

# STUDIEBLAD

TECHNISCH BLAD VOOR  
PTT PERSONEEL

Nr. 3, 37e jaargang

maart 1982

In dit nummer o.a.:

NOS/PTT microfoons (2)

Diavox/Unifoon (3)

Transmissie- en telecommunicatietechniek



Televiestudio op rails (zie ook blz. 74).

# STUDIEBLAD

technisch blad  
voor PTT personeel

uitgave AbvaKabo en NCBO.  
redactie Hoofred. 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 **

# Microfoon-toepassingen bij muziekuitzendingen (2)

J. S. Koolschijn  
(Vervolg van blz. 42.)

## Werking in het kort (vervolg)

Tot de gevoeligste microfoons behoren ongetwijfeld de koolmicrofoons. Iedereen kent de in de telecommunicatietechniek (telefoon) toegepaste kleine microfoons. Voor deze tak van techniek zijn zij uitstekend op hun plaats, omdat men daar volstaat met de eis van voldoende verstaanbaarheid van de menselijke stem: het gegarandeerde frequentiegebied van de gehele keten is beperkt van 300-3400 Hz.

Bij de in de Omroep gebruikte techniek stelt men veel hogere eisen: in verband daarmee werden vroeger voor de omroep speciale koolmicrofoons ontwikkeld, waarvan de voornaamste de marmerblok-microfoon volgens het systeem REISZ was (fig. 5).

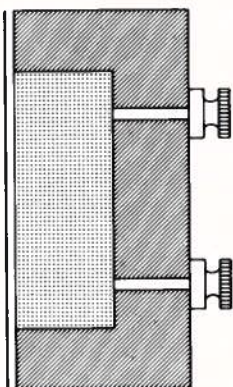


fig. 5.

Deze microfoon bestaat uit een rechthoekig of rond stuk marmer, waarin een ruimte, de z.g. koolkamer, is uitgehakt. Aan de voorkant is deze koolkamer afgesloten door een membraan van rubber, mica, rijstpapier of cellofaan. Om het te beschermen is er een geperforeerde metalen plaat voor gemonteerd. In de koolkamer is een vulling aangebracht van koolkorrels of koolpoeder. De stroom loopt door de koolvulling.

Een nadeel van de koolmicrofoon is de ruis. Tussen de verschillende kool-

deeltjes ontstaat als gevolg van de weerstandsvariatie, die in feite bestaat uit een zeer groot aantal slechte contacten tussen de kooldeeltjes, een zwakke vonkvorming, die ruis veroorzaakt.

Naarmate de koolvulling grover van samenstelling is wordt de ruis sterker. Een koolkorrel-microfoon ruist daardoor sterker dan een koolpoeder-microfoon. Ook wordt de ruis sterker naarmate men de voedingsspanning hoger maakt, waardoor ook de stroom door de koolvulling groter wordt.

Gewoonlijk werd voor de Reisz-microfoon een accu met een spanning van 4 tot 8 volt gebruikt, waarbij een ruststroom vloeide van 100 tot 250 mA.

Op den duur vormt de koolvulling een meer compacte massa (sinteren), waardoor de gevoeligheid afneemt. Men moet daarom de koolmicrofoon van tijd tot tijd schudden, om het koolpoeder weer los te maken.

De koolmicrofoon heeft een lage inwendige impedantie.

Tegenover de grote gevoeligheid staan veel nadelen, waardoor de koolmicrofoon tegenwoordig niet meer wordt toegepast:

- hoge ruis;
- niet constante gevoeligheid door sinteren;
- beïnvloeding door vochtige lucht;
- minder goede weergave van frequenties beneden 300 Hz en boven 3400 Hz.

Bij de kristalmicrofoon wordt gebruik gemaakt van Rochelle- of Seignette-zoutkristallen in z.g. bimorfe uitvoering.

Buigt men n.l. een enkel kristalplaatje met de neutrale laag als buigings-as (fig. 6), dan wordt het gedeelte boven de neutrale laag gerekt en het gedeelte onder de neutrale laag samengedrukt.

Het gevolg hiervan is, dat aan de buitenzijden van het plaatje vlakken van gelijke potentiaal liggen, zodat geen spanning naar buiten kan worden afgenomen. In verband hiermee past men wel constructies toe, waarbij een enkel kristalplaatje wordt gekit op een plaatje isolatiemateriaal van dezelfde afmetingen en met dezelfde mechanische eigenschappen, waarbij nu één zijvlak door de buigings-as gaat, zodat wèl een spanning naar buiten kan worden afgenomen.

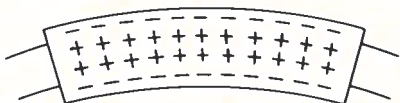


fig. 6.

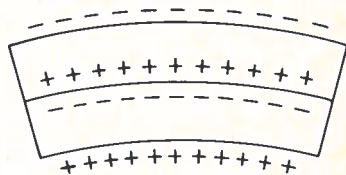


fig. 7.

Een andere veel toegepaste methode is om het kristalplaatje volgens de neutrale laag door te snijden en tussen de beide verkregen helften een staniolaag aan te brengen (fig. 7). Nu worden deze kristalplaatjes eenvoudig parallel geschakeld. Ook keert men wel één van beide helften om, waardoor dus de vlakken van tegengesteld potentiaal tegen elkaar komen te liggen. De totale spanning wordt nu afgenomen van de staniollagen aan de buitenkant, zodat de plaatjes in serie zijn geschakeld.

Zo kunnen we de kristalmicrofoons in twee groepen verdelen: de membraan-kristalmicrofoon en de klankcelmicrofoon (sound-cell). De grote voordelen van de membraankristalmicrofoon zijn de gevoeligheid en de lage prijs. Een nadeel is de frequentiekenarakteristiek, die sterk afhankelijk is van de kwaliteit van het membraan met overbrenging.

Bij de klankcelmicrofoon wordt geen stijf membraan toegepast, maar vervult het kristalelement zelf de rol van membraan.

Eén van de grote voordelen van een dubbele kristalmicrofoon is, dat het element bijna niet reageert op schokken (fig. 8).

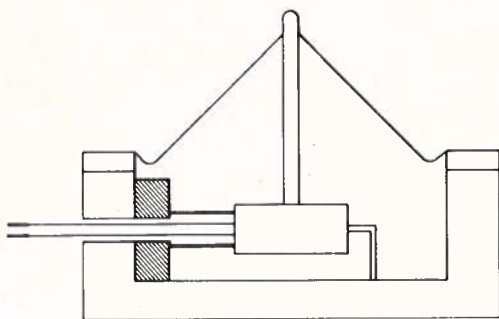


fig. 8. Kristalmicrofoon.

Een kristalmicrofoon heeft een uitgesproken capacitief karakter. De capaciteit bedraagt 200 tot 5000 pF, zodat de inwendige impedantie voor het in aanmerking komende frequentiegebied zeer hoog is.

Teneinde een zo vlak mogelijk verloop van de frequentiekenarakteristiek te verkrijgen, wordt voor de belastingsweerstand door de fabrikant meestal een waarde tussen 1 en 10 M $\Omega$  opgegeven. Het is duidelijk, dat in verband met de hoge inwendige impedantie een effectieve afscherming van de gehele microfoon-stroomkring noodzakelijk is. Een voordeel van de kristalmicrofoon is dat men lange kabels mag gebruiken.

Kristalmicrofoons zijn zeer gevoelig voor vocht en temperatuurverhogingen en mogen nooit op een spanningsbron worden aangesloten; hierdoor wordt de microfoon onbruikbaar.

De spoelmicrofoon berust op het principe van de dynamo. In de luchtspleet van een sterke magneet bevindt zich een van koper- of aluminiumdraad gewikkeld spoeltje, dat direct op het membraan is geplakt. Spreekt men voor de microfoon dan geraakt het membraan in trilling, het spoeltje maakt in de luchtspleet een heen en weer gaande beweging en snijdt de krachtlijnen van de magneet. Hierdoor wordt een inductiespanning in het spoeltje opgewekt met dezelfde frequentie als die van de luchttrilling. Het membraan bestaat uit papier, aluminium of plastic (fig. 9).

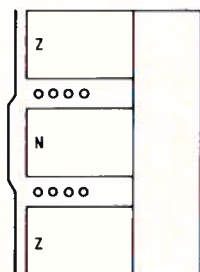


fig. 9. Spoelmicrofoon.

De voorzijde is tegen beschadiging beveiligd door fijn metaalgaas, waarachter voor stofafsluiting zijdegaas is aangebracht.

Door het spoeltje wordt bij de beweging van het membraan een vrij grote wisselspanning opgewekt. De impedantie van het spoeltje bedraagt ca. 30 ohm; deze kan d.m.v. een aanpassingstransformator worden verhoogd tot elke verlangde impedantie.

Gewoonlijk is het metalen huis van de microfoon geïsoleerd van het spoeltje en doet tevens dienst als afscherming; het wordt meestal geaard via de afschermantel van de kabel.

In verband met het verloop van de frequentie karakteristiek worden in het huis door bijzondere vormgeving van het magneetsysteem trillholten (akoestische kringen) gevormd, die gekoppeld zijn met de ruimte achter het membraan. Het microfoonhuis mag niet geheel zijn afgesloten, anders zou het membraan bij temperatuurverschillen omhoog worden gedrukt of omlaag gezogen.

Meestal loopt een gebogen buis door de grootste trilholte en vormt zo de verbinding met de buitenlucht. Op deze wijze worden luchtdrukverschillen door temperatuurveranderingen vereffend, zonder dat de geluidstrillingen naar buiten kunnen treden.

Als een spoelmicrofoon niet meer werkt kan dit zijn oorzaak vinden in een onderbroken of kortgesloten spoel. Vervorming kan worden veroorzaakt door aanlopen van de spreekspoel in de luchtspleet van de magneet.

Het richtingsdiagram is voor lagere frequenties een cirkel (bol), terwijl voor de hogere frequenties aan de achterzijde een schaduwwerking optreedt, waardoor de gevoeligheid aan de voorzijde groter is.

Er zijn ook constructies bedacht, waarbij een licht staafmagneetje aan het membraan is bevestigd, dat trilt binnen een stilstaand spoeltje.

Een variant op het magneto-dynamische principe is de elektromagnetische microfoon. Hier is een met het membraan gekoppeld *weekijzeren* ankertje in de onmiddellijke nabijheid van de poolschoenen van een permanente magneet opgesteld. De magnetische stroomkring wordt, op een kleine luchtspleet na, gesloten (fig. 10).

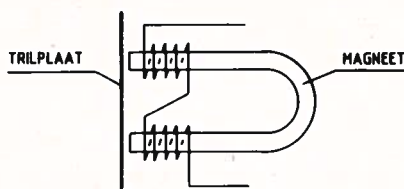


fig. 10. Elektromagnetische microfoon.

Als gevolg van het bespreken van het membraan ontstaat een veranderlijk magnetisch veld, waardoor een inductiespanning wordt opgewekt in de om de poolschoenen aangebrachte spoeltjes, die in een elektrische stroomkring zijn opgenomen.

Het is – volgens de inductiewet van Faraday – duidelijk, dat de opgewekte wisselspanning evenredig is met de snelheid van het membraan, zodat men te doen heeft met een snelheidsmicrofoon.

Om een spanning te verkrijgen die evenredig is met de geluidsdruk, dient de constructie zodanig te zijn, dat niet de uitwijking, maar de snelheid van het membraan als functie van de tijd evenredig is met de geluidsdruk.

Aangezien de elektromagnetische microfoon tegenwoordig van geringe praktische waarde is, zullen we deze verder laten rusten.

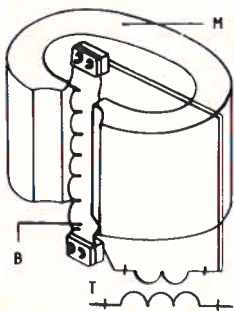


fig. 11. Principe bandmicrofoon

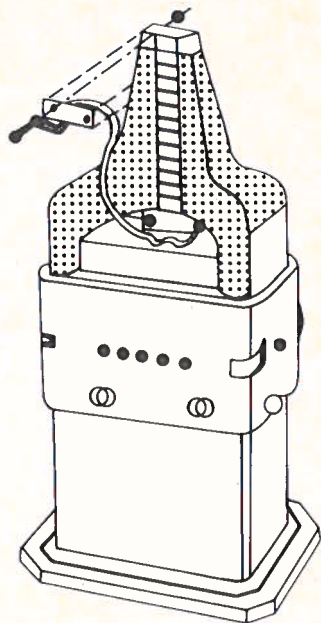


fig. 12. Bandmicrofoon

Een snelheids- of drukgradiëntmicrofoon is een microfoon, waarvan de uitgangsspanning evenredig is met de snelheid van het bewegende element. Wanneer de geluidsintensiteit constant is en onafhankelijk van de frequentie, is de snelheid voor het hele audiofrequentgebied constant en geeft de microfoon dus een constante uitgangsspanning.

De bandmicrofoon is een voorbeeld van een drukgradiëntmicrofoon. De mechanische eigenschappen zijn zo gekozen, dat voor een constant akoestisch ingangsniveau de snelheid voor het hoorbare gebied constant is.

Een smal, uiterst dun metalen bandje is aangebracht in de luchtspleet van een sterke permanente magneet met langwerpige poolschoenen (fig. 11 en 12). Deze poolschoenen zijn op een bepaalde manier gevormd of opengewerkt om de omloopweg voor de geluidstrillingen zo klein mogelijk te maken, hetgeen het verloop van de frequentie karakteristiek in het hoge gebied ten goede komt.

Het metalen bandje is zeer licht en uiterst beweeglijk, doorgaans gemaakt van aluminium en heeft een lengte van ca. 60 mm, een breedte van ca. 6 mm en een dikte van 2 tot 5 micron. Het wordt vaak in de dwarsrichting van rillen voorzien, om in de bewegingsrichting een uiterst geringe stijfheid te verkrijgen en in de richting loodrecht daarop doorbuiging vrijwel onmogelijk te maken.



Het bandje heeft een zeer lage eigen frequentie, n.l. 20 tot 30 Hz. Het is duidelijk, dat het bandje een zeer geringe elektrische weerstand heeft, n.l. ca. 0,1 ohm en dat de daarin opgewekte inductiespanning zeer klein is.

In het huis van de bandmicrofoon wordt gewoonlijk een transformator gemonteerd om de verliezen door de leidingen zo klein mogelijk te houden, terwijl bij een uitgangsimpedantie van 200 ohm de transformatieverhouding zo hoog mogelijk wordt gekozen om een voldoende gevoeligheid te verkrijgen.

Als gevolg van de beweeglijkheid van het bandje is de microfoon zeer gevoelig voor luchtstromingen; om de invloed hiervan te beperken is een bekleding van fijn metaalgaas aangebracht.

Desondanks kan door wind en ademtocht bij bespreking op te korte afstand een sterke overbelasting optreden, waardoor het bandje te ver buiten het magnetisch veld komt en sterke vervorming of „blubberen” optreedt. Dit kan ook optreden, wanneer de bandmicrofoon niet voldoende verend is opgesteld en trillingen van zeer lage frequentie door de vloer op de microfoon worden overgebracht.

Een opvallend constructief detail van de bandmicrofoon is, dat de verbinding van de uitwendige stroomkring (transformatorwikkeling) naar de top van het bandje dubbel is uitgevoerd. Aan weerszijden van het bandje loopt een draad, op korte afstand evenwijdig aan het bandje, naar beneden. Bandje en verbindingdraden vormen lussen, zodat uitwendige storende magnetische velden stromen in tegenfase veroorzaken.

In de regel is het bandje zelf gemonteerd op een raampje en wordt het bij defect raken met raampje en al vervangen.

De frequentie karakteristiek is binnen 3 dB recht voor het gebied van 40 tot 12.000 Hz.

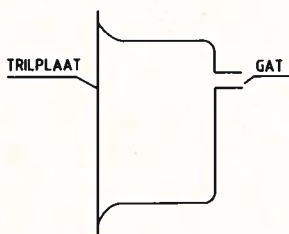


fig. 13. Drukmicrofoon.

Een bandmicrofoon heeft een 8-vormig richtingsdiagram. Dit kan worden geconstateerd door de uitgangsspanning te meten in een akoestische dode ruimte, onder verschillende invalshoeken van het geluid.

Deze uitgangsspanning wordt uitgedrukt in dB t.o.v. de spanning die wordt afgegeven bij 1000 Hz en bij loodrecht invallend geluid.

Wanneer de druk van een geluidsbron voor alle frequenties constant is, is de geluidsdruk in een bepaald punt alleen afhankelijk van de afstand tot de geluidsbron. Bij een drukmicrofoon wordt één zijde van het membraan onder invloed gesteld van de geluidsgolven, terwijl zich aan de andere kant een luchtvolume van constante atmosferische druk bevindt, dat door een kleine opening met de buitenlucht in verbinding staat (fig. 13).

De kracht, die op het membraan wordt uitgeoefend, is gelijk aan het produkt van de geluidsdruk en de oppervlakte van het membraan. De kracht is onafhankelijk van de frequentie, mits de diameter van het membraan zeer klein is vergeleken bij de golflengte van alle frequenties in het hoorbare gebied. Als aan deze voorwaarde niet wordt voldaan, verandert deze kracht bij de hogere frequenties. Omdat de druk onafhankelijk is van de hoek van inval, is het richtingsdiagram van een drukmicrofoon een cirkel (bol), d.w.z. de microfoon is rondomgevoelig.

Bij een microfoon van dit type is de afgegeven spanning evenredig met de amplitude van het bewegend element.

Er is hier gezorgd, dat voor een constante waarde van het akoestisch niveau de amplitude van het bewegend element voor alle frequenties dezelfde is.

De rondomgevoelige microfoon kan alleen worden gebruikt, wanneer geen ongewenste bijdrage kan worden verwacht van geluidsbronnen uit een andere richting dan de gewenste.

Door van een bandmicrofoon gebruik te maken, wordt hier al voor een groot gedeelte aan tegemoet gekomen. Want bij de bandmicrofoon is de kracht, die op het membraan wordt uitgeoefend, evenredig met de cosinus van de hoek van inval (fig. 14).

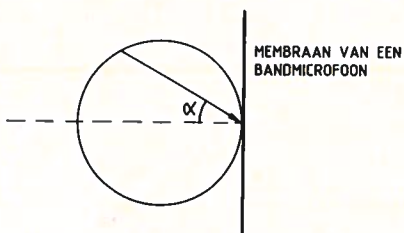


fig. 14.

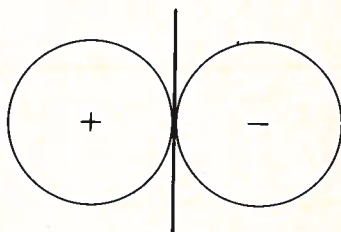


fig. 15.

Wanneer de voorkant van de microfoon om een hoek van  $90^\circ$  wordt gedraaid t.o.v. de geluidsbron, ontstaat er een cirkelvormig diagram. De uitgangsspanning is nul, wanneer de positie van de microfoon onder  $90^\circ$  staat t.o.v. de

geluidsbron. M.a.w. valt de geluidsgolf van de zijkant in, dan worden beide zijden van het bandje gelijktijdig getroffen en is de resulterende kracht nul. Voor de achterzijde van de microfoon geldt hetzelfde als voor de voorkant, met dit verschil, dat de uitgangsspanning in tegenfase is (fig. 15).

Een afwijkend gedrag treedt op, als de geluidsbron zo dichtbij is, dat de geluidsgolven niet meer als vlakke golven mogen worden beschouwd. Heeft het stralend deel van de geluidsbron een geringe afmeting (zoals de mond bij spraak), dan moet met bolvormige geluidsgolven rekening worden gehouden. Voor de krachtwerking op het bandje moet nu worden gerekend, dat bij een zelfde frequentie en geluidsdruk, de amplitude van de wisselkracht wordt vergroot met de factor.

$$\sqrt{1 + \left(\frac{\lambda}{2r}\right)^2}$$

Hetzelfde geldt voor de geproduceerde elektrische wisselspanning.

Zoals uit de formule is te zien, is deze factor vooral van betekenis voor lage frequenties ( $\lambda$  is dan groot) en bij kleine afstand ( $r$  is klein). Blijkbaar wordt een geprononceerde weergave van de lage frequenties verkregen.

Door zijn 8-vormig diagram is de bandmicrofoon zeer geschikt om bij een vraaggesprek tussen twee personen te worden opgesteld.

Wenst men echter de gevoeligheid van een microfoon te beperken tot de voorkant, dan past men de cardioïde-microfoon toe.

Men kan een cardioïde-microfoon samenstellen door een drukmicrofoon met een cirkelvormig richtingsdiagram en een drukgradiënt-microfoon met een richtingsdiagram in één unit onder te brengen, zodanig, dat de geluidsdruk voor beide systemen praktisch hetzelfde is. Zijn de microfoons even gevoelig en worden beide uitgangen in serie geschakeld, dan ontstaat een zuiver cardioïde richtingsdiagram (fig. 16).

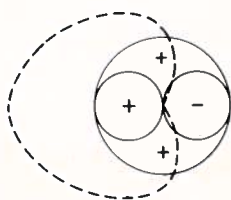


fig. 16. Cardioïde-microfoon (schematisch).

Door de gevoeligheid elektrisch of akoestisch van één van beide systemen instelbaar te maken, kan de vorm van het richtingsdiagram worden beïnvloed. Willen we een bepaalde zijde van de microfoon als voorzijde (gevoelige kant) gebruiken, dan moeten we de spanningen van beide secties kunnen optellen. Daarom moeten ze in fase zijn. Zouden de spanningen in tegenfase worden aangesloten, dan zou de achterkant als gevoelige kant dienst gaan doen.

Gebruikt men twee microfoons in één studio, dan komt een nieuwe eis naar voren, n.l. de polariteit. Staan er twee microfoons opgesteld en bevindt een muzikant zich tussen beide microfoons in, dan zal elke microfoon een spanningsbijdrage leveren.

Zijn beide microfoons van gelijke polariteit, dan bestaat het signaal uit de som van beide microfoonspanningen.

Is de polariteit verschillend, dan is het resultaat ook het verschil van beide spanningen. Dat dit dus sterk afwijkt van het aangeboden akoestisch signaal behoeft geen betoog.

Verskil in polariteit tussen microfoons onderling moet daarom worden voorkomen.

De inwendige impedantie van een dergelijke combinatiemicrofoon is meestal ca. 50 ohm bij 1000 Hz. (Wordt vervolgd.)

---

Bij de voorpagina

### **Televisiestudio op rails**

In grote hallen, die later door de Innsbrucker Vervoerbedrijven als remise voor trams en garage voor bussen zullen worden gebruikt, bouwde Siemens in opdracht van de Oostenrijkse radio- en televisie-omroep ORF de geluidstechnische installaties voor de televisie en de interne communicatie-apparatuur voor de uitzendingen van de Olympische Winterspelen. Ongeveer 500 miljoen mensen over de gehele wereld behoeften niet in de open lucht op de knisperende sneeuw te staan om de wedstrijden te kunnen volgen. 34 televisiestations uit 29 landen hebben namelijk uitzendingen uit Innsbruck verzorgd. De radio betrok een aangrenzend gebouw, waarin later een pedagogische academie werd ondergebracht. Wanneer men alles bij elkaar telt, hebben ingenieurs, technici en monteurs van Siemens ongeveer 100 „manmaanden“ moeten werken om alle geluidstechnische installaties te monteren en voor gebruik gereed te maken. In de twee schakelcentra werd alleen al 60 kilometer kabel in vaste schachten gelegd.

---

# De telefoontoestellen DIAVOX en UNIFOON (3)

F. Hofman en P. J. Boogaard  
(Vervolg van blz. 48.)

## Kiezen door middel van impulsen

In Nederland zijn circa driekwart van de aanwezige nummercentrales van het elektro-mechanische type. Deze centrales moeten niet als verouderd worden beschouwd; zij worden conventioneel genoemd omdat zij werden gebouwd vóór de doorbraak van de miniatuur-elektronica. Zij zijn daarom nog niet van lagere kwaliteit.

Dergelijke centrales zijn ingericht voor het ontvangen van kiesinformatie op lijnstroomimpulsbasis.

Een kiesimpuls ontstaat wanneer de gelijkstroomlus tussen toestel en centrale-apparatuur, een vastgestelde korte tijd wordt onderbroken. Deze impulsdijkt bedraagt nominaal 61 msec. Meer impulsen in één reeks dienen door een bepaalde korte pauze tijd van elkaar te worden gescheiden. De pauzetijd is nominaal 39 msec.

Opgemerkt zij hier dat gesproken mag worden van digitaal kiezen!

Het is bekend dat het eenvoudige en tegelijk ingenieuze mechaniek waaruit een kiesschijf bestaat, fraaie series impulsen kan verzorgen, waaruit de apparatuur in de openbare telefooncentrale alle kiesinformatie zonder mankeren afleidt.

De moderne elektronica stelt ons echter nog beter in staat om nauwkeurig gedimensioneerde impulsen te verzorgen. Daarvoor is dan in de eerste plaats een generator nodig, welke een frequentie van 10 Hz produceert onder de volgende voorwaarden:

- 1 impulsperiode = 100 msec.
- 1 impuls = 61 msec.
- 1 impuls interval = 39 msec.

Het gaat er dan alleen nog om, deze generator naar wens te kunnen starten en stoppen, om elke impulsreeks tussen 1 en 10 te kunnen uitzenden. Wat ligt meer voor de hand dan die informatie aan de generator mede te delen met behulp van 10 druktoetsen. Die 10 druktoetsen kunnen in de cijfering overeenkomen met de cijfers van de kiesschijf.

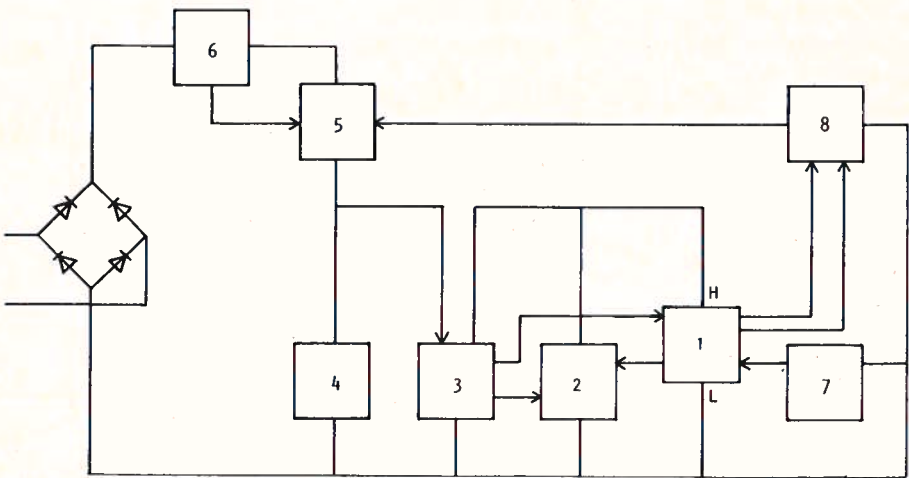
In het geval van de druktoetskiesinrichting waarover wij nu spreken is de generator en de impulsafpasinrichting in één IC opgenomen.

Heeft men eenmaal bereikt dat men met toetsen de commando's voor het geven van impulsreeksen kan geven, dan kunnen we spreken van een Impuls Druktoets Kiezenheid (IDK).

De moderne elektronica stelt ons in staat een IDK van een zodanig kleine omvang te maken, dat zij als eenheid in een gewoon telefoontoestel kan worden ondergebracht. De DIAVOX en de UNIFOON zijn beide leverbaar met een dergelijke IDK-set. Die toestellen kunnen derhalve op alle conventionele telefooncentrales (uitgezonderd die centrales welke functioneren met een bedrijfsspanning van 24 V), zonder bijzondere voorzieningen, worden aangesloten. In de volgende hoofdstukken wordt uiteengezet hoe de IDK-eenheden functioneren.

### De IDK-eenheid van de DIAVOX

De functionele opbouw van de IDK-eenheid kan het beste worden weergegeven met een blokschema (zie fig. 16).



- |   |                                 |
|---|---------------------------------|
| 1. CPU  | } Voor V-aanduiding<br>zie fig. |
| 2. Relaissturing (V22 t/m V29 + V32)                |                                 |
| 3. Reset en spanningsbewakingscircuit (V34 t/m V37) |                                 |
| 4. Spanningsstabilisator (V6)                       |                                 |
| 5. Impulsschakelaar (V5)                            |                                 |
| 6. Stroombegrenzing                                 |                                 |
| 7. Keypad   |                                 |
| 8. Impulsschakelaarsturing (V16, V18, V7)           |                                 |

fig. 16. Blokschema IDK-eenheid DIAVOX.

Deze schematische voorstelling met bijschriften spreekt voor zich zelf.

Het hart van de IDK-eenheid is een CMOS/LSI-circuit.

Het gehele IC werkt met een laag opgenomen vermogen, zodat de voedingspanning zonder bezwaar uit de openbare telefooncentrale kan worden betrokken.

De druktoetseenheid zelf (Keypad genoemd) verstrekt informatie aan de CPU hetwelk in een register wordt opgeslagen. Een dergelijk register is onmisbaar omdat niet van de gebruiker verwacht mag worden, dat hij na het indrukken van een kiestoets wacht met het indrukken van een volgende toets totdat de gehele impulsreeks is uitgezonden. Op die manier zou de kiesprocedure onnodig lang duren. Technisch gezien is dit ook zo, maar procedureel, vanuit de gebruiker gezien, geeft het kiezen d.m.v. druktoetsen een ervaring van snelle afwikkeling.

Het register kan 18 kiesopdrachten (digits) opslaan. De opdrachten worden in volgorde van binnenkomst afgehandeld, een methode die wij kennen onder de naam First In First Out ofwel FIFO.

Het Keypad kent 7 uitgangen waarin d.m.v. kolom- en rijmarkering de 10 verschillende cijfers gemakkelijk kunnen worden uitgedrukt. In fig. 17 ziet men de 7 uitgangen x 1 t/m x 4 en y 1 t/m y 3 verbonden met het IC. Deze figuur zal in de navolgende beschrijvingen vaker moeten worden geraadpleegd.

Wanneer een knop wordt ingedrukt, dan wordt 1 kolom en 1 rij verbonden met L. De Keypad-informatie wordt door een anti-bounce-circuit gevoerd voordat het wordt opgenomen. Wanneer de code geldig is, d.w.z. afkomstig is van één der toetsen, dan wordt deze opgeslagen in het 18 digit-register.

Het IC heeft een interne klokoscillator. De frequentie wordt bepaald door 3 externe componenten, n.l.  $C_9$ ,  $R_{34}$  en  $R_{35}$ . Hiermede wordt dus ook de juiste impulsverhouding ingesteld.

Het impulscontact zelf wordt gevormd door een transistorschakelaar, n.l.  $V_5$ , welke gestuurd wordt vanuit de impulsuitgang LP. Dit geschiedt via  $V_{16} - V_{15}$   $V_{14} - V_8$  en  $V_7$ .

De strobe-uitgang St wordt geactiveerd zodra een geldige code aan de ingang is herkend. Deze uitgang doet de impulsschakelaar geleiden, zodat de condensatoren  $C_3$  en  $C_5$  via de stroom, welke  $V_5$  doorloopt, snel worden opgeladen.

De MK 1-uitgang is hoog wanneer een geldige code wordt uitgezonden. Deze uitgang stuurt:

- het circuit van relais  $K_1$
- de impulsschakelaar  $V_5$ .

Het bistabiele relais  $K_1$  zorgt voor het uitschakelen van het spreekcircuit

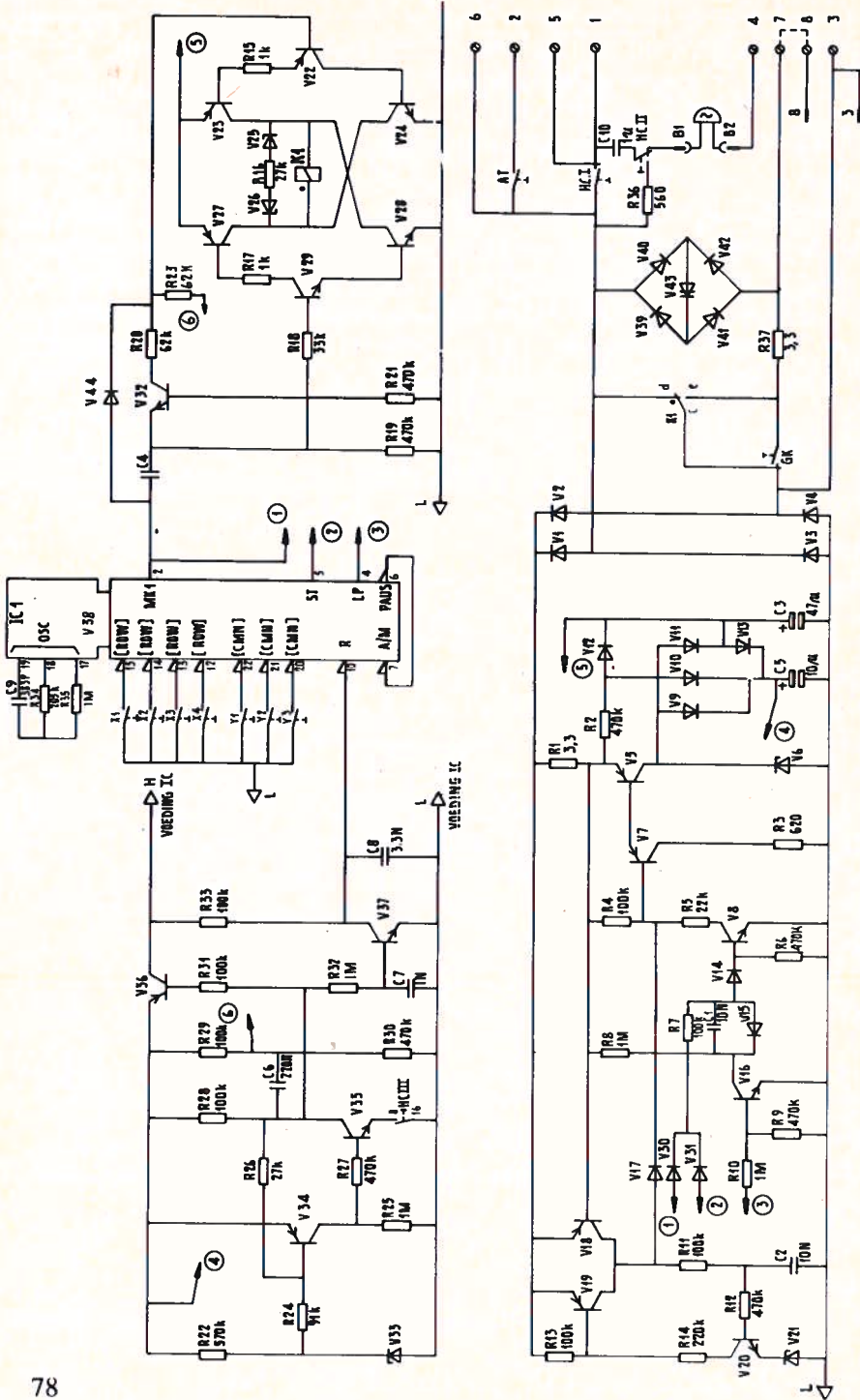


fig. 17. Schema van de IDK-eenheid van de DIA VOX.

Middenboven het IC met de Keypad-ingangen  $x^1$  t/m  $x^4$  en  $y^1$  t/m  $y^3$ .



gedurende het uitzenden van impulseries.

Impulsschakelaar  $V_5$  zorgt voor de juiste impulsen, de lijn wordt geopend en gesloten in de impulsverhouding die door de LP-uitgang wordt aangeboden.

Opgemerkt wordt dat de schroefklemmen 1 en 3 met de telefoonlijn verbonden zijn. Het contact  $k_1$  staat in spreekstand, in de stand c-e. Op de functie van het relais  $K_1$  wordt nog nader teruggekomen.

#### *De stroomvoorziening*

Tijdens de pauze tussen 2 impulsreeksen en het aansturen van het impulscontact wordt de lijnstroom via  $V_5$  gevoerd. De zenercode  $V_6$  zorgt voor spanningsstabilisatie. Deze stroom laadt de condensatoren  $C_3$  en  $C_5$  op tot ongeveer 4 V.

Tijdens de lusonderbreking werken de condensatoren  $C_3$  en  $C_5$  als een batterij waaruit de schakeling wordt gevoed.

#### *Het reset- en spanningsbewakingscircuit*

Bij het inschakelen van de eenheid wordt  $C_5$  opgeladen. Zolang de spanning lager is dan 3,20 V, zijn  $V_{34}$  en  $V_{35}$  niet geleidend. Via  $R_{28}$  en  $R_{32}$  wordt  $V_{37}$  aangestuurd. De resetingang is dan logisch 0 en er kan geen informatie worden opgenomen of uitgestuurd.

Wanneer H de waarde 3 V bereikt, gaan  $V_{34}$  en  $V_{35}$  geleiden;  $V_6$  schakelt de voedingsspanning op het IC. T.g.v. de aanwezigheid van  $C_7$  wordt de resetingang ten minste 10 msec. logisch 1 (10 msec. is de minimale resettijd).

Het circuit heeft een hysteresis van 0,75 V, waardoor H tot 2,45 V kan dalen voordat het IC wordt gereset. Deze hysteresis wordt verkregen d.m.v.  $R_{26}$ .

Om te kunnen voldoen aan alle eisen is het noodzakelijk, dat de Schmitt-trigger in het voedingscircuit, schakelt binnen nauw gespecificeerde grenzen. Indien nodig kunnen die grenzen met behulp van  $R_{22}$  en  $R_{26}$  worden ingesteld.

#### *Impulsschakelaar*

Transistor  $V_5$  is de eigenlijke impulsschakelaar. De basisstroom voor  $V_5$  wordt geleverd door  $V_7$ , welke op zijn beurt weer wordt aangestuurd door  $V_8$ .  $V_8$  wordt gestuurd uit de uitgang ST en/of MK 1. De lijnimpulsuitgang LP stuurt  $V_{16}$  aan.  $V_5$  zal dus open en dicht gaan in overeenkomst met de LP-impulsfrequentie. Wanneer  $V_5$  niet stroomvoerend is, dan loopt er geen stroom door de keten  $R_1$ ,  $V_5$ ,  $V_6$ . De lijn is dan onderbroken.

Op deze wijze wordt door die onderbreking een impuls gevormd. Als  $V_5$  daarentegen geleidend is, dan loopt er wel een lijnstroom. Dit is dan de pauzetijd. Volg voor het lijnstroomcircuit de keten: schroefklem 1, HC 1,  $V_1$ ,  $R_1$ ,  $V_5$ ,  $V_6$ ,  $V_4$ , schroefklem 3.

We zien hier, dat het impulscontact van elektronische aard is.

Door een andere dimensionering van de diverse weerstanden in het impulschakelaarcircuit zou 1 transistor uitgespaard kunnen worden. Om echter een zo kort mogelijke opstarttijd te verkrijgen dient  $C_5$  zo klein mogelijk te zijn; dit betekent dat  $R_7$  een zo hoog mogelijke waarde dient te hebben, hetgeen weer met zich meebrengt, dat 3 transistoren nodig zijn om een voldoende hoge versterking te kunnen bereiken.

### *Opstarten*

Wanneer de hoorn van de haak wordt genomen wordt het transmissiecircuit met de lijn verbonden en de IDK-eenheid is kortgesloten d.m.v. het contact van het bistabiele relais  $K_1$ .

Wanneer nu een knop wordt ingedrukt, dan zal het transmissiecircuit worden kortgesloten d.m.v. de gemeenschappelijke verengroep van het Keypad.

Contact GK wordt omgelegd. Via de diodenbrug  $V_1$  t/m  $V_4$  wordt de schakeling verbonden met de lijn. Gedurende korte tijd vloeit er een kleine stroom door  $R_1$ ,  $R_8$ ,  $C_1$ ,  $V_{14}$  en de basis van  $V_8$ . De stroom wordt versterkt door  $V_7$  en  $V_5$  en de collectorstroom van  $V_5$  laadt de condensatoren  $C_3$  en  $C_5$  op.

Zodra de spanning op  $C_5$  hoger is dan 3 V, dan wordt het IC voor minstens 10 msec. gereset en ongeveer 8 msec. later wordt de uitgang MK 1 hoog, waardoor het relais  $K_1$  wordt bekrachtigd.

De ingedrukte toets kan nu worden losgelaten want de strobe-functie is overgenomen door MK 1 en de functie van het gemeenschappelijke contact GK is overgenomen door het contact  $k_1$  c-e.

Na een korte pauze verschijnt vervolgens de gevraagde impulsreeks op de uitgang LP.

### *Sturing van het relais $K_1$*

Het transmissiecircuit wordt kortgesloten gedurende het impulseren. Hiervoor zorgt het relaiscontact  $K_1$  c-e. De relaissturing werkt als volgt:

Condensator  $C_4$  is verbonden met MK 1, welke uitgang in eerste instantie 0 is. De andere kant van  $C_4$  is 0 via  $R_{19}$ . Wanneer nu MK 1 logisch 1 wordt (ongeveer 3 V), dan zal de spanning over  $R_{19}$  eveneens naar 3 V gaan en de transistoren  $V_{29}$ ,  $V_{28}$  en  $V_{27}$  zullen worden aangestuurd.

Na een impulsreeks gaat uitgang MK 1 naar 0 en de spanning op de emitter van  $V_{32}$  plotseling naar 3 V. Er zal een stroom lopen door  $V_{32}$ ,  $R_{20}$ ,  $V_{22}$ ,  $R_{15}$ ,  $V_{23}$ ,  $K_1$  en  $V_{24}$ . De stroom vloeit dus nu in de andere richting door het relais, zodat dit in de andere stabiele situatie wordt gezet. Het relais  $K_1$  is dus een bistabiel relais.

Tijdens de situatie met de hoorn op het toestel is het contact  $k_1$  d-c normaal gesloten en wordt het transmissiecircuut onmiddellijk met de lijn verbonden wanneer wordt opgenomen. Indien, om wat voor reden dan ook, het contact  $k_1$  e-c zou zijn gesloten, dus het relais bevindt zich in de verkeerde positie, dan wordt de IDK-eenheid met de lijn verbonden. In dat geval worden de condensatoren  $C_3$  en  $C_5$  opgeladen door een stroom welke vloeit door  $R_1$  en  $R_2$ . D.m.v.  $V_{36}$  is het IC afgeschakeld, zodat de condensatoren alleen worden belast met het resetcircuit en dat is zeer hoog-ohmig.



fig. 18. Hoe de S.T.A. (de Zweedse PTT) de DIAVOX aan de man brengt.

Wanneer de spanning over  $C_5$  groter is dan 3,2 V, dan zal het resetcircuit geactiveerd worden.

De spanning over  $V_{35}$  gaat naar 0 en een stroom vloeit door  $C_6$ ,  $R_{23}$ ,  $V_{22}$ ,  $V_{23}$  en  $V_{24}$ . Hierdoor schakelt het relais om, zodat het transmissiecircuut met de lijn wordt verbonden.

Ter bescherming van de transistoren is het netwerk  $V_{25}$ ,  $R_{16}$  en  $V_{26}$  aangebracht.

De uitgang van de CPU moet dus versterkt worden met behulp van transistoren. Een dergelijke schakeling is te realiseren met behulp van 4 transistoren, maar in dat geval zou de spanning over de transistoren 0,8 V zijn. Omdat de verzadigingsspanning over de eenheid erg laag moet zijn, worden hier 7 transistoren gebruikt, zodat de totale verzadigingsspanning lager is dan 0,4 V (2 collector-emittorovergangen).

Om er zeker van te zijn dat de sturing van relais  $K_1$  de rest van de schakeling niet zal beïnvloeden, zijn de 2 condensatoren  $C_3$  en  $C_5$  toegepast. We moeten bedenken, dat dit relais een inductieve belasting vormt.

Diode  $V_{44}$  is nodig om te kunnen voldoen aan de eis voor lusstroomonderbrekingen:

In het relaisbesturingscircuit zal, indien de lijnstroom wordt onderbroken, UC 3 dalen evenals UC 4. Indien nu de spanning terug wordt ingeschakeld, aan het eind van de lusstroomonderbreking, dan zal UC 3 sneller toenemen dan UC 4. Dit is een gevolg van de verschillende RC-tijden ten minste als  $V_{44}$  niet aanwezig zou zijn.

Hierdoor zou relais  $K_1$  kunnen omschakelen. Met behulp van  $V_{44}$  wordt de basis van  $V_{22}$  „opgetild” en zullen spanningsvariaties op  $C_4$  geen invloed meer hebben indien MK 1 hoog is.

Het relais  $K_1$  dient aan hoge eisen te voldoen. Het dient te werken bij een spanning van ongeveer 2 V. De spoelweerstand dient minimaal 90 ohm te zijn. De contacten moeten 150 mA kunnen schakelen bij 100 V met een inductieve belasting. Ook moeten de contacten bestand zijn tegen stroompieken van 20 A met een duur van 10 msec.

### *Overspanningsbeveiliging*

De overspanningsbeveiliging (de beveiliging tegen transients) heeft 2 functies: Zowel de spanning als de stroom moeten binnen veilige waarden worden gehouden.

Om de spanning te begrenzen is  $V_{43}$ , een speciaal type PNPN-thyristor, ontwikkeld.

Deze component gedraagt zich als een zeer snelle Zenerdiode met een Zener-spanning van 115 V tot de stroom een waarde bereikt van 200 mA. Daarna komt hij in geleidende toestand met een spanning van enkele Volts. Wanneer de stroom weer daalt onder de 150 mA, dan stijgt de spanning weer tot de Zenerspanning.

Gedurende het impulseren, wanneer de schakelaar  $V_5$  geleidend is, heeft het geen zin een beveiliging toe te passen welke de spanning begrenst. Er dient dan stroombegrenzing te zijn. Wanneer de stroom hoger wordt dan 230 mA,

dan wordt de impedantie van het circuit hoger en stijgt de spanning. De thyristordiode neemt dit over.

Het circuit functioneert als volgt:

De spanning over  $R_1$  wordt bewaakt. Wanneer de stroom groter wordt dan 230 mA, dan zal  $V_{18}$  gaan geleiden. Door  $V_{18}$  zal vervolgens een collectorstroom gaan lopen en via  $V_{17}$  wordt dan de basis van  $V_7$  „opgetild”. De stroom in  $V_7$  en dus in  $V_5$  wordt begrensd.

De eerdergenoemde waarden zijn nominale waarden. Er kan evenwel de volgende belangrijke spreiding optreden:

Vbe van $V_{18} \pm 100$ mV	= 15%
$R_1$	= 5%
Temperatuurafhankelijkheid $V_{18}$ à 2,5 mV/°C	= 14%
Totaal	34%

D.w.z. dat de minimale waarde zal zijn 150 mA en de maximale waarde 313 mA.

Indien de stroombegrenzingsschakeling geactiveerd is zal tegelijkertijd via  $R_{11}$ ,  $C_2$  worden opgeladen. Als het vermogen in de transient groot genoeg is, dan wel in het geval van beantwoorden tijdens bellen, dan zal de spanning op  $C_2$  een zodanige waarde bereiken, dat  $V_{20}$  gaat geleiden.  $UC_2$  van 62 V is gelijk aan de Zenerspanning  $V_{21}$ . Hierdoor gaat  $V_{19}$  geleiden, de verzadigingsspanning van  $V_{19}$  wordt ongeveer 0,2 V en  $V_7$  en  $V_5$  worden volledig afgeknepen zolang de lijnspanning groter is dan 66 V. Indien de spanning nog verder stijgt zal de thyristor-diode dit overnemen.

Tot zover de IDK-eenheid van de DIAVOX.

De opsomming van de bijzondere schakelingen in de DIAVOX zal wellicht hebben bijgedragen tot het inzicht dat hier sprake is van meer dan een gewoon telefoontoestel.

### **De IDK-eenheid van de UNIFOON**

De werking van de IDK-eenheid van de UNIFOON zal worden verklaard aan de hand van fig. 19.

Omdat veel gebeurtenissen overeenkomen met die in het voorgaande hoofdstuk zal hier worden volstaan met het geven van een korte technische beschrijving.

Wanneer een toets wordt ingedrukt, wordt het contact GK (gemeenschappelijk contact) gesloten, waardoor het circuit zijn voeding uit de lijn ontvangt. Het transmissiecircuit wordt hierbij kortgesloten.

Via D 1 t/m D 4, welke dienen om het circuit polariteitsonafhankelijk te maken, worden  $Q_2$  en  $Q_4$ , via  $R_6$ , in geleiding gebracht. Als gevolg hiervan wordt de basis van  $Q_5$  negatief en komt in geleiding.

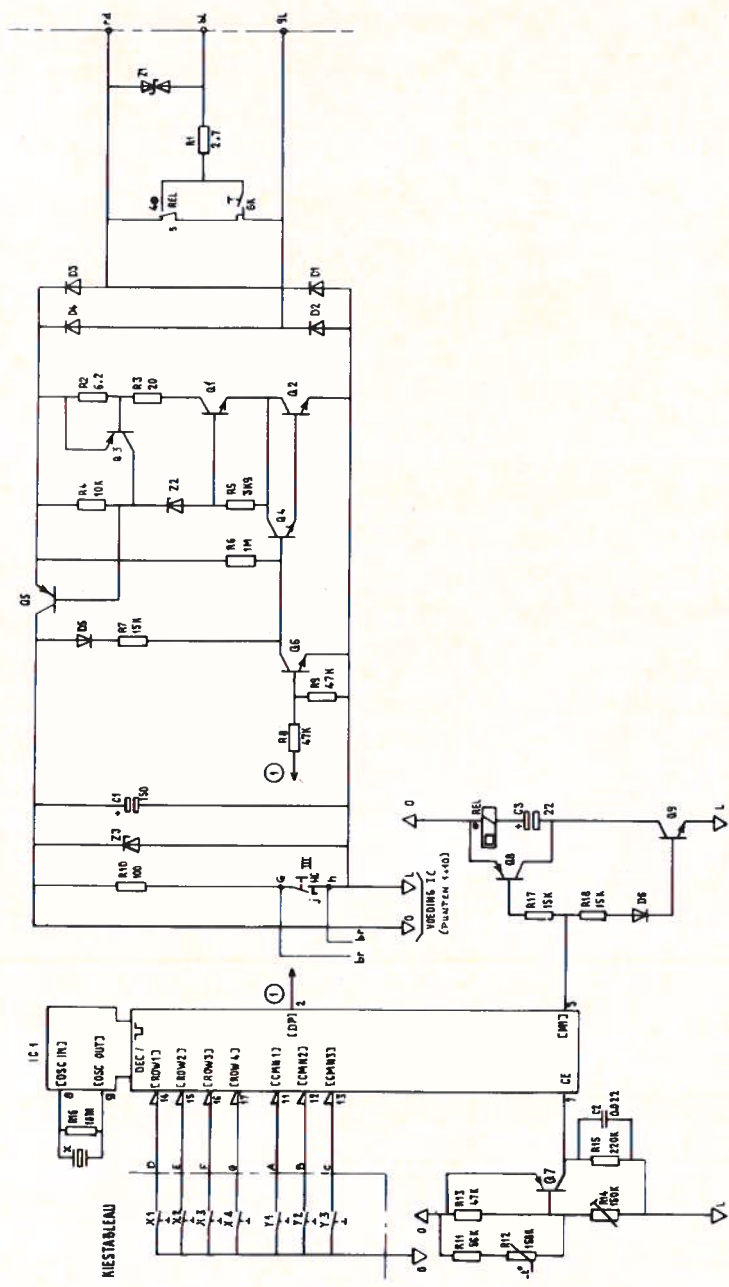


fig. 19. Schema van de IDK-eenheid van de UNIFOON.

Door de collectorstroom van  $Q_5$  kan nu condensator  $C_1$  tot de Zenerspanning ( $Z_1$ ) worden opgeladen (5,6 V).

De totale spanning over het IDK-circuit wordt nu verkregen door de spanningen  $U_{C1} + U_{Ce}$  van  $Q_5 + 2 \times$  de diodespanning over 2 dioden van de gelijkrichtbrug ( $Q_1, Q_3$  en  $Q_6$  zijn in niet geleidende toestand).

Deze spanning is  $\pm 6$  V. Dit wordt de tegenspanning genoemd.

De condensator  $C_1$  zorgt ervoor dat het IC tijdens de lusonderbrekingen voeding houdt.

De voedingsaansluitpunten van het IC zijn de punten 1 en 10.

De weerstanden  $R_{13}$  en  $R_{14}$  dienen voor de gelijkstroominstelling van  $Q_7$ .

$R_{11}$  en  $R_{12}$  dienen voor de temperatuurstabilisatie van deze instelling.

Wanneer nu de spanning over  $C_1$  voldoende is opgelopen dan komt  $Q_7$  in geleiding. Punt 7 van het IC komt hierdoor op het logisch „1” niveau te liggen, echter vertraagd door  $C_2$  en  $R_{15}$  zodat het IC pas gereset wordt als de minimaal benodigde voedingsspanning bereikt is.

Punt 7 van het IC is de z.g. Chip Enable ingang en wordt gebruikt om het IC te starten.

Wanneer de spanning over  $C_1$  nog laag is dan is CE logisch „0”.

In deze stand staat de interne klok-oscillator uit, zijn de interne registers geblokkeerd en staat het IC „stand by”.

CE wordt logisch 1 als de spanning over  $C_1$  voldoende ( $\pm 3$  V) is gestegen ( $Q_7$  in geleiding). Nu werkt de interne klok-oscillator, zijn de interne registers beschikbaar en kan data vanaf het toetsenbord worden toegevoerd.

Tijdens het kiezen wordt CE intern op logisch 1 niveau gehouden. Gaat CE naar logisch 1 niveau, dan wordt op uitgang 3 een puls gegenereerd. Met deze puls wordt het relais in een altijd vaste beginstand gezet.

$Q_9$  wordt door deze impuls in geleiding gebracht. Het relais, wordt door de laadstroom van  $C_3$ , bekrachtigd en het relaiscontact neemt de functie van het GK contact over. Als alle cijfers zijn uitgezonden wordt uitgang 3 weer laag, waardoor  $Q_8$  in geleiding komt ( $Q_9$  is geblokkeerd) en  $C_3$  ontladend zich over het relais, het relais valt af en het transmissiecircuit van het toestel wordt weer ingeschakeld.

### *Impulsgeve*

Door het drukken van een toets wordt een bepaalde logische combinatie (van nullen en enen) in het IC opgewekt.

In het IC wordt nu de gekozen informatie in een geheugen (RAM) geplaatst en omgezet in een impulsreeks.

Deze impulsreeks is beschikbaar op punt 2 en wordt toegevoerd aan de basis van  $T_6$ .

$Q_6$  stond aanvankelijk geblokkeerd; de lus was dus gesloten.

Door het in geleiding brengen van  $Q_6$  worden  $Q_2$ ,  $Q_4$  en  $Q_5$  uit geleiding gebracht, waardoor een open lus wordt verkregen.

$Q_6$  wordt dus door het IC in en uit geleiding gebracht met als gevolg dat  $Q_2$  en  $Q_4$  worden aangestuurd. De Darlingtonschakeling, welke met  $Q_2$  en  $Q_4$  wordt gevormd, is dus de eigenlijke impulschakelaar.

Als er verkeerd is gekozen, kan door het indrukken van het haakcontact het IC worden gereset. Hierdoor zal  $C_1$  zich snel via het haakcontact en  $R_{10}$  kunnen ontladen.

### *Bescherming van de schakeling*

Treedt er een hoogspanningspiek op aan de ingang, als de schakeling in bedrijf is dan loopt de stroom zover op, dat  $Q_3$  in geleiding komt en  $Q_5$  buiten bedrijf stelt.  $Q_1$  wordt beschermd door  $R_3$ .

$Q_2$  is zodanig gekozen, dat hij kortstandig het vermogen kan verwerken, dat bepaald wordt door de stroom, die door  $R_2$  en  $R_3$  wordt begrensd en de  $U_{ce}$  die door  $Z_1$  wordt begrensd. In deze situatie komt ook  $Q_1$  in geleiding.

Doordat  $R_1$  is toegevoegd, is het zenden van de pulsen in de telefoon hoorbaar. Het spreek-hoorcircuit wordt dus met opzet, niet helemaal kortgesloten.

Omdat  $R_7$  hoogohmig is (om  $C_1$  niet te zwaar te belasten bij lusonderbrekingen), wordt  $Q_2$  niet met genoeg stroom aangestuurd om voldoende in verzadiging te gaan. Een tweede transistor ( $Q_4$ ) is noodzakelijk. Door de versterking van  $Q_4$  wordt  $Q_2$  wel met voldoende stroom aangestuurd.

Als  $C_1$  geladen is, zal de lijnstroom via  $Q_5$ ,  $Z_2$ ,  $R_5$ ,  $Q_4$  en  $Q_2$  en tevens via  $R_6$ ,  $Q_4$  en  $Q_2$  gaan lopen.

Deze stromen kunnen hoog oplopen, hetgeen  $Q_5$ ,  $R_5$  en  $Z_2$  niet aan kunnen. Om deze te beschermen zijn  $Q_1$  en  $R_3$  toegevoegd.

Als de stroom door  $Z_2$  te hoog dreigt te worden, komt  $Q_1$  in geleiding en wordt de rest van de stroom afgeleid.

$R_3$  dient voor de stroombegrenzing door  $Q_1$ .

$D_5$  zorgt ervoor dat  $Q_2$  en  $Q_4$  snel in geleiding komen.

Doordat  $D_5$  is toegevoegd wordt tevens voorkomen dat  $R_6$ ,  $R_7$  aan aarde liggen als  $C_1$  nog niet geladen is (bij de start). Hierdoor zouden  $Q_2$  en  $Q_4$  niet in geleiding kunnen komen.

$Z_3$  begrenst de spanning over het IC (5,6 V).

Omdat het IC tijdens het laden van  $C_1$  in de beginfase nog niet voldoende spanning heeft, kan uitgang 3 tot ca. 0,8 V oplopen, voordat deze gegarandeerd 0 is.

Om te voorkomen dat  $Q_9$  in dit geval in geleiding gaat, is  $D_6$  toegevoegd.



## Terugblik

Is *Druktoetskiezen* een geheel nieuwe ontwikkeling? Het antwoord moet neen zijn.

De moderne elektronica heeft de weg geëffend voor volledige toepassing van schakelingen die o.a. reeds in 1912 bij de Gemeentetelefoon Amsterdam werden toegepast; de geïnteresseerde lezer kan fig. 16 blz. 88 van het maartnummer 1981 Studieblad PTT nog eens naslaan.

Met behulp van druktoetsen stelde de telefoniste destijds hefdraaikiezers in om een gewenste abonnee met de aanvrager te verbinden.

In de jaren 1944-1951 werd door prof. R. M. M. Oberman (toen werkzaam bij PTT) een druktoetstelefoonstelsel ontwikkeld, genaamd het „Brugmarkeer-systeem”.

Geheel passend in dit principe werd tevens een telefoontoestel met druktoetskeuze ontwikkeld.

Er werd op 28 oktober 1948 octrooi aangevraagd onder nr. 143014; verleend op 18 juli 1951 onder nr. 73017.

De bedrijfsleiding van PTT heeft het brugmarkeersysteem niet in ontwikkeling genomen.

Denkbaar is dat men eerst de volledige automatisering van het Nederlandse telefoonstelsel wilde realiseren, hetgeen het geval was, in 1962.

Intussen was de ontwikkeling van diverse andere druktoetssystemen op gang gekomen waarbij de keuze tussen de toepassing van IDK, TDK en GDK (Gelijkstroom Druktoets Kiezen) nog gemaakt moest worden.

Als eerste werden de toestellen, in gebruik bij grote bedrijfstelefooncentrales van het type UB 49A, voorzien van de druktoetskies-mogelijkheid.

De eerste UB bedrijfstelefooncentrale met GDK toestellen werd in 1961 bij Shell in Den Haag in dienst gesteld. Dat er niet onmiddellijk vele andere bedrijven volgden is te verklaren met het feit dat aan de druktoetsvoorziening hoge kosten verbonden waren.

Toch zijn er enige tijd later nog verscheidene gevolgd. Intussen was de druktoetseenheid zoveel mogelijk in overeenstemming gebracht met de indertijd reeds gemaakte internationale afspraken.

De Centrale Directie PTT ging in 1970 in dienst met een UB 49 A systeem met GDK toestellen uit de T65 serie. De capaciteit is 5800 nummers.

Het gevolgde GDK principe is gebaseerd op het zogenoemde *tweedraads-gelijkstroomdruktoetskiessysteem met aarde*. In dit systeem wordt de druktoetscode verkregen door toepassing van 4 diodes. Bij het indrukken van een toets worden een of meer diodes met aarde en de a- of b-lijn verbonden. De apparatuur in de centrale is in staat om 15 combinaties te herkennen.

Dit kiessysteem leidt tot een snelle verbindingsofbouw binnen de eigen centrale. Voor het bereiken van andere abonnees van het openbare telefoonnet is echter nog een impulsreheraler nodig die ervoor zorgt dat de druktoetsinformatie resulteert in, voor de openbare centrale herkenbare, impulsreeksen. Zowel in de nieuwe openbare centrales als in bedrijfstelefooncentrales wordt nu het TDK druktoetsprincipe toegepast.

### **Vooruitblik**

Met de voorgaande beschrijving menen wij te hebben aangetoond dat gewone telefoontoestellen – in techniek – wat minder eenvoudig zijn, maar er tegelijk praktisch en eenvoudig kunnen uitzien.

De echte mechanica is in de nieuwe toestellen zoveel mogelijk teruggedrongen en die tendens zet zich nog voort.

Het haakmechanisme zal echter wel lang stand houden. Het verbreken van een verbinding wordt nu ingeleid door het „wegen” van een bepaalde massa (de hoorn) op de haakpennen. Het op andere wijze aftasten, van de wens tot verbreken en gereedmaken voor een nieuwe oproep, zal waarschijnlijk leiden tot een vergrote kans op misleiding van het uitschakelcriterium.

De belschaal met zijn slagmechanisme zal worden verdrongen door een of andere vorm van elektronische zoemer of piëzo-elektrisch element.

De druktoetseenheid lijkt in principe een lang leven tegemoet te gaan en zal de kiesschijf steeds verder verdringen.

Ook de druktoetseenheid werkt echter gedeeltelijk mechanisch, al mag worden vastgesteld dat de bewegende delen hier zeer slijtagevast zijn.

Zouden we hier toetsen toepassen welke slechts even met de vingertop aangeraakt behoeven te worden dan zou de kans op verkeerd gekozen verbindingen sterk toenemen. Elke aarzeling bij een toets zou een impulsreeks tengevolge kunnen hebben die we niet bedoelen.

Het is eigenlijk opmerkelijk dat men in het algemeen de voorkeur geeft aan IDK boven het kiezen met een draaischijf. In beide gevallen duurt het opbouwen van een verbinding immers even lang. Het snel achtereen indrukken van de te kiezen cijfers en het daarna kunnen wachten op het tot standkomen van de verbinding geeft echter het idee van een comfortabele bediening.

Wij menen dat IDK zijn weg wel zal vinden, temeer waar deze kiesmogelijkheid in het jasje is gestoken van UNIFOON en DIAVOX.

# Transmissie- en telecommunicatietechniek

ing. B. Kieboom  
(Vervolg van blz. 55.)

## Vierpooldemping

Wordt een onsymmetrische vierpool met zijn spiegelbeeldimpedantie afgesloten, zoals in fig. 21 is weergegeven, dan is de demping de vierpooldemping van de vierpool.

Van een onsymmetrische vierpool die is afgesloten met zijn spiegelbeeldimpedantie is:

effectieve demping = vierpooldemping.

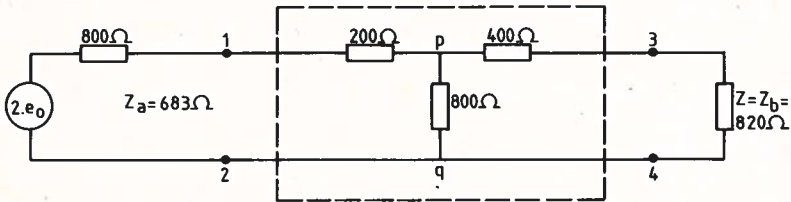


fig. 21. Ongebalanceerde onsymmetrische vierpool.

Voor de gegeven waarden van weerstanden is:

$$Z_a = 683 \text{ ohm}$$

$$Z_b = 920 \text{ ohm}$$

$$U_{12} = \frac{683}{683 + 800} \cdot 2 \cdot e_0 = 0,921 \cdot e_0 \text{ V}$$

$$P_i = \frac{(0,921 \cdot e_0)^2}{683} = 1,24 \cdot e_0^2 \text{ mW}$$

$$R_{pq} = 683 - 200 = 483 \text{ ohm}$$

$$U_{pq} = \frac{483}{483 + 200 + 800} \cdot 2 \cdot e_0 = 0,651 \cdot e_0 \text{ V}$$

$$U_{34} = \frac{820}{820 + 400} \cdot 0,651 \cdot e_0 = 0,438 \cdot e_0 \text{ V}$$

$$P_u = \frac{(0,438 \cdot e_0)^2}{820} = 0,234 \cdot e_0^2 \text{ Mw}$$

$$a = 10 \log \frac{1,24 \cdot e_0^2}{0,234 \cdot e_0^2} = 7,2 \text{ dB}$$

Wordt de vierpool aan de ingangsklemmen afgesloten met zijn spiegelbeeld-impedantie terwijl op de uitgang een spanning wordt aangesloten, dan wordt eveneens de vierpoldemping van de onsymmetrische vierpool gevonden, zie fig. 22.

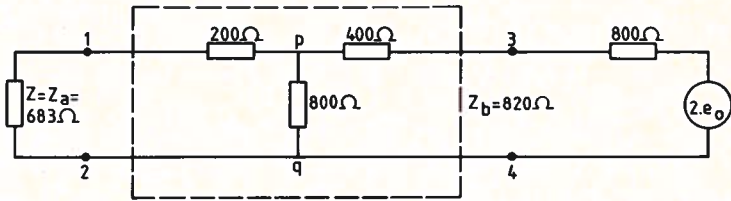


fig. 22. Ongebalanceerde onsymmetrische vierpool.

Voor de gegeven waarden van weerstanden is:

$$Z_a = 683 \text{ ohm}$$

$$Z_b = 820 \text{ ohm}$$

$$U_{34} = \frac{820}{820 + 800} \cdot 2 \cdot e_0 = 1,01 \cdot e_0 \text{ V}$$

$$P_i = \frac{(1,01 \cdot e_0)^2}{820} = 1,25 \cdot e_0^2 \text{ mW}$$

$$R_{pq} = 820 - 400 = 420 \text{ ohm}$$

$$U_{pq} = \frac{420}{420 + 400 + 800} \cdot 2 \cdot e_0 = 0,519 \cdot e_0 \text{ V}$$

$$U_{12} = \frac{683}{683 + 200} \cdot 0,519 \cdot e_0 = 0,401 \cdot e_0 \text{ V}$$

$$P_u = \frac{(0,401 \cdot e_0)^2}{683} = 0,237 \cdot e_0^2 \text{ mW}$$

$$a = 10 \log \frac{1,25 \cdot e_0^2}{0,237 \cdot e_0^2} = 7,2 \text{ dB}$$

Van een onsymmetrische vierpool is bij afsluiting met de spiegelbeeld-impedanties de demping, de zogenaamde *vierpoldemping*, bij transmissie van 1-2 naar 3-4 gelijk aan de demping bij transmissie van 3-4 naar 1-2.

De spanningsdemping is bij transmissie van 1-2 naar 3-4:

$$a_u = 20 \log \frac{0,921 \cdot e_0}{0,438 \cdot e_0} = 6,5 \text{ dB}$$

De spanningsdemping is bij transmissie van 3-4 naar 1-2:

$$a_u = 20 \log \frac{1,01 \cdot e_0}{0,401 \cdot e_0} = 8,0 \text{ dB}$$

De stroomdemping is bij transmissie van 1-2 naar 3-4:

$$a_i = 20 \log \frac{0,921 \cdot e_o \cdot 820}{0,438 \cdot e_o \cdot 683} = 8,1 \text{ dB}$$

De stroomdemping is bij transmissie van 3-4 naar 1-2:

$$a_i = 20 \log \frac{1,011 \cdot e_o \cdot 683}{0,401 \cdot e_o \cdot 820} = 6,4 \text{ dB}$$

Analoog als voor effectieve demping luidt het verband tussen vierpool, spannings- en stroomdemping:

$$a = a_u - 10 \log \frac{Z_a}{Z_b} \text{ dB voor transmissie van 1-2 naar 3-4}$$

$$a = a_u - 10 \log \frac{Z_b}{Z_a} \text{ dB voor transmissie van 3-4 naar 1-2}$$

$$a = a_i + 10 \log \frac{Z_a}{Z_b} \text{ dB voor transmissie van 1-2 naar 3-4}$$

$$a = a_i + 10 \log \frac{Z_b}{Z_a} \text{ dB voor transmissie van 3-4 naar 1-2}$$

Op overeenkomstige wijze wordt de versterking bepaald, respectievelijk:

$$g = 10 \log \frac{P_u}{P_i} \text{ dB}$$

$$g_u = 20 \log \frac{U_u}{U_i} \text{ dB}$$

$$g_i = 20 \log \frac{I_u}{I_i} \text{ dB}$$

$$g = g_u - 10 \log \frac{Z_b}{Z_a} \text{ dB voor transmissie van 1-2 naar 3-4}$$

$$g = g_i + 10 \log \frac{Z_b}{Z_a} \text{ dB voor transmissie van 1-2 naar 3-4}$$

$$g = g_u - 10 \log \frac{Z_b}{Z_a} \text{ dB voor transmissie van 3-4 naar 1-2}$$

$$g = g_i + 10 \log \frac{Z_b}{Z_a} \text{ dB voor transmissie van 3-4 naar 1-2}$$

### Karakteristieke demping

Wordt een symmetrische vierpool met zijn karakteristieke impedantie afgesloten, zoals in fig. 23 is weergegeven, dan is de demping de karakteristieke demping.

Van een symmetrische vierpool die is afgesloten met zijn karakteristieke impedantie is:

*effectieve demping = vierpooldemping = karakteristieke demping.*

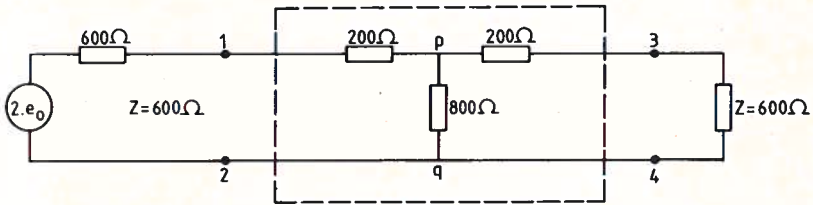


fig. 23. Symmetrische vierpool.

Voor de gegeven waarden van weerstanden is:

$$Z = 600 \text{ ohm}$$

$$U_{12} = \frac{600}{600 + 600} \cdot 2 \cdot e_0 = e_0 \text{ V}$$

$$P_i = \frac{e_0^2}{600} = 1,67 \cdot e_0^2 \text{ mW}$$

$$R_{pq} = 600 - 200 = 400 \text{ ohm}$$

$$U_{pq} = \frac{400}{400 + 200 + 600} \cdot 2 \cdot e_0 = \frac{2}{3} \cdot e_0 \text{ V}$$

$$U_{34} = \frac{600}{600 + 200} \cdot \frac{2}{3} \cdot e_0 = 0,5 \cdot e_0 \text{ V}$$

$$P_u = \frac{(0,5 \cdot e_0)^2}{600} = 0,417 \cdot e_0^2 \text{ mW}$$

$$a = 10 \log \frac{1,67 \cdot e_0^2}{0,417 \cdot e_0^2} = 6,0 \text{ dB}$$

Aangezien de vierpool symmetrisch is, is de demping bij transmissie van 1-2 naar 3-4 gelijk aan de demping bij transmissie van 3-4 naar 1-2.

De spanningsdemping is:

$$a_u = 20 \log \frac{e_0}{0,5 \cdot e_0} = 6,0 \text{ dB}$$

De stroomdemping is:

$$a_i = 20 \log \frac{e_0}{0,5 \cdot e_0} \cdot \frac{600}{600} = 6,0 \text{ dB}$$

Hieruit volgt:

van een karakteristiek afgesloten symmetrische vierpool is de demping gelijk aan de spanningsdemping is gelijk aan de stroomdemping.

Hetgeen ook uit de algemene vergelijking volgt:

$$a = 20 \log \frac{U_i}{U_u} - 10 \log \frac{Z_i}{Z_u} = a_u - 10 \log \frac{Z}{Z} = a_u$$

$$a = 20 \log \frac{I_i}{I_u} + 10 \log \frac{Z_i}{Z_u} = a_i + 10 \log \frac{Z}{Z} = a_i$$

$$g = 10 \log \frac{P_u}{P_i} \text{ dB}$$

$$g = 20 \log \frac{U_u}{U_i} \text{ dB}$$

$$g = 20 \log \frac{I_u}{I_i} \text{ dB}$$

Waarvoor eveneens geldt:

van een karakteristiek afgesloten symmetrische vierpool is de versterking gelijk aan de spanningsversterking is gelijk aan stroomversterking.

### Bedrijfsdemping

Teneinde van een vierpool in een schakeling de demping te kunnen berekenen is het noodzakelijk in de schakeling te meten:

het toegevoerde vermogen aan de ingang en het afgegeven vermogen aan de uitgang van de vierpool

of

de spanning tussen de ingangsklemmen, de spanning tussen de uitgangsklemmen en de ingangsimpedantie van de vierpool alsmede de impedantie waarmee de vierpool is afgesloten

of

de stroom die aan de ingang in en de stroom die aan de uitgang uit de vierpool vloeit, de ingangsimpedantie van de vierpool en de impedantie waarmee de vierpool is afgesloten.

De vermogens die worden toegepast in de telecommunicatietechniek zijn veelal nog lager dan 1 mW. Het is moeilijk dergelijke vermogens met eenvoudige apparatuur te meten. Het bepalen van de demping door middel van vermogensmetingen wordt dan ook in het algemeen niet toegepast.

De spanningen en stromen aan de in- en uitgang van een vierpool kunnen in de

telecommunicatietechniek wel worden gemeten. Waarbij nog wordt opgemerkt dat het meten van stromen minder eenvoudig is dan het meten van spanningen, terwijl voor het aanbrengen van stroommeters het circuit moet worden onderbroken.

Een spanningsmeting verdient dus de voorkeur.

Een groot bezwaar is echter het bepalen van de impedanties, waarvan niet alleen de grootte doch ook de fase moet worden bepaald.

Het is dus niet eenvoudig de demping van een vierpool in een schakeling te bepalen. Om nu hieraan tegemoet te komen is het begrip bedrijfsdemping ingevoerd.

Per definitie is de bedrijfsdemping in decibel gelijk aan tienmaal de logaritme uit de verhouding van het vermogen die een generator met een inwendige weerstand  $R_o$  afgeeft aan een weerstand  $R_o$  en het vermogen dat aan de weerstand  $R_o$  wordt afgegeven nadat de vierpool tussen generator en weerstand is geschakeld (fig. 24).

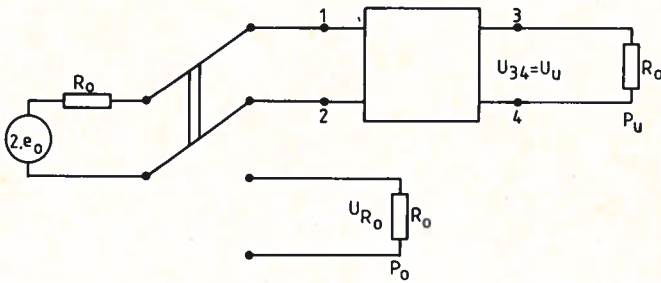


fig. 24. Meting bedrijfsdemping.

Wordt de generator met de weerstand  $R_o$  afgesloten, dan is:

$$U_{R_o} = \frac{R_o}{R_o + R_o} \cdot 2 \cdot e_o = e_o \text{ V}$$

$$P_o = \frac{e_o^2}{R_o} \text{ W}$$

Wordt de generator via de tussenschakeling van de vierpool met de weerstand  $R_o$  afgesloten, dan is:

$$U_{R_o} = U_{34} = U_u \text{ V}$$

$$P_u = \frac{U_u^2}{R_o} \text{ W}$$

Per definitie is de bedrijfsdemping bij  $R_o$  gelijk aan:

$$a_{R_o} = 10 \log \frac{P_o}{P_u} \text{ dB}$$



Hierbij moet de grootte  $R_o$  worden vermeld, omdat de bedrijfsdemping afhankelijk is van de grootte van  $R_o$ .

Na substitutie van  $P_o$  en  $P_u$  is:

$$a_{R_o} = 10 \log \left( \frac{e_o^2}{R_o} \cdot \frac{R_o}{U_u^2} \right) = 10 \log \frac{e_o^2}{U_u^2} \text{ dB}$$

$$a_{R_o} = 20 \log \frac{e_o}{U_u} \text{ dB}$$

Hieruit volgt dat kan worden volstaan met het meten van de spanningen  $e_o$  en  $U_u$ . Indien de spanning  $e_o$  van de generator nauwkeurig bekend is kan zelfs worden volstaan met het meten van de spanning  $U_u$ .

Berekening van de bedrijfsdemping bij 800 ohm van de vierpool uit fig. 20, zie fig. 25.

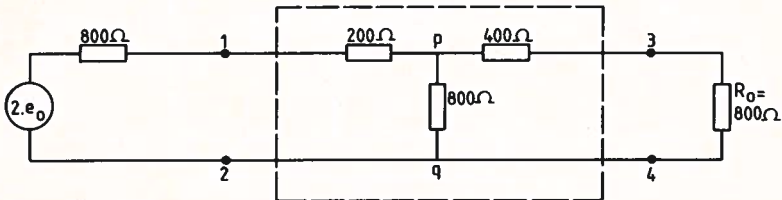


fig. 25. Vierpoolberekening.

$$R_{pq} = \frac{(400 + 800) \cdot 800}{400 + 800 + 800} = 480 \text{ ohm}$$

$$U_{pq} = \frac{480}{480 + 200 + 800} \cdot 2 \cdot e_o = \frac{24}{37} \cdot e_o \text{ V}$$

$$U_{34} = \frac{800}{800 + 400} \cdot \frac{24}{37} \cdot e_o = \frac{16}{37} \cdot e_o \text{ V}$$

$$a_{800} = 20 \log \frac{37 \cdot e_o}{16 \cdot e_o} = 7,3 \text{ dB}$$

Berekening van de bedrijfsdemping bij 800 ohm van de vierpool uit fig. 22, zie fig. 26.

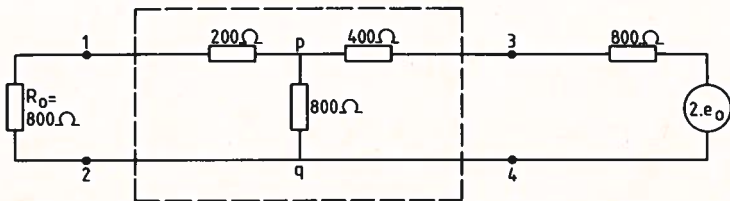


fig. 26. Vierpoolberekening.

$$R_{pq} = \frac{(200 + 800) \cdot 800}{200 + 800 + 800} = 444 \text{ ohm}$$

$$U_{pq} = \frac{444}{444 + 400 + 800} \cdot 2 \cdot e_o = \frac{222}{411} \cdot e_o \text{ V}$$

$$U_{12} = \frac{800}{200 + 800} \cdot \frac{222}{411} \cdot e_o = \frac{888}{2055} \cdot e_o \text{ V}$$

$$a_{800} = 20 \log \frac{2055 \cdot e_o}{88 \cdot e_o} = 7,3 \text{ dB}$$

Berekening van de bedrijfsdemping bij 600 ohm van de vierpool uit fig. 23, zie fig. 27.

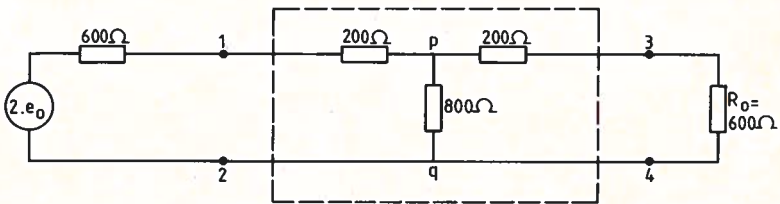


fig. 27. Vierpoolberekening.

$$R_{pq} = \frac{(600 + 200) \cdot 800}{600 + 200 + 800} = 400 \text{ ohm}$$

$$U_{pq} = \frac{400}{400 + 200 + 600} \cdot 2 \cdot e_o = \frac{2}{3} \cdot e_o \text{ V}$$

$$U_{34} = \frac{600}{200 + 600} \cdot \frac{2}{3} \cdot e_o = \frac{1}{2} \cdot e_o \text{ V}$$

$$a_{600} = 20 \log \frac{2 \cdot e_o}{e_o} = 6,0 \text{ dB}$$

Omdat van deze vierpool de karakteristieke impedantie 600 ohm is, is de bedrijfsdemping bij 600 ohm gelijk aan de karakteristieke demping.

(Wordt vervolgd.)