tientallig-stelsel weer te geven. In werkelijkheid worden de 6 stripjes verdeeld in 2×3



In elk drietal kunnen lineair 8 toestanden ontstaan ($0 \dots 7$). We hebben als het ware een octaal-talstelsel gekregen met als hoogste getal 77 voor 64 mogelijkheden.

Het uitlezen van de code geschiedt in een *lezer*. Deze lezer heeft (alleen voor adrescode) 9 *magnetometers*, een stelsel van spoelen, die de polariteit van de magnetische stripjes kunnen vaststellen. Deze polariteit wordt vastgelegd in 9 polaire relais, waarmee als het ware een telschakeling in een stand wordt gezet, welke met de gelezen code overeenkomt.

Van de elektronische centrale apparatuur uit wordt nu, via een zender, over de kabel met HF-impulsen de telschakeling weer in de ruststand gebracht; het aantal pulsen bepaalt de gelezen code. Als de gelezen code overeenstemt met een geprogrammeerde code geeft de centrale een afschuifcommando aan de relaiscentrale.

Het zou teveel gevergd zijn van de lezer om in dit kader dieper op de werking in te gaan. Voor geïnteresseerden is het nuttig te weten, dat het Mucosysteem beschreven is in een uitgave van het DNL nl.: Beschrijving nr. 107 DNL, deel I tot en met deel IX van 1969/1970.

Vorenstaande uiteenzetting is niet voldoende om een goed beeld te krijgen van de zeer omvangrijke installaties, welke een modern postbedrijf binnen zijn muren heeft. Een studie van jaren zou nodig zijn om het geheel te kunnen overzien, Iedere specialisatie vraagt ook hier eigen vakmensen, naast degenen die van „alle markten” thuis moeten zijn. Ook op dit gebied geldt, dat kennis alleen te verwerven is door studie en belangstelling.

Het Studieblad PTT heeft hiermede een open oor en oog getoond en belangstelling van de lezers gewekt, voor het Districtspostkantoor en zijn technische installaties.



Telefoonaanpassingen t.b.v. lichamelijk gehandicapten

P. J. BOOMGAARD

(Vervolg van blz. 252)

Het tot stand komen van een impulsreeks

(Zie figuur 17 op blz. 251 in het julinummer).

Indien bijv. toets 5 wordt ingedrukt dan ontstaat tussen punt 2 en 3 een spanning, welke wordt bepaald door R 1, R 2 en R 2a in de impulsgever en de gezamenlijke waarde van R 1 t/m R 4 en R 5 t/m R 9 in het kiestoetsenkastje. Deze spanning zal condensator C 1 dus tot een bepaalde waarde laden. Daar de laadtijd (RC-tijd) klein is (3 ms) is kort indrukken van de toets voldoende voor een maximale lading. De condensator C 1 is van het type gemetalliseerd polyester; dit type heeft een redelijke stabiliteit.

Na het loslaten van toets 5, wordt punt 3 en daarmee C 1 verbonden met punt 5. De geladen condensator wordt dan via R 3 aan de basis van transistor TS 1 aangeboden, waardoor een basis-emitterstroom gaat lopen via R 3, R 6, R 6a en R 6b. Het hierdoor gevormde ontlaadcircuit is zeer hoogohmig, zodat C 1 langzaam wordt ontladen. De basis van TS 2 volgt het potentiaal van de emitter van TS 1, zodat TS 2 in geleiding komt en de collector dientengevolge een positieve potentiaal aanneemt. De positieve spanningsprong wordt via R 10 medegedeeld aan transistor TS 4, welke van geleidende in geblokkeerde toestand komt te verkeren. Deze neemt de positieve potentiaal van basis TS 5 weg, zodat de astabiele trekker (AST) gevormd door transistor TS 5 en TS 6 wordt vrijgelaten. Deze gaat schakelen met een frequentie welke afhankelijk is van de waarde van resp. C 3 - R 14 - R 14a en C 4 - R 15 en R 15a. Schakeltransistor TS 7 volgt deze frequentie en bestuurt het relais I.

Resumerend kan men stellen dat na het loslaten van de ingedrukte toets, de basis van TS 5 een spanningsprong ondervindt van positief naar negatief. Onder invloed hiervan begint TS 5 met de geleidende toestand, terwijl TS 6 wordt geblokkeerd, hetgeen bij TS 7 resulteert in geleidende toestand en dit heeft het opkomen van relais I tot gevolg. Daar het relais I voor de impulsen zorgt moet dit relais nu zolang opblijven, totdat het contact i gedurende 60 ms open is geweest. Dit is afhankelijk van de waarde van C 3, R 14 en R 14a. Als de AST omklapt dan komt TS 6 in geleidende toestand, TS 5 neemt de geblokkeerde toestand aan en TS 7 komt weer in geleiding, waardoor het relais I afvalt.

Deze situatie dient zolang voort te duren totdat het i-contact gedurende 40 ms gesloten is geweest. Dit is afhankelijk van de laadtijd van C 4, welke wordt ingesteld m.b.v. regelbare weerstand R 15a. Wanneer TS 6 dan geblokkeerd wordt, komt het relais I weer op en begint aan de tweede impuls. Wanneer het relais I weer afvalt na de vijfde impuls, dan dient dit af te blijven (toets 5 werd gedrukt). Een teken hiertoe dient dus na het loslaten van toets 5, in tijd gemeten, te worden gegeven na $5 \times 60 + 4 \times 40$ ms (5 impulsen, waartussen 4 x pauze). Deze informatie kan plaatsvinden door aan de basis van transistor TS 5 een positieve spanningsprong te laten ontstaan, hetgeen inderdaad als volgt gebeurt.

Bij het loslaten van de ingedrukte toets wordt condensator C 1 geladen aangeboden aan de basis van transistor TS 1.

De lading, ontvangen via de spanningsdeler en de ontlading via TS 1, R 6, R 6a en R 6b, is zodanig bepaald dat na een bekend tijdsverloop de condensator ca. 1/3 van zijn

lading is kwijtgeraakt. De verder dalende spanning, welke hiervan het gevolg is, brengt een wijziging in de collectorstroom van transistor TS 2 teweeg. De basis van transistor TS 3 heeft door de weerstanden R 8 en R 9 een zodanige instelling, dat er vrijwel geen collectorstroom vloeit. De gewijzigde collectorspanning van transistor TS 2 echter wordt nu via C 2 met een negatieve impuls medegedeeld aan transistor TS 3, welke onmiddellijk in geleiding komt en via R 4 van 220 ohm tot zeer snelle eindontlading van C 1 overgaat. (Dit vergt ca. 0,5 ms). Deze schakeltoestand van transistor TS 3 wordt ondersteund door de verdergaande spanningsdaling aan de collector van transistor TS 2, waardoor een lawine-effect ontstaat. Aldus wordt condensator C 1 op zeer snelle wijze geheel ontladen waardoor een stabiel schakelpunt wordt verkregen.

Tengevolge van de ontlading van condensator C 1 komen de transistoren TS 1 en TS 2 weer in geblokkeerde toestand te verkeren en zal de collector van TS 2 een negatieve waarde aannemen waardoor transistor TS 4 in geleiding komt. De basis van transistor TS 5 ondervindt een positieve spanningsprong. Dit laatste is het gewenste stopteken voor de AST welke gedwongen wordt de ruststand in te nemen tengevolge waarvan het relais I niet opnieuw wordt bekrachtigd.

In het genoemde voorbeeld moet de tijd gedurende welke de basis van transistor TS 5 negatief is minimaal $5 \times 60 + 4 \times 40$ ms en maximaal $5 \times 60 + 5 \times 40$ ms bedragen.

Indien de duur korter is zal de vijfde impuls worden ingekort en wanneer de duur langer is dan zal een begin van een zesde impuls worden verkregen. Ter wille van enige tolerantie dient bij de afregeling het gunstigste punt te worden bepaald. Dit kan geschieden door tijdmeting langs elektronische weg en wel aan de basis van transistor TS 5 of aan de collector van transistor TS 2. Het beste kan men hiervoor 10 impulsen zenden en

dan inregelen op een tijd van $10 \times 60 + 9 \times 40 + \frac{40}{2} = \text{ca. } 980$ ms. De inregeling

geschiedt door verdraaiing van regelbare weerstand R 6a.

De werking en juiste afregeling zijn aan te tonen met behulp van een 2-kanalige oscilloscoop. Met het ene kanaal worden de uitgezonden impulsen geschreven en met het andere kanaal wordt de collectorspanning van TS 2 afgetast. Men verkrijgt dan bij het geven van 7 impulsen een beeld als weergegeven in figuur 18a. Figuur 18b geeft aan, dat bij het indrukken van toets 10 het uitschakelpunt te vroeg valt. Figuur 18c geeft aan dat bij 10 impulsen het uitschakelpunt te laat is ingesteld, waardoor een deel van een elfde impuls wordt gevormd.

Meer praktisch is de inregeling met behulp van een elektronische tijdmeteter waarbij door het verdraaien van R 6a bij elke impulsserie de minimumwaarde wordt bepaald van de

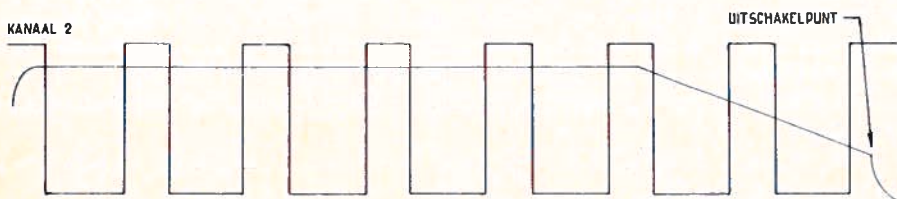


FIG 18 a

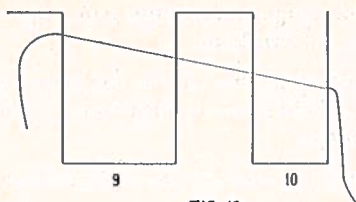


FIG 18b

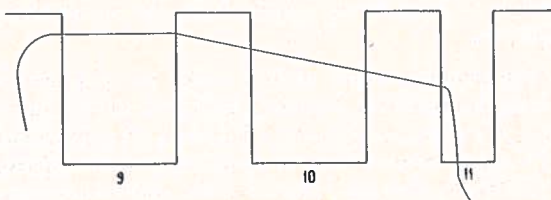


FIG 18c

laatste impuls. Deze metingen dienen plaats te vinden bij gemiddelde temperatuur en gemiddelde netspanning.

AFREGELING

Uit het voorgaande zal duidelijk zijn geworden, dat aan een exacte afregeling van de schakeling moeilijk kan worden ontkomen.

Er is hier immers sprake van 2 op elkaar afgestemde schakeleenheden. De ene schakeleenheid is een impulsgever in de vorm van een astabiele trekker welke impulsen van vastgestelde waarde levert.

De andere schakeleenheid bepaalt de tijd dat de impulsgever mag functioneren. De tijd-afbakening mag zich door veroudering of andere oorzaken niet wijzigen. De ingestelde tijden staan echter in nauwe relatie tot de tijd welke een impulsserie nodig heeft om tot stand te komen. De impuls-pauzetijden dienen zich derhalve ook niet te wijzigen.

Hoewel de schakeling en de hierin gebruikte onderdelen gericht zijn op grote stabiliteit moet er rekening worden gehouden met een aantal variabelen zoals omgevingstemperatuur, voedingsspanning en veroudering der onderdelen, welke de werking kunnen beïnvloeden. Enige tolerantie dient daarom in de apparatuur aanwezig te zijn om de gevolgen van lichte ontregeling uit te sluiten.

Aan de afregeling zal dus zorg moeten worden besteed, waarbij opgemerkt wordt dat deze alleen naar behoren kan plaatsvinden in een goed geoutilleerde werkplaats.

VOORKOMEN VAN ONTREGELING

Opgemerkt werd reeds dat de voedingsspanning gestabiliseerd is met behulp van zenerdioden, welke zijn voorzien van een klein warmte-afvoerschild. Wanneer de voedingsspanning, verkregen van de gelijkrichter, hoog is dan zullen de zenerdioden, vooral wanneer het apparaat gedurende lange perioden niet wordt gebruikt, een grote stroom dissiperen en derhalve warm worden. De zenerdioden hebben een positieve temperatuurs-

coëfficiënt, d.w.z. wanneer de temperatuur stijgt dan stijgt ook de spanning, welke als eigenlijke schakelspanning beschikbaar komt.

Wanneer echter deze spanning stijgt dan zal de instelling van het tijdafbakingscircuit onder invloed van een grotere lading van condensator C 1 zich in positieve zin wijzigen, d.w.z. de ontladingstijd neemt toe.

Dit zou inhouden dat er meer impulsen in één afgebakende tijdslimiet passen dan bij lagere spanning het geval was.

De schakeling, welke de impulsen vormt, komt hier echter te hulp door bij een hogere spanning juist langzamer te gaan functioneren, d.w.z. dat hij minder impulsen aflevert binnen hetzelfde tijdsbestek.

Bij een hogere voedingsspanning wordt de tijd welke een impulsserie in beslag neemt groter, maar het tijdafbakingscircuit laat de impulsgever ook langere tijd functioneren, zodat de beide wijzigingen elkaar compenseren. Helaas is de compensatie niet 100%. Het tijdafbakingscircuit varieert sterker met de spanning dan de impulsgever dit doet. De ontregeling van het tijdafbakingscircuit moet daarom worden tegengegaan.

Voor een goed begrip moeten we nu even terug naar de oorzaak van deze ontregeling.

De hoge voedingsspanning uit de gelijkrichter kan worden verklaard door de aanwezigheid van een hoge netspanning. Door de hoge voedingsspanning worden de zenerdioden zwaarder belast — uiteraard binnen de grenzen van het toelaatbare — waardoor deze warm worden. Dit verschijnsel wordt ondersteund door de gewoonte de apparatuur dag en nacht onder spanning te laten staan. De warmteontwikkeling heeft tot gevolg dat de eigenlijk beschikbare schakelspanning stijgt maar ook dat de omgeving, i.c. de onderdelen in de kast, worden verwarmd door de warmte-afgifte van de schilden van de zenerdioden. In de praktijk blijkt nu dat de warmte-ontwikkeling van buitenaf dezelfde invloed heeft als de warmte-ontwikkeling welke ontstaat door een hogere voedingsspanning.

Dit maakt uiteraard de zaak eenvoudiger. Uitgaande van de noodzaak van temperatuurscompensatie is in het tijdafbakingscircuit een weerstand opgenomen met een negatieve temperatuurscoëfficiënt (NTC). Deze NTC, welke bij hogere temperaturen in waarde daalt, zorgt daarmee voor een snellere ontlading van condensator C 1. Zie in fig. 17 weerstand R 6b. De hoge voedingsspanning, waarmee condensator C 1 wordt geladen, wordt door de daling van de waarde van NTC, R 6b enigermate gecompenseerd.

De bovengenoemde eigenschappen en maatregelen hebben geleid tot een goede stabiliteit van de schakeling mits de omstandigheden normaal zijn. Het zal duidelijk zijn dat bijv. het plaatsen van de kast binnen directe zonbestraling of boven een verwarmingstoestel tot ontregeling kan leiden. Evenzo geldt dit voor zeer lage temperaturen, want al het hiervoor beschrevene geldt in omgekeerde zin voor lage spanningen welke zoals we zagen ontstaan kunnen door temperatuurverlaging.

(wordt vervolgd)

Elektronische schakelingen en hun componenten

W. H. IJDO

Onder de naam elektronische schakelingen heeft zich een techniek ontwikkeld met een grote dynamiek en tevens een veelheid van benamingen.

Om voor degenen die, door de komst en verdere ontwikkeling van de elektronische telefooncentrales, hiermee worden geconfronteerd enige orde op zaken te stellen, wil deze uiteenzetting een bijdrage leveren.

De behandeling van deze materie laat zich in twee groepen scheiden en wel ten eerste: de discrete componenten en geïntegreerde schakelingen en ten tweede de diverse methoden van logische schakeltechnieken.

Richten we allereerst het oog op de discrete componenten dan komen we tot de gevolgtrekking, dat er behalve de reeds ingeburgerde componenten als transistor en tweelagen diode, er in de hedendaagse moderne halfgeleider-techniek nog een aantal halfgeleiders zijn ontwikkeld die van groot belang zijn voor verdere mogelijkheden van de schakel- en regeltechniek.

Een halfgeleider waarvan de toepassing, de werking en de karakteristieke eigenschappen nog niet op ruime schaal bekend zijn is de Shockley- of vierlagendiode.

De benaming „diode” heeft deze halfgeleider te danken aan zijn twee aansluitingen die men desgewenst als kathode en anode kan aanduiden.

Vierlagen-halfgeleiders met drie aansluitingen bezitten behalve de reeds genoemde kathode en anode, nog een derde elektrode en wel de zgn. „stuurelektrode”.

In de Engelstalige vakliteratuur wordt een halfgeleiderschakelaar met twee aansluitingen „the two-terminal solid state switch” genoemd en een halfgeleidersschakelaar met drie aansluitingen „the three-terminal solid state switch”.

Schakelementen van de laatst genoemde soort zijn beter bekend onder de naam thyristor.

In de buizentechniek vindt men een analoogelement onder de naam „thyatron”.

Bezien we nu in de eerste plaats de Shockley- of vierlagendiode dan kunnen we aantekenen dat dit element, evenals iedere schakelaar, zich in twee stabiele toestanden kan bevinden nl. „open” of „dicht”.

Dit duidt op een bi-stabiel element.

De vierlagendiode biedt in „open” toestand een weerstand aan die varieert van ca. 3 tot 30 Ω .

In gesloten toestand manifesteert deze weerstand zich als een blokkering liggend tussen 10 M Ω en 100 M Ω .

De overschakeling van de „gesloten” naar „open” toestand wordt bewerkt door verhoging van de over de diode geschakelde spanning.

De diode is opgebouwd uit 4 laagjes silicium of germanium volgens een PNPN configuratie (fig. 1).

Tegenwoordig wordt hoofdzakelijk silicium als halfgeleider materiaal gebruikt. Silicium heeft t.o.v. germanium voordelen wat betreft een kleinere lekstroom (I_{co}) en een hogere smelttemperatuur.

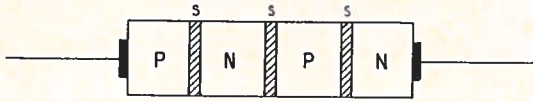


FIG 1

Bezien we fig. 1 dan is daaruit te concluderen, dat de getekende configuratie bestaat uit twee geleidende lagen van p- en n-silicium.

Deze lagen (junction) van verontreinigd silicium kunnen worden verondersteld, gescheiden van elkaar te zijn door een structureel denkbeeldige grens- of blokkeerlaag (S), ook wel genoemd overgangslaag.

Hoe groot de blokkering van een p- en n-overgang is wordt bepaald door de specifieke weerstand van het p- en n-gebied.

De vierlagendiode kent 3 van deze overgangsgebieden, 01, 02 en 03.

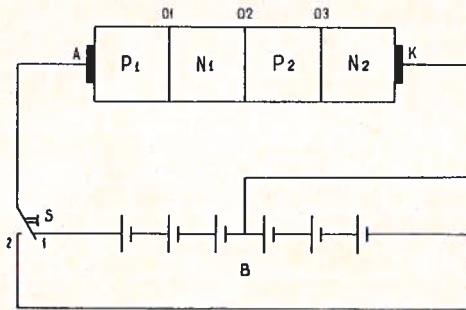


FIG 2

In fig. 2 is de vierlagendiode getekend, aangesloten op een spanningsbron B.

De schakelaar S is in staat de polariteit van de spanningsbron t.o.v. de vierlagendiode te wisselen.

Staat de schakelaar in stand 1 dan wordt de plus van de batterij aan het p-silicium en de min van de batterij aan het n-silicium geschakeld.

De aansluiting aan het p-materiaal wordt de anode (A) genoemd en die aan het n-materiaal de kathode (K).

Deze in deze polariteit aangesloten vierlagendiode zal op het overgangsgebied 02 een „blokkering” vertonen en voor de beide andere overgangsgebieden 01 en 03 een „doorlaat”.

Meet men de stroom in het circuit B-A-K dan is slechts een zeer kleine lekstroom merkbaar.

Om tot de uitspraak „blokkeer” of „doorlaat” te komen moet men a.h.w. het poten-

tiaalverschil tussen A en K „door de lagen heen” zien werken. De p1- en p2-gebieden zijn nu positief gekenmerkt t.g.v. de uitwendige spanningsbron B. Het gevolg is dat er gaten en elektronen uit de grenszones 01 en 03 worden weggetrokken, in een zodanige orde van grootte, dat er een uitwisseling van gaten en elektronen over de grenslaag zal plaats vinden, daardoor wordt de grenszone (ook wel barrière-laag genoemd) verkleind.

In de grenszone 02 wordt echter het elektronen- en gaten-arme gebied vergroot, ook weer d.m.v. de spanningsbron B. De elektronen in het n1-gebied worden dan a.h.w. „weggedrukt” van de grenszone door de negatieve uitwendige spanning B via p2.

De gaten in het p-gebied worden „weggedrukt” door de positieve spanning die n1 krijgt t.o.v. p2.

Het gevolg hiervan effectueert zich in een verbreding van de zgn. barrière-laag.

Keert men de polariteit van de batterij B om dan staan er wat de „spanningsrichting” betreft twee overgangslagen in blokkeerrichting geschakeld, nl. 01 en 03 en de overgangslaag 02 in de doorlaatrichting. (schakelaar S in stand 2).

De situatie met de schakelaar in stand 1 noemt men de „doorlaatrichting”, waaruit men echter niet mag concluderen dat de diode nu zonder meer geleidt.

Dit vindt pas plaats bij het overschrijden van de zgn. „doorslagspanning”.

Om tot een beter begrip te komen van de processen die zich in de vierlagendiodeconstellatie afspelen „ontleden” we de p-n-p-n-lagen in een p-n-p- en een n-p-n-configuratie (fig. 3).

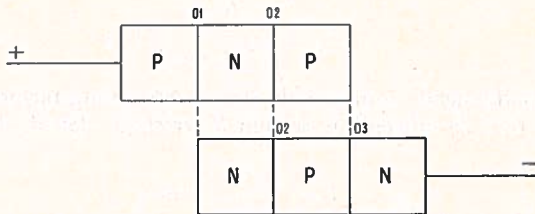


FIG 3

Een verklaring van de werking is langs verschillende wegen mogelijk, twee ervan worden hier besproken.

Bezien we van fig. 4 het p-n-p-gedeelte en beschouwen we deze als losstaande van het n-p-n-deel dan loopt er een gatenstroom van emitter e1 via basis b1 naar collector c1. Deze stroom wordt bepaald door de stroomversterkingsfactor α_1 .

Waarbij

$$\frac{I_c}{I_e} = \alpha_1 \text{ en } I_e - (I_b + I_c) = 0.$$

In het n-p-n-gedeelte zal de stroomversterkingsfactor α_2 de elektronenstroom bepalen die van de emitter e2 naar de collector c2 loopt.

Ook hier gelden dezelfde formules als bovenstaand.

Combinatie van beide transistors leidt tot fig. 4.

De stroom die door deze configuratie gaat kunnen we zien als de gatenstroom $I_{e1}\alpha_1$ uit

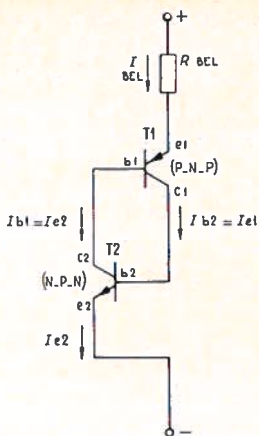


FIG 4

de emitter e1, de elektronenstroom $I_{\alpha 2}$ vanuit de emitter e2, plus de lekstroom I_{co} . De stroom door de overgangslagen moet gelijk zijn aan de buiten de vierlagendiode lopende stroom I . Deze stroom is in fig. 4 uitgedrukt door de belastingsstroom: I_{bel} . Deze stroom wordt dan uitgedrukt in de formule:

$$I = \frac{I_{co}}{1 - (\alpha_1 + \alpha_2)} \quad (1)$$

De in de noemer voorkomende som van de stroomversterkingsfactoren kan een waarde aannemen van bijv. 0,8, de uitwendige stroom I verschijnt dan in de grootte van:

$$I = \frac{I_{co}}{0,2} = 5 I_{co}$$

Deze uitwendige stroom I vertoont zich gedurende de stabiele toestand van de Shockleydioden, in deze situatie manifesteert deze zich als een zeer grote impedantie.

Dit blijkt mede uit de formule $I = 5 I_{co}$.

De lekstroom I_{co} is immers zeer klein bij p-n overgangen.

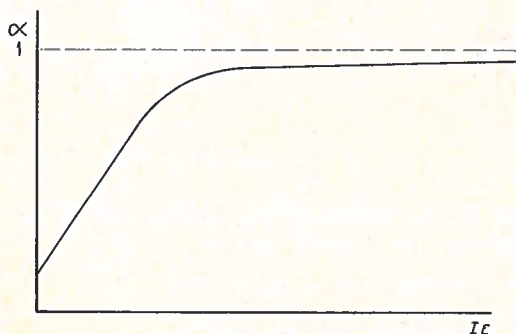


FIG 5

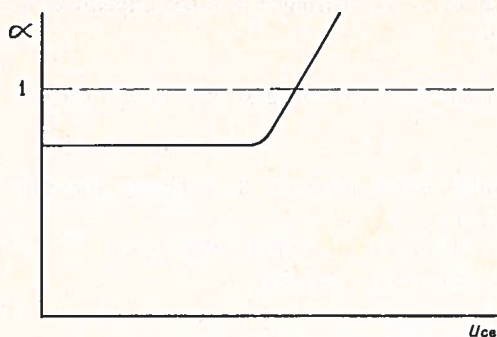


FIG 6

Bezien we de uitdrukking onder (1) gesteld nader, dan kan worden gezegd dat I zeer groot zal worden als de noemer $1 - (\alpha_1 + \alpha_2)$, tot nul nadert.

De consequentie hiervan is dat dan $\alpha_1 + \alpha_2$ tot één nadert.

Wiskundig aldus geïnterpreteerd:

$$\alpha_1 + \alpha_2 = \lim_{\alpha_1 + \alpha_2 \rightarrow 1}$$

De vraag rest nu nog welke mogelijkheden er zijn om de stroomversterkingsfactor te vergroten.

We blijven de p-n-p-n-configuratie dan zien als een afzonderlijke p-n-p en n-p-n-transistor en komen tot twee mogelijkheden:

1e. d.m.v. vergroting van de emitterstroom I_e , fig. 5 laat het verband zien tussen I_e als onafhankelijk veranderlijke en α als afhankelijk veranderlijke.

Wiskundig benadert is: $\alpha = f(I_e)$.

Uit de grafiek (fig. 5) is te zien dat bij een kleine emitterstroom de stroomversterkingsfactor gering is. Dit verklaart ook het verschijnsel dat onder deze omstandigheden $\alpha_1 + \alpha_2$ de waarden 0,8 à 0,9 kunnen aannemen. Immers in blokerende toestand is de emitterstroom (I_e) zeer klein.

2e. Het laten toenemen van de collector-emitterspanning (fig. 6). Door de vrij stijle oploop van de stroomversterkingsfactor is voorzichtigheid aan te bevelen, daar anders blijvende beschadiging kan optreden.

Een tweede verklaring volgt uit fig. 4 waar de vierlagendiode is voorgesteld als een basis-collectorgekoppelde p-n-p en n-p-n-transistor.

De weerstand R_{bel} . geeft de belasting van deze configuratie aan en I_{bel} . de belastingsstroom.

Uit de schakeling van fig. 4 kunnen we opmaken dat de basisstroom van T1 gelijk moet zijn aan de collectorstroom van T2, evenzo is de basisstroom van transistor T2 gelijk aan de collectorstroom van T1.

Verder moet de stroom door de belastingweerstand, de emitterstroom van T1 en T2 en de stroom die naar de minus loopt aan elkaar gelijk zijn.

Bedenken we tevens dat de collectorstromen worden uitgedrukt in de formule:
 $I_c = \alpha' I_b + (\alpha' + 1) I_{co}$

Vervangen we $(\alpha' + 1) I_{co}$ door I_{co}' dan gaat deze vorm over in:
 $I_c = \alpha' I_b + I_{co}'$.

Gelet op het vorenstaande is het mogelijk de volgende formules te noteren:

$$I_{b1} = I_{c2} = \alpha' I_{b2} + I_{co'2} \quad (2)$$

$$I_{b2} = I_{c1} = \alpha' I_{b1} + I_{co'1} \quad (3)$$

$$I_{e1} = I_{e2} = I_{b1} = I_{c1} + I_{b1} = I_{c2} + I_{b2} \quad (4)$$

Vergelijking (3) gesubstitueerd in (2) geeft:

$$I_{b1} = \alpha' I_{b2} \{ \alpha' I_{b1} + I_{co'1} \} + \alpha' I_{co'2} \quad (5)$$

In de gesubstitueerde formule (2) is de factor I_{b2} vervangen door:
 $\alpha' I_{b1} + I_{co'1}$.

De door deze wiskundige handelingen ontstane formule (5) is nu als volgt uit te werken:

$$I_{b1} = \alpha' I_{b1} + \alpha' I_{co'1} + \alpha' I_{co'2}$$

Door de factor $\alpha' I_{b1}$ naar het linkerlid te brengen verkrijgt men de volgende vorm:

$$I_{b1} (1 - \alpha'^2) = \alpha' I_{co'1} + \alpha' I_{co'2}$$

Hieruit volgt door deling, door $1 - \alpha'^2$:

$$I_{b1} = \frac{\alpha' I_{co'1} + \alpha' I_{co'2}}{1 - \alpha'^2}$$

Uit deze vorm is te zien dat I_{b1} groot wordt als de noemer $1 - \alpha'^2$ tot nul nadert.

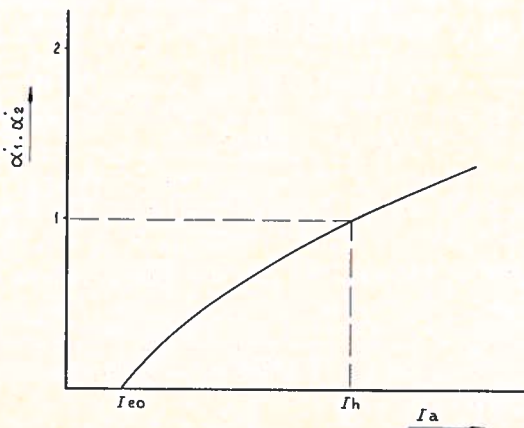
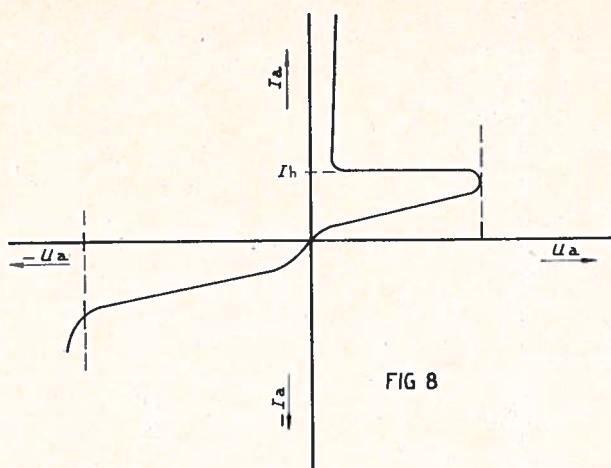


FIG 7



Dit zal zich voordoen als $\alpha'1$ $\alpha'2$ nadert tot één.

Hieruit is te zien dat dan ook de belastingsstroom I_{bel} en I_{e2} toeneemt.

$$\text{Immers: } I_{e2} = \frac{I_{c2}}{\alpha} \text{ en daar } I_{c2} = I_{b1}, \text{ is } I_{e2} = \frac{I_{c2}}{\alpha}$$

In het geval dat als het produkt van de beide stroomversterkingsfactoren werkelijk één is, de emitterstromen oneindig groot zullen worden.

Deze stroom wordt dan alleen begrensd door de uitwendige impedantie van het circuit.

Het is gewenst de aanvangsstroomversterkingsfactor, op het moment dat het anodekathode potentiaal nog gering is, laag te houden.

Een beeld van het produkt van de stroomversterkingsfactoren als functie-afhankelijke grootheid van I_c is te zien in fig. 7.

Deze figuur informeert ons over de belangrijkheid van de lekstroom I_{co} .

Slechts door het toenemen van deze lekstroom door middel van temperatuur- of anodespanningsverhoging, is het produkt van de stroomversterkingsfactoren tot een waarde die nadert tot één te brengen.

Na overschrijding van het kritische punt ($\alpha'1 \times \alpha'2 = 1$) slaat de n-p junction door, dit is het overgangsgedrag I_h van fig. 8.

De vierlagendiode gaat dan direct over naar de volledig geleidende toestand. De stroom wordt dan uitsluitend bepaald door de op de diode aangesloten uitwendige impedantie.

Om minder afhankelijk te zijn van de temperatuursinvloeden kunnen parallel aan de basis en emitter van de beide transistorsecties ohmse weerstanden worden parallel geschakeld R_{p1} en R_{p2} (fig. 9).

Soms wordt dit tijdens de constructie reeds verwezenlijkt. Voor de besproken vierlagendiode is silicium te verkiezen boven germanium vanwege de kleinere lekstroom en de temperatuurgevoeligheid.

Uit de twee voorgaande causale en wiskundige beschouwingen, laat het zich niet moeilijk raden dat een toename van de emitterstroom en een daarmee samenhangende toe-

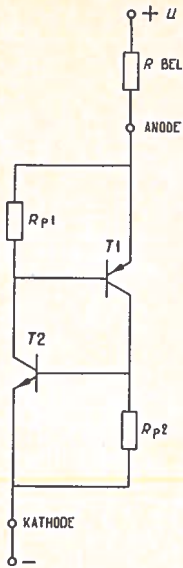


FIG 9



FIG 10

name van de stroomversterkingsfactor een lawine-effect veroorzaakt dat zal resulteren in een volledig opensturen van de vierlagendiode.

Op dit moment is de vierlagendiode in de tweede stabiele toestand gekomen, waarin deze een weerstand vertoont tussen 3 en 30 ohm.

De eerste stabiele toestand, waarin de diode een weerstand van 10 à 100 Mega-ohm manifesteert, is dan verlaten.

De omschakeling van de ene naar de andere stabiele toestand is door spanningsverhoging tussen anode en kathode tot stand gekomen, zoals in het vorenstaande werd beschreven.

Het gebruikte schemasymbool, als indicatie dat hier sprake is van een Shockley- of vierlagendiode, is in fig. 10 te zien.

(wordt vervolgd)

NEDERLANDS

W. C. VAN DAM

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

VERVOEGING

Werkwoorden kunnen worden vervoegd.

Persoonsvorm: Dit is de werkwoordsvorm, die in een zin kan veranderen.
Ik *werk* hard. Ik *werkte* hard. Hij *werkte* hard. Wij *werkten* hard.

Stam De stam is de persoonsvorm na *ik*.
Zoeken: ik zoek; graven: ik graaf; hakken: ik hak; gaan: ik ga;
zien: ik zie.

Tegenwoordige tijd

Enkelvoud:	ik	bak, drink, zie
	jij, u, hij, zij	bakt, drinkt, ziet
		bak, drink, zie jij?
Meervoud:	wij, jullie, zij	bakken, drinken, zien
	Let op: Werk je niet meer?	
	Werk je vader niet meer?	

Verleden tijd

Zwakke werkwoorden (ga uit van de stam)
Enkelvoud: ik, jij, u, hij, zij werkte, repareerde, monteerde,
Meervoud: wij, jullie, zij werkten, repareerden, monteerden.
wachtten, spoedden.

Sterke werkwoorden (de stam verandert)
Enkelvoud: ik, jij, u, hij, zij sprak, liep,
Meervoud: wij, jullie, zij spraken, liepen.

Voltooid deelwoorden

gehoord, gewerkt, gelopen, gewacht, gespeeld, gebaad, geholpen,
gezwommen.

Let op!	Hij } } }	ontkent	Hij heeft } } }	ontkend
		gelooft		geloofd
		beproeft		beproeft

Maar: Hij straft Hij heeft bestraft

Bijvoeglijke naamwoorden (zij noemen kenmerken, hoedanigheden
of bijzonderheden van zelfstandigheden: een vlijtige leerling) krijgen
meestal een e: goed - de goede man.

Evenzo: geharkt - geharkte paden
 gesmeed - het gesmede ijzer
 verloot - verlote schilderijen
 gespit - (om)gespitte akkers

Let op: de gekookte vis - de gebakken vis

Onvoltooid deelwoorden

Werkwoord + d(e)
(ik ben) spelend(e), wachtend(e), helpend(e), zwemmend(e)

Gebiedende wijs Enkelvoud (= stam) hoor, werk, loop. Jongen werk harder!
Meervoud (= Stam + t) hoort, werkt, loopt. Jongens werkt harder!

Aanvoegende wijs (men) hore, werke, lope
(= Stam + e) Leve de Koningin! Men *zij* op zijn hoede.
Men hoede zich voor namaak.

Aantonende wijs Tijden van de werkwoorden:

1. (o.t.t.) onvoltooide tegenwoordige tijd:	ik loop;
2. (v.t.t.) voltooid tegenwoordige tijd:	ik heb gelopen;
3. (o.v.t.) onvoltooid verleden tijd:	ik liep;
4. (v.t.t.) voltooid verleden tijd:	ik had gelopen;
5. (o.t.t.t.) onvoltooid toekomstige tijd:	ik zal lopen;
6. (v.t.t.t.) voltooid toekomstige tijd:	ik zal gelopen hebben;
7. (o.v.t.t.) onvoltooid verleden toekomstige tijd:	ik zou lopen;
8. (v.v.t.t.) voltooid verleden toekomstige tijd:	ik zou gelopen hebben.

Oefening 1.

Noot: Wanneer een nadere aanduiding ontbreekt, altijd het w.w. (werkwoord) in de tegenwoordige tijd en het zelfstandig naamwoord in het enkelvoud invullen!
(zelfstandige naamwoorden zijn gemakkelijk te herkennen, omdat er een lidwoord voor kan staan).

1. Men beweert, dat de mot-r van die auto even sterk is als die van een vliegma-ne.
2. (Vermoeden o.v.t.) u geen onraa-, toen u -nachts dat geru-t in u- tuin hoor-e?
3. Voor-duren- (gonzen o.v.t.) en (dreunen o.v.t.) de reu-achtige ele-tris- mot-ren.
4. Er wer- vertel-, dat dire-t na het opst-gen het vliegtui- plotseling (neerstorten o.v.t.).
5. Aanda-tig (turen o.v.t.) de of-i-ieren naar het bedr-gd- for-.
6. Die on-ozele jongen geloof- alles wat hem gezeg- wor-.
7. Honderd- soldaten zijn bij die vreselijke overval gedoo- of gewon-.
8. Lui- ratelen- liep de door Jan opgewond- wekker om zeven uur -morgen- af.
9. We stonden gezelli- te pra-en, toen een eig-aardig uitzien- man ons (naderen o.v.t.) en beleef- (groeten o.v.t.).
10. Hoe (bereiden o.t.t.) men ol-verf?
11. (Reseda m.v.) en (geran-um m.v.) vin- men niet in het wil-.
13. We wis- niet, hoe we de weg naar het mu-eum vinden moes-.
13. We wis- niet, hoew e de weg naar het mu-eum vinden moes-.
14. Kleine Piet (vleien o.v.t.) om een stukje -oco-lad- en (huiten o.v.t.), toen moeder het hem (weigeren o.v.t.).
15. De kap-t-n (berijden o.v.t.) een kol-a-le) zwarte hengst, de telkens st-gerd-.
16. Wat beteken- dat pop-tje, dat je daar op die muur geteken- heb-?
17. Door onze oude tuinman we- het verlor- hals-noer van Jetje gister- gevond-.
18. Het tap-t wer- opgenom- en grondig ger-nig-.

De uitwerking van deze oefening wordt volgende maand in ons blad geplaatst.

(wordt vervolgd)