

# STUDIEBLAD

TECHNISCH BLAD VOOR  
PTT PERSONEEL

In dit nummer:

**De telefooninstallatie TR43**  
**Ontwerpen van digitale schakelingen**  
**Verbindingswegen**  
**Technisch Engels**  
**Rubriek „Stellingen”**

Nr. 4, 38e jaargang

april 1983

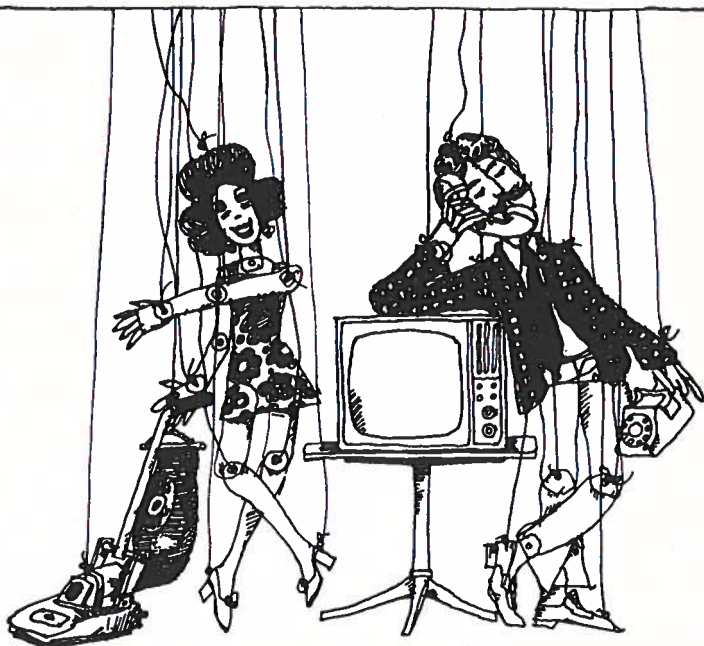


Toestel van de nieuwe lijnkiezerinstallatie TR43 (zie blz. 97).

# STUDIEBLAD

technisch blad  
voor PTT personeel

uitgave AbvaKabo en CFO.  
redactie Hoofdred. ing. B. Kieboom. Red. ing. P. A. de Boer, P. J. Boomgaard.  
redactiesecr. J. P. v. d. Broek. Redactiesecretariaat H. A. Dekkinga, Distelweide 29, 2272 VP Voorburg,  
telefoon 070 - 75 64 20 na 18.00 uur 070 - 27 63 61.  
administratie AbvaKabo, Bredewater 16, 2715 CA Zoetermeer, giro 4073, telefoon 079 - 51 12 11,  
voor verzending, administratie e.d.  
abonnement *f* 18,- per jaar. Voor niet-PTT-ers *f* 30,- per jaar. Verschijnt maandelijks.  
advertenties Uitgeverij en Drukkerij Smits B.V., Westeinde 135, 2512 GW Den Haag,  
telefoon 070 - 89 53 90.



## Bewegingloos - zonder kabels.

NKF maakt kabels.

Voor energie-overdracht en voor telecommunicatie.

Al meer dan 60 jaar. Lang genoeg voor veel ervaring. Genoeg ook om te weten  
wat cliënten wensen. Van eenvoudige lokale kabels tot Bamboe-kabels  
voor CATV-systemen toe.

**NKF KABEL **

# De telefooninstallatie TR43

P. J. Boomgaard

Onder de naam TR43 stelt PTT thans een nieuwe toestelinstallatie beschikbaar. Deze installatie is in het bijzonder geschikt voor gebruik in bedrijven, kantoren en instellingen van niet te grote omvang.

De installatie is dan ook toe te passen in die gevallen waarin een beperkt aantal netlijnen en een eveneens beperkt aantal toestellen – met onderlinge communicatiemogelijkheid – wordt gewenst.

De capaciteit is flexibel. Een minimum installatie-capaciteit is b.v. twee netlijnen met vier toestellen. De maximale capaciteit is acht netlijnen en acht-entwintig toestellen.

Het betreft hier derhalve een kleine huis- of bedrijfstelefooninstallatie die echter wordt aangeduid met *toestelinstallatie* of zelfs **lijnkiezerinstallatie**.

Het telefoonsysteem TR43 wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van volledig elektronische besturing. Per toestel en het daaraan verbonden lijncircuit is een *microcomputer on chip* toegepast.

In het centrale besturingsorgaan ligt de software van de installatie opgesloten. De transmissie vindt plaats in een schakelmatrix met bidirectional solid state switches.

De toestellen zijn uitgerust met druktoetsen voor het kiezen van interne- en externe-abonneenummers en voor het in werking stellen van functies. Elk toestel heeft een klein LCD indicatiescherm waarop de actuele toestand, waarin de installatie, of het betreffende toestel, zich bevindt, wordt weergegeven.

De fabrikant van het telefoonsysteem TR43 is de, in de BRD zetelende, *Telefonbau und Normalzeit* (TuN). Deze wordt in Nederland vertegenwoordigd door de *Nederlandse HuisTelefoon Maatschappij* (NHTM) te 's-Gravenhage.

De TR43 wordt in het navolgende onderworpen aan een algemene beschouwing. Dit betekent dat de nadruk wordt gelegd op bepaalde bijzonderheden van deze toestelinstallatie zonder al teveel in te gaan op de technische details. De details liggen op het terrein van de specialist . . . en die kent ze allemaal. We bepalen ons tot de belangstellende Studiebladlezer.

### **Een vergelijking**

De TR43 toont een aantal opmerkelijke verschillen t.o.v. de gebruikelijke bedrijfstelefooninstallaties. We hebben hier te maken met een lijnkiezerinstallatie, maar dan wel met een heel bijzondere.

Vergelijking met een lijnkiezer LK59 gaat hier slechts ten dele op.

Deze laatste heeft veel mechanisch uit te voeren functies en dat is nu juist bij de TR43 installatie tot het uiterst noodzakelijke teruggebracht. Datzelfde geldt voor de indicatiemethode bij de LK59.

Mechaniek, gloeilampen en blinkers maken een installatie onderhoudsgevoelig.

Met de TR43 heeft men daar iets aan gedaan door toepassing van geavanceerde elektronische besturing waarbij de toestellen zijn voorzien van druktoetsen met uitsluitend elektrische functies.

Bij de TR43 toestelinstallatie is een deel van de intelligentie ondergebracht in één of meer (afhankelijk van de capaciteit) wandkastjes met centrale apparatuur. Het andere intelligente deel bevindt zich, als microcomputer on chip, in elk der toestellen zelf. Dat is wel een kenmerkend verschil met de andere bedrijfstelefooncentrales waarbij de toestellen van intelligentie zijn verstoken. Er is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van elektronische schakelmiddelen. Verbindingen in de spreekwegen worden met „zachte” contacten in een kruisveld of matrix tot stand gebracht. De opdrachten welke kruispunten op welke momenten dienen te worden gevormd worden bepaald door een microprocessor in het centrale besturingsorgaan.

Alle functies zijn door de fabriek vastgelegd in de programmatuur of software. Diverse faciliteiten kunnen naar behoefte worden opgeroepen, sommige daarvan kunnen door de abonnee zelf worden geprogrammeerd. Deze voor de TR43 geldende eigenschappen tonen aan dat we hier te doen hebben met een wel bijzondere toestelinstallatie.



fig. 1. TR43 toestelinstallatie van kleine samenstelling.  
In de linkerwandkast bevindt zich de hoofdverdeler, in de rechter de basisapparatuur.

Zetten we de vergelijking voort dan zien we dat de *nadelen* van de oude lijnkiezersinstallatie *niet* door de TR43 worden overgenomen; deze zijn:

- het grote formaat toestel;
- dikke kabels en snoeren;
- arbeidsintensieve installatie;
- mechanisch kwetsbare delen;
- interne telefoongesprekken niet geheim;
- externe telefoongesprekken kunnen worden onderbroken door andere deelnemers.

Moderne technieken en inventieve ontwikkeling hebben er toe geleid dat bovengenoemde nadelen konden worden vermeden.

### **De samenstelling van een TR43 installatie**

De TR43 installatie kan in verschillende capaciteiten worden geleverd (zie fig. 1.).

Er is altijd een basispakket aanwezig, nl.:

- een aantal toestellen type TR43;
- een hoofdverdeler in kast (wandmontage);
- een apparatuurkast (wandmontage).

In fig. 1 bevindt de hoofdverdelerkast zich links, in overeenstemming met de juiste wijze van montage.

Door invulling van de apparatuurkast met de juiste printplaten ontstaat er een TR43 installatie van een van de volgende samenstellingen:

- twee netlijnen en vier toestellen;
- twee netlijnen en zes toestellen;
- vier netlijnen en zes toestellen;
- vier netlijnen en acht toestellen;
- zes netlijnen en zes toestellen;
- acht netlijnen en vier toestellen.

Voor de volledigheid wordt hier vermeld dat het ook mogelijk is om oneven aantallen netlijnen en toestellen aan te sluiten, de benodigde printplaten zijn echter ingericht voor samenwerking met twee netlijnen c.q. twee toestellen. De niet in gebruik zijnde netlijn kan – software matig – worden geblokkeerd.

Opvoering van de capaciteit kan nu geschieden door toepassing van een *tweede apparatuurkast* waardoor de voornoemde samenstelling als uitbreiding beschikbaar komt. Heeft ook deze kast zijn maximale capaciteit bereikt dan kan de laatste stap worden gedaan door plaatsing van een *derde apparatuurkast*, waardoor opnieuw de bovengenoemde samenstelling als uitbreiding beschikbaar komt.

TR 43 TOESTELLEN

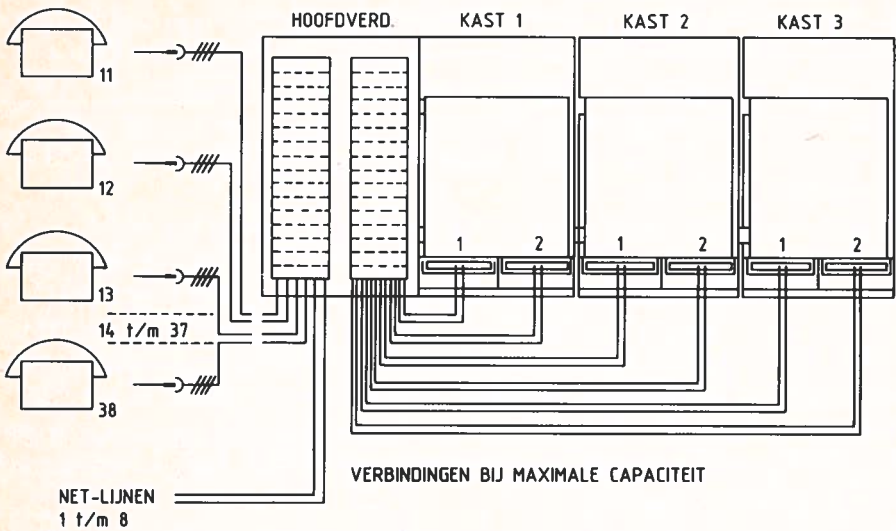


fig. 2. Schematische voorstelling van een TR43 installatie.

De installatie bestaat nu uit vier kasten met onderlinge verbindingen (zie fig. 2.). De kasten worden, zonder tussenruimte, naast elkaar gemonteerd.

De onderlinge verbindingen tussen apparatuurkast 1 en 2 en tussen kast 2 en 3, bestaan uit lintkabels welke zijn afgewerkt op z.g. expanderprentplaten. Daarmede worden de databuslijnen, spreekverbindinglijnen en voedingsspanningen, naar de naastliggende kast gevoerd.

De verbindingen tussen de hoofdverdeler en de apparatuurkasten 1, 2 of 3 worden d.m.v. koppelkabels (21 x 2) eveneens met behulp van stekers en connectoren tot stand gebracht. Aan de hoofdverdelerzijde worden de koppelkabels afgewerkt op een z.g. LSA plus-verdeler. De kabels komende uit de huis-installatie komen op de andere zijde van de verdeler binnen. Via kruisverbindingen kunnen de toestellen op de gebruikelijke wijze met het juiste aansluitingsnummer worden verbonden.

### **Het toestel TR43**

Alvorens in te gaan op de mogelijkheden van een TR43 installatie wordt hier eerst het TR43-toestel – zoals dat bij elke gebruiker komt te staan – aan een korte beschouwing onderworpen (zie fig. 3.).

Wat onmiddellijk opvalt is het grote aantal druktoetsen op een toestel dat toch niet meer plaats inneemt dan een gewoon telefoontoestel. Een kiesschijf ontbreekt, de installatie is dan ook geschikt voor druktoetskiezen.

Dit geldt zowel voor ImpulsDruktoetsKiezen (IDK) als voor ToonDruktoetsKiezen (TDK). Zie voor nadere informatie IDK en TDK, Studieblad PTT, jaargang 37, 1982, blz. 2 e.v.

De kiestoetsen zijn in de bekende telecommunicatieformatie opgesteld.

Voorts voorziet het toestel in een aantal functietoetsen waarvan de aard later zal worden toegelicht. In tabel 1 worden de functies in het kort aangeduid.

Het toestel is uitgevoerd in lichte kleur (bijna wit) met zwart toetsenveld en idem snoer. De kiestoetsen zijn wit, de functietoetsen donkergrijs en de netlijntoetsen lichtgrijs. De toestellen zijn uniform uitgevoerd. Een van de toestellen (nr. 11) kan worden beschouwd als hoofdtoestel. Hierop kan data ten behoeve van de netlijn- en toestelfaciliteiten worden ingevoerd. Daarop wordt later nader ingegaan.

Elk TR43 toestel is 4-aderig met de centrale apparatuur verbonden. Hiervan is één aderpaar voor het spraaktransport bedoeld; het andere aderpaar is bestemd voor data-communicatie.

De reikwijdte is minder groot dan we van bedrijfstelefooncentrales zijn gewend, maar voor lijnkiezerinstallaties ruim voldoende, nl. 180 ohm aderpaarlus, hetgeen ongeveer wordt bereikt bij een kabellengte van 1000 m (aderdiameter = 0,5 mm).

De installatie is stervormig uitgevoerd, d.w.z. elk toestel heeft een rechtstreekse verbinding met de centrale apparatuur; een duidelijk verschil met de oude lijnkiezerinstallatie.

Montagetechnisch is het TR43 toestel eenvoudig te behandelen. De onderdelen zijn goed bereikbaar en in modules uitgevoerd. Dit vereenvoudigt de service. Voorts is het TR43 toestel voorzien van een luidspreker welke verschillende functies heeft. Een daarvan is het weergeven van de oproeptoon. Daarover verderop in dit artikel meer.

In het schuin oplopende deel van het toestel bevindt zich een klein indicatiescherm voor de optische signalering (zie fig. 3.).





fig. 3. Het toestel TR43.

### **Uitleeseenheid, display of indicatiescherm**

Zoals eerder vermeld bevindt zich in elk toestel een klein indicatiescherm van het type Liquid Crystal Display. Dit soort uitleeseenheden vindt men vaak in digitaal werkende horloges, alleen bij de TR43 is het display wat groter uitgevallen. Daarom kunnen er ook grotere tekens, met flinke tussenruimte, duidelijk worden gepresenteerd.

Een dergelijk LCD functioneert in grote trekken aangeduid als volgt:

Tussen twee glasplaatjes bevindt zich een vloeibaar kristal met een laagdikte van 10 micron. Hiermee is de naam verklaard: Liquid Crystal = vloeibaar kristal. Die vloeistof heeft de eigenschap dat de moleculen ervan door een elektrisch veld kunnen worden beïnvloed c.q. gericht.

Aan de binnenzijde van de glasplaten bevinden zich doorzichtige elektroden in de vorm van de weer te geven tekens. Voor elk teken is een elektrode nodig.

In de normale situatie is het scherm helder of lichtgrijs.

Indien een kleine wisselspanning aan één van de elektroden wordt toegevoerd dan stellen de kristalmoleculen zich ter plaatse van die elektroden loodrecht op ten opzichte van de glasplaat. Het display geeft dan donker op lichtgrijs een teken weer. Voor de goede weergave is het dus nodig de juiste elektroden van de juiste spanning te voorzien. Op die techniek wordt hier verder niet ingegaan.

Als bijzonderheid kan worden vermeld dat een dergelijk LCD zeer goed afleesbaar is bij helder licht. Dat geldt zelfs bij felle belichting. Sterker nog: het display is van opvallend licht afhankelijk, omdat het zelf geen licht produceert. Bij duisternis is het dus niet afleesbaar. Dit kan nauwelijks een bezwaar worden geacht bij toepassing in TR43 toestellen.

Een gunstige eigenschap is voorts dat een LCD met een zeer klein toegevoerd vermogen werkt. De capaciteit van de voedingseenheid wordt er niet door beïnvloed.

Op de uitleeseenheid van de TR43 kan met letters en tekens worden aangegeven in welke situatie het toestel, resp. de installatie, zich bevindt. Een enkel voorbeeld moge dit verduidelijken (zie fig. 4.).

Reeds belegde netlijnen worden als zodanig weergegeven met de cijfers 1, 2, enz. t.e.m. 8 op alle toestellen.

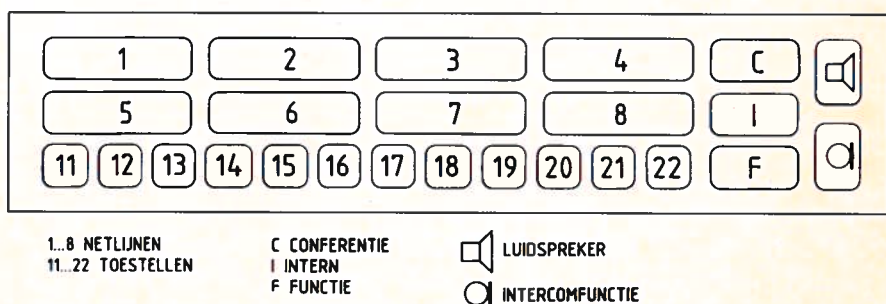


fig. 4. Alle voorkomende indicaties op het indicatiepaneel of LCD-display.  
Elk TR43 toestel is met een dergelijk indicatiepaneel uitgerust.


Indien men zonder een toets in te drukken de hoorn van het toestel neemt dan verschijnt de letter I op het scherm, ten teken dat men een interne verbinding kan opbouwen, resp. via een interne verbinding, met een ander TR43 toestel in contact staat.

Andere tekens zoals de C van Conferentie of het symbool voor luidspreker geven eveneens de toestand weer waarin het toestel zich bevindt.



Het is ook mogelijk een bezetindicatie van de eerste 12 toestellen te presenteren op de indicatieschermen van alle toestellen.

In fig. 3. en 4. zijn deze allemaal aangegeven. Hieruit kan tevens worden opgemaakt dat nummer 11 het laagst voorkomende nummer is.

Het gebruik van de bezetindicatie van toestellen kan weleens ongewenst zijn. Deze faciliteit wordt dan uit het programma weggelaten. Voor het overige zijn de tekens en hun wijze van presentatie nog eens weergegeven in tabel 2.

TOETS- AANDUIDING	FUNCTIEAANDUIDING
N1 t/m N8	beleggen van een netlijn
I	1 – beantwoorden van een interne oproep 2 – in wachtstand plaatsen van een netlijn
VK	1 – verkort kiezen en laatste nummer-herhaling
C	2 – conferentiegesprek
F	1 – overzetten van gesprekken 2 – inschakelen van de volgstand
E	1 – beëindiging van een gesprek
R	2 – uitzenden van algemene en individuele, gesproken oproepen 3 – in/uitschakelen van achtergrondmuziek 4 – het openen van de buitendeur 5 – ruggespraak op lijnen van een andere huistelefooncentrale
	1 – in/uitschakelen van luidspreker en/of microfoon
✳	2 – activeren van automatisch terugbellen na bezet
#	1 – activeren van laatste nummer-herhaling
0 t/m 9	Nummerkiestoetsen

tabel 1. Korte aanduiding van de functies van de toetsen van een TR43 toestel. Het teken op een toets wordt, na het activeren van de betreffende toets, op het tekstscherm of display weergegeven (zie tabel 2.).

WEER- GEGEVEN TEKEN	BETEKENIS
N1 t/m N8  I  C  F    11 t/m 22	<p>aan = betreffende netlijn is bezet            uit = betreffende netlijn is vrij            snel knipperend = een externe oproep wacht            langzaam knipperend = betreffende netlijn staat in wachtstand</p> <p>aan = interne lijn is belegt            uit = geen interne verbinding            snel knipperend = een interne oproep wacht            langzaam knipperend = gekozen toestelnummer is bezet</p> <p>geeft aan dat het toestel betrokken is bij een conferentie-gesprek</p> <p>geeft aan dat het toestel bij volgstand is betrokken; met snel knipperen wordt aangegeven dat er een oproep van een ander toestel via de volgstand binnenkomt</p> <p>geeft aan dat de luidspreker staat ingeschakeld</p> <p>geeft aan dat de microfoon staat ingeschakeld</p> <p>geeft aan dat het betreffende toestel de hoorn van de haak heeft</p> <p>Deze optische bezetsignalering kan d.m.v. een programma-wijziging op ieder TR43 toestel worden geactiveerd.</p>

tabel 2. Verklaring van de tekens welke op het tekstscherf kunnen verschijnen. Niet alleen de weergave van het teken zelf is van belang maar ook het feit of dit teken constant dan wel wisselend of knipperend wordt weergegeven, vormt een indicatie van de toestand.

### Funcities van de tonen

Elk der toestellen in de installatie bezit een eigen oproepoogenerator. Als weergever van de gegenereerde toon dient de ingebouwde luidspreker. De geluidsintensiteit kan worden geregeld met een knop aan de linkerzijde van het toestel.

De oproeptoon kan naar behoefte worden gemengd uit de beschikbare frequenties van ca. 220 Hz, 440 Hz en 880 Hz. De regelaar bevindt zich aan de onderzijde van het toestel in de vorm van een rood gemerkte schroef. De ingestelde geluidsintensiteit en klankkleur blijft daarna steeds dezelfde.

Het onderscheid tussen de verschillende oproepvormen vindt men in het weergegeven ritme (zie tabel 3.).

(Wordt vervolgd.)

<i>Netlijnverkeer</i>		<i>Weergegeven toon</i>
Netlijnoproeptoon	— — — — —	onderbroken toon van 1 seconde aan en 4 seconden uit
Heroproeptoon	—————	ononderbroken toon (max. 20 seconden)
Doorgeefoproeptoon	—————	eenmalige toon van 3 seconden
<i>Intern verkeer</i>		
Interne oproeptoon	--	2x een korte toon
Extra interne oproeptoon	————— - - - - -	toon zolang een cijfertoets wordt ingedrukt
Volgstandtoon	—	eenmalige korte toon
Maantoon	- - - - -	steeds herhaalde korte toon (alleen van toepassing op 2 draadsaansluitingen)

tabel 3. In het ritme van de weergegeven tonen is de functie daarvan verborgen.

# Het ontwerpen van digitale schakelingen

J. J. M. Blokland  
(Vervolg van blz. 52.)

In het eerste deel van deze artikelenreeks is het een en ander verteld over een aantal algemene begrippen uit de digitale schakeltechniek. Tevens is uitgebreid ingegaan op de werking van de verschillende geheugenelementen.

In dit tweede deel wordt een begin gemaakt met het ontwerpen van een digitale schakeling. Het ontwerp zal stap voor stap worden gevolgd; een aantal basiselementen uit de digitaaltechniek zullen gedetailleerd worden beschreven.

## **Ontwerp gegevens**

Stel we krijgen de volgende opdracht:

Ontwerp een schakeling die telpulsen van maximaal 8 telcircuits samenvoegt op één hoofdtelcircuit waarbij de telpulsen naar een teller worden gevoerd.

Enkele gegevens:

De informatie op de 8 telcircuits bestaat uit telpulsen waarvan het volgende bekend is:

- de telpulsen kunnen op elk willekeurig moment aanvangen;
- het telsignaal is minstens gedurende 6,5 msec aanwezig; de maximum tijdsduur is in principe onbeperkt;
- de maximum herhalingsfrequentie is per telcircuit 10 Hz;
- het moment van aanvang van de telpulsen is willekeurig en zonder onderlinge afstemming;
- het aanwezig zijn van het telsignaal komt overeen met een spanning van 5 V; het niet aanwezig zijn van het telsignaal komt overeen met een spanning van 0 V.

Van de teller is het volgende bekend:

- de teller heeft één ingang (de klokingang);
- de klokingang van de teller is flankgestuurd;
- de looptijd van de klokingang is max. 35 nsec.; (d.w.z. 35 nsec. nadat een telpuls wordt ontvangen zal het resultaat hiervan op de uitgang(en) van de teller zichtbaar zijn);
- de teller is opgebouwd uit TTL-bouwstenen.

Uit deze gegevens volgen een aantal eisen waaraan de te ontwerpen schakeling moet voldoen:

- de schakeling moet max. 8 tesignalen tegelijk kunnen verwerken; immers in het ongunstigste geval komen de tesignalen alle op eenzelfde tijdstip binnen;
- de minimale verwerkingsfrequentie volgt uit de hoogst haalbare telfrequentie (10 Hz); hierbij dient er rekening mee te worden gehouden, dat de pauzes tussen twee telpulsen veel korter kunnen zijn dan de telpulsen zelf; in het ongunstigste geval ziet het tesignaal er uit zoals fig. 12 laat zien;

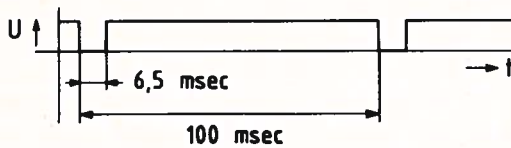


fig. 12.

- in de praktijk zijn er vaak nog een aantal eisen die volgen uit de omstandigheden waaronder de schakeling moet gaan functioneren zoals eisen met betrekking tot max. en min. bedrijfstemperatuur, gebruikmaking van bestaande voeding en/of behuizing e.d.

In dit artikel zal op het laatste punt niet nader worden ingegaan.

### Realisatie

De stuurschakeling van het ontwerp moet 8 tesignalen tegelijk kunnen verwerken. Dit betekent dat, alvorens de tesignalen naar de teller worden geleid, deze eerst in een geheugen moeten worden opgevangen, waarna zij één voor één naar de teller worden geleid. Dit geheugen moet a-synchroon zijn omdat het opneemsignaal in plaats van de klokpuls bepaalt wanneer het element wordt geset. Uit het op blz. 45 e.v. gegeven overzicht blijkt, dat alleen het a-synchrone RS-geheugenelement hiervoor in aanmerking komt. Om zeker te zijn dat één tesignaal éénmaal wordt geteld en dat het betreffende geheugenelement alleen dán wordt gereset, wanneer zeker is dat de inhoud aan de teller is doorgegeven, is een terugkoppeling in de schakeling gewenst.

Fig. 13 laat een mogelijke schakeling zien.

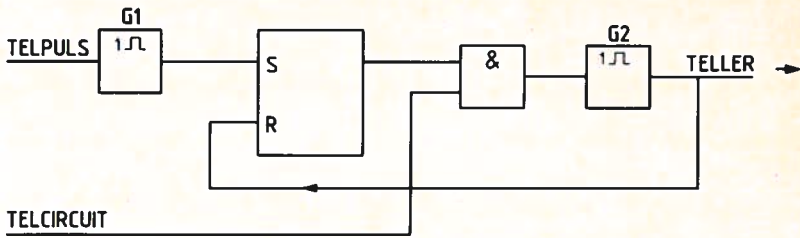


fig. 13.

Op het moment dat het telsignaal het „hoog” niveau aanneemt wordt de pulsgenerator G1 gestart. Ongeacht de tijdsduur van het „hoog” niveau van het telsignaal zal op de uitgang van G1 slechts een korte afgepaste puls verschijnen. Er bestaan pulsgenerators die een puls afgeven met een „hoog” niveau; er zijn er ook die een puls afgeven met een „laag” niveau. In deze fase van het ontwerp is nog niet bekend van welk type gebruik zal worden gemaakt; het is daarom verstandiger om tijdens het „theoretisch ontwerp” te spreken van „1” en „0” in plaats van „hoog” en „laag”. De rusttoestand wordt dan „0” genoemd en de actieve toestand wordt „1” genoemd.

Bij dit ontwerp komt het aanwezig zijn van de telpuls overeen met de actieve toestand, dus kan de korte puls op de uitgang van G1 worden vertaald als een korte „1”.

Bij het bepalen van de lengte van het verkorte telsignaal is het volgende van belang:

- de puls moet langer zijn dan de tijd die nodig is om het RS-element te zetten;
- de puls moet korter zijn dan de tijd die ligt tussen twee aftastpulsen van de tijdcircuits.

De onder a. genoemde tijd die nodig is om het RS-element te zetten is gelijk aan de tijd die verstrijkt tussen het moment waarop een „1” op de ingang wordt gezet en het moment waarop deze „1” op de uitgang verschijnt. Men spreekt ook wel van looptijd. De looptijd is sterk afhankelijk van het type bouwsteen waarvoor uiteindelijk wordt gekozen. Kiezen we bijvoorbeeld voor bouwstenen uit de TTL-serie dan zijn er looptijden te verwachten van enkele tientallen nanoseconden. De invloed hiervan op de werking van de schakeling kan dan als nihil worden beschouwd.

De onder b. genoemde voorwaarde voor de maximale pulslengte volgt uit dat deel van de schakeling dat nog moet worden ontworpen, n.l. de „besturing”.



De besturing heeft tot taak de geheuelementen één voor één af te tasten naar eventueel binnengekomen telpulsen. Dit soort activiteiten zijn moeilijk realiseerbaar zonder „clock”. Daarom is ook gekozen voor een synchroon besturingsysteem.

### **De „clock”**

Gewoonlijk wordt onder de „clock” een pulstrein verstaan, waarvan de frequentie stabiel moet zijn. De hoogte van de frequentie kan zeer hoog zijn (enkele MHz); onnodig hoog maakt de schakeling echter vaak storingsgevoelig.

De minimale clockfrequentie van de telschakeling wordt voornamelijk bepaald door de maximaal te halen telfrequentie.

Uit de bij de opdracht verstrekte gegevens blijkt de maximale telfrequentie 10 Hz te bedragen.

Dit betekent dat binnen 0,1 sec. de 8 telcircuits moeten zijn afgetast omdat anders een telpuls kan worden gemist. Per pulsaftasting is dus maar  $1/8 \times 0,1$  sec. = 12,5 msec. beschikbaar wat neer komt op een minimale „clock” frequentie van 80 Hz. Als generator van de clockpuls is gekozen voor een multivibrator.

Multivibratoren kan men verdelen in drie groepen t.w.:

- a. a-stabiele multivibrator (free-running);
- b. mono-stabiele multivibrator (one-shot);
- c. bi-stabiele multivibratoren (flip-flop).

Uit de benaming is al af te leiden dat voor ons doel alleen de a-stabiele multivibrator in aanmerking komt.

De a-stabiele, zoals dit type multivibrator vaak wordt afgekort, is een zelf oscillerende schakeling. In de meest voorkomende uitvoeringen kan de frequentie met extern aangebrachte componenten worden ingesteld. Het principe van een a-stabiele multivibrator wordt door fig. 14 getoond.

De transistoren in deze schakeling zijn zodanig geschakeld dat zij beurtelings in verzadiging komen.

Uitgaande van een rustsituatie, waarbij de voedingsspanning wordt ingeschakeld, zullen de beide RC-circuits hun condensators opladen. Aangenomen wordt dat de spanning in P iets sneller oploopt dan in Q. Transistor V1 zal dan eerder worden opengestuurd dan V2.

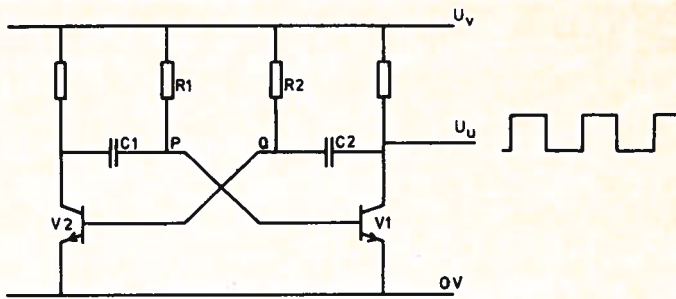


fig. 14.

Zodra V1 in geleiding komt, zal de collectorspanning van V1 dalen, via C2 wordt dit doorgegeven aan de basis van V2. De collectorspanning van V2 zal dan stijgen. Deze stijging wordt door C1 doorgegeven aan de basis van V1. De aanname dat V1 als eerste wordt opengestuurd, wordt dus ondersteund met als resultaat dat V1 in volle geleiding gaat en V2 gaat sperren. In deze toestand staat een laag spanningsniveau in Q. Er kan door R2 een stroom gaan lopen die C2 oplaadt. Zodra de spanning in Q, dus op de basis van V2, hoog genoeg is om V2 in geleiding te brengen zal het bovenstaande zich herhalen, echter nu in omgekeerde volgorde met V2 in volle geleiding (verzadiging) en V1 in sper. Op de uitgang ontstaat dus een „blokvormige” spanning  $U_u$ . Op de collector van V2 komt de geïnventeerde van  $U_u$  voor. De blokvorm hoeft niet zuiver symmetrisch te zijn.

Door één of meer van de componenten R1, R2, C1 en C2 extern aan te brengen kan de hoogte van de frequentie worden aangepast. Indien voor een weerstand een potentio-meter wordt gekozen, is de frequentie binnen zekere grenzen continu instelbaar.

### A-synchrone-teller

Met de „clock” zoals die op de uitgang van de a-stabiele verschijnt kan nog maar weinig worden begonnen. De 8 geheuelementen waarin de telpulsen worden ontvangen, moeten in een bepaalde volgorde worden afgetast. Tussen het aftasten van 2 elementen moet een pauze worden ingelast om de teller de gelegenheid te geven de telpuls te verwerken voordat een volgende telpuls wordt aangevoerd. Dit betekent dat een tijdscyclus minstens acht „clock”-pulsen lang moet zijn. In deze cyclus moeten 8 tijdcircuits worden afgestemd. Elk van deze circuits voorziet een geheuelement van een stuurpuls maar dan wel elk op een ander tijdstip (zie fig. 15).

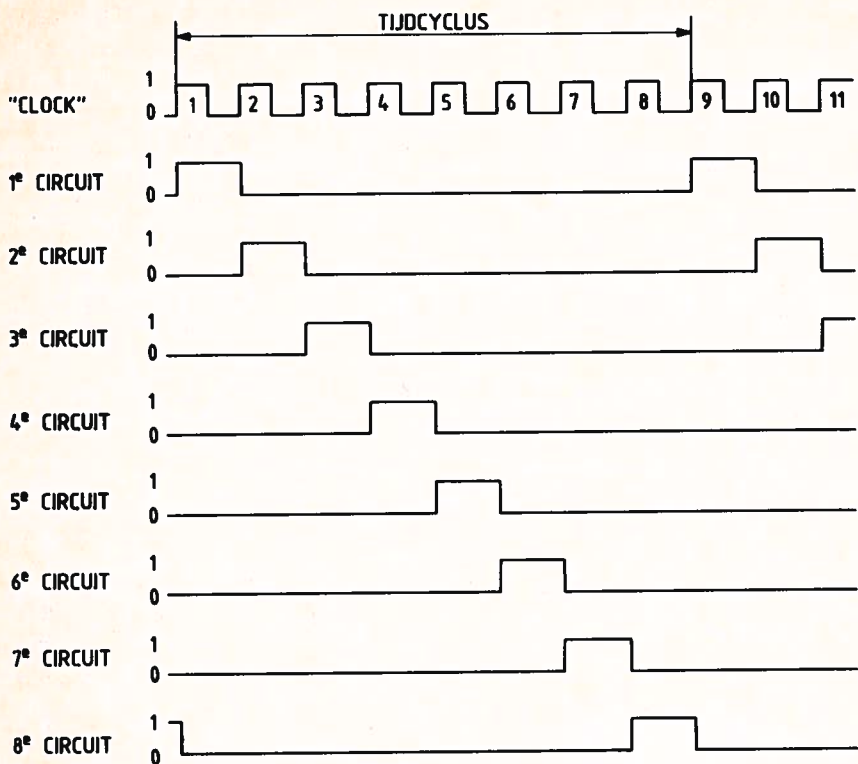


fig. 15.

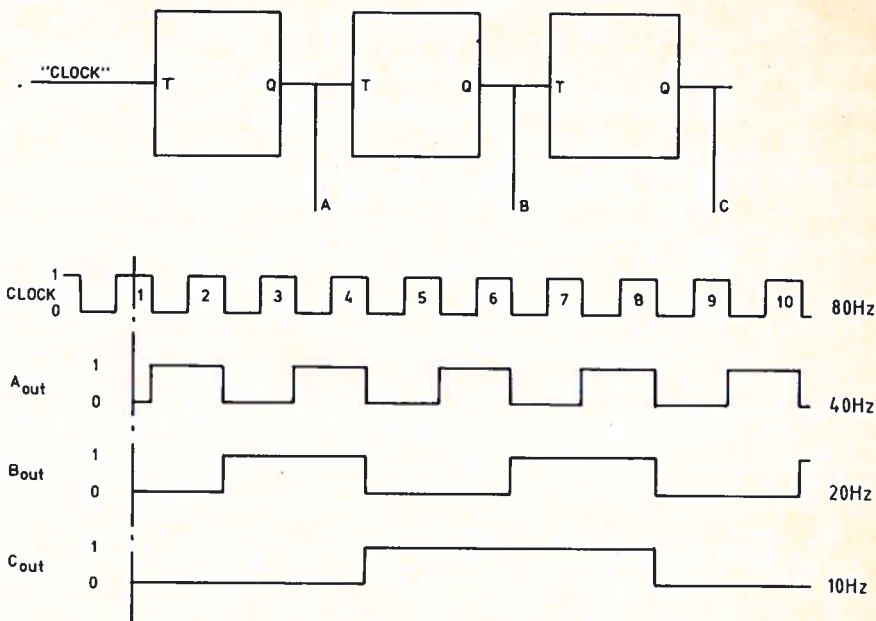
De vorm van de tijdcircuits komen overeen met de circuits van een z.g. „1 uit 8”-code. Om een „1 uit 8”-code te realiseren moet de „clock”-puls door acht worden gedeeld. Dit kan worden bereikt door toepassing van z.g. „tweedeel-elementen”. Wanneer drie van deze elementen in cascade worden geschakeld (fig. 16) zal op de uitgangen van deze elementen in binaire code het getal verschijnen dat overeenkomt met het aantal clockpulsen (minus  $8n$ ). Een dergelijke schakeling wordt teller genoemd en omdat de tweedeel-elementen niet gelijktijdig worden geklokt is de in fig. 16 getekende teller een „a-synchrone teller”.

Beschouwt men van de teller van fig. 16 de frequentie per uitgang, dan blijkt dat deze frequentie telkens door een macht van 2 wordt gedeeld.

De A-uitgang geeft: klokfrequentie/ $2^1$

De B-uitgang geeft: klokfrequentie/ $2^2$

De C-uitgang geeft: klokfrequentie/ $2^3$



AANTAL CLOCKP.	C	B	A
0	0	0	0
1	0	0	1
2	0	1	0
3	0	1	1
4	1	0	0
5	1	0	1
6	1	1	0
7	1	1	1
8	0	0	0

fig. 16.  
Binaire teller met golfvormen  
en waarheidstabel.

### Synchrone tellers

Synchrone tellers behoren tot de synchrone volgordeschakelingen. De eenvoudigste vorm van een synchrone teller heeft slechts één uitwendige ingang, namelijk de „clock”-ingang en heeft per bit één uitgang. De uitgangen zijn, behalve naar buiten uitgevoerd, inwendig teruggekoppeld naar de ingangen van de tweedelementen en bepalen de uitgangstoestand na de volgende klokpuls.

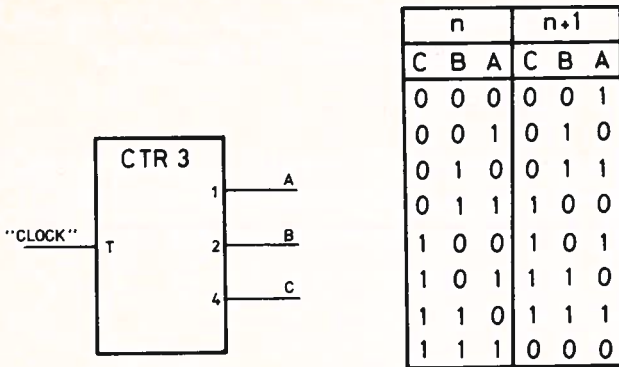


fig. 17.

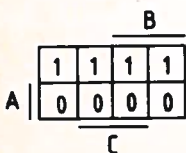
Het verband tussen de uitgangstoestanden na de  $n^e$  klokpuls en de uitgangstoestanden na de  $(n + 1)^e$  klokpuls kan worden aangegeven met een „overgangstabel”. In fig. 17 is een dergelijke tabel gegeven voor een 3 bits-binaire teller. Tevens is het symbool weergegeven, „CTR3” staat voor *normale 3 bits counter*.

De regels van de n-kolom geven de acht mogelijke uitgangscombinaties van de teller, gerangschikt volgens binaire waarden. De regels van de n+1-kolom geven de uitgangscombinaties welke na één klokpuls volgen op die van de n-kolom. Door de overgangstabel als waarheidstabel te beschouwen kan men de schakeling vinden.

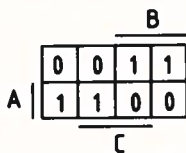
Voor  $A^{n+1}$ ,  $B^{n+1}$  en  $C^{n+1}$  kunnen afzonderlijk de ingangsvoorwaarden worden gehaald uit de overgangstabel. Hiervoor moeten op de plaatsen waar in de (n+1)-kolom een 1 is ingevuld de combinaties A, B en C uit de n-kolom worden opgeteld. Voor  $C^{n+1}$  b.v. wordt dit:

$$C^{n+1} = (CBA + CBA + CBA + CBA)^n$$

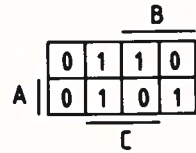
Deze vorm kan weer op de gebruikelijke wijze worden vereenvoudigd. Wanneer men echter vertrouwd is met het werken met karnaughdiagrammen is het aan te bevelen, via deze diagrammen, de eenvoudigste vorm van de logische relaties te zoeken. Uit de drie ingevulde karnaughdiagrammen volgen direct de eenvoudigste vormen van de logische relaties.



$$A^{n+1} = \bar{A}^n$$



$$B^{n+1} = (\bar{A}\bar{B} + \bar{A}B)^n$$



$$C^{n+1} = (\bar{A}C + ABC + \bar{B}C)^n$$

Indien de teller met T-geheugenelementen wordt gerealiseerd, moet van de karakteristieke vergelijking van dit element worden uitgegaan.

$$Q^{n+1} = (Q\bar{T} + \bar{Q}T)^n$$

De gevonden logische relaties moeten nu worden vergeleken met de karakteristieke vergelijking van het gekozen T-geheugenelement, zie blz. 51.

Voor geheugenelement C gelden dan de vergelijkingen:

$$C^{n+1} = (\bar{C}T + C\bar{T})^n$$

$$C^{n+1} = (\bar{A}C + AB\bar{C} + \bar{B}C)^n$$

Hieruit volgt:

$$\bar{C}T + C\bar{T} = \bar{A}C + AB\bar{C} + \bar{B}C$$

Uit de gevonden vergelijking moet nu een waarde voor  $T^n$  worden gevonden in  $A^n$ ,  $B^n$  en  $C^n$ .

De waarde die voor  $T^n$  wordt gevonden moet dan alsingangssignaal naar de T-ingang van het element C worden gevoerd. Een overzichtelijke methode om ditingangssignaal te vinden is die met gebruikmaking van een tabel, die alle mogelijke combinaties aangeeft.

$C^n$	$B^n$	$A^n$	$C^{n+1} = (\bar{A}C + AB\bar{C} + \bar{B}C)^n$	$C^{n+1} = (\bar{C}T + C\bar{T})^n$	$T^n$
0	0	0	0	$0 = 0\bar{T} + 1T$	0
0	0	1	0	$0 = 0\bar{T} + 1T$	0
0	1	0	0	$0 = 0\bar{T} + 1T$	0
0	1	1	1	$1 = 0\bar{T} + 1T$	1
1	0	0	1	$1 = 1\bar{T} + 0T$	0
1	0	1	1	$1 = 1\bar{T} + 0T$	0
1	1	0	1	$1 = 1\bar{T} + 0T$	0
1	1	1	0	$0 = 1\bar{T} + 0T$	1

In de eerste kolom zijn de acht mogelijke combinaties van  $A^n$ ,  $B^n$  en  $C^n$  gegeven. In de tweede kolom zijn de waarden van  $C^{n+1}$  overgenomen van de overgangstabel van fig. 17. Deze waarden voor  $C^{n+1}$  kunnen ook worden gevonden door de in de eerste kolom gegeven waarden voor  $A^n$ ,  $B^n$  en  $C^n$  in vergelijking voor  $C^{n+1}$  in te vullen. In de derde kolom zijn in de karakteristieke vergelijking telkens de waarden van  $C^n$  en  $C^{n+1}$  ingevuld.

De laatste kolom voor  $T^n$  is zo gekozen dat de vergelijking van de voorlaatste kolom telkens klopt.

In de 4<sup>e</sup> en 8<sup>e</sup> regel blijkt  $T = 1$  te zijn, waaruit volgt dat:

$$T_C = AB\bar{C} + ABC = AB$$

Voor geheugenelement B gelden de vergelijkingen:

$$B^{n+1} = (B\bar{T} + \bar{B}T)^n$$

$$B^{n+1} = (A\bar{B} + \bar{A}B)^n$$

De variabele C is uit deze vergelijkingen weggevallen hetgeen een vereenvoudiging van de tabel inhoudt:

$B^n$	$A^n$	$B^{n+1} = (A\bar{B} + \bar{A}B)^n$	$B^{n+1} = (B\bar{T} + \bar{B}T)^n$	$T^n$
0	0	0	$0 = 0\bar{T} + 1T$	0
0	1	1	$1 = 0\bar{T} + 1T$	1
1	0	1	$1 = 1\bar{T} + 0T$	0
1	1	0	$0 = 1\bar{T} + 0T$	1

Direct is te zien dat  $T_B = A$ .

Immers de kolommen voor  $A^n$  en  $T^n$  zijn exact gelijk.

De vergelijkingen voor element A zijn:

$$A^{n+1} = (A\bar{T} + \bar{A}T)^n$$

$$A^{n+1} = \bar{A}^n$$

Alleen de variabele  $A^n$  moet nu worden beschouwd, zodat de tabel beperkt kan blijven tot:

$A^n$	$A^{n+1} = \bar{A}^n$	$A^{n+1} = (A\bar{T} + \bar{A}T)^n$	$T^n$
0	1	$1 = 0\bar{T} + 1T$	1
1	0	$0 = 1\bar{T} + 0T$	1

Dus  $T_A$  is altijd „1”.

Het schakelschema van de ontworpen 3-nbits synchrone teller is gegeven in fig. 18.

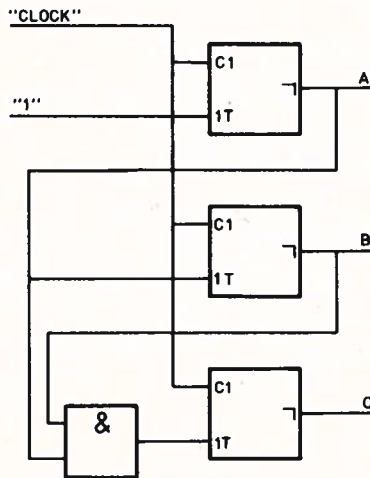


fig. 18.

(Wordt vervolgd.)

# Verbindingswegen

ing. B. Kieboom  
(Vervolg van blz. 97.)

## Coaxiale kabels

### Samenstelling

Teneinde uitwendige stoorvelden ontstaan door geïnduceerde spanningen in beide aders te kunnen compenseren moeten de symmetrische kabels zorgvuldig aardsymmetrisch worden opgebouwd.

De hoogste frequenties, die via een normale telefoonkabel op economische wijze kunnen worden overgebracht, bepalen het aantal circuits dat per aderstel kan worden gevormd.

Verhoging van het aantal circuits blijkt niet onbeperkt mogelijk te zijn in verband met de kabelconstructie.

Een type kabel, dat in staat is veel hogere frequenties, (tot 4 MHz en meer) over te dragen is de *coaxiale kabel*.

Hierin liggen de geleiders van een aderpaar niet meer naast elkaar, doch in elkaar.

Een massieve koperdraad wordt door de isolatie in het centrum van een holle koperen buis gehouden. Deze buis is de andere geleider en werkt tevens als afscherming tegen uitwendige stoorvelden.

De binnengeleiders kunnen worden gecentreerd door:

- polyetheen schijfjes (fig. 8a);
- een polyetheen spiraal (fig. 8b);
- massief polyetheen diëlektricum ( $\epsilon_r = 2,3$ ) bij zeekabels teneinde het gevaar voor „verdrinking” te voorkomen en meestal toegepast bij flexibele kabels.
- schuimplastic diëlektricum ( $\epsilon_r = 1,3$ ).

Aan de centrering en de verhouding  $\frac{D}{d}$  (zie ook fig. 2) worden voor lange afstandstransmissie zeer hoge eisen gesteld.

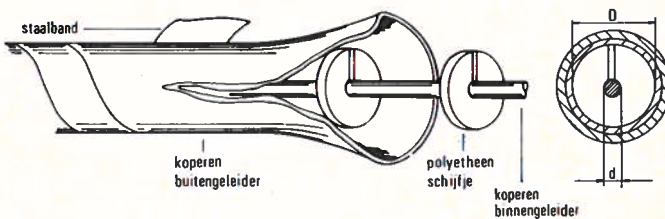


fig. 8a. Coaxiale kabel met polyetheen schijfjes.



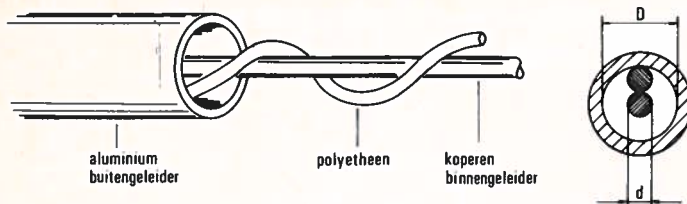


fig. 8b. Coaxiale kabel met polyetheen spiraal.

Bij de opbouw van de ziel worden gewoonlijk 1, 7, 19, 37 enz. coaxiale paren samengevoegd (fig. 9).

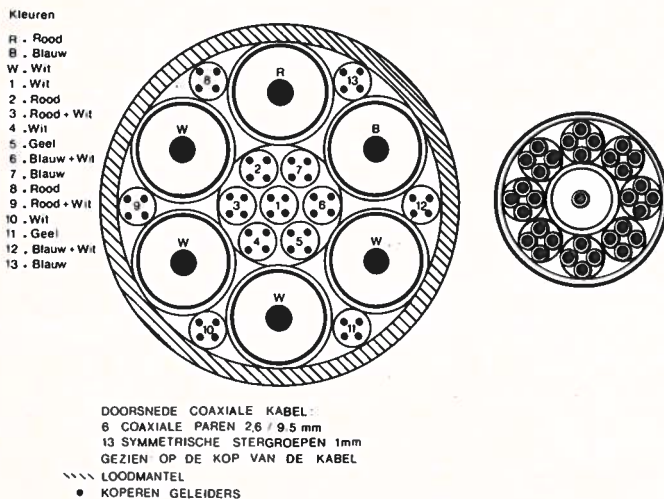


fig. 9. Opbouw coaxiale kabel.

Op een stel coaxiaal paren kunnen minstens 960 telefooncircuits worden gevormd.

### Elektrische eigenschappen

Ook bij de coaxiale kabel gelden de waarden  $R$ ,  $L$ ,  $C$  en  $G$ .

De ohmse weerstand per meter is afhankelijk van de specifieke weerstand en effectieve indringdiepte. Dit is dus geheel anders dan het hiervoor behandelde.

$$R = \frac{\rho_i}{\pi d \delta_i} + \frac{\rho_u}{\pi D \delta_u} \text{ in } \Omega / \text{m.}$$

$\rho_i$  = de specifieke weerstand van de binnengeleider.

$\rho_u$  = de specifieke weerstand van de buitengeleider.

$\delta_i$  = de effectieve indringdiepte van de binnengeleider.

$\delta_u$  = de effectieve indringdiepte van de buitengeleider.

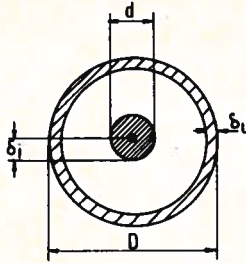


fig. 9a. Doorsnee coaxiale kabel.

De zelfinductie en de capaciteit zijn:

$$L = \frac{\mu_0}{2\pi} \ln \frac{D}{d} \text{ in H/m.} \quad C = \frac{2\pi \epsilon_0 \epsilon_r}{\ln \frac{D}{d}} r \text{ in F/m.}$$

In de regel wordt  $G$  verwaarloosd.

Voor  $Z_0$ ,  $\alpha$  en  $\beta$  zijn evenals het voorgaande formules bekend waarmee kan worden gerekend.

## Glasvezelkabels

### Algemeen

Hier zal worden ingegaan op de aard en de eigenschappen van de glasvezel, fabricagemethoden, breuklocalisatie, het maken van lassen en connectoren, terwijl voorts een optische vork zal worden besproken.

Binnen het kader van dit hoofdstuk kunnen diverse onderwerpen slechts globaal worden behandeld. (Zie o.a. Studieblad 1980, blz 231. e.v.)

Telecommunicatie tussen telefooncentrales wordt bedreven over symmetrische draaggolftelefoonkabels of over de radioweg (straalverbindingen). Bij de draaggolftelefoonkabel is sprake van *120 kanalen* gestapeld per aderpaar. Per kabel van 24 aderparen wordt dan een transmissiecapaciteit van *2880 kanalen* bereikt. Hierop wordt verder in dit hoofdstuk teruggekomen. Al na enkele kilometers dient het signaal te worden versterkt. Daar de kabel de hogere frequenties meer verzwakt dan de lagere, dient hierbij een frequentie-afhankelijke versterking te worden toegepast.

Bij de radioverbinding kan de transmissiecapaciteit oplopen tot *2700 telefoniekanalen* per straal over circa 40 km. Zowel in het geval van de draaggolf-

kabel als van de radioverbinding kan het signaal worden gestoord. Weersomstandigheden kunnen bij de radioweg soms een straal storen (reservestralen zijn aanwezig) terwijl onder meer overspraak de transmissie-eigenschappen van kabels met kopergeleiders kan beïnvloeden (zie verder).

Het voordeel van telecommunicatie met licht door glasvezels (dunne glazen draden van bijvoorbeeld 0,125 mm diameter) is, dat weersomstandigheden geen invloed hebben op de transmissiekwaliteit.

De frequentiekaracteristiek is over een zeer groot gebied recht. Daar de demping zeer gering is kunnen over een vezel duizenden telefoniekanalen *digitaal* zonder versterking over soms wel 10 km worden getransporteerd. Dit wordt mede mogelijk gemaakt door de zeer geringe dispersie (zie verder).

Een bijkomend voordeel is nog dat de grondstof, waaruit het glas wordt bereid (zie verder), alom ter wereld overvloedig aanwezig is en de vervaardiging van glasvezels dus geen belasting van de op aarde aanwezige grondstoffenvoorraad vormt.

#### *Bestanddelen van een glasvezelverbinding*

De bovenbedoelde glasvezels hebben een diameter van bijvoorbeeld 125  $\mu\text{m}$ . Het is daarom noodzakelijk te beschikken over een lichtbron met een zeer groot stralend vermogen per oppervlakte-eenheid.

In de praktijk voldoen hieraan slechts *halfgeleiderlasers* en *halfgeleiderlicht-emitterende dioden (LED's)*. De laser wordt later behandeld.

De detectie aan het einde van een verbinding vindt plaats door middel van een fotodiode of een lawinefotodiode.

De laatste is een fotodiode met een inwendige versterking.

Het is eigenlijk de halfgeleidersversie van de fotomultiplicatorbuis die bij sommigen wel bekend zal zijn.

#### *De glasvezel*

Wanneer licht zich voortplant in een stof wordt de lichtsnelheid  $v$  bepaald door de brekingsindex  $n$  van de stof volgens:

$$v = c/n.$$

$c$  stelt hierbij de lichtsnelheid in vacuum voor. Wanneer nu een lichtstraal invalt op een grensvlak tussen twee stoffen (fig. 10.) dan wordt de richting van de straal gewijzigd. Daarvoor geldt de volgende formule (*wet van Snellius*):

$$n_I \sin \alpha_I = n_{II} \sin \alpha_{II}$$

Geldt nu dat de brekingsindex  $n_I$  van medium I groter is dan de brekingsindex  $n_{II}$  van medium II is er een hoek  $\alpha_{Ig}$  aan te geven waarbij  $\alpha_{II} = 90^\circ$

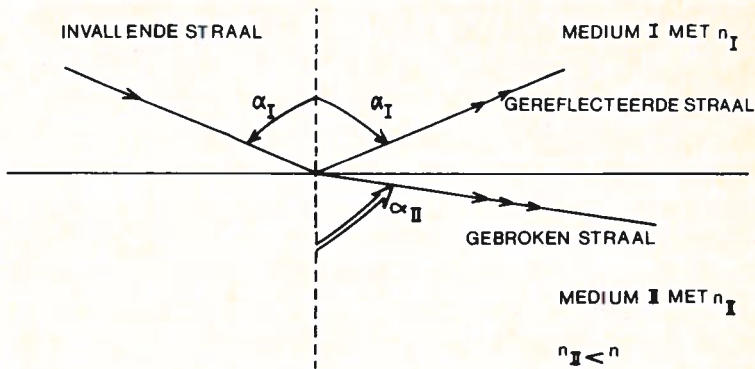


fig. 10. De wet van Snellius.

Vergroting van  $\alpha_I$  resulteert in de afwezigheid van licht in medium II zodat voor de  $\alpha_{Ig}$  het licht uitsluitend wordt teruggekaatst en niet gebroken.

Dit verschijnsel wordt *totale reflectie* genoemd.

Het  $\alpha_{Ig}$  heet de grenshoek. Afgezien van een kleine aanvulling geldt dit ook voor de glazen cilinder met coaxiale mantel in fig. 12. De lichtstralen planten zich voort als daar aangegeven. Een dergelijke vezel heeft een stapvormig brekingsindexprofiel en wordt daarom *step-index-vezel* genoemd (fig. 13.).

Een zeer veel toegepast indexprofiel is dat zoals getekend bij de vezel in fig. 11.

Het heeft, wat betreft de kern, de vorm van een parabool. Een dergelijke vezel heet een *graded-index-vezel*, ook wel *grin-vezel*. De kern is bij benadering als het ware opgebouwd uit een aantal zeer dunne – maar ten opzichte van de golflengte van het licht nog altijd dikke – coaxiale cilindren.

Zou consequent de brekingswet van Snellius voor invallende lichtstralen worden toegepast dan blijkt dat het licht zich door deze structuur spiraalvormig voortplant. In fig. 11. zijn alleen stralen getekend welke de as snijden. De spiralen hiervan hebben, omdat zij in een plat vlak zijn gelegd, een bijzondere vorm: die van een sinus.

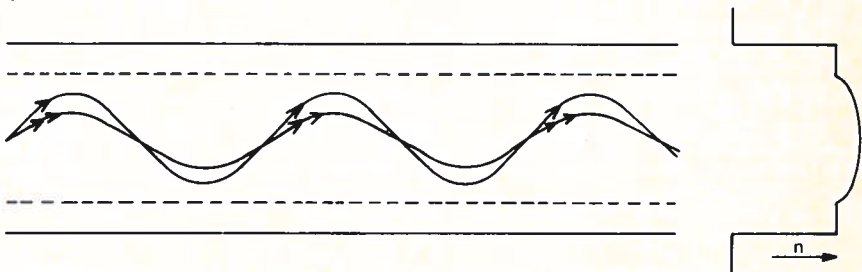


fig. 11. Lichtstralen in een vezel met parabolisch brekingsindexprofiel.

Zoals in de voorgaande figuren is aangegeven hebben de vezels een dikte van ongeveer  $125\ \mu\text{m}$ . Er zijn er echter ook waarvan de kern slechts enkele  $\mu\text{m}$  dik is. De afmetingen in dwarsrichting zijn dan, door gebruik van een dikke mantel, aangevuld tot b.v.  $125\ \mu\text{m}$ . Deze vezels heten *monomodevezels*. Een *modus* is een voortplantingswijze van het licht.

### Dispersie

Glasvezelverbindingen worden in de regel digitaal, dat wil zeggen met pulsen, bedreven.

*Dispersie* is een verschijnsel waardoor de pulsen in de hoogte (= intensiteit) verminderen en in de tijd worden uitgesmeerd.

Bij hoge puls-frequenties zullen de pulsen elkaar aan het eind van de verbinding daardoor enigszins overlappen. Dit behoeft geen bezwaar te zijn, mits de overlappings niet te groot zijn.

Onderscheid dient te worden gemaakt tussen *kleurdispersie* en *modedispersie*. Een derde oorzaak, de z.g. *golfsgeleidersdispersie*, ook wel *intra-modedispersie* genoemd, die bij goede vezels klein is, wordt voor de eenvoud buiten beschouwing gelaten.

### Bespreking van de dispersie

In het voorgaande is de voortplanting van het licht in een step-index-vezel en een multimode-vezel beschreven met behulp van lichtstralen. Hoewel een lichtstraal de werkelijkheid slechts benadert zal deze beschrijving voldoende blijken.

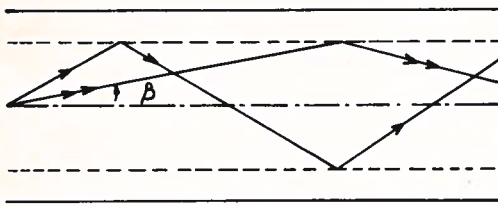


fig. 12.



fig. 13.

Uit fig. 12 (lichtstralen in een vezel met stapvormige brekingsindexprofiel) blijkt dat niet alle lichtstralen dezelfde weg volgen. Vergeleken wordt een lichtstraal die de as van de vezel snijdt en daarmee een hoek  $\beta$  maakt met een lichtstraal waarbij deze hoek nul is. De eerste straal legt een  $\left(\frac{1}{\cos\beta}\right)$  maal zo

lange weg af als de evenwijdige straal. Nu plant het licht zich in de vezel voort met een snelheid  $c/n$  per seconde. De waarde van  $c$  bedraagt  $3 \cdot 10^8$  m/s.  $n$  ligt voor glasvezels in de buurt 1,5.

De rechtdoorgaande straal heeft  $5 \mu\text{s}$  nodig om 1 km vezel te doorlopen. De straal die een hoek met de as maakt heeft  $\frac{5}{\cos\beta} \mu\text{s}$  nodig.

$$1 \mu\text{s} = 1 \text{ micro seconde} = \frac{1}{1.000.000} \text{ seconde.}$$

$\beta$  kan niet willekeurig groot gemaakt worden.

Uit fig. 12. blijkt dat de grootste hoek  $\beta$  van een lichtstraal die in de vezel blijft zodanig is dat  $\cos\beta = \sin\alpha_g = \frac{n_{\text{mantel}}}{n_{\text{kern}}}$

Een praktische waarde voor  $\frac{n_{\text{mantel}}}{n_{\text{kern}}} = 0,98 - 0,99$ . Het tijdsverschil waarin bovengenoemde lichtstralen 1 km vezel doorlopen bedraagt dan:

$$t = 5 \left( \frac{1}{\cos\beta} - 1 \right) \mu\text{s} = 0,05 \text{ tot } 0,1 \mu\text{s} = 5 - 10 \text{ ns}$$

Het bovenstaande geldt voor stralen die de as van de vezel snijden, z.g. *meridionale stralen*. De meeste stralen in een vezel zullen de as echter niet snijden.

Wel dient te worden opgemerkt dat het licht zodanig in een vezel kan worden gekoppeld dat  $\beta$  niet te groot wordt. De waarde van  $\Delta t$  zou dan kleiner kunnen zijn. Dit wordt in dat geval in de praktijk slechts ten dele bereikt. Door de kleine verstrooiing die altijd wel in de vezel optreedt zal onderweg rekening moeten worden gehouden met een zekere toename van  $\beta$ ;  $\beta$  neemt eveneens toe t.g.v. onder meer bochten en lassen.

Het bovengenoemde verschijnsel wordt modedispersie genoemd.

Het is niet het enige verschijnsel waardoor „lichtstralen” niet gelijktijdig aankomen. Er bestaat ook dispersie als gevolg van de spectrale breedte van de bron. De bron zendt geen licht van één kleur uit maar een aantal „kleuren”. Er is dus een spreiding in de golflengte van het licht dat wordt uitgezonden.

De gebruikte halfgeleiderlasers hebben een spectrale breedte van  $\Delta\lambda = 2 \text{ nm}$  lichtemitterende dioden (LED)  $\Delta\lambda = 20 \text{ nm}$

Het licht van verschillende golflengten heeft een verschillende voortplantings-snelheid in de vezel veroorzaakt door een *frequentie-afhankelijke brekings-index*. (De kleurschifting van zonlicht door middel van een prisma waardoor het spectrum zichtbaar wordt, berust ook op een verschil in brekingsindices voor de diverse gebieden van het spectrum). Aangevoerd kan worden dat de *kleurdispersies* bij gebruik van de meest gangbare glassoorten  $0,06 \text{ ns/nm/km}$  bedraagt.

Bij gebruik van een laser geeft dit dus een kleurdispersie van  
 $0,06 \times 2 = 0,12 \text{ ns/km}$ .

Bij gebruik van een LED geldt hiermee een waarde van  $1,2 \text{ ns/km}$ .

In het algemeen zal dus, zeker bij gebruik van een laser, bij een step-index-vezel de kleurdispersie kleiner zijn dan de modedispersie.

Het voorgaande wordt verduidelijkt met een rekenvoorbeeld. Verondersteld wordt dat de informatiedichtheid van  $140 \text{ Mbits/s}$  bij gebruik van binaire signalen (aan/uit pulsen)  $1 \text{ bit/s} = 1 \text{ puls/s}$  is. De gebruikte vezel is  $10 \text{ km lang}$  en als lichtbron wordt een laser toegepast. Stel de *dispersie* van de vezel bedraagt  $50 \text{ ns/km}$ .

Over het gehele traject bedraagt de dispersie dan  $500 \text{ ns}$  en het maximaal aantal over te brengen pulsen bedraagt dan globaal iets meer dan  $2 \text{ Mbits/s}$ . Globaal kan met deze vezel niet meer dan  $20 \text{ Mbits/s}$  worden overgebracht.

Deze beschouwing ziet af van de invloed van lassen tussen de diverse kabel-lengten en de invloed van de demping (zie verder).

Wat betreft de dispersie heeft de in het voorgaande besproken grinvezel betere eigenschappen.

De modedispersie bedraagt hier namelijk:

$$\frac{n}{2c} \times \left(\frac{\Delta n}{n}\right)^2 \times 1000 \text{ s/km met } \Delta n = n_{\text{kern}} - n_{\text{mantel}}$$

Voor  $\frac{n_{\text{mantel}}}{n_{\text{kern}}} = 0,99$  bedraagt de modedispersie dan

$$\frac{1,5}{2 \times 3 \cdot 10^8} 10^{-4} 10^{+3} \text{ s/km} = 0,25 \text{ ns/km}$$

Deze waarde ligt dus in dezelfde orde van grootte als de kleurdispersie bij gebruik van laser. Wordt weer het voorbeeld bekeken, dan blijkt dat de totale dispersie over het traject van  $10 \text{ km}$  (mode-plus kleurdispersie)  $0,4 \text{ ns/km}$  bedraagt. Afgezien van bijverschijnselen bij lassen onderweg en geen rekening houdend met de demping van de vezel, blijkt dat een verkeer van  $140 \text{ Mbits/s}$  over dit traject makkelijk kan worden verzonden.

Bij de monomode-vezels is de modedispersie nul. Dit is uitsluitend kleurdispersie. Het zal duidelijk zijn dat de combinatie van een monomode-vezel met een laser garant staat voor de transmissie van zeer grote bitsstromen.

(Wordt vervolgd.)

# Technisch Engels

bewerkt door mej. C. V. Poolman en W. S. v. Dam

## Submarine Cable Systems

The **earliest** submarine cable systems **provided** no more than a few speech channels over a short distance, or a **single** slow-speed **d.c.** telegraph **circuit** over a long distance. The development of **submerged repeaters** during the last thirty years and improvements in cable technology have made possible the provision of **increasing** numbers of transoceanic speech circuits of high quality which now play a **vital** role in international communications.

The frequency spectrum of a submarine cable system is normally **similar to** that of an inland frequency division multiplex **carrier system** up to the **supergroup** line-frequency stage of the **latter**. The submarine cable system, however, **requires** one more stage of modulation (in one direction of transmission only) to allow signals in both directions to be transmitted over one single-tube coaxial cable.

Inland systems use channels spaced 4 kHz apart, there are being 60 such channels in each supergroup. Short submarine cable systems do **likewise**. On the longer submarine systems, however, where the cost of equipment at the terminals is only a small part of the total system cost, the increased cost of channelling equipment to provide channels spaced only 3 kHz apart is **justified**, and with such equipment 80 channels per supergroup can be **obtained**.

The submerged repeater capsule contains the various electrical units of the submerged repeater, e.g. amplifier, **equaliser**, directional filters, power separating filters and supervisory circuit. Most of the repeaters laid have valve amplifiers (consisting of two amplifiers in parallel between common input and output transformers, with a single **feedback** network), but transistorised amplifiers are now being used. The capsule is contained in a steel housing **sealed** at both ends by steel **bulkheads**. Connection between the capsule and the sea cable is through watertight **glands** at each end.

Overgenomen uit: „Telecommunications Pocket Book”.

Samengesteld door T. L. Squires uitg. Newnes-Butterworths, Londen.



## EXPLANATORY NOTES

<b>Submarine cable systems</b>	zeekabelsystemen
<b>early - earlier - earliest</b>	vroeg - vroeger - vroegst
<b>to provide</b>	verschaffen, geven, voorzien in
<b>a single circuit</b>	één (enkel) circuit
<b>d.c. (direct current)</b>	gelijkstroom
<b>a.c. (alternating current)</b>	wisselstroom
<b>to submerge</b>	onderdompelen
<b>repeater</b>	versterker
<b>to increase</b>	toenemen, vermeerderen, vergroten
<b>vital</b>	vitaal, essentieel
<b>similar to</b>	ongeveer gelijk aan
<b>carrier system</b>	draaggolfsysteem
<b>supergroup</b>	secundaire groep
basic group	primaire groep
master group	tertiaire groep
<b>the latter</b>	laatstgenoemde(n)
the former	eerstgenoemde(n)
<b>to require</b>	nodig hebben, vereisen
<b>likewise</b>	evenzo, net zo
<b>justified</b>	verantwoord
<b>to obtain</b>	verkrijgen
<b>equaliser</b>	effenaar
<b>feedback</b>	terugkoppeling
<b>to seal</b>	afsluiten
<b>bulkhead</b>	schot
<b>gland</b>	mof (ook: klier)



Promovendi aan universiteiten en hogescholen dienen hun proefschriften te doen vergezeld gaan van „stellingen” welke iets nieuws bevatten en iets toevoegen aan de wetenschap die in het proefschrift is weergegeven.

Deze „stellingen” worden in alle ernst bepaald. Men heeft echter ook de ruimte om stellingen te poneren die niets met het bestudeerde onderwerp te maken hebben.

Dergelijke stellingen kunnen ridicuul, maatschappij-kritisch en soms zelfs tegen de eigen tak van wetenschap zijn gericht. Humor is dan wel de belangrijkste drijfveer. Er moet in die stellingen evenwel iets zijn dat tot nadenken stemt; zij moeten houtsnijden.

In dit licht willen wij de lezer een selectie bieden uit „stellingen” behorende bij recent verdedigde proefschriften. Zij zijn bijeen gebracht door de heer ing. L. de Bruijn.

We tekenen hierbij aan dat publicatie van „stellingen” niet hoeft te betekenen dat de redactie van het Studieblad-PTT het met de strekking eens is.

Beschouwelijk in u opnemen is toegestaan . . . lachen eveneens.

---

P. Klint

TH-Eindhoven

„Men zou veel misverstanden kunnen voorkomen door het vakgebied – Kunstmatige Intelligentie – voortaan met – Geavanceerde Programmeertechnieken – aan te duiden.”

M. F. A. M. van Maarseveen

TH-Twente

„In verkeers- en vervoersonderzoeken wordt de informatiedrager tijd vaak ten onrechte veronachtzaamd.”

„Een incidenteel slecht functionerend openbaar vervoersysteem bevordert de gemeenschapszin.”

„De bewegingsvrijheid van hardlopers wordt op onrechtmatige wijze beperkt door loslopende honden.”

J. Leentvaar

Landbouwhogeschool Wageningen

„Het betrekken van openhaard-hout uit eigen tuin is uit oogpunt van energiebesparing voordelig. Men wordt er twee keer warm van.”

J. H. P. Boudewijnse

„Wellicht komen sommige promovendi tot het schrijven van een proefschrift om ten minste één keer een prestatie te leveren waarvan hun vrouw niet kan zeggen: Geef maar hier, dat doe ik wel even.”

L. J. van den Brom

RU-Utrecht

„Bij gelijke capaciteiten bij een sollicitatieprocedure dient niet het geslacht, maar het lot te beslissen.”

S. A. Bouwer-Hertzberger

RU-Utrecht

„Het verschil tussen – een vrouw – en een – werkende vrouw – heeft niets met werken te maken.”