



(21) Patentansøgning nr.: 1003/80

(51) Int.Cl.⁴ **H 04 S 5/00**

(22) Indleveringsdag: 07 mar 1980

(41) Alm. tilgængelig: 10 sep 1980

(44) Fremlagt: 07 aug 1989

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: 09 mar 1979 US 018905

(71) Ansøger: ***RCA Licensing Corporation; 2 Independence Way; Princeton; N.J. 08540, US**

(72) Opfinder: **Patrick Douglas *Griffis; US**

(74) Fuldmægtig: Ingeniørfirmaet Budde, Schou & Co.

(54) Apparat til frembringelse af kunstige stereofonisignaler

(56) Fremdragne publikationer

US pat. nr. 3670106
Andre publikationer. Jour. Audio Eng. Soc., vol 18, nr.
2, p. 157-164, April 1970.

(57) **Sammendrag:**

1003-80

Apparatet frembringer stereofonisk lyd ved at udvikle to særskilte lydkanaler fra en enkelt monofonisk lydkilde. Et kunstigt stereofonilapparat ifølge opfindelsen, kan med fordel udnyttes sammen med en visuel skærm såsom et fjernsynsmottager. Et monosignal M påtrykkes som indgangssignal for en overføringsfunktionskreds af formen $H(s)$, der modulerer monosignalet intensitet som funktion af frekvensen. Det intensitetsmodulerede $H(s)$ -signal føres til en højttaler, og omfatter én kanal (B) i det kunstige stereopparat. $H(s)$ -signalet føres også til én indgang på en differentialforstærker (40). Monosignalet (M) føres til den anden indgang på differentialforstærkeren differentialforstærker (40). Monosignalet (M) føres til den anden indgang på differentialforstærkeren (40). for at skabe et forskelssignal $M-H(s)$, der er komplementet til $H(s)$ -signalet. Forskelssignalet føres til en anden højttaler, der omfatter den anden kanal (C) i det kunstige stereofoniapparat.

1003-80

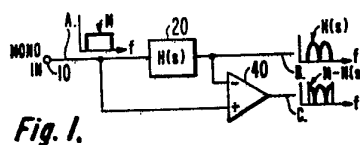


Fig. 1.

1003-80

Det foretrækkes at anvende apparatet som lydgengivende apparat for en fjernsynsmodtager, med højttalerne anbragt på hver side af billedrøret. Amplitude/frekvens-karakteristikkerne for de to udgangskanaler (B, C) har overkrydsningspunkter, hvor amplituderne for de to karakteristikker er ens, hvilket centrerer lyden mellem højttalerne ved disse frekvenser. To overkrydsningsfrekvenser er valgt til at optræde omtrent ved de frekvenser, hvor der er intensitetsmaksima i den menneskelige stemme, og ved midterfrekvensen omkring den menneskelige stemmes anden formantfrekvens for derved at centrere menneskelige stemmer omkring billedrøret, mens ambienseffekten bevares for andre og mere tilfældigt fordelte lyde. Centrering af den anden formantfrekvens medfører også en forøget gengivelseskvalitet for talelyde.

0

Opfindelsen angår et apparat til syntetisering af stereofoniske lydsignaler ud fra et monofonisk indgangssignal, hvilket apparat er af den i krav 1's indledning angivne art.

5

Når en lydkilde som for eksempel et orkester, bliver indspillet og afspillet i monofonisk lyd, bliver meget af farven og dybden af det indspillede tabt i afspilningen. For eksempel når orkestret indspilles på en enkelt lydkanal ved hjælp af en enkelt mikrofon, vil det under afspilning gennem to rumligt adskilte højttalere synes at befinde sig i et punkt midt mellem højttalerne for en lytter, der er placeret midt for højttalerne. Den monofoniske gengivelse vil give lytteren en lydforømmelse svarende til et "hul i væggen". Dette skyldes, at alle de direkte lyde, der frembringes af orkestret, vil løbe sammen i mikrofonen og blive indspillet og afspillet på samme måde, mens lyde, såsom de der stammer fra refleksioner der skyldes rummets akustiske egenskaber, vil blive overdøvet eller skjult af den direkte lyd og vil derved blive tabt.

Når derimod orkestret bliver indspillet på to forskellige lydkanaler ved hjælp af to forskellige (og adskilte) mikrofoner, går de indirekte lyde som skyldes optagelsesrummets akustik ikke tabt. Dette skyldes, at de to mikrofoner hver indspiller de direkte lyde, der ankommer ad forskellige veje. Således vil den direkte lyd på en mikrofon have sin indirekte eller reflekterede lyd indspillet af den anden mikrofon. Da den direkte lyd ved den sidste mikrofon afviger fra den ved den første mikrofon, vil kun en beskeden del af lyden blive skjult. Under afspilningen vil orkestret ikke lyde som om det sad bag et "hul i væggen", men i stedet virke som spredt ud over og bag de to højttalers plan. Tokanalindspilningen resulterer i en gengivelse af lydfeltet, der gør det muligt for lytteren både at lokalisere de enkelte instrumenter og at opfatte indspilningsrummets eller koncerthallens akustiske karakter.

35

0

Med begyndelse i det arbejde, der udførtes af H. Lauridsen ved Danmarks Radio i 1956, er der gjort mange forsøg på at skabe et tokanal-stereosignal ad kunstig vej. Med et sådant kunstigt eller quasi-stereofonisk apparat forsøger man at skabe en illusion af rumligt fordelte lydbølger ud fra et enkelt monofonisk signal. Lauridsen opnåede dette resultat ved at forsinke et monofonisk signal A 50-150 millisekunder for at frembringe signal B. En lytter, der bruger særskilte hovedtelefoner, fik et A+B-signal i det ene øre og et A-B-signal i det andet øre. Lytteren fik et ret bestemt rumligt indtryk af lydfeltet.

Den kunstige stereofoniske effekt opstår på grund af en forskel i intensiteten som funktion af frekvens såvel som i intensiteten som funktion af tid i den indirekte signalstruktur, der dannes ved de to ører. Dette giver indtrykket af, at forskellige frekvenskomponenter kommer fra forskellige retninger på grund af rumrefleksioners ekkoer, hvorved lydbilledet får en mere diffus og naturlig karakter.

Ægte stereofoni er kendetegnet ved to bestemte egenskaber, som adskiller den fra enkeltkanalgengivelse. Den første af disse er den retningsmæssige adskillelse af lydkilderne og den anden er den oplevelse af "dybde" og "tilstedeværelse" som den fremkalder. Oplevelsen af adskillelse er blevet beskrevet som det, der giver lytteren mulighed for at bedømme forskellige lydkilders beliggenhed, såsom placeringen af instrumenterne i et orkester. Oplevelsen af "tilstedeværelse" på den anden side er oplevelsen af, at lyden synes at komme fra et sted, der ikke er ved selve højttalerne, men fra et sted mellem og sædvanligvis noget bag højttalerne. Denne sidstnævnte opfattelse giver lytteren indtryk af indspilningsstedets størrelse, akustiske karakter og dybde. For at skelne mellem "tilstedeværelse" og retningsmæssig adskillelse, der bidrager til tilstedeværelse, bliver udtrykket "ambiens" anvendt for at angive tilstedeværelse, når retningsmæssig adskillelse er udelukket. Eksperimenter udført af Lochner og Keet har ført til den konklusion, at fornemmelsen af ambiens bidrager langt mere til den stereofoniske virkning end rumlig adskillelse.

0

Ved tokanalstereogengivelse er begge disse kvaliteter, nemlig retningsmæssig adskillelse og ambiens bevaret. Ved kunstig stereogengivelse forsøger man imidlertid ikke at skabe stereoretningsgengivelse, men kun den fornemmelse af dybde og tilstedeværelse der er karakteristisk for ægte tokanalstereogengivelse. En vis retningsgengivelse indføres dog af nødvendighed, fordi lyde ved bestemte frekvenser vil blive gengivet fuldt ud i én kanal, mens de bliver kraftigt dæmpet i den anden, som et resultat af enten fase- eller amplitudemodulation af signalerne i de to kanaler.

5

10

15

20

Når et tokanals stereofonisk lydengivelsesapparat anvendes sammen med et visuelt medium, såsom fjernsyn eller levende billeder, skaber de to egenskaber retningsadskillelse og ambiens hos tilskueren indtrykket af at være "med i billedet". Fornemmelsen af ambiens vil genskabe akustikken ved optagelsesstedet eller studiet, og retningsfornemmelsen vil bevirke, at de forskellige lyde synes at udgå fra deres respektive beliggenheder i det visuelle billede. Da yderligere fornemmelsen af tilstedeværelse skaber oplevelsen af, at lyden kommer fra steder bag højttalernes plan, skabes også en vis tredimensionel effekt.

25

30

35

Brugen af syntetisk stereofonisk lyd i forbindelse med et visuelt medium, vil skabe en effekt noget lignende den, der bliver skabt af tokanalstereo. Ved at styre de relative amplituder og/eller faser i de lydsignaler, der føres til de lydengivende højttalere, som funktion af frekvensen, kan der skabes en fornemmelse af ambiens hos tilskueren. I en enkelt henseende er den ambiensfornemmelse, der frembringes af det syntetiske stereosignal, bedre tilpasset til det visuelle medium end den, der frembringes af tokanalstereo. Dette skyldes, som Lochner og Keet opdagede, at den tilsyneladende bredde i det lydfelt, der er frembragt af tokanalstereo i almindelighed er større end den tilsyneladende bredde ved kunstig stereo. Tokanalstereolydfeltet kan faktisk forekomme at være bredere end det visuelle billede, idet visse lyde kommer fra punkter udenfor billedets grænser. Forsøg

0

med fjernsynsseere har vist at disse lyde der synes at være "udenfor scenen", kan forstyrre seeren, idet lydene ikke synes at passe sammen med billedet og dermed fremkalder forvirring hos seeren. Denne seerforvirring er mindre sandsynlig ved kunstig stereo, idet det skabte lydfelt i almindelighed er smallere end lydfeltet i et ægte tokanalstereoanlæg.

Det er også muligt ved det kunstige stereoanlæg, at skabe en forstyrrende adskillelsesfornemmelse hos seeren, hvis frekvensspektret er forkert fordelt mellem de to højttalere. Som det er forklaret ovenfor, opnås den ønskede virkning ved det kunstige stereoanlæg ved styring af de relative amplituder og/eller faser af lydsignalerne som en funktion af det hørlige frekvensspektrum ved de gengivende højttalere. Antag at en fjernsynsseer ser og lytter til en scene, med en speaker med en basstemme på den venstre side af billedskærmen og en speaker med en sopranstemme på den højre side af billedskærmen. To lydgengivende højttalere er anbragt til højre og til venstre for billedet i samme afstand fra billedets midte. Det meste af basstemmens lydeffekt vil være koncentreret under 350 Hz og det meste af sopranens lydeffekt vil optræde over denne frekvens. Hvis frekvensspektret bliver delt således, at frekvenser under 350 Hz bliver fremhævet af den højre højttaler og dæmpet i den venstre højttaler, og frekvenser over 350 Hz bliver fremhævet af den venstre højttaler og dæmpet i den højre højttaler, vil basstemmen komme fra den højre side af scenen, og sopranen vil komme fra den venstre side af scenen, hvilket er lige omvendt af det viste billede af de talende personer. Denne forvirrende effekt vil være meget generende for seeren/lytteren.

Det er kendt teknik at frembringe to kunstige stereosignaler ud fra et monosignal på en sådan måde, at det ene stereosignal får en amplitudekarakteristik med skiftende minima og maksima, medens det andet stereosignal får en lignende komplementær karakteristik.

0

I en artikel i Journal of the Audio Eng. Society, bind 18, nr. 2, april 1970, Robert Orban, "A Rational Technique For Synthesizing Pseudo-Stereo From Monophonic Sources", side 157-164, omtales en sådan fremgangsmåde, idet der tillige er omtalt ønskeligheden af at tilvejebringe en i den pågældende artikels fig. 2 vist frekvens-amplitudekarakteristik, idet det tillige synes at fremgå, at faseforskellen ved netværkets udgange skal være tilnærmelsesvis 90° .

10

Det i artiklen omtalte udstyr forekommer imidlertid særdeles kompliceret og besværligt, hvorfor det er uegnet til anvendelse i et brugerprodukt, som f.eks. en fjernsynsmodtager. I artiklen omtales anvendelsen af to pasfiltre og to kombineringskredsløb. Pasfiltrene lader et signal passere fra filtrets indgang til dets udgang uden amplitudeændring, men med en faseændring, som afhænger af filterkarakteristikken. Da der således ikke tilvejebringes frekvensafhængige amplitudeændringer, skal der anvendes to sådanne filtre, hvis udgangssignaler sammensættes hhv. additiv og subtraktivt til frembringelse af de komplementære, syntetiserede stereofoniske signaler. Et sådant pasfilter skal imidlertid indbefatte aktive kredsløbsorganer, som transistorer, for at få udgangssignalets amplitude til at følge indgangssignalets amplitude, medens udgangsfasen ændres i forhold til indgangsfasen som funktion af frekvensen.

25

Det er opfindelsens formål at anvise et forenklet apparat til syntetisering af stereofoniske lyd-signaler ud fra en monofonisk lydkilde. Det angivne formål opnås med et apparat af den indledningsvis angivne art, som ifølge opfindelsen er ejendommelig ved den i krav 1's kendetegnende del angivne udformning. Herved frembringes det ene af de intensitetsmodulerede syntetiserede stereosignaler ved hakfiltrenes (20) udgang, og det andet syntetiserede stereosignal opnås ved simpelthen at subtrahere (i 40) det første syntetiserede stereofoniske signal fra det monofoniske indgangssignal. I

30

35

0

modsatning til den kendte teknik kræver apparatet ifølge opfindelsen derfor kun ét kombineringskredsløb, nemlig differentialforstærkeren 40, og i stedet for to komplicerede pasfiltre kan der i den foreliggende opfindelse anvendes et

5 passivt netværk, hvorved er opnået en væsentlig forenkling.

Stereosynteseapparatet ifølge opfindelsen kan med fordel anvendes som det lydgendivende apparat i en fjernsynsmodtager, med de lydgendivende højttalere anbragt på hver

10 sin side af billedrøret. Overføringsfunktionskredsen for $H(s)$ omfatter to dobbelt-T-hakfiltre der skaber "hak" af reduceret signalniveau ved 150 Hz og 4600 Hz. Udgangssignalet, der frembringes af differentialforstærkeren, har signalniveaumaksimum ved disse hakfrekvenser og et komplementært hak ved $H(s)$ -signalmaksimum'et ved 700 Hz. Mellem hakfrekvenserne er $H(s)$ -signalet og forskelskanalsignalet i det væsentlige faseforskudt

15 90° i forhold til hinanden, hvilket frembringer et lydfelt, der er fordelt mellem, men ikke synes fordelt ud over rummet mellem de to højttalere. Amplitudedefrekvenskarakteristikken for de to udgangskanaler har overkrydsningspunkter, ved hvilken amplituderne for de to gengivne kurver er lig hinanden,

20 hvilket i praksis anbringer lyde ved disse frekvenser mellem højttalerne. Hakfrekvenserne er valgt således, at to af disse overkrydsningspunkter optræder nær ved den frekvens, hvor menneskelig tale har sin maksimale intensitet, og ved middelfrekvensen for den menneskelige stemmes anden formant- eller artikulationsfrekvens, således at menneskestemmer vil optræde i midten af billedet, mens ambienseffekten af andre og mere tilfældigt fordelte lydsignaler bevares. Centrering af den anden formantfrekvens betyder også en forbedret kvalitet i gen-

25 givelse af talelyde.

30

På tegningen viser fig. 1 et blokdiagram for et stereosynteseapparat ifølge opfindelsen,

fig. 2 et strømskema for et stereosynteseapparat ifølge opfindelsen,

35

fig. 3 forsiden af en fjernsynsmodtager, der omfatter stereosynteseapparatet i fig. 2,

0

fig. 4 og 5 karakteristikkene for stereosynteseapparatet i fig. 2 og

fig. 6 og 7 karakteristikkene for en menneskelig stemme og et stereosynteseapparat ifølge opfindelsen.

5

Fig. 1 viser i blokdiagramform et stereosynteseapparat ifølge opfindelsen. Et monolydsignal M, der stammer fra en kilde med en typisk karakteristik som vist ved A på figur 1, føres fra en indgangsklemme 10 til en overføringsfunktionskreds 20 og til en positiv indgang på en differentialforstærker 40. Overføringsfunktionen er udtrykt som $H(s)$, hvor s repræsenterer en kompleks variabel i Laplace-transnotationsnotation. Udgangen på overføringsfunktionskredsen 20 er forbundet med den negative indgang på differentialforstærkeren 40.

Overføringsfunktionen $H(s)$ har en amplitudekarakteristik, der varierer med frekvensen. Dette bevirker en modulation af intensiteten af M-signalet over dets frekvensspektrum. Frekvenskarakteristikken for overføringsfunktionskredsen 20 er kraftigt dæmpet ved bestemte frekvenser og forholdsvis udæmpet (eller forstærket) ved andre frekvenser. $H(s)$ -udgangssignalet vil derfor mangle bestemte dele af det totale indgangsspektrum i monosignalet M på grund af denne spektrale intensitetsmodulation. Udgangssignalet $H(s)$ udgør én kanal i stereosynteseapparatet og en typisk karakteristikkurve for $H(s)$ -kanalen er vist ved B i fig. 1.

25

Den anden kanal i stereosynteseapparatet frembringes ved at subtrahere udgangssignalet fra overføringsfunktionskredsen 20 fra det oprindelige monosignal M i differentialforstærkeren 40. Det signal, der frembringes ved udgangen på differentialforstærkeren 40, nemlig $M-H(s)$, er komplementet for signalet i $H(s)$ -kanalen, da det indeholder de komponenter af monosignalet M, som $H(s)$ -signalet mangler. En typisk karakteristikkurve for $M-H(s)$ -kanalen er vist ved C i fig. 1.

35

Det kan ses, at de to kanaler $H(s)$ og $M-H(s)$ tilsammen omfatter hele lydspektret af det oprindelige monosignal M. Dette kan blive bestemt ved at sammenlægge signalerne fra de to kanaler:

$$H(s) + (M - H(s)) = M + H(s) - H(s) = M$$

0

Altså bliver hele lydspektret i det oprindelige M-signal bevaret i de to kanaler. Imidlertid har lydfeltet forøget ambiens på grund af den varierende fordeling af lydfeltet mellem de to kanaler. Intensiteterne af lydsignaler med forskellige frekvenser gengives med forskellig relativ styrke i de to kanaler på grund af den spektrale intensitetsmodulation af $H(s)$ -overføringsfunktionen.

5

10

15

Da det ydermere er denne spektrale intensitetsmodulation der frembringer den opfattede ambiens, er det kun de forskellige størrelser af de signaler der frembringes i de to kanaler, der er vigtige for stereofrembringelsen. En følge-slutning af dette er, at ambiens-effekten vedblivende vil fremkomme, hvis polariteterne af de to indgangssignaler til differentialforstærkeren 40 bliver vendt. Når disse indgangspolariteter er vendt, bliver monosignalet M subtraheret fra overføringsfunktionssignalet $H(s)$, og det signal der frembringes af differentialforstærkeren 40 er $(H(s)-M)$. Størrelsen af dette signal ses at være:

20

$$|(H(s)-M)| = |-(H(s)-M)| = |(-H(s)+M)| = |(M-H(s))|$$

hvilket er identisk med det tidligere opnåede resultat.

25

30

35

Et stereosynteseapparat der er udformet i overensstemmelse med opfindelsens principper, er vist i detaljer i figur 2. Et mono-lydsignal påtrykkes en indgangsklemme 100. Monosignalet føres til indgangen på $H(s)$ -overføringsfunktionskredsen 20 af en modstand 102. Overføringsfunktionskredsen 20 er opbygget af to kaskadekoblede dobbelt-T-hakfiltre 200 og 220. Det skal bemærkes, at det kredsløb, der tilvejebringer $H(s)$ -funktionen, kan realiseres på mange forskellige måder, der ikke er beskrevet her. For eksempel er der blevet konstrueret kredsløb til tilvejebringelse af $H(s)$ -funktionen ved brug af parallelforbundne transistoriserede båndpasfiltre og kaskadeforbundne, transistoriserede båndstopfiltre. Brugen af de dobbelt-T-hakfiltre, der er vist i figur 2, er dog fordelagtig ved, at ved hjælp af impedansdimensionering af kredsløbet undgås behovet for transistorer eller andre aktive kredsløbskomponenter i overføringsfunktionskredsen.

Det første dobbelt-T-hakfilter 200 i kaskadeparret

0 udviser en karakteristisk med en kraftig dæmpning eller et
hak ved en forud bestemt frekvens, i dette eksempel 150 Hz.
Filtret 200 består af en første vej, der omfatter to serie-
forbundne kondensatorer 202 og 206 mellem dets indgang og ud-
5 gang. En modstand 204 er ført fra forbindelsen mellem konden-
satorerne 202 og 206 til en referencepotentialkilde (jord).
Filtret 200 omfatter yderligere en anden signalvej i parallel
med den første, der omfatter to serieforbundne modstande
208 og 212. En kondensator 210 er ført fra forbindelsen mellem
10 modstandene 208 og 212 til jord. Kondensatoren 202 og
modstanden 204 virker som et differentiationskredsløb, der
tilvejebringer en faseføring til indgangssignaler der til-
føres af modstanden 102. Modstanden 208 og kondensatoren 210
virker som en integrator, hvilket tilvejebringer en fase-
15 forsinkelse til indgangssignalerne i denne signalvej. Ved en be-
stemt frekvens i dette tilfælde 150 Hz ligger det signal der
tilføres fra kondensatoren 206 180 grader foran det signal
der tilføres af modstanden 212, og da signalerne var ens i
amplitude og fase ved indgangen, vil to signaler ved 150 Hz
20 ophæve hinanden ved forbindelsen mellem kondensatoren 206
og modstanden 212. Denne indbyrdes sletning skaber de karak-
teristiske hak i karakteristikken for dobbelt-T-filtret.

Det andet dobbelt-T-hak-filter 220 er udformet på
lignende måde som filtret 200. En første signalvej forløber
25 fra udgangen af filtret 200 til udgangen af H(s)-overførings-
funktionskredsen 20, der omfatter to serieforbundne kondensa-
torer 222 og 226. En modstand 224 er ført fra forbindelsen
mellem kondensatorerne 222 og 226 til jord. En anden vej, der
omfatter to serieforbundne modstande 228 og 232, er forbundet
30 i parallel med den første vej. En kondensator 230 er ført fra
forbindelsen mellem modstandene 228 og 232 til jord. Dette an-
det hakfilter 220 virker på en lignende måde som hak-filter
200 og skaber i dette eksempel et karakteristisk hak ved 4600
Hz. Komponentværdierne i det andet hakfilter 220 er større end
komponentværdierne i filtret 200 for at undgå belastning af det
35 første filter 200. Ved at dimensionere de to hakfiltre således,
at det andet hakfilter 220 er udformet med en større impedans
end det første, undgås behovet for stødpude transistorer eller

0

andre aktive kredsløbselementer i overføringsfunktionskredsen 20, således som det tidligere er nævnt.

5 Det signal, der frembringes af overføringsfunktionskredsen 20, føres til de positive indgange på to differential-effektforstærkere 40 og 42, ved hjælp af en forbindelseskon-

10 densator 112. En filterkondensator 114 er ført fra de to positive effekt-forstærkerindgange til jord. Differentialeffektforstærkeren 40 anvendes til at danne et differenssignal fra $H(s)$ -overføringsfunktionssignalet og monosignalet. Effektfor-

15 stærkeren 42 anvendes til at tilpasse impedansen af $H(s)$ -signal-kanalen til impedansen af $H(s)$ -M-signalkanalen.

Effektforstærkeren 42 har en negativ indgang forbundet med jord gennem serieforbindelsen af en modstand 122 og en kondensator 120. En tilbagekoblingsmodstand 124 er

20 ført fra udgangen af effektforstærkeren 42 til den negative indgang, Forholdet mellem tilbagekoblingsmodstanden 124 og den negative indgangs modstand 122 bestemmer forstærkningen i effektforstærkeren 42. I det i. fig. 2 viste eksempel er forstærkningerne i de to effektforstærkere 40 og 42 omtrent

25 lige store. Effektforstærkeren 42 driver en belastning, der omfatter serieforbindelsen af en modstand 126 og en kondensator 128 fra effektforstærkerens udgang til jord. $H(s)$ -signalet ved effektforstærkerens udgang føres til en omskifterklemme 152 ved hjælp af en kondensator 130.

Monolydsignalet ved indgangsklemmen 100 føres af

30 modstanden 102 til parallelkombinationen af en modstand 104 og et potentiometer 106. Den modsatte ende af denne parallelkombination er forbundet med jord. Omskifterarmen på potentiometeret 106 er forbundet med den negative indgang på effektforstærkeren 40 ved hjælp af serieforbindelsen af en kondensator 108 og en modstand 110. En tilbagekoblingsmodstand 132 er ført fra udgangen på effektforstærkeren 40 til den negative indgangsklemme. Effektforstærkeren 40 driver en belastning, der omfatter en serieforbindelse af en modstand

35 134 og en kondensator 136, der er ført fra udgangen på effektforstærkeren 40 til jord. Det differenssignal der frembringes ved udgangen på effektforstærkeren 40 nemlig $H(s)$ -M føres til en omskifterklemme 158 ved hjælp af en kondensator 140.

0

Omskifter 150 er en topolet omskifter, som anvendes til at vælge mellem enten monogengivelse eller kunstig stereogengivelse. Monolydsignalet ved indgangsklemmen 100 føres til omskifterklemmen 156 og 162. Vælgekontakten 154 er forbundet med en første højttaler 170, og vælgerkontakten 160 er forbundet med en anden højttaler 172. Når vælgerkontakterne er i den øvre position, føres H(s)-signalet ved omskifterklemmen 152 til højttaleren 170 ved hjælp af vælgerkontakten 154, og H(s)-M-signalet ved omskifterklemmen 158 føres til højttalere 172 ved hjælp af vælgekontakten 160. Højttalerne vil gengive en kunstig stereolyd, når omskifteren 150 er i denne stilling. Når vælgerkontakterne bevæges til deres nedre positioner, føres monosignalet ved omskifterklemmerne 156 og 162 til højttalerne til dannelsen af et monolydfelt.

Potentiometeret 106 udgør et middel til indstilling af dybden af hakkene i H(s)-M-signalerne, der frembringes af differentialforstærkeren 40. Det monolydsignal der bliver tilført differentialforstærkeren 40 dæmpes af potentiometeret med en størrelse, der er bestemt af stillingen af kontaktarmen på potentiometeret. På denne måde styres amplituden af det M-signal, der subtraheres fra H(s)-signalet, ved hjælp af differentialforstærkeren 40. Potentiometeret normalindstilles til at tilvejebringe et M-signal med en amplitude, der er lig med H(s)-signalets amplitude ved 700 Hz-hak-frekvensen i H(s)-M-signalet.

Dybden af H(s)-M-signalhakkene, og de frekvenser hvor de er anbragt er også bestemt af fasen af H(s)-signalet. Dette er vist på de karakteristikkurver for kredsløbet i fig. 2, der er vist i fig. 4. Intensiteten eller amplituden af H(s)-signalkanalene, som er skabt af de kaskadeforbundne dobbelt-T-hak-filtre 200 og 220, er vist som en funktion af frekvensen ved karakteristikkurven 300. Karakteristikkurven 300 ses at have sine karakteristiske hak beliggende ved 150 Hz og 4600 Hz. Den komplementære karakteristikkurve 400 for H(s)-M-signalkanalene ses at have et hak ved cirka 700 Hz, ved hvilken frekvens amplituden på H(s)-karakteristikkurven 300 har sit maksimum.

0

Beliggenheden af hakkene i lydfrekvensspektret er af speciel betydning, når stereosynteseapparatet anvendes i forbindelse med et visuelt billede, som for eksempel på en fjernsynsmottager. Dette skyldes, at lyd ved hakfrekvenserne har en tydelig retningskarakteristik, idet lyden ved disse frekvenser bliver fuldt gengivet i den ene højttaler, mens de i den anden bliver fuldstændig dæmpet. Ydermere følger det, at lyde ved overkrydsningspunkterne på amplitudedefrekvenskarakteristikkurverne 300 og 400 vil blive gengivet med samme intensitet i begge kanaler, hvorved disse lyde placeres midt mellem højttalerne. Da således placeringen af hakkene samtidig placerer overkrydsningspunkterne i lydspektret, er hak-beliggenheden kritisk for bestemmelsen af de frekvenser ved hvilke lydene vil synes at være centreret i forhold til de to højttalere.

15

Det er ønskeligt, at H(s)-signalet er i fase med M-signalet, når karakteristikkurven 300 for H(s)-signalet har sit maksimum, for at skabe en virkelig komplementær H(s)-M-funktion ved maksimumhakdybden. Fasen af M-signalet er taget som referencefase i fig. 4 og antages at være 0° gennem frekvensspektret for monosignalet M. Fasekarakteristikken for H(s)-signalet er repræsenteret af kurven 310 og ses at være cirka 0° , når amplituden af H(s)-karakteristikkurven 300 er ved sit maksimum ved 700 Hz. Da M-signalet således er anvendt som referenceamplitude i fig. 4 med en konstant amplitude lig med maksimumsamplituden på H(s)-signalet bevirker subtraktion af H(s)-signalet fra M-signalet ved hjælp af differentialforstærkeren 40 faktisk en total ophævelse af H(s)-M-signalet ved 700 Hz, og derfor et hak med maksimal dybde. Graden af den gensidig sletning af de to signaler ved hjælp af differentialforstærkeren 40 styres ved indstilling af amplitude-M-signalet ved hjælp af potentiometeret 106, således som det er beskrevet ovenfor.

35

Fasekarakteristikkurven 310 for H(s)-signal-kanalen viser, at H(s)-signalkanalen har en lineært aftagende fasevinkel i forhold til M signalet mellem hakfrekvenserne 150 Hz og 4600 Hz. I omegnen af disse hakfrekvenser, sker der et 180° faseskift i H(s)-signalet. H(s)-M-signal-kanalen ses at have

0

en lignende fasekarakteristikkurve 410, der opfører sig på en tilsvarende måde. Yderligere viser fasekarakteristikkurverne 310 og 410 for de to kanaler, at de to signaler har en i det væsentlige konstant fase-
 5 forskel på cirka 90° mellem hakfrekvenserne og er i et øjeblik enten i fase eller i modfase med hinanden ved hakfrekvenserne.

Fase- og amplitudekarakteristikkurverne i fig. 4 viser måden hvorpå lyden, der bliver skabt af de to højttalere
 10 170 og 172, udvikler den opfattede ambiens for stereosynteseapparatet. Da højttalernes lydsignaler har en i det væsentlige konstant 90° faseforskel mellem hakfrekvenserne, vil de hverken forstærke eller svække hinanden (som de ville, hvis de henholdsvis var i fase eller 180° ude af fase) ved lytte-
 15 rens ører. Istedet vil højttalernes karakteristikker være i det væsentlige som vist ved amplitudekarakteristikkerne 300 og 400 uden en faseskævhed, der ville tendere til at forstærke eller udligne lydsignaler ved bestemte frekvenser. Det ses således, at den opfattede ambienseffekt bliver frem-
 20 bragt af de varierende forhold mellem lydsignalernes amplituder fra højttalerne over lydspektret. Faseforholdene mellem de to udgangssignaler er af endnu mindre betydning, når de to højttalere ikke er anbragt langt fra hinanden, sådan som det er tilfældet, når de sidder på hver sin side af et
 25 fjernsynsbilledrør..

Det har desuden vist sig, at en faseforskel på 90° mellem de to udgangssignaler vil skabe et fordelt lydfelt, der synes netop at dække rummet mellem to højttalere. Ved faseforskelle mindre end 90° er fordelingen smallere og ved
 30 overskridelse af 90° vokser lydfeltet i størrelse indtil det synes at dække hele 180° -planet for de to højttalere. Dette er fordelagtigt, når stereosynteseapparatet anvendes sammen med et visuelt medium, der optager hele rummet mellem højttalerne, såsom et filmlærred eller et fjernsynsbilledrør,
 35 idet lydfeltet i så fald vil synes at udstråle fra steder over hele det visuelle billede, men ikke uden for dets fysiske grænser.

0

Ved hakfrekvenserne er lydsignalerne fra de to kanaler selvsagt nøjagtig i fase og ude af fase og vil således tendere mod at forstærke eller udligne hinanden ved disse frekvenser. Da imidlertid ét lydsignal altid er fuldstændigt dæmpet ved hakfrekvenserne, er der faktisk ingen

5

gensidig forstærkning eller udligning ved hakfrekvenserne.

Fasekarakteristikkurven 420 for M-H(s)-signalet viser grafisk noget, der tidligere blev vist matematisk: at en omvending af indgangspolariteterne på differentialforstærkeren 40, hvorved der frembringes et M-H(s)-signal i stedet for et H(s)-M-signal, vil resultere i den samme kunstige stereoeffekt. Som ventet er amplitudekarakteristikken 400 den samme for begge differenskanalsignaler, men faserne for de to signaler er 180° forskudt i forhold til hinanden. M-H(s)-fasekarakteristikken 420 viser, at M-H(s)-signalet og H(s)-signalet stadig er forskudt cirka 90° i forhold til hinanden mellem hakfrekvenserne, og er momentant enten i fase eller ude af fase ved hakfrekvenserne. Den eneste forskel mellem de to forskellige kanalfasekarakteristikker er, at H(s)-M-signalet er cirka 90° foran H(s)-signalet, mens M-H(s)-signalet er cirka 90° bag H(s)-signalet. Det modsatte er selvsagt også tilfældet.

10

15

20

25

30

35

Da de to højttalere 170 og 172 skaber lydsignaler der svarer til amplitudekarakteristikkerne 300 og 400 i fig. 4 vil det kunne indses, at forskellige frekvenser vil synes at komme fra forskellige højttalere, eller fra et eller andet punkt mellem de to. Hvis for eksempel H(s)-højttaleren 170 er anbragt til venstre for lytteren og H(s)-M-højttaleren 172 til højre, vil en 150 Hz-tone blive gengivet kraftigst i den højre højttaler, og en 700 Hz-tone vil komme fra den venstre højttaler. Toner mellem disse to hakfrekvenser ville synes at komme fra punkter mellem højre og venstre højttaler og en 320 Hz tone ville synes at komme fra et punkt midt mellem de to højttalere, idet en sådan tone ville blive gengivet med samme styrke i begge højttalere. Når det kunstige stereoanlæg gengiver lydsignaler med et stort antal forskellige frekvenskomponenter så som musikken fra et symfoniorkester eller stemmerne fra en stor menneskemængde,

0

vil forskellige frekvenskomposanter synes at komme samtidig fra forskellige retninger, hvorved lytteren får en mere realistisk fornemmelse af koncerthallens eller menneskemængdens ambiens.

5

Som tidligere nævnt kan stereo-synteseapparatet ifølge opfindelsen bruges i forbindelse med et visuelt medium såsom en fjernsynsmodtager til at skabe en mere realistisk audiovisuel virkning på tilskueren. En fjernsynsmodtager 180, hvori det i fig. 2 viste stereosynteseapparat er anvendt, er vist i fig. 3. Fjernsynsbilledrøret 182 bør 10 være centreret mellem de to højttalere 170 og 172, der er anbragt tæt ved billedrørets side som vist i fig. 3, for at undgå, at lydfeltet fremtræder væsentlig større end det viste motiv. Hvad der er meget vigtigt er, at de relative intensiteter af signaler ved forskellige frekvenser i de 15 to lydkanaler, må styres præcist ved en korrekt udvælgelse af hakkene og overkrydsningsfrekvenserne på karakteristikkurverne 300 og 400 for at undgå den forvirrende omskiftning af retninger for lyd og billede som er blevet omtalt tidligere. 20 re.

For at finde ud af hvor overføringsfunktionsfilterhakkene skal placeres for korrekt at placere overkrydsningspunkterne med samme intensitet på lydspektret, er det nødvendigt at undersøge indholdet af fjernsynsprogrammerne. 25 Størstedelen af fjernsynsprogrammerne indeholder billeder af personer, der synger eller taler. Da det kunstige stereoanlæg ikke har nogen mulighed for at lokalisere disse personer i billedet, må anlægget ikke virke således, at det gengiver menneskelige stemmer fra en bestemt retning for at undgå, at stemmens placering og billedets placering ikke 30 passer sammen. Altså skal systemet gengive menneskelige stemmer med samme intensitet i de to højttalere, således at stemmerne synes at komme fra midten af billedet. Lyde med lille eller intet visuelt retningsindhold, kan på den anden side 35 gengives således, at de synes at komme fra forskellige punkter i fjernsynsbilledet. Antag for eksempel, at seeren iagttager en scene med to personer, der taler til hinanden i forgrunden

0

af et travlt kontor. En tilfredstillende kunstig stereo-
opfattelse vil blive skabt, når stemmer fra de to perso-
ner synes at komme fra midten af billedet og de forskel-
lige baggrundslyde såsom skrivemaskiner, telefoner osv. sy-

5

nes at komme fra forskellige steder over hele billedet.
Under sådanne forhold vil seeren have en forøget følelse af
at være til stede på kontoret (sammenlignet med mono-gen-
givelse) uden muligheden for at modtage forvirrende lydin-
formation i forbindelse med den relative anbringelse af de

10

For at opnå centrering af menneskelige stemmer på
billedet, vil det være en hjælp at forstå anatomen af den
menneskelige stemme med hensyn til det hørbare frekvensspek-
trum. Fig. 5 viser en sammenligning mellem amplitudekarak-
teristikkerne 300 og 400 på stereosynteseapparatet og middel-
intensitetsfrekvenskarakteristikken 500 for den menneskelige
stemme. Som kurven 500 viser, har den menneskelige stemme en
middelintensitet, der er størst omkring 350 Hz. Over denne
frekvens falder stemmens effekt hurtigt. Under karakteristik-
kerne er vist frekvensområderne for henholdsvis bas-, tenor
alt- og sopranstemmer. Det kan ses, at disse frekvensområder
er nogenlunde centreret omkring overkrydsningsfrekvensen
for stereosynteseapparatet 320 Hz ved hvilken de to lydsigna-
ler i hver højttalerkanal er lige store, og der skabes et
centreret lydbillede. Yderligere er denne 320 Hz overkryds-
ningsfrekvens meget nær spidsværdien af stemmekarakteristik-
ken 500. Det viste stereosynteseapparat vil derfor "placere"
lydkilder med frekvenser nær den menneskelige stemmes midt
mellem de to højttalere. Dette bliver opnået ved at anbringe
første og andet hak ved henholdsvis 150 Hz og 700 Hz for
at skabe den ønskede overkrydsningsfrekvens ved 320 Hz.

15

20

25

30

35

For at anbringe det tredje hak, er det nødvendigt at
analysere den menneskelige stemmefrembringelse yderligere.
Stemmelydene i tale bliver frembragt ved at luft fra lungerne
presses gennem strubehovedet. Strubehovedet indeholder to hud-

0 folder eller stemmebånd, der er adskilt af en åbning
kaldet stemmeridsen. Stemmebåndene svinger med en grund-
frekvens med højere overtoner eller harmoniske, som
bestemmer tonehøjden af den udtalte lyd. Amplituden af
5 stemmebåndenes højere harmoniske aftager med frekvensen
med omkring 12 dB per oktav, som vist i figur 6(a).
Tonehøjden for stemmebåndssvingningerne ændres under sang
eller tale ved at sammentrække eller afslappe de muskler,
i strubehovedet, der styrer stemmebåndene.

10 De lyde, der dannes af stemmebåndene, passerer
gennem svælget og munden, der sammen med strubehovedet ud-
gør talesystemet. Talesystemet fra strubehovedet til læber,
virker som en resonator, der dæmper visse frekvenser i
i mindre grad end andre. Talesystemet har fire eller fem
15 vigtige resonans-frekvenser kaldet formanter eller for-
mantfrekvenser. Jo tættere en af stemmebåndets harmoniske
er på en formant, jo mindre bliver den dæmpet ved at
passere gennem talesystemet, følgelig er dens amplitude
desto større, når den udstråles ved læberne. Formant-
20 frekvenserne kan ændres under talen ved at ændre beliggen-
heden af artikulationsorganerne, nemlig læberne, kæben,
tungen og strubehovedet. En sanger eller en trænet offent-
lig taler vil drage fordel af disse formantfrekvenser
ved at ændre sine artikulationsorganer, således at de
25 samtidig ændrer hans grundfrekvens og en formantfrekvens
til hinandens nærhed for at skabe en lyd med større rela-
tiv amplitude eller lydstyrke, uden at skulle bruge for-
øget lufttryk fra lungerne.

Formanter betegnes F1, F2, F3 osv. i den række-
30 følge, hvori de optræder på frekvensskalaen. Den relative
vigtighed at de individuelle formanter aftager med stig-
ende frekvens over F2, idet intensiteten af højere ordens
formanter aftager eksponentielt. Den første formant F1 va-
rierer for mandsstemmer fra 250 Hz til 700 Hz, og afstanden
35 mellem formanterne på frekvensskalaen er i middel 1000 Hz.
Et typisk formantmønster for en mandsstemme er vist i

0

fig. 6(b). Da formantfrekvenserne er en funktion af tale-systemets dimensioner, har kvindestemmer større gennemsnitlige formantmellemlum og højere middelformantfrekvenser end mandsstemmer. Tilsvarende forhold gælder for

5

børn sammenlignet med voksne.

10

To talere, der udtaler den samme lyd, har i almindelighed noget forskellige formantfrekvenser, afhængig af deres specielle talesystemsdimensioner. I en speciel sammenhæng forventes det imidlertid altid, at en taler, der holder fast ved sit sprogs basale principper, vil skabe forskellige lyde ved hjælp af konsekvente forskelle i formantmønstret. Når først disse individuelle formantvariationer er identificeret og taget i betragtning, kan ordene og lydene fra enhver taler identificeres ved de relative formantpositioner på frekvensskalaen. For eksempel ligger den første og anden formant for ordet "heed" (på engelsk) ved 270 henholdsvis 2290 Hz, og kan hurtigt identificeres i det i fig. 6(c) viste lydspektrum.

15

20

Det har vist sig, at kun de tre første formanter er nødvendige for at identificere en bestemt lyd, idet formanter af højere orden kun tilvejebringer visse informationer om personlige stemmekarakteristika. F1 og F2 er i det væsentlige bestemmende for en vokals kvalitet, men det er beliggenheden af F2 i forhold til F1 og F3, der er bestemmende for talens forståelighed, hvad der normalt betegnes som artikulation. Dette skyldes at vokallyde, der dominerer i almindelig tale, har et større energiindhold end konsonanter, da de er stemte, hvilket vil sige, at deres dannelse afhænger af stemmebåndsvibrationerne.

25

30

Konsonantlyde derimod, der stort set kan betegnes som afbrydelser i vokallydene, (dvs. /t/ og /p/) kræver ikke stemmebåndsvibrationer til deres dannelse (undtagen de vokallignende konsonanter som /r/, /m/, /n/, /ng/ og /l/) og derfor bliver udtalt med mindre styrke sammenlignet med vokaler.

35

I middel er ikke-stemte konsonanter 20 dB svagere end vokallyde. Det har vist sig, at en lytters evne til at skelne de svagere konsonantlyde er den vigtigste faktor bestemmende for talens artikulationsmål.

0

Selv om konsonanter, ligesom vokaler, har deres egne særlige formantfrekvenser, er det ikke konsonanternes formanter alene, der bestemmer udtalen. Snarere er en konsonants kvalitet bestemt af dens virkning på den eller de vokaler, hvortil den er knyttet, som kendetegnet af dens virkning på vokals anden formant, der betegnes som talelydens "nav". I almindelighed bevirker en konsonant før eller efter en vokal, at vokals anden formant bevæger sig væk fra navet eller "stedet" F_2 på en foregående konsonant eller hen imod "navet" på en efterfølgende konsonant. Det er denne overgangsadfærd af en vokals anden formant før eller efter en konsonant, der udgør en vigtig nøgle til at identificere konsonanten.

Det ses derfor, at hvis stereosynteseapparatet ifølge opfindelsen skal tilvejebringe både en centreret og en klart artikuleret talelyd, er det ønskeligt at formantfrekvenserne gengives med tilnærmelsesvis samme intensitet i de to højttalerkanaler. Fig. 7 viser, at beliggenheden af den øvre hakfrekvens ved 4600 Hz, sammen med beliggenheden af det mellemliggende hak ved 700 Hz, tilvejebringer en overkrydsning af samme højttalersignalamplituder ved ca. 1680 Hz. Under disse højttalerkanalkarakteristikker er beliggenheden af de tre første formanter for de ti mest almindelige vokallyde indtegnet. De viste formantfrekvenser er gennemsnitsværdier for mænd, kvinder og børn. Det ses, at de første formantfrekvenser varierer fra 270 Hz til 1050 Hz, med en middelværdi 560 Hz angivet med pilen F_1 . Skønt karakteristikken for de to højttalere udviser en intensitetsforskel på cirka 12 dB ved denne gennemsnitsværdi, må det erindres, at den lavere overkrydsningsfrekvens på 320 Hz er et kompromis mellem tonehøjdeområderne for den menneskelige stemme, intensitetsfordelingen for den menneskelige stemme, og de første formantfrekvenser. Da tonehøjdefrekvenserne i almindelighed er lavere end de første formantfrekvenser, ned til 90 Hz for basstemmer, er det ikke overraskende at stemmeintensitetskurven 500 har et maksimum ved en frekvens mellem middeltonehøjdefrekvenserne og de første formant-

0

frekvenser. Den lavere overkrydsningsfrekvens på 320 Hz er tilfredsstillende, fordi den passer godt til maksimum på stemmeintensitetskarakteristikken 500.

5

Fig. 7 viser anden formantfrekvenser, der strækker sig fra 850 Hz til 3200 Hz, og tredje formantfrekvenser som varierer fra 1680 Hz til 3500 Hz. Anden formantamplituderne er i middel 12 dB under middel af den første formant, og de tredje formanter har en middellamplitude, der er over 26 dB under de første formanters amplitude.

10

Middelfrekvenserne for den anden og tredje formant er repræsenteret af pilene henholdsvis F2 og F3. Det ses, at intensitetsniveauerne for de to højttalere er ca. 5 dB fra hinanden ved middelværdien for den tredje formant F3, og at middelværdien for den vigtige "nav"-formant F2 ligger næsten nøjagtigt på overkrydsningspunktet, hvor de to højttalere har den samme intensitet. Den anden formant vil således i middel blive reproduceret med samme intensitet i begge højttalere. De således gengivne stemmelyde, vil derfor synes centreret i forhold til fjernsynsbilledet, og vil udvise en forøget forståelighed eller artikulation.

20

Vender vi tilbage til det tidligere eksempel med to talere i kontoret, ses det af det foregående, at stereosynteseapparatet ifølge opfindelsen vil skabe indtrykket af, at talernes stemmer kommer fra midten af fjernsynsbilledet. Den baggrundsstøj, der opstår i kontoromgivelserne, fordeles nogenlunde jævnt over lydspektret, i området fra ca. 30 Hz til 16 kHz. Disse baggrundslyde vil blive gengivet af højttalerne i forskellige indbyrdes forhold i overensstemmelse med karakteristikkene 300 og 400 i fig. 4, og herved skabes en tydelig ambienseffekt, idet kontorlydene synes at komme fra over det hele på fjernsynsbilledet. Seerglæden forøges, idet fjernsynsseeren opnår en forøget fornemmelse af at være en del af kontormiljøet, i stedet for blot en ydre tilskuer.

35

P a t e n t k r a v .

1. Apparat til syntetisering af stereofoniske lydsignaler ud fra et monofonisk indgangssignal, hvilket apparat omfatter kredsløb, der som svar på modtagelsen af det monofoniske signal frembringer et første og et andet signal, hvis faser varierer med frekvensen, og hvis amplituder på komplementær måde varierer som funktion af frekvensen, hvert med en amplitude-frekvenskarakteristik, der skiftevis udviser største og mindste dæmpning i et lydfrekvensområde, som optages af det monofoniske signal, første anvendelsesorganer til frembringelse af det ene af de syntetiserede stereofoniske lydsignaler ud fra det første signal, og andre anvendelsesorganer til frembringelse af det andet af de syntetiserede stereofoniske lydsignaler ud fra det andet signal, k e n d e t e g n e t ved et antal frekvensafhængige filtre (200, 220) der er kaskadekoblede til dannelse af en overføringsfunktionskreds (20), der som svar på det monofoniske signal (M) frembringer et intensitetsmoduleret signal ($H(s)$) med et tilsvarende antal dæmpede dele i frekvenssvaret i lydfrekvensområdet, og et differentialkredsløb (40) der som svar på det intensitetsmodulerede signal fra overføringsfunktionskredsen (20) og det monofoniske signal frembringer et komplementsignal ($M-H(s)$ eller $H(s)-M$), som er repræsentativt for differensen mellem disse signaler og har et intensitetsdæmpet svar beliggende imellem svarene fra overføringsfunktionskredsen (20), idet de første anvendelsesorganer (42, 170) som svar på alene det intensitetsmodulerede signal direkte frembringer det ene af de syntetiserede stereofoniske lydsignaler, og de andre anvendelsesorganer (172) som svar på komplementsignalet frembringer det andet syntetiserede stereofoniske lydsignal.

2. Apparat ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at de frekvensafhængige filtre (200, 220) er dobbelt-T-hakfiltre.

35 3. Apparat ifølge krav 2, k e n d e t e g n e t ved, at impedansen af det andet dobbelt-T-hakfilter (220)

er større end impedansen af det første dobbelt-T-hakfilter (200).

4. Apparat ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at differentialkredsløbet omfatter en differential-
5 forstærker (40).

5. Apparat ifølge krav 4, k e n d e t e g n e t ved, at en første indgang på differentialforstærkeren (40) er en ikke-inverterende indgang (+), og en anden indgang er en inverterende indgang (-).

10 6. Apparat ifølge krav 4, k e n d e t e g n e t ved, at den første indgang på differentialforstærkeren (40) er en inverterende indgang (-), og at den anden indgang er en ikke-inverterende indgang (+).

7. Apparat ifølge krav 4, k e n d e t e g n e t
15 ved, ved at nævnte første anvendelsesorganer omfatter,
a) en anden differentialforstærker (42) med en ikke-inverterende indgang, der reagerer på det intensitetsmodulerede signal, og en udgang, og

20 b) organer (130, 150) til at føre udgangssignalerne fra nævnte anden differentialforstærker (42) til en første højttaler (170) til gengivelse af det første kunstige stereolydsignal.

8. Apparat ifølge krav 7, k e n d e t e g n e t ved,
25 a) at organerne til at føre udgangssignalet fra nævnte anden differentialforstærker (42) til den første højttaler (170) omfatter, a1) en første omskifter (halvdelen af 150) med en første indgangsklemme (152) forbundet med udgangen på nævnte anden differentialforstærker (42) og en anden indgangsklemme
30 (156) forbundet med nævnte kilde for monofoniske lydsignaler, og a2) organer (154) til efter valg at forbinde nævnte første eller anden klemme med den første højttaler (170) til gengivelse af det
35 første kunstige stereolydsignal, og

- 5 b) at de andre anvendelsesorganer omfatter, b1) en anden omskifter (anden halvdel af 150) med en tredje indgangsklemme (158) til at modtage nævnte komplementssignal, og med en fjerde indgangsklemme (162) forbundet med nævnte kilde til monofoniske lydsignaler, og b2) organer (160) til efter valg i samvirke med de tilsvarende organer (154) for den første omskifter at forbinde nævnte tredje og fjerde klemme til den anden højttaler (172) til gengivelse af det andet kunstige stereo-lydsignal.

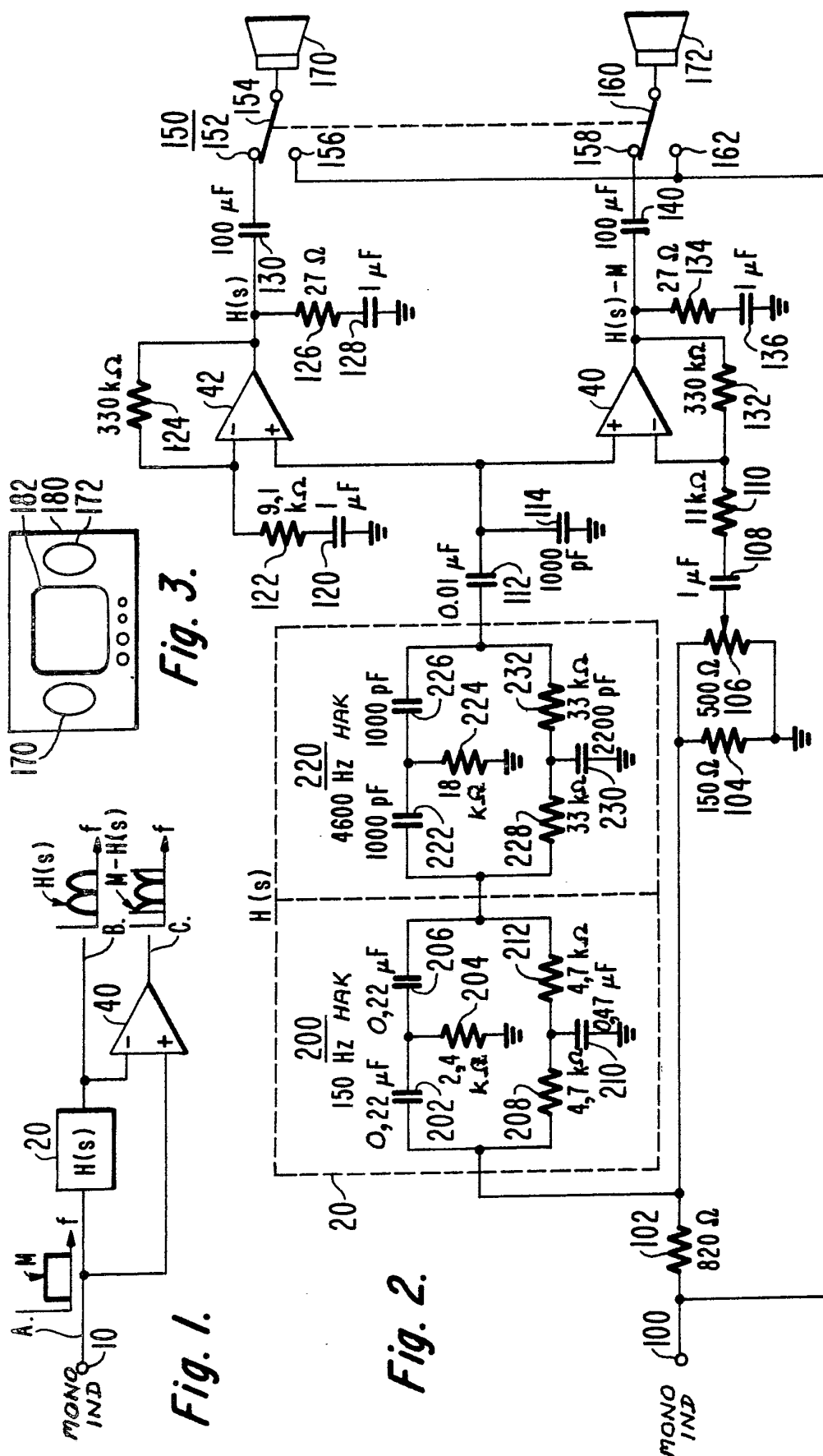
10 9. Apparat ifølge krav 7, k e n d e t e g n e t

ved,

- 15 a) at impedansen af den første indgang på nævnte første differentialforstærker (40) er i det væsentlige lig med impedansen af den ikke-inverterede indgang på nævnte anden differentialforstærker (42), og
- b) at udgangsimpedansen af nævnte første og anden differentialforstærker (40, 42) er i det væsentlige
- 20 ens.

10. Apparat ifølge krav 9, k e n d e t e g n e t
ved, at indgangsimpedansen af nævnte første differentialforstærker (40) er væsentlig større end udgangsimpedansen af nævnte overføringsfunktionskreds (20).

- 25 11. Apparat ifølge krav 4, k e n d e t e g n e t
ved, at organerne til at påtrykke de monofoniske lydsignaler på nævnte anden indgang omfatter et modstandsspændingsdelerkredsløb (102-106).



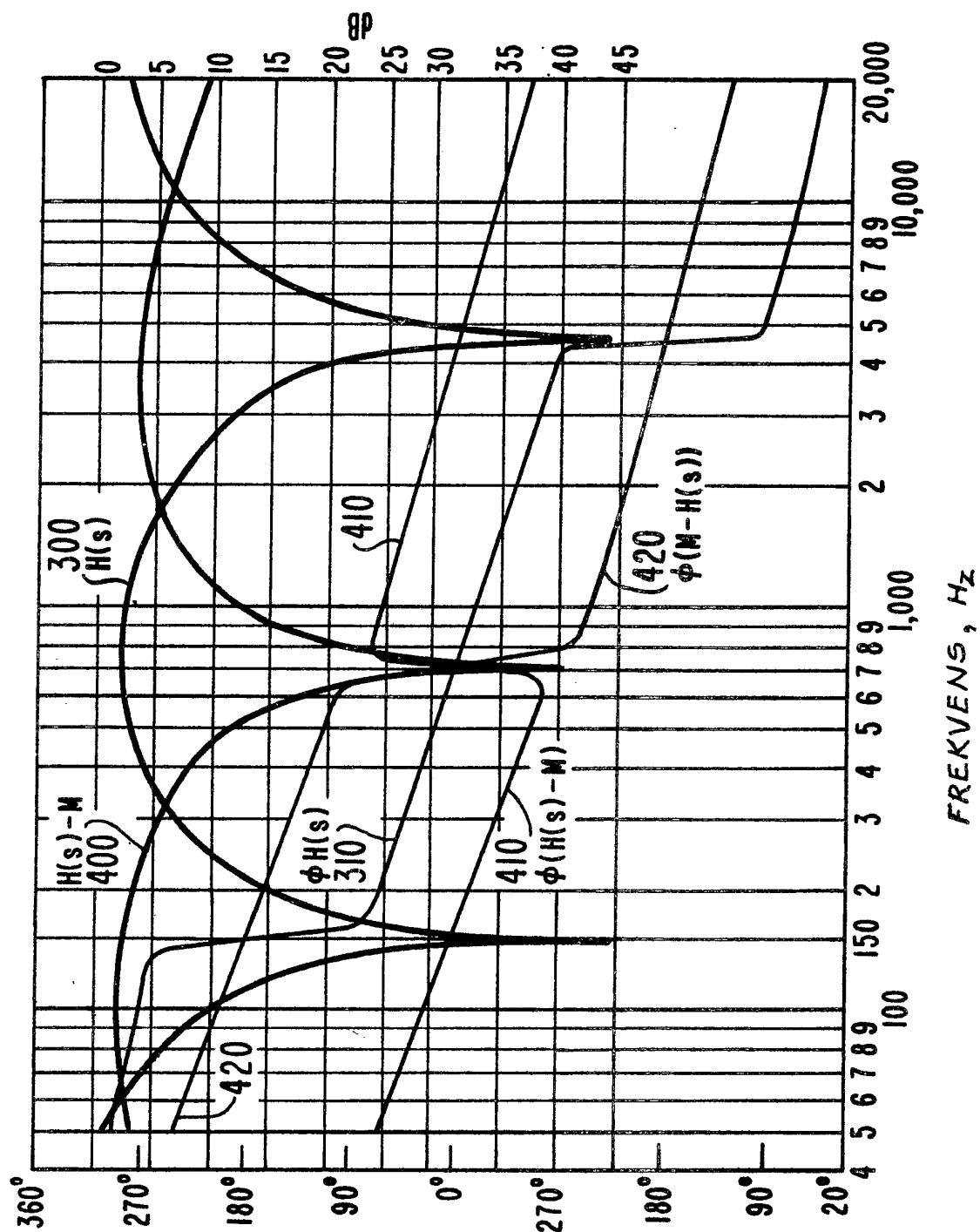


Fig. 4.

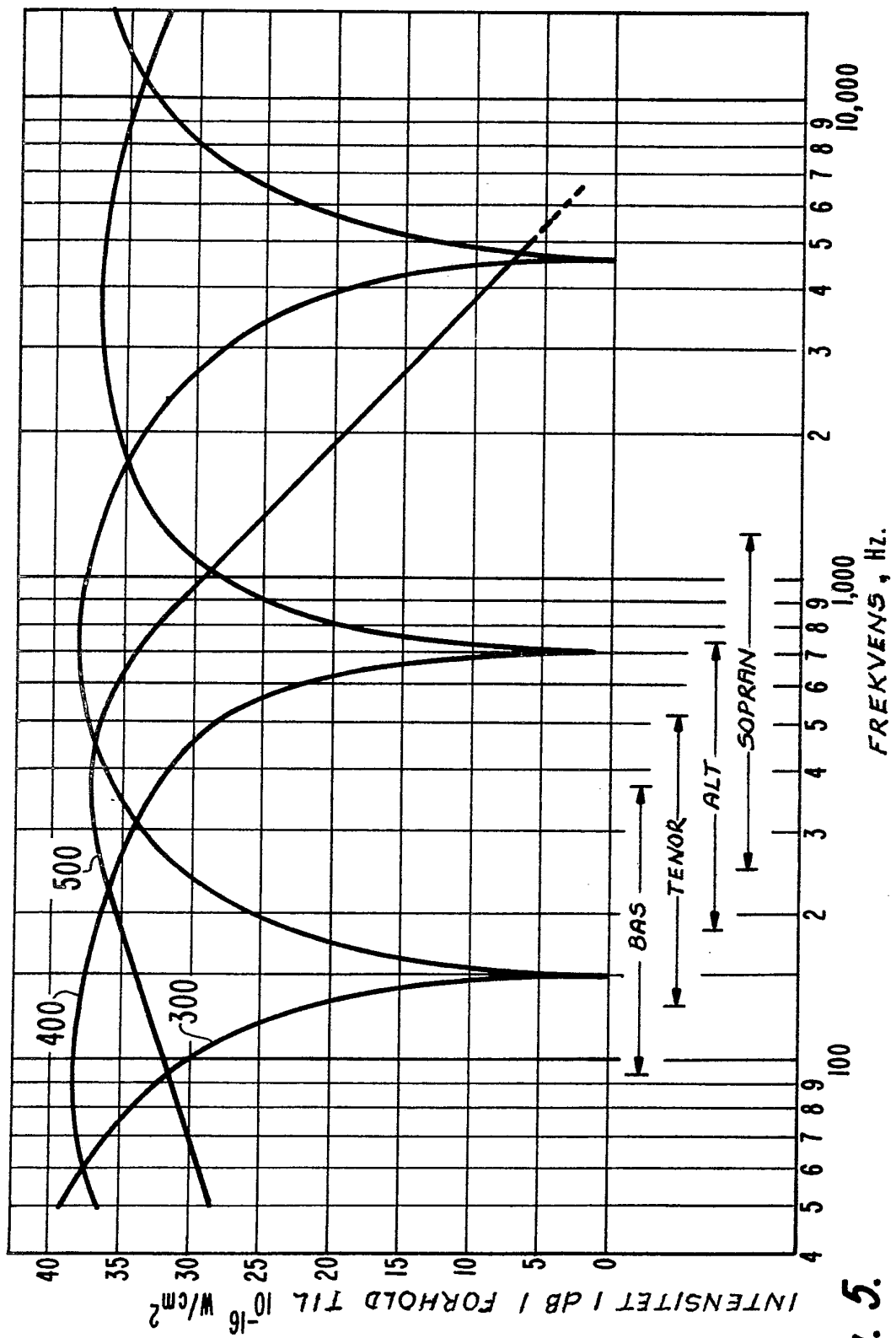


Fig. 5.

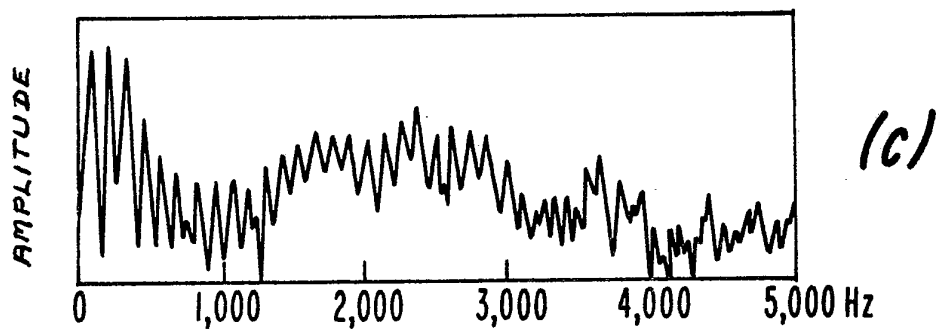
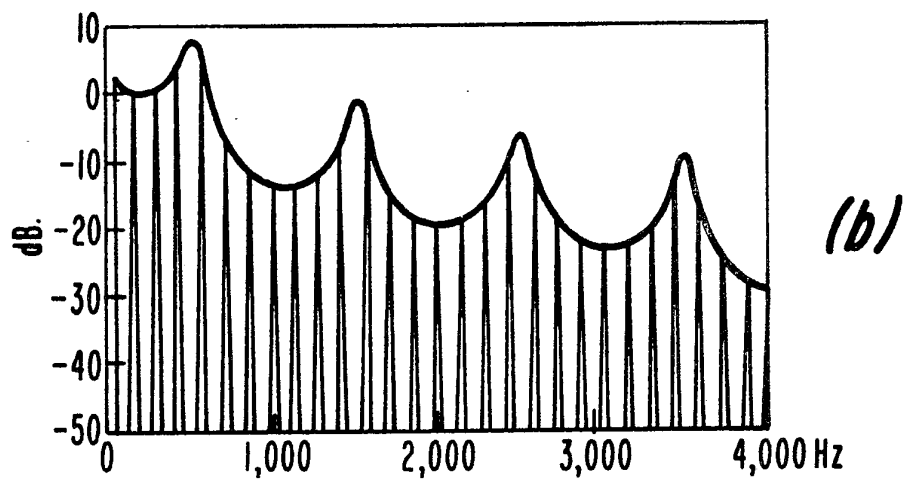
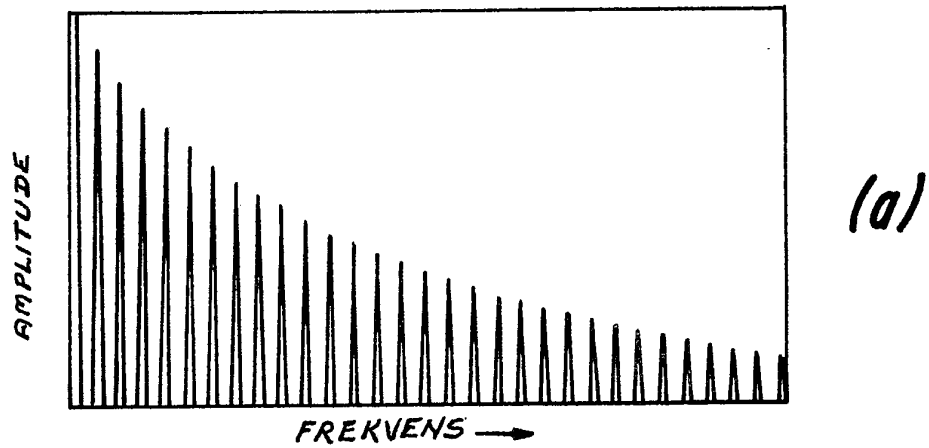


Fig. 6.

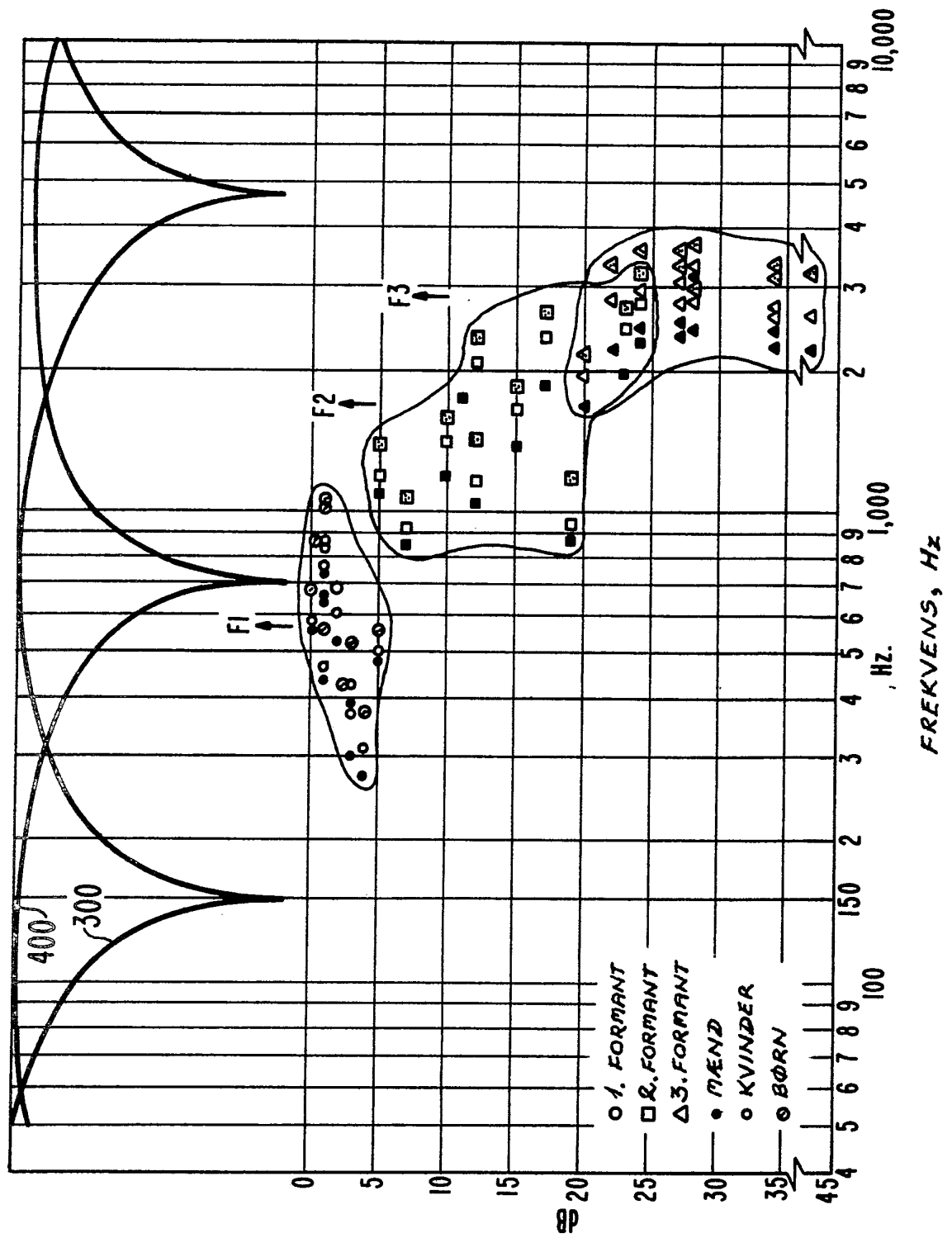


Fig. 7.