

(19) DANMARK



PATENTDIREKTORATET
TAASTRUP

(12) FREMLÆGGESESSKRIFT

(11) 157586 B



(21) Patentansøgning nr.: 0788/81

(22) Indleveringsdag: 20 feb 1981

(41) Alm. tilgængelig: 26 aug 1981

(44) Fremlagt: 22 jan 1990

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: 25 feb 1980 NL 8001118

(51) Int.Cl.⁵ H 03 H 11/26
G 01 K 11/00

(71) Ansøger: N.V. *PHILIPS* GLOEILAMPENFABRIEKEN; Pieter Zeemanstraat 6; Eindhoven, NL

(72) Opfinder: Kornelis Antonie *Immink; NL, Nico Valentinus *Franssen; NL, Eise Carel *Dijkmans; NL, Mathias Hubertus *Geelen; NL

(74) Fuldmægtig: Internationalt Patent-Bureau

(54) Indretning til overføring af lydsignaler og efterklangsenhed med en sådan indretning

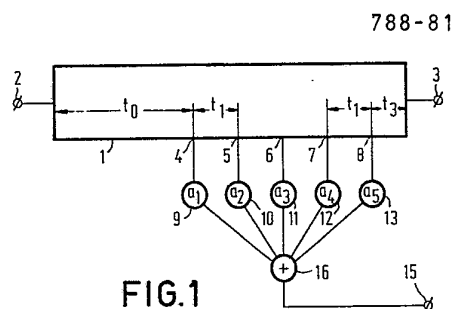
(56) Fremdragne publikationer

(57) Sammendrag:

788-81

Indretning til overføring af lydsignaler, indeholdende en forsinkelsesledning (1) med 5, 7 eller 9 udtag (4, 5, 6, 7, 8) beliggende med lige store tidsintervaller langs forsinkelsesledningen. Hvert udtag er forbundet til en fælles additionskreds (16) over en amplitudereguleringskobling (9-13). Amplituderne af udgangssignalerne fra amplitudereguleringskoblingerne set fra den ene ende af forsinkelsesledningen (1) til den anden forholder sig til hinanden som $1 : 2n : 2n^2 : -2n : 1$ for fem udtag, $1 : 2n : 2n^2 : n^3 - n : -2n^2 : 2n : -1$ for syv udtag, og $1 : 2n : 2n^2 : n^3 - n : \frac{1}{4}(n^4 - 1) - 2n^2 : -(n^3 - n) : 2n^2 : -2n : 1$ for ni udtag. Der opnås herigennem en indretning med fladt frekvenssvar fra indgangen (2) til udgangen (15).

Opfindelsen angår endvidere en indretning med et antal serieforbundne forsinkelsesledninger. Endvidere angår opfindelsen en efterklangsenhed forsynet med en indretning ifølge opfindelsen.



788-81

FIG.1

DK 157586 B

Opfindelsen angår en indretning til overføring af lydssignaler, indeholdende en forsinkelsesledning med en indgang, en udgang og $(2k + 1)$ udtag, hvor k er et helt tal og $2 \leq k \leq 4$, hvilke udtag er beliggende med lige store tidsintervaller (t_1), og hvert er forbundet med en fælles additionskreds over en første amplitudereguleringskobling, hvor amplituderne af signaler ved udgangene af de første amplitudereguleringskoblinger, som er forbundet til udtag, der er symmetrisk beliggende i forhold til det midterste udtag, har lige store værdier, og faseforskydningerne i de første amplitudereguleringskoblinger er de samme, bortset fra at faseforskydningen i én ud af hver to af de første amplitudereguleringskoblinger, som er beliggende ved samme ulige multipla af tidsintervallet (t_1) fra det centrale udtag, afviger 180° fra faseforskydningen i den anden, hvorhos amplituderne i disse signaler er udvalgt således, at overføringen ved hjælp af indretningen er i det mindste i det væsentlige frekvensuafhængig. Endvidere angår opfindelsen en efterklangsenhed forsynet med en sådan indretning ifølge opfindelsen. En indretning af den nævnte art er kendt fra beskrivelsen til hollandsk patent nr. 112.868.

I den kendte indretning er forholdene mellem amplituderne af signaler ved amplitudereguleringskoblingernes udgange valgt til at stemme overens med koefficienterne for Bessel-funktionen af første orden og med et argument svarende til halvdelen af det højeste ulige antal udtag i indretningen minus tre. Som følge heraf kan indretningen afgive et udgangssignal, hvis amplitude, når der til indretningen føres signaler med konstant amplitude, men vilkårlig frekvens, er i det væsentlige frekvensuafhængig.

Den kendte indretning har den ulempe, at navnlig hvis forsinkelsesledningen er en digital forsinkelsesledning, et skifteregister, eller en ladningsoverføringsindretning, f.eks. af "bucket brigade"-typen eller en ladningskoblet indretning, vil de Bessel-koefficienter, som skal benyttes for de forskellige amplituderegule-

ringskoblinger, give ubekvemme værdier, som det ofte er vanskeligt at realisere med digitale eller analoge midler, således at indretningen kun kan realiseres med meget komplicerede digitale eller analoge kredse.

- 5 Ved opfindelsen frembringes en indretning, som under opretholdelse af fordelene ved den kendte indretning kan realiseres på en meget enklere måde ved, at indretningen indeholder p sådanne forsinkelsesledninger, hvor $p \gg 1$, og at når der til hvert af et antal udtag langs forsin-
- 10 kelsesledningen knyttes et index x , hvor x er et helt tal, $x \leq k + 1$, med indexet 1 knyttet til et af de yderste udtag, på hinanden følgende indices knyttet til på hinanden følgende naboudtag regnet fra nævnte yderste udtag mod det midterste udtag og det højeste index knyttet til det midterste udtag, opfylder forholdet mellem
- 15 udgangssignalerne fra de til nævnte udtag knyttede amplitudereguleringskoblinger A_x , inclusive disses fortegn, ligningen $A_1 : A_2 : A_3 : A_4 : A_5 = 1 : 2n : 2n^2 : n^3 - n : \frac{1}{4}(n^4 - 1) - 2n^2$, hvor n , k og t_1 kan have identiske værdier for hver forsinkelsesledning.
- 20

Ved begrænsning af antallet af udtag fra én forsinkelsesledning til et maksimalt antal på 9 og valg af forholdene mellem signalamplituderne i overensstemmelse med den angivne ligning kan der opnås en kobling, som er meget enkel at realisere og ikke desto mindre udviser en i

25 det væsentlige frekvensuafhængig overføring.

Det skal bemærkes, at n ikke nødvendigvis er et helt tal. Normalt vil der for n blive valgt en lav værdi, fordi alle udtag i så fald bidrager i det væsent-

30 lige lige meget til udgangssignalet fra den fælles additionskreds. Endvidere er det i det foregående antaget, at forsinkelsesledningen selv udviser en frekvensuafhængig overføring fra indgangen til de forskellige udtag.

En udførelsesform for indretningen ifølge opfindelsen kan omfatte mindst to forsinkelsesledninger, hvor

35 indgangen af hver efterfølgende forsinkelsesledning er forbundet til udgangen af den fælles additionskreds for den forudgående forsinkelsesledning. Ved anvendelse af

mindst to forsinkelsesledninger på den beskrevne måde kan tidsintervallerne mellem udtagene i de to forsinkelsesledninger vælges forskelligt, således at der kan realiseres uens tidsforsinkelser, samtidigt med at indretningen
 5 stadig udviser en frekvensuafhængig overføringskarakteristik.

En anden udførelsesform for indretningen ifølge opfindelsen er ejendommelig ved, at den indeholder $2l + 1$ serieforbundne, identiske forsinkelsesledninger, hvor l
 10 er et helt tal og $2 \leq l \leq 4$, hvor indgangen af hver efterfølgende forsinkelsesledning er forbundet til udgangen af den forudgående forsinkelsesledning, og udgangen fra additionskredsene for de $(2l + 1)$ forsinkelsesledninger er individuelt forsynede med en anden amplitudereguleringskobling med udgangen fra hver af disse andre amplitudereguleringskoblinger forbundet til en fælles additionskreds, hvorhos amplituderne af udgangssignalerne fra de andre amplitudereguleringskoblinger for forsinkelsesledninger, som er symmetrisk beliggende i forhold til den
 15 midterste forsinkelsesledning, har ens værdier, og faseforskydningerne i de andre amplitudereguleringskoblinger er ens, bortset fra at faseforskydningen i den ene ud af hver to af de andre amplitudereguleringskoblinger, som er beliggende i afstande fra den midterste forsinkelseslednings midterste udtag svarende til ens ulige multipla af det tidsinterval (t_2) , som svarer til tidsintervallet mellem de midterste udtag fra to på hinanden følgende forsinkelsesledninger, afviger 180° fra faseforskydningen i den anden, og at når der til et antal af forsinkelsesledninger
 25 knyttes et index x , hvor x er et helt tal, $x \leq l + 1$ med indexet l knyttet til en af de yderste forsinkelsesledninger, på hinanden følgende indices knyttet til på hinanden følgende naboforsinkelsesledninger regnet fra nævnte yderste forsinkelsesledning mod den midterste
 30 forsinkelsesledning og det højeste index knyttet til den midterste forsinkelsesledning, opfylder forholdet mellem udgangssignalerne fra de til nævnte forsinkelsesledninger knyttede andre amplitudereguleringskoblinger B_x , inclu-

sive disses fortegn ligningen $B_1 : B_2 : B_3 : B_4 : B_5 = 1 : 2m : 2m^2 : m^3 - m : \frac{1}{4}(m^4 - 1) - 2m^2$. Princippet for opfindelsen knyttes her til en indretning med 5, 7 eller 9 identiske forsinkelsesledninger, som er serieforbundne på den i det foregående beskrevne måde. Den samlede overføring viser sig da at være i det væsentlige uafhængig af frekvensen.

I en yderligere udførelsesform for denne indretning ifølge opfindelsen er de 2 1 + 1 forsinkelsesledninger kombinerede til én forsinkelsesledning med 2 1 + 1 grupper af 2k + 1 udtag. Dette gør det muligt at kombinere forsinkelsesledningerne på en sådan måde, at tidsintervallet t_2 bliver mindre end summen af tidsintervallerne mellem det midterste udtag og det yderste udtag af to naboforsinkelsesledninger, således at der kræves en meget kortere totalforsinkelsestid i indretningen og dermed færre komponenter til forsinkelsesledningen.

I en anden indretning ifølge opfindelsen er n lig med 1 for en forsinkelsesledning af nævnte art. Udgangssignalerne fra amplitudereguleringskoblingerne i indretninger forsynet med en forsinkelsesledning med 5, 7 eller 9 udtag forholder sig da til hinanden som henholdsvis $1 : 2 : 2 : -2 : 1$; $1 : 2 : 2 : 0 : -2 : 2 : -1$ og $1 : 2 : 2 : 0 : -2 : 0 : 2 : -2 : 1$. En sådan indretning har den fordel, at amplituderne af disse signaler ikke afviger for meget i størrelse, og at amplitudereguleringskoblingerne kan forenkles som følge af det enkle forhold mellem amplituderne, tillige med at multiplikationer og/eller divisionerne i tilfælde af digitale signaler kan udføres ved forskydning af de enkelte bit med én position.

En anden udførelsesform for en indretning ifølge opfindelsen er ejendommelig ved, at nævnte forsinkelsesledning indeholder 7 udtag, og at udgangssignalerne fra de første amplitudereguleringskoblinger regnet fra den ene ende til den anden af forsinkelsesledningen forholder sig til hinanden som $1 : 8 : 24 : 32 : -24 : 8 : -1$.

En yderligere udførelsesform for indretningen er

ejendommelig ved, at mindst én forsinkelsesledning har 7 udtag, og at udgangssignalerne fra de første amplitudereguleringskoblinger regnet fra den ene ende til den anden af forsinkelsesledningen forholder sig til hinanden som $1 : 4 : 12 : 16 : -12 : 4 : -1$.

En videre udførelsesform er ejendommelig ved, at mindst én forsinkelsesledning har 7 udtag, og at udgangssignalerne fra de første amplitudereguleringskoblinger regnet fra den ene ende til den anden af forsinkelsesledningen forholder sig til hinanden som $3 : 13 : 32 : 32 : -32 : 13 : -3$. Fordelen ved disse forholdstal er, at navnlig i tilfælde af digitaliseret signaloverføring kan multiplikationerne og/eller divisionerne udføres ved forskydning af bittene én eller flere positioner svarende til de relevante potenser af 2 i forholdstallene.

I en indretning ifølge opfindelsen med $2^1 + 1$ serieforbundne forsinkelsesledninger er m lig med 1. Forholdene mellem udgangssignalerne fra de andre amplitudereguleringskoblinger er da $1 : 2 : 2 : -2 : 1$ for fem forsinkelsesledninger, $1 : 2 : 2 : 0 : -2 : 2 : -1$ for syv forsinkelsesledninger, og $1 : 2 : 2 : 0 : -2 : 0 : 2 : -2 : 1$ for ni forsinkelsesledninger. Sådanne indretninger har den fordel, at amplituderne af signalerne ikke afviger for meget i størrelse, og at de andre amplitudereguleringskoblinger kan forenkles som følge af de enkle forhold mellem amplituderne, tillige med at i tilfælde af digitale signaler kan multiplikationerne og/eller divisionerne udføres ved forskydning af bittene én position.

En yderligere udførelsesform for indretningen er ejendommelig ved, at den indeholder 7 forsinkelsesledninger, og at udgangssignalerne fra de andre amplitudereguleringskoblinger regnet fra den ene ende til den anden forholder sig til hinanden som $1 : 8 : 24 : 32 : -24 : 8 : -1$.

En videre udførelsesform for denne indretning er ejendommelig ved, at den indeholder 7 forsinkelsesledninger, og at udgangssignalerne fra de andre amplitudereguleringskoblinger regnet fra den ene ende til den anden forholder sig til hinanden som $1 : 8 : 24 : 32 : -24 : 8 : -1$.

leringskoblinger regnet fra den ene ende til den anden
forholder sig til hinanden som $1 : 4 : 12 : 16 : -12 : 4 : -1$.

En fremdeles yderligere udførelsesform for indret-
5 ningen er ejendommelig ved, at den indeholder 7 forsin-
kelsesledninger, og at udgangssignalerne fra de andre
amplitudereguleringsindretninger regnet fra den ene ende
til den anden forholder sig til hinanden som $3 : 13 : 32 : 32 : -32 : 13 : -3$. Fordelene ved disse forholdstal
10 er, at navnlig i tilfælde af digitaliseret signaloverfø-
ring kan multiplikationerne og/eller divisionerne udføres
ved forskydning af bittene én eller flere positioner sva-
rende til de relevante potenser af 2 i forholdstallene.

En efterklangsenhed ifølge opfindelsen er ejendom-
15 melig ved, at der findes en indretning ifølge et af de
foregående krav, og at et signal føres til en første ind-
gang af en kombinationsenhed, hvis udgang eventuelt over
en yderligere forsinkelsesledning er forbundet til
nævnte indretnings indgang, medens indretningsens udgang
20 eventuelt under indføjelse af et forstærkertrin er for-
bundet til en anden indgang for kombinationsenheden.
Ved at føre udgangssignalet fra indretningen tilbage til
indretningsens indgang, hvor indretningsens udgangssignal
udgøres af udgangen af den til forsinkelsesledningen (den
25 sidste forsinkelsesledning) knyttede additionskreds eller
udgangen af den yderligere fælles additionskreds i ind-
retningen, kan der opnås en ønsket efterklang. For at
forhindre ustabiliteter skal sløjfeforstærkningen være
mindre end én. Dette resulterer i refleksioner, som
30 falder hen med tiden, hvilket giver indtryk af efter-
klang.

Ved en særlig udførelse af en efterklangsenhed i-
følge opfindelsen med en indretning med mindst to forsin-
kelsesledninger, hvor udgangen af hver efterfølgende for-
35 sinkelsesledning er koblet til udgangen af den fælles
additionskreds, som er knyttet til den forudgående for-
sinkelsesledning, omfatter indretningen to forsinkelses-

ledninger, hver med 7 udtag, hvor tidsintervallet mellem udtagene fra den første forsinkelsesledning er forskellig fra tidsintervallet mellem udtagene i den anden forsinkelsesledning, og udgangen fra den fælles additionskreds
5 for den anden forsinkelsesledning udgør indretningens udgang.

Ved at vælge de to tidsintervaller, som er knyttede til de to forsinkelsesledninger, uens, kan der realiseres en ønsket stigning i ekkotætheden. Der kan herigennem
10 opnås en meget tro simulering af tredimensional efterklang, dvs. efterklang i et tredimensionalt rum som f.eks. en koncertsal. Med efterklangsenheden opnås en meget hurtig, efter en anden grads funktion tiltagende forøgelse af antallet af refleksioner pr. tidsenhed, hvilket giver
15 indtryk af tredimensional efterklang. Ved simpel tilbag kobling af indretningens udgangssignal kan der imidlertid opnås en efterklangs enhed, som udviser frekvensafhængig overføring.

Ved en yderligere udførelse af efterklangs enheden
20 ifølge opfindelsen er kombinations enhedens udgang eventuelt over et yderligere forstærkertrin forbundet til en første indgang af en yderligere kombinations enhed, og indretningens udgang er eventuelt over et andet forstærkertrin forbundet til en anden indgang af den yderligere
25 kombinations enhed, ved hvis udgang udgangssignalet aftages. Der opnås herigennem en efterklangs enhed, som yderligere udviser en frekvensafhængig overførings karakteristik. En forudsætning herfor er, at sløjfeforstærkningen set fra efterklangs enhedens indgang gennem indretningen
30 og tilbag ekoblings kredsen til kombinations enhedens anden indgang er lig med, men af modsat fortegn i forhold til forholdet mellem forstærkningen i vejen fra efterklangs enhedens indgang til den yderligere kombinations enheds første indgang og forstærkningen i vejen fra efterklangs enhedens indgang over indretningens udgang til den yderligere kombinations enheds anden indgang. Ved passende
35 valg af værdierne af udgangssignalerne fra amplitudereguleringskoblingerne opnås herved endvidere den fordel, at

tilbagekoblingskredsen til kombinationsenhedens anden udgang kan realiseres uden en forstærker eller et dæpningsled.

Ved en yderligere udførelse af en efterklangsenhed

5 ifølge opfindelsen med en indretning med en forsinkelsesledning med $(2k + 1)$ udtag findes en indretning ifølge opfindelsen med en forsinkelsesledning med to identiske grupper af $2k + 1$ udtag med tilhørende amplitudereguleringskoblinger og additionskredse, hvor udgangen af den

10 fælles additionskreds fra den første gruppe er forbundet, eventuelt over et forstærkertrin, til kombinationsenhedens anden indgang, og udgangen af den fælles additionskreds for den anden gruppe er forbundet, eventuelt over et yderligere forstærkertrin, til en første indgang af

15 en yderligere kombinationsenhed, medens forsinkelsesledningens udgang er forbundet, eventuelt over et yderligere forstærkertrin, til en anden indgang for den yderligere kombinationsenhed, ved hvis udgang det ønskede signal kan aftages, hvorhos forholdet mellem udgangssignalerne fra

20 amplitudereguleringskoblingerne for den ene gruppe regnet fra forsinkelsesledningens indgang er lig med forholdene mellem udgangssignalerne fra amplitudereguleringskoblingerne for den anden gruppe regnet fra udgangen, og tidsintervallet mellem forsinkelsesledningens indgang og det

25 første udtag i den første gruppe er lig med tidsintervallet mellem det sidste udtag i den anden gruppe og forsinkelsesledningens udgang. Tilførslen af udgangssignalet fra den fælles additionskreds for den anden gruppe til den første indgang af den yderligere kombinations-

30 enhed, som også i dette tilfælde tilsigtes at udjævne efterklangsenhedens frekvenssvarkurve, opnås ved igen at anvende princippet ifølge opfindelsen på den anden gruppe af $(2k + 1)$ udtag langs forsinkelsesledningen. Også i dette tilfælde opnås en flad frekvenssvarkurve, hvis

35 sløjfeforstærkningen regnet fra efterklangsenhedens indgang gennem indretningen og tilbagekoblingskredsen til kombinationsenhedens anden indgang er lig med, men af modsat fortegn i forhold til forholdet mellem forstærk-

ningen mellem efterklangsenhedens indgang og den første indgang af den yderligere kombinationsenhed og forstærkningen mellem efterklangsenhedens indgang og den yderligere kombinationsenheds anden indgang gennem forsinkelsesledningen. Ved passende valg af værdierne for udgangssignalerne fra amplitudereguleringskoblingerne for den og anden gruppe opnås endvidere den fordel, at både tilbagekoblingskredsen til den første kombinationsenheds anden indgang og vejen til den yderligere kombinationsenheds første indgang kan realiseres uden forstærkere eller dæmpningsled.

I det følgende forklares opfindelsen nærmere under henvisning til tegningen, hvor

fig. 1 viser en indretning med en forsinkelsesledning med fem udtag,

fig. 2 ved fig. 2a illustrerer division af et 16-bit binært tal med 2 og ved fig. 2b division af samme tal med 32,

fig. 3 viser en indretning med to eller flere forsinkelsesledninger,

fig. 4 en indretning med fem forsinkelsesledninger,

fig. 5 en anden udførelsesform for indretningen i fig. 4,

fig. 6 en efterklangsenhed forsynet med en indretning ifølge opfindelsen,

fig. 7 en efterklangsenhed med flad frekvenssvar-kurve, og

fig. 8 en anden efterklangsenhed med flad frekvenssvarkurve.

Indretningen i fig. 1 er forsynet med en forsinkelsesledning 1 med en indgang 2, hvortil der føres et lydfrekvenssignal, en udgang 3 og fem udtag 4-8 til aftagning af signaler fra forsinkelsesledningen. Udtagene 4-8 er beliggende med lige store forsinkelsesintervaller t_1 langs forsinkelsesledningen. Forsinkelserne mellem forsinkelsesledningens indgang 2 og det første udtag 4 (t_0) og mellem det sidste udtag 8 og forsinkelsesledningens udgang 3 (t_3) kan være vilkårlige. Hvert af ud-

tagene 4-8 er forbundet til en udgang 15 fra indretningen over en individuel amplitudereguleringskobling 9-13 og en additionskreds 16. Elementerne 9-13 forstærker eller dæmper signalerne fra tilsvarende udtag 4-8 med faktorer a_1 - a_5 og kan udgøres af analoge eller digitale forstærkere eller dæpningsled.

Faktorerne a_1 - a_5 er valgt således, at amplituderne af signalerne ved udgangene af amplitudereguleringskoblingerne regnet fra den ene ende af forsinkelsesledningen til den anden ende forholder sig til hinanden som $1 : 2n : 2n^2 : -2n : 1$. Hvis der til indgangen 2 føres et signal med fladt frekvensspektrum, resulterer dette i et signal på udgangen 15 med i det væsentlige flad frekvenskarakteristik. Negativt fortegn angiver, at faseforskydningen i den pågældende amplitudereguleringskobling afviger 180° fra faseforskydningerne i de andre koblinger. Det er ikke strengt nødvendigt, at n er et helt tal. n vælges hensigtsmæssigt ikke for høj og vælges for eksempel til at være lig med 1. Forholdene bliver da $1 : 2 : 2 : -2 : 1$. Hvis disse tal divideres med den højeste værdi, som er 2, fås $\frac{1}{2} : 1 : 1 : -1 : \frac{1}{2}$. Hvis analoge signaler overføres digitalt i indretningen, betyder dette, at de (digitalt repræsenterede) amplituder af signalerne ved udtagene 5, 6 og 7 ikke behøver hverken forstærkning eller dæmpning, og at amplituderne ved de to yderste udtag skal divideres med 2. Denne division kan udføres meget enkelt med digitale midler. Det antages for eksempel, at de analoge signalamplituder repræsenteres af 16-bit binære tal. Forsinkelsesledningen 1 kan da indeholde 16 parallelle skifteregistre. Hvert udtag, f.eks. udtaget 4, udtager én bit af det binære tal fra hvert af de 16 skifteregistre og sætter dette tal ind i et 16-bit skifteregister, som er flyttet til amplitudereguleringskoblingen. Hvert udtag, f.eks. 4, fører således i princippet et 16-bit binært tal, som vist ved 16 i fig. 2a. Bitten yderst til venstre er den mest betydende bit. Bitten yderst til højre er den mindst betydende bit. Division med to betyder nu, at de binære tal

forskydes én position i retning af den mindst betydende bit. Dette er vist ved 17 i fig. 2a. Multiplikationerne/divisionerne kan således udføres ved hjælp af meget enkle skifteoperationer, hvilket gør kredsløbene meget enkle at realisere. Alternativt er det muligt at udføre division ved forskydning af udtagene for udgangene i forhold til indgangene af det til en amplitudereguleringsindretning knyttede register, som nu kun er et lagerregister, én position i retning af den mest betydende bit, og knytte værdien "0" til den mest betydende bit i det binære tal ved nævnte registers udgang.

Indretningen i fig. 1 kan alternativt være forsynet med syv udtag. Forholdene mellem amplituderne af signalerne ved udgangene af amplitudereguleringskoblingerne er da

$$1 : 2n : 2n^2 : n^3 - n : -2n^2 : 2n : -1 \quad (1)$$

Fortrinsvis vælges en lille værdi for n .

i) Hvis n vælges til 1, giver formel (1) forholdstallene

$$1 : 2 : 2 : 0 : -2 : 2 : -1$$

Hvis disse tal divideres med den største optrædende værdi fås

$$\frac{1}{2} : 1 : 1 : 0 : -1 : 1 : -\frac{1}{2}$$

Dette medfører, at det midterste udtag kan undværes. I tilfælde af digital signaltransmission skal den meget enkle binære division med 2, som allerede er forklaret under henvisning til fig. 2a, anvendes igen.

ii) Hvis n vælges til 3, vil forholdstallene være

$$1 : 6 : 18 : 24 : -18 : 6 : -1 \quad (2)$$

Hvis disse tal multipliceres med $4/3$, og yderværdierne afrundes til henholdsvis 1 og -1, fås

$$1 : 8 : 24 : 32 : -24 : 8 : -1$$

Frekvenssvaret for indretningen vil næppe blive påvirket af den ovennævnte afrunding. Ved igen at dividere med den største optrædende værdi fås

$$\frac{1}{32} : \frac{1}{4} : \frac{3}{4} : 1 : -\frac{3}{4} : \frac{1}{4} : -\frac{1}{32}$$

Dette betyder, at der kræves divisioner med 4 ($= 2^2$) og 32 ($= 2^5$), hvilket ved digital udformning af indretningen

betyder forskydning af et binært tal med henholdsvis 2 og 5 positioner i retning af den mindst betydende bit. Divisionen med 32 er igen illustreret i fig. 2b. Det med 16 i fig. 2a betegnede 16-bittal giver ved division med 32 det ved 18 i fig. 2b viste tal 18 ved forskydning gennem fem positioner.

iii) Multiplikation af forholdstallene i formel (2) med $2/3$ og afrunding af yderværdierne til 1 resulterer i

$$1 : 4 : 12 : 16 : -12 : 4 : -1,$$

10 hvilket efter division med 16 giver

$$\frac{1}{16} : \frac{1}{4} : \frac{3}{4} : 1 : -\frac{3}{4} : \frac{1}{4} : -\frac{1}{16}$$

Der anvendes således divisioner med $4 (=2^2)$ og $16 (=2^4)$, hvilket ved digital udformning af indretningen betyder forskydning af det binære tal 2 eller 4 positioner i retning af den mindst betydende bit.

iv) Hvis værdien $1 + \sqrt{2}$ vælges for n , og de ovennævnte værdier efter indsætning i formel (1) multipliceres

med $\frac{32}{6+4\sqrt{2}}$,

fås

20 $2.75 : 13.2 : 32 : 32 : -32 : 13.2 : 2.75$

Afrunding af yderværdierne til 3 og de tilgrænsende værdier til 13, hvilket næppe påvirker indretningens frekvenssvar, og afsluttende division af de resulterende tal med den højeste værdi, giver

25 $\frac{3}{32} : \frac{13}{32} : 1 : 1 : -1 : \frac{13}{32} : -\frac{3}{32}$

Der kræves således kun division med 32, hvilket ved binær behandling vil sige forskydning med fem positioner i retning af den mindst betydende bit.

Den i fig. 1 viste indretning kan alternativt være forsynet med 9 udtag. Forholdene mellem amplituderne af signalerne ved amplitudereguleringskoblingernes udgange vil da være

$$1 : 2n : 2n^2 : (n^3 - n) : \frac{1}{4}(n^4 - 1) - 2n^2 : \\ - (n^3 - n) : 2n^2 : -2n : 1$$

35 Igen vælges fortrinsvis en lille værdi for n . Hvis n vælges til 1, fås forholdstallene

$$1 : 2 : 2 : 0 : -2 : 0 : 2 : -2 : 1$$

Hvis disse tal divideres med med højeste værdi, fås

$$\frac{1}{2} : 1 : 1 : 0 : -1 : 0 : 1 : -1 : \frac{1}{2}$$

dvs. naboudtagene til det midterste udtag kan undværes.

For de to yderste udtag kræves division med 2, dvs. binær

5 forskydning med én position i retning af den mindst betydende bit.

Fig. 3 viser en indretning ifølge opfindelsen med to eller flere forsinkelsesledninger 21, 22, ... hver svarende til den i fig. 1 viste. Hver forsinkelsesledning kan være forsynet med 5, 7 eller 9 udtag. Fig. 3 viser en forsinkelsesledning 21 med syv udtag og amplitudereguleringskoblinger, der giver faktorerne a_1 - a_7 , og en forsinkelsesledning 22 ligeledes med syv udtag og amplitudereguleringskoblinger, der giver faktorerne b_1 - b_7 . Amplituderne af udgangssignalerne fra amplitudereguleringskoblingerne kan være forskellige for de to forsinkelsesledninger, forudsat naturligvis at de stemmer overens med udtrykket (1). Tilsvarende kan forsinkelserne t_1 og t_5 mellem udtagene i de to forsinkelsesledninger og forsinkelserne t_0 og t_4 fra indgangen til det første udtag i hver af forsinkelsesledningerne være forskellige.

Udgangen fra den fælles additionskreds 23 for den første forsinkelsesledning 21 er forbundet til indgangen af den anden forsinkelsesledning 22. Udgangen fra den fælles additionskreds 24 for den anden forsinkelsesledning 22 er enten forbundet til indgangen af den næste forsinkelsesledning eller, hvis der kun findes to forsinkelsesledninger, til indretningens udgang 15.

På denne måde kan der opnås længere forsinkelsestider og flere (om ønsket uens fordelte) forsinkelser (ekkoer) under opretholdelse af fordelene ved en indretning med fladt frekvenssvar.

Fig. 4 viser en yderligere indretning indeholdende en serieforbindelse af fem identiske forsinkelsesledninger 31-35 med 5, 7 eller 9 udtag. Forholdene mellem amplituderne ved udgangene af amplitudereguleringskoblingerne hørende til udtagene er de samme for alle forsinkelsesledningerne. Udgangen fra den første forsinkelsesledning 31 er forbundet til indgangen for den anden forsinkelsesledning 32. Indgangen for hver efterfølgende forsinkelsesledning er forbundet til udgangen fra den forudgående forsinkelsesledning. Tidsintervallet mellem

de midterste udtag for to på hinanden følgende forsinkelsesledninger er t_2 . Udgangene fra de fælles additionskredse 36-40 hørende til hver sin af forsinkelsesledningerne 31-35 er hver forbundet til indretningens udgang 15 over en anden amplitudereguleringskobling, hvilke koblinger er repræsenteret ved elementer henholdsvis 41-45, og en yderligere fælles additionskreds 46. Elementerne 41-45 forstærker eller dæmper signalerne ved udgangene af de fælles additionskredse 36-40 med

10 faktorer b_1 - b_5 på en sådan måde, at amplituderne af udgangssignalerne fra de andre amplitudereguleringskoblinger 41-45 regnet fra den ene ende af indretningen til den anden er $1 : 2m : 2m^2 ; -2m : 1$. Denne indretning har en i det væsentlige frekvensuafhængig overførings-

15 karakteristik. Indretningen kan alternativt være udstyret med 7 eller 9 serieforbundne forsinkelsesledninger hver med 5, 7 eller 9 udtag. De tilsvarende amplituder ved udgangene af de andre amplitudereguleringskoblinger vil da forholde sig til hinanden som

$$20 \quad 1 : 2m : 2m^2 : m^3 - m : -2m^2 : 2m : -1$$

for 7 forsinkelsesledninger, og som

$$1 : 2m : 2m^2 : m^3 - m : \frac{1}{4}(m^4 - 1) - 2m^2 : -(m^3 - m) : 2m^2 - 2m : 1$$

for 9 forsinkelsesledninger.

25 For forholdene mellem amplituderne ved udgangene af de andre amplitudereguleringskoblinger er de samme muligheder til stede som beskrevet for amplitudereguleringskoblingerne i fig. 1.

I indretningen i fig. 5 er forsinkelsesledningerne

30 31-35 i fig. 4 effektivt flettet ind i hinanden på en sådan måde, at forsinkelsen t_2 , som optræder mellem de midterste udtag fra to forsinkelsesledninger, som er beliggende "i naboforhold" til hinanden, er mindre end summen af den forsinkelse, der optræder mellem det midterste udtag og udgangen af en given forsinkelsesledning

35 og den forsinkelse, der optræder mellem indgangen og det midterste udtag af den næste forsinkelsesledning. For klarheds skyld er udtagene hørende til forsinkelsesled-

ningerne 32 og 34 vist ved toppen af forsinkelsesledningen.

Til opnåelse af en efterklangsenhed ved hjælp af en indretning ifølge opfindelsen, hvilken indretning i princippet kun afgiver et udgangssignal sammen med forsinkede versioner heraf, dvs. en enhed, som afgiver et signal, der genoptræder med en i tid aftagende amplitude (svarende til ægte ekkoer), skal indretningens udgangssignal føres tilbage til dens indgang. En sådan efterklangsenhed er vist i fig. 6. Den indrammede del 50 repræsenterer indretningen, som har en indgang 2 og en udgang 15. Den indrammede del 50 kan således indeholde en hvilken som helst af udførelsesformerne i fig. 1, 3, 4 og 5. Foran indretningen 50 ligger en kombinationsenhed 52. Mellem kombinationsenheden og indretningen 50 kan indgå en ekstra forsinkelsesledning 53 med en fast forsinkelse. Efterklangsenheden 51 er forbundet til en første indgang af kombinationsenheden 52. Indretningens udgang 15 er forbundet til efterklangsenhedens udgang 55 og, eventuelt over en tilbagekoblingsforstærker 54, til en anden indgang af kombinationsenheden 52. For at forhindre ustabiliteter i at optræde i efterklangsenheden skal forstærkningen langs sløjfen indeholdende kombinationsenheden 52, forsinkelsesledningen 53, indretningen 50 og tilbagekoblingsforstærkeren 54 være mindre end én, dvs. $A \alpha < 1$, hvor A er forstærkningen af indretningen 50 fra indgangen 2 til udgangen 15, idet det antages, at forstærkningerne af forsinkelsesledningen 53 og kombinationsenheden 52 er én.

Gennem valg af faktorerne a_1 - a_5 , a_7 eller a_9 og i givet fald b_1 - b_5 , b_7 eller b_9 i amplitudereguleringskoblingerne i indretningen 50 på en sådan måde, at indretningens forstærkning A er mindre end én, er det muligt at undgå indkobling af en tilbagekoblingsforstærker 54 i tilbagekoblingskredsen.

I en (ikke vist) udførelse af efterklangsenheden i fig. 6 indeholder indretningen 50 to forsinkelsesledninger med hver syv udtag, som vist i fig. 3. Med en

sådan efterklangsenhed er det muligt at opnå en meget tro simulering af tredimensional efterklang, dvs. efterklang i et tredimensionalt rum som f.eks. en koncertsal. Gennem valg af de to i fig. 3 angivne tidsintervaller for de to
 5 forsinkelsesledninger til at være forskellige for de to ledninger er det muligt at opnå en ønsket forhøjelse af "tætheden" af de på hinanden følgende ekkoer med en hurtig, efter en anden grads funktion tiltagende forøgelse af antallet af ekkoer pr. tidsenhed.

10 Ved simpel tilbagekobling af udgangssignalet til indretningen 50's indgang opnås en efterklangsenhed, som ikke længere er frekvensuafhængig, dvs. ikke længere udviser et fladt frekvenssvar fra indgangen 51 til udgangen 55. Hvis indretningen 50 og eventuelt den foranliggende forsinkelsesledning 53 i en anden udførelsesform for efterklangsenheden, som er vist i fig. 7, parallelkobles med en transmissionsvej 56, hvori der kan indgå en forstærker 57, hvilken transmissionsvej er forbundet til en første indgang af en yderligere kombinationsenhed 58 i form af en additionskreds, til en anden indgang, til hvilken indretningen 50's udgang 15 er forbundet, eventuelt over en forstærker 59, kan der opnås en efterklangsenhed, som har en frekvensuafhængig overføringskarakteristik fra indgangen 51 til udgangen 25 55, som er forbundet til den yderligere kombinationsenhed 58's udgang. Hertil må følgende betingelse være opfyldt: Forstærkningen langs sløjfen indeholdende kombinationsenheden 52, forsinkelsesledningen 53, indretningen 50 og forstærkeren 54 skal være lig med, men af modsat fortegn i forhold til forholdet mellem forstærkningen fra indgangen 51 til udgangen 55 over kombinationsenheden 52 og transmissionsvejen 56 og forstærkningen fra indgangen 51 til udgangen 55 gennem kombinationsenheden 52, indretningen 50 og forstærkeren 59, dvs. $A\alpha =$
 30 $-\beta/A\gamma$. Til opnåelse af en efterklangsenhed, som fra indgangen 51 til udgangen 55 udviser forstærkningen én for hele frekvensområdet, skal endvidere forstærkningen fra indgangen 51 til udgangen 55 over indretning-

gen 50 vælges til én, dvs. $A\gamma = 1$.

Gennem valg af faktorerne a_1 - a_5 , a_7 eller a_9 og eventuelt b_1 - b_5 , b_7 eller b_9 for amplitudereguleringskoblingerne i indretningen, således at indretningens forstærkning A er lig med 1, er der ikke behov for nogen forstærker 59 i vejen fra udgangen 15 til den yderligere kombinationsenhed 58's anden indgang.

I fig. 8 er vist en særlig udførelsesform for efterklangsenheden i fig. 7. De 5, 7 eller 9 udtag fra forsinkelsesledningen forsynet med respektive amplitudereguleringskoblinger og en additionskreds er betegnet med henvisningstallet 60. Udgangen 15 fra indretningen 60 er koblet tilbage til den anden indgang for kombinationsenheden 52 over en tilbagekoblingsforstærker 54.

15 Til forskel fra efterklangsenheden i fig. 7 er forsinkelsesledningens udgang 3 her forbundet til den anden indgang fra den yderligere kombinationsenhed 58 over forstærkeren 59. Henvisningstallet 61 angiver samme antal udtag med tilhørende amplitudereguleringskoblinger og en tilhørende additionskreds som henvisningstallet 60.

20 Forsinkelserne mellem udtage 60 og 61 er de samme (t_1). Forholdene mellem amplituderne af udgangssignalerne fra amplitudereguleringskoblingerne hørende til udtage 60 set i forsinkelsesledningens retning er de samme som for udtage 61 set i modsat retning. Forsinkelsen t_0 mellem forsinkelsesledningens indgang og det første af udtage 60 er lig med forsinkelsen mellem det sidste af udtage 61 og enden af forsinkelsesledningen 1. Tilsvarende er forsinkelsen t_4 mellem indgangen af

30 forsinkelsesledningen 1 og det første af udtage 61 lig med forsinkelsen mellem det sidste af udtage 60 og enden af forsinkelsesledningen 1. Forsinkelsen t_4 kan være større eller mindre end eller lig med t_0 .

60 og 61 er således spejlsymmetriske om forsinkelsesledningen 1's midtpunkt. Udgangen 63 fra arrangementet 61 er forbundet til den første indgang af den yderligere kombinationsenhed 58 over transmissionsvejen 56, som kan indeholde forstærkeren 57. Til frekvensuafhæn-

gig overføring (fladt frekvenssvar) ved hjælp af efterklangs-
 klangsenheden mellem indgangen 51 og udgangen 55 skal
 forstærkningen langs sløjfen indeholdende kombinations-
 enheden 52, indretningen 60 og tilbagekoblingsforstær-
 5 keren 54 være lig med, men af modsat fortegn i forhold
 til forholdet mellem forstærkningen fra indgangen 51
 til udgangen 55 gennem indretningen 61 og transmis-
 sionsvejen 56 og forstærkningen fra indgangen 51 til
 udgangen 55 gennem forsinkelsesledningen 1 og for-
 10 stærkningen 59, dvs. $A\alpha = -B\beta / C\gamma$, hvor B repræsenterer
 forstærkningen fra indgangen 2 til udgangen 63 for
 arrangementet 61 og C forstærkningen af forsinkelses-
 ledningen 1 fra indgangen 2 til udgangen 3.

Også i dette tilfælde har efterklangseneheden for-
 15 stærkningen én fra indgangen 51 til udgangen 55, hvis
 forstærkningen fra indgangen 51 til udgangen 55 gen-
 nem forsinkelsesledningen 1 er én, dvs. $C\gamma = 1$. Hvis
 forsinkelsesledningen 1's forstærkning C er lig med én,
 er der ikke behov for nogen forstærker 59. Endvidere kan
 20 faktorerne a_1 - a_5 , a_7 eller a_9 for amplituderegulerings-
 koblingerne i arrangementerne 60 og 61 og dermed for-
 stærkningsfaktorerne A og B for de samme forhold mellem
 amplituderne af udgangssignalerne fra amplituderegule-
 ringskoblingerne i de to arrangementer 60 og 61 vælges
 25 således, at der ikke er behov for nogen tilbagekoblings-
 forstærker 54 og/eller nogen forstærker 57 i efter-
 klangsenheden.

Endelig skal det bemærkes, at opfindelsen ikke er
 begrænset til de i figurerne viste udførelsesformer. Op-
 30 findelsen angår også indretninger eller efterklangsenehe-
 der, hvor forholdene mellem amplituderne af udgangssig-
 nalerne fra amplitudereguleringskoblingerne er valgt i
 omvendt rækkefølge, eller hvor udformningen på punkter,
 som ikke vedrører opfindelsens princip, afviger fra de
 35 beskrevne udførelsesformer.

P A T E N T K R A V

1. Indretning til overføring af lydssignaler, indeholdende en forsinkelsesledning (1, 21, 22) med en indgang, en udgang og $(2k+1)$ udtag (4,5,6,7,8), hvor k er et helt tal og $2 \leq k \leq 4$, hvilke udtag er beliggende med lige store tidsintervaller (t_1) , og hvert er forbundet til en fælles additionskreds (16, 23, 24, 36-40) over en første amplitudereguleringskobling $(a, -a_7)$, hvor amplituderne af signalerne ved udgangene af de første amplitudereguleringskoblinger, som er forbundet til et udtag, der er symmetrisk beliggende i forhold til det midterste udtag, har lige store værdier, og faseforskydningerne i de første amplitudereguleringskoblinger er de samme, bortset fra at faseforskydningen i én ud af hver to af de første amplitudereguleringskoblinger, som er beliggende ved samme ulige multipla af tidsintervallet (t_1) fra det centrale udtag, afviger 180° fra faseforskydningen i den anden, hvorhos amplituderne i disse signaler er udvalgt således, at overføringen ved hjælp af indretningen er i det mindste i det væsentlige frekvensuafhængig, k e n d e t e g n e t ved, at indretningen indeholder p sådanne forsinkelsesledninger, hvor $p \geq 1$, og at når der til hvert af et antal udtag langs forsinkelsesledningen knyttes et index x , hvor x er et helt tal, $x \leq k + 1$, med indexet 1 knyttet til et af de yderste udtag, på hinanden følgende indices knyttet til på hinanden følgende naboudtag regnet fra nævnte yderste udtag mod det midterste udtag og det højeste index knyttet til det midterste udtag, opfylder forholdet mellem udgangssignalerne fra de til nævnte udtag knyttede amplitudereguleringskoblinger A_x , inclusive disses fortegn, ligningen $A_1 : A_2 : A_3 : A_4 : A_5 = 1 : 2n : 2n^2 : n^3 - n : \frac{1}{4} (n^4 - 1) - 2n^2$, hvor n , k og t_1 kan have identiske værdier for hver forsinkelsesledning.

2. Indretning ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at den indeholder mindst to forsinkelsesledninger, hvor indgangen af hver efterfølgende forsinkelsesledning er forbundet til udgangen af den fælles additionskreds for den forudgående forsinkelsesledning.

3. Indretning ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at den indeholder $2l + 1$ serieforbundne, identiske forsinkelsesledninger, hvor l er et helt tal og $2 \leq l \leq 4$, hvor indgangen af hver efterfølgende forsinkel-

5 sesledning er forbundet til udgangen af den forudgående forsinkelsesledning, og udgangene fra additionskredsene for de $(2l + 1)$ forsinkelsesledninger er individuelt forsynede med en anden amplitudereguleringskobling med udgangen fra hver af disse andre amplituderegulerings-

10 koblinger forbundet til en fælles additionskreds, hvorhos amplituderne af udgangssignalerne fra de andre amplitudereguleringskoblinger for forsinkelsesledninger, som er symmetrisk beliggende i forhold til den midterste forsinkelsesledning, har ens værdier, og faseforskydning-

15 gerne i de andre amplitudereguleringskoblinger er ens, bortset fra at faseforskydningen i den ene ud af hver to af de andre amplitudereguleringskoblinger, som er beliggende i afstande fra den midterste forsinkelseslednings midterste udtag svarende til ens ulige multipla af det tidsinterval

20 (t_2) , som svarer til tidsintervallet mellem de midterste udtag fra to på hinanden følgende forsinkelsesledninger, afviger 180° fra faseforskydningen i den anden, og at når der til et antal af forsinkelsesledninger knyttes et index x , hvor x er et helt tal, $x \leq l + 1$ med indexet l

25 knyttet til en af de yderste forsinkelsesledninger, på hinanden følgende indices knyttet til på hinanden følgende naboforsinkelsesledninger regnet fra nævnte yderste forsinkelsesledning mod den midterste forsinkelsesledning og det højeste index knyttet til den midterste forsinkel-

30 sesledning, opfylder forholdet mellem udgangssignalerne fra de til nævnte forsinkelsesledninger knyttede andre amplitudereguleringskoblinger B_x , inclusive disses fortegn ligningen $B_1 : B_2 : B_3 : B_4 : B_5 = 1 : 2m : 2m^2 : m^3 - m : \frac{1}{4}(m^4 - 1) - 2m^2$.

35 4. Indretning ifølge krav 3, k e n d e t e g n e t ved, at de $2l + 1$ forsinkelsesledninger er kombineret til én forsinkelsesledning med $2l + 1$ grupper af $2k + 1$ udtag.

5. Indretning ifølge krav 1, 2, 3 eller 4, k e n -
d e t e g n e t ved, at for nævnte forsinkelsesledning
er n l i g med 1.

6. Indretning ifølge krav 1, 2, 3 eller 4, k e n -
5 d e t e g n e t ved, at nævnte forsinkelsesledning inde-
holder 7 udtag, og at udgangssignalerne fra de første
amplitudereguleringskoblinger regnet fra den ene ende til
den anden af forsinkelsesledningen forholder sig til hin-
anden som $1 : 8 : 24 : 32 : -24 : 8 : -1$.

10 7. Indretning ifølge krav 1, 2, 3 eller 4, k e n -
d e t e g n e t ved, at mindst én forsinkelsesledning
har 7 udtag, og at udgangssignalerne fra de første amp-
litudereguleringskoblinger regnet fra den ene ende til
den anden af forsinkelsesledningen forholder sig til hin-
15 anden som $1 : 4 : 12 : 16 : -12 : 4 : -1$.

8. Indretning ifølge krav 1, 2, 3 eller 4, k e n -
d e t e g n e t ved, at mindst én forsinkelsesledning
har 7 udtag, og at udgangssignalerne fra de første amp-
litudereguleringskoblinger regnet fra den ene ende til
20 den anden af forsinkelsesledningen forholder sig til hin-
anden som $3 : 13 : 32 : 32 : -32 : 13 : -3$.

9. Indretning ifølge krav 3 eller 4, k e n d e -
t e g n e t ved, at m e r l i g med 1.

10. Indretning ifølge krav 3 eller 4, k e n d e -
25 t e g n e t ved, at den indeholder 7 forsinkelsesled-
ninger, og at udgangssignalerne fra de andre amplitude-
reguleringskoblinger regnet fra den ene ende til den an-
den forholder sig til hinanden som $1 : 8 : 24 : 32 : -24 : 8 : -1$.

30 11. Indretning ifølge krav 3 eller 4, k e n d e -
t e g n e t ved, at den indeholder 7 forsinkelseslednin-
ger, og at udgangssignalerne fra de andre amplituderegu-
leringskoblinger regnet fra den ene ende til den anden
forholder sig til hinanden som $1 : 4 : 12 : 16 : -12 : 4 : -1$.
35

12. Indretning ifølge krav 3 eller 4, k e n d e -
t e g n e t ved, at den indeholder 7 forsinkelsesled-
ninger, og at udgangssignalerne fra de andre amplitude-

reguleringsindretninger regnet fra den ene ende til den anden forholder sig til hinanden som $3 : 13 : 32 : 32 : -32 : 13 : -3$.

13. Efterklangsenhed, k e n d e t e g n e t ved, at der findes en indretning (50) ifølge et af de foregående krav, og at et signal føres til en første indgang af en kombinationsenhed (52), hvis udgang eventuelt over en yderligere forsinkelsesledning (53) er forbundet til nævnte indretnings (50) indgang, medens indretningsens udgang eventuelt under indføjelse af et forstærkertrin (54) er forbundet til en anden indgang for kombinationsenheden (52).

1/3

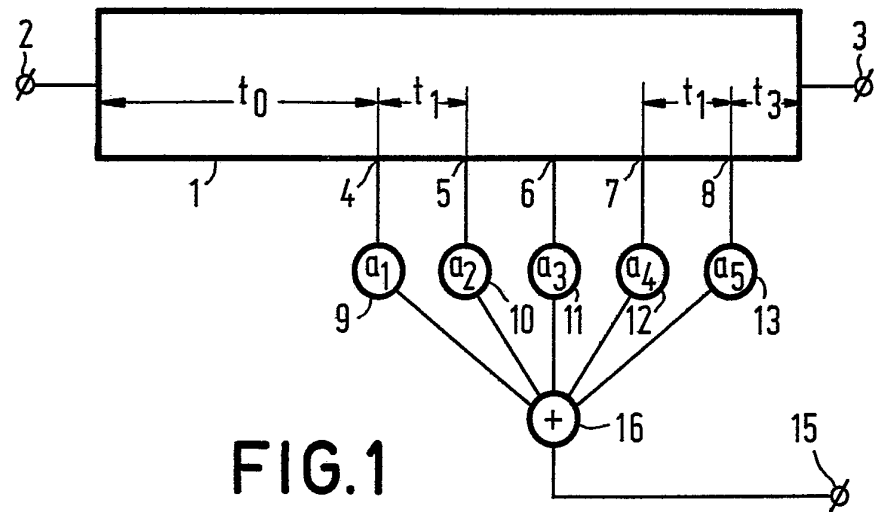


FIG. 1



FIG. 2a



FIG. 2b

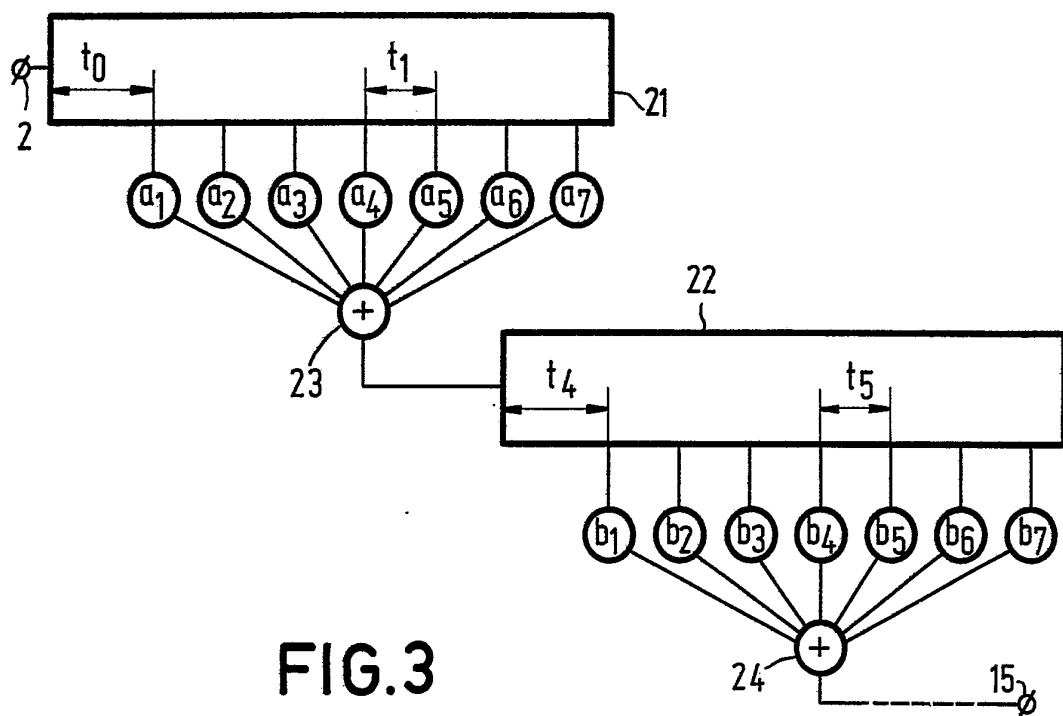


FIG. 3

2/3

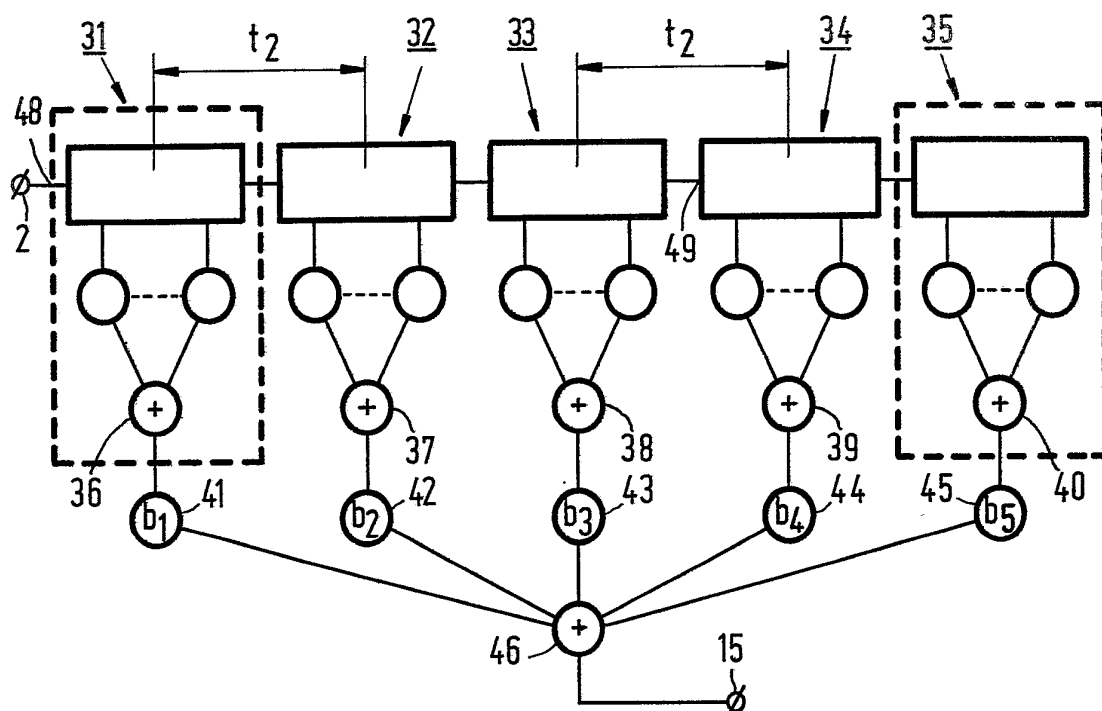


FIG. 4

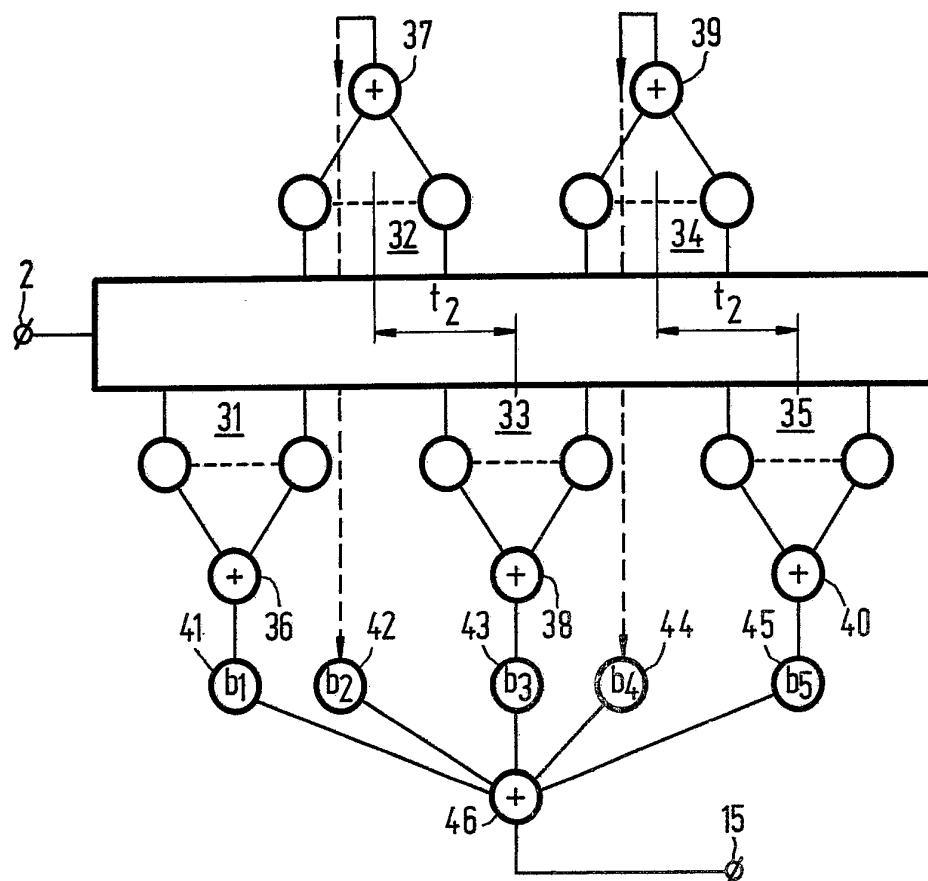


FIG. 5

3/3

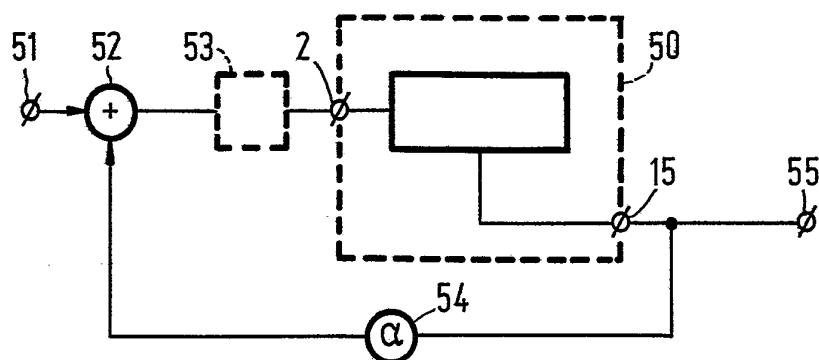


FIG. 6

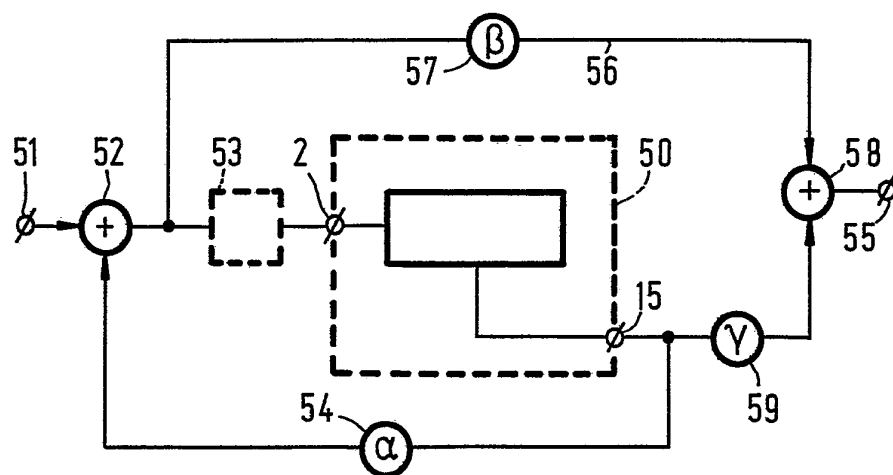


FIG. 7

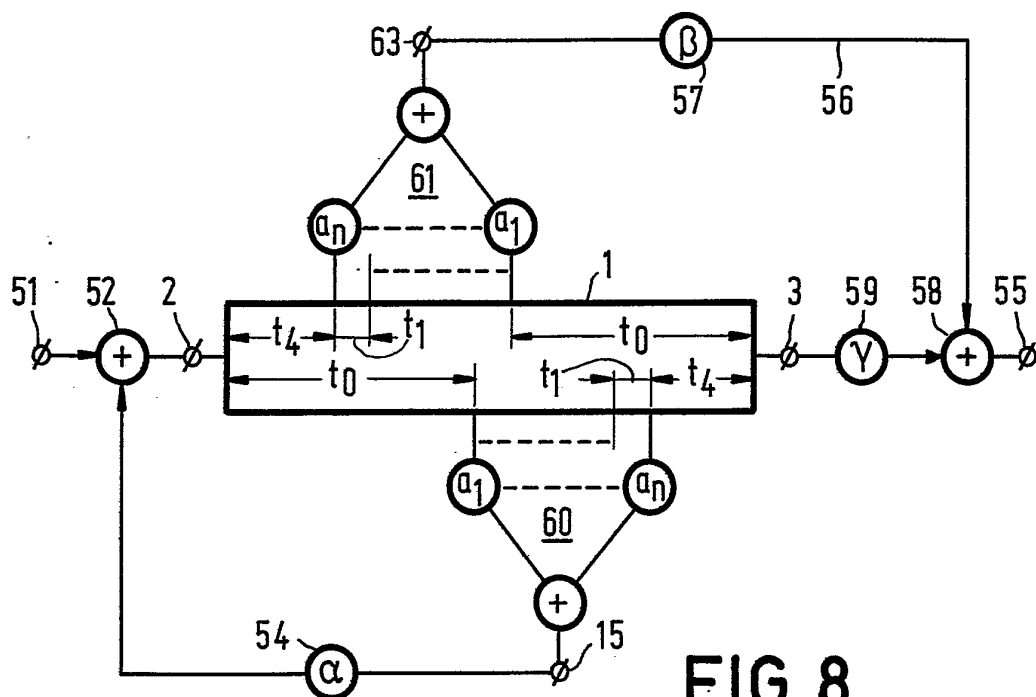


FIG. 8