

NORGE

[B] (11) UTLEGNINGSSKRIFT Nr. 130413



STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN

(51) Int. Cl. H 04 b 1/64

(52) Kl. 21a²-36/14

(21) Patentsøknad nr. 2805/70

(22) Inngitt 17.7.1970

(23) Løpedag 17.7.1970

(41) Søknaden alment tilgjengelig fra 22.1.1971

(44) Søknaden utlagt og
utlegningsskrift utgitt 26.8.1974

(30) Prioritet begjært fra: 21.7.1969 Storbritannia,
nr. 36466/69

-
- (71)(73) Dolby Laboratories Inc.,
333 Avenue of the Americas,
New York 10014, N.Y., USA.
- (72) Ray Milton Dolby, 346, Clapham Road,
London S.W. 9, England.
- (74) Siv.ing. Per Onsager.
- (54) Signalkompressor eller -ekspander.

Oppfinnelsen angår signalkompressorer, -ekspandere og støy-reduksjonsanordninger som dem der er beskrevet i britisk patentskrift nr. 1.120.541 og de norske patentskrifter nr. 126.505 og 128.842. Oppfinnelsen er anvendelig for innretninger både av type I og av type II, slik disse begreper er definert i de nevnte norske patentskrifter.

Et hovedtrekk ved alle de innretninger som er beskrevet i de to nevnte fremstillinger, er at der ikke gjøres noe forsøk på å tilveiebringe den forlangte kompresjons- eller ekspansjonsfunksjon ved å innvirke på hele det dynamiske område for signalet. Isteden benyttes der en direkte gjennomgående hoved-signalvei som signalene og spesielt signaler med høye nivåer kan passere uten forvrengning. Med disse signaler kombinerer man utgangssignalet fra en ytterligere

vei, som kan få sitt inngangssignal enten fra utgangen eller fra inn-
gangen til innretningen. Ved lave signalnivåer styrker eller svekker
dette utgangssignal fra den ytterligere vei hovedsignalet for å bevirke
henholdsvis kompresjon eller ekspansjon. Imidlertid innbefatter den
ytterligere vei, den såkalte tilleggsvei, en begrenser slik at utgangs-
signalet fra denne vei ved høyere signalnivåer blir neglisjerbart i
sammenligning med hovedsignalet, så styrkelsen resp. svekkelsen blir
minimal. På denne måte blir kompresjons- eller ekspansjonskarakteris-
tikk tilveiebragt i det vesentlige under unngåelse av de alvorlige
iboende problemer som foreligger ved tidligere kjente innretninger
som arbeider på hele signalet i henhold til en ikke-lineær funksjon.

Det er særlig viktig at kompressorer og ekspandere av den
nettopp omtalte type kan gjøres nøyaktig komplementære, slik at et
komplett støyreduksjons- eller kompressor/ekspander-system hvor signa-
let føres først gjennom kompressoren og derefter gjennom ekspanderen,
ikke i seg selv vil innføre en forvrengning.

I de spesielle eksempler som er anført i de to ovennevnte
fremstillinger og også i nevnte patentskrift 127.166, blir tilleggs-
veien, resp. hver tilleggsveis arbeide begrenset til et bestemt bånd
som bare utgjør en del av det samlede signalebånd, da støymodulasjons-
effekter utelukker anvendelsen av en enkel bredtbånds støyreduksjon.

Hensikten med den foreliggende oppfinnelse er å skaffe öko-
nomiske kompressorer og ekspandere som vil gi bredtbånds-støyreduk-
sjon under hvileforhold med lavt signalnivå, men ha hovedsakelig
höypass- eller lavpass-karakter under forhold med nivåbegrensning.
F.eks. vil anvendelsen av en kompressor og en ekspander i et audio-
system hvor tilleggsveien får höypasskarakter under forhold med nivå-
begrensning, bevirke bredtbånds-støyreduksjon så lenge signalet er
på et høyt nivå. Så snart der opptrer et påtagelig signal med lav
til midlere frekvens, vil tilleggsveien imidlertid få höypasskarakter,
og støyreduksjon vil bare finne sted ved de övre frekvenser, så man
unngår problemer med støymodulasjon.

Oppfinnelsen går ut på en signalkompressor eller -ekspander,
omfattende en direkte signalvei til å formidle et inngangssignal med
linearitet innen et dynamisk område og en anordning til å kombinere
utgangssignalet fra en ytterligere vei med signalene i den direkte
vei for å styrke eller svekke disse, hvor den ytterligere vei får
sitt inngangssignal fra enten inngangen til eller utgangen fra kom-
pressoren eller ekspanderen og innbefatter en anordning til å begrense
det nevnte utgangssignal samt et filter med variabel grensefrekvens

til å begrense signaler som passerer gjennom den ytterligere vei. Denne kompressor eller ekspander er ifølge oppfinnelsen karakterisert ved at filteret er utført for å ha hovedsakelig all-pass-karakteristikk under tilstander med lavt signalnivå og innbefatter en gren med en variabel impedans som reagerer slik på et signalnivå i kompressoren, resp. ekspanderen, at filteret ved høyere signalnivåer antar høypass- eller lavpass-karakteristikk eller høypass- pluss lavpass-karakteristikk.

Oppfinnelsen vil bli belyst nærmere ved utførelseseksempler under henvisning til tegningen.

Fig. 1 og 2 er koblingsskjemaer for to meget enkle utførelsesformer for oppfinnelsen.

Fig. 3 og 4 er koblingsskjemaer for forbedrede utførelsesformer som særlig egner seg til å brukes i forbindelse med båndopptagere hvor man har betydelige problemer med høyfrekvent støy (hvisling) og mindre problemer med lavfrekvent støy.

Fig. 3a viser en modifikasjon av fig. 3.

Fig. 5 og 6 viser to måter hvorpå koblingen på fig. 4 kan utvikles videre for også å ta seg mer effektivt av lavfrekvent støy, særlig for anvendelse i forbindelse med opptegning på plate, og

fig. 7 og 8 viser endel karakteristikker.

For alle utførelsesformer er der for enkelhets skyld valgt kompressorer av type I, men de kan alle endres til ekspandere av type I eller til kompressorer eller ekspandere av type II (uten endring av tilleggsveiens form) på grunnlag av hvad som fremgår av de ovennevnte fremstillinger. På hvert koblingsskjema er en inngangsklemme 10 vist forbundet med en utgangsklemme 11 via en hovedvei 12 og en tilleggsvei 13, samtidig som motstander R1 og R2 kombinerer de to veiers bidrag i ønsket forhold.

På fig. 1 omfatter filter-begrenseren en seriekapasitet C1 shuntet med en motstand R3, etterfulgt av en parallell ren dannet av to dioder 14, som har passende forspenning (skjematisk antydnet på fig. 1 ved batterier 15) og i sin tur efterfølges av en forsterker 16. Under forhold med lavt signalnivå passerer signalet motstanden R3 og forsterkes av forsterkeren 16 for dermed å gi et betydelig forsterket signal ved utgangen fra kompressoren.

Når signalnivået blir høyt nok til å gjøre diodene 14 ledende, inntreffer to virkninger. For det første blir inngangssignalet til og dermed utgangssignalet fra forsterkeren 16 underkastet en begrensnings hvorved tilleggsveiens bidrag synker i forhold til hoved-

veiens. Det er på denne måte der skaffes en kompresjonskarakteristikk som forklart i de ovennevnte fremstillinger.

Den annen virkning består i at der dannes et CR-høypassfilter ved hjelp av kapasiteten C1 og de ledende dioder 14. Tilleggsveien 13 blir derfor ikke lenger noen bredtbandsvei. Den har høypass-karakter, og ved egnet innbyrdes avpasning av komponentverdiene kan det sørges for at der ved høye frekvenser fortsatt inntreffer støyreduksjon, men med reduserte støymodulasjonsvirkninger fordi tilleggsveien ikke lenger har bredtbånd-karakter.

På fig. 2 er diodene 14 erstattet med en felteffekttransistor 17, hvis motstand styres ved hjelp av signalet i tilleggsveien. Signalet forsterkes av en forsterker 18, likerettes av en likeretter 19 (den viste diode kan erstattes med en helbølge- eller bro-likeretter) og glattes med en glattekrets 20.

Virkemåten er maken til den på fig. 1 for såvidt som der dannes et høypassfilter så snart signalet i tilleggsveien öker og felteffekttransistoren begynner å lede. På dette tidspunkt blir imidlertid den begrensning som kreves for å gi en resulterende kompresjonskarakteristikk, tilveiebragt av filteret, hvis grensefrekvens går oppover for å utelukke signaler med midlere og høyere nivåer på en måte som allerede er forklart i de ovennevnte fremstillinger. Hva som er viktig å merke seg, er imidlertid at filteret på fig. 2 ikke virkelig foreligger ved lave nivåer, idet det får en grensefrekvens 0, og signaler med lavt nivå og likeledes likeströmsignaler slippes frem av motstanden R3.

De meget enkle filterkoblinger på fig. 1 og 2 gir ikke tilstrekkelig sontring mot midlere og lave frekvenser under forhold med høyt signalnivå, da filterets avskjæringsvirkning bare opptrer med 6dB pr. oktav, og strömmodulasjonsvirkninger derfor blir tilbøyelige til å oppstå ved visse former for programstoff. Utförelsesformene på fig. 3 og 4 gir en skarpere avskjæring og behöver allikevel bare ett aktivt element i filteret.

På fig. 3 er der foran det lavpassfilter som dannes av kapasiteten C1 og felteffekttransistoren 17 anordnet et fast høypassfilter dannet av en kapasitet C2 og en motstand R4. R3 er stadig innkoblet direkte mellom inngangsklemmen 10 og felteffekttransistoren 17 for å bevare allpass-karakteristikken i hviletilstand. Den viste motstand R5 vil kunne unnværes og kan også kobles parallelt med felteffekttransistoren 17 istedenfor parallelt med kapasiteten C1 som vist. Benyttes motstanden R5, vil den gi redusert overföring av lave frekvenser

i forhold til høye. Således er det f.eks. mulig å skaffe en støy-reduksjon ved lave og midlere frekvenser på bare 6dB, mens der fås 10dB ved høye frekvenser. Den minskede støyreduksjon ved lave frekvenser er tilstrekkelig til å være av verdi, men ikke så stor at den kan forårsake problemer med brummingsmodulasjon. På fig. 3 etterfølges forsterkeren 16 av en klipper 21 til å eliminere sterke transienter som passerer den foregående begrensers (som på grunn av glatte-filteret 20 virker syllabisk).

Kurvene på fig. 7 er opptatt ved en kobling som vist på fig. 3. De viser utgangsnivået som funksjon av frekvens for hvert sitt inngangsnivå, som er avmerket på kurven. Ved et inngangsnivå av -40dB kan det ses at tilleggsveien 13 har innført en økning på 6dB ved lavere og midlere frekvenser. Økningen stiger til 10dB ved høye frekvenser. Ved -30dB utgjør de tilsvarende økninger henholdsvis 6dB og 8dB. Ved -20dB fås en økning på omtrent 4 - 5dB over hele frekvensområdet, og ved -10dB er økningen sunket til omtrent 2dB. Ved inngangsnivået 0 er økningen bare omtrent 1dB ved lave frekvenser og mindre enn 1/2dB ved høye.

En uheldig side ved den virkemåte som er anskueliggjort på fig. 7, er at tilleggsveiens begrensende virkning ved lave og midlere frekvenser ikke er tilstrekkelig ved høye nivåer. Nivåavvikelsen på 1dB eller deromkring ved høye nivåer når tilleggsveien kobles på og av (støyreduksjon på-av), kunne forårsake tvetydigheter med hensyn til nivå og standardisering. Hertil kommer at mange av de fordeler med hensyn til liten forvrengning og samtløp som oppnås ved differential-teknikken hvor signalene fra en hovedvei og en tilleggsvei kombineres, er avhengig av begrensningsterskler ved lavt nivå og en sterk begrensningsskarakteristikk ved høye nivåer.

Den svake begrensningsskarakteristikk ved lave frekvenser skyldes hovedsakelig styreforsterkerens lave forsterkning ved lave frekvenser. Videre foreligger der et tap på tilnærmelsesvis 6dB i filter/begrensernettverket ved lave frekvenser, noe som ytterligere bidrar til lav sløyfeforsterkning. En liten forbedring (omtrent 6dB i sløyfeforsterkning) kan man oppnå ved å sløyfe R5. Full overføring blir vedlikeholdt ved lave frekvenser, noe som gjør situasjonen med hensyn til sløyfeforsterkning bedre. Imidlertid må utgangssignalet fra tilleggsveien da tilpasses med et korreksjonsnettverk (fig. 3a), som benyttes istedenfor kompressor-addisjonsforsterkeren R2 på fig. 3. Det lar seg da gjøre å oppnå den ønskede økning på 6dB ved lave og midlere frekvenser i forbindelse med en myk overgang til den fulle

økning på 10dB ved høye frekvenser.

Enhver videre økning i sløyfeforsterkning ved lave frekvenser ved endring av tidskonstantnettverket i styreforsterkerens emitterkrets er uheldig fordi høyfrekvensoverføringen i begrenser-filteret da vil få en tilbøyelighet til å influeres unødig av lavfrekvente signaler med derav følgende innføring av støymodulasjonsvirkninger.

En annen mulighet for å skaffe en sterkere begrensings-karakteristikk ved lave og midlere frekvenser består i å øke impedansen av lavfrekvensveien som driver felteffekttransistoren. Med henvisning til fig. 3 kan man tenke seg R5 borte og R3 øket til en høy verdi (idet begrenser-filteret mater en forsterker 16 med meget stor inngangsimpedans). Ved meget lave frekvenser vil felteffekttransistoren 17 da være istand til å begrense signalet kraftig selv ved en beskjeden sløyfeforsterkning. Derimot blir R3 ved høye frekvenser shuntet med seriekoblingen av C1 og R4, hvorved der fås en dal i responskarakteristikken i det midtre frekvensområde selv under tilstander med lavt signalnivå og ikke-ledende felteffekttransistor.

En måte å unngå senkningen i hviletilstand på er anskueliggjort på fig. 4. Den jordede side av R4 er tilsluttet utgangen fra en forsterker 22 som har stor inngangsimpedans og forsterkningsfaktor lik 1, og hvis inngangsside mates fra begrenserens utgang. Så lenge der ikke opptrer noen begrensingsvirkning, forhindrer tilbakekoblingen til R4 hovedsakelig ledning gjennom denne, d.v.s. at R4 virker som en meget høy impedans, hvorved C2, R4 får en meget lav grensefrekvens, f.eks. 2Hz.

Under tilstander med lavt nivå (ingen virkning av felteffekttransistoren) slipper koblingen alle frekvenser igjennom med en forsterkningsfaktor lik 1. Når felteffekttransistoren 17 begynner å lede, vil der oppstå et spenningsfall over R3 og C1, hvorved spenningen på utgangsstedet 23 og ved den nedre ende av R4 avtar. Den effektive impedans av R4 vil da bli minsket, hvorved beta-overgangsfrekvensen for C2, R4 blir forskjøvet oppover.

Hvis strømkretskonstantene er passende proporsjonert, skulle det være mulig å skaffe en tilsiktet dal i kompressorens resulterende utgangsnivå i det midtre frekvensområde under tilstander med moderat begrensning, noe som ville virke i retning av å vedlikeholde støyreduksjonsvirkningen ved lave frekvenser (brumreduksjon) og samtidig minske økningen i kompressorens forsterkning ved midlere frekvenser.

Når begrensningen er meget sterk, blir koblingen tilbøyelig

til å vende tilbake til den på fig. 3, idet den nedre ende av R4 i hovedsaken kommer på jordpotensial ved lave og midlere frekvenser. Koblingen har således de ideelle egenskaper å skaffe en hvilken som helst ønsket grad av begrensning ved lave og midlere frekvenser under utnyttelse av lav sløyfeforsterkning, og samtidig vedlikeholde en flat frekvensrespons i hviletilstand.

Hvis det ønskes, kan et nettverk som det på fig. 3a benyttes i addisjonskretsen istedenfor R2 for å avpasse størrelsen av den oppnådde minskning av lav- og middelfrekvent støy.

Ved en annen modifikasjon ligger R3 parallelt med bare C1 istedenfor med seriekoblingen av C1 og C2. Tilleggsveien får da stadig allpass-karakteristikk ved lave nivåer fordi den effektive impedans av R4 blir så ekstremt høy ved lave nivåer at C2 og R4 til sammen kan gi en grensefrekvens så lav som f.eks. 2Hz.

Selv om der dannes et nettverk med en dal midt i båndet som antydnet ovenfor, vil de foreligge en viss innbyrdes avhengighet mellom oppnådd grad av støyreduksjonen ved lave og ved høye frekvenser. Et arrangement som er mer effektivt, f.eks. for reduksjon av platestøy, er anskueliggjort på fig. 5, som viser en kobling med en tilleggsvei sammensatt av separate grenveier 13 og 24 til å ta seg av henholdsvis høyfrekvens- pluss midtbåndstøy og lavfrekvens- pluss midtbåndstøy. For å minske støymodulasjonsvirkningene er det ønskelig å utelukke den ekstremt motsatte del av spekteret fra hver tilleggsvei, noe som man oppnår ved hjelp av et lavfrekvens-avvisningsfilter 25 i veien 13 og et høyfrekvens-avvisningsfilter 26 i veien 24. Filtrene 25 og 26 kan f.eks. avvise frekvenser henholdsvis under 100Hz og over 2KHz. Ved utgangene fra henholdsvis høyfrekvens- og lavfrekvens-veiene 13 og 14 kan der da tilføyes nettverk 27 og 28 for å gi en over hele spekteret jevn resulterende respons ved lavt nivå.

Komponentene av veien 24 har stort sett samme henvisningsbetegnelser som dem i veien 13 med tilføyelse av en merkestrek. Bidragene fra veiene 13 og 14 adderes til det fra den direkte gjennomgående hovedvei 12 via nettverkene henholdsvis 27 og 28.

For å ta seg av lavfrekvensenden av spekteret er i veien 24 høypassfilteret C1, C2, R3, R4 i veien 13 erstattet med to serieinduktiviteter L1 og L2 med tillegg av en shunt-motstand R6 som forsterkeren 22' med forsterkningsfaktor 1 er tilsluttet. (Et mindre tilfredsstillende alternativ er å erstatte L1 og L2 med motstander og erstatte R6 med en kapasitet).

Fig. 8 anskueliggjør virkemåten av koblingen på fig. 5. I hviletilstand kan frekvensresponsen hos lavfrekvensveien 24 representeres ved kurven a og den hos høyfrekvensveien 13 ved kurven b. Den jevne resulterende respons av kompressoren ved lave nivåer er vist ved kurve c. I nærvær av et midtbåndsignal alene får veiene 13 og 24 henholdsvis høy- og lavpasskarakter, så det fås en karakteristikk som vist ved d. Er også en hovedsakelig lavfrekvent komponent tilstede, fås kurve e, og på lignende måte fås kurve f hvis en hovedsakelig høyfrekvent komponent er til stede. Er begge disse komponenter til stede, fås kurve g.

Styrekretsforsterkerne 18 og 18' har forsterkningsfaktorer som fortrinsvis økes ved henholdsvis lave og høye frekvenser, noe som fører til bedret uavhengighet av de to veiers arbeide, for å unngå støymodulasjonsvirkninger og også for å redusere muligheten for overbelastning av opptegningsmediet.

Fig. 6 viser en forenklet modifikasjon av fig. 5, hvor der benyttes en eneste tilleggsvei med lav- og høy-passfilter-avdelingene i parallellkobling. Den samme uavhengighet i virkning er her ikke lenger mulig, men koblingen kan gi tilfredsstillende resultater i billige støyreduksjonssystemer.

Det bør nevnes at begrensingsfilter kretser som dem der er vist på fig. 4, 5 og 6, kan benyttes i andre forbindelser enn i kompressorer og ekspandere av type I og II. Man kan tenke seg et vilkårlig treklemmers impedansnettverk med en inngangsklemme en utgangsklemme tilsluttet en felteffekttransistor som på fig. 4 og en felles klemme tilsluttet utgangsklemmen via en tilbakekoblet forsterker med forsterkningsfaktor lik 1, igjen som på fig. 4. Koblingens funksjon i hviletilstanden blir å gi en forsterkningsfaktor lik 1. Koblingens egenskaper under forhold med ledende felteffekttransistor er bestemt ved det spesielle treklemmers nettverk som benyttes, men de endringer som oppnås, er større enn dem som normalt fås i forbindelse med et eneste styrbart element. Disse egenskaper kan være nyttige i konvensjonelle høytnivå-begrensere, -kompressorer og -ekspandere, hvor signalet føres gjennom en enkelt vei med variabel overføringskarakteristikk.

P a t e n t k r a v :

1. Signalkompressor eller -ekspander, omfattende en direkte signalvei til å formidle et inngangssignal med linearitet innen et dynamisk område og en anordning til å kombinere utgangssignalet fra en ytterligere vei med signalene i den direkte vei for å styrke eller svekke disse, hvor den ytterligere vei får sitt inngangssignal fra enten inngangen til eller utgangen fra kompressoren eller ekspanderen og innbefatter en anordning til å begrense det nevnte utgangssignal samt et filter med variabel grensefrekvens til å begrense signaler som passerer gjennom den ytterligere vei, k a r a k t e r i s e r t ved at filteret er utført for å ha hovedsakelig all-pass-karakteristikk under tilstander med lavt signalnivå og innbefatter en gren (17) med en variabel impedans som reagerer slik på et signalnivå i kompressoren, resp. ekspanderen, at filteret ved høyere signalnivåer antar høypass- eller lavpass-karakteristikk eller høypass- pluss lavpass-karakteristikk.
2. Signalkompressor eller -ekspander som angitt i krav 1, k a r a k t e r i s e r t ved at filteret omfatter minst én seriegren (C1, R3) etterfulgt av en parallellgren som innbefatter en innretning (17) med en styrbar motstand som styres ved hjelp av en styrekrets (18, 19, 20) som reaksjon på filterets utgangssignal for å minske motstanden når dette utgangssignal øker.
3. Signalkompressor eller -ekspander som angitt i krav 2, k a r a k t e r i s e r t ved at innretningen (17) med styrbar motstand er en felteffekttransistor.
4. Signalkompressor eller -ekspander som angitt i krav 2 eller 3, k a r a k t e r i s e r t ved at der foreligger en direkte serieforbindelse (R3) fra den ytterligere veis inngang til den nevnte parallellgren.
5. Signalkompressor eller -ekspander som angitt i krav 4, k a r a k t e r i s e r t ved at filteret består av en første reaktiv seriegren (C2), etterfulgt av en resistiv parallellgren (R4), etterfulgt av en annen reaktiv seriegren (C1), som igjen er etterfulgt av en parallellgren som innbefatter innretningen (17) med styrbar motstand og en motstand (R3) i parallellkobling til seriekoblingen av de to reaktive grener.
6. Signalkompressor eller -ekspander som angitt i krav 5, k a r a k t e r i s e r t ved at de to reaktive grener er kapasitive grener (C1 og C2).

130413

7. Signalkompressor eller -ekspander som angitt i krav 2 eller 3, k a r a k t e r i s e r t ved at filteret omfatter en første seriegren (C2), etterfulgt av en første parallellgren (R4), etterfulgt av en annen seriegren (C1), etterfulgt av en annen parallellgren, nemlig den gren som inneholder innretningen (17) med styrbar motstand, samtidig som utgangen fra filteret er tilbakekoblet til den første parallellgren gjennom en forsterker (22) med forsterkningsfaktor omtrent lik 1, hvorved den impedans den første parallellgren (R4) oppviser, blir øket betydelig når den annen parallellgren (17) er hovedsakelig ikke-ledende, men avtar suksessivt efter hvert som den annen parallellgren blir mer ledende.

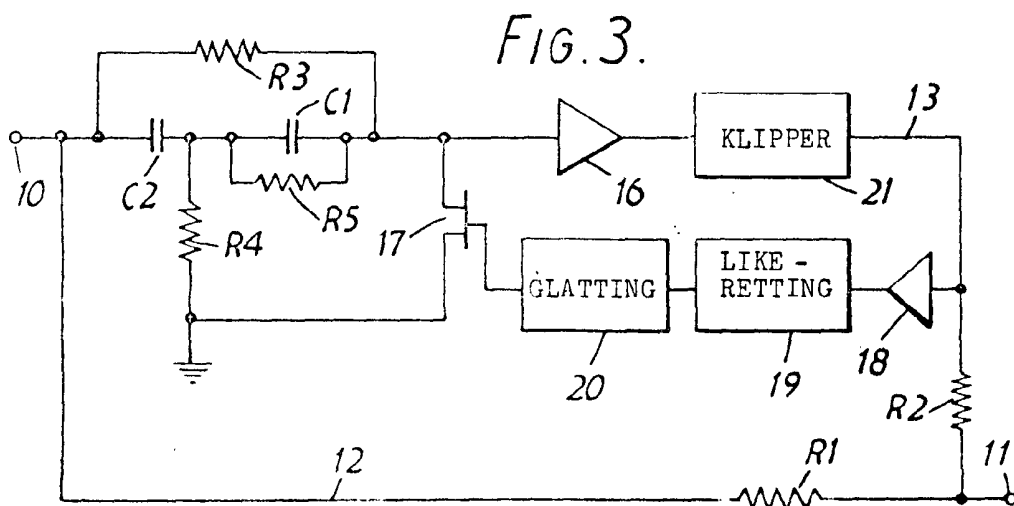
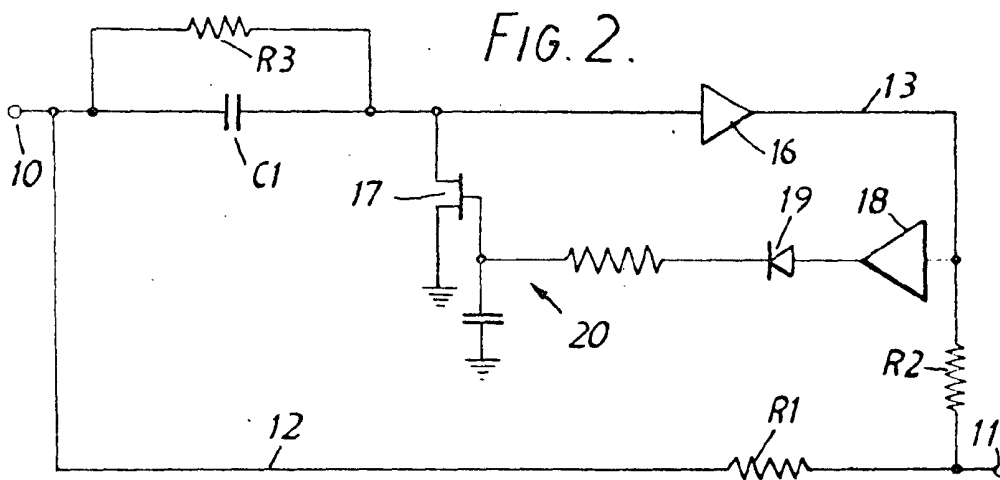
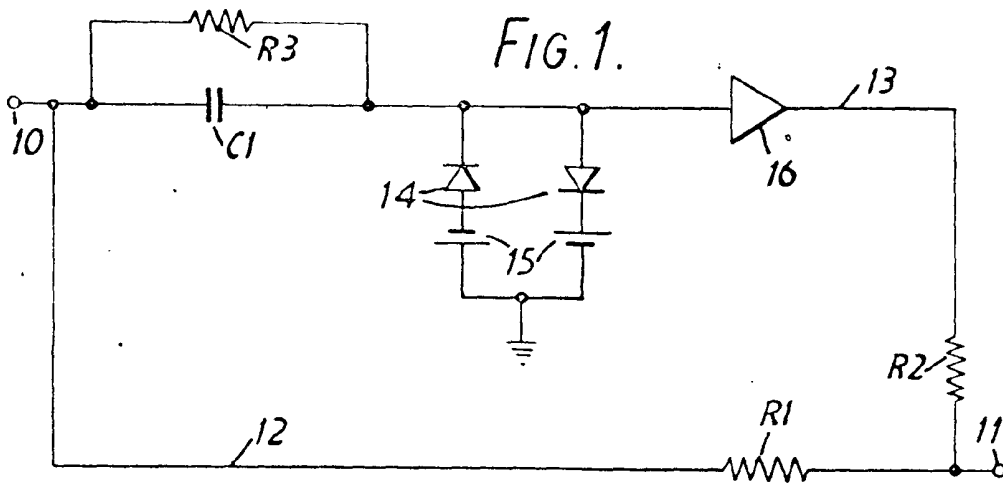
8. Signalkompressor eller -ekspander som angitt i et av kravene 1 - 6, k a r a k t e r i s e r t ved at den ytterligere vei omfatter to innbyrdes parallellkoblede grenveier (13, 24) hvis filtre antar henholdsvis høypass- og lavpass-karakter ved høyere signalnivåer.

9. Signalkompressor eller -ekspander som angitt i krav 7, k a r a k t e r i s e r t ved at filteret innbefatter to avsnitt (C2, L1) i parallellkobling og minst én parallellgren (R4) tilsluttet utgangen fra forsterkeren med forsterkningsfaktor hovedsakelig lik 1, og de to avsnitt antar henholdsvis høypass- og lavpass-karakteristikk ved høyere signalnivåer.

(56) Anførte publikasjoner:

Ingen.

130413



130413

FIG. 3a.

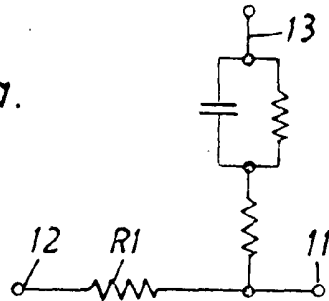


FIG. 4.

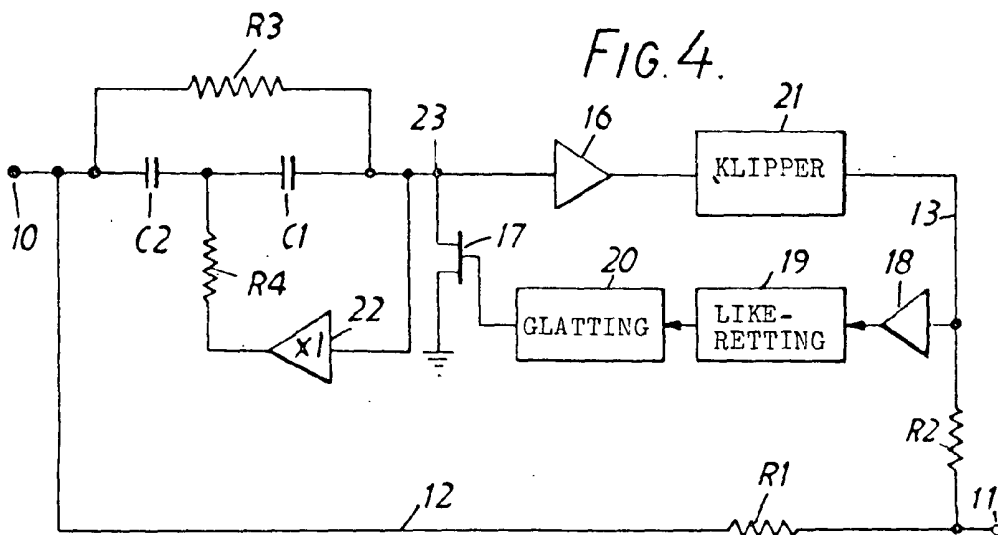
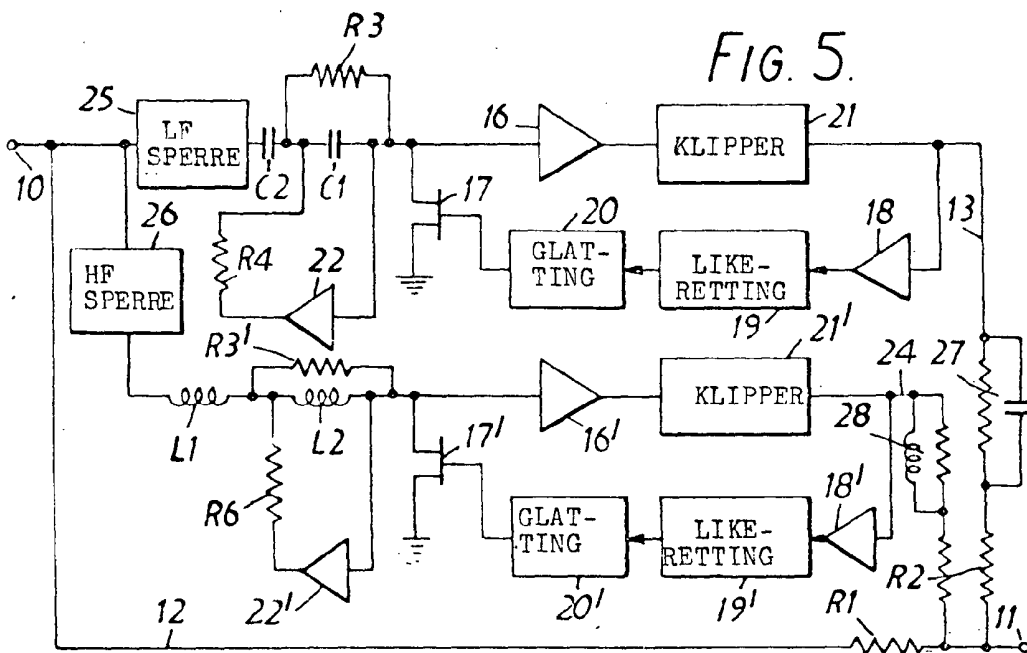


FIG. 5.



130413

FIG. 6

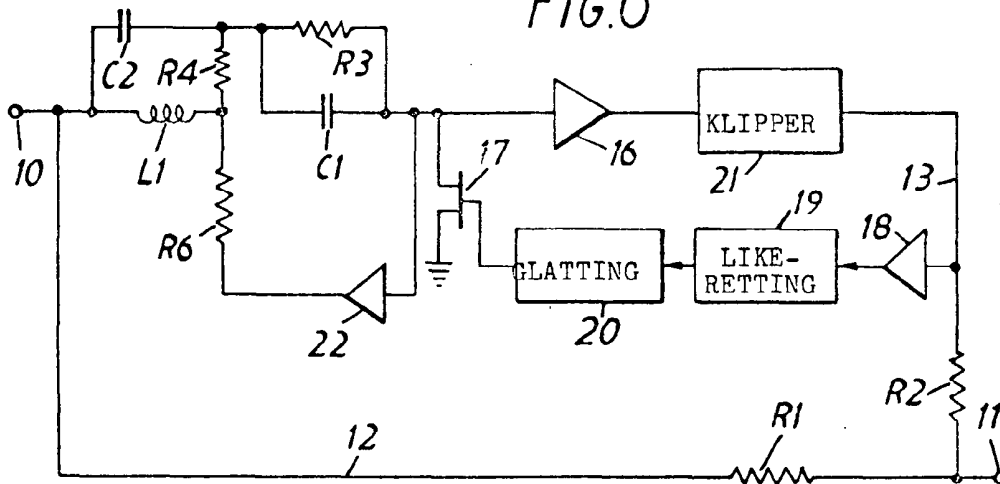
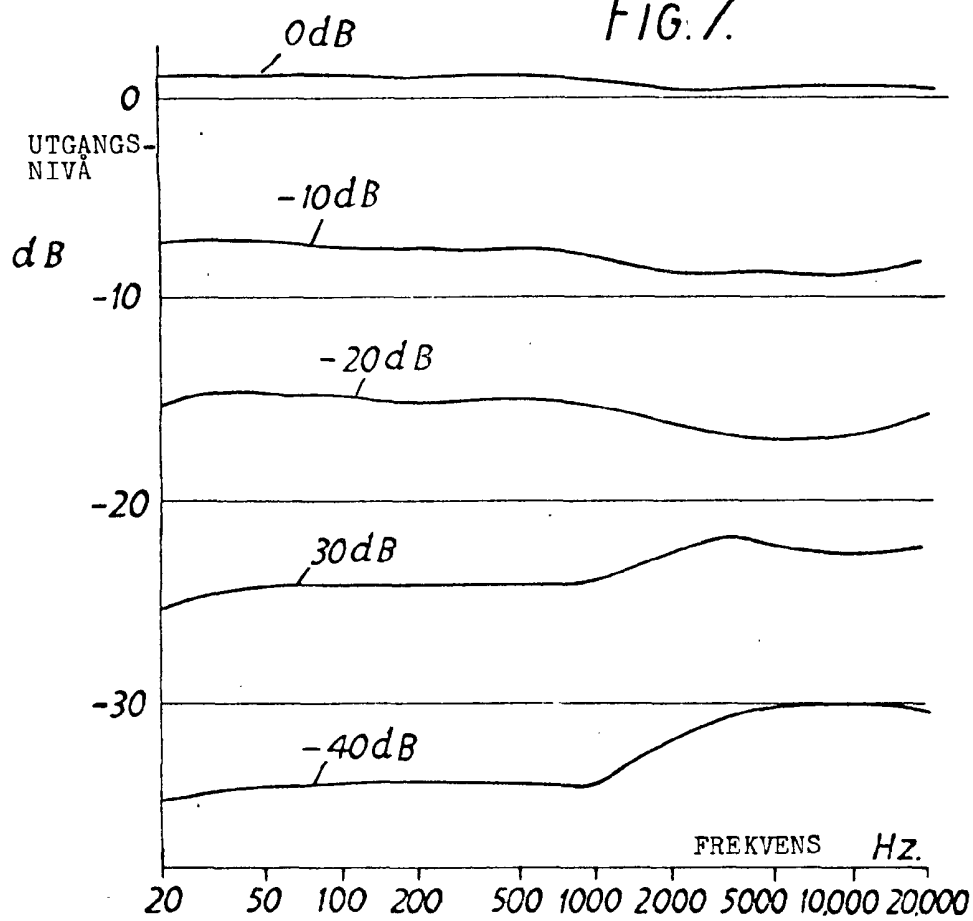


FIG. 7



130413

FIG. 8.

