



⑩ A **Terinzagelegging** ⑪ **7920091**

Nederland

⑲ NL

- ⑤4 **Aandrijfpunt-impedantie.**
- ⑤1 Int.Cl.³: H04B3/40.
- ⑦1 Aanvrager: Western Electric Company, Incorporated te New York.
- ⑦4 Gem.: Ir. H.M. Urbanus c.s.
Vereenigde Octrooibureaux
Nieuwe Parklaan 107
2587 BP 's-Gravenhage.

- ②1 Aanvraag Nr. 7920091.
- ⑥6 Aanvraagnummer oorspronkelijke internationale aanvraag. PCT/US79/00756
- ②2 Ingediend 24 september 1979.
- ③2 Voorrang vanaf 10 oktober 1978.
- ③3 Land van voorrang: Ver. St. v. Am. (US).
- ③1 Nummer van de voorrangsaanvraag: 949576 .
- ⑥2 --

- ④3 Ter inzage gelegd 29 augustus 1980.
- ⑥7 Publicatiedatum oorspronkelijke internationale aanvraag 17 april 1980
- ⑥7 Publicatienummer oorspronkelijke internationale aanvraag. WO 80/00770

Deze octrooiaanvraag werd ingediend als internationale octrooiaanvraag onder de bepalingen van het Verdrag tot samenwerking inzake octrooien (PCT). De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van een Nederlandse vertaling van de oorspronkelijk in een andere taal ingediende beschrijving met conclusie(s) en tekening(en). De Nederlandse octrooiaanvraag wordt geacht te zijn ingediend op de indieningsdatum van de internationale octrooiaanvraag.

Aandrijfpunt-impedantie.

De uitvinding heeft betrekking op twee-richting transmissiestelsels, en meer in het bijzonder op balansimpedanties voor adaptieve, frequentie-afhankelijke actieve hybrideketens die van dergelijke stelsels deel uitmaken.

5 Hybrideketens zijn toegepast in communicatienetwerken wanneer het nodig is om een twee-richting twee-draadslijn te koppelen met een-richting secties van een vier-draadslijn. Bij voorbeeld worden in een telefoonstelsel twee-richtingsignalen overgedragen via een twee-draadsabonnéelus waarbij deze signalen echter in de centrale en bij de
10 abonnéeaansluiting moeten worden gesplitst in afzonderlijke een-richting zend- en ontvang-signalen. Voor dit doel zijn verschillende uitvoeringsvormen van hybrideketens (ook wel vorkketens genoemd) ontwikkeld.

In standaarduitvoeringen van hybrideketens voor analoge spraakfrequente signalen is gebruik gemaakt van multi-wikkeling
15 transformatoren die zijn ingericht om signalen vanaf de zendpoort te koppelen met de twee-draadstoegangspoort, als ook om signalen vanaf de twee-draadstoegangspoort te koppelen met de ontvangpoort. Door de wikkelingen gebalanceerd uit te voeren kan echter worden bereikt dat
20 signalen aangelegd aan de zendpoort bij de ontvangpoort teniet zijn gedaan. Dergelijke hybridetransformatoren hebben een betrekkelijk groot volume, zijn kostbaar en hebben een frequentie-afhankelijke transmissiekaracteristiek.

Ten einde aan deze bezwaren tegemoet te komen zijn
25 verschillende uitvoeringsvormen van transformatorloze of wel elektronische hybrideketens voorgesteld. Een dergelijke hybrideketen dient niet alleen de in het voorafgaande beschreven transmissiepoorten beschikbaar te stellen maar dient tevens aan de twee-draadstoegangspoort een impedantie te presenteren die gelijk is aan de karakteristieke im-
30 pedantie van de aangesloten twee-draadslijn. Voor een eerste benadering is bij bekende voorstellen op dit gebied aangenomen dat deze impedantie is te beschouwen als een constante, volledig resistieve impedantie, waarbij eenvoudigweg weerstanden zijn toegepast om de desbetreffende karakteristieke impedantie te simuleren. Het zal echter dui-

delijk zijn dat de karakteristieke impedantie van een willekeurige twee-draadslijn bepaalde frequentie-afhankelijke eigenschappen bezit die, indien daarmee geen rekening wordt gehouden, vervormingen en asymmetrieën in de overgedragen signalen introduceren. Dergelijke vervormingen en asymmetrieën kunnen veelal buiten beschouwing worden gelaten wanneer de hybrideketen wordt gebruikt voor de overdracht van analoge spraakfrequente signalen die een smalle band innemen en zoals worden gebruikt bij standaard telefoonbedrijf. De frequentie-afhankelijke karakteristieke impedantie heeft de neiging om met de maatvoering van de draden die in de desbetreffende telefoonlus zijn toegepast, te variëren.

Bij moderne telefoonstelsels is het nodig geworden om eindposten voor digitale data die een brede band in beslag nemen, met dergelijke telefoonlusketens te kunnen verbinden. Gebleken is dat de hybride-transformator^{en}/resistieve elektronische hybrideketens dergelijke brede-band digitale signalen niet op adequate wijze kunnen verwerken. De uitvoeringsvorm van een dergelijke elektrische hybrideketen is bekend uit het Amerikaanse octrooischrift 4064377.

Met een voor de onderhavige uitvinding illustratieve uitvoeringsvorm wordt een elektronische hybrideketen beschikbaar gesteld waarvan deel uitmaakt een frequentie-afhankelijke impedantieketen die over een brede band van frequenties nauwkeurig is aangepast aan de karakteristieke impedantie van een door een getwijnd paar gevormde telefoonlusketen. Over een brede frequentieband wordt de karakteristieke impedantie nauwkeurig gesimuleerd door een impedantie waarvan de grootte omgekeerd evenredig is met de vierkantswortel van de frequentie voor zover het het laagfrequent gebied betreft, welke grootte echter voor het hoogfrequente gebied in beginsel constant is.

Bij een uitvoeringsvorm van de onderhavige uitvinding is de karakteristieke impedantie gerealiseerd door een in parallel verband aangesloten Norton-equivalent bron. Een dergelijke configuratie is niet eenvoudig te realiseren, heeft echter het extra voordeel dat een vast impedantienetwerk door spanningsbesturing kan worden aangepast aan een aantal verschillende maatvoeringen van de geleiders die in de desbetreffende twee-draadsketen worden toegepast. Bij de verschillende maatvoeringen van het gebruikte draad bestaan onderling enigszins verschillende karakteristieke impedanties voor zover het het laag-

frequente gebied betreft, en aldus kan een enkele keten worden gebruikt om aan al de verschillende maten van draden die in het telefoonstelsel worden toegepast een aanpassing te verkrijgen.

De uitvinding zal in het onderstaande nader worden
5 toegelicht met verwijzing naar de tekening. In de tekening is:

Fig. 1 een algemeen blokschema van een actieve hybrideketen;

fig. 2 een grafische voorstelling met logarithmische
schaalverdeling ter illustratie van het verloop van de karakteristieke
10 impedantie van een telefoonlusketen als functie van de frequentie;

fig. 3 een meer gedetailleerd blokschema van een
actieve hybrideketen waarin gebruik is gemaakt van hierin verbonden,
frequentie-afhankelijke en spanningbestuurde impedantie-elementen als
middel om een aanpassing te verkrijgen aan de karakteristieke impedan-
15 tie van een aangesloten telefoonlusketen;

fig. 4 een meer gedetailleerd blokschema van een
actieve hybrideketen waarin gebruik is gemaakt van shuntverbonden,
frequentie-afhankelijke, spanningbestuurde impedantie-elementen als
middelen om de karakteristieke impedantie van aangesloten telefoonlus-
20 keten na te bootsen;

fig. 5 een meer gedetailleerd schema van de in figuur
4 weergegeven actieve hybrideketen;

fig. 6 een schema van een RC-netwerk dat kan worden
gebruikt om de karakteristieke impedanties zoals aangegeven in figuur 2,
25 te realiseren;

fig. 7 een algemeen blokschema van frequentie-afhanke-
lijke impedantie-elementen die kunnen worden gebruikt om de karakte-
ristieke impedanties zoals weergegeven in figuur 2 te realiseren;

fig. 8 een meer gedetailleerd blokschema van een
30 twee-knooppunts Miller-effect, impedantievermenigvuldigingsketen voor
het realiseren van de impedantiefunctie die in blokschemavorm in figuur
7 is weergegeven;

fig. 9 een gedetailleerd schema van een "long-tailed
pair" realisatie van hyperbolische-tangens impedantiefuncties van de
35 in figuur 8 weergegeven spanningsbestuurde versterkers met regelbare
versterking;

7920091

en

fig. 10 een gedetailleerd blokschema van een vereenvoudigde actieve hybrideketen volgens de uitvinding, en waarin gebruik is gemaakt van een zwevende vermogenstoevoerketen en een enkele frequentie-afhankelijke, spanningbestuurde impedantie.

In figuur 1 is een algemeen blokschema weergegeven van een actieve hybrideketen die is bedoeld om een twee-draads, twee-richting transmissielijn 10 te verbinden met een een-richting ontvang-
 lijn 11 en een een-richting-zendlijn 12. De in fig. 1 weergegeven actieve hybrideketen bevat een impedantie-element 13 dat een aanpassing vormt aan de karakteristieke impedantie van de transmissielijn 10, zodat daardoor wordt verhinderd dat reflecties ontstaan van signalen die over de transmissielijn 10 aankomen. Het asymmetrische, een-richtings-
 signaal dat over de transmissielijn 11 binnenkomt, wordt omgezet in een symmetrisch signaal door middel van een versterker 14 waarvan het uitgangssignaal via de karakteristieke impedantie 13 wordt aangelegd aan de twee-draads transmissielijn 10. Een signaal dat over de transmissielijn 10 binnenkomt wordt via de versterker 15 toegevoerd aan een differentiaalversterker 16. Het van de lijn 11 afkomstige signaal
 wordt aangelegd aan de andere ingang van deze differentiaalversterker 16, en aldus overgedragen signalen worden in de differentiaalversterker 16 afgetrokken van het samengestelde twee-richtings-
 signaal zoals dat aanwezig is op de transmissielijn 10. Aldus wordt bereikt dat uitsluitend het signaal dat vanaf een ver verwijderde signaalbron via de transmissielijn 10 is ontwikkeld, wordt doorgegeven naar de transmissie-
 lijn 12.

Er zij opgemerkt dat de versterkers 14, 15 en 16 standaarduitvoeringen zijn van algemeen bekende voor brede-bandgebruik geschikte differentiaalversterkers, en dat de recombinateis zoals deze in de versterkers 15 en 16 plaatsvinden volledig frequentie-onafhankelijk zijn. Aldus blijft een configuratie zoals weergegeven in figuur 1 in zijn totaliteit genomen over een zeer brede frequentieband symmetrisch ofwel gebalanceerd.

Wanneer het gewenst is een actieve hybrideketen van de gedaante zoals is weergegeven in figuur 1 te gebruiken voor de transmissie van digitale data die een brede band in beslag nemen, is het

7920091

vereist dat de scheidingen tussen geconjugeerde armen van de hybrideketen groter dan 50 db zijn waarbij zulks moet gelden over een frequentiegebied vanaf 0 tot een waarde van enige honderden kHz.

Daarbij is het noodzakelijk dat een dergelijke hybrideketen over hetzelfde frequentiegebied een afsluiting vormt met een zeer hoge reflectiedemping, en bij voorkeur dient de hybrideketen in staat te zijn een aanpassing te geven aan de ruime diversiteit van kabelafmetingen die in een telefoonsysteem voorkomen.

De karakteristieke impedantie van een transmissielijn, zoals een telefoonkabel is gegeven door:

$$(1) \quad Z = \sqrt{\frac{R + i\omega L}{C + i\omega G}},$$

waarin de parameters R, L, G en C de per eenheid van lengte van de transmissiekabel geldende weerstand, inductantie, conductantie en capacitantie voorstellen.

In een eerste-orde benadering is de conductantie G die representatief is voor de in de kabel aanwezige lek, verwaarloosbaar klein. Inherent aan moderne kabels met papier- en kunststofisolatie is dat dergelijke kleine conductanties bestaan. Indien wordt aangenomen dat de conductantie G gelijk is aan 0, volgt uit vergelijking (1) dat twee dominante gebieden bestaan waarbij het gedrag van de karakteristieke impedantie in afhankelijkheid van de frequentie verschillend is, met een zich daartussen bevindend overgangsg gebied:

$$(a) \quad \omega \ll R/L, \quad (0 - 20 \text{ kHz}),$$

waarvoor geldt dat de karakteristieke impedantie in beginsel omgekeerd evenredig is met de frequentie en kan worden geschreven als $Z = \sqrt{R/i\omega C}$, en

$$(b) \quad \omega \gg R/L, \quad (> 100 \text{ kHz}),$$

waarvoor geldt dat de karakteristieke impedantie in beginsel een constante is en kan worden geschreven als $Z = \sqrt{L/C}$.

Een dergelijke impedantiefunctie is geïllustreerd in figuur 2.

Voor de synthese van een dergelijk netwerk wordt aangenomen dat een kleine echter eindige conductantie G aanwezig is teneinde een singulariteit in de oorsprong te vermijden. Hierdoor wordt een kunstmatige derde gebied geïntroduceerd dat in figuur 2 is weerge-

7920091

geven door de lijn 20 waarvoor geldt dat $\omega \ll G/C$ en de karakteristieke impedantie eveneens een constant is, waarbij de conductantie G zeer klein is.

Indien de parameters R , L , G en C werkelijk onafhankelijk van de frequentie zouden zijn zou de in de figuur 2 weergegeven impedantiekarakteristiek kunnen worden verkregen met behulp van een netwerk dat uitsluitend uit resistieve en capacitieve elementen zou zijn samengesteld. Deze per eenheid van lengte gerekende constanten zijn echter in geringe mate frequentie-afhankelijk. Voor standaard telefoonkabels zijn dergelijke afhankelijkheden van zodanig geringe aard dat deze voor toepassingen op het gebied van overdracht van spraakfrequenties of data met geringe snelheid, verwaarloosbaar zijn. Voor meer exacte overdracht zoals bijvoorbeeld het geval is bij signalering van digitale brede-band informatie is het nodig om de frequentiekarakteristiek van dergelijke impedanties een bepaalde vorm te geven en bovendien deze impedanties zodanig variabel uit te voeren dat een aanpassing wordt verkregen aan de maatvoering van de aangesloten telefoonkabel, aangezien het laagfrequente gedeelte van de impedantiekarakteristiek sterk afhankelijk is van de maatvoering van de desbetreffende telefoonkabel.

Figuur 3 geeft een gedetailleerd blokschema van een actieve hybrideketen waarbij voor het realiseren van de karakteristieke impedantie van de transmissielijn gebruik is gemaakt van in serieverband opgenomen Thevenin equivalent-bronnen. Aldus is de twee-richting-transmissielijn 30 via de actieve hybrideketen verbonden met een eenrichting ontvanglijn 31 en een-richting zendlijn 32^{en} wel via in serie verbonden, frequentie-afhankelijke, spanningbestuurde impedanties 33, 37, 38 en 39, die elk het equivalent zijn van een-tweede gedeelte van de karakteristieke impedantie van de transmissielijn 30. De versterker 34 zet het asymmetrische signaal zoals aanwezig op de lijn 31 om in een symmetrisch signaal dat wordt afgegeven op de transmissielijn 30. Signalen die over de transmissielijn 30 worden ontvangen worden via de frequentie-afhankelijke, spanningbestuurde impedanties 33 en 39 overgedragen en additief gecombineerd in de versterker 35, waarvan de uitgang is verbonden met de differentiaalversterker 36. Op de transmissielijn 31 aanwezige signalen worden aangelegd aan de andere ingang van deze differentiaalversterker 36 zodat op de zendlijn 32 een signaal ont-

7920091

staat waaruit het uitgezonden signaal is weggenomen.

Figuur 4 geeft een andere uitvoeringsvorm van een actieve hybrideketen voor het koppelen van een transmissielijn 50 met een een-richting ontvanglijn 51 en een een-richting zendlijn 52. Ook
 5 bij deze uitvoeringsvorm wordt een asymmetrisch signaal zoals aanwezig op de lijn 51 via de versterker 54 omgezet in een symmetrisch signaal waarbij dit signaal wordt aangelegd aan de transmissielijn 50. Een tweetal Norton-equivalent frequentie-afhankelijke spanningbestuurde impedanties 57 en 58 zijn parallel over de transmissielijn 50 aange-
 10 sloten. Signalen die via de transmissielijn 50 worden ontvangen worden via de versterker 55 aangelegd aan de versterker 56 waar deze signalen differentiaal worden gecombineerd met de signalen zoals aanwezig op de ontvanglijn 51. Het uitgangssignaal van de differentiaalversterker 56 zoals aangeboden aan de zendlijn 52 bevat derhalve uitsluitend de sig-
 15 nalen zoals deze die uit de transmissielijn 50 zijn ontvangen vanaf een zich op afstand bevindende bron.

Figuur 5 geeft een meer gedetailleerd schema van een elektronische hybrideketen waarin gebruik is gemaakt van in parallelverband opgenomen variabele impedanties van de soort zoals weerge-
 20 geven in figuur 4. De in figuur 5 gebruikte verwijzingsymbolen zijn voor zover deze betrekking hebben op elementen die identiek zijn met elementen gebruikt bij de uitvoeringsvorm volgens figuur 4, hetzelfde. Meer in het bijzonder zijn een een-richting ontvanglijn 51 en een een-richting zendlijn 52 via de in de figuur weergegeven hybrideketen ge-
 25 koppeld met een twee-richting transmissielijn 50. De een-richting ontvanglijn 51 is verbonden met de basiselectrode van een transistor 60 in de emitterketen waarvan een spanningbestuurde impedantie 61 is opgenomen. De impedantie 61 is aangepast aan de impedantie van de lijn en staat onder het bestuur van een spanning V_S die zoals in figuur 5
 30 is weergegeven via een variabele weerstand 63 kan worden afgeleid van een constante-spanningbron 62. De grootte van de impedantie 61 is gelijk aan een willekeurig veelvoud, zoals een-tweede gedeelte van de grootte van de karakteristieke impedantie van de transmissielijn 50, en de impedantie 61 heeft een karakteristiek van de soort zoals is
 35 weergegeven in figuur 2. De collector van de transistor 60 is via een weerstand 64 geaard en tevens verbonden met de basis van de transistor 65.

Aan de collector-emitterbaan van de transistor 65 wordt via de weerstanden 66 en 67 hulpspanning aangelegd en welke transistor het asymmetrische signaal zoals aangelegd aan de basis ervan omzet in een symmetrisch signaal dat wordt aangelegd aan de bases van de uitgangstransistoren 68 en 69. De emitters van de transistoren 68 en 69 zijn verbonden met aardpotentiaal terwijl de collectoren daarvan respectievelijk zijn verbonden met de a- en b-draden van de twee-richting transmissielijn 50. Tussen de a- en b-draden van de transmissielijn 50 zijn aangesloten twee spanningbestuurde, frequentie-afhankelijke impedanties 57 en 58 die dezelfde impedantiewaarden bezitten als de impedantie 61 en die onder het bestuur van dezelfde stuurspanning staan.

Zoals is weergegeven in figuur 5 zijn de draden van de transmissielijn 50 verbonden met een sommeerversterker 55, waarvan het uitgangssignaal wordt aangelegd aan de ene ingang van de differentiaalversterker 56. De andere ingang daarvan is verbonden met de eenrichting ontvanglijn 51. Het uitgangssignaal van de versterker 56 is het ontvangen signaal dat aan de een-richting zendlijn 52 wordt toegevoerd.

Wanneer het erom gaat de in de figuren 1, 3, 4 en 5 weergegeven frequentie-afhankelijke impedanties te realiseren dient in eerste aanleg te worden bedacht dat een realisatie met impedantiepolen in plaats van impedantiënnullen aanzienlijk grotere capaciteitswaarden meebrengt, zodat derhalve de admittantie uitvoeringsvorm is gekozen. De uitvoeringsvorm van een dergelijke frequentie-afhankelijke impedantieketen is weergegeven in figuur 6, met welke uitvoeringsvorm een goede benadering wordt verkregen aan de impedantie van een maat 22 getwijnd paar in een telefoonkabel. De waarden van de condensatoren en weerstanden voor het in figuur 6 weergegeven netwerk zijn aangegeven in de onderstaande tabel I.

T A B E L I

30	$C1 = .04436 \text{ } \mu\text{f}$
	$C2 = .12953 \text{ } \mu\text{f}$
	$C3 = .050319 \text{ } \mu\text{f}$
	$C4 = .049305 \text{ } \mu\text{f}$

7920091

T A B E L I (Vervolg)

$$R1 = 1087.347 \text{ ohms}$$

$$R2 = 459.679 \text{ ohms}$$

$$R3 = 455.674 \text{ ohms}$$

$$R4 = 44.868 \text{ ohms}$$

$$R5 = 91.000 \text{ ohms}$$

5

Vanzelfsprekend kan een impedantie met de gewenste waarde worden gerealiseerd hetzij in de vorm van een netwerk van Foster (serie of shunt) hetzij in de vorm van een netwerk van Cauet van serie en shuntelementen.

10

De van de maatvoering afhankelijke karakteristieke impedantie van een telefoonpaar kan worden gekarakteriseerd door een impedantie van de vorm

$$(2) \quad Z(N) = C_1(N)Z_1(\omega) + C_2(N)Z_2,$$

waarin Z_1 het symbool is voor het laag-frequent gedrag van het kabelpaar met een kunstmatig geïnduceerde geringe inductantie G , en Z_2 het symbool is voor een conductantie gelijk aan 91 ohm welke waarde correspondeert met de hoog-frequente kabelimpedantie. Zowel de impedantie Z_1 als wel de impedantie Z_2 kan worden gerealiseerd met behulp van het in figuur 6 weergegeven netwerk. De grootheden $C_1(N)$ en $C_2(N)$ zijn

20

functies van de draadmaat N . Een keten voor het realiseren van de relaties zoals gegeven door vergelijking (2) is weergegeven in figuur 7, waarbij de vergelijking (2) als volgt is herschreven

$$(3) \quad Z(N) = AZ_1 \frac{(1+k_1)}{(1+k_1+k_2)} + BZ_2 \frac{1}{(1+k_1+k_2)},$$

25

$$(4) \quad C_1(N) = A \frac{(1+k_1)}{(1+k_1+k_2)}$$

en

$$(5) \quad C_2(N) = B \frac{1}{(1+k_1+k_2)},$$

waarin A en B constanten zijn.

30

De impedantiefunctie volgens vergelijking (3) kan worden gerealiseerd met behulp van een twee knooppunten bevattende Miller-effect impedantie vermenigvuldigingsketen zoals is weergegeven

7920091

in figuur 8. Deze keten kan vanzelfsprekend in een algemene vorm worden uitgevoerd voor een willekeurig aantal knooppunten. De constanten A en B zijn arbitrair gekozen ter verkrijging van een aanpassing aan de parameters van een maat 26 getwijnd paar waarbij A gelijk is aan 1,85 en B gelijk is aan 1,25. Met deze waarden zal de in figuur 8 weergegeven keten aanpassing vormen aan een maat 26 kabelpaar wanneer de waarden van de impedantievermenigvuldigingsfactoren k_1 en k_2 gelijk zijn aan 0. De waarden van k_1 en k_2 die nodig zijn om een aanpassing te verkrijgen aan de verschillende draadmaten die normaliter worden toegepast en met de overgegeven waarden voor de constanten A en B, zijn weergegeven in de onderstaande tabel II.

T A B E L II

N	k_1	k_2
19	-.6155	.6317
22	-.3243	.5743
24	-.1634	.3539
26	-. 0	0

De in figuur 8 weergegeven keten bevat een RC impedantie 70 en een resistieve impedantie 71 van de gedaante zoals in figuur 6 is weergegeven voor de impedanties Z_1 en Z_2 . De ingangsspanning V_1 zoals aangelegd over de serie-verbonden impedanties 70 en 71, wordt toegevoerd aan een spanning-vermenigvuldigingsketen 72 waarvan de vermenigvuldigingsfactor is bepaald door de stuurspanning V_C . De spanning V_2 zoals aanwezig in het verbindingspunt tussen impedanties 70 en 71, wordt toegevoerd aan een spanningvermenigvuldigingsketen 73 die onder het bestuur staat van een stuurspanning V_C . De uitgangssignalen van de vermenigvuldigingsketens 72 en 73 worden additief gecombineerd in de sommeerketen 74, waarvan het uitgangssignaal wordt aangelegd aan de overblijvende aansluiting van de impedantie 71.

De voor de grootheden k_1 en k_2 vereiste waarden kunnen worden gerealiseerd door hyperbolische tangensfuncties van de stuurspanning V_C , waarbij geldt dat

$$(6) \quad k_1 = -\tanh V_C$$

en

$$(7) \quad k_2 = 0,65 \tanh(3,701 V_C).$$

7920091

Dergelijke hyperbolische tangensfuncties kunnen worden gerealiseerd met gebruikmaking van een "long-tailed pair" waarvan de configuratie is weergegeven in figuur 9.

Met behulp van een in figuur 9 weergegeven configuratie kan de hyperbolische tangensfunctie voor de elementen 72 en 73 als weergegeven in figuur 8 worden gerealiseerd. Aan een eerste "long-tailed pair" zijn van de daarvan deel uitmakende transistoren 80 en 81 de collectorelectroden voorgespannen via de weerstanden 82 en 83 terwijl de emitterelectrodes van deze transistoren met elkaar alsook met de collector van de transistor 84 zijn verbonden. De emitter van de transistor 84 is via de weerstand 85 verbonden met aardpotentiaal. De spanning V_1 , zoals afkomstig van de keten volgens figuur 8 is verbonden met de basis van de transistor 84. De basis van de transistor 81 is geaard terwijl de basis van de transistor 80 onder het bestuur staat van de stuurspanning V_C . De spanning tussen de collector van de transistor 80 en de collector van de transistor 81 is de hyperbolische functie en deze spanning is verbonden met de differentiaalversterker 86 met de versterker gelijk aan de eenheid en waarvan het uitgangssignaal de hyperbolische tangensfunctie $k_1 V_1$ vormt.

Een soortgelijk "long-tailed pair" is gebruikt om de tweede spanningsvermenigvuldiger 73 volgens figuur 8 te realiseren. Dit paar omvat de transistoren 90 en 91 waarvan de collectoren via de desbetreffende weerstanden 92 en 93 een hulpspanning ontvangen. De emitters van deze transistoren 90 en 91 zijn met elkaar alsook met de collector van de transistor 94 verbonden waarbij de emitter van deze transistor via de weerstand 95 is verbonden met aardpotentiaal. De vanaf de keten volgens figuur 8 afkomstige spanning V_2 wordt toegevoerd aan de basis van de transistor 94, terwijl de basis van de transistor 91 is geaard. De aan de basis van de transistor 90 aangelegde stuurspanning wordt afgeleid vanaf een spanningsdeler met de weerstanden 97 en 98, ter verkrijging van een spanning V_C , gelijk aan $1/3,701 \cdot V_C$ als is vereist volgens vergelijking (7). De tussen de collectoren van de transistoren 90 en 91 bestaande spanning wordt geïnverteerd en aangelegd aan de differentiaalversterker 96, (versterking gelijk aan de eenheid) waarvan het uitgangssignaal de hyperbolische tangensfunctie $k_2 V_2$ vormt.

7920091

De via een differentiaalversterker met eenheidsversterking verkregen versterking van elk "long-tailed pair" is gegeven door vergelijking (8):

$$(8) \quad \frac{R_C}{R_e} \tanh \left(\frac{qX}{2kT} \right),$$

5 waarin X de aangelegde spanning, R_C de weerstand van de collectorketens van de transistoren 80 - 81 of 90 - 91, R_e de weerstand in de emitterketen van de transistor 84 of 94, q de absolute lading van een electron, k de constante van Boltzmann en T de absolute temperatuur in graden Kelvin voorstellen. Voor de vermenigvuldigingsfactor k_1 (paar 80 - 81)
10 geldt dat $R_C = R_e$ en $X = 2kT/qV_C$, terwijl voor k_2 geldt dat $R = 6,5 R_e$ en $X = 3,701 (2kT/q)$. De spanning V_C kan op de in figuur 5 aangegeven wijze worden afgeleid hetzij door de spanningsdeler vooraf in te stellen met aftakkingen corresponderende met de maten van aan te sluiten kabel, hetzij door langs empirische weg de aftakking op de weerstand 63 te
15 variëren opdat de totale reflectie vanaf de transmissielijn is geminimaliseerd.

Er zij opgemerkt dat met een actieve hybrideketen van een uitvoeringsvorm zoals aangegeven in figuur 5 en de volgende figuren impedantie-aanpassing aan de transmissielijn 50 wordt verkregen die
20 over een extreem breed frequentiegebied frequentie-onafhankelijk is, waarbij bovendien aanpassing mogelijk is aan de verschillende draadmatten in de telefoonkabel. Het gebruik van een Norton-equivalentbron verdient de voorkeur boven een Thevenin-equivalentbron aangezien hiermee de gecompliceerdheid om een zelfde bronimpedantie aan te passen aan
25 verschillende draadmatten tot een minimum is teruggebracht. Aan deze actieve hybrideketen aangelegde spanningen zijn bovendien volledig onafhankelijk van de frequentie zodat destructieve interferentie waarvan de hybridewerking afhankelijk is, over het volledige frequentiegebied constant blijft. De in figuur 5 weergegeven uitvoeringsvorm vereist echter drie met aarde verbonden shuntelementen 57, 58 en 61 die
30 elk een gecompliceerde configuratie volgens de figuren 6 en 9 vereisen.

Een uitvoeringsvorm waarbij een dergelijke gecompliceerdheid is verminderd is weergegeven in figuur 10, waarin gebruik is gemaakt van een zwevende vermogensvoeding met een gemeenschappelijke

spanning V_0 en een enkel frequentie-afhankelijk, spanningbestuurd impedantienetwerk 120. In afwijking van een modus waarbij frequentie-onafhankelijke spanning wordt aangelegd aan de transmissielijn, wordt bij deze ketenconfiguratie een frequentie-onafhankelijke stroom overgedragen. Deze stroom wordt onderzocht over het impedantie-element 100 en wel door middel van een differentiaalversterker 101 waarvan de uitgang is verbonden met de differentiaalversterker 102. De impedantie-elementen 100 en 103 corresponderen respectievelijk met de impedanties 71 en 70 van de configuratie volgens figuur 8, en zijn opgenomen in een twee-knooppunt Miller-effect impedantievermenigvuldigingsketen waarin gebruik is gemaakt van de spanningsvermenigvuldigers 104 en 105. Deze spanningvermenigvuldigers 104 en 105 staan onder het bestuur van een stuurspanning $V_{C''}$, de uitgangssignalen hiervan worden gecombineerd in de sommeerversterker 106 waarvan het uitgangssignaal wordt aangelegd aan rechter uiteinde van de impedantie 100. De zwevende vermogensvoeding als voorgesteld door de batterij 107 is in serie verbonden met een weerstand 108 opgenomen in de emitterketen van de transistor 109. De door de batterij 107 veroorzaakte spanning wordt in de combineerversterker 110 gecombineerd met het signaal dat aanwezig is op de lijn 51, teneinde aldus het ingangssignaal te vormen voor de basis van de transistor 109. Dit zelfde signaal dat afkomstig is van de versterker 110 wordt toegevoerd aan de andere ingang van de versterker 102, waarvan de uitgang is verbonden met de differentiaalversterker 111. Het uitgangssignaal van de versterker 111 vormt het zendsignaal dat over de lijn 52 wordt overgedragen. De door de batterij 107 geleverde voedingsspanning V_0 wordt in de combineerversterker 112 gecombineerd met de stuurspanning V_C teneinde de stuurspanning $V_{C''}$ voor de vermenigvuldigers 104 en 105 te vormen. Deze voor de voeding dienend gelijkspanning V_0 wordt door de condensatoren 113 en 114 geïsoleerd van de tweerichting transmissielijn 50.

7920091

De versterkers 110, 111 en 112 doen dienst om de zwevende voedingsspanning op te tellen bij of af te trekken van de spanningen zoals afgenomen respectievelijk toegevoerd aan ketens die zich bevinden buiten de lokale gemeenschappelijke aarde voor de zwevende vermogensvoeding 107.

Er zij opgemerkt dat een zwevende vermogensvoeding gewenst is voor al die toepassingen waarbij de actieve elementen van de hybrideketen moeten worden bekrachtigd met gelijkstroomniveaus die aanzienlijk lager liggen dan die van de transmissielijn en een gelijkstroom-gelijkstroomomzetting in elk geval is vereist. Bovendien zijn de extra verschilversterkers 110, 111 en 112 die nodig zijn voor isolatie- en referentiedoelinden van de hybrideketen aanzienlijk goedkoper te realiseren dan de frequentie-afhankelijke, spanningbestuurde impedanties die zijn vereist in de uitvoeringsvorm volgens figuur 5.

Er zij verder opgemerkt dat de actieve hybrideketen volgens de onderhavige uitvinding met behulp van Thevenin-equivalent bronnen worden gerealiseerd indien geen aanpassing aan draadmaten is vereist en indien geen problemen ontstaan wanneer de relatief grote capaciteitswaarden die dan zijn vereist worden gebruikt.

Een elektronische hybrideketen volgens de onderhavige uitvinding is in beginsel onafhankelijk van frequentie, aangezien zoals is weergegeven in figuur 2 de laagfrequentimpedantie zowel ten aanzien van frequentievariatiën alswel draadmaatvariatiën nauwkeurig is gesimuleerd tot aan frequenties die aanzienlijk lager liggen dan de bedrijfsfrequentieband. Daarentegen is de hoogfrequentimpedantie in beginsel constant voor al de zich boven deze lage band bevindende hogere frequenties. De extreem brede bedrijfsband van de hybrideketens volgens de onderhavige uitvinding betekent dat dergelijke hybrideketens worden toegepast voor brede-bandsignaaloverdracht zoals is vereist voor het met hoge snelheid overdragen van digitale informatie. Dergelijke hybrideketens kunnen derhalve worden toegepast in een voor hoge snelheden bedoeld digitaal transmissiestelsel waarin gebruik is gemaakt van getwijnde paren van standaarduitvoering zoals beschikbaar zijn in een bestaand telefoonnetwerk.

7920091

C O N C L U S I E S

=====

1. Hybridebalansimpedantie voor een telefoonkabelpaar, gekenmerkt door een laagfrequent, niet-inductief resistief-capacitief netwerk (figuur 6, Z_1) dat is ingericht voor het geven van een impedantiefunctie die bij lage frequenties omgekeerd evenredig is met de
5 vierkantswortel van de frequentie, en een hoogfrequent, niet-reactief resistief netwerk (Z_2) dat werkzaam is om bij hoge frequenties een constante impedantiefunctie te geven.
2. Balansimpedantie volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat genoemde impedantie de vorm heeft van
10
$$Z(N) = C_1(N)Z_1(\omega) + C_2(N)Z_2,$$
waarin Z de impedantie van de belasting, Z_1 de impedantie van het genoemde laagfrequentnetwerk, Z_2 de impedantie van het genoemde hoogfrequentnetwerk, voorstellen en C_1 en C_2 functies zijn van de maat N van het desbetreffende telefoonkabelpaar.
- 15 3. Balansimpedantie volgens de conclusies 1 of 2, met het kenmerk, dat van het genoemde laagfrequent netwerk deel uitmaken een capacitantie, een weerstand en een aantal in serie verbonden resistieve-capacitieve takken, die allen parallel zijn verbonden.
4. Balansimpedantie volgens conclusie 2, met het kenmerk,
20 dat genoemde draadmaatfuncties zijn gerealiseerd met behulp van tweeknooppunt Miller-effect vermenigvuldigingsketens die zijn verbonden met genoemde laagfrequente en hoogfrequente impedanties (figuur 8).
5. Balansimpedantie volgens conclusie 4, met het kenmerk, dat van elk van genoemde vermenigvuldigingsketens deel uitmaakt
25 een "long-tailed pair" waarvan een vermenigvuldigingsketen is gerelateerd aan de maat van het desbetreffende telefoonkabelpaar (figuur 9).

7920091

FIG. 1

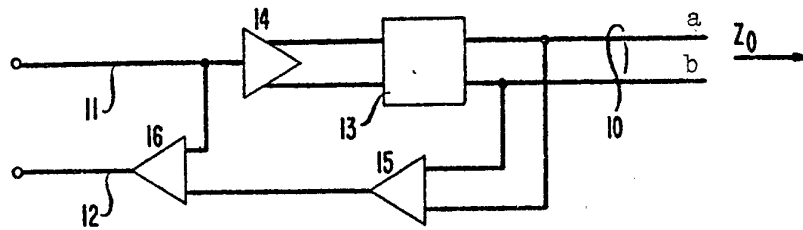


FIG. 2

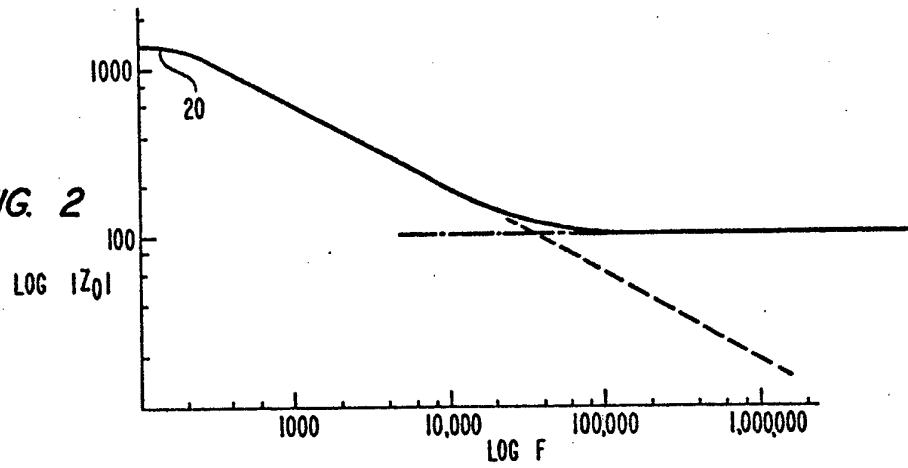


FIG. 3

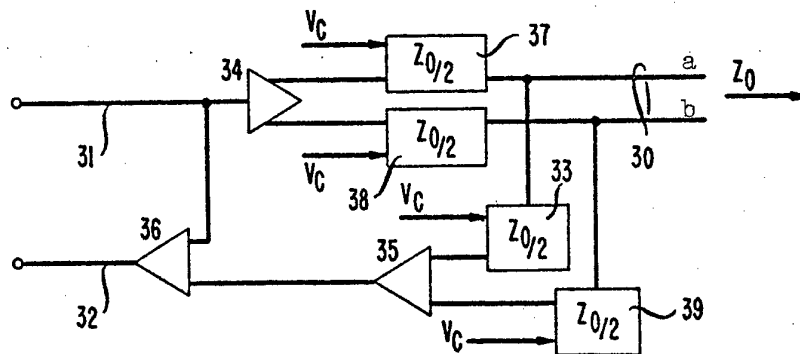


FIG. 4

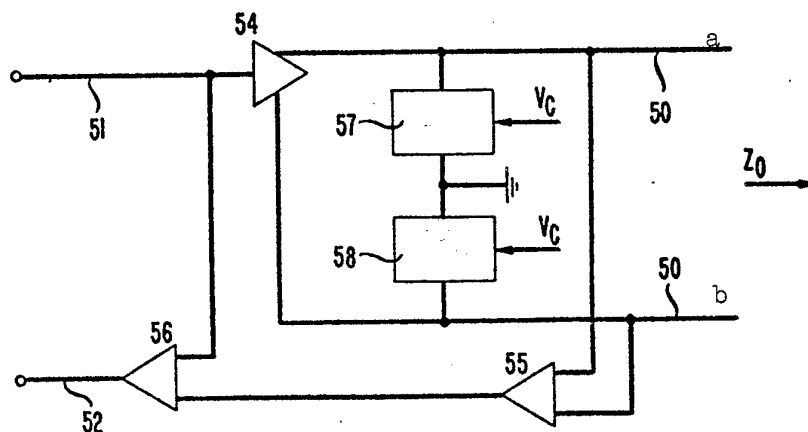


FIG. 5

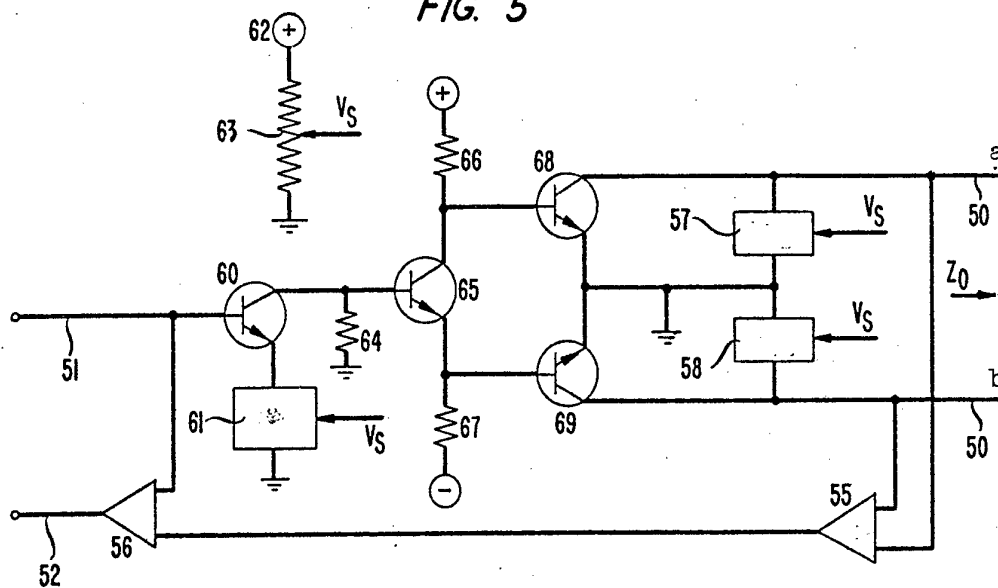


FIG. 6

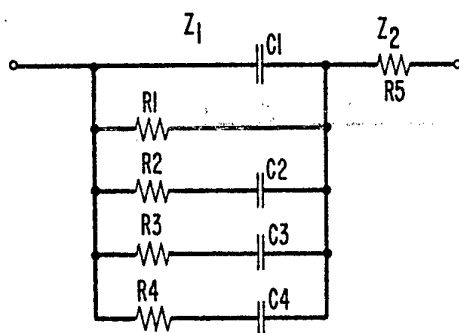


FIG. 7

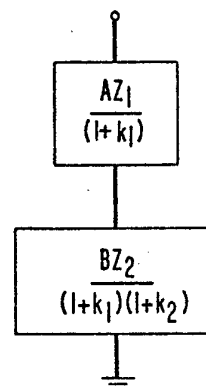
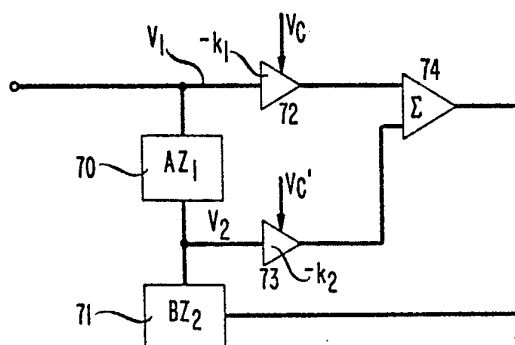


FIG. 8



7920091

FIG. 9

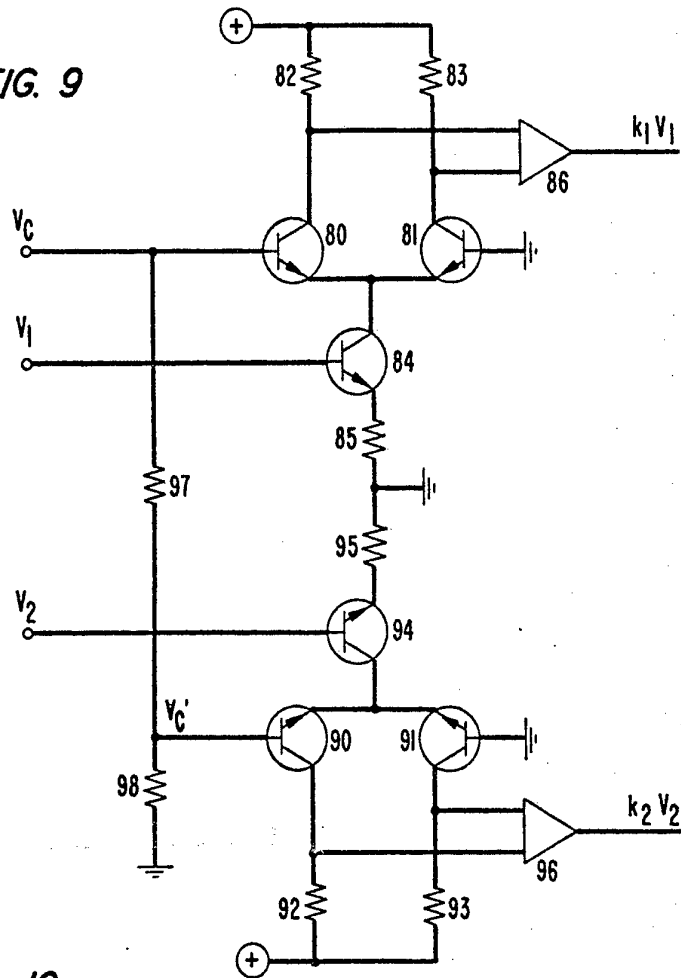
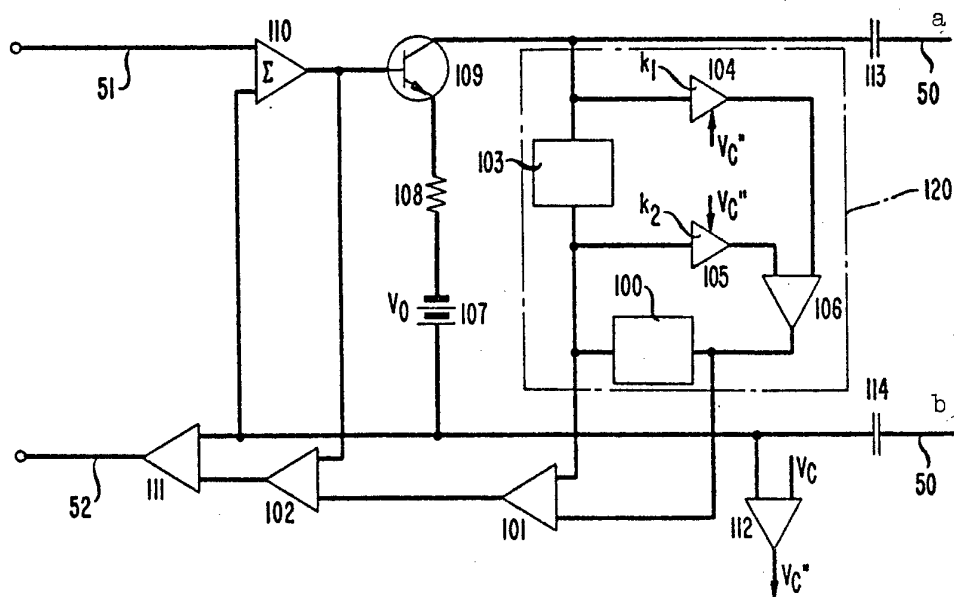


FIG. 10



7920091

Western Electric Company, Incorporated