



PATENTDIREKTORATET
TAASTRUP

(21) Patentansøgning nr.: 4858/82

(51) Int.Cl.⁵

H 03 M 13/00

(22) Indleveringsdag: 02 nov 1982

H 04 B 7/185

(41) Alm. tilgængelig: 03 maj 1984

(44) Fremlagt: 04 feb 1991

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: -

(71) Ansøger: *TELEFUNKEN FERNSEH UND RUNDfunk G.M.B.H.; Goettinger Chaussee 76; 3000 Hannover 91, DE

(72) Opfinder: Herman Wilhelm Werner *Korte; DE, Dieter *Stark; DE

(74) Fuldmægtig: Internationalt Patent-Bureau

(54) Fremgangsmåde og kobling til overføring af digitale informationssignaler

4858-82

(56) Fremdragne publikationer

DE off.g. skrift nr. 2657826

(57) Sammendrag:

4858-82

Der angives et overføringsystem for digitale informationssignaler og et kredsløb til kodning og afkodning af digitale informationssignaler, navnlig til digital lydoverføring via satellitter, med en koder på sendesiden og en dekoder på modtagesiden, hvor de informationssignaler, der skal overføres, på sendesiden kombineres med et generatorpolynomium på en sådan måde, at der til de informationssignaler, der skal overføres, knyttes kontrolbit, som frembringes ud fra en aritmetisk kombination af informationssignalerne med generatorpolynomiet. Der tilstræbes et system, som under forudgivne kvalitetskriterier med et ringe koblingsteknisk opbud muliggør et forbedret fejlkorrigeringsystem til digital informationsoverføring, og med henblik herpå anvendes der en cyklisk blokkode, som indeholder en aritmetisk kombination af et 1 og for sig kendt generatorpolynomium, hvis hammingdistance har en sådan værdi, at et første antal af ved overføringen optrædende fejl/blok kan konstateres og korrigeres, med et yderligere generatorpolynomium, således at et yderligere antal af ved overføringen optrædende fejl/blok udover de konstaterbare og korrigerbare fejl kan konstateres.

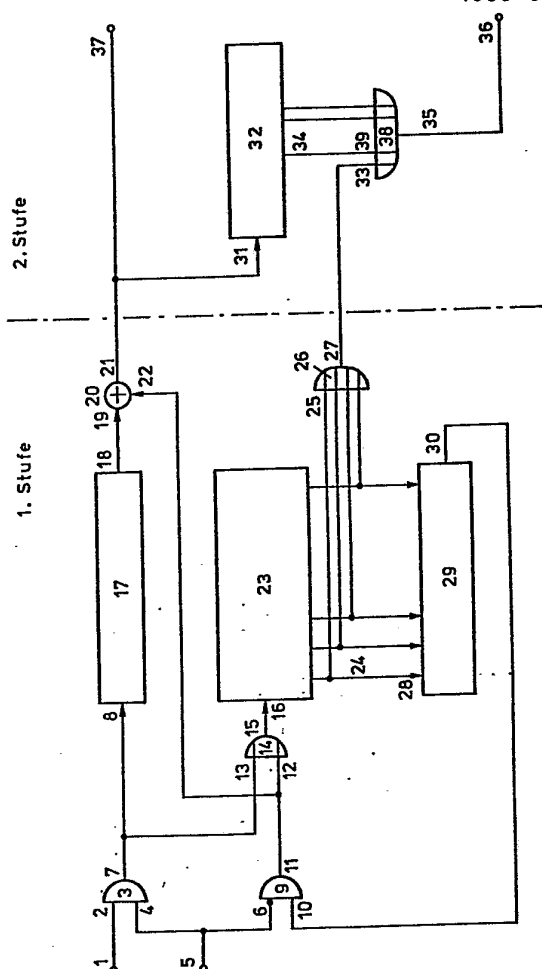


Fig. 1

Opfindelsen angår en fremgangsmåde og en kobling til overføring af digitale informationssignaler, navnlig til digital lydoverføring over satellitter, med en koder på sendesiden og en dekoder på modtagesiden, 5 hvor de informationssignaler, der skal overføres, på sendesiden kombineres med et generatorpolynomium på en sådan måde, at der til de informationssignaler, der skal overføres, knyttes kontrolcifre, der frembringes ud fra en aritmetisk kombination af informationssigna- 10 lerne med generatorpolynomiet

Ved overføring af digitale datasignaler er det kendt at anvende cykliske koder til korrektion af statistisk fordelte fejl. Fordelene ved disse koder er den lineære systematiske blokopbygning ved ikke alt for stor 15 redundans samt den enkle realisering ved hjælp af tilbagekoblede skifteregistre. Der kendes Bose-Chaudhuri-Hocquenghem-koder, der i det følgende betegnes BCH-koder, som er i stand til ved en forudbestemt bloklængde at overføre et bestemt antal informationsbit og ved en 20 af disse koder resulterende minimal hammingdistance at korrigere et bestemt antal fejl.

Ved den digitale informationsoverføring, f.eks. over satellitter, optræder der kun statistisk fordelte enkeltbitfejl (gauss'sk støj), sådan som det beskrives i 25 "British Telecommunications: OTS and Digital Television Transmission Investigations of Error Statistics relevant to the design of Error Correctors for Television (20.11.80)". De cykliske koder egner sig i høj grad til korrektion af statistisk fordelte fejl.

30 Fra Roger L. Freemans bog "Telecommunication Transmission Handbook", 2. udgave, 1981, John Wiley & Sons, New York, siderne 367-369, afsnit 8.4.4 kendes en fremgangsmåde til fejldetektering og fejlkorrektion ved overføring af digitale data. Her bliver et datapolynomium divideret med et generatorpolynomium. Den af divisionen resulterende rest benyttes som cyklisk blokkode. 35 Som eksempel er det nævnt, at en koder med en minimal hammingdistance = 4 gør det muligt at korrigere et fejl-

agtigt ciffer og samtidigt at konstatere to yderligere fejlagtige cifre.

I DE-A1-2.657.826 beskrives et apparatur til konstatering og korrigerende af 2-bit-fejl samt en tre-
5 dobbelt fejlkonstatering. Ved aritmetisk kombination af to maksimal-generatorpolynomier etableres der en 2-fejl-korrigerende BCH-kode 57/15.

Der frembringes altså et gyldigt BCH-kode-generatorpolynomium med forøget fejlkonstatering og -korrek-
10 tion. Til konstatering af en tredje fejl, der ved sin forekomst fører til frakobling af dekoderen og ikke fører til en interpolation, bliver der tilført BCH-koden en overlapning af paritetsbitten.

En interpolation af konstaterede men ikke længere
15 korrigerbare fejl sker ikke i det kendte apparatur, da der med dette skal bearbejdes data, der eksempelvis i modsætning til lydinformationssignaler ikke har nogen relation til hinanden.

Opfindelsen har til formål at forbedre en frem-
20 gangsmåde af den indledningsvis omhandlede art på en sådan måde, at der under forudgivne kvalitetskriterier opnås en forøget fejlkonstateringsevne, som muliggør en bedre fejlsløring og fejlkorrektion.

Dette opnås med en fremgangsmåde af den indled-
25 ningsvis omhandlede art, som ifølge opfindelsen er kendetegnet ved de i krav 1 angivne foranstaltninger. Fordelagtige udførelsesformer for fremgangsmåden ifølge opfindelsen er angivet i kravene 2 og 3.

Opfindelsen har også til formål at tilvejebringe
30 en kobling, som under forudgivne kvalitetskriterier muliggør en øget fejlkonstateringsevne og dermed en bedre fejlsløring og fejlkorrektion, og som kun indebærer små koblingstekniske omkostninger til koderen og dekoderen.

35 Dette opnås med en kobling af den omhandlede type, som ifølge opfindelsen er ejendommelig ved de i krav 4 angivne kendetegnende træk.

Fordelagtige udførelsesformer er angivet i kra-

vene 5-14.

Fremgangsmåden og koblingen ifølge opfindelsen udmærker sig i forhold til de forannævnte kendte teknikker ved, at ved aritmetisk kombination af den ved sit generatorpolynomium fuldstændigt beskrevne BCH-kode med et andet generatorpolynomium udvides den minimale hammingdistance, og således er en forøget fejlkonstatering som ved den oprindelige BCH-kode mulig. De f.eks. ved digital informationsoverføring over satellitter krævede kvalitetskriterier opfyldes og bliver delvis overskredet. Til fastlæggelse af kvalitetskriterierne skal der skelnes mellem to forskellige arter af restfejl, som forbliver efter afkodningen. Det fastlægges, at ved afkodningen kan et antal (g) fejl korrigeres sikkert, og derudover kan et andet antal (i) fejl konstateres sikkert, men de kan ikke korrigeres, og for dem foretages der da en interpolation.

For $g < i$ skelnes der mellem to tilfælde:

Hvis der optræder flere end g -bitfejl i en blok, bliver det afkodede informationssignal forfalsket af en almindeligvis ringe interpolationsfejl. Hvis der optræder flere end i -fejl, foretages der en fejlagtig afkodning, som er forbundet med en tydelig knæklyd i det afkodede informationssignal.

Der postuleres følgende kvalitetskriterier:

Som tidsmæssig middelværdi skal en interpolationsfejl ikke forekomme mere end én gang pr. sekund, ligesom der skal opnås en middelovertøringstid uden klikstøj på en time.

Systemet er i det følgende forklaret nærmere på grundlag af et udførelseseksempel. På tegningen viser:

fig. 1 en dekoderkobling, og

fig. 2 en tabel.

Ved en digital informationsoverføring over satellitter bliver f.eks. 16 PCM-stereokanaler overført simultant. Ved sendesidens multipleksdannelse forekommer en opdeling af aftastningsværdierne hensigtsmæssig, hvis den baserer på et raster af potenser af 2. Det fø-

rer til en tilknytning af informationsbittene til

2^2 aftastningsværdier a 11 bit = 44 bit.

En kendt BCH-kode 63/45 er i stand til at kode 45 informationsbit. Den kendte BCH-kode 63/45's generatorpolynomium bliver ifølge opfindelsen udvidet multiplikativt med generatorpolynomium'et $x + 1$, og dermed forøges den minimale hammingdistance til $d_{\min} = 8$.

Deraf fremkommer ifølge opfindelsen den modificerede BCH-kode 63/44.

Ud fra opdelingen af informationsbittene i den valgte BCH-kode 63/44 fremkommer der en opdeling af de 14 bit i en PCM-aftastningsværdi i 11 bit med højere nummer, som overføres beskyttet, og 3 bit med lavere nummer, som overføres ubeskyttet.

Som følge af valget af BCH-koden 63/44 ifølge opfindelsen fremkommer der en systemreserve, der er karakteriseret ved den forøgede minimale hammingdistance $d_{\min} = 8$. Deraf følger en yderligere frihedsgrad ved udvælgelsen af afkodningsalgoritmen.

Som følge af opdelingen i

1. Konstaterbare og korrigerbare og

2. Kun konstaterbare bitfejl

fremkommer følgende varianter for afkodningen af BCH-koden 63/44 ifølge opfindelsen i fig. 2.

A: Der kan korrigeres tre fejl/blok og konstateres ialt fire fejl/blok.

B: Der kan korrigeres to fejl/blok og konstateres ialt fem fejl/blok.

C: Der kan korrigeres én fejl/blok og konstateres ialt seks fejl/blok.

D: Der kan konstateres ialt syv fejl/blok.

Ved afkodningsvarianterne A og B opfyldes kvalitetskriterierne for restfejlsandsynlighederne for en kanalfejlsandsynlighed på 10^{-3} . Varianten B udmærker sig yderligere ved, at der opnås en middelloverføringsetid uden klikforstyrrelse på en time ved en bitfejlsandsynlighed i overføringskanalen på 3×10^{-3} .

Middeloverføringstiden uden nogen forstyrrelse ligger ved 0,03 s. Deraf følger en interpolationshastighed på 33/s. Sat i relation til en bitfejlsandsynlighed i overføringskanalen på 10^{-3} opnås en middeloverføringstid uden kanalforstyrrelse på mere end 5 døgn. Middeloverføringstiden uden nogen forstyrrelse ligger ved ca. 1 sekund, dvs. interpolationshastigheden andrager 1/s.

BCH-koden 63/44 ifølge opfindelsen har en blok-
 10 længde på 63 bit. Den information, der skal overføres, er kodet med $k = 44$ bit. De resterende 19 bit er kontrolcifre. BCH-koden 63/44 ifølge opfindelsen beskrives fuldstændigt ved sit generatorpolynomium

$$15 \quad x^{19} + x^{15} + x^{10} + x^9 + x^8 + x^6 + x^4 + 1.$$

Som følge af, at der skelnes mellem 1. konstaterbare og korrigerbare fejl og 2. kun konstaterbare fejl, er en tottrins opbygning af dekoderen fordelagtig. Opbygningen af dekoderen ifølge opfindelsen, som afkoder
 20 de ankommende informationssignaler efter den i det foranstående omtalte variant B, er i det følgende forklaret nærmere under henvisning til tegningen.

Fig. 1 viser en dekoderkobling. De ankommende informationssignaler bliver over en indgangsklemme 1
 25 tilført en indgang 2 på en OG-port 3. En yderligere indgang 4 på OG-porten 3 er både forbundet med en indgangsklemme 5 og med en inverterende indgang 6 på en OG-port 9. Udgangen 7 på OG-porten 3 er forbundet med indgangen 8 på et lager 17 og med en
 30 indgang 13 på en ELLER-port 14. Udgangen 11 på OG-porten 9 er både forbundet med en yderligere indgang 12 på ELLER-porten 14 og med en indgang 22 på en EXOR-port 20. Udgangen 18 på lageret 17 er forbundet med en indgang 19 på EXOR-porten 20. Ud-
 35 gangen 15 på ELLER-porten 14 fører til indgangen 16 på et tilbagekoblet lager 23. De til graden af det tilbagekoblede lager 23 svarende udgange 24 fører både til tilsvarende indgange 28 på et ROM-lager 29

og til indgange 25 på en ELLER-port 26. Udgangen 27 på ELLER-porten 26 fører til en indgang 33 på en ELLER-port 38. ROM-lageret 29's udgang 30 fører til en yderligere indgang 10 på OG-porten 9.

5 Udgangen 21 på EXOR-porten 20 er forbundet med en udgangsklemme 37 og med indgangen 31 på et yderligere tilbagekoblet lager 32. Det til graden af det tilbagekoblede lager 32 svarende antal udgange 34 er forbundet med indgange 39 på ELLER-porten 38. Udgangen 35 på ELLER-porten 38 er forbundet med en udgang 36, over hvilken der kan foretages et interpolationspåkald.

10

I dekoderen bliver det 63-bit-kodeord, der skal afkodes, ved hjælp af de tilbagekoblede lagre 23 og 32 kontrolleret med hensyn til delelighed med generatorpolynomiet. Det første trin, i hvilket en fejl kan konstateres og korrigeres, omfatter OG-portene 3 og 9, ELLER-portene 14 og 26, EXOR-porten 20, lageret 17, det tilbagekoblede lager 23 og ROM-lageret 29. De over indgangen 1 liggende data indlæses i lageret 17, når der på indgangen 5 ligger et logisk "1".

15

20

Samtidigt med indlæsningen i lageret 17 bliver de ankomende data over ELLER-porten 14 indlæst i det tilbagekoblede lager 23. I det tilbagekoblede lager 23 bliver 63/bit-kodeordet kontrolleret med hensyn til delelighed med delpolynomiet E.

25

Efter indlæsningsfasen, som er 63 takter lang, påtrykkes over indgangen 5 et logisk "0". OG-porten 3 bliver dermed blokeret for yderligere ankomende data over indgangen 1. Nu begynder korrektions- og udlæsningsfasen. Det i det tilbagekoblede lager 23 bestemte syndrom karakteriserer forhåndenværende fejl. De de korrigerbare fejlmønstre i korrektionsstillingen reversibelt éntydigt tilknyttede syndromer er forudberegnet og karakteriseret som adresser i ROM-lageret 29. Det tilbagekoblede lager 23's udgange 24 er forbundet med adresseindgangene 28 på ROM-lageret 29,

30

35

således at der, når et fejlmønster i korrektionsstillingen indikeres ved syndromet i ROM-lageret 29, altid fremkommer et korrektionssignal på ROM-lageret 29's udgang. Korrektionssignalet kan alt efter lagerudformningen være et logisk "1" eller et logisk "0".

Da informationsbittene i korrektions- og udlæsningsfasen udlæses taktvist fra 63-bit-lageret 17, ligger den erkendte fejlbehæftede bit på EXOR-porten 20's indgang 19, når et korrektionssignal foreligger på ROM-lageret 29's udgang 30. Ved hjælp af EXOR-porten 20 bliver den fejlbehæftede bit da korrigeret over OG-porten 9. Samtidigt korrigeres over ELLER-porten 14 det tilsvarende syndrom i det tilbagekoblede lager 23. Efter korrektion af den fejlbehæftede bit og af syndromet undersøges der med hensyn til yderligere karakteriserede syndromer.

Hvis der konstateres mere end to fejl, er det første trins korrektionsevne udtømt. På det tilbagekoblede lager 23's udgange 24 ligger et fejlmønster, som karakteriserer en yderligere fejl. Efter afslutning af korrektions- og udlæsningsfasen bliver der over ELLER-porten 26 og ELLER-porten 38 foretaget et interpolationspåkald.

Det andet trin, fejlkonstateringstrinnet, omfatter det tilbagekoblede lager 32, ELLER-porten 38 og udgangen 36. De data, der udlæses fra lageret 17, bliver samtidigt indlæst i det tilbagekoblede lager 32. Der bliver de kontrolleret med hensyn til delelighed med delpolynomiet F. Hvis kontrolresultatet karakteriserer et syndrom, som er forskelligt fra nul, bliver der efter udløb af udlæsningsfasen foretaget et interpolationspåkald over udgangen 36, således at den fejlbehæftede aftastningsværdi i et efterkoblet interpolationstrin korrigeres på en sådan måde, at den fejlagtige værdi erstattes af middelværdien af de tidsmæssigt forudgående og efterfølgende aftastningsværdier. I det andet trin er det muligt at konstatere yderligere tre fejl og at interpolere dem efter udløbet af udlæsningsfasen.

Efter at alle 63 bit er udlæst fra lageret 17, muliggøres ved et foreliggende syndrom, som er forskelligt fra nul, i det første trin over ELLER-portene 26 og 38 et yderligere interpolationspåkald. Dette tilfælde optræder delvist ved mere end fem fejl, når det fejlbehæftede kodeord ikke kan tilordnes noget korrektionsområde. I dette tilfælde bliver der ligeledes fore-

taget et interpolationspåkald, således at middelloverførings-
10 færingstiden uden klikforstyrrelse forøges.

Delpolynomiet E giver multiplikativt kombineret med delpolynomiet F BCH-koden 63/44's generatorpolynomium for kodeapparatet.

Det tilbagekoblede lager 23 i fig. 1 nødvendig-
15 gør 12 flipfloppe, og ROM-lageret 29 omfatter derved 2^{12} lagerpladser. Ved anvendelse af generatorpolynomiet for dekodervarianten A forøges antallet af flipfloppe til 18. ROM-lageret 29 nødvendigvis gør 2^{18} lagerpladser. For dekodervarianten A resulterer der 1954 syndromer,
20 der skal karakteriseres.

Da der ved fejlkorrektionen for dekodervarianten B kun kan optræde 63 syndromer, der skal karakteriseres, resulterer der en stor forskel til antallet af i ROM-lageret 29 disponible lagerpladser. Med henblik på at
25 minimere hardwareopbudet til syndromkonstateringen, kan ROM-lageret 29 erstattes af et flertrins koblingsnetværk i Gate-Array-Technik. Diskret opbygget kræves der til dekodervarianten B i stedet for ROM-lageret 29 kun 63 NAND-porte, hvis indgange repræsenterer tilsvarende syndromer, der er forskellige fra nul, og som skal
30 karakteriseres, og som over en ELLER-port leverer et korrektionssignal.

Systemet ifølge opfindelsen egner sig ikke kun til satellitoverføring, men er også anvendeligt til
35 samtlige andre informationskanaler, i hvilke der optræder statistisk fordelte enkeltbitfejl (gauss'sk støj).

P A T E N T K R A V

1. Fremgangsmåde til overføring af digitale informations-
 signaler, navnlig til digital lydoverføring over satel-
 litter, med en koder på sendesiden og en dekoder på mod-
 tagesiden, hvor de informationssignaler, der skal over-
 føres, på sendesiden kombineres med et generatorpoly-
 nomium på en sådan måde, at der til de informationssig-
 naler, der skal overføres, knyttes kontrolcifre, der
 frembringes ud fra en aritmetisk kombination af informa-
 tionssignalerne med generatorpolynomet, k e n d e t e g -
 10 n e t ved, at der anvendes en BCH-kode med bloklængden
 63 bit med 18 kontrolcifre, hvis generatorpolynomium

$$x^{18} + x^{17} + x^{16} + x^{15} + x^9 + x^7 + x^6 + x^3 + x^2 + x + 1$$

 kombineres multiplikativt med det yderligere generator-
 polynomium $x + 1$, således at der opstår et generatorpoly-
 15 nomium for kodeapparatet

$$x^{19} + x^{15} + x^{10} + x^9 + x^8 + x^6 + x^4 + 1$$

med en bloklængde på 63 bit med 19 kontrolcifre, således
 at der på modtagersiden ved anvendelse af forskellige
 20 dekoderstrategier gennemføres korrektion af tre fejl og
 konstatering af fire fejl eller korrektion af to fejl
 og konstatering af fem fejl eller korrektion af én
 fejl og konstatering af seks fejl eller konstatering af
 syv fejl, idet fejlkonstateringen benyttes til at på-
 25 kalde en foranstaltning til sløring af fejl.

2. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g -
 n e t ved, at informationssignalerne udgør en følge af data-
 ord af et bundt af stereosignaler, der skal overføres,
 to stereokanaler eller fire monosignaler, hvorhos hver
 30 fire dataord i informationssignalerne sammenfattes.

3. Fremgangsmåde ifølge krav 2, k e n d e t e g -
 n e t ved, at hvert dataord i en enkeltkanal, som omfatter
 14 bit, opspaltes i 11 bit med højere værdi og tre bit
 med lavere værdi, og at kun de fire på hinanden følgen-
 35 de 11 bit med højere værdi kombineres med den cykliske
 kode.

4. Kobling til overføring af digitale informationssignaler, navnlig til digital lydoverføring over satellitter, med en koder på sendesiden og en dekode-
 5 på modtagesiden, hvor de informationssignaler, der skal overføres, på sendesiden kombineres med et generatorpolynomium på en sådan måde, at der til de informations-
 signaler, der skal overføres, knyttes kontrolcifre, der frembringes ud fra en aritmetisk kombination af informa-
 tionssignalerne med generatorpolynomiet, k e n d e t e g -
 10 n e t ved, at dekodere indeholder et første fejlkonstaterings- og korrektionstrin og et andet fejlkonstaterings- og korrektionstrin, til hvilket der er tilkoblet et interpolations-
 trin.

5. Kobling ifølge krav 4, k e n d e t e g n e t
 15 ved, at dekodere har et første trin har et første lager (17) og et andet tilbagekoblet lager (23), i hvilke de ankomende informationssignaler indlæses samtidigt.

6. Kobling ifølge krav 5, k e n d e t e g n e t
 ved, at udgangen (24) på det andet, tilbagekoblede
 20 lager (23) er forbundet med en polynomium-kombinationskobling, fortrinsvis et ROM-lager (29), idet det polynomium, der skal tilknyttes, er et delpolynomium (E) på formen $x^{12} + x^{10} + x^8 + x^5 + x^4 + x^3 + 1$.

7. Kobling ifølge krav 5, k e n d e t e g n e t
 25 ved, at det første lager (17) er forbundet med en udgang (37) for udlæste informationssignaler, hvilken udgang er forbundet med indgangen på et tredje, tilbagekoblet lager (32) i det andet fejlkonstaterings- og korrektionstrin.

8. Kobling ifølge krav 7, k e n d e t e g n e t
 30 ved, at det tredje, tilbagekoblede lager (32) omfatter en polynomium-kombinationskobling til kombination af informationssignalerne med et andet delpolynomium (F), som er på formen $x^7 + x^5 + x^3 + 1$.

9. Kobling ifølge krav 4, k e n d e t e g n e t
 35 ved, at ved overskridelse af det første fejlkonstaterings- og korrektionstrins korrektionskapacitet og efter udløb af korrektions- og udlæsningsfasen foretages over en port (26) og en port (38) et interpolationsopkald.

10. Kobling ifølge krav 8, k e n d e t e g n e t ved, at der i polynomium-kombinationskoblingen er lagret en kode med et generatorpolynomium med følgende opbygning:

$$5 \quad x^{19} + x^{15} + x^{10} + x^9 + x^8 + x^6 + x^4 + 1.$$

11. Kobling ifølge krav 6, k e n d e t e g n e t ved, at der efter det med det andet, tilbagekoblede lager (23) forbundne ROM-lager (29) er indkoblet en
10 kontrolkobling med hensyn til syndrom = nul.

12. Kobling ifølge krav 11, k e n d e t e g n e t ved, at der med kontrolkoblingen med hensyn til syndrom = nul er forbundet en korrektionskobling for bit i informationssignalet.

15 13. Kobling ifølge krav 12, k e n d e t e g n e t ved, at korrektionskoblingen omfatter en port (20), ved hjælp af hvilken en fejlagtig bit i informationssignalet på det første lagers (17) udgang kan korrigeres.

20 14. Kobling ifølge krav 13, k e n d e t e g n e t ved, at der over en port (38) på det tredje, tilbagekoblede lagers (32) udgange (34) kan aftages et signal til et interpolationsopkald (36).

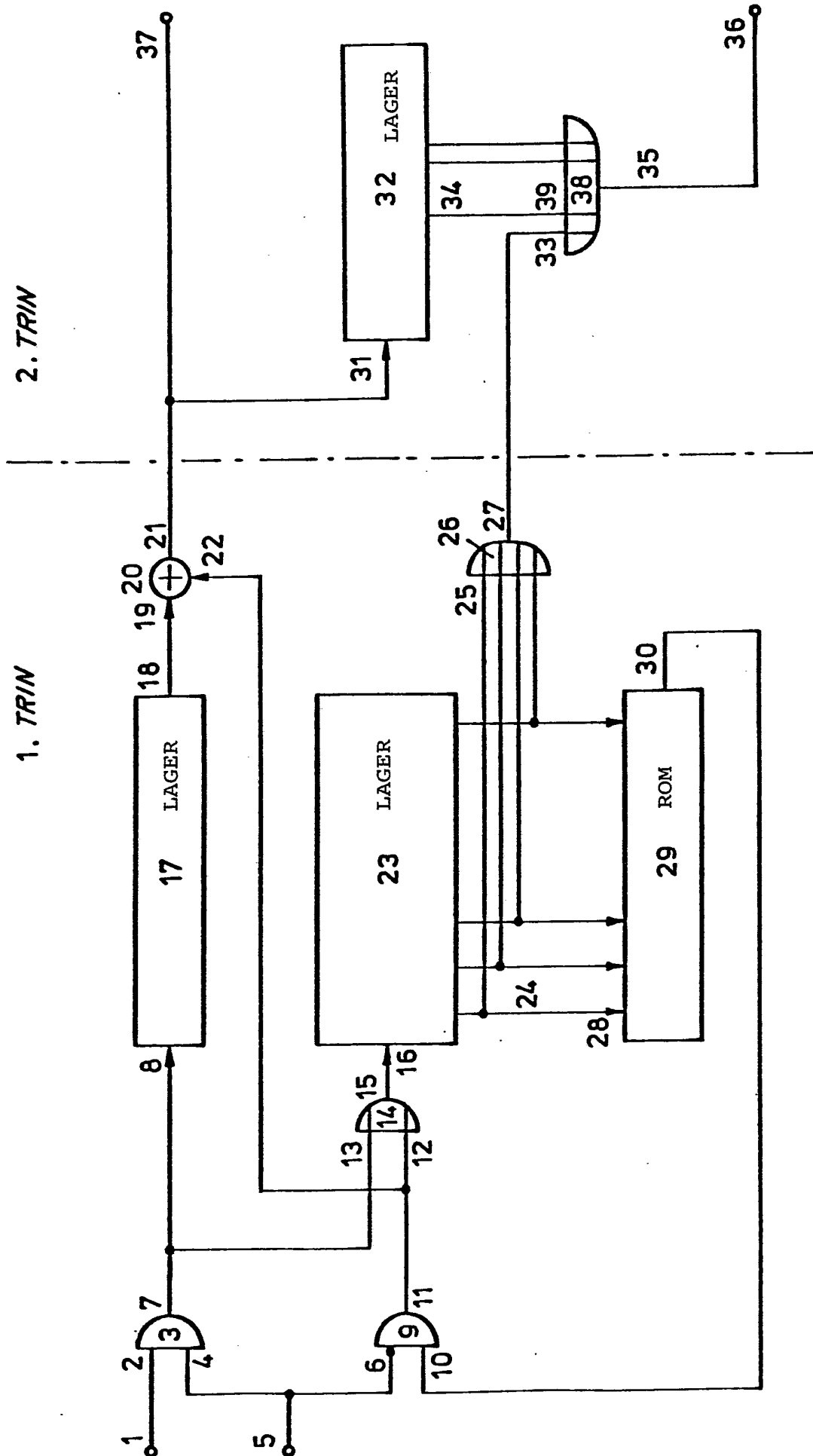


Fig. 1

DEKODERVARIANT	A	B	C	D
KORRIGERBARE FEJL PR. BLOK (63 bit)	3	2	1	0
KONSTATERBARE FEJL PR. BLOK (63 bit)	4	5	6	7
DELEPOLYNOMIUM (E) FOR FEJLKORREKTION (1. TRIN)	$x^{18} + x^{17} + x^{16} + x^{15} + x^9 + x^7 + x^6 + x^3 + x^2 + x + 1$	$x^{12} + x^{10} + x^8 + x^5 + x^4 + x^3 + 1$	$x^6 + x + 1$	—
DELEPOLYNOMIUM (F) FOR FEJLKORREKTION (2. TRIN)	$x + 1$	$x^7 + x^5 + x^3 + 1$	$x^{13} + x^9 + x^8 + x^7 + x^3 + x^2 + x + 1$	$x^{19} + x^{15} + x^{10} + x^9 + x^8 + x^6 + x^4 + 1$
SENDEPOLYNOMIUM	$x^{19} + x^{15} + x^{10} + x^9 + x^8 + x^6 + x^4 + 1$			

Fig. 2