
Octrooiraad



Nederland

⑩ A **Terinzagelegging** ⑪ **8105153**

⑲ NL

- ⑤4 **Fout-veilig transmissiestelsel.**
- ⑤1 Int.Cl.³: H04L 1/02, H04L 1/10, H04L 1/22, G08C 25/00.
- ⑦1 Aanvrager: Western Electric Company, Incorporated te New York.
- ⑦4 Gem.: Ir. H.M. Urbanus c.s.
Vereenigde Octroobureaux
Nieuwe Parklaan 107
2587 BP 's-Gravenhage.

-
- ②1 Aanvraag Nr. 8105153.
- ②2 Ingediend 13 november 1981.
- ③2 Voorrang vanaf 14 november 1980.
- ③3 Land van voorrang: Ver. St. v. Am. (US).
- ③1 Nummer van de voorrangsaanvraag: 206720 .
- ⑥2 --

-
- ④3 Ter inzage gelegd 1 juni 1982.

De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en).

Titel: fout-veilig transmissiestelsel

De uitvinding heeft betrekking op een netwerkconfiguratie voor het leveren van een bruikbare transmissiedienst ondanks de complete onderbreking van één van een aantal transmissieverbindingen.

5 Het in stand houden van de dienst, in het geval van onderbreking van een transmissieverbinding, wordt op de bekende wijze verkregen met behulp van reservetransmissieverbindingen. De praktijk geeft aan dat de aanwezigheid van een reserveverbinding op een aantal werk-
10 verbindingen geen bijdrage levert voor een goede werking van een transmissieconfiguratie, vooral wanneer optische vezels worden toegepast. Het kan b.v. economisch van voordeel zijn twee of meer vezels als een enkele eenheid toe te passen en deze eenheid in een bandachtig stelsel onder te brengen en aan te passen aan versterkers, die gebruik maken van een enkele insteekverbindingsklem. De detectoren LED's en
15 lasers kunnen op een enkel halfgeleiderplaatje worden aangebracht, waarbij de elektronica voor de verschillende versterkers eveneens op een enkel plaatje kan worden aangebracht. Wanneer een van deze elementen aan noodzakelijk onderhoud toe is, worden alle transmissieverbindingen, die door dit enkele bandsamenstel gaan, onderbroken. Er is derhalve een krachtige motivatie de transmissie zodanig te regelen,
20 dat een bruikbare (enigszins gedegradeerde) transmissie in stand kan worden gehouden, wanneer een verbinding onderbroken is (misschien slechts voor enkele seconden).

In een fout-veilig transmissiestelsel volgens de uitvinding, wordt de informatieinhoud van een of meerdere ingangssignalen gecodeerd in een aantal gecodeerde signalen, zodat de informatie met be-
25 trekking tot elk ingangssignaal ten minste twee gecodeerde signalen omvat. Elk gecodeerd signaal wordt vervolgens uitgezonden via verschillende transmissieverbindingen naar een decodeerinrichting, die de originele signalen hieruit regeneert.

30 Het is volgens de uitvinding van voordeel, dat bij een tijdelijk accepteren van hetzij een signaal-ruis-vermindering, hetzij een bandbreedtevermindering, de dienst niet wordt onderbroken, zelfs wanneer een van de transmissieverbindingen compleet buiten werking is.

Het is verderzvolgens de uitvinding van voordeel, dat niet-productieve reserve-transmissieverbindingen niet nodig zijn.

De uitvinding zal onderstaand aan de hand van een aantal voorbeelden en onder verwijzing naar de tekening nader worden uiteengezet.

5 Hierin toont:

fig. 1 een fout-veiligtransmissiestelsel volgens de uitvinding;

fig. 2 een eerste uitvoeringsvorm van een codeerinrichting, zoals toegepast in de uitvinding;

fig. 3 de werking van de codeerinrichting van fig. 2;

10 fig. 4 een decodeerinrichting voor het terugwinnen van de signalen, gecodeerd door de codeerinrichting van fig. 2;

fig. 5 een codeerinrichting voor het coderen van drie signalen;

fig. 6 een codeerinrichting voor het coderen van digitale signalen;

15 fig. 7, 8, 9, 10 en 11 de werking van de codeerinrichting van fig. 6;

fig. 12 een decodeerinrichting, toegepast in combinatie met de codeerinrichting van fig. 6;

fig. 13, 14 en 15 gewijzigde codeer- en decodeerinrichtingen.

20 In fig. 1 is een transmissiestelsel 10 aangegeven, voorzien van een codeerinrichting 11 en een decodeerinrichting 12, die met elkaar zijn verbonden door middel van onafhankelijke transmissielijnen 13.1, 13.2 13.m. Een aantal van n-ingangssignalen, $S_1, S_2 \dots S_n$, waarbij een geheel getal is gelijk aan of groter dan 1, wordt toegevoerd aan de codeerinrichting 11, die de m gecodeerde signalen $s_1, s_2 \dots s_m$, waarbij m een geheel getal is gelijk aan of groter dan 2, opwekt. Elk gecodeerd signaal wordt over een verschillende transmissieverbinding overgedragen aan de decodeerinrichting 12, die uit de gecodeerde signalen de oorspronkelijke signalen $S_1, S_2 \dots$
25 S_n , terugwint.
30

Teneinde ervoor te zorgen, dat de informatieinhoud van elk ingangssignaal kan worden teruggewonnen, niettegenstaande een compleet uitvallen van een van de transmissieverbindingen, wordt de codering door de codeerinrichting 11 zodanig uitgevoerd, dat de
35 informatie met betrekking tot elk ingangs-

signaal ten minste twee van de gecodeerde signalen omvat. De dienst is derhalve niet compleet onderbroken, zelfs wanneer een van de transmissieverbindingen onderbroken is. In de figuren 2 en 3 wordt dit principe voor een eenvoudig geval weergegeven, waarbij een ingangssignaal wordt gecodeerd en overgedragen langs twee verschillende ver-
5 bindingen. In de codeerinrichting, weergegeven in fig. 2, wordt een enkel ingangssignaal S_1 met bandbreedte B bemonsterd met een snelheid van ten minste $2B$ keren per seconde. Een bemonstering wordt uitgevoerd met behulp van twee afzonderlijke stellen klokpulsen 1 en 2, teneinde twee afzonderlijke pulstreinen s_1 en s_2 , die ten opzichte
10 van elkaar $1/2 B$ seconde verschoven zijn, op te wekken. De eerste pulstrien s_1 wordt opgewekt, wanneer de klok 1 een eerste EN-poort 20 van de codeerinrichting vrijgeeft. De tweede pulstrein s_2 wordt opgewekt, wanneer de klok 2 een tweede EN-poort 21 vrijgeeft. Het bemonsteringsproces is in fig. 3 weergegeven, waarin een ingangssignaal S_1 is aangegeven, alsmede de resulterende monsters, die de signalen s_1 en s_2 weergeven. Deze kunnen rechtstreeks langs een tweetal transmissieverbindingen 13.1 en 13.2 worden overgedragen, of zij kunnen nog verder gecodeerd worden in binaire signalen, alvorens te worden
15 uitgezonden. In een draaggolfstelsel, worden de bemonstersignalen benut om een draaggolgsignaal te moduleren, alvorens te worden uitgezonden.

In welke vorm het gecodeerde signaal wordt uitgezonden, de informatieinhoud, aanwezig in elk van de signalen s_1 en s_2 , wordt door
25 de decodeerinrichting aan het uiteinde van de transmissieverbindingen teruggewonnen en worden tezamen opgeteld, teneinde het oorspronkelijke ingangssignaal S_1 te reconstrueren.

Fig. 4 toont een decodeerinrichting, voorzien van een opteller 40 en een laag-doorlaatfilter (LPF) 41 met een bandbreedte B .

Indien op een bepaald tijdstip, tijdens het uitzenden van de signalen s_1 en s_2 , een van de verbindingen wordt onderbroken, gaat één van de bitstromen verloren. Het teruggewonnen signaal wordt derhalve met een halve bandbreedte verminderd. Wanneer een dergelijk geval optreedt, wordt de bandbreedte van het laag-doorlaatfilter 41 van de
35 decodeerinrichting verminderd met een factor 2. Een verdere verbetering

kan worden gerealiseerd indien, gelijktijdig, de bandbreedte van het signaal, dat moet worden overgedragen (b.v. S_1), eveneens wordt verminderd met een factor 2.

5 Het is duidelijk, dat het hierboven aangegeven principe van de uitvinding niet de meest efficiënte uitvoering is. In het hierboven gegeven geval worden nl. twee transmissieverbindingen benut om één signaal uit te zenden, waarbij de helft van de informatie verloren gaat, wanneer één verbinding wordt onderbroken. Deze onvolkomenheden kunnen worden vermeden door meer ingangssignalen te coderen en de
10 gecodeerde gedeelten over meerdere verbindingen uit te zenden; zoals in fig. 5 is aangegeven. In deze configuratie worden drie ingangssignalen bemonsterd door drie klokpulstreinen 1, 2 en 3, die ten opzichte van elkaar verschoven zijn, en welke signalen voor het multiplexverkeer langs drie afzonderlijke verbindingen worden overgedragen. Een pulstrein van monsters van het signaal S_1 , dat samenwerkt met de klok 1,
15 wordt gecombineerd met een pulstrein van monsters van het signaal S_2 , dat samenwerkt met de klok 2, en met een pulstrein van monsters van het signaal S_3 , dat samenwerkt met de klok 3, teneinde het gecodeerde signaal s_1 te vormen. Op overeenkomstige wijze worden geschikte monsters
20 van de signalen S_1 , S_2 en S_3 gecombineerd, teneinde de gecodeerde signalen s_2 en s_3 te vormen, zoals in de figuur is aangegeven. Er worden derhalve drie transmissieverbindingen toegepast, die dienen om drie ingangssignalen over te dragen. Wanneer één verbinding wordt geblokkeerd gaat slechts een derde van de monsters verloren. Het effect van dit
25 verlies kan worden verminderd door de decodeerinrichting een wegvallend monster "te laten invullen" met behulp van de voorafgaande monsterwaardeamplitude indien één stel monsters meer dan één bemonsteringsmoment wordt vermist. Verder kan de decodeerinrichting "raden" naar het vermiste monster door een voorafgaand monster een opvolgend
30 monster te middelen, teneinde het vermiste monster weer te geven.

 Wanneer het over te dragen signaal in digitale vorm is, is het van belang, dat niet een te groot aantal tekens verloren gaat. Bij een uitvoeringsvorm, waarbij gebruik wordt gemaakt van het stelsel van een digitale fout-veilig-werking, wordt gebruik gemaakt van een gereduceerde
35 signaal-ruisverhouding tijdens de tijdelijke "storing"-conditie. Even-

wel is hiervoor nodig, dat het stelsel zodanig moet zijn ontworpen, dat deze werkt met een signaal-ruisverhouding, die groter is dan de minimale signaal-ruisverhouding bij een normale overdracht.

Fig. 6 geeft een codeerinrichting 60 aan voor de digitale fout-veilig-werking, waarbij omwille van de uitleg, twee gesynchroniseerde ingangssignalen S_1 en S_2 met dezelfde boud-snelheid worden gecodeerd. De codeerinrichting omvat een tweetal bemonsteringsketens 61 en 62, die de ingangssignalen S_1 en S_2 bemonstert tijdens de intervallen, bepaald door de klokpulsen 1 resp. 2, afkomstig van een klokbron 63. De uitgangssignalen S'_1 en S'_2 van de bemonsteringsketens worden bij elkaar opgeteld in een sommeerketen 64, waarna het gecombineerde signaal $S'_1 + S'_2$ aan elk van de beide transmissieverbindingen 13.1 en 13.2 worden toegevoerd (d.w.z. $s_1 = s_2 = S'_1 + S'_2$).

De figuren 7, 8, 9, 10 en 11 geven aan, de wijze waarop het signaal wordt verwerkt door de codeerinrichting. In fig. 7 is een bepaald signaal S_1 aangegeven. De klok 1 bemonstert de eerste helft van elke tijdgleuf en wekt een uitgangssignaal op met de helft van de pulsbreedte. Het signaal S'_1 , zoals in fig. 8 is aangegeven, is hetzelfde signaal als het signaal S_1 , met dien verstande, dat elke uitgangspuls een pulsbreedte $t/2$ heeft, of de helft van de breedte van de corresponderende pulsen, aanwezig in het signaal S_1 . Op overeenkomstige wijze bemonstert de klok 2 het signaal S_2 , zoals in fig. 9 is aangegeven. De klok 2 is evenwel een halve tijdgleuf vertraagd met betrekking tot de klok 1, zodat deze klok de tweede helft van elke tijdgleuf bemonstert, teneinde het uitgangssignaal S'_2 op te wekken, zoals in fig. 10 is aangegeven. De signalen S'_1 en S'_2 worden vervolgens opgesteld, teneinde het gecombineerde signaal te verkrijgen, zoals in fig. 11 is aangegeven. Deze pulsstromen met hogere snelheid wordt langs twee verschillende transmissieverbindingen overgedragen aan een decodeerinrichting, waarin de oorspronkelijke signalen worden teruggewonnen.

Fig. 12 toont een decodeerinrichting 70, die wordt toegepast in combinatie met de decodeerinrichting 60. Volgens deze opstelling worden de afzonderlijke pulsstromen s_1 en s_2 gecombineerd in een sommeernetwerk 71, teneinde de signaal-ruisverhouding te verbeteren en

naar keuze te worden geregenereerd in de regenerator 72. De gecombi-
neerde signalen worden vervolgens gescheiden met behulp van EN-poorten
73 en 74, die in werking worden gesteld door geschikte gefaseerde
klokpuls-treinen 1 en 2, die gesynchroniseerd zijn met de monster-
pulstreinen S'_1 en S'_2 . De oorspronkelijke breedte van de digitale
signalen S_1 en S_2 worden teruggewonnen met behulp van pulsgeneratoren
75 en 76. Wanneer een van de transmissieverbindingen wordt onderbroken,
zakt de signaal-ruisverhouding van de regenerator. Zolang deze blijft
boven het minimum waarvoor de regenerator is ontworpen, worden de
beide ingangssignalen meteen teruggewonnen.

Fig. 13 toont een ander codeerschema voor de fout-veiligtransmissie, waarin digitale signalen worden ingedeeld in een multiniveaupulsstroom waarbij voor de transmissie langs twee of meer transmissieverbindingen dezelfde boud-snelheid geldt. Omwille van de illustratie, worden, voor de overdracht langs twee verbindingen, slechts twee ingangssignalen S_1 en S_2 ingedeeld in een uitgangspulsstroom. Evenwel kan een groter aantal binaire ingangssignalen, of multiniveauingangstromen worden toegepast, met meer niveaus in de multiniveauietgangspulsstroom. Bovendien kan de uitgangspulsstroom over meer dan twee verbindingen worden uitgezonden, teneinde een verbeterde signaalruisverhouding bij het ontvangeinde, tijdens een foutieve conditie, tot stand te brengen.

Volgens de uitvoeringsvorm omvat de codeerinrichting drie EN-poorten 80, 81 en 82, een exclusieve OF-poort 83, en een opteller 84. De resulterende codeermatrix is gegeven in onderstaande tabel I.

TABEL I
=====

			s_2	
		Teken		Ruimte
			1.5	0.5
30	s_1	Teken		
		Ruimte	-1.5	-0.5

Wanneer het signaal S_1 een teken, en het signaal S_2 een ruimte omvat, wordt de poort 80 vrijgegeven, terwijl de poorten 81 en 82 geblokkeerd blijven, wat resulteert in een eenheidssignaal dat tezamen met een $-0,5$ eenheidssignaal wordt toegevoerd aan de opteller 84, teneinde een uitgangssignaal $s_1 = s_2 = 0.5$ op te wekken. Omgekeerd zal, wanneer het signaal S_2 een teken, en het signaal S_1 een ruimte is, de poort 80 geblokkeerd zijn, terwijl de poorten 81, 82 en 83 in werking zijn, teneinde een -1.5 eenheidsuitgangssignaal op te wekken. Op overeenkomstige wijze zal, wanneer de beide signalen een teken zijn, een signaal van 1.5 eenheden, en zal wanneer de beide signalen een ruimte zijn een signaal van -0.5 eenheden worden opgewekt.

Opgemerkt wordt, dat in tabel I, ongeacht de toestand van het signaal S_2 (d.w.z. teken of ruimte), het gecodeerde signaal groter is dan 0, indien S_1 een teken is, en kleiner dan 0, indien S_1 een ruimte is. Op overeenkomstige wijze, en ongeacht de toestand van het signaal S_1 , is de absolute waarde van het gecodeerde signaal groter dan de eenheid, wanneer het signaal S_2 een teken is en kleiner dan de eenheid, wanneer het signaal S_2 een ruimte is. De decodeerinrichting kan derhalve, zoals in fig. 14 is aangegeven, voorzien zijn van middelen 90 voor het combineren van de twee identieke overgedragen signalen s_1 en s_2 , alsmede van een tweetal beslissingsketens 92 en 93. De decoderingsbeslissingen 92, voor het terugwinnen van het signaal S_1 , zijn bovenstaand aangegeven. D.w.z. dat S_1 een teken is, wanneer het uitgangssignaal R , afkomstig van de opteller 90, groter is dan 0. Het zal een ruimte zijn wanneer R kleiner is dan 0. Om het signaal S_2 terug te winnen, onderzoekt de beslissingsketen 93 de absolute waarde van R , zodanig dat een uitgangsteken wordt opgewekt, wanneer R groter is dan 1, en een uitgangsruimte wordt opgewekt, wanneer R kleiner is dan 1.

Voor het geval in één van de twee transmissieverbindingen een onderbreking is, wordt de grootte van het signaal R gehalveerd. Daar dit niet de werking van de beslissingsketen 92 beïnvloedt, is een verandering noodzakelijk in de beslissingsreferentie van de beslissingsketen 93. Dit kan worden verkregen door middel van een niveaudetector 95, die deze verandering aftast en een geschikt drempelsterugstelsignaal opwekt voor het terugstellen van het beslissingsreferentieniveau in de keten 93. Ook kunnen AGC-middelen worden toegepast om een constant

niveau van het ingangssignaal naar de keten 93 in stand te houden.

Fig. 15 toont een andere uitvoering van een codeer- en decodeer-configuratie, waarin de merkwaarden voor de beide ingangssignalen verschillend zijn. B.v. is in de pulsstroom S_1 , de merkwaarde A en is de ruimtewaarde 0. In de pulsstroom S_2 is de merkwaarde B en is de ruimtewaarde 0. In de codeerinrichting, worden de signalen S_1 en S_2 in een opteller 100 opgeteld, teneinde een eerste gecodeerd signaal s_1 te verkrijgen, en worden deze signalen afgetrokken in een verschilteken 101, teneinde een tweede gecodeerd signaal s_2 te verkrijgen. De resulterende signalen s_1 en s_2 zijn aangegeven in de onderstaande tabellen II en III.

TABEL II

=====

Signaal s_1

		S_2	
		Teken	Ruimte
S_1	Teken	A+B	A
	Ruimte	B	0

TABEL III

=====

Signaal s_2

		S_2	
		Teken	Ruimte
S_1	Teken	A-B	A
	Ruimte	-B	0

In de decodeerinrichting worden de ontvangen signalen s_1 en s_2 opgeteld in een tweede opteller 102, teneinde een derde signaal α op te wekken en worden deze signalen afgetrokken in tweede verschilketen 103, teneinde een vierde signaal β op te wekken, zoals aangegeven in de tabellen IV en V.

TABEL IV

Signaal α

			s_2	
		Teken		Ruimte
5		Teken	2A	2A
	s_1	Ruimte	0	0

TABEL V

Signaal β

			s_2	
		Teken		Ruimte
		Teken	2B	0
	s_1	Ruimte	2B	0

15 Wanneer de beide transmissieverbindingen normaal werken, geeft het signaal α het bitstroom signaal S_1 rechtstreeks en geeft het signaal β het bitstroom signaal S_2 rechtstreeks. Indien evenwel een van de verbindingen is onderbroken, omvat echter elk van de uitgangssignalen α en β componenten van de beide ingangssignalen. B.v. zal, indien

20 de s_2 -transmissieverbinding onderbroken is, het signaal α gelijk worden aan s_1 , en zal het signaal β gelijk worden aan $-s_1$. Vanwege de illustratie wordt verder verondersteld, dat $A = 1$ en $B = 1/2$, en dat het signaal α een functie is van de ingangssignalen S_1 en S_2 , zoals in de tabel VI is aangegeven.

TABEL VI
=====

Signaal α

		S_2	
		Teken	Ruimte
5	S_1	Teken	1.5
		Ruimte	1.0
		Teken	0.5
		Ruimte	0

Voor dit illustratieve geval is de beslissingstabel als volgt:

Indien: $\alpha > 0,75$, is S_1 een teken;

10 $\alpha < 0,75$, is S_1 een ruimte;

Indien: $\alpha > 1,25$;

of $0,25 < \alpha < 0,75$, is S een teken;

Indien: $\alpha < 0,25$,

of $0,75 < \alpha < 1,25$, is S_2 een ruimte.

15 Geschikte beslissingsketens 105 en 104, geschikt voor de specifieke signaalparameters, zijn derhalve aangebracht in de uitgangsledingen van de opteller 102 en de verschilketen 103, teneinde de ingangsbitstromen S_1 en S_2 terug te winnen. De tabel VII geeft het geval aan, waarin de s_1 -transmissieverbinding onderbroken is, en het
20 signaal s_2 wordt benut voor het terugwinnen van de ingangssignalen S_1 en S_2 .

TABEL VII
=====

Signaal β

		S_2	
		Teken	Ruimte
25	S_1	Teken	0.5
		Ruimte	1
		Teken	-0.5
		Ruimte	0
		Indien $\beta > 0.75$	s_2 = ruimte
			s_1 = teken
30		$0,25 < \beta < 0.75$	s_2 = teken
			s_1 = teken

$$-0,25 < \beta < 0,25$$

s_2 = ruimte

s_1 = ruimte

$$\beta < -0,25$$

s_2 = teken

s_1 = ruimte

- 5 Bovenstaand zijn een aantal specifieke codeer- en decodeer-
schema's beschreven ten behoeve van een fout-veiligtransmissie zonder
gebruik te maken van een reserve-faciliteit, die normaliter geen
voordeel oplevert. Volgens de uitvinding wordt de fout-veiligtrans-
missie verkregen door elk van de ingangssignalen zodanig te coderen,
10 dat de gehele, of een deel van zijn informatieinhoud over ten minste
twee transmissieverbindingen wordt overgedragen. Wanneer alle trans-
missieverbindingen normaal werken, worden alle ingangssignalen meteen
in de ontvanger teruggewonnen. Wanneer één of meer transmissieverbin-
dingen verbroken zijn, kan de bandbreedte of signaal-buisverhouding
15 enigszins gedegradeerd zijn, maar desalniettemin worden alle signalen
teruggewonnen.

C O N C L U S I E S

1. Fout-veiligstelsel voor het overdragen van een of meerdere ingangssignalen over een aantal transmissieverbindingen, gekenmerkt door middelen (11) voor het coderen van de signalen ($S_1, S_2, \dots, S_m$) in een aantal gecodeerde signalen ($s_1, s_2, \dots, s_m$), zodat de informatie met betrekking tot elk signaal aanwezig is in ten minste twee van de gecodeerde signalen, die elk geschikt zijn voor transmissie langs een verschillende van het aantal transmissieverbindingen (13.1, 13.2, ..., 13.m).
2. Stelsel volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de codeermiddelen (11) voorzien zijn van middelen (50, 51, 52, 53) om elk van het aantal ingangssignalen (S_1, S_2, S_3) te bemonsteren, teneinde een aantal (1, 2, 3) uitgangspulstreinen van monsters op te wekken, die in tijden opzichte van elkaar verschoven zijn, en van middelen voor het multiplexeren van een pulstrein van elk ingangssignaal met een pulstrein van elk van de andere van de ingangssignalen, teneinde een aantal gecodeerde signalen (s_1, s_2, s_3) op te wekken, waarbij elk signaal monsters omvat van alle ingangssignalen.
3. Stelsel volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de codeermiddelen (11) voorzien zijn van middelen (61, 62, 63) om elk van het aantal ingangssignalen (S_1, S_2) op verschillende tijdsmomenten te bemonsteren, teneinde een aantal monsterpulstreinen (S'_1, S'_2) op te wekken, en van middelen (64) voor het optellen van de monsterpulstreinen en voor het koppelen van het uitgangssignaal van de optelmiddelen aan elk van het aantal transmissieverbindingen (13.1, 13.2).
4. Stelsel volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de codeermiddelen (11) voorzien zijn van middelen (80, 81, 82, 83, 84) voor het coderen van de ingangssignalen (S_1, S_2) in een aantal pulsstromen voor transmissie langs het aantal van de transmissieverbindingen (13.1, 13.2).
5. Stelsel volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de codeermiddelen (11) voorzien zijn van eerste middelen (100) voor het optellen van een eerste ingangssignaal (S_1) en een tweede ingangssignaal (S_2)

voor het vormen van een eerste gecodeerd signaal (s_1) voor transmissie langs één van de transmissieverbindingen; en van eerste middelen (101) voor het aftrekken van het tweedeingangssignaal (S_2) van het eersteingangssignaal (S_1) teneinde een tweede gecodeerd signaal (s_2) op te wekken voor transmissie langs een tweede van de transmissieverbindingen.

5 6. Een fout-veiligstelsel, waarbij één of meer ingangssignalen wordt gecodeerd in een aantal gecodeerde signalen voor transmissie over een aantal transmissieverbindingen, gekenmerkt door een decodeerinrichting (12) voor het terugwinnen van de ingangssignalen ($S_1, S_2 \dots$
10 S_n) uit de gecodeerde signalen ($s_1, s_2 \dots s_n$), waarbij de codering zodanig is, dat de informatie in elk van de ingangssignalen in ten minste twee van de gecodeerde signalen aanwezig is.

7. Stelsel volgens conclusie 6, met het kenmerk, dat de decodeerinrichting (12) is voorzien van middelen (90) voor het combineren van
15 de signalen (s_1, s_2) in het aantal transmissieverbindingen (13.1, 13.2); en van beslissingsketens (92, 93) die gekoppeld zijn aan één van de uitgangen van de combinatuemiddelen (90) voor het terugwinnen van de ingangssignalen (S_1, S_2).

20 8. Stelsel volgens conclusie 5, voorzien van een decodeerinrichting, met het kenmerk, dat de decodeerinrichting (12) voorzien is van tweede middelen (102) om de eerste en de tweede gecodeerde signalen (s_1, s_2) op te tellen voor het verkrijgen van een somsignaal (α); van tweede middelen (103) om het tweede gecodeerde signaal (s_2) af te trekken van
25 het eerste gecodeerde signaal (s_1) teneinde een verschilsignaal (β) te vormen; van een eerste beslissingsketen (104) om het eersteingangssignaal (S_1) terug te winnen uit het somsignaal (α); en van een tweede beslissingsketen (105) om het tweedeingangssignaal (S_2) terug te winnen uit het verschilsignaal (β).

FIG. 1

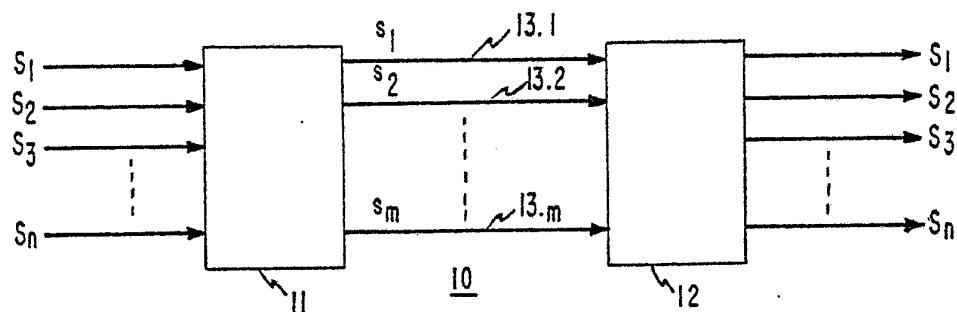


FIG. 2

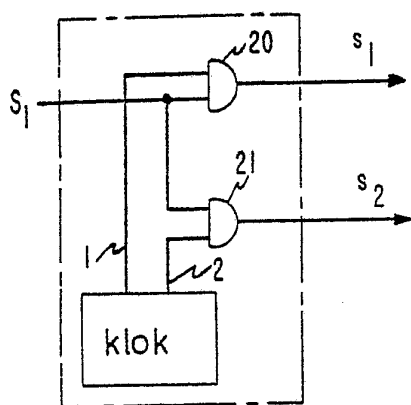


FIG. 4

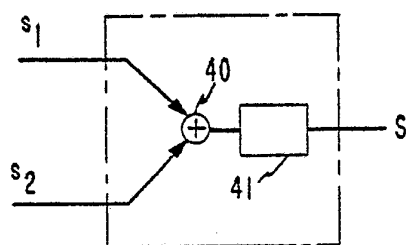


FIG. 3

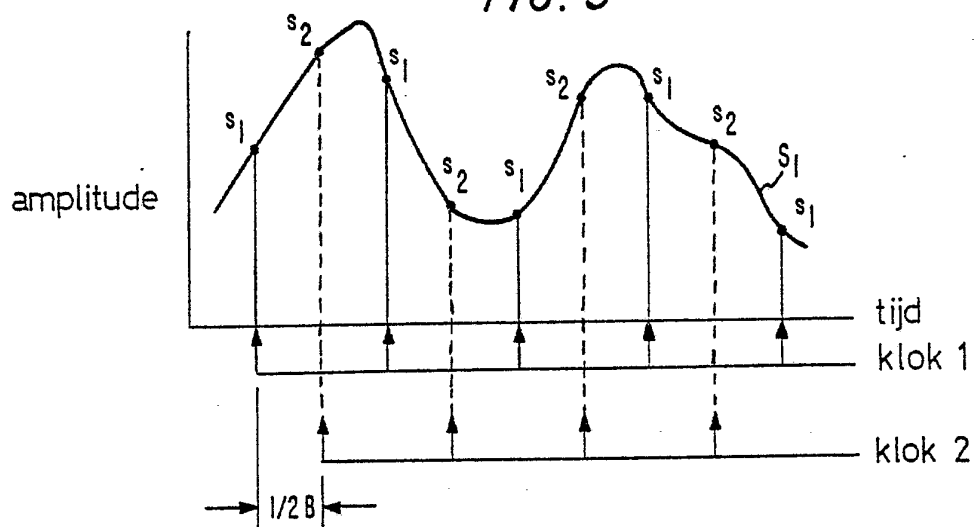


FIG. 5

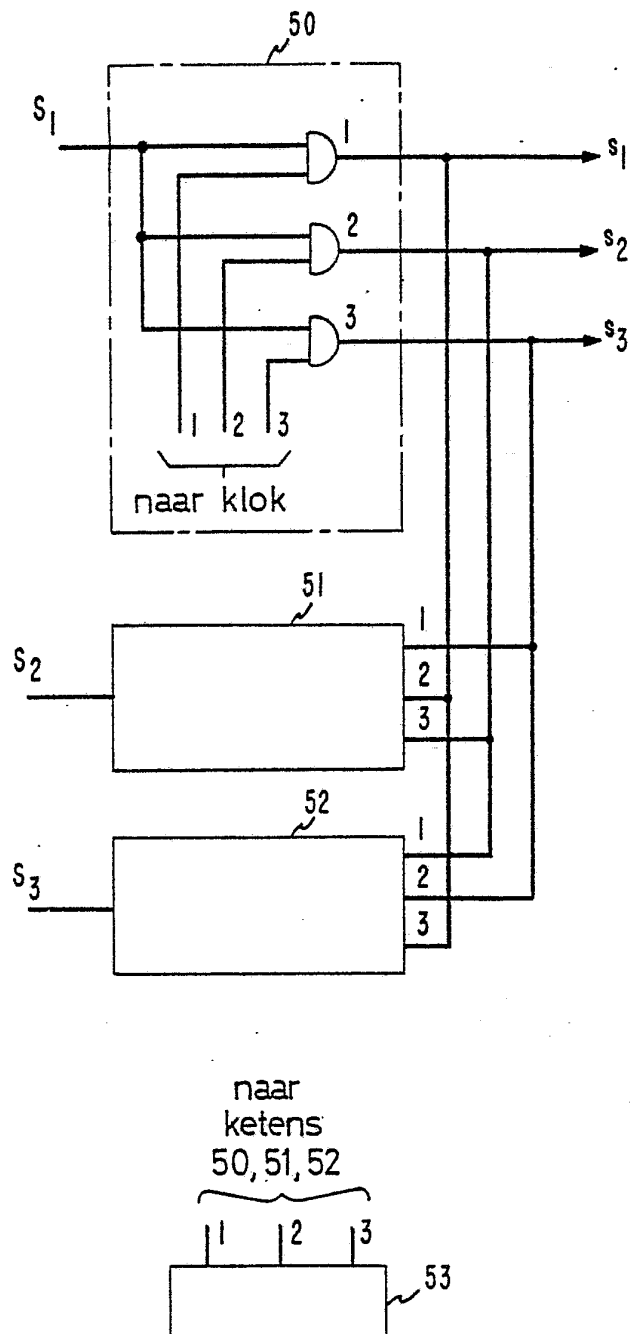


FIG. 6

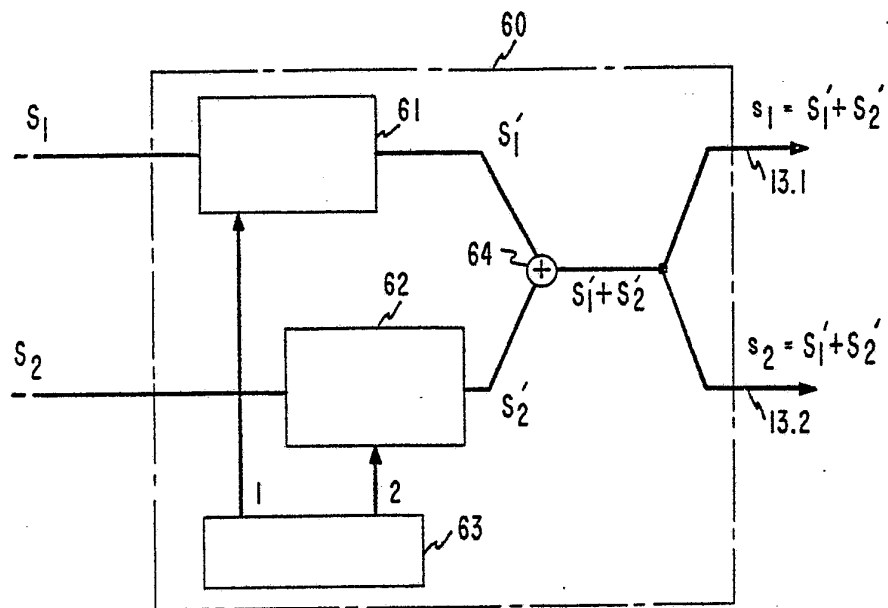
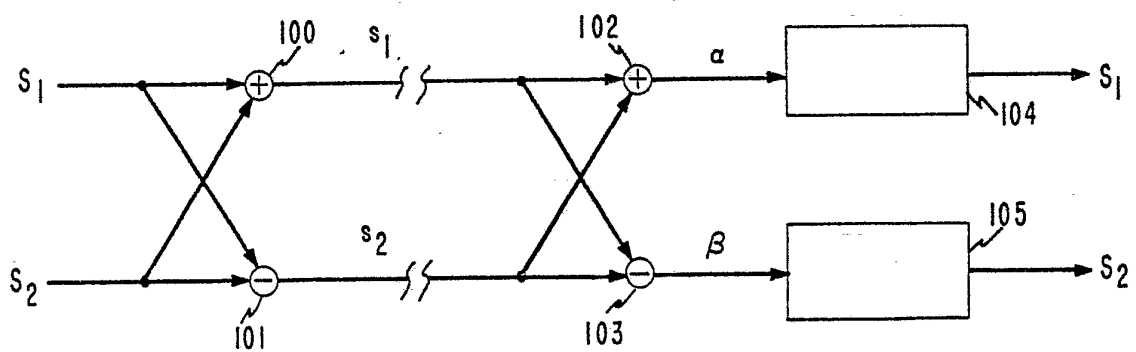


FIG. 15



8105153

FIG. 7

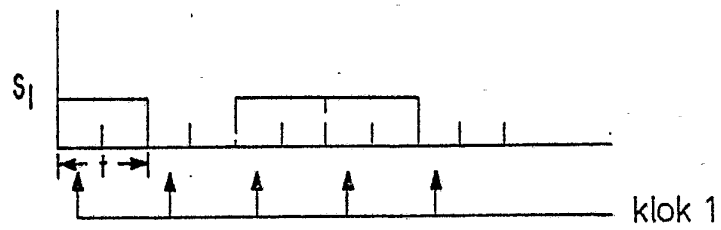


FIG. 8

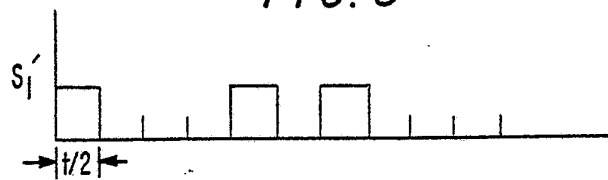


FIG. 9

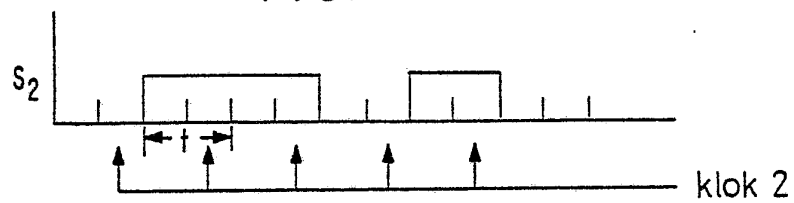


FIG. 10

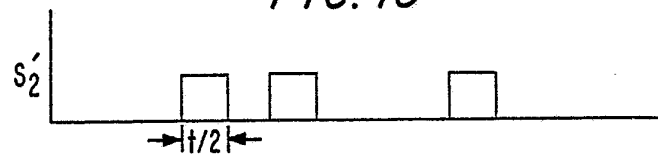


FIG. 11

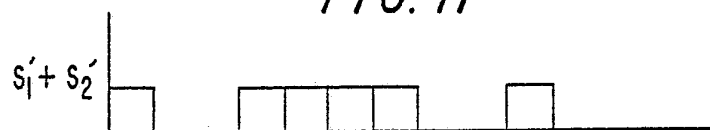


FIG. 12

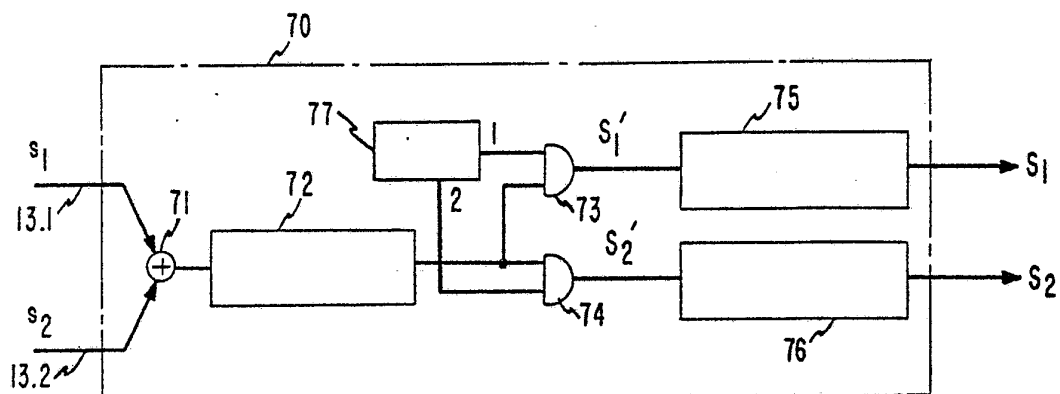


FIG. 13

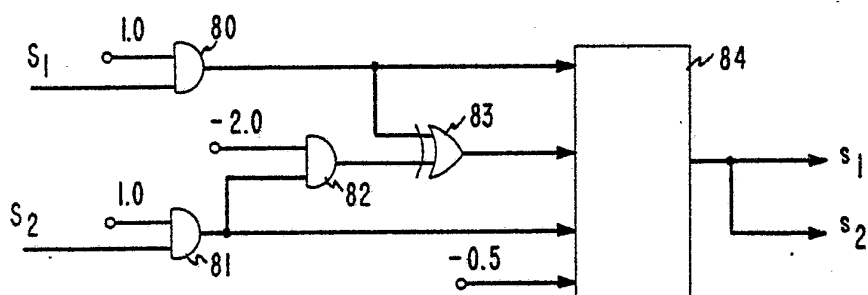


FIG. 14

