



(11) FREMLÆGGELSESSKRIFT 142478

DANMARK



DIREKTORATET FOR
PATENT- OG VAREMÆRKEVÆSENEN

(51) Int. Cl.³ H 03 K 13/22
H 04 B 1/64

(21) Ansøgning nr. 1477/69 (22) Indleveret den 18. mar. 1969

(24) Løbedag 18. mar. 1969

(44) Ansøgningen fremlagt og
fremlæggelsesskriftet offentliggjort den 3. nov. 1980

(30) Prioritet begæret fra den
21. mar. 1968, 6803992, NL

(71) N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, Eindhoven, Emmasingel 29, NL.

(72) Opfinder: Johannes Wilhelmus Glasbergen, 41 Jan van der Heydenstraat, Hilversum, NL: Johannes Anton Greefkes, Emmasingel 29, Eindhoven, NL: Adrianus Wilhelmus Maria van den Enden, Emmasingel 29, Eindhoven, NL: Frank de Jager, Emmasingel 29, Eindhoven, NL.

(74) Fuldmægtig under sagens behandling:
Internationalt Patent-Bureau.

(54) Anlæg til overføring af signaler ved deltamodulation samt sender og modtager til anvendelse i et sådant anlæg.

Opfindelsen angår et anlæg til overføring af signaler ved deltamodulation, hvor senderen har en impulskodemodulator, som er forbundet med en impulsgenerator, og hvor impulskodemodulatorens deltamodulerede udgangsimpulser overføres til den med senderen samvirkende modtager og også leveres til et sammenligningsorgan omfattende en lokalmodtager med et første integrationsnetværk til frembringelse af et sammenligningssignal, der sammen med de signaler, som skal overføres, leveres til en differensdanner til frembringelse af et differenssignal, som styrer impulskodemodulatoren, hvorhos både senderen og modtageren er forsynet med et dynamikreguleringsanlæg indeholdende et dynamikreguleringsorgan, som styres af en kontinuerligt varierende dynamikreguleringsspænding fra en dynamikreguleringsspændingsgenerator. En sådan deltamodulation er eksempelvis beskrevet i hollandsk patentskrift nr. 96.166.

Ved almindelig impulskodemodulation og derfor også ved deltamodulation gi-

ver amplitudekvantiseringen anledning til afvigelser mellem det signal, som gengives af modtageren, og det oprindelige signal, hvilke afvigelser frembringer den såkaldte kvantiseringsstøj og påvirker overføringskvaliteten i en uheldig retning. Hvis impulsfrekvensen forøges, aftager afvigelserne mellem det gengivne signal og det oprindelige signal, hvorved gengivelsesnøjagtigheden tiltager, således at der kræves meget høje impulsfrekvenser og dermed store båndbredder til signaloverføring med høj kvalitet.

Til formindskelse af impulstrekvensen er det kendt at anvende en dynamikregulering i sådanne overføringsanlæg, hvor der skelnes mellem to forskellige grupper. I den første gruppe anvendes der en øjeblikksdynamikregulering under anvendelse af ulineære kredse, hvilket viser sig at give forholdsvis enkle anlæg med hensyn til konstruktionen, medens de på den anden side kun muliggør en forholdsvis ringe grad af kompression, hvilket har til følge, at reduktionen af kvantiseringsstøjen i et sådant anlæg kun fremkommer i begrænset omfang. I den anden gruppe af anlæg, som er mere komplicerede i deres konstruktion, anvendes der et dynamikreguleringsanlæg, som udgøres af et dynamikreguleringsorgan, som styres af en kontinuerligt varierende dynamikreguleringssspænding fra en dynamikreguleringsspændingsgenerator, hvorhos også dynamikreguleringssspændingen overføres til modtagerenden, således at kompressionsgraden er nøjagtigt kendt ved modtagerenden, hvilket muliggør en meget høj kompressionsgrad, som medfører en optimal reduktion af kvantiseringsstøjen.

I et kendt anlæg af den sidstnævnte gruppe, som er beskrevet i britisk patentskrift nr. 982.204, bliver indhyllingssignalet i båndet 0-0,1 kHz, som opnås ved ensretning, sammen med de signaler, der skal overføres, f.eks. i båndet 0,3-3,4 kHz, til det formål leveret til impulskodemodulatoren, således at det opnås, at den overførte impulsserie har to informationsdele, idet impulsernes tilstedeværelse og fravær karakteriserer det signal, som skal overføres, medens middelimpulstætheden karakteriserer indhyllingssignalet, således at dynamikreguleringssspændingen, som tjener til dynamikregulering, frembringes ved udglatning af de overførte impulsserier. På denne måde kan der opnås en meget høj kompressionsgrad og dermed en optimal reduktion af kvantiseringsstøjen. Det viste sig f.eks. at impulsfrekvensen kan reduceres med en faktor på cirka 2 med uændret overføringskvalitet.

Det har vist sig i praksis, at der med dette kendte anlæg skal reserveres et tilstrækkeligt stort frekvensbånd, f.eks. båndet 0-0,2 kHz, til nøjagtig overføring af indhyllingssignalet, hvilket under visse betingelser udgør en begrænsning af anvendelsesmulighederne. Dette viser sig navnlig at være tilfældet, hvis det signal, som skal overføres, indeholder frekvenskomponenter, der er beliggende i dette bånd 0-0,2 kHz, eller hvis der skal overføres yderligere signaler med meget lav frekvens, f.eks. signaleringsfrekvenser.

Ved opfindelsen tilsigtes tilvejebragt en anden konception af et anlæg af den sidstnævnte gruppe, i hvilket der sammen med en særlig effektiv dynamikregulering for kontinuerligt varierende signaler opnås øgede anvendelsesmuligheder, hvilket anlæg yderligere udmærker sig ved, at det foruden en formindskelse af stabilitetsproblemerne ved reguleringen og en gunstig ufølsomhed overfor interferens i vidt omfang muliggør undgåelse af indvirkning på gengiveligheden som følge af komponenttolerancer, hvorhos dette anlæg også er særlig anvendeligt til udførelse i digitalteknik og faststofintegration.

Anlægget ifølge opfindelsen er ejendommeligt ved, at dynamikregulerings-spændingsgeneratoren omfatter en impulsmønsteranalysator, som får tilført de deltamodulerede udgangsimpulser fra impulskodemodulatoren, og som successivt analyserer det øjeblikkelige modulationsindeks af impulsmønstre, som dannes af de deltamodulerede udgangsimpulser, hvilke impulsmønstre omfatter mindst tre successive deltamodulerede udgangsimpulser, hvorhos impulsmønsteranalysatoren frembringer en udgangsimpuls ved fremkomsten af hvert impulsmønster svarende til et øjeblikkeligt modulationsindeks, som overstiger en forudbestemt værdi, og hvor impulsmønsteranalysatorens udgangsimpulser leveres til et andet integrationsnetværk til frembringelse af dynamikreguleringsspændingen.

Til forøgelse af modulationsområdet og til undertrykning af fløjttoner og interferenstoner ved lave impulsfrekvenser findes der i en videreudvikling ifølge opfindelsen en reguleringsspændingsbalanceringsindretning i lokalmodtageren og i den tilhørende modtager, hvilken indretning undertrykker den jævnstrømskomponent, som ved dynamikreguleringen indføres i lokalmodtagerens kredsløb og i den tilhørende modtager.

Opfindelsen angår også en sender til anvendelse i et sådant overføringsanlæg med en impulskodemodulator, som er forbundet med en impulsgenerator, hvilken impulskodemodulators udgangsimpulser overføres til den tilhørende modtager og ligeledes leveres til et sammenligningsorgan omfattende en lokalmodtager, som er forsynet med et integrationsnetværk til frembringelse af et sammenligningssignal, som sammen med de signaler, der skal overføres, leveres til en differensdanner til frembringelse af et differenssignal, som styrer impulskodemodulatoren, hvilken sender desuden er forsynet med et dynamikreguleringsanlæg omfattende et dynamikreguleringsorgan, som styres af en kontinuerligt varierende dynamikreguleringsspænding fra en dynamikreguleringsgenerator. En sådan sender er ifølge opfindelsen hensigtsmæssigt ejendommelig ved, at den i lokalmodtageren beliggende dynamikreguleringsspændingsgenerator omfatter en impulsmønsteranalysator, som får tilført udgangsimpulserne fra impulskodemodulatoren, hvilken analysator successivt analyserer sammensætningen af impulsmønstre, som dannes af udgangsimpulserne fra impulskodemodulatoren, hvilke impulsmønstre omfatter mindst tre successive deltamodulerede udgangsimpulser, hvorhos impulsmønsteranalysatoren frembringer en udgangsimpuls

ved fremkomsten af hvert impulsmønster svarende til et øjeblikkeligt modulationsindeks, som overstiger en forudbestemt værdi, og hvor impulsmønsteranalysatorens udgangsimpulser leveres til et andet integrationsnetværk til frembringelse af dynamikreguleringsspændingen.

Opfindelsen angår tillige en modtager til anvendelse i et overføringsanlæg som angivet i det foranstående i forbindelse med en sender som ligeledes angivet, hvilken modtager omfatter et integrationsnetværk, som får tilført de overførte impulser fra impulskodemodulatoren, samt en impulsgenerator og et dynamikreguleringsanlæg indeholdende et dynamikreguleringsorgan, som styres af en kontinuerligt varierende dynamikreguleringsspænding fra en dynamikreguleringsspændingsgenerator. En sådan modtager er ifølge opfindelsen hensigtsmæssigt ejendommelig ved, at dynamikreguleringsspændingsgeneratoren omfatter en impulsmønsteranalysator, som får tilført udgangsimpulserne fra impulskodemodulatoren, hvilken analysator successivt analyserer sammensætningen af impulsmønstre, som dannes af udgangsimpulserne fra impulskodemodulatoren, hvilke impulsmønstre omfatter mindst tre successive deltamodulerede udgangsimpulser, hvorhos impulsmønsteranalysatoren frembringer en udgangsimpuls ved fremkomsten af hvert impulsmønster svarende til et øjeblikkeligt modulationsindeks, som overstiger en forudbestemt værdi, og hvor impulsmønsteranalysatorens udgangsimpulser leveres til et andet integrationsnetværk til frembringelse af dynamikreguleringsspændingen.

Opfindelsen skal i det følgende forklares nærmere på grundlag af nogle udførelseseksempler under henvisning til tegningen, hvor

fig. 1 og 2 viser henholdsvis en sender og en modtager til deltamodulation ifølge opfindelsen,

fig. 3 og 4 nogle diagrammer til forklaring af senderen og modtageren som vist i figurerne 1 og 2,

figurerne 5-6, 7-8, 9-10 og 11-12 sender- og modtagermodifikationer af senderen og modtageren som vist i figurerne 1 og 2, og

fig. 13 en yderligere modifikation af en sender ifølge opfindelsen.

Den i fig. 1 i et blokdiagram viste sender ifølge opfindelsen er indrettet til overføring af kontinuerlige signaler i form af talesignaler. Talesignalerne, som aftages fra en mikrofon 1, leveres gennem et talefilter 2 med et overføringsbånd på 0-3,4 kHz og en lavfrekvensforstærker 3 til en differensdanner 4.

En sammenligningsspænding til dannelse af en differensspænding, som styrer en med en impulsgenerator 7 forbundet impulskodemodulator 8, tilføres differensdanneren 4 gennem en sammenligningskreds 5, som er forsynet med en lokalmodtager indeholdende et integrationsnetværk 6. Impulsgeneratoren 7 leverer ækvivalente impulser med en repetitionsfrekvens, som er en størrelsesorden højere end den højeste talefrekvens, som skal overføres.

I den viste sender er integrationsnetværket 6 udformet på den måde, som er beskrevet i britisk patentskrift nr. 691.824, og det omfatter en kaskadekobling af en første sektion bestående af en seriemodstand 9 og en shuntkondensator 10 med en afskærringsfrekvens på f.eks. 200 Hz og en anden sektion med en afskærringsfrekvens, som højst er lig med den højeste talefrekvens, f.eks. 3400 Hz, bestående af en seriemodstand 11 og en shuntimpedans, som udgøres af en serieforbindelse af en kondensator 12 og en koblingsmodstand 13. Koblingsmodstanden 13 forårsager, at en del af den første sektions udgangsspænding fremkommer over udgangsklemmerne sammen med integrationsspændingen, der fremkommer over kondensatoren 12.

Afhængigt af polariteten af differensdanneren 4's udgangsspænding vil de fra impulsgeneratoren 7 udgående impulser enten fremkomme over impulskodemodulatoren 8's udgang eller blive undertrykket. Impulser, som overføres af impulskodemodulatoren 8, betegnes eksempelvis som 1-impulser, medens de undertrykte impulser betegnes som 0-impulser.

Med den 1-impulserne og 0-impulserne leverende udgang på impulskodemodulatoren 8 er der forbundet en impulsregenerator 14 til undertrykkelse af de i impulskodemodulatoren 8 forårsagede variationer af impulsernes amplitude, varighed, form eller fremkomsttidspunkt, hvilken regenerering eksempelvis udføres ved substituering af de tilførte impulser med impulser, som afledes direkte fra impulsgeneratoren 7. Efter forstærkning i en udgangsforstærker 15 overføres de regenererede impulser, eventuelt efter modulation på en bærebølge, gennem en ledning 16 til den tilhørende modtager, og de leveres endvidere til sammenligningskredsen 5, som omfatter en lokalmodtager med integrationsnetværket 6, over hvis udgang den tidligere nævnte sammenligningsspænding frembringes, hvilken spænding leveres til differensdanneren 4.

Det beskrevne anlæg har en kontinuerlig tendens til at gøre differenspændingen lig med nul, således at sammenligningssignalet udgør en kvantiseret tilnærmelse til indgangssignalet og set i et tidsdiagram svinger omkring det signal, som skal overføres, i en rytme, som afhænger af impulsrepetitionsfrekvensen.

Det skal i den forbindelse bemærkes, at ved deltamodulation karakteriserer kodeimpulserne i modsætning til, hvad der gælder for andre typer af impulskodemodulation, ikke til enhver tid øjebliksværdien af det signal, som skal overføres, men de angiver i det væsentlige til tidspunktet for en impuls fra impulsgeneratoren 7 kun polariteten af forskellen mellem den pågældende øjebliksværdi af det signal, som skal overføres, og øjebliksværdien af sammenligningssignalet på tidspunktet for den umiddelbart forudgående impuls fra impulsgeneratoren. På denne måde karakteriserer kodeimpulserne en signalværdi, som primært afhænger af stejleheden af det signal, der skal overføres.

Fig. 2 viser en modtager til samvirke med den i fig. 1 viste sender. Kodeim-

pulserne, som modtages gennem ledningen 16, og som kan være forvrængede, substitueres med lokalt frembragte impulser ved hjælp af en impulsregenerator 17, som er forbundet med en lokal impulsgenerator 18, der skal synkroniseres med senderens impulsgenerator 7. Disse regenererede impulser leveres til et integrationsnetværk 19 svarende til integrationsnetværket 6 i den i senderens sammenligningskreds 5 optagne lokalmodtager, således at en spænding svarende til sammenligningsspændingen i senderen frembringes på integrationsnetværket 19's udgang. Signalspændingen leveres til et gengiveorgan 22 gennem en lavfrekvensforstærker 20 og et lavpasfilter 21, som overfører det ønskede talefrekvensbånd og undertrykker de over dette beliggende frekvenser.

I det beskrevne anlæg til deltamodulation optræder den af amplitudekvantiseringen forårsagede kvantiseringsstøj under gengivelsen af de overførte signaler, hvorhos denne støj, som det i og for sig er kendt, aftager, når frekvensen af impulserne fra impulsgeneratoren 7 tiltager, idet kvantiseringsstøjens effekt i det beskrevne anlæg navnlig er omvendt proportional med den femte potens af frekvensen af impulserne fra impulskodegeneratoren 7. På den anden side er kvantiseringsstøjen hovedsageligt uafhængig af amplituden af det overførte signal, således at signal/støj-forholdet mellem signalet og kvantiseringsstøjen ved et aftagende signalniveau aftager proportionalt, hvorved kvantiseringsstøjen navnlig indvirker generende på gengivelseskvaliteten ved lave signalniveauer.

Til opnåelse af en kraftig reduktion af kvantiseringsstøjens generende indvirkning på gengivelseskvaliteten er det allerede kendt at styre amplituden af de impulser, som tilføres integrationsnetværkene 6 og 19 i henholdsvis senderenden og modtagerenden, i amplitudemodulatorer henholdsvis 23 og 24 ved hjælp af en udglattet dynamikreguleringsspænding. I det forannævnte britiske patentskrift nr. 982.204 bliver indhyllingssignalet, som er opnået ved ensretning af de signaler, der skal overføres, til det formål leveret til en differensdanner 4 sammen med de signaler, som skal overføres, således at middelimpulstætheden varierer lineært med indhyllingssignalet, og styrespændingen til styring af amplitudemodulatorerne 23 og 24 opnås ved senderenden og ved modtagerenden ved udglatning af de overførte impulsserier. Til opnåelse af en følsom styring er det fordelagtigt, at amplituden af de fra amplitudemodulatorerne 23 og 24 afledede impulser er i det væsentlige proportional med den frembragte styrespænding, hvilket man på enkel måde kan opnå ved også at levere en konstant referencespænding som modulations-spænding til amplitudemodulatorerne 23 og 24 gennem modstande 25 og 26, hvorhos amplituden af den nævnte spænding indstilles på en sådan måde, at amplituden af de fra amplitudemodulatorerne 23 og 24 afledede impulser i fravær af et signal, som skal overføres, reduceres kraftigt, f.eks. til 1-2%.

Der er opnået udmærkede resultater i praksis med det beskrevne apparat, men det kan ikke anvendes, hvis det signal, som skal overføres, omfatter komponenter

med en meget lav frekvens, f.eks. 100 Hz, eller hvis der med talesignalerne skal medoverføres et yderligere signal med lav frekvens, idet det pågældende frekvensrum allerede er optaget af indhyllingssignalet.

Ved opfindelsen er der tilvejebragt en anden konception af et sådant anlæg, hvor den beskrevne begrænsning undgås ved, at dynamikreguleringsspændingsgeneratoren består af impulsmønsteranalysatorer 27 og 28, som styres af udgangsimpulserne fra impulskodemodulatoren 8, hvilke analysatorer successivt analyserer konfigurationen af de impulsmønstre, som dannes af udgangsimpulserne inden for et fast og begrænset tidsinterval på mindst tre successive impulser fra impulsgeneratoren 7, og som ved fremkomsten af forudbestemte impulsmønstre, som svarer til et stort øjeblikkeligt modulationsindeks inden for det nævnte faste og begrænsede tidsinterval, leverer en impulsformet udgangsspænding, der leveres til integrationsnetværk 29 og 30 til frembringelse af dynamikreguleringsspændingen.

Under forløbet af de nævnte faste tidsintervaller, der kan være meget korte sammenlignet med en periode af de kontinuerligt varierende signaler, som skal overføres, f.eks. cirka 10% af en periode af de vigtigste talefrekvenser ved en impulsfrekvens på 40 kHz, analyserer impulsmønsteranalysatorerne 27 og 28 successivt fremkomsten eller ikke-fremkomsten af de forudbestemte impulsmønstre. Så snart et sådant forudbestemt impulsmønster fremkommer, tilvejebringer impulsmønsteranalysatorerne 27 og 28 en impulsformet udgangsspænding, og dynamikreguleringsspændingen opbygges forholdsvis hurtigt ved integration af udgangsspændingen fra impulsmønsteranalysatorerne 27 og 28, hvilken dynamikreguleringsspænding forårsager, at amplituderne af de fra amplitudemodulatorerne 23 og 24 afledede impulser varierer i overensstemmelse med dynamikreguleringsspændingen. Om nødvendigt kan opladningstidskonstanten og afladningstidskonstanten af de indbyrdes ens integrationsnetværk 29 og 30 vælges forskellige.

Som det skal forklares nærmere i det følgende, kan der opnås en særlig effektiv dynamikregulering ved hjælp af de beskrevne foranstaltninger ved overføring af kontinuerligt varierende signaler ved deltamodulation, men til opnåelse af optimale resultater er det vigtigt at undertrykke den varierende jævnstrømskomponent, som indføres i amplitudemodulatoren 23's udgangsimpulser ved modulation med dynamikreguleringsspændingen, ved hjælp af en reguleringsspændingsbalanceringsindretning i sammenligningskredsen 5. Da nemlig en sender til deltamodulation har den egenskab, at den kompenserer i deltamodulationssløjfen indført signal, vil middelimpulstætheden af de fra impulskodemodulatoren 8 afledede impulser samtidigt begynde at variere med henblik på kompensation af den jævnstrømskomponent, som indføres i amplitudemodulatoren 23's udgangsimpulser, hvilket bl.a. har til følge, at modulationsområdet reduceres, og at fløjttoner og interferens-toner viser sig at fremkomme ved en lav frekvens af impulserne fra impulsgenera-

toren 7, f.eks. mindre end 20 kHz.

I den viste udførelsesform udgør impulskodemodulatoren 8 også en del af reguleringsspændingsbalanceringsindretningen ved anvendelse af en impulskodemodulator 8 med en skiftekontakt, hvorhos der fremkommer komplementære impulsserier på impulskodemodulatoren 8's udgange 31 og 32, idet der, hvis der eksempelvis fremkommer en impulsserie 1110010 på impulskodemodulatoren 8's udgang 31, fremkommer en impulsserie 0001101 på impulskodemodulatoren 8's udgang 32, hvilken impulsserie i deltamodulationssløjfen behandles på nøjagtigt den samme måde som impulserne fra udgangen 31. Disse impulser leveres navnlig gennem en impulsregenerator 33, som styres af impulsgeneratoren 7, til en amplitudemodulator 34, som styres af impulsmønstreanalysatoren 27's styrespænding. På amplitudemodulatoren 34's udgang fremkommer der således en impulsserie, som er komplementær i forhold til og har den samme amplitude som den impulsserie, der fremkommer på amplitudemodulatoren 23's udgang, hvorhos impulsserierne på udgangene af amplitudemodulatorerne 23 og 34 leveres til integrationsnetværket 6 gennem en differensdanner 35 med henblik på undertrykkelse af jævnstrømskomponenten. I stedet for impulsserierne, som består af tilstedeværende og fraværende impulser, f.eks. impulsserien 1110010, leveres der således en impulsserie med impulser med modsat polaritet af formen 111-1-11-1 til integrationsnetværket 6 ved hjælp af den beskrevne reguleringsspændingsbalanceringskreds, således at den med dynamikreguleringsspændingen varierende jævnstrømskomponent af de integrationsnetværket 6 tilførte impulsserier udbalanceres, således at der opnås optimale resultater med dette anlæg, som det er beskrevet i det foranstående.

Den i fig. 2 viste tilhørende modtager er opbygget på samme måde som lokalmodtageren ved senderenden, og de gennem ledningen 16 modtagne impulser styrer en kobler 36 med en skiftekontakt af samme art som den i den i fig. 1 viste impulskodemodulator 8 anvendte, hvilken kobler 36's udgang 37 gennem en impulsregenerator 17 er forbundet med en amplitudemodulator 24, medens komplementærudgangen 38 ligeledes gennem en impulsregenerator 39 er forbundet med en amplitudemodulator 40, der styres af en impulsmønstreanalysator 28, hvorhos amplitudemodulatorerne 24 og 40's udgangskredse gennem en differensdanner 41 er forbundet med et integrationsnetværk 19.

Til opnåelse af optimale resultater i den i fig. 1 viste sender og i den i fig. 2 viste modtager anvendes der reguleringsspændingsbalanceringsindretninger i kombination med impulsmønstreanalysatorerne 27 og 28. De i disse apparater anvendte impulsmønstreanalysatorer 27 og 28 er indrettet til at analysere impulsmønstre inden for et tidsinterval på fire successive impulser fra impulsgeneratoren 7, hvorhos impulsmønstreanalysatorerne 27 og 28 kun afgiver en udgangsimpuls ved en konfiguration på fire successive 1-impulser eller 0-impulser

på en af udgangene 31, 32 på impulskodemodulatoren 8 henholdsvis en af udgangene 37, 38 på kobleren 36. Af de 24 forskellige impulskonfigurationer, som er mulige indenfor dette tidsinterval på udgangene 31, 32 på impulskodemodulatoren 8 og på udgangene 37, 38 på kobleren 36 leverer impulsmønsteranalysatorerne 27 og 28 da kun en udgangsimpuls ved to impulskonfigurationer, nemlig hvis der fremkommer fire 1-impulser eller fire 0-impulser efter hinanden.

De to impulsmønsteranalysatorer 27 og 28 ved senderenden i fig. 1 og ved modtagerenden i fig. 2 er opbygget på samme måde, og til hinanden svarende elementer er betegnet med de samme henvisningsbetegnelser. Disse to impulsmønsteranalysatorer 27 og 28, som kun afgiver en udgangsspænding, når fire 1-impulser eller fire 0-impulser fremkommer efter hinanden, er meget enkle i deres udformning. Disse impulsmønsteranalysatorer 27 og 28 udgøres navnlig af en impulstæller 42, som er forbundet med impulsgeneratorerne 7 og 18, og som tæller op til fire impulser, samt et tilbagestillingsorgan 43, der styres af impulserne på udgangen 32 af impulskodemodulatoren 8 og på udgangen 38 af kobleren 36, hvilket tilbagestillingsorgan bringer impulstælleren 42 tilbage til begyndelsestilstanden i tilfælde af en forstyrrelse i den successive ankomst af 1-impulser eller 0-impulser fra de pågældende udgange på impulskodemodulatoren 8 og på kobleren 36.

Impulstælleren 42 udgøres af en kaskadekobling af en selektiv portkreds i form af en OG-portkreds 44, til hvis indgang impulserne fra impulsgeneratorerne 7 og 18 og udgangsimpulserne fra impulstælleren 42 leveres gennem en inverter 45, en bistabil trigger 46, der er udformet som en 2:1-deler, en yderligere bistabil trigger 47, der er udformet som en 2:1-deler, og en selektiv portkreds i form af en OG-portkreds 48, til hvis indgang triggeren 47's indgangs- og udgangsspændinger leveres, hvorhos udgangsspændingen fra OG-portkredsen 48 med henblik på dynamikregulering leveres dels til integrationsnetværkene 29 og 30 dels til indgangen på OG-portkredsen 44 gennem inverteren 45.

Tilbagestillingsorganet 43 består af en bistabil trigger 49, som styres af impulser fra impulsgeneratorerne 7 og 18 og af 1-impulserne og 0-impulserne fra udgangen 32 på impulskodemodulatoren 8 og fra udgangen 38 på kobleren 36, hvilken bistabile trigger indtager den ene ligevægtstilstand, når der fremkommer 1-impulser, og den anden ligevægtstilstand, når der fremkommer 0-impulser, hvorhos der endvidere findes et differentiationsnetværk 50 og en tofaset ensretter 51. Ved hver forstyrrelse af den successive ankomst af 1-impulser eller af 0-impulser på impulskodemodulatoren 8's udgang 32 og på kobleren 36's udgang 38 omstyres den bistabile trigger 49, og der opnås en impuls med skiftevis positiv og negativ polaritet ved differentiation i differentiationsnetværket 50, hvilke impulser efter konvertering til ens polariserede impulser i tofaseensretteren 51 leveres som tilbagestillingsimpulser til de to bistabile triggere

46 og 47.

Til forklaring af virkemåden af de beskrevne impulsmønsteranalysatorer 27 og 28 viser fig. 3 nogle tidsdiagrammer, idet fig. 3 ved a viser en impulsserie, som udgår fra impulskodemodulatoren 8's udgang 32 og fra kobleren 36's udgang 38, hvilken impulsserie er sammensat af 1-impulser og 0-impulser. Hvis den bistabile trigger 49 i tilbagestillingsorganet 43 har en udgangsspænding på 1 eller 0 i sine to ligevægtstilstande, når der fremkommer en 1-impuls eller en 0-impuls, vil der fremkomme en spænding med den i fig. 3 ved b viste form på udgangen af den bistabile trigger 49 som følge af den ved a i fig. 3 viste impulsserie, hvorhos den ved c i fig. 3 viste impulsserie af positive impulser opnås ved differentiation i differentiationsnetværket 50 af den ved b i fig. 3 viste impulsserie efter konvertering i ensretteren 51. Ved hver forstyrrelse af den successive fremkomst af en serie af 1-impulser eller 0-impulser i den i fig. 3 ved a viste impulsserie frembringes der på denne måde en tilbagestillingsimpuls, som bringer impulstælleren 42 tilbage til begyndelsestilstanden.

Til belysning af virkemåden af impulstælleren 42, når den ved a i fig. 3 viste impulsserie fremkommer, gås der ud fra, at det med A betegnede impulsmønster ved a i fig. 3, hvilket impulsmønster består af seks successive 1-impulser, leveres til impulsmønsteranalysatorerne 27 og 28. Som det fremgår af impulsdigrammet ved c i fig. 3, frembringer tilbagestillingsorganet 43 en tilbagestillingsimpuls til impulstælleren 42 ved den første impuls i impulsmønstret A, således at impulstælleren 42 bringes tilbage til sin begyndelsestilstand eller tilstanden 1, hvilket vil sige, at de bistabile triggere 46 og 47 har en spænding 0, ligesom udgangsspændingen på OG-portkredsen 48, medens der leveres en spænding 1 til indgangen af OG-portkredsen 44 gennem inverteren 45.

Ved den anden impuls i impulsmønstret A bliver den hertil svarende impuls fra impulsgeneratoren 7 henholdsvis 18 overført af OG-portkredsen 44, hvilket medfører, at den bistabile trigger 46 omstyres, og impulstælleren 42's stilling 2 fremkommer, hvorhos udgangsspændingerne på de bistabile triggere 46 og 47, på OG-portkredsen 48 og på inverteren 45 er henholdsvis 1, 0, 0 og 1.

Ved den tredje impuls i impulsmønstret A overføres den pågældende impuls fra impulsgeneratorerne 7 og 18 af OG-portkredsen 44, hvilket medfører, at den bistabile trigger 46 omstyres til sin oprindelige ligevægtstilstand, således at også den bistabile trigger 42 bringes til sin anden ligevægtstilstand, og impulstælleren 42's stilling 3 fremkommer, hvorhos udgangsspændingerne på de bistabile triggere 46 og 47, på OG-portkredsen 48 og på inverteren 45 er henholdsvis 0, 1, 0 og 1.

Ved den fjerde impuls i impulsmønstret A, hvor impulstælleren 42's stilling 4 eller slutstillingen fremkommer, bliver den pågældende impuls fra impulsgeneratorerne 7 og 18 overført af OG-portkredsen 44, hvilket igen medfører, at den

bistabile trigger 46 omstyres til sin anden ligevægtstilstand, således at OG-portkredsen 48 frembringer en spænding 1, idet den bistabile trigger 47's indgangs- og udgangsspændinger begge er 1. I denne slutstilling af impulstælleren 42 er udgangsspændingerne på de bistabile triggere 46 og 47, på OG-portkredsen 48 og på inverteren 45 henholdsvis 1, 1, 1 og 0. OG-portkredsen 44 er nu blokeret for impulser fra impulsgeneratorerne 7 og 18, idet der leveres en spænding 0 til indgangen på OG-portkredsen 44 gennem inverteren 45.

Ved den femte impuls i impulsmønsteret A, dvs. det af fire impulser sammensatte impulsmønster regnet fra den anden impuls i impulsmønsteret, overfører OG-portkredsen 44 således ikke en impuls, og impulstælleren forbliver i slutstillingen, hvorhos OG-portkredsen 48 fortsætter med at levere en udgangsspænding til integrationsnetværkene 29 og 30 ligesom ved den sjette impuls i impulsmønsteret A, indtil impulstælleren 42 bringes tilbage til begyndelsestilstanden ved hjælp af tilbagestillingsorganet 43 som følge af fremkomsten af den første impuls i det efterfølgende impulsmønster B, som udgøres af en 0-impuls.

I det af 1-impulser sammensatte impulsmønster A, som omfatter tre impulsmønstre på hver fire successive 1-impulser regnet fra den første, den anden og den tredje impuls i impulsmønsteret A, leverer impulsmønsteranalysatorerne 27 og 28 en impuls med en varighed, som er lig med tre gange perioden af impulserne fra impulsgeneratorerne 7 og 18.

Kun hvis mindst fire ens impulselementer fremkommer successivt, kan impulstælleren 42 nå sin slutstilling og levere en udgangsimpuls, idet impulstælleren 42 i modsat fald returneres til sin begyndelsestilstand ved hjælp af en tilbagestillingsimpuls fra tilbagestillingsorganet 43, før den når sin sluttilstand. I impulsmønsteret B optræder der således intetsteds fire successive 1-impulser eller 0-impulser, og der leveres følgelig ingen udgangsimpuls af impulsmønsteranalysatorerne 27 og 28.

I det derefter følgende impulsmønster C fremkommer der fire successive 0-impulser, og impulsmønsteranalysatorerne 27 og 28 frembringer en positiv udgangsimpuls på den måde, som allerede er beskrevet for impulsmønsteret A. Ved den første 1-impuls i det efterfølgende impulsmønster D bringes impulstælleren 42 igen tilbage til sin begyndelsestilstand ved hjælp af en tilbagestillingsimpuls fra tilbagestillingsorganet 43, og impulsmønsteranalysatorerne 27 og 28 frembringer en udgangsimpuls med en varighed, som er lig med en periode af impulserne fra impulsgeneratorerne 7 og 18. Under det efterfølgende impulsmønster D frembringer impulsmønsteranalysatorerne 27 og 28 ikke yderligere udgangsimpulser.

Som følge af den ved a i fig. 3 viste impulsserie frembringer impulsmønsteranalysatoren således de ved d i fig. 3 viste impulser, hvis amplituder, som det fremgår af figuren, har en konstant værdi, og som med hensyn til deres varighed er lig med et helt tal multipliceret med perioden af impulserne fra impulsgenera-

torerne 7 og 18, idet varigheden af den impulsmønstret A ved a i fig. 3 tilknyttede udgangsimpuls fra impulsmønsteranalysatorerne 27 og 28 er lig med tre gange impulsperioden, medens den impulsmønstret C tilknyttede udgangsimpuls fra impulsmønsteranalysatorerne 27 og 28 er lig med en gange impulsperioden af impulserne fra impulsgeneratorerne 7 og 18. Dynamikreguleringsspændingen for de kontinuerligt varierende signaler opnås i et deltamodulationsanlæg ved integration i integrationsnetværkene 29 og 30 af udgangsimpulserne fra impulsmønsteranalysatorerne 27 og 28, hvilken reguleringsspænding tilføres amplitudemodulatorerne 23, 34 og 24, 40 med henblik på amplituderegulering af de integrationsnetværkene 6 og 19 tilførte impulser. I den i fig. 1 viste sender bliver integrationsnetværket 6's udgangsspænding i differensdanneren 4 sammenlignet med de signaler, som skal overføres, medens integrationsnetværket 19's udgangsspænding i den i fig. 2 viste modtager igennem forstærkeren 20 og lavpasfilteret 21 leveres til gengiveorganet 22.

I de anvendte impulsmønsteranalysatorer 27 og 28 opnås det dels, at udgangsspændingen i vid udstrækning er uafhængig af optrædende komponenttolerancer, dels at der er sikkerhed for fuld synkronisering mellem de to impulsmønsteranalysatorer 27 og 28's udgangsspændinger ved senderenden og ved modtagerenden. Stabilitetsproblemer er da under fuld kontrol, hvorhos de beskrevne apparater som følge af den digitale udformning af impulsmønsteranalysatorerne 27 og 28 og som følge af den store uafhængighed af komponenttolerancerne er yderst velegnede til faststofintegration.

Sammen med de omtalte fordele opnås der en særlig effektiv dynamikregulering med anlægget ifølge opfindelsen til overføring af kontinuerligt varierende signaler ved hjælp af deltamodulation, hvilket resulterer i en optimal reduktion af kvantiseringssøjlen, hvilket nu skal forklares nærmere under henvisning til de i fig. 4 viste tidsdiagrammer.

Kurven ved a i fig. 4 viser en talefrekvens på 800 Hz med en amplitude på 4 volt, som overføres ved hjælp af den i fig. 1 viste deltamodulationssender med en impulsfrekvens på 40 kHz af impulsgeneratorerne 7 og 18, hvilket vil sige, at der overføres halvtreds 1-impulser og 0-impulser inden for en periode af talefrekvensen. Kurven ved b viser det trinlignende sammenligningssignal, som fremkommer på udgangen af integrationsnetværkene 6 og 19, og hvor amplituden af et trin er givet ved amplituden af de impulser, som aftages fra amplitudemodulatorerne 23, 34 og 24, 40, hvilke impulseres amplituder ved hjælp af integrationsnetværkene 29 og 30 styres af udgangsspændingen fra impulsmønsteranalysatorerne 27 og 28, hvorhos fig. 4 ved b og ved c viser de impulser, som fremkommer på udgangene 31 og 32 af impulskodemodulatoren 8 og på udgangene 37 og 38 af kobleren 36.

I de successive faste tidsintervaller på 100 mikrosekunder for fire successive

impulser fra impulsgeneratorerne 7 og 18 svarende til cirke $1/10$ periode af det ved a i fig. 4 viste signal a, som skal overføres, analyserer impulsmønsteranalysatorerne 27 og 28 de overførte impulsserier på den i det foranstående beskrevne måde. Hver gang der optræder fire successive 1-impulser eller 0-impulser i de ved b og c i fig. 4 viste impulsserier, hvilket karakteriserer et maksimalt øjeblikkeligt modulationsindeks i deltamodulationsanlægget inden for det nævnte faste tidsinterval, idet det signal, som skal overføres, varierer med en maksimal værdi i dette korte tidsinterval, vil impulsmønsteranalysatorerne 27 og 28 frembringe en udgangsimpuls med en varighed, som er lig med en periode af impulserne fra impulsgeneratorerne 7 og 18.

Impulsmønsteranalysatorerne 27 og 28 vil følgelig frembringe de ved d i fig. 4 viste impulser som følge af det ved a i fig. 4 viste og med a betegnede signal, som skal overføres, hvorhos impulserne er betegnet med E, F, G og H. Impulsen E har en varighed på to gange en periode af impulserne fra impulsgeneratorerne 7 og 18 som følge af den successive fremkomst af fem 0-impulser i den overførte impulsserie, der således indeholder to successive impulsmønstre hver på fire 0-impulser. Impulsen F har en varighed på fem gange en periode af impulserne fra impulsgeneratorerne 7 og 18 som følge af den successive fremkomst af otte 0-impulser, der således indeholder fem successive impulsmønstre på hver fire 0-impulser, hvorhos også impulserne G og H har en varighed på henholdsvis fem gange og to gange en periode af impulserne fra impulsgeneratorerne 7 og 18 som følge af den successive fremkomst af henholdsvis otte og fem 1-impulser. Set over et bestemt tidsrum, navnlig inden for en periode af signalet a, som skal overføres, indikerer impulsmønsteranalysatorerne 27 og 28 i impulser med en fast varighed på en periode af impulserne fra impulsgeneratorerne 7 og 18 det antal gange, hvor deltamodulationsanlægget har et maksimalt øjeblikkeligt modulationsindeks inden for det korte tidsinterval på fire successive impulser, hvorhos fig. 4 ved d eksempelvis for det med a betegnede signal, som skal overføres, viser, at dette er tilfældet $2 + 5 + 5 + 2 = 14$ gange. En dynamikreguleringsspænding, som varierer med middelmodulationsindekset af det signal, som skal overføres, og som er vist i forstørret målestok ved e i fig. 4, frembringes ved integration i integrationsnetværkene 29 og 30 af disse impulser fra impulsmønsteranalysatorerne 27 og 28, der hver gang karakteriserer et maksimalt modulationsindeks.

Det viser sig, at der på denne måde opnås en særlig effektiv dynamikregulering for deltamodulation, hvilket også fremgår af kurven ved a i fig. 4, idet størrelsen af trinnene i sammenligningssignalet og dermed amplituden af de integrationsnetværkene 6 og 19 tilførte impulser ved hjælp af reguleringsspændingen indstilles på en sådan værdi, at anlægget til deltamodulation er nøjagtigt fuldt udstyret, hvilket ved deltamodulation betegner et maksimalt signal/støj-forhold mellem signalet og kvantiseringsstøjen.

I virkeligheden er det i anlægget ifølge opfindelsen opnået, at impulsmønsteranalysatoren 27 til frembringelse af dynamikreguleringsspændingen også udgør en del af en sløjfe af deltamodulationstypen, som yderligere udgøres af integrationsnetværket 29, der gennem amplitudemodulatorerne 23, 34 og integrationsnetværket 6 er forbundet med differensdanneren 4 og tilbage gennem impulskodemodulatoren 8 til impulsmønsteranalysatoren 27. Integrationsnetværket 29's udgangssignal sammenlignes navnlig i differensdanneren 4 med modulationsindekset, som er givet ved de signaler, der skal overføres, efter konvertering i amplitudemodulatoren 23 og genudvinding i integrationsnetværket 6 til dannelse af et differenssignal, som styrer impulsmønsteranalysatoren 27 gennem impulskodemodulatoren 8. Nøjagtigt som ved deltamodulation vil en impuls med konstant amplitude og varighed blive overført eller undertrykket af impulsmønsteranalysatoren 27 afhængigt af polariteten af differenssignalet, og nøjagtigt som ved deltamodulation vil integrationsnetværket 29's udgangssignal søge at følge modulationsindekset, som er givet ved det signal, der skal overføres.

Undersøgelser har vist, at sløjfen til frembringelse af dynamikreguleringsspændingen opfylder betingelserne for deltamodulation. Således er det bl.a. fordelagtigt ikke blot at forbinde et integrationsnetværk 29 eller 30 med en enkelt sektion bestående af en seriemodstand 52 og en shuntkondensator 53, hvis afskæringsfrekvens fortrinsvis er af samme størrelsesorden som den lave variationsfrekvens i modulationsindekset for det signal, som skal overføres, f.eks. 30 Hz, men også i kaskade hermed at forbinde en anden sektion, hvis afskæringsfrekvens er højere end afskæringsfrekvensen for den første sektion, f.eks. 60 Hz. Denne anden sektion udgøres fordelagtigt af en seriemodstand 54 og en shuntimpedans bestående af seriekoblingen af en kondensator 55 og en koblingsmodstand 56, hvilken koblingsmodstand 56 forårsager, at en del af udgangsspændingen fra den første sektion 52, 53 fremkommer mellem udgangsklemmerne sammen med den spænding, der fremkommer over kondensatoren 55.

En fordelagtig proportionering af komponenterne i det dobbelte integrationsnetværk er følgende:

modstand 52 : 1 k Ω kondensator 53 : 5 μ F
 modstand 54 : 1 k Ω kondensator 55 : 2,5 μ F
 modstand 56 : 100 Ω

Det er karakteristisk for det beskrevne anlæg ifølge opfindelsen, at der opbygges en reguleringsspænding i integrationsnetværkene 29 og 30 i den til dynamikreguleringen dannede sløjfe af deltamodulationstypen ud fra impulsmønsteranalysatorerne 27 og 28's impulser, der karakteriserer et maksimalt øjeblikkeligt modulationsindeks, hvilken reguleringsspænding følger modulationsindekset, som er givet ved de signaler, der skal overføres. Som følge heraf vil anlægget ifølge op-

findelsen være nøjagtigt fuldt udstyret, hvilket som nævnt i det foranstående betegner et maksimalt signal/støj-forhold mellem signalet og kvantiseringsstøjen ved deltamodulation.

Til belysning af den beskrevne virkemåde viser fig. 4 ved f-j yderligere tidsdiagrammer. Således viser kurven c ved f i fig. 4 i sammenligning med kurven a ved a i fig. 4 et talesignal med den samme frekvens, men med den halve amplitude, idet frekvensen andrager 800 Hz og amplituden 2 volt. Kurven d viser det tilhørende sammenligningssignal, medens tidsdiagrammerne ved g, h, i og j i fig. 4 successivt viser impulserne på impulskodemodulatoren 8's udgange 31 og 32 og på kobleren 36's udgange 37 og 38, impulsmønsteranalysatorerne 27 og 28's udgangsimpulser og den frembragte reguleringspænding. Som følge af denne amplitudeformindskelse med 50% af det signal, som skal overføres, aftager antallet af impulser fra impulsmønsteranalysatorerne 27 og 28, som har en varighed på en periode af impulserne fra impulsgeneratorerne 7 og 18, fra 14 til 8 inden for varigheden af en periode af talefrekvensen på 800 Hz, jvf. fig. 4 ved i, og som følge af formindskelsen af reguleringspændingen fremkommer der en formindskelse af størrelsen af trinnene i sammenligningssignalet, således at anlægget til deltamodulation er nøjagtigt fuldt udstyret af sammenligningssignalet d, som det fremgår af kurven ved f i fig. 4.

Til anskueliggørelse af virkemåden af deltamodulationsanlægget ved en anden talefrekvens viser fig. 4 ved k-p de pågældende tidsdiagrammer, idet modulationsindekset ved deltamodulation ikke alene afhænger af amplituden, men også af frekvensen, fordi kodeimpulsen ved deltamodulation karakteriserer en signalværdi, som primært afhænger af hældningen af de signaler, der skal overføres. Der opnås imidlertid også i dette tilfælde et maksimalt signal/støj-forhold mellem signalet og kvantiseringsstøjen, hvilket fremgår af de tidsdiagrammer, som er vist ved k-p i fig. 4.

Til det formål viser fig. 4 ved k et med e betegnet talesignal, som sammenlignet med talesignalet c ved f i fig. 4 har den dobbelte frekvens, men den samme amplitude, idet frekvensen er 1600 Hz, og amplituden er 2 volt. Kurven f viser det tilhørende sammenligningssignal, medens de ved l, m, n og p i fig. 4 viste tidsdiagrammer igen successivt viser impulserne på impulskodemodulatoren 8's udgange 31 og 32 og på kobleren 36's udgange 37 og 38, udgangsimpulserne fra impulsmønsteranalysatorerne 27 og 28 og den frembragte styrespænding. Som følge af denne forøgelse af talefrekvensen er antallet af impulser fra impulsmønsteranalysatorerne 27 og 28 forøget fra 7 til 14, sådan som det fremgår af n ved fig. 4 over den samme varighed som ved i i fig. 4, dvs. en periode af frekvensen på 800 Hz eller to perioder af frekvensen på 1600 Hz, og det viser sig, at som følge af den tilsvarende forøgelse af styrespændingen forøges størrelsen af trinnene i sammenligningssignalet f ved k i fig. 4 i en sådan grad, at deltamodulationsan-

lægget er fuldt udstyret.

Af de i fig. 4 viste tidsdiagrammer, navnlig ved sammenligning af signalerne b, d og f, som er vist ved a, f og k i fig. 4, fremgår det ikke blot, at signal/støj-forholdet mellem signalet og kvantiseringsstøjen indstilles til en maksimal værdi næsten uafhængigt af signalniveauet og signalfrekvensen ved anvendelse af impulsmønsteranalysatorerne 27 og 28, men virkningen af reguleringsspændingsbalanceringsindretningen bestående i, at middelimpulstætheden er forblevet konstant under alle disse omstændigheder, fremgår også af impulserne på impulskode-modulatoren 8's udgange 31 og 32 og på kobleren 36's udgange 37 og 38, jvf. diagrammerne ved b, c, g, h, l og m i fig. 4. I virkeligheden fremkommer der, som det fremgår af disse figurer, femogtyve 1-impulser og femogtyve 0-impulser inden for varigheden af en signalperiode på 800 Hz eller af to signalperioder på 1600 Hz svarende til varigheden af 50 impulser fra impulsgeneratorerne 7 og 18 på impulskode-modulatoren 8's udgange 31 og 32 og på kobleren 36's udgange 37 og 38, hvilket således betyder, at der uafhængigt af signalniveauet og af signalfrekvensen altid opnås et maksimalt modulationsområde som følge af reguleringsspændingsbalanceringsindretningen, hvorhos fremkomsten af fløjttetoner og interferenstoner undgås ved lave impulsfrekvenser.

Sammen med de med dette anlæg ifølge opfindelsen opnåede fordele, nemlig en forøgelse af anvendelsesmulighederne, en stor uafhængighed af optrædende komponenttolerancer, igen stabilitetsproblemer og en til faststofintegration særlig velegnet konstruktion, sikres det altid, at støj/signal-forholdet mellem signalet og kvantiseringsstøjen har en maksimal værdi ved et maksimalt modulationsområde. Ved en impulsfrekvens på cirka 40 kHz opnåede man således optimale resultater ved hver gang i impulsmønsteranalysatorerne 27 og 28 at analysere impulsmønstre inden for et tidsinterval på fire successive impulser fra impulsgeneratorerne 7 og 18.

Ved formindskelse af impulsfrekvensen, f.eks. til cirka 20 kHz, er det fordelagtigt at reducere impulsmønsteranalysatorerne 27 og 28's analyseringstid til tre successive impulser fra impulsgeneratorerne 7 og 18 i forbindelse med reduktionen af antallet af kodeimpulser per periode af talefrekvensen, hvilken analyseringstid for impulsmønsteranalysatorerne 27 og 28 imidlertid ikke kan reduceres yderligere til en varighed på to successive impulser fra impulsgeneratorerne 7 og 18. I så fald kan modulationsindekset nemlig ikke længere bestemmes, idet deltamodulationsanlægget i fravær af et talesignal ikke blot overfører det regelmæssige impulsmønster bestående af skiftevis optrædende 1-impulser og 0-impulser, men også med lige så stor sandsynlighed det regelmæssige impulsmønster med skiftevis to successive 1-impulser og to successive 0-impulser, hvilket sidstnævnte impulsmønster da af impulsmønsteranalysatorerne 27 og 28 fejlagtigt ville blive fortolket som et signal med maksimalt modulationsindeks. Der-

for skal analyseringstiden for impulsmønsteranalysatorerne 27 og 28 i anlægget ifølge opfindelsen mindst være lig med varigheden af tre successive impulser.

Foruden de allerede nævnte fordele udmærker anlægget ifølge opfindelsen sig ved en høj ufølsomhed over for optrædende interferenser, idet en interferensimpuls samtidigt skal opfylde to betingelser, hvis den skal blive virksom for niveaureguleringen, nemlig for det første, at en overført impuls konverteres til komplementærimpulsen, f.eks. en 0-impuls til en 1-impuls, og for det andet at den variation af det i impulsmønsteranalysatorerne 27 og 28 analyserede impulsmønster, som forårsages af denne interferensimpuls, resulterer i en fejlagtig reaktion af impulsmønsteranalysatorerne 27 og 28, således at der eksempelvis i tilfælde af det ovennævnte impulsmønster med skiftevis to successive 1-impulser og to successive 0-impulser kræves to successive interferensimpulser med komplementære fortegn i fravær af et talesignal. Eksperimenter med forbindelser med et kraftigt interferensniveau har vist, at der opnåedes en effektiv interferensdiskriminering, og selv ved interferensmuligheder på op til cirka 10% viste interferensimpulsernes interfererende virkning sig at blive reduceret i betydelig grad.

Figurerne 5 og 6 viser en modifikation af det i figurerne 1 og 2 viste overføringsanlæg, idet fig. 5 viser senderen, og fig. 6 viser modtageren. Til hinanden svarende elementer er forsynet med de samme henvisningsbetegnelser.

Som i figurerne 1 og 2 har dette overføringsanlæg ved senderenden og ved modtagerenden en reguleringsspændingsbalanceringsindretning samt impulsmønsteranalysatorer 27 og 28 i form af en impulstæller til successiv analysering af konfigurationen af de impulskonfigurationer, som fremkommer på en af impulskodemodulatoren 8's udgange 31 og 32 og på en af kobleren 36's udgange 37 og 38 inden for et tidsinterval på f.eks. fire successive impulser fra impulsgeneratorerne 7 og 18, hvorhos impulstællerne 27 og 28's udgangsimpulser leveres til integrationsnetværk 29 og 30 til frembringelse af reguleringspændingen til dynamikreguleringen.

Til forenkling af impulstælleren gøres der brug af den i tidsdiagrammerne ved d, i og n i fig. 4 angivne egenskab ved talesignaloverføring ved hjælp af anlægget ifølge opfindelsen, nemlig at det antal impulser, som inden for en periode af talefrekvensen frembringes af impulsmønsteranalysatorerne 27 og 28 som følge af fire successive 0-impulser hovedsagelig er lig med det antal impulser, der frembringes som følge af fire successive 1-impulser, dvs. at impulsmønsteranalysatorer 27 og 28, som leverer en udgangsimpuls, hvis der enten successivt optræder fire 1-impulser eller fire 0-impulser, med tilfredsstillende tilnærmelse kan være tilstrækkelige. I de i figurerne 5 og 6 viste udførelsesformer frembringer impulsmønsteranalysatorerne 27 og 28 kun en udgangsimpuls, når der fremkommer fire successive 0-impulser på impulskodemodulatoren 8's udgang 32

og på kobleren 36's udgang 38, og følgelig ikke, hvis der fremkommer fire successive 1-impulser.

I denne udførelsesform indeholder impulstælleren en ladekondensator 57, som gennem en modstand 58 oplades af en konstant fødespændingskilde 59, og som efterfølges af et sammenligningstrin 60 til sammenligning af kondensatorspændingen med en konstant referencespænding, der aftages fra en spændingsdeler 62, som er forbundet mellem fødespændingskilden 61's klemmer, og en normalt blokeret impulsregenerator 63, der ligeledes styres af impulserne fra impulsgeneratorerne 7 og 18. Den af spændingsdeleren 62 frembragte referencespænding indstilles til en sådan værdi, at referencespændingen til at begynde med overstiges af spændingen på ladekondensatoren 57 inden for en varighed på fire successive impulser fra impulsgeneratorerne 7 og 18 og leverer en indgangsspænding til impulsregeneratoren 63, hvilken spænding udløser denne regenerator for impulserne fra impulsgeneratorerne 7 og 18.

Impulsmønstreanalyserne 27 og 28 er også forsynet med et tilbagesstillingsorgan, som styres af impulserne på impulskodemodulatoren 8's udgang 32 og på kobleren 36's udgang 38, hvilket tilbagesstillingsorgan er udformet som en afladningskreds, der er parallelforbundet med ladekondensatoren 57 og forsynet med en normalt blokeret transistor 64, der udløses, når der fremkommer en 1-impuls, og derved tilvejebringer en afladning af kondensatoren 57.

Hvis der fremkommer en serie på mindst fire successive 0-impulser på impulskodemodulatoren 8's udgang 32 og på kobleren 36's udgang 38, vil sammenligningstrinnet 60's referencespænding blive overskredet ved den fjerde 0-impuls, og sammenligningstrinnet 60 vil levere en spænding til impulsregeneratoren 63, hvilken spænding udløser impulsregeneratoren 63 for impulserne fra impulsgeneratorerne 7 og 18. Hver gang der fremkommer en 0-impuls fra impulskodemodulatoren 8, leverer impulsregeneratoren 63 en impuls med konstant varighed og amplitude til integrationsnetværkene 29 og 30, indtil ladekondensatoren 57 aflades gennem transistoren 64 ved en 1-impuls fra impulskodemodulatoren 8, således at spændingen over ladekondensatoren 57 bliver mindre end referencespændingen, og impulsregeneratoren 63 blokeres for impulser fra impulsgeneratorerne 7 og 18. Ved impulsmønstre på færre end fire successive 0-impulser eller ved impulsmønstre bestående af 1-impulser får ladekondensatoren 57's spænding ikke lejlighed til at overstige referencespændingen, således at impulsregeneratoren 63 forbliver blokeret for impulserne fra impulsgeneratorerne 7 og 18, og der leveres ingen impulser til integrationsnetværkene 29 og 30.

Impulsregeneratoren 36 vil følgelig per tidsenhed levere et antal impulser med konstant varighed og amplitude til integrationsnetværkene 29 og 30, hvilke impulseres antal svarer til antallet af impulsmønstre på fire successive 0-impulser, og deltamodulationsanlæggets dynamikregulering tilvejebringes da på den i forbin-

delse med figurerne 1 og 2 beskrevne måde. Om end også dette anlæg i vidt omfang er uafhængigt af optrædende komponenttolerancer, skal der i dette anlæg ofres en vis opmærksomhed på indstillingen af referencespændingen, nemlig således, at referencespændingen overskrides mellem tre og fire successive 0-impulser.

Med henblik på hurtigt at kunne følge pludselige dynamikreguleringsvariationer har det vist sig at være fordelagtigt at indbygge en forstærker 65, som har en eksponentielt varierende forstærkningskarakteristik, mellem integrationsnetværkene 29 og 30 og amplitudemodulatorerne henholdsvis 23, 34 og 24, 40.

Figurerne 7 og 8 viser modifikationer af de i det foranstående beskrevne deltamodulationssendere og deltamodulationsmodtagere. Til hinanden svarende elementer er forsynet med de samme henvisningsbetegnelser.

Medens impulsmønsteranalysatorerne 27 og 28 i de i det foranstående beskrevne anlæg kun leverer en udgangsimpuls, hvis der successivt fremkommer et antal 1-impulser eller 0-impulser på en af udgangene på impulskodemodulatoren 8 eller på kobleren 36 til frembringelse af den til dynamikregulering tjenende reguleringspænding, f.eks. hvis der fremkommer fire successive 1-impulser eller 0-impulser i de i figurerne 1 og 2 viste udførelsesformer, anvendes der andre impulsmønstre til dynamikreguleringen i de i figurerne 7 og 8 viste udførelsesformer, hvilke impulsmønstre svarer til et stort øjeblikkeligt modulationaindeks. I de i figurerne 7 og 8 viste udførelsesformer bliver navnlig successive impulsmønstre med en varighed på seks successive impulser fra impulsgeneratorerne 7 og 18 analyseret i impulsmønsteranalysatorerne 27 og 28, hvorhos impulsmønsteranalysatorerne 27 og 28 kun leverer en udgangsimpuls for impulsmønstre, som inden for den nævnte varighed forårsager en amplitudevariation på mindst fire trin i sammenligningssignalet i integrationsnetværkene 6 og 19.

Denne betingelse opfyldes kun af et begrænset antal af de 2^6 forskellige konfigurationer inden for denne varighed på seks successive impulser fra impulsgeneratorerne 7 og 18, nemlig af impulsmønstrene med seks og med fem ens impulser, delvis af impulsmønstre med fire ens impulser og ikke af impulsmønstre med tre ens impulser. F.eks. opfylder impulsmønstret 111100 denne betingelse, idet sammenligningssignalet varierer med fire trin som følge af den successive fremkomst af fire 1-impulser, men ikke impulsmønstret 101110, idet sammenligningssignalet i dette tilfælde kun varierer med maksimalt tre trin.

Det viser sig således, at kun de følgende impulsmønsterkonfigurationer ud af de 26 forskellige impulsmønsterkonfigurationer opfylder de stillede betingelser, idet de komplementære impulsmønsterkonfigurationer A og B er vist side om side.

A	B
1 1 1 1 1 1	0 0 0 0 0 0
1 1 1 1 1 0	0 0 0 0 0 1
1 1 1 1 0 1	0 0 0 0 1 0
1 1 1 0 1 1	0 0 0 1 0 0
1 1 0 1 1 1	0 0 1 0 0 0
1 0 1 1 1 1	0 1 0 0 0 0
0 1 1 1 1 1	1 0 0 0 0 0
1 1 1 1 0 0	0 0 0 0 1 1
0 1 1 1 1 0	1 0 0 0 0 1
0 0 1 1 1 1	1 1 0 0 0 0

Ved fremkomsten af hver af de ved A og B angivne impulskonfigurationer leverer impulsmønsteranalysatorerne 27 og 28 en udgangsimpuls, der til dynamikregulering leveres til integrationsnetværkene 29 og 30. I deres udformning består impulsmønsteranalysatorerne 27 og 28 af et skifteregister, som fødes med udgangsimpulserne fra impulskodemodulatoren 8, og som er forsynet med seks skifteregisterelementer 66 - 71 i form af bistabile triggere med to komplementære udgange, hvorhos indholdet af skifteregisterelementerne 66-70 forskydes ved hjælp af impulserne fra impulsgeneratorerne 7 og 18.

Endvidere indeholder impulsmønsteranalysatorerne 27 og 28 ti selektionsportkredse i form af OG-portkredse 72-81, som på den i figurerne 7 og 8 viste måde er forbundet med de komplementære udgange på skifteregisterelementerne 66-71, og en selektionsportkreds i form af en ELLER-portkreds 82, som er forbundet med alle udgangene på OG-portkredsene, hvilken ELLER-portkreds er forbundet med integrationsnetværkene 29 og 30 gennem en impulsregenerator 83, som styres af impulsgeneratorerne 7 og 18.

Som det let kan verificeres, opnås det som følge af de i figuren viste forbindelser mellem udgangene på skifteregisterelementerne 66-71 og OG-portkredsene 72-81, at mindst en af OG-portkredsene 72-81 ved fremkomst af en af de ved A og B angivne impulskonfigurationer leverer en impuls til ELLER-portkredsen 82, således at der gennem ELLER-portkredsen 82 leveres en impuls med konstant varighed og amplitude til integrationsnetværkene 29 og 30 ved hjælp af impulsregeneratoren 83. I impulsmønstret 111100 i den ved A angivne serie af impulsmønsterkonfigurationer vil der eksempelvis fremkomme 1-impulser og 0-impulser i denne rækkefølge på + udgangen på skifteregisterelementerne 66-71, og dermed en 1-impuls på alle indgange på OG-portkredsen 76, som følge af hvilket der af OG-portkredsen 76 leveres en impuls, som gennem ELLER-portkredsen 82 og impulsregeneratoren 83 tilføres integrationsnetværkene 29 og 30 med henblik på dynamikregulering. På den anden side vil der i impulsmønstret 101110 ikke blive

leveret ene 1-impulser til indgangene på nogen af de ti OG-portkredse 72-81, således at ingen af disse OG-portkredse 72-81 frembringer en impuls, og der leveres således heller ingen impuls gennem ELLER-portkredsen 82 til integrationsnetværkene 29 og 30 hvilket også skulle være tilfældet, idet impulsmønstret 101110 ikke forekommer i impulskonfigurationerne A og B.

Dynamikreguleringsspændingen opbygges på den måde, som allerede er beskrevet i forbindelse med de forudgående figurer, ud fra de impulsmønstre, som karakteriserer et stort øjeblikkeligt modulationsindeks inden for det begrænsede tidsinterval på seks successive impulser, ved hjælp af impulsmønsteranalysatorerne 27 og 28 og integrationsnetværkene 29 og 30, og også i dette tilfælde opnås der en særlig effektiv dynamikregulering i et overføringsanlæg til deltamodulation af kontinuerligt varierende signaler, hvilket således svarer til et maksimalt forhold mellem signalet og kvantiseringsstøjen.

I dette anlæg udnyttes impulsmønstrenes finstruktur i det begrænsede analyseringstidsinterval, og impulsmønsteranalysatorerne 27 og 28 af den angivne type muliggør analysering af et vilkårligt ønsket impulsmønster, således at der opnås en stor frihedsgrad ved indstillingen af dynamikreguleringskarakteristikken, hvilket under visse omstændigheder kan være særlig fordelagtigt. Det viser sig således, at der til deltamodulationsoverføring ved lave impulsfrekvenser, f.eks. 20 kHz eller mindre, kan opnås gunstige resultater ved anvendelse af sådanne impulsmønsteranalysatorer 27 og 28, som er indrettet til at analysere impulsmønstre i et tidsrum på fem successive impulser fra impulsgeneratorerne 7 og 18, hvilke impulsmønstre har en konfiguration som angivet ved C og D i det nedenstående.

C	D
1 1 1 1 1	0 0 0 0 0
1 1 1 1 0	0 0 0 0 1
1 1 1 0 0	0 0 0 1 1
1 1 0 0 0	0 0 1 1 1
1 0 0 0 0	0 1 1 1 1

Ved disse lave impulsfrekvenser repræsenterer impulsmønstrene 1 1 1 1 1 og 0 0 0 0 0 et maksimalt modulationsindeks, men dette gælder også for de tilbageværende impulsmønsterkonfigurationer, idet de sidstnævnte impulskonfigurationer fremkommer, hvis talesignalet's støjthed ændres fra en positiv værdi til en negativ værdi eller omvendt fra en negativ værdi til en positiv værdi i et talesignal, som skal overføres, med et stort eller maksimalt modulationsindeks inden for en varighed på fem successive impulser fra impulsgeneratorerne 7 og 18.

Der kan tilvejebringes en betydelig forenkling i dette i figurerne 7 og 8 viste anlæg, hvis man kun anvender en af de komplementære impulsmønsterkonfigurationer A og B henholdsvis C og D til dynamikreguleringen, og man kan, hvis man

eksempelvis til dynamikreguleringen i det i figurerne 7 og 8 viste anlæg kun anvender det ved A angivne impulsmønster, udelade OG-portkredsene 73, 75, 77, 79 og 81. I dette anlæg gøres der brug af den samme egenskab ved anlægget ifølge opfindelsen, som blev anvendt i forbindelse med figurerne 5 og 6, og som blev forklaret under henvisning til diagrammerne ved d, i og n i fig. 4, nemlig at antallet af impulser fra impulsmønstergeneratorerne 27 og 28 som følge af fremkomsten af impulsmønstre med en konfiguration A taget som middelværdi over et bestemt tidsrum er lig med antallet af impulser som følge af impulsmønstre svarende til de komplementære impulsmønsterkonfigurationer B.

Figurerne 9 og 10 viser yderligere udførelsesformer for en sender og en modtager ifølge opfindelsen, som med fordel kan anvendes ved lave impulsfrekvenser.

Senderen og modtageren i figurerne 9 og 10 afviger fra senderen og modtageren i figurerne 1 og 2 ved konstruktionen af reguleringsspændingsbalanceringsindretningen og af impulsmønsteranalysatorerne 27 og 28. Til undertrykkelse af den varierende jævnstrømskomponent, som ved modulation indføres i kredsløbet for den lokale modtager 5 og i den tilhørende modtager, bliver i senderen og i modtageren i figurerne 9 og 10 de impulser, som udgår fra de komplementære udgange 31, 32 og 37, 38 på impulskodemodulatoren 8 og på kobleren 36, efter impulsregeneration i impulsregeneratorerne 14, 33 og 17, 39 leveret direkte til en differensdanner 84, som er forbundet med en amplitudemodulator 85, der er udformet som en variabel modstand. Til en sådan amplitudemodulator 85 kan der eksempelvis med fordel gøres brug af en transistor af "MOST"-typen. Over differensdanneren 84 fremkommer der nemlig en serie af impulser med positive og negative polariteter, og amplituden af disse impulser vil variere med dynamikreguleringsspændingen ved modulation i amplitudemodulatoren 85. Nøjagtigt som i de tidligere beskrevne udførelsesformer undertrykkes reguleringsspændingens jævnstrømskomponent i serien af positive og negative impulser på amplitudemodulatoren 85's udgang således at der i de angivne udførelsesformer også sikres et maksimalt modulationsområde, hvorhos fremkomsten af fløjttoner og interferenstoner ved lave impulsfrekvenser undgås.

Som impulsmønsteranalysatorer 27 og 28 gøres der i disse udførelsesformer brug af de allerede i forbindelse med figurerne 1 og 2 beskrevne impulsmønsteranalysatorer 27 og 28 omfattende impulstælleren 42 og tilbagestillingsorganet 43, men i dette anlæg er impulstælleren 42 forbundet med integrationsnetværkene 29 og 30 gennem et skifteregister med tre skifteregisterelementer 86-88 og en selektionsportkreds i form af en ELLER-portkreds, som er forbundet med enderne af skifteregisterelementerne 86-88. Som det fremgår af figurerne 9 og 10 forskydes skifteregisterelementerne 86-88's indhold ved hjælp af impulsgeneratorerne 7 og 18.

Hvis der i de hidtil beskrevne anlæg fremkommer fire successive 1-impulser

eller 0-impulser på impulskodemodulatoren 8's udgang 32 og på kobleren 36's udgang 38, vil impulstælleren 42 frembringe en impuls, der dels leveres gennem ELLER-portkredsen 89 til integrationsnetværkene 29 og 30, dels leveres til skifteregisteret 86-88, hvilket skifteregister 86-88 ved de tre efterfølgende impulser fra impulsgeneratorerne 7 og 18 leverer tre andre impulser gennem ELLER-portkredsen 89 til integrationsnetværkene 29 og 30. Foruden udgangsimpulsen fra impulstælleren 42 leverer skifteregistret 86-88 således tre impulser med en varighed, som er lig med tidsafstanden for impulserne fra impulsgeneratorerne 7 og 18, til integrationsnetværkene 29 og 30, således at der opnås en relativ forøgelse af dynamikreguleringsspændingen.

Navnlig ved lave impulsfrekvenser, f.eks. 20 kHz, viser denne relative forøgelse af dynamikreguleringsspændingen sig at være særlig fordelagtig, hvilket må tilskrives det lille antal impulser fra impulsgeneratorerne 7 og 18, som fremkommer per periode af de høje signalfrekvenser, idet der som følge af det ringe antal impulser ikke er tilstrækkelig tid til opbygning af den tilhørende dynamikreguleringsspænding i integrationsnetværkene 29 og 30. Ved eksperimenter har det vist sig, at der i dette anlæg virkeligt opnås en forbedring af overføringskvaliteten ved de nævnte lave impulsfrekvenser på 20 kHz, hvilket navnlig var mærkbart ved højfrekvente signaler, f.eks. 3000 Hz, og stor amplitude, som skulle overføres.

Figurerne 11 og 12 viser yderligere udførelsesformer for en sender og en modtager ifølge opfindelsen, hvor integrationsnetværkene 29 og 30 til frembringelse af dynamikreguleringsspændingen er opbygget i digitalteknik, medens de anvendte impulsmønsteranalysatorer 27 og 28 er tilpasset efter den digitale udformning af integrationsnetværkene 29 og 30.

Til det formål er impulsgeneratorerne 7 og 18 i dette anlæg forbundet med en impulstæller 90 i form af en ringtæller, som tæller op til fire og er forsynet med to kaskadekoblede bistabile triggere 91, 92, der er udformet som 2:1-delere, og en selektionsportkreds, som udgøres af en OG-portkreds 93, hvis indgang får tilført den bistabile trigger 92's indgangs- og udgangsspændinger, hvorhos udgangsimpulserne afledes fra udgangen på OG-portkredsen 93. Endvidere er et med impulsregeneratorerne 31 og 39 forbundet tilbagestillingsorgan 94 forbundet med de bistabile triggere 91, 92, hvilket tilbagestillingsorgan er opbygget på samme måde som tilbagestillingsorganet 43 i figurerne 1 og 2, hvorhos tilbagestillingsorganet 94 navnlig i rækkefølge indeholder en bistabil trigger 95, som styres af impulsgeneratorerne 7 og 18, et differentiationsnetværk 96 og en ensretter 97, som er forbundet med de bistabile triggere 91 og 92. I fravær af tilbagestillingsimpulser fra tilbagestillingsorganet 94 vil impulstælleren 90 således levere en impuls ved hver fjerde impuls fra impulsgeneratorerne 7 og 18 gennem ELLER-portkredsen 93, medens impulstælleren 90

bringes tilbage til begyndelsestilstanden, når der fremkommer en tilbagestillingsimpuls fra tilbagestillingsorganet 94.

Det i figurerne 11 og 12 viste anlæg har endvidere en anden ringtæller 98, som er forbundet med impulsgeneratoren 7, og som er opbygget på samme måde som den allerede beskrevne ringtæller 90, men som tæller op til et større antal impulser, f.eks. 16 impulser, hvorhos der til denne ringtæller 98 leveres tilbagestillingsimpulser, som er afledet fra impulstælleren 90's ELLER-portkreds 93. I denne impulstæller 98 vil der blive frembragt en udgangsimpuls i fravær af tilbagestillingsimpulser fra ELLER-portkredsen 93 efter hver 16 impulser fra impulsgeneratorerne 7 og 18, hvorhos impulstælleren 98 bringes tilbage til begyndelsestilstanden som følge af en tilbagestillingsimpuls fra ELLER-portkredsen 93.

De to impulstællere 90 og 98 styrer integrationsnetværket, der er udført i digitalteknik i form af en tæller 99, der er udformet som en binær tæller med n tællestillinger, som kan tælle op eller ned, f.eks. som beskrevet i Millman and Taub, Pulse, Digital and Switching Waveforms, Mc. Graw Hill, 1965, side 671, hvor hver tælleenhed gennem på passende måde dimensionerede modstande 100, 101 og 102 er forbundet med en udgangsmodstand 103, hvorhos dynamikreguleringsspændingen til amplitudemodulatoren 85 aftages fra udgangsmodstanden 103. Binærtælleren 99 er udformet på en sådan måde, at slutstillingen og begyndelsesstillingen ikke kan overskrides under henholdsvis optælling og nedtælling.

I dette anlæg vil binærtælleren 99 begynde at tælle op som følge af impulser fra ELLER-portkredsen 93, medens den tæller ned som følge af impulser fra tælleren 98. Hvis det eksempelvis antages, at den modstanden 101 tilknyttede tælleenhed er aktiv på et givet tidspunkt, vil en spænding, der fungerer som en dynamikreguleringsspænding, blive tilført gennem denne modstand 101 til udgangsmodstanden 103, hvoraf værdien af forholdet mellem modstanden 101 og udgangsmodstanden 103 bestemmes.

Hvis modstandene 100, 101-102, som er forbundet med tælleren 99's tælleenheder, i kombination med udgangsmodstanden 103 er dimensioneret på passende måde, viser det sig, at der også i dette anlæg kan opnås en særlig effektiv dynamikregulering ved et maksimalt modulationsområde.

Foruden de i det foranstående beskrevne udførelsesformer for anlægget ifølge opfindelsen er også yderligere udførelsesformer mulige, idet der eksempelvis kan anvendes impulstællere og tilbagestillingsorganer af andre typer som impulsmønsteranalysatorer 27 og 28. Det er altid karakteristisk for alle disse udførelsesformer, at impulsmønsteranalysatorerne 27 og 28 successivt analyserer konfigurationen af de impulsmønstre, som dannes af udgangsimpulserne fra impulskodemodulatoren 8 inden for et fast og begrænset tidsinterval på mindst tre successive impulser fra impulsgeneratorerne 7 og 18, og at der frembringes en impulsfor-

met udgangsspænding, når der fremkommer forudbestemte impulsmønstre, som svarer til et stort modulationsindeks inden for det nævnte faste tidsinterval, hvilken impulsformede udgangsspænding leveres til integrationsnetværkene 29 og 30 til frembringelse af dynamikreguleringsspændingen. Som det er beskrevet i det foranstående og forklaret under henvisning til de ved a-p i fig. 4 viste tidsdiagrammer opnås der en reguleringsspænding, som tjener til dynamikregulering og til nøjagtig fuld udstyring af deltamodulationsanlægget, ved hjælp af impulsmønstreanalyserne 27 og 28 og de efterfølgende integrationsnetværk 29 og 30 med det resultat, at signal/støj-forholdet mellem signalet og kvantiseringsstøjen holdes på en maksimal værdi. Sammen med denne særlig effektive dynamikregulering for kontinuerligt varierende signaler, hvorved der samtidigt opnås et maksimalt modulationsområde, udmærker anlægget sig endvidere ved større anvendelsesmuligheder, en gunstig ufølsomhed over for interferens, ingen indvirkning på reproducerbarheden hidrørende fra komponenttolerancer, hvorhos dette anlæg er særlig velegnet til udformning i digitalteknik og faststofintegration.

Inden for opfindelsens rammer kan dynamikreguleringen alternativt også tilvejebringes på en anden måde end ved hjælp af amplitudemodulatorer. De signaler, som skal udsendes ved senderenden, og de signaler, som genudvindes ved modtagerenden, kan eksempelvis leveres til et dynamikreguleringsorgan i form af et variabelt dæmpningsnetværk, en transistor eller et rør med variabel stejlhed, som styres af udgangsspændingen fra impulsmønstreanalyserne 27, 28 og efterfølgende integrationsnetværk 29 og 30. I anlæg af denne type er det fordelagtigt at udforme dynamikreguleringsindretningen i digitalteknik, navnlig på den måde, som er vist i fig. 13.

Fig. 13 viser en yderligere udførelsesform for en sender ifølge opfindelsen, hvor elementer svarende til de i fig. 1 viste er forsynet med de samme henvisningsbetegnelser.

Dette anlæg er på den i det foranstående beskrevne måde forsynet med en impulsmønstreanalysator 27 og et efterfølgende integrationsnetværk 29, som er forbundet med impulskodemodulatoren 8's udgang til frembringelse af dynamikreguleringsspændingen til dynamikregulering af de signaler, som skal overføres, i et dynamikreguleringsorgan. Til det formål anvendes der i den viste udførelsesform en impulsbreddemodulator 104, som styres af de signaler, der skal overføres, og af dynamikreguleringsspændingen, og som efterfølges af en impulsbreddemodulator 105, fra hvis udgang de dynamikregulerede signaler aftages, hvilke signaler leveres til differensdanneren 4 med henblik på viderebehandling i deltamodulations-senderen.

Til det formål er impulsgeneratoren 7 i dette anlæg forbundet med en amplitudemodulator 106, som på den måde, der er beskrevet i det foranstående, får tilført integrationsnetværket 29's udgangsspænding og en referencespænding, hvorhos der på amplitudemodulatoren 106's udgang findes en dæmpet kreds 107, der er

afstemt til en betydeligt lavere frekvens end frekvensen af impulserne fra impuls-generatoren 7. På amplitudemodulatoren 106's udgang frembringes der impulser, som varierer med integrationsnetværkets reguleringsspænding, og en med denne reguleringsspænding varierende savtakspænding frembringes ved integration i den dæmpede kreds 107, hvilken savtakformede spænding leveres til en dobbeltsidet begrænser 108 sammen med de signaler, som skal overføres, til frembringelse af breddemodulerede impulser. Efter demodulation i impulsbreddedemulatoren 105, der eksempelvis udgøres af et lavpasfilter 109 med en afskæringsfrekvens på 4 kHz og en efterfølgende eksempleringskreds 110, som styres af impulsgeneratoren 7, opnås der impulser, hvis amplituder varierer med de dynamikregulerede signaler, hvilke impulser leveres til differensdanneren 4 med henblik på viderebehandling i deltamodulationssenderen.

Til genudvinding af de overførte signaler kan der anvendes en modtager af den i figurerne 2, 6, 8, 10 og 12 viste type, i hvilken impulsmønsteranalysatoren 28 skal være udformet på samme måde som impulsmønsteranalysatoren 27 i den i fig. 13 viste sender.

Det skal i den forbindelse bemærkes, at det i den i fig. 13 viste sender ikke er nødvendigt at anvende en reguleringsspændingsbalanceringsindretning, idet der ikke indføres nogen varierende jævnstrømskomponent som følge af modulation i lokalmodtageren 5 i deltamodulationssenderen. Ligeledes er det ikke nødvendigt at anvende en reguleringsspændingsbalanceringsindretning i den tilhørende modtager i tilfælde af taleoverføring.

Det skal endvidere bemærkes, at reguleringsspændingsbalanceringsindretningen alternativt kan være udformet på anden måde. Man kan f.eks. aflede impulser med forskellige polariteter direkte fra udgangene 31, 32 og 37, 38 på impulskodemodulatoren 8 med en skiftekontakt og på kobleren 36, således at disse impulser til undertrykkelse af den varierende jævnstrømskomponent i dette tilfælde skal leveres til en additionskobling. Både i denne modifikation og i de i figurerne viste udførelsesformer skal impulserne på udgangene 31, 32 og 37, 38 af impulskodemodulatoren 8 og af kobleren 36 imidlertid kunne kombineres i et kombinationsorgan. De to impulsserier på udgangene 37, 38 kan alternativt overføres samtidigt, i hvilket tilfælde kobleren 36 med en skiftekontakt kan udelades ved modtagerenden.

I stedet for en impulsamplitudemodulator kan der til dynamikreguleringen alternativt anvendes en impulsbreddemodulator eller en kombination af de to modulortyper.

P A T E N T K R A V

1. Anlæg til overføring af signaler ved deltamodulation, hvor senderen har en impulskodemodulator, som er forbundet med en impulsgenerator, og hvor impulskodemodulatoren deltamodulerede udgangsimpulser overføres til den med senderen samvirkende modtager og også leveres til et sammenligningsorgan omfattende en lokalmodtager med et første integrationsnetværk til frembringelse af et sammenligningssignal, der sammen med de signaler, som skal overføres, leveres til en differensdanner til frembringelse af et differenssignal, som styrer impulskodemodulatoren, hvorhos både senderen og modtageren er forsynet med et dynamikreguleringsanlæg indeholdende et dynamikreguleringsorgan, som styres af en kontinuerligt varierende dynamikreguleringsspænding fra en dynamikreguleringsspændingsgenerator, k e n d e t e g n e t ved, at dynamikreguleringsspændingsgeneratoren omfatter en impulsmønstreanalysator, som får tilført de deltamodulerede udgangsimpulser fra impulskodemodulatoren, og som successivt analyserer det øjeblikkelige modulationsindeks af impulsmønstre, som dannes af de deltamodulerede udgangsimpulser, hvilke impulsmønstre omfatter mindst tre successive deltamodulerede udgangsimpulser, hvorhos impulsmønstreanalysatoren frembringer en udgangsimpuls ved fremkomsten af hvert impulsmønster svarende til et øjeblikkeligt modulationsindeks, som overstiger en forudbestemt værdi, og hvor impulsmønstreanalysatorens udgangsimpulser leveres til et andet integrationsnetværk til frembringelse af dynamikreguleringsspændingen.

2. Sender til anvendelse i et overføringsanlæg ifølge krav 1 med en impulskodemodulator, som er forbundet med en impulsgenerator, hvilken impulskodemodulators udgangsimpulser overføres til den tilhørende modtager og ligeledes leveres til et sammenligningsorgan omfattende en lokalmodtager, som er forsynet med et integrationsnetværk til frembringelse af et sammenligningssignal, som sammen med de signaler der skal overføres, leveres til en differensdanner til frembringelse af et differenssignal, som styrer impulskodemodulatoren, hvilken sender desuden er forsynet med et dynamikreguleringsanlæg omfattende et dynamikreguleringsorgan, som styres af en kontinuerligt varierende dynamikreguleringsspænding fra en dynamikreguleringsspændingsgenerator, k e n d e t e g n e t ved, at den i lokalmodtageren beliggende dynamikreguleringsspændingsgenerator omfatter en impulsmønstreanalysator, som får tilført udgangsimpulserne fra impulskodemodulatoren, hvilken analysator successivt analyserer sammensætningen af impulsmønstre, som dannes af udgangsimpulserne fra impulskodemodulatoren, hvilke impulsmønstre omfatter mindst tre successive deltamodulerede udgangsimpulser, hvorhos impulsmønstreanalysatoren frembringer en udgangsimpuls ved fremkomsten af hvert impulsmønster svarende til et øjeblikkeligt modulationsindeks, som overstiger en forudbestemt værdi, og hvor impulsmønstreanalysatorens udgangsimpulser leveres til et andet integra-

tionsnetværk til frembringelse af dynamikreguleringsspændingen.

3. Sender ifølge krav 2, *k e n d e t e g n e t* ved, at en regulerings-spændingsbalanceringsindretning er optaget i det kredsløb, som udgøres af impuls-kodemodulatoren og sammenligningskredsen, som er forsynet med lokalmotageren, hvilken reguleringsspændingsbalanceringsindretning undertrykker den varierende jævnstrømskomponent, som indføres i sammenligningskredsen af impulsmønstreanalyseren.

4. Sender ifølge krav 3, *k e n d e t e g n e t* ved, at impulskodemodulatoren udgør en del af reguleringsspændingsbalanceringsindretningen og er forsynet med to udgange, som udgøres af en skiftekontakt, hvorhos der aftages komplementære impulsserier fra impulskodemodulatoren to udgange.

5. Sender ifølge krav 2, *k e n d e t e g n e t* ved, at udgangssignalet fra integrationsnetværket, som er forbundet med udgangen på impulsmønstreanalyseren, sammen med de signaler, der skal overføres, styrer en impulsbreddemodulator, som efterfølges af en impulsbreddedemodulator, hvis udgangssignal sammen med sammenligningssignalet leveres til impulskodemodulatoren.

6. Modtager til anvendelse i et overføringsanlæg ifølge krav 1 og i forbindelse med en sender ifølge et eller flere af kravene 2-5, omfattende et integrationsnetværk, som får tilført de overførte impulser fra impulskodemodulatoren, samt en impulsgenerator og et dynamikreguleringsanlæg indeholdende et dynamikreguleringsorgan, som styres af en kontinuerligt varierende dynamikregulerings-spænding fra en dynamikreguleringsspændingsgenerator, *k e n d e t e g n e t* ved, at dynamikreguleringsspændingsgeneratoren omfatter en impulsmønstreanalyser, som får tilført udgangsimpulserne fra impulskodemodulatoren, hvilken analyser successivt analyserer sammensætningen af impulsmønstre, som dannes af udgangsimpulserne fra impulskodemodulatoren, hvilke impulsmønstre omfatter mindst tre successive deltamodulerede udgangsimpulser, hvorhos impulsmønstreanalyseren frembringer en udgangsimpuls ved fremkomsten af hvert impulsmønster svarende til et øjeblikkeligt modulationsindeks, som overstiger en forudbestemt værdi, og hvor impulsmønstreanalyserens udgangsimpulser leveres til et andet integrationsnetværk til frembringelse af dynamikreguleringsspændingen.

7. Modtager ifølge krav 6, *k e n d e t e g n e t* ved, at integrationsnetværket på impulsmønstreanalyserens udgang udgøres af en sektion, hvis afskærringsfrekvens er af samme størrelsesorden som de lave frekvenser af modulationsindeksvariationerne.

8. Modtager ifølge krav 7, k e n d e t e g n e t ved, at integrationsnetværket indeholder en anden sektion, som er kaskadekoblet med den førstnævnte sektion, hvilken anden sektionens afskæringsfrekvens er højere end afskæringsfrekvensen for den første sektion.

9. Modtager ifølge et eller flere af kravene 6-8, k e n d e t e g n e t ved, at impulsmønsteranalysatorens udgang indeholder en impulsregenerator, som styres af impulserne fra impulsgeneratoren og leverer impulser med konstant bredde og amplitude.

10. Modtager ifølge et eller flere af kravene 6-9, k e n d e t e g n e t ved, at udgangsspændingen fra integrationsnetværket, som er forbundet med impulsmønsteranalysatoren, sammen med en konstant referencespænding leveres til en impulsamplitudemodulator, som også får tilført udgangsimpulserne fra impulskodemodulatoren.

11. Modtager ifølge krav 10, k e n d e t e g n e t ved, at integrationsnetværket til frembringelse af dynamikreguleringsspændingen efterfølges af en forstærker med en eksponentiel forstærkningskarakteristik.

12. Modtager ifølge et eller flere af kravene 6-11, k e n d e t e g n e t ved, at modtageren er forsynet med en reguleringsspændingsbalanceringsindretning, som undertrykker den varierende jævnstrømskomponent, der indføres af impulsmønsteranalysatoren.

13. Modtager ifølge krav 12, k e n d e t e g n e t ved, at reguleringsspændingsbalanceringsindretningen indeholder en kobler, som styres af de modtagne impulser og har to udgange, der er udformet som skiftekontakter, fra hvilke udgange der aftages komplementære impulsserier.

14. Modtager ifølge krav 13, k e n d e t e g n e t ved, at de to som skiftekontakter udformede udgange på den af de modtagne impulser styrede kobler er ført til et kombinationsorgan til frembringelse af en impulsserie bestående af impulser med forskellig polaritet, hvilken impulsserie leveres til en amplitudemodulator, der fungerer som en variabel modstand, hvilken amplitudemodulator styres af impulsmønsteranalysatoren.

15. Modtager ifølge krav 13, k e n d e t e g n e t ved, at udgangene på de to som skiftekontakter udformede udgange på den af de modtagne impulser styrede kobler hver er ført til en amplitudemodulator, som styres af impulsmønsteranalysatoren, hvorhos modulatorens udgangsspændinger kombineres til frembringelse af en impulsserie bestående af impulser med forskellig polaritet.

16. Modtager ifølge et eller flere af kravene 6-15, k e n d e t e g n e t ved, at impulsmønsteranalysatoren udgøres af en impulstæller og af et tilbagestillingsorgan, som får tilført udgangsimpulserne fra impulskodemodulatoren, hvorhos tilbagestillingsorganet leverer tilbagestillingsimpulser til impulstælleren.

17. Modtager ifølge krav 16, k e n d e t e g n e t ved, at impulstælleren er forsynet med en OG-portkreds, som er forbundet med impulsgeneratoren, og med en anden OG-portkreds, hvis udgang leverer impulstælleren's udgangsimpulser og gennem en inverter er forbundet med indgangen på den førstnævnte OG-portkreds, mellem hvilke to OG-portkredse der findes bistabile triggere, der fungerer som 2:1-delere, hvorhos indgangen og udgangen på den sidste bistabile trigger er forbundet med den anden OG-portkreds.

18. Modtager ifølge krav 16, k e n d e t e g n e t ved, at impulstælleren indeholder en ladningskondensator, som oplades af en konstant fødespændingskilde, samt et sammenligningstrin til sammenligning af ladekondensatorens spænding med en konstant referencespænding.

19. Modtager ifølge et eller flere af kravene 16-18, k e n d e t e g n e t ved, at tilbagestillingsorganet har en bistabil trigger, som styres af impulserne fra impulskodemodulatoren og fra impulsgeneratoren, hvilken trigger omstyres fra den ene ligevægtstilstand til den anden ligevægtstilstand ved en forstyrrelse af den kontinuerlige fremkomst af ens impulser fra impulskodemodulatoren, hvilken trigger efterfølges af et differentiationsnetværk og en tofaset ensretter.

20. Modtager ifølge et eller flere af kravene 16-18, k e n d e t e g n e t ved, at tilbagestillingsorganet består af en normalt blokeret transistor, som styres af udgangsimpulserne fra impulskodemodulatoren, hvilken transistor kun udløses af et af impulselementerne på impulskodemodulatorens udgang.

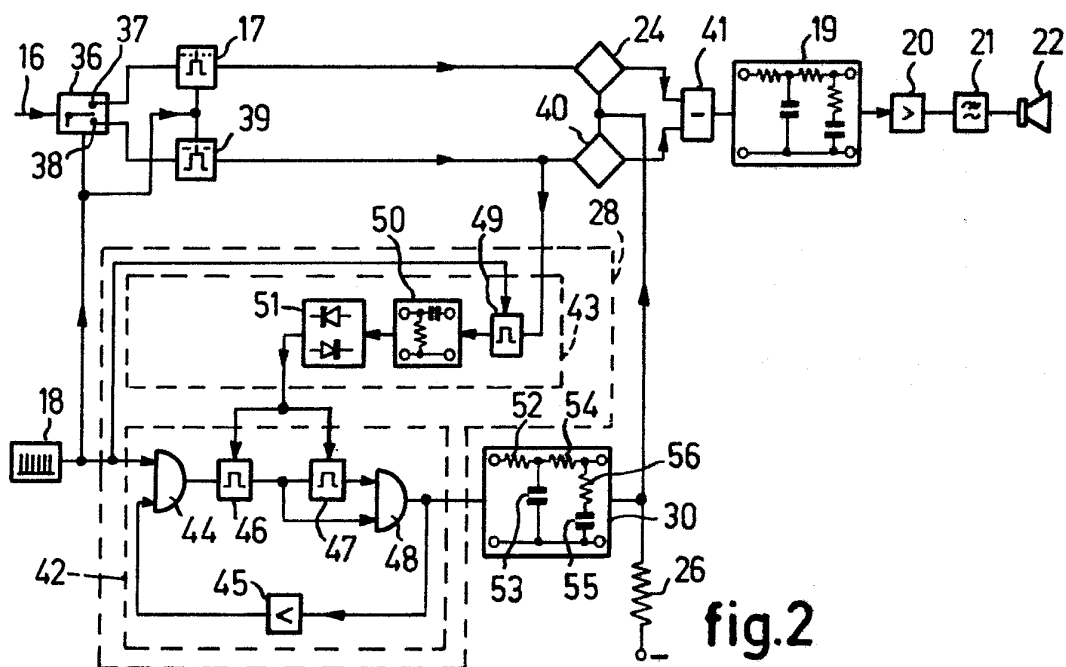
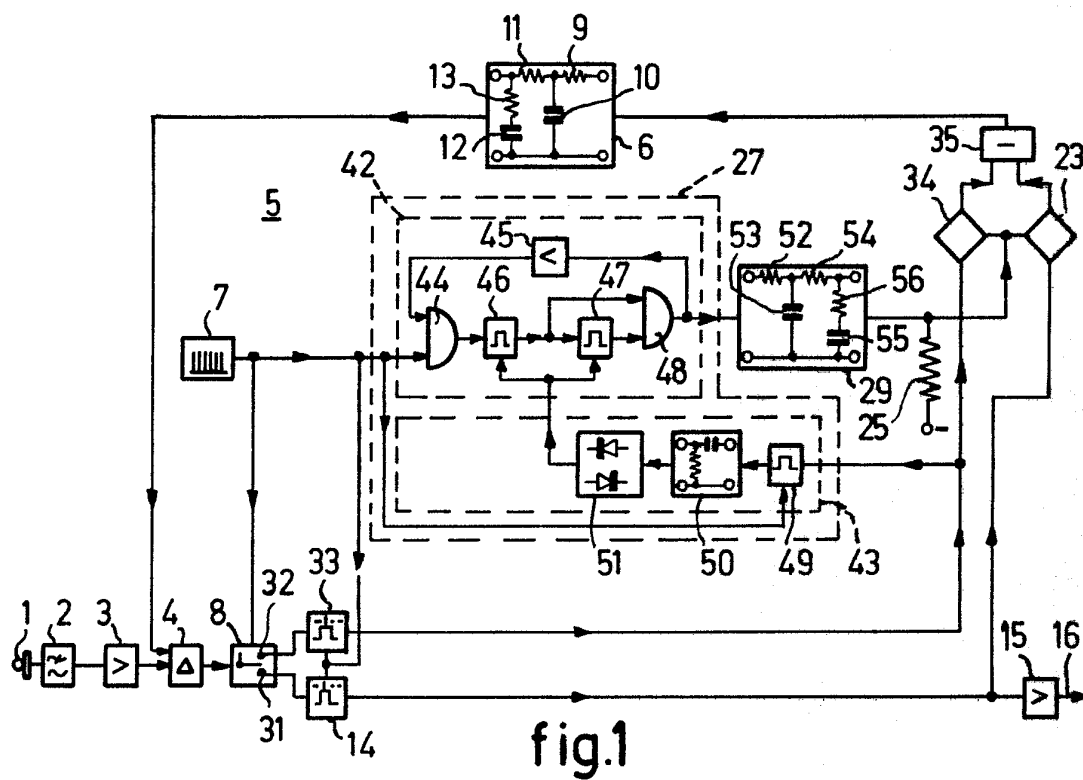
21. Modtager ifølge et eller flere af kravene 6-15, k e n d e t e g n e t ved, at impulsmønsteranalysatoren består af et skifteregister, som får tilført udgangsimpulserne fra impulskodemodulatoren, og som har et antal skifteregisterelementer, hvis indhold forskydes ved hjælp af impulser fra impulsgeneratoren, hvilke skifteregisterelementers ender er forbundet med OG-portkredse, hvorhos OG-portkredsenes udgange er forbundet gennem en ELLER-portkreds med det andet integrationsnetværk.

22. Modtager ifølge krav 21, i hvilken skifteregisterelementerne har komplementære udgange, k e n d e t e g n e t ved, at skifteregisterelementernes komplementære udgange er forbundet med separate OG-portkredse.

23. Modtager ifølge et eller flere af kravene 6-22, k e n d e t e g n e t ved, at udgangsimpulserne fra impulskodemodulatoren leveres til et skifteregister med mindst et skifteregisterelement, hvis indhold forskydes ved hjælp af impulserne fra impulsgeneratoren, hvorhos skifteregisterelementets ender gennem en ELLER-portkreds er forbundet med det andet integrationsnetværk til frembringelse af dynamikreguleringsspændingen.

24. Modtager ifølge krav 16, k e n d e t e g n e t ved, at den som ringtæller udformede impulstæller er forbundet med impulsgeneratoren, og at impulsmønsteranalysatoren indeholder en anden ringtæller, som er forbundet med impulsgeneratoren, hvilken ringtæller styres ved hjælp af tilbagestillingsimpulser, som udgår fra udgangen på den førstnævnte impulstæller, hvilken impulsmønsteranalysator endvidere har en tredje tæller med et antal tælleelementer, hvorhos udgangsimpulserne fra den førstnævnte ringtæller og fra den anden ringtæller forårsager, at den tredje tæller tæller henholdsvis op og ned, hvilken tredje tællers tællelementer gennem modstande er forbundet med en udgangsmodstand, hvorfra dynamikreguleringsspændingen aftages.

Fremdragne publikationer:



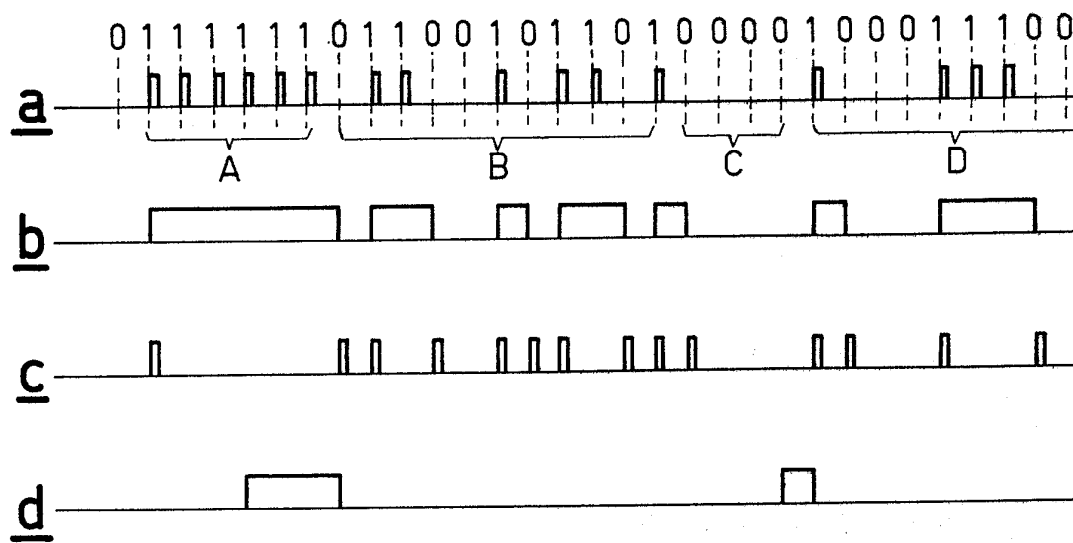


fig.3

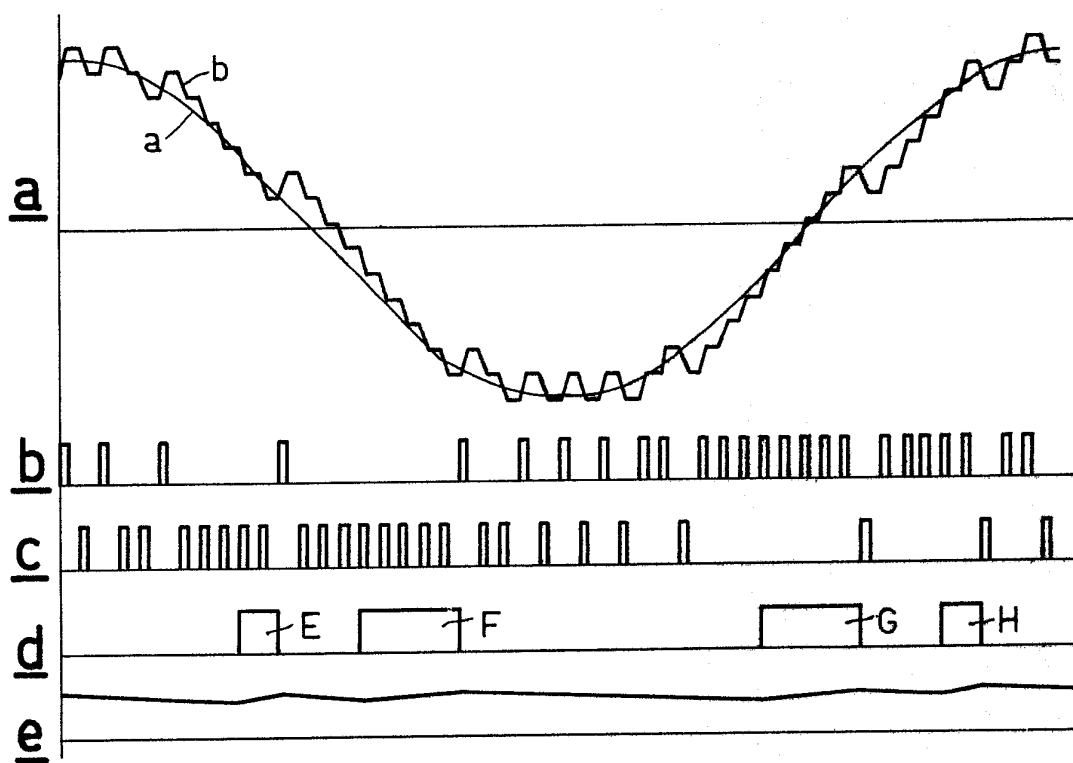


fig.4

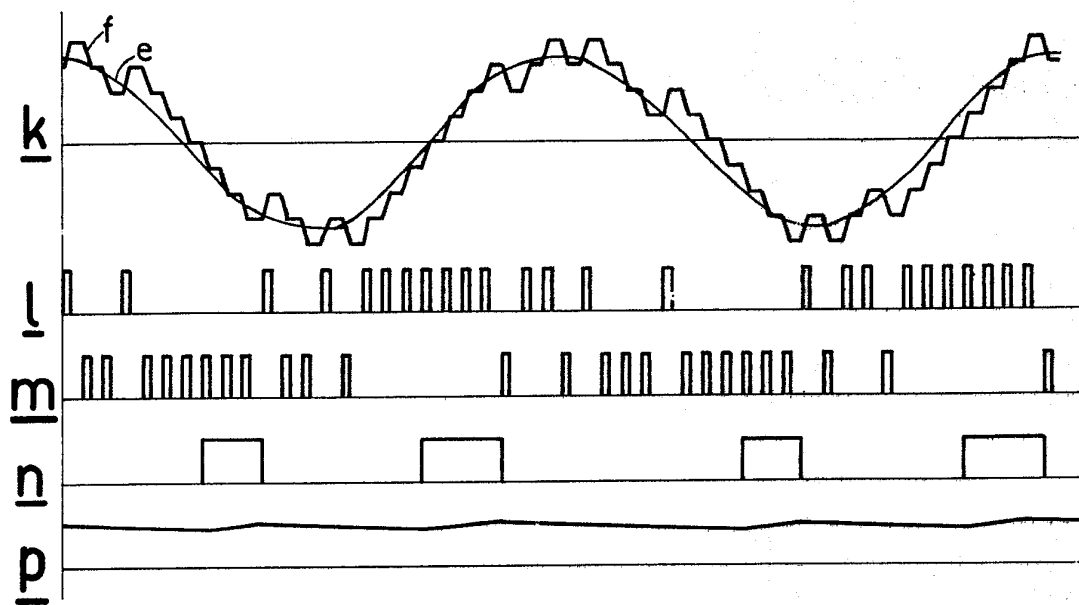
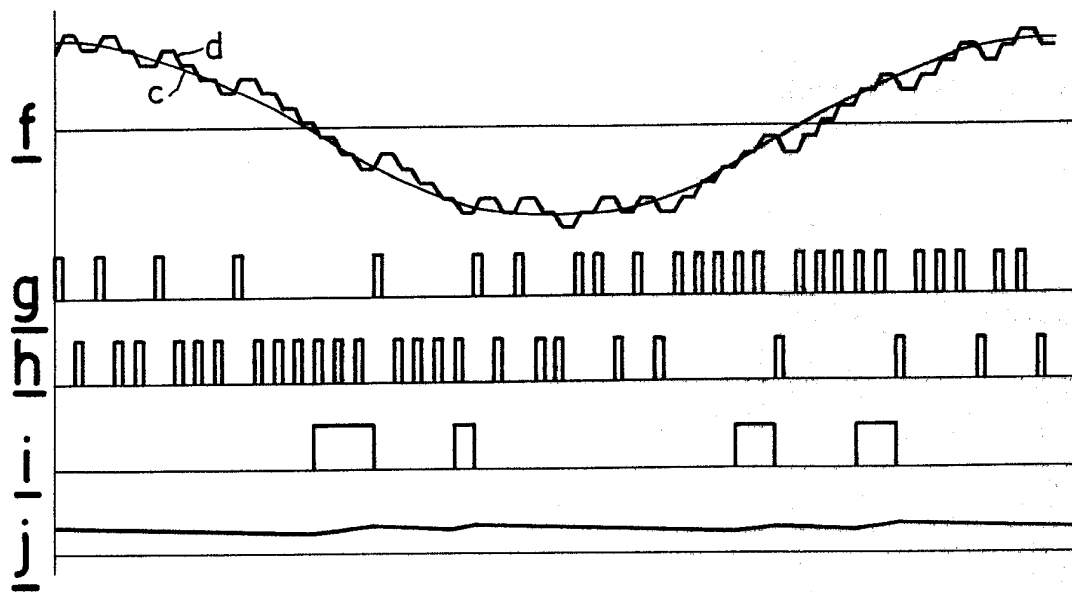


fig.4

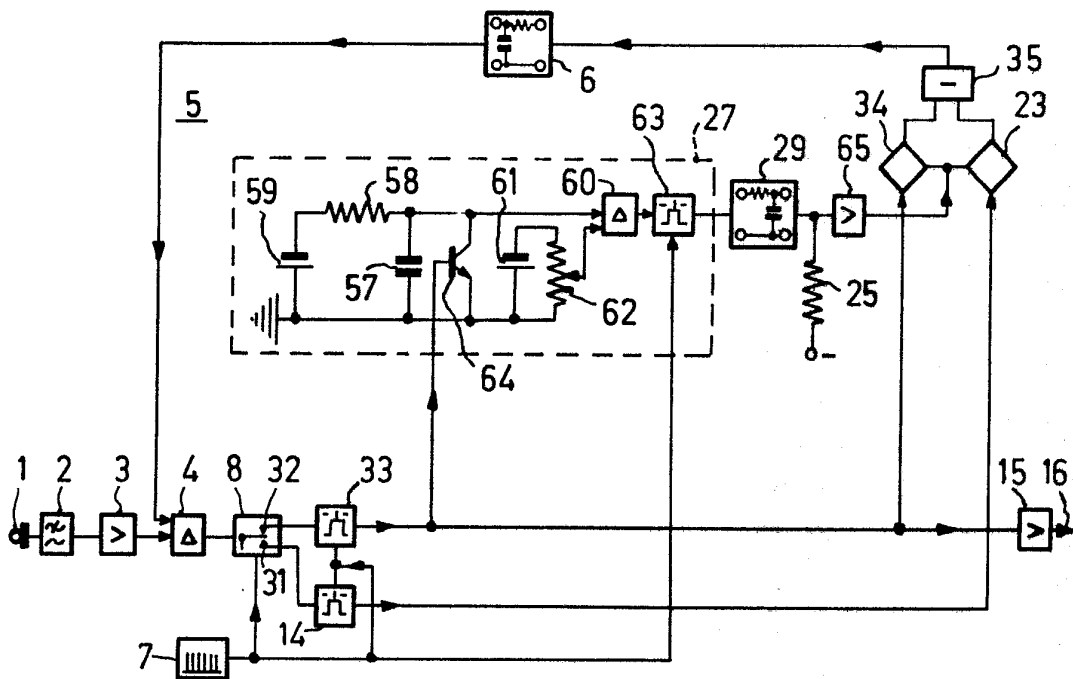


fig.5

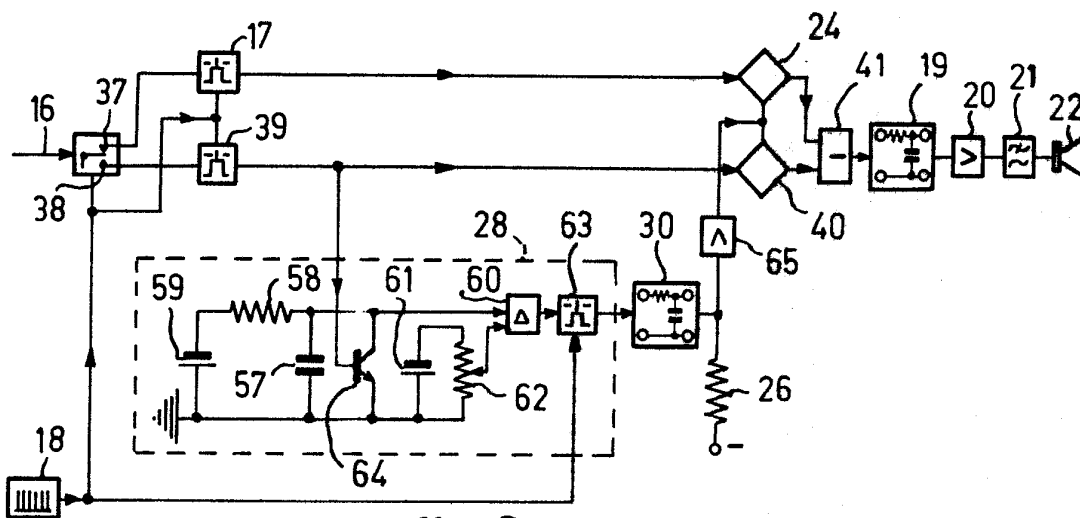


fig.6

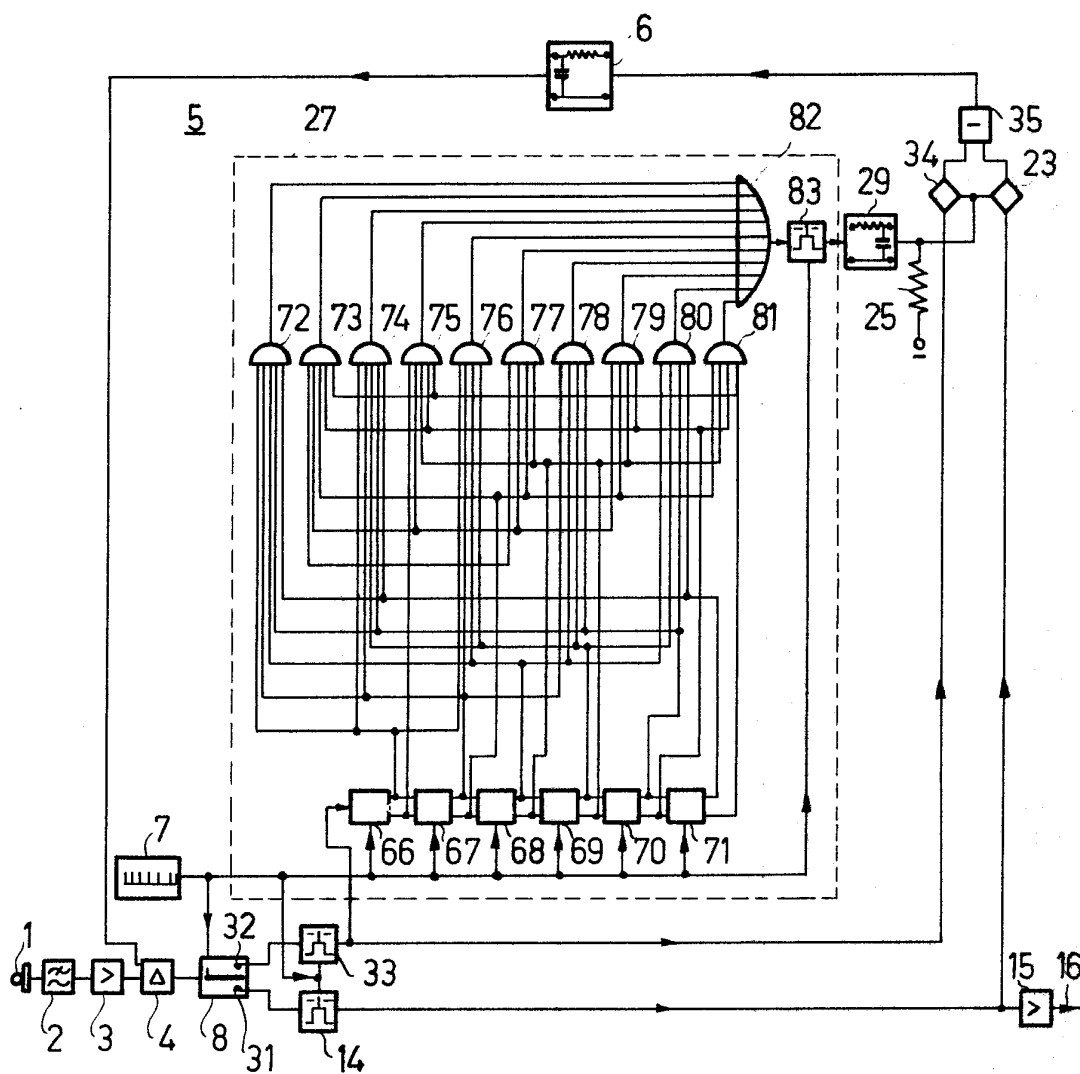


fig7

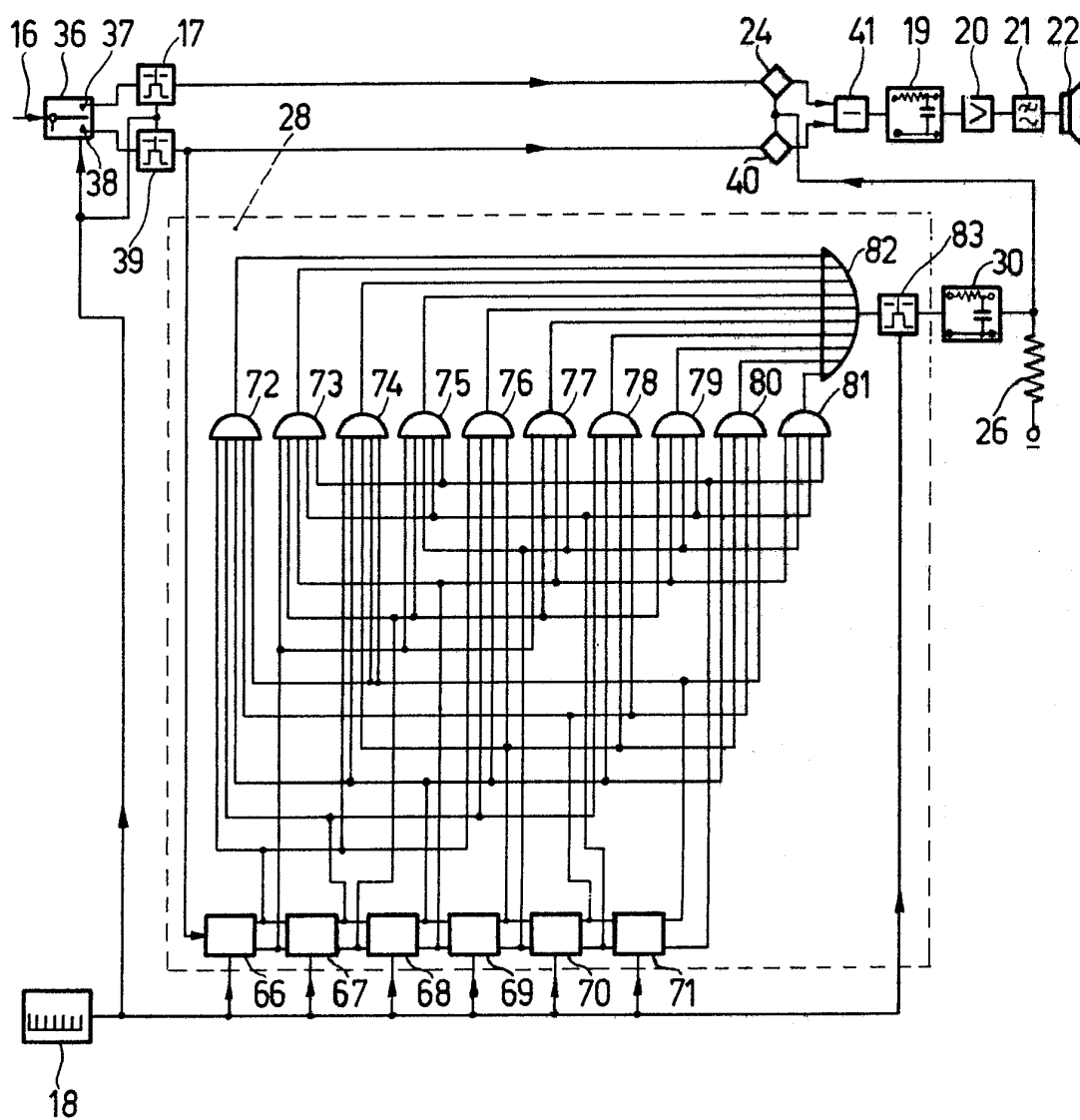


fig. 8

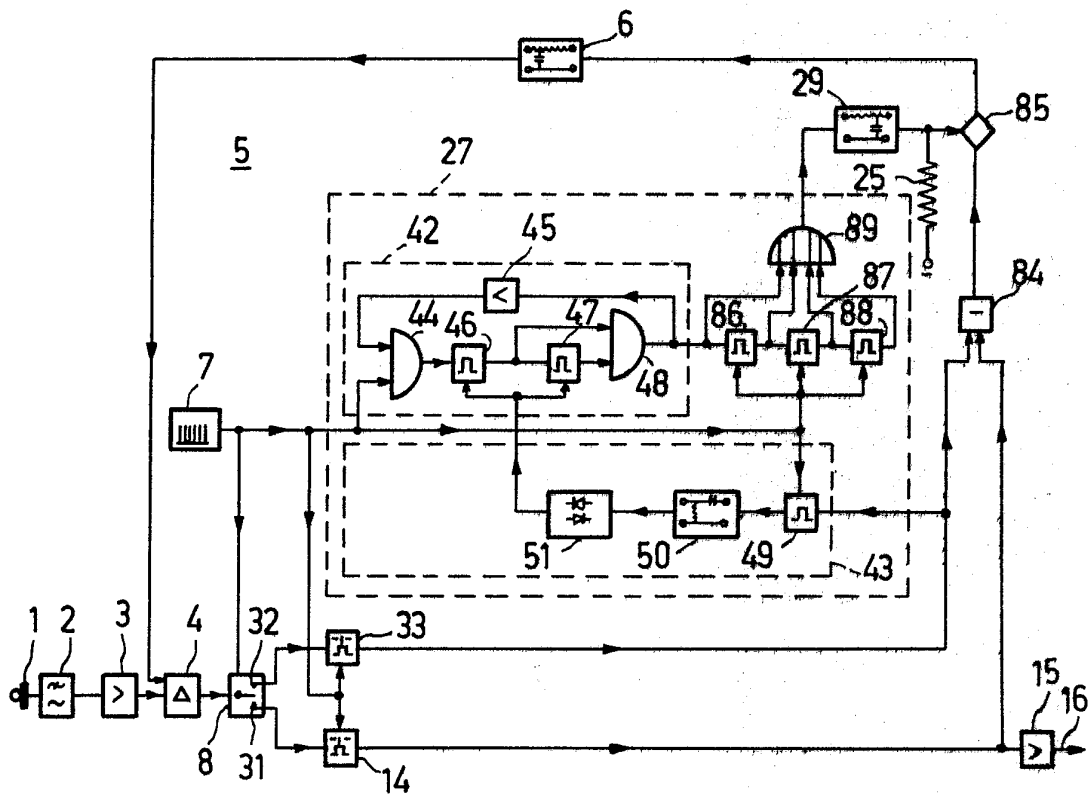


fig. 9

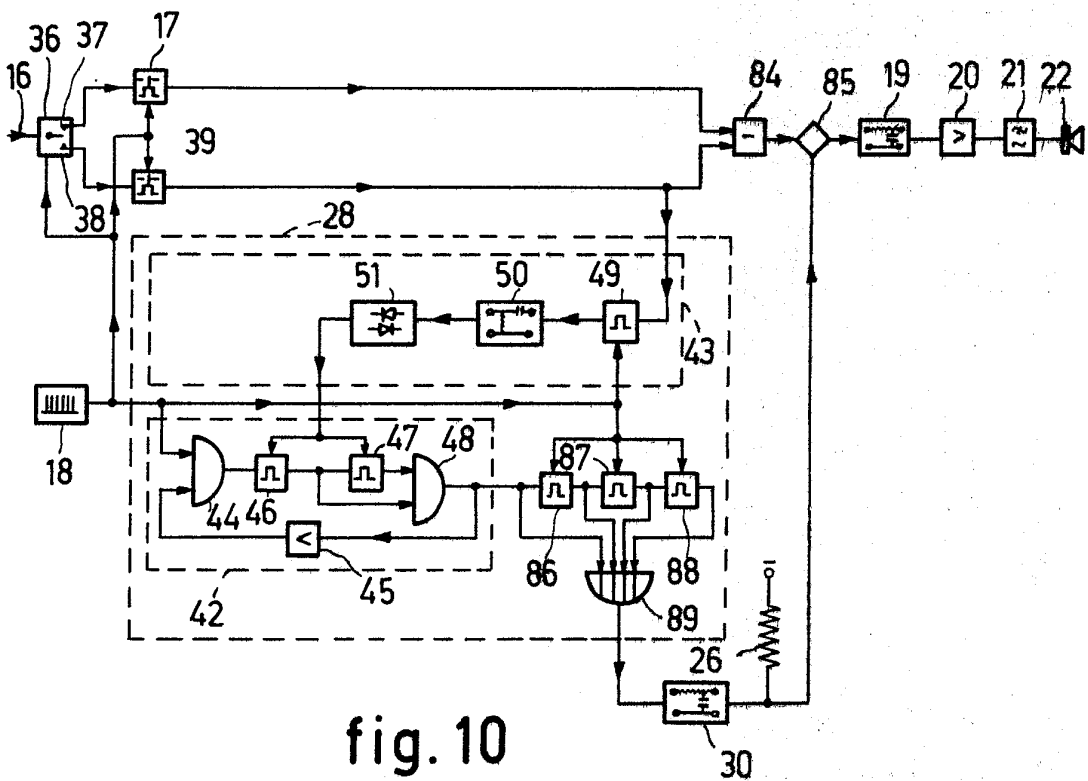


fig. 10

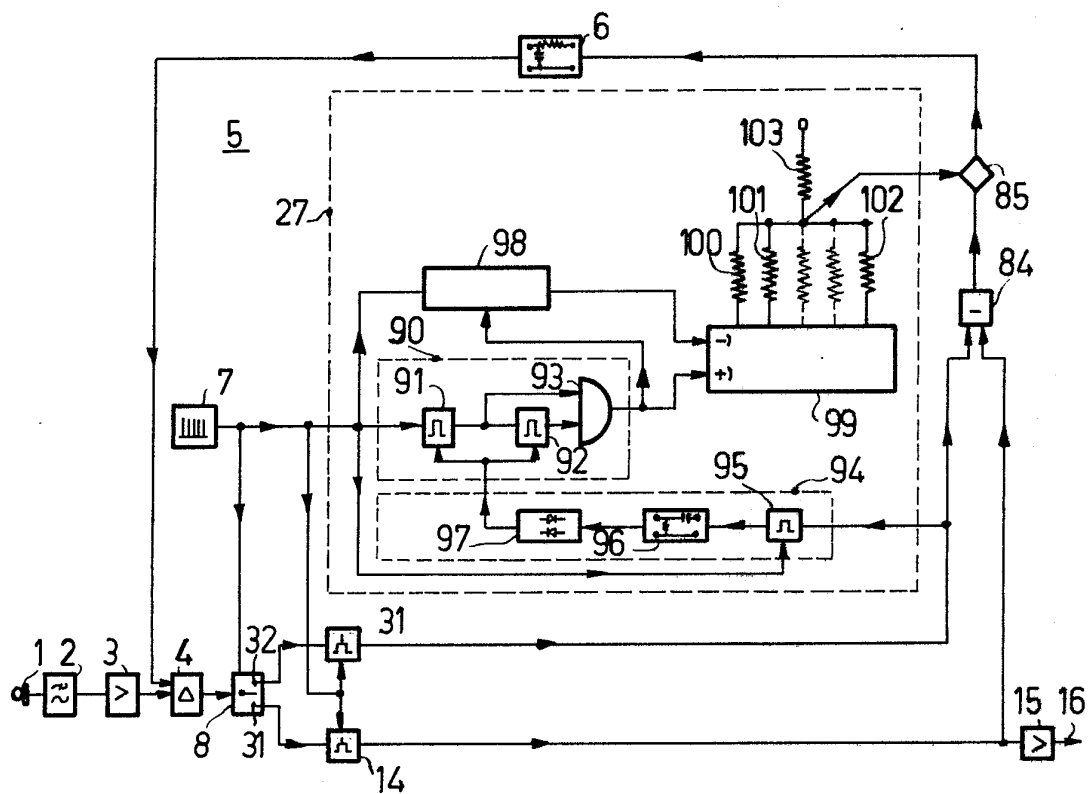


fig.11

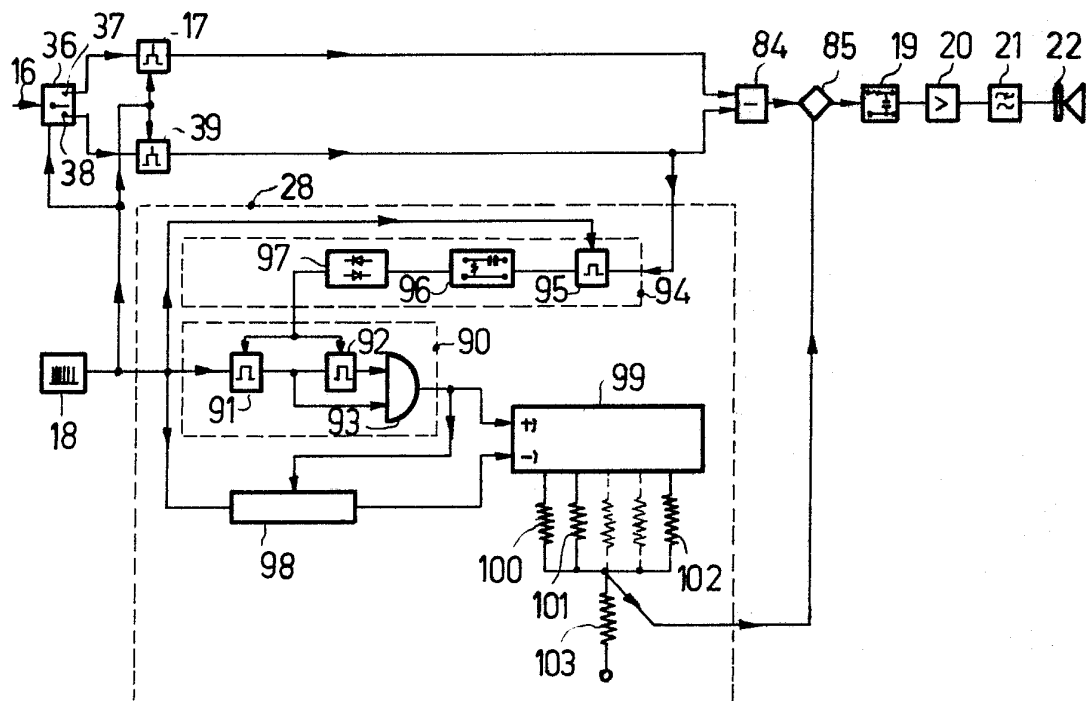


fig.12

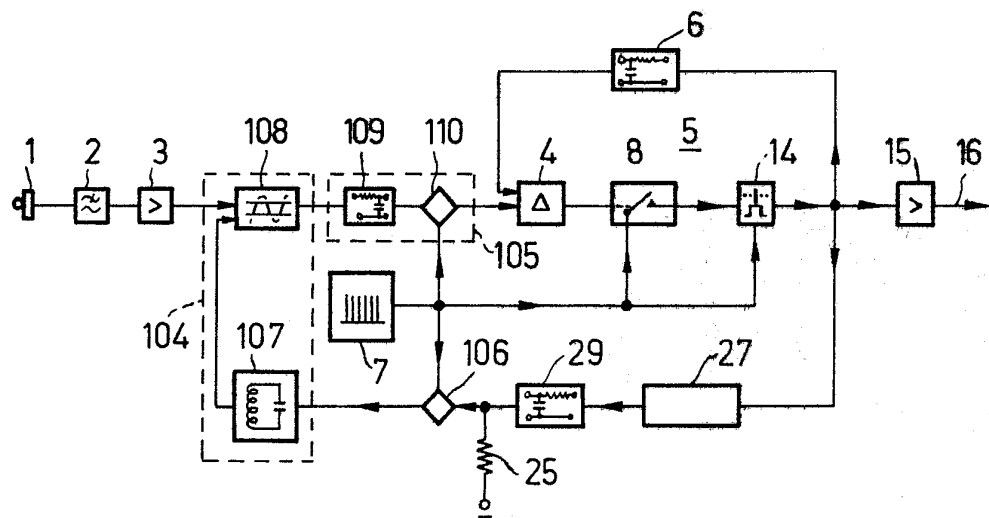


fig.13