



⑫ A Terinzagelegging ⑪ 8501834

Nederland

⑲ NL

- ⑤4 **Egalisatie-inrichting met verschuifbare bandfilters en een digitaal filter eventueel te gebruiken in de egalisatie-inrichting.**
- ⑤1 Int. Cl.: H03H 17/02, H04R 3/04, H04R 27/00, H03H 11/04, H03H 7/01, H04B 3/14.
- ⑦1 Aanvrager: N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken te Eindhoven.
- ⑦4 Gem.: Ir. P.J.P.G. Simons c.s.
Internationaal Octroobureau B.V.
Prof. Holstlaan 6
5656 AA Eindhoven.

-
- ②1 Aanvraag Nr. 8501834.
- ②2 Ingediend 26 juni 1985.
- ③2 --
- ③3 --
- ③1 --
- ⑥2 --

-
- ④3 Ter inzage gelegd 16 januari 1987.

De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en).

N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken te Eindhoven.

Egalisatie-inrichting met verschuifbare bandfilters en een digitaal filter eventueel te gebruiken in de egalisatie-inrichting.

De uitvinding heeft betrekking op een egalisatie-inrichting voor het variëren van de frekwentiekarakteristiek van een aan een ingang van de inrichting aangeboden elektrisch signaal en voor het leveren van een in zijn frekwentiekarakteristiek aangepast
5 elektrisch signaal aan een uitgang, welke inrichting een aantal in een zeker frekwentiegebied naast elkaar liggende bandfilters bevat, waarbij de afstand tussen de centrale frekwenties van naburige bandfilters groter is dan de afstand tussen de centrale frekwenties van naburige tertsfilters liggend bij ten minste ongeveer dezelfde frekwenties als de
10 bandfilters. De uitvinding heeft eveneens betrekking op een bandfilter, dat eventueel gebruikt kan worden in de egalisatie-inrichting.

Egalisatie-inrichtingen van de in de aanhef genoemde soort zijn bekend uit de ter inzage gelegde Britse octrooiaanvraag GB
15 2.608.678A. Een dergelijke equalizer kan bij voorbeeld zijn opgebouwd uit een aantal parallelgeschakelde banddoorlaatfilters waarvan de centrale frekwenties een oktaaf van elkaar liggen. In dit geval sperren de filters min of meer volledig buiten de band. Een andere mogelijkheid is dat de equalizer is opgebouwd uit een aantal in serie geschakelde
20 bandfilters. In dit laatste geval laten de filters het signaal buiten de band ongewijzigd door, dat wil zeggen de versterking is daar gelijk aan 1X. Binnen de band kan het filter versterken, er is sprake van een banddoorlaatfilter, of verzwakken, er is dan sprake van een bandsperfilter.

25 Wil men met een dergelijke egalisator (manueel of automatisch) de overdracht van een audiosysteem in een ruimte, bedoeld wordt de overdracht van een elektrisch audiosignaal naar een akoestisch signaal in de ruimte, egaliseren, dat wil zeggen de frekwentiekarakteristiek van het akoestisch signaal in de ruimte weer
30 (min of meer) vlak krijgen, dan zal blijken dat dat in lang niet alle gevallen lukt. Het gevolg is een slecht ingestelde overdracht die aanleiding geeft tot vervorming en een onnatuurlijk klinkend geluid.

De uitvinding beoogt een egalisatie-inrichting te verschaffen waarmee het met filters, waarvan de centrale frekwenties tamelijk ver uit elkaar liggen, daarmee wordt bedoeld filters waarbij de afstand tussen de centrale frekwenties van naburige filters groter is dan een tert, dus bijvoorbeeld een oktaaf breed, toch mogelijk is een goede egalisatie te realiseren.

De egalisatie-inrichting volgens de uitvinding heeft daartoe het kenmerk, dat de centrale frekwenties van ten minste die bandfilters die in het laagfrequent gedeelte van het frequentiegebied liggen, varieerbaar zijn.

De uitvinding berust op het inzicht dat bij egalisatie met bandfilters waarvan de centrale frekwenties tamelijk ver uit elkaar liggen, vooral laagfrequent, de ligging van deze banden niet overeenkomen met de ligging van pieken en dippen in de frekwentiekarakteristiek die gekorrigeerd moet worden. De ligging van deze pieken en dippen langs de frekwentieas is namelijk afhankelijk van o.a. de positie in de ruimte van een luidsprekerbox waarmee het akoestische signaal in deze ruimte wordt afgestraald, en de vorm en grootte van de ruimte.

Uit experimenten van o.a. R.V. Waterhouse, zie J.A.S.A. 1958, Vol. 30, nr. 1, blijkt dat de breedte van deze pieken en dippen ongeveer gelijk is aan de breedte van één oktaaf. Deze breedte varieert enigszins afhankelijk of de box in de buurt van één, twee of drie wanden van de ruimte is gepositioneerd. Heeft men nu de beschikking over een oktaafbandegalisor dan blijkt dat men soms niet goed kan egaliseren omdat de pieken en de dippen niet precies samenvallen met de ligging van de bandfilters van de egalisor.

Door nu, volgens de uitvinding, de centrale frekwenties van de bandfilters varieerbaar te maken verkrijgt men de mogelijkheid om de bandfilters langs de frekwentieas naar hogere of naar lagere frekwenties toe te verschuiven, totdat de banden overeenkomen met de pieken en dippen in de te korrigeren frekwentiekarakteristiek, waarna een goede egalisatie mogelijk is. Dit verschuiven van de bandfilters is zeer makkelijk te realiseren met digitale filters. Men voorziet elke filter dan van een bijbehorend geheugen voor het opslaan van zoveel sets van filterkoefficienten voor het digitale filter als nodig is voor de verschillende instellingen van het filter, bij een gelijke

versterking van het filter binnen de band. De uitgang van elk geheugen is daartoe gekoppeld met een koëfficiënteningang van het bijbehorende bandfilter, voor toevoer van een set van filterkoëfficiënten aan het filter onder invloed van een
5 stuursignaal toegevoerd aan sturingangen van het geheugen en van het filter.

Daar het voornoemde probleem van het niet samenvallen van de ligging van de pieken en dippen met de bandfilters zich hoofdzakelijk bij lage frekwenties voordoet zal men ten minste van die bandfilters die
10 in een laagfrequent deel van het frekwentiegebied liggen de centrale frekwentie varieerbaar maken. Men denke daarbij aan een gebied beneden bij voorbeeld 1 kHz.

Men zou het voornoemde probleem ook anders kunnen oplossen, bij voorbeeld door een egalisator te voorzien van filters,
15 waarvan de centrale frekwenties dicht bij elkaar liggen, zoals tertsbandfilters. In dit geval is een goede egalisatie mogelijk. Echter, men heeft, ten opzichte van een egalisator met banden waarvan de centrale frekwenties op een oktaaf van elkaar liggen, bijvoorbeeld oktaafbanden, drie maal zoveel filters nodig, hetgeen zeer kostbaar is.
20 Bovendien is een dergelijke egalisator veel ingewikkelder in zijn bediening.

De centrale frekwenties van die bandfilters die in het laagfrequent gedeelte van het frekwentiegebied liggen kunnen over maximaal de helft van hun afstand tot de centrale frekwenties van
25 naburige bandfilters naar lagere en hogere frekwenties verschuifbaar zijn. Daarbij zij vermeld dat dit geldt voor het geval de frekwenties langs een logaritmische schaal worden uitgezet. Bij voorkeur liggen de centrale frekwenties van de bandfilters in niet verschoven toestand ten minste ongeveer de breedte van een oktaaf uit elkaar en zijn de centrale
30 frekwenties van de filters over maximaal de breedte van een terts verschuifbaar. Men kan zich voorstellen dat men drie posities op de frekwentieas voor de centrale frekwentie van een band kiest, en wel die posities overeenkomende met de centrale frekwenties van de drie tertsbanden liggend rond en/of in de betreffende band.

35 Dit betekent in de digitale uitvoering dat het geheugen drie sets van filterkoëfficiënten bevat voor de drie posities van het (digitale) filter op de frekwentieas (bij een gelijke versterking in

de band voor de drie situaties).

In het geval waarbij alleen de filters in het laagfrequentie deel verschuifbaar zijn dient er bij voorkeur een goed aansluitende overname plaats te vinden tussen deze filters en de filters in het resterende deel met vaste centrale frequentie. Dit kan men bij voorbeeld realiseren door het filter in dit resterende deel dat ligt naast het bandfilter in het laagfrequentie deel met de hoogste centrale frequentie te voorzien van een onderste grensfrequentie die varieerbaar is. Deze onderste grensfrequentie kan dan naar lagere respectievelijk hogere frequenties verschuiven indien de centrale frequentie van het bandfilter in het laagfrequentie deel met de hoogste centrale frequentie naar lagere respectievelijk hogere frequenties verschuift.

Een andere mogelijkheid, die hierna niet verder besproken zal worden, zou zijn om de bovenste grensfrequentie van het bandfilter in het laagfrequentie deel met de hoogste centrale frequentie, vast te leggen. Dit betekent dat de bandbreedte van het bovenste bandfilter groter en kleiner wordt indien de centrale frequentie van het bandfilter naar lagere respectievelijk hogere frequenties toe verschuift.

De egalisatie-inrichting die verder is voorzien van

- een elektroakoestische omzetterreeheid gekoppeld met de uitgang, voor het omzetten van het elektrische uitgangssignaal van de egalisatie-inrichting in een akoestisch signaal,
- detektiemiddelen voor het detekteren van een akoestisch signaal en voor het opwekken van een elektrisch signaal dat een maat is voor het akoestische signaal,
- een frequentieanalyseereenheid met een eerste ingang gekoppeld met de ingang van de egalisatie-inrichting, een tweede ingang gekoppeld met de uitgang van de detektiemiddelen en een uitgang voor het leveren van een regelsignaal, welke uitgang is gekoppeld met een regelingang van de egalisatie-inrichting,

kan worden gebruikt voor het automatisch egaliseren van een te korrigeren overdrachtsfunctie. Automatische egalisatie-inrichtingen zijn bij voorbeeld bekend uit de ter inzage gelegde Britse octrooiaanvraag GB 2.068.678A en de ter inzage gelegde Europese octrooiaanvraag EP 119.645 (PHN 10.592). Een dergelijke egalisatie-inrichting kan zijn gekenmerkt doordat de frequentieanalyseereenheid is ingericht voor het leveren van een stuursignaal aan de bandfilters in het laagfrequentie gedeelte voor

het instellen van de versterkingsfaktor in een filter en de centrale frekwentie van een filter. De uitgang van de frekwentieanalyse-eenheid is daartoe gekoppeld met de sturingangen van de geheugens en de filters.

De egalisatie-inrichting kan verder zijn gekenmerkt

5 doordat een bandfilter een serieschakeling van een eerste signaalkombineereenheid, een eerste vertraging, een tweede signaalkombineereenheid en een tweede vertraging bevat, dat uitgangen van de beide vertragingen zijn teruggekoppeld naar een ingang van de eerste respektievelijk de tweede signaalkombineereenheid en dat de
10 uitgang van de tweede vertraging bovendien is teruggekoppeld naar een ingang van de eerste signaalkombineereenheid. Een dergelijke digitale uitvoeringsvorm van een bandfilter kan verder zijn gekenmerkt doordat de twee koëfficiënten overeenkomende met een eerste versterkingsfaktor weergevende de rondgaande versterking in de keten van de uitgang van de
15 eerste signaalkombineereenheid via de eerste vertraging en de bijbehorende terugkoppeling naar de eerste signaalkombineereenheid en een tweede versterkingsfaktor weergevende de rondgaande versterking in de keten van de uitgang van de tweede signaalkombineereenheid via de tweede vertraging en de bijbehorende terugkoppeling naar de tweede
20 signaalkombineereenheid, of dat, afgezien van het teken, de twee koëfficiënten overeenkomende met een derde versterkingsfaktor weergevende de versterking in de keten van de uitgang van de eerste signaalkombineereenheid via de eerste vertraging naar de ingang van de tweede signaalkombineereenheid en een vierde versterkingsfaktor
25 weergevende de rondgaande versterking in de keten van de uitgang van de tweede signaalkombineereenheid via de tweede vertraging en de bijbehorende terugkoppeling naar de ingang van de eerste signaalkombineereenheid, één maal de kleinste eenheid waarin deze koëfficiënten worden uitgedrukt van elkaar verschillen.

30 Nu is een digitaal filter met een ingang gekoppeld met een serieschakeling van een eerste signaalkombineereenheid, een eerste vertraging, een tweede signaalkombineereenheid en een tweede vertraging, waarbij de uitgangen van de eerste en de tweede vertragingen elk via bijbehorende terugkoppelingen zijn gekoppeld met ingangen van de eerste
35 respektievelijk de tweede signaalkombineereenheid en waarbij de uitgang van de tweede vertraging bovendien is teruggekoppeld naar een ingang van de eerste signaalkombineereenheid op zich bekend uit "Digital Signal

Processing" van A.V. Oppenheim en R.W. Schaffer, zie p. 170 de figuur 4.33.

Het bekende filter bevat een gekoppelde poolparenstructuur. Dit betekent dat de twee coëfficiënten die overeenkomen met de eerste en de tweede versterkingsfaktor gelijk zijn. Hetzelfde geldt, afgezien van hun teken, voor de twee coëfficiënten die overeenkomen met de derde en de vierde versterkingsfaktor. De representatie van de coëfficiënten in een digitaal getal voor toevoer aan het digitale filter houdt, daar het digitale getal altijd in een beperkt aantal bits wordt uitgedrukt, in dat er meestal een afronding plaats vindt. Het is daarbij gebruikelijk om deze digitale getallen voor de eerste en de tweede versterkingsfaktor respectievelijk de derde en de vierde versterkingsfaktor eveneens gelijk te kiezen. Het digitale filter dat wordt verkregen, gebruik makend van deze digitale getallen, zal dan ook slechts een benadering geven van de gewenste filterkarakteristiek. Door nu in sommige gevallen de twee coëfficiënten overeenkomende met een eerste versterkingsfaktor weergevende de rondgaande versterking in de keten van de uitgang van de eerste signaalkombineereenheid via de eerste vertraging en de bijbehorende terugkoppeling naar de eerste signaalkombineereenheid en een tweede versterkingsfaktor weergevende de rondgaande versterking in de keten van de uitgang van de tweede signaalkombineereenheid via de tweede vertraging en de bijbehorende terugkoppeling naar de tweede signaalkombi-neereenheid, of, afgezien van het teken, de twee coëfficiënten overeenkomende met een derde versterkingsfaktor weergevende de versterking in de keten van de uitgang van de eerste signaalkombineereenheid via de eerste vertraging naar de ingang van de tweede signaalkombineereenheid en een vierde versterkingsfaktor weergevende de rondgaande versterking in de keten van de uitgang van de tweede signaalkombineereenheid via de tweede vertraging en de bijbehorende terugkoppeling naar de ingang van de eerste signaalkombi-neereenheid, één maal de kleinste eenheid waarin deze coëfficiënten worden uitgedrukt van elkaar te laten verschillen, verkrijgt men een betere benadering van de gewenste filterkarakteristiek. Het voorgaande betekent in feite dat in sommige gevallen de digitale representatie van twee coëfficiënten die in het bekende filter gelijk zijn, nu de waarde van het minst significante bit

ten opzichte van elkaar verschillen.

De procedure hoe de ongelijke koëfficiënten worden verkregen zal hierna worden uiteengezet. Uit de in de hiervoor genoemde publikatie weergegeven figuur blijkt dat van de vier
 5 koëfficiënten er, afgezien van het teken, telkens twee aan elkaar gelijk zijn. Stel dat men voor de koëfficiënten voor de eerste en de tweede versterkingsfaktor vindt de waarde a_c , welke waarde pas na afronding door een digitaal getal met een beperkt aantal bits weer te
 10 geven is. Stel daarbij dat de berekende waarde a_c voor beide koëfficiënten ligt tussen de digitale getallen 'n' en 'n+1', waarbij n hier een geheel getal aanduidt. De koëfficiënten a_1 en a_2 voor de beide versterkingsfactoren kan nu bij voorbeeld bepaald worden uit de hierna volgende tabel:

		a_1	a_2
15	1	$n \leq a_c < n + \Delta 1$	n n
	2	$n + \Delta 1 \leq a_c \leq n + \Delta 2$	n n+1
	3	$n + \Delta 2 < a_c \leq n + 1$	n+1 n+1

20 waarbij $\Delta 1 < \Delta 2$, bijvoorbeeld $\Delta 1 = 0,25$ en $\Delta 2 = 0,75$. Doordat de schakeling symmetrisch is voor a_1 en a_2 , had men in het tweede geval ook a_1 gelijk aan n+1 en a_2 gelijk aan n kunnen nemen.

De uitvinding zal aan de hand van de hierna volgende
 25 figuurbeschrijving nader worden uiteengezet. Hierin toont

figuur 1 een eerste uitvoeringsvoorbeeld van de egalisatie-inrichting,

figuur 2 in figuur 2a de frekwentiekarakteristiek van een bandfilter en twee langs de frekwentieas verschoven karakteristieken van
 30 het filter, en in figuur 2b een aantal frekwentiekarakteristieken van een bandfilter met dezelfde centrale frekwentie, doch meer verschillende versterkingsfactoren binnen het filter,

figuur 3 een tabel met centrale frekwenties voor vijf verschuifbare filters,

35 figuur 4 een digitaal uitvoeringsvoorbeeld van het filter van figuur 2,

figuur 5 de inhoud van een geheugen behorend bij een

digitaal filter met verschuifbare centrale frekwentie,
figuur 6 een tweede uitvoeringsvoorbeeld,
figuur 7 de frekwentiekarakteristiek van een
verschuifbaar filter uit het uitvoeringsvoorbeeld van figuur 6,
5 figuur 8 in figuur 8a en 8b twee filterkarakteristieken
van filters met een verschuifbare onderste grensfrekwentie,
figuur 9 en 10 uitbreidingen van de
uitvoeringsvoorbeelden van figuur 1 en 6,
figuur 11 een uitvoeringsvoorbeeld van een automatische
10 egalisatie-inrichting,
figuur 12 in figuur 12a een overdrachtsfunctie in de
frekwentieanalyseereenheid van de inrichting van figuur 11, in figuur
12b de ligging van de centrale frekwenties van de filters in het
laagfrekwente gedeelte, figuur 12c de door de automatische egalisatie-
15 inrichting ingestelde posities van de centrale ligging van deze filters,
en
figuur 13 in figuur 13a een aantal filterkarakteristieken
van het digitale filter van figuur 4 waarbij de filterkoëfficiënten
zijn verkregen volgens de bekende berekenmethode en in figuur 13b een
20 aantal filterkarakteristieken verkregen met filterkoëfficiënten
berekend volgens de nieuwe berekenmethode.

Figuur 1 toont een egalisatie-inrichting 1 met n in serie
geschakelde bandfilters F_1 tot en met F_n tussen de ingang 2 en de
uitgang 3. De frekwentiekarakteristiek van een bandfilter F_i is in
25 figuur 2a met de curve 3 weergegeven. Buiten de band heeft het filter
een versterking gelijk aan $1x$ (0 dB). Binnen de band een versterking
 A_i (in dB!). De centrale frekwenties van naburige filters F_i liggen
meer dan een terts uit elkaar, bij voorbeeld liggen zij een oktaaf uit
elkaar. De centrale frekwenties f_{c_i} van de banden F_i ($1 < i < n$) liggen
30 dan bij 31,5; 63; 125; 250 en 500 Hz, 1, 2, 4, 8 en 16 kHz.

Het filter F_i (waarbij $1 < i < m$) is naar hogere en lagere
frekwenties toe verschuifbaar over maximaal de halve afstand tot de
centrale frekwenties van naburige bandfilters. Bij voorkeur echter zal
men de verschuiving beperken tot maximaal de breedte van een terts
35 liggend in de bewuste band i . In het uitvoeringsvoorbeeld van figuur 1
en 2a zijn drie instellingen van het filter F_i mogelijk, te weten de
met de curve 3 aangegeven instelling; een tweede instelling waarbij het

filter F_i (en dus de centrale frekwentie fc_i van het filter) over de breedte van een tert is verschoven naar lagere frekwenties (dat is de kurve 5 volgens de onderbroken streep-lijn), het filter heeft nu als centrale frekwentie fc_i' ; en een derde instelling waarbij het filter F_i over de breedte van een tert is verschoven naar hogere frekwenties (dat is de kurve 6 volgens de punt-streep lijn), het filter heeft nu als centrale frekwentie fc_i'' . Voor de laagste vijf filterbanden F_i zijn in de tabel van figuur 3 de waarden voor fc_i , fc_i' en fc_i'' weergegeven, zijnde de drie posities voor de centrale frekwentie van een band i , welke posities juist overeenkomen met de centrale frekwenties van tertsbandfilters in dit gebied. Alleen van deze vijf filters is de band langs de frekwentieas verschuifbaar. Dat betekent dat $m = 5$.

De bandbreedte van de filters F_i is vrij te kiezen doch dient minimaal de breedte van een tert te hebben. Men neemt de breedte bij voorkeur niet groter dan de breedte van een oktaaf.

Voor alle filters F_i geldt dat de versterking A binnen de band instelbaar is. Dit is voor het filter F_i weergegeven in figuur 2b. De versterking A is in een aantal stappen van bij voorbeeld 2 dB instelbaar tussen een versterking van 0 (dB), dat is een versterking van $1x$, en een versterking van A_i (dB). Het filter kan ook verzwakken en is instelbaar tussen een verzwakking van 0 (dB) en A_i (dB) in eenzelfde aantal stappen van 2 dB. Voor $A_i = 12$ dB bevat figuur 2b dus dertien filterkurves.

De verschuiving van de filters F_1 tot en met F_m langs de frekwentieas wordt gestuurd door een stuursignaal q_1 tot en met q_m respectievelijk en de versterking/verzwakking in de filters F_1 tot en met F_n wordt gestuurd door een stuursignaal p_1 tot en met p_n respectievelijk. De beide stuursignalen p_i , q_i (voor $1 < i < m$) worden daartoe aan het filter F_i aangeboden respectievelijk het stuursignaal p_i (voor $m < i < n$) wordt daartoe aan het filter F_i aangeboden.

In het geval van analoog uitgevoerde filters zorgt (zorgen) dit signaal (de signalen) voor een instelling van de versterkingsfaktor in het filter (en voor de instelling van een frekwentiebepalend element - bijvoorbeeld een variabele spoel - in het filter).

In het geval van digitaal uitgevoerde filters wordt

(worden) het stuursignaal p_i (de stuursignalen p_i, q_i) toegevoerd aan geheugens M_{m+1} tot en met M_n (de geheugens M_1 tot en met M_m), elk geheugen M_i behorend bij een bandfilter F_i .

Een uitvoeringsvoorbeeld van een digitaal filter is weergegeven in figuur 4, en figuur 5 toont de inhoud van het geheugen M_i behorend bij bandfilter F_i .

Figuur 4 toont een uitvoeringsvoorbeeld van een digitaal filter waarmee de filterkarakteristieken van figuur 2 gerealiseerd kunnen worden. De ingang 20 is via een versterkertrap 21 met versterkingsfaktor k gekoppeld met een ingang van een signaalkombineereenheid 22. De uitgang van de signaalkombineereenheid 22 is gekoppeld met een serieschakeling van een quantisator 23, een vertraging 24, aangeduid met Z^{-1} , een versterkertrap 25 met versterkingsfaktor b_1 , een tweede signaalkombineereenheid 26, een quantisator 27 en een tweede vertraging 28. De uitgangen van de vertragingen 24 en 28 zijn via versterkertrappen 29 respectievelijk 30, met versterkingsfactoren a_1 respectievelijk a_2 teruggekoppeld naar een ingang van de eerste respectievelijk tweede signaalkombineereenheid 22 respectievelijk 26. De uitgang van de vertraging 28 is bovendien via een versterkertrap 31 met versterkingsfaktor $-b_2$ teruggekoppeld naar een ingang van de signaalkombineereenheid 22. De ingang 20 is verder via vertragingen 32 en 33 een versterkertrap 34 met versterkingsfaktor $-k$ gekoppeld met een ingang van de signaalkombineereenheid 22. Ten slotte is de uitgang van de vertraging 32 en de uitgang van de quantisator 27 via een signaalkombineereenheid 35 gekoppeld met de uitgang 36.

Alle vertragingen in de schakeling hebben dezelfde vertragingstijd. De elementen 23 en 27 zijn quantisatoren die bij digitale systemen algemeen gebruikelijk zijn voor het terugbrengen van de datastroom van digitale getallen op de gewenste hoeveelheid bits. Brengen de quantisatoren de getallen terug tot bij voorbeeld 24 bits dan zullen er, ten gevolge van de vermenigvuldiging in bij voorbeeld de versterkertrap 25, waarbij de versterkingsfaktor b_1 bij voorbeeld door een 12 bits getal wordt gerepresenteerd, digitale getallen van 36 bits lengte aangeboden worden aan de signaalkombineereenheid 26. De quantisator 27 brengt deze 36 bits getallen nu weer terug tot 24 bits digitale getallen.

Figuur 5a, 5b en 5c geven de waarden voor de
koëfficiënten a_1 , a_2 , b_1 , b_2 en k weer overeenkomende met de
versterkingsfactoren van de versterkertrappen 29, 30, 35, 31 en 21 en 34
(de beide laatste met waarde k) respectievelijk, en wel voor de drie
5 centrale frekwenties van 25 Hz; 31,5 Hz en 40 Hz en voor verschillende
versterkingen in de band. Figuur 5 toont in feite de inhoud van het
geheugen M_1 . Is het regelsignaal q_1 zodanig dat het filter F_1 moet
worden ingesteld op een centrale frekwentie van 40 Hz en is het
regelsignaal p_1 zodanig dat een versterking van 4 dB in de band dient
10 te worden gerealiseerd dan is het uit figuur 5c duidelijk dat $a_1 =$
 2044 , $a_2 = 2045$, $b_1 = 11$, $b_2 = 11$ en $k = 167$. Deze
koëfficiënten worden via de lijn 14.1 aan het filter F_1 aangeboden
en op kommando van een laadpuls via de lijn 11.1 aan de laadingang 7 van
filter F_1 in het filter opgeslagen, zodat de gewenste
15 versterkingsfactoren in de versterkertrappen van de schakeling van
figuur 4 zijn ingesteld.

Figuur 5d toont nog eens schematisch het geheugen M_1
met de drie maal dertien sets van koëfficiënten. Met het stuursignaal
 q_1 wordt dat deel van het geheugen M_1 aangeduid behorend bij een
20 zekere centrale frekwentie, dat is voor het hiervoor besproken voorbeeld
het rechterdeel (zie de pijl 4', waarmee is aangegeven dat het
stuursignaal q_1 het deel behorend bij 40 Hz selekteert). Met het
stuursignaal p_1 wordt vervolgens uit het betreffende deel de set
koëfficiënten geselecteerd behorend bij een versterkingsfaktor van 4
25 dB volgens het hiervoor weergegeven voorbeeld. Deze set van
koëfficiënten is schematisch door middel van het blok 40 aangeduid.
Met de pijl 43 is aangeduid dat het stuursignaal p_1 de versterking van
4 dB selekteert.

Het spreekt voor zich dat de geheugens M_2 tot en met
30 M_m op dezelfde wijze de koëfficiënten voor de verschillende
versterkertrappen in de filters F_2 tot en met F_m bevatten. De
geheugens M_{m+1} tot en met M_n zijn kleiner aangezien zij enkel de
inhoud voor één centrale frekwentie behoeven te bevatten. Dat
betekent dat zij alleen de 13 sets koëfficiënten behorend bij de
35 centrale frekwentie fc_1 bevatten, zoals bij voorbeeld getoond in
figuur 5b.

Het in figuur 4 beschreven filter is op zich uit de

literatuur bekend. De koëfficiënten a_1 , a_2 kunnen voor een
gewenste filterkarakteristiek berekend worden en zijn gelijk. Hetzelfde
geldt voor de koëfficiënten b_1 , b_2 . Dit komt omdat de schakeling
symmetrisch is voor a_1 en a_2 respectievelijk b_1 en b_2 . Moeten de
5 koëfficiënten vervolgens digitaal gerepresenteerd worden dan worden
deze koëfficiënten op de normale wijze afgerond zodat de digitale
representaties van de koëfficiënten a_1 en a_2 respectievelijk
 b_1 en b_2 opnieuw gelijk zijn.

10 Uit figuur 5 blijkt echter dat in sommige gevallen a_1
en a_2 of b_1 en b_2 niet aan elkaar gelijk zijn. De reden daarvoor
is dat in deze gevallen de aldus verkregen filterkarakteristiek de
gewenste filterkarakteristiek beter benadert dan voor het geval a_1 en
 a_2 aan elkaar en b_1 en b_2 aan elkaar gelijk zijn.

Drie situaties worden hierna besproken:

- 15 1. In de eerste situatie heeft een berekening bij voorbeeld opgeleverd
dat de koëfficiënten a beide 2045,2 zijn. Deze waarde ligt
beneden 2045,25. In dit geval wordt voor a_1 en a_2 beide de waarde
2045 genomen (zie figuur 5a bij de versterking van -4 dB en -2 dB).
 2. In een tweede situatie heeft de berekening bij voorbeeld opgeleverd
20 dat de koëfficiënten a beide 2045,8 zijn. Deze waarde ligt boven
2045,75. In dit geval wordt voor a_1 en a_2 beide de waarde 2046
genomen (zie figuur 5a bij de versterking van +4 dB en +6 dB).
 3. In een derde situatie heeft de berekening bij voorbeeld de waarde
2045,6 opgeleverd. Deze waarde ligt tussen 2045,25 en 2045,75 in. In
25 dit geval wordt a_1 gelijk genomen aan 2045 en a_2 aan 2046 (zie
figuur 5a bij de versterking 0 en 2 dB).
- N.B. Men had in plaats daarvan $a_1 = 2046$ en $a_2 = 2045$ kunnen
nemen. Bij de versterking van 2 dB in figuur 5a zou dan wel een
andere waarde voor k verkregen zijn.
- 30 De hierboven weergegeven situaties gelden evenzo voor de
koëfficiënten b_1 en b_2 .

Het gevolg is dat de eerste twee gevallen een bandfilter
opleveren dat uit de stand van de techniek bekend is. In het laatste
geval wordt een nieuw bandfilter verkregen dat een betere benadering van
35 de gewenste filterkarakteristiek realiseert. Het karakteristieke bij dit
filter is dan voor de koëfficiënten a_1 en a_2 of voor de
koëfficiënten b_1 en b_2 of voor beide sets van koëfficiënten

geldt dat zij de waarde van 1x het minst significante bit van elkaar verschillen.

Figuren 13a en b geven de verschillende filterkarakteristieken aan, verkregen met de bekende berekenmethode (figuur 13a - de coëfficiënten a_1 en a_2 zijn gelijk aan elkaar en de coëfficiënten b_1 en b_2 zijn gelijk aan elkaar) en met de berekenmethode zoals hiervoor besproken (figuur 13b - waarbij voor sommige sets van coëfficiënten a_1 , a_2 respectievelijk b_1 , b_2 , deze coëfficiënten a_1 en a_2 of b_1 en b_2 het minst significante bit van elkaar verschillen). Het betreft hier de wens filterkarakteristieken te realiseren met centrale frekwentie 31,5 Hz met negatieve versterkingsfactoren die in stappen van 1 dB verlopen van 0 dB tot ($-A_1 =$) -12 dB. De filters verzwakken dus in meer of mindere mate binnen de band. Ter verduidelijking is de verticale as in figuur 13a iets uitgerekt zodat het verloop van de karakteristieken in deze figuur duidelijker zichtbaar is. Duidelijk is dat de filterkarakteristieken van figuur 13b veel beter lijken op die van figuur 2b, dan de filterkarakteristieken van figuur 13a.

De versterkertrap 29 in de schakeling van figuur 4 kan eventueel geplaatst worden in de keten van de ingang van de signaalkombineereenheid 22 naar de aftakking 37 van de terugkoppeling naar de signaalkombineereenheid 22. Toch blijft de versterkingsfaktor a_1 indicatief voor de versterking in de keten van de uitgang van de eerste signaalkombineereenheid 22 via de vertraging 24 en de bijbehorende terugkoppeling naar de eerste signaalkombineereenheid 22. Daar de versterkingsfaktor voor de versterkertrap 25 dient te worden aangepast tot de waarde $\frac{b_1}{a_1}$, blijkt dat ook de

versterkingsfaktor b_1 indicatief blijft voor de versterking in de keten van de uitgang van de eerste signaalkombineereenheid 22 via de vertraging 24 naar de ingang van de tweede signaalkombineereenheid 26. Zo kan de versterkertrap 25 eventueel geplaatst worden tussen de uitgang van de signaalkombineereenheid 22 en het punt 37. In dat geval dient de versterkingsfaktor van de versterkertrap 29 te worden gewijzigd in $\frac{a_1}{b_1}$ en blijkt ook hier dat a_1 indicatief blijft voor de

versterkingsfaktor van de uitgang van de signaalkombineereenheid 22 via

de vertraging 24 en de bijbehorende terugkoppeling naar de eerste signaalkombineereenheid 22. Hetzelfde gaat op voor een verplaatsing van de versterkertrap 30 of de versterkertrap 31 naar binnen in de keten van de uitgang van de signaalkombineereenheid 26 via de vertraging 23 naar
5 het punt 38.

Om de bandfilters F_1 tot en met F_n in te stellen is er een selektieschakeling 8 die via de leidingen 11.1 tot en met 11.n is gekoppeld met laadgingangen 7 van de respektievelijke bandfilters F_1 tot en met F_n . Via de leidingen 11.1 tot en met 11.n kunnen één of
10 meer bandfilters worden geselecteerd om ze in te stellen. De eenheid 9 levert via de leiding 12 de regelsignalen q_1 tot en met q_m voor het instellen van de centrale frekwenties van de filters F_1 tot en met F_m en de eenheid 10 levert via de leiding 13 de regelsignalen p_1 tot en met p_n voor het instellen van de versterkingsfactoren in de
15 bandfilters F_1 tot en met F_n . De regelsignalen p_i (en q_i , voor $1 < i < m$) selekteren een adres in de geheugens M_1 tot en met M_n . Op dit adres in het geheugen zijn de koëfficiënten voor de betreffende instelling van het digitale filter opgeslagen, welke koëfficiënten via de leidingen 14.1 tot en met 14.n aan de filters worden aangeboden.
20 Een selektie- of laadsignaal via de laadgingangen 7 aan één of meer van de filters aangeboden zorgt dan dat de nieuwe koëfficiënten in het filter worden opgeslagen, zodat het filter opnieuw is ingesteld.

De egalisatie-inrichting 1 van figuur 1 is een voorbeeld van een met de hand instelbare egalisator. Op de selektieschakeling 8 en
25 de eenheden 9 en 10 zitten dan knoppen (niet getoond) waarmee de selektie van het filter, de instelling van de centrale frekwentie van het filter en de instelling van de versterkingsfaktor in het filter ingesteld kan worden.

Figuur 6 toont een egalisatie-inrichting 60 met n
30 parallelgeschakelde banddoorlaatfilters G_1 tot en met G_n tussen de ingang 2 en de uitgang 3. De uitgangen van de filters zijn via een optelschakeling 61 met de uitgang 3 gekoppeld. De frekwentiekarakteristiek van een bandfilter G_i is in figuur 7 met de kurve 63 aangegeven. Buiten de band heeft het filter een (zeer) grote
35 verzwakking (dat wil zeggen dat de versterkingsfaktor van het filter daar (zeer) veel kleiner dan één is). Binnen de band heeft het filter een versterking van globaal 1x. De afstanden van de centrale

frekwenties van naburige bandfilters is weer groter dan een tert. De centrale frekwenties van de filters G_i in het uitvoeringsvoorbeeld van figuur 6 liggen bij voorbeeld weer een oktaaf uit elkaar. De filters G_1 tot en met G_m zijn weer elk op drie posities op de frekwentieas 5 instelbaar, zoals uit figuur 7 blijkt. Met de kurve 64 volgens de onderbroken streeplijn is de over een tert naar lagere frekwenties toe verschoven filterkarakteristiek aangegeven, met centrale frekwentie fc_i' . De punt-streep lijn 65 geeft de over een tert naar hogere frekwenties toe verschoven filterkarakteristiek aangegeven, met centrale 10 frekwentie fc_i'' . Voor fc_i , fc_i' en fc_i'' kunnen weer de waarden gelden zoals weergegeven in de tabel van figuur 3. De verschuiving van de filters G_1 tot en met G_m langs de frekwentieas wordt weer gestuurd door de stuursignalen q_1 tot en met q_m die geleverd worden door de eenheid 9 over de leiding 12. De versterkingsfaktor A_i van een 15 filter G_i wordt bepaald door de versterkingsfaktor van een versterker die in serie is geschakeld met het filter. Dit is (alleen voor het filter G_1) in figuur 6 weergegeven. Alle filters G_i kunnen op deze wijze zijn opgebouwd, waarbij het element 66 het langs de frekwentieas verschuifbare filter zelf realiseert en de versterker 67 voor de 20 versterkingsfaktor A_1 zorg draagt.

De versterkingsfaktor wordt voor elk van de filters geregeld door middel van het stuursignaal p_1 tot en met p_n geleverd door de eenheid 10 en die via de leiding 13 rechtstreeks de versterkers in de filters (zoals de versterker 67 in filter G_1) sturen. Zijn de 25 filters weer als digitale filters opgebouwd dan hebben de filters G_1 tot en met G_m een geheugen M_1 tot en met M_m , waar in elk geheugen zoveel sets van koëfficiënten zijn opgeslagen als voor de (drie) instellingen van het filter benodigd zijn, dat wil dus zeggen drie sets. De signalen q_i zijn dan weer adressignalen die een adres in het 30 geheugen M_i selekteren, waarna de inhoud van dat adres in het geheugen via de leidingen 14.1 tot en met 14.m aan het filter (zoals filter 66 in G_1) worden aangeboden. Via een laadsignaal dat door de selektieschakeling 8 wordt opgewekt en via de leiding 11.i aan de laadingang 7 van een filter G_i wordt aangeboden worden dan de 35 filterkoëfficiënten voor de gewenste instelling van het filter G_i geladen (alleen voor die filters waarvoor $1 \leq i \leq m$) en voor het filter de juiste versterkingsfaktor ingesteld.

Zoals wel duidelijk zal zijn liggen de filterkoëfficiënten van de filters G_{m+1} tot en met G_n vast, zodat voor deze filters geen geheugen voor de opslag van filterkoëfficiënten nodig is.

5 Voor de banddoorlaatfilters G_1 tot en met G_n wordt verder geen digitale uitvoeringsvorm uitgewerkt, aangezien het, net als voor het filter F_i van figuur 2, voor de vakman tot de standaard kennis behoort om een dergelijke digitaalfilter te realiseren.

Om de overname tussen de bandfilters F_m en F_{m+1} in
 10 figuur 1, en de bandfilters G_m en G_{m+1} in figuur 6 te verbeteren zal men bij voorkeur de onderste grensfrekwentie van het filter F_{m+1} respektievelijk G_{m+1} variabel maken. Dit is voor het filter F_{m+1} weergegeven in figuur 8a en voor het filter G_{m+1} weergegeven in figuur 8b. Duidelijk zichtbaar is daarin dat de onderste grensfrekwentie,
 15 zijnde het -3 dB punt bij de frekwentie f_0 , afhankelijk van de verschuiving van de centrale frekwentie fc_m van het filter F_m respektievelijk G_m , verschuifbaar is naar lagere frekwenties toe, te weten naar f_0' , en naar hogere frekwenties toe, te weten naar f_0'' .
 Voor het uitvoeringsvoorbeeld van figuur 1 betekent dit dat het geheugen
 20 M_{m+1} vergroot moet worden zodat nu drie sets van filterkoëfficiënten kunnen worden opgeslagen voor de drie posities van de onderste grensfrekwentie van het filter F_{m+1} , bij een vaste versterkingsgraad in het filter. Bovendien moet nu additioneel een stuursignaal q_{m+1} (niet getoond in figuur 1) aan het geheugen M_{m+1}
 25 worden toegevoerd. Voor het uitvoeringsvoorbeeld van figuur 6 betekent dit dat een extra geheugen M_{m+1} (niet getoond in figuur 6) moet worden toegevoegd aan het filter G_{m+1} , dat wordt gestuurd door een additioneel stuursignaal q_{m+1} (eveneens niet getoond in figuur 6), en waarin weer drie sets van filterkoëfficiënten worden opgeslagen voor
 30 de drie posities van de onderste grensfrekwentie van het filter G_{m+1} .

De positie van de onderste grensfrekwentie f_0 van het filter F_{m+1} en G_{m+1} kan bijvoorbeeld zodanig met de positie van de centrale frekwentie fc_m van het filter F_m respektievelijk G_m gekoppeld zijn dat bij een verschuiving van fc_m naar fc_m' (dat wil
 35 zeggen een verschuiving naar lagere frekwenties) f_0 verschuift naar f_0' en dat bij een verschuiving van fc_m naar fc_m'' (dat wil zeggen een verschuiving naar hogere frekwenties) f_0 verschuift naar f_0'' .

(dus eveneens verschuift naar hogere frekwenties). Dit kan men in de beide uitvoeringsvoorbeelden van figuren 1 en 6 met de hand instellen door middel van het bedienen van de selektieschakeling 8 en de eenheid 9.

5 Men kan de (handmatige) instelling van het filter F_m respektievelijk G_m echter ook koppelen met het filter F_{m+1} respektievelijk G_{m+1} zodat bij een verschuiving van de centrale frekwentie van het filter F_m respektievelijk G_m , de ondergrens van het filter F_{m+1} respektievelijk G_{m+1} automatisch mee verschuift. Dit
10 is in figuur 9 en 10 weergegeven. De bewuste filters met de variabele ondergrens zijn daarin met een accent aangeduid.

Figuur 9 toont het relevante gedeelte van het uitvoeringsvoorbeeld van figuur 1. Het geheugen behorend bij het bandfilter F_{m+1}' is hier anders, zoals hiervoor reeds uitgelegd en
15 daarom aangeduid met M_{m+1}' . Het geheugen M_{m+1}' heeft nu dezelfde indeling en grootte als de geheugens M_1 tot en met M_m . Dit geheugen krijgt bovendien een stuursignaal q_{m+1} voor de adressering toegevoerd. Verder wordt het selektiesignaal 11.m+1 van de selektieschakeling 8 uit figuur 1 via een OF-poort 70 aan de laadingang
20 7 van het bandfilter F_{m+1}' toegevoerd. De andere ingang van de OF-poort 70 krijgt bovendien het selektiesignaal 11.m toegevoerd. Ook wordt het selektiesignaal 11.m+1 toegevoerd aan een laadingang 71 van een geheugen 72 in de leiding van de centrale keten 13 naar de ene stuuringsingang van het geheugen M_{m+1}' . Dit geheugen 72 doet dienst voor
25 het opslaan van het regelsignaal p_{m+1} voor de instelling van de versterking in het filter F_{m+1}' . De werking van de schakeling is als volgt. Als via de selektieschakeling 8 het filter F_{m+1}' geselecteerd wordt, dat wil zeggen op de leiding 11.m+1 verschijnt een signaal: logisch '1', dan kan men door bediening van de eenheden 9 en 10 zowel de
30 ondergrens van het filter F_{m+1}' als de versterking in het filter instellen. Doordat het selektiesignaal 11.m+1 ook aan de laadingang 71 van het geheugen 72 wordt toegevoerd, wordt het regelsignaal p_{m+1} in dit geheugen 72 opgeslagen. De instelling van het filter F_{m+1}' is dus mogelijk onafhankelijk van de instelling van het filter F_m . Selekteert
35 men vervolgens het filter F_m , dan wordt het selektiesignaal 11.m logisch '1'. Het filter F_m kan nu door middel van de bediening van de eenheden 9 en 10 naar wens ingesteld worden. Doordat het selektiesignaal

11.m via de OF-poort 70 ook aan de laadingang 7 van het filter F_{m+1}' wordt aangeboden wordt nu, gelijk met de instelling van de centrale frekwentie fc_m van het filter F_m , ook de onderste grensfrekwentie f_0 van het filter F_{m+1}' ingesteld en wel zodanig dat indien fc_m verschuift naar fc_m' dan verschuift naar f_0' en indien fc_m verschuift naar fc_m'' dat f_0 verschuift naar f_0'' . De versterking in het filter F_{m+1}' verandert daarbij niet gezien het feit dat de inhoud van het geheugen 72, welke inhoud de versterkingsfaktor in het filter bepaalt, niet verandert.

10 Figuur 10 toont het relevante gedeelte van het uitvoeringsvoorbeeld van figuur 6. Het bandfilter G_{m+1}' is hier bovendien voorzien van een geheugen M_{m+1} . Dit geheugen bevat drie sets van filterkoëfficiënten voor de drie instellingen van de onderste grensfrekwentie van het filter G_{m+1}' . Net als in de schakeling van 15 figuur 9 worden ook hier de beide selektiesignalen 11.m en 11.m+1 via een OF-poort 70 naar de laadingang 7 van het filter G_{m+1}' toegevoerd, en bevindt er zich een geheugen 72 in de leiding van de centrale keten 13 naar de sturingang 73 van het filter G_{m+1}' voor het opslaan van het regelsignaal p_{m+1} op kommando van het selektiesignaal 11.m+1 20 aangeboden aan zijn laadingang 71. De werking van de schakeling van figuur 10 is gelijk aan die van figuur 9.

Het filter van figuur 8a en b kan gerealiseerd worden door een hoogdoorlaatfilter en een laagdoorlaatfilter in serie met elkaar te plaatsen, waarbij de afvalfrekwentie van het 25 hoogdoorlaatfilter variabel is en de afvalfrekwentie van het laagdoorlaatfilter vastligt.

Voor de filters F_{m+1}' en G_{m+1}' worden verder geen digitale uitvoeringsvoorbeelden uitgewerkt omdat ook hier geldt dat het ontwerpen van dergelijke filters tot de standaard kennis van de vakman 30 behoort.

Figuur 11 toont schematisch een automatische egalisatie-inrichting. De egalisatie-inrichting, bijvoorbeeld de egalisatie-inrichting 1 van figuur 1, is daartoe verder voorzien van een elektroakoestische omzettereenheid, in de vorm van een luidspreker 80, 35 opgesteld in een ruimte 81. In de ruimte zijn verder detektiemiddelen, bijvoorbeeld in de vorm van een mikrofoon 82, aangebracht, gekoppeld met een ingang 83 van een frekwentieanalyseereenheid 84. Een

ingangsaansluitklem 87 van de automatische egalisatie-inrichting is gekoppeld met een ingang 85 van de frekwentieanalyseereenheid 84.

Dergelijke schakelingen zijn zoals reeds eerder vermeld, in zijn algemeenheid bekend voor het egaliseren van het akoestische
5 signaal afgestraald door de luidspreker 80 in de ruimte 81. Daarbij wordt, bijvoorbeeld uitgaande van de spektra van de signalen aangeboden aan de ingangen 83 en 85 in de analyseereenheid 84 een
overdrachtsfunctie afgeleid, waarna met behulp van de verkregen
overdrachtsfunctie dan een regelsignaal 86 wordt afgeleid dat aan de
10 egalisatie-inrichting 1 wordt aangeboden voor het instellen van de filters.

Een uitgebreide beschrijving van het afleiden van een regelsignaal uit de overdrachtsfunctie, zoals dat in een bekende automatische egalisatie-inrichting gerealiseerd is, is terug te vinden
15 in de ter inzage gelegde Europese octrooiaanvraag EP 119.645, eveneens van aanvraagster.

De inrichting van figuur 11 is in die zin anders, dat in de frekwentieanalyseereenheid een ander regelsignaal moet worden afgeleid, ter sturing van de egalisatie-inrichting 1. In feite komt het
20 erop neer dat de frekwentieanalyseereenheid 84 de stuursignalen p_1 tot en met p_n , q_1 tot en met q_m en de selektiesignalen 11.1 tot en met 11.n moet genereren, uitgaande van de overdrachtsfunctie $H_{xy}(f)$ zoals bij voorbeeld verkregen op de manier beschreven in EP 119.645.

Figuur 12a toont een voorbeeld van een overdrachtsfunctie
25 $H_{xy}(f)$ verkregen bij een instelling van de egalisatie-inrichting 1 waarbij de egalisatie-inrichting een vlakke frekwentiekarakteristiek bezit. Figuur 12a toont alleen de overdrachtsfunctie in het laagfrekwente gedeelte van het totale frekwentiegebied. De frekwentieanalyseereenheid 84 moet nu een zodanig regelsignaal 86 aan de
30 egalisatie-inrichting 1 toevoeren dat in de egalisatie-inrichting 1 een frekwentiekarakteristiek wordt ingesteld die zo goed mogelijk de inverse is van de karakteristiek $H_{xy}(f)$. In figuur 12b is de ligging van die centrale frekwenties, fc_1 tot en met fc_5 , weergegeven van de filters, F_1 tot en met F_5 , die zich in het laagfrekwente gedeelte
35 bevinden.

In het algemeen bevat de overdrachtsfunctie in het laagfrekwente gebied waarvoor ongeveer geldt dat $20 < f < 700$ Hz globaal

vijf significante pieken en dalen. Deze pieken en dalen zijn in figuur 12a aangeduid met f_1 tot en met f_5 . De frekwentieanalyseereenheid 84 levert nu een zodanig regelsignaal 86 dat de pieken en dalen in $H_{xy}(f)$ zo goed mogelijk samenvallen met de centrale frekwenties van de filters F_1 tot en met F_5 . Dit betekent dat de

5 frekwentieanalyseereenheid een regelsignaal q_1 aan filter F_1 levert waardoor de centrale frekwentie opschuift naar de waarde fc_1'' , aan de filters F_2 en F_3 een regelsignaal q_2 respectievelijk q_3 levert waardoor de centrale frekwenties op hun plaats blijven, en aan de

10 filters F_4 en F_5 een regelsignaal q_4 respectievelijk q_5 leveren waardoor hun centrale frekwenties verschuiven naar de respectievelijke waarden fc_4' en fc_5' .

Aannemende dat de gemiddelde waarde van de overdrachtsfunctie $H_{xy}(f)$ bij de waarde H_m ligt, dan zal de

15 frekwentieanalyseereenheid een zodanig regelsignaal (p_1 , p_3 en p_5) aan de filters F_1 , F_3 en F_5 leveren dat zij alle drie verzwakken, dat wil zeggen een versterkingsfaktor kleiner dan één hebben, waarbij de grootte van de verzwakking natuurlijk afhangt van de grootte $H_{xy}(f) - H_m$ bij de frekwenties f_1 , f_3 en f_5 . Aan het

20 filter F_2 wordt een zodanig regelsignaal p_2 geleverd dat het versterkt, dat wil zeggen een versterkingsfaktor groter dan één heeft, waarbij de grootte van de versterking weer afhangt van de grootte $H_m - H_{xy}(f)$ bij de frekwentie f_2 . De frekwentieanalyseereenheid 84 zal aan het filter F_4 zodanig regelsignaal p_4 aanbieden dat een

25 versterkingsfaktor van (ongeveer) $1x$ wordt ingesteld.

De regeling voor de vaste filters F_5 tot en met F_n wordt niet verder uitgelegd, aangezien deze regeling konform bekende regelingen kan plaatsvinden.

Het zij vermeld dat diverse modifikaties van de getoonde

30 uitvoeringsvoorbeelden mogelijk zijn zonder dat wordt afgeweken van datgene wat onder de uitvinding valt, zoals deze in de conclusies is vastgelegd.

Conclusies:

1. Egalisatie-inrichting voor het variëren van de frekwentiekarakteristiek van een aan een ingang van de inrichting aangeboden elektrisch signaal en voor het leveren van een in zijn frekwentiekarakteristiek aangepast elektrisch signaal aan een uitgang, welke inrichting een aantal in een zeker frekwentiegebied naast elkaar liggende bandfilters bevat, waarbij de afstand tussen de centrale frekwenties van naburige bandfilters groter is dan de afstand tussen de centrale frekwenties van naburige tertsfilters liggend bij ten minste ongeveer dezelfde frekwenties als de bandfilters, met het kenmerk, dat de centrale frekwenties van ten minste die bandfilters die in het laagfrekwente gedeelte van het frekwentiegebied liggen, varieerbaar zijn.
2. Egalisatie-inrichting volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de centrale frekwenties van ten minste die bandfilters die in het laagfrekwente gedeelte van het frekwentiegebied liggen over maximaal de helft van hun afstand tot de centrale frekwenties van naburige bandfilters naar hogere en lagere frekwenties verschuifbaar zijn.
3. Egalisatie-inrichting volgens conclusie 2, waarbij de centrale frekwenties van de bandfilters in niet verschoven toestand ten minste ongeveer de breedte van een oktaaf van elkaar liggen, met het kenmerk, dat de centrale frekwenties van de filters over maximaal de breedte van een terts naar lagere en hogere frekwenties verschuifbaar zijn.
4. Egalisatie-inrichting volgens conclusie 1, 2 of 3, met het kenmerk, dat de bandfilters in het resterende gedeelte van het frekwentiegebied een vaste centrale frekwentie bezitten en dat het bandfilter in dit resterende deel dat ligt naast het bandfilter in het laagfrekwente deel met de hoogste centrale frekwentie een onderste grensfrekwentie bezit die varieerbaar is.
5. Egalisatie-inrichting volgens conclusie 4, met het kenmerk, dat de onderste grensfrekwentie naar lagere respectievelijk hogere frekwenties verschuift indien de centrale frekwentie van het bandfilter in het laagfrekwente deel met de hoogste centrale frekwentie naar lagere respectievelijk hogere frekwenties verschuift.
6. Egalisatie-inrichting volgens één der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat de bandfilters als digitale filters

zijn uitgevoerd, dat ten minste de bandfilters die zich in het laagfrequent gedeelte bevinden elk zijn voorzien van een bijbehorend geheugen, voor het opslaan van zoveel sets van filterkoëfficiënten voor het digitale filter als nodig is voor de verschillende instellingen van de centrale frequentie van het bandfilter, bij een gelijke versterking van het filter binnen de band, en dat een uitgang van elk geheugen is gekoppeld met een koëfficiënteningang van het bijbehorende bandfilter, voor het toevoeren van een set van filterkoëfficiënten aan het filter onder invloed van een stuursignaal toegevoerd aan sturingen van het geheugen en van het filter.

7. Egalisatie-inrichting volgens één der voorgaande conclusies, verder voorzien van
- een elektroakoestische omzettereenheid gekoppeld met de uitgang, voor het omzetten van het elektrische uitgangssignaal van de egalisatie-inrichting in een akoestisch signaal,
 - detektiemiddelen voor het detekteren van een akoestisch signaal en voor het opwekken van een elektrisch signaal dat een maat is voor het akoestische signaal,
 - een frequentieanalyseereenheid met een eerste ingang gekoppeld met de ingang van de egalisatie-inrichting, een tweede ingang gekoppeld met de uitgang van de detektiemiddelen en een uitgang voor het leveren van een regelsignaal, welke uitgang is gekoppeld met een regelingang van de egalisatie-inrichting,
- met het kenmerk, dat de frequentieanalyseereenheid is ingericht voor het leveren van een stuursignaal aan de bandfilters in het laagfrequent gedeelte voor het instellen van de versterkingsfaktor in een filter en de centrale frequentie van een filter.

8. Egalisatie-inrichting volgens conclusie 7, voor zover afhankelijk van conclusie 6, met het kenmerk, dat de uitgang van de frequentieanalyseereenheid daartoe is gekoppeld met de sturingen van de geheugens en de filters.

9. Egalisatie-inrichting volgens één der voorgaande conclusies, met het kenmerk, dat een bandfilter een serieschakeling van een eerste signaalkombineereenheid, een eerste vertraging, een tweede signaalkombineereenheid en een tweede vertraging bevat, dat uitgangen van de beide vertragingen zijn teruggekoppeld naar een ingang van de

eerste respectievelijk de tweede signaalkombineereenheid en dat de uitgang van de tweede vertraging bovendien is teruggekoppeld naar een ingang van de eerste signaalkombineereenheid.

10. Egalisatie-inrichting volgens conclusie 9, met het kenmerk, dat de twee coëfficiënten overeenkomende met een eerste versterkingsfaktor weergevende de rondgaande versterking in de keten van de uitgang van de eerste signaalkombineereenheid via de eerste vertraging en de bijbehorende terugkoppeling naar de eerste signaalkombineereenheid en een tweede versterkingsfaktor weergevende de rondgaande versterking in de keten van de uitgang van de tweede signaalkombineereenheid via de tweede vertraging en de bijbehorende terugkoppeling naar de tweede signaalkombineereenheid, of dat, afgezien van het teken, de twee coëfficiënten overeenkomende met een derde versterkingsfaktor weergevende de versterking in de keten van de uitgang van de eerste signaalkombineereenheid via de eerste vertraging naar de ingang van de tweede signaalkombineereenheid en een vierde versterkingsfaktor weergevende de rondgaande versterking in de keten van de uitgang van de tweede signaalkombineereenheid via de tweede vertraging en de bijbehorende terugkoppeling naar de ingang van de eerste signaalkombineereenheid, één maal de kleinste eenheid waarin deze coëfficiënten worden uitgedrukt van elkaar verschillen.

11. Bandfilter, met een ingang gekoppeld met een serieschakeling van een eerste signaalkombineereenheid, een eerste vertraging, een tweede signaalkombineereenheid en een tweede vertraging, waarbij de uitgangen van de eerste en de tweede vertragingen elk via de bijbehorende terugkoppelingen zijn gekoppeld met ingangen van de eerste respectievelijk de tweede signaalkombineereenheid, en waarbij de uitgang van de tweede vertraging bovendien is teruggekoppeld naar een ingang van de eerste signaalkombineereenheid, met het kenmerk, dat de twee coëfficiënten overeenkomende met een eerste versterkingsfaktor weergevende de rondgaande versterking in de keten van de uitgang van de eerste signaalkombineereenheid via de eerste vertraging en de bijbehorende terugkoppeling naar de eerste signaalkombineereenheid en een tweede versterkingsfaktor weergevende de rondgaande versterking in de keten van de uitgang van de tweede signaalkombineereenheid via de tweede vertraging en de bijbehorende terugkoppeling naar de tweede signaalkombineereenheid, of dat, afgezien van het teken, de twee

8501334

- koëfficiënten overeenkomende met een derde versterkingsfaktor weergevende de versterking in de keten van de uitgang van de eerste signaalkombineereenheid via de eerste vertraging naar de ingang van de tweede signaalkombineereenheid en een vierde versterkingsfaktor
- 5 weergevende de rondgaande versterking in de keten van de uitgang van de tweede signaalkombineereenheid via de tweede vertraging en de bijbehorende terugkoppeling naar de ingang van de eerste signaalkombineereenheid, één maal de kleinste eenheid waarin deze koëfficiënten worden uitgedrukt van elkaar verschillen.
- 10 12. Bandfilter volgens conclusie 11, met het kenmerk, dat indien de berekende waarde voor de twee koëfficiënten overeenkomende met de eerste en de tweede versterkingsfaktor respectievelijk de derde en de vierde versterkingsfaktor, welke waarde voor de eerste en de tweede versterkingsfaktor respectievelijk de derde en de vierde
- 15 versterkingsfaktor (doch dan afgezien van hun teken) gelijk is, ligt in een deelgebied dat zelf geheel ligt binnen een waardegebied gevormd door de twee digitale getallen die direkt onder en direkt boven de berekende waarde liggen, dat voor de twee koëfficiënten dan geldt dat de ene koëfficiënt gelijk is aan het ene digitale getal en de andere
- 20 koëfficiënt gelijk is aan het andere digitale getal.

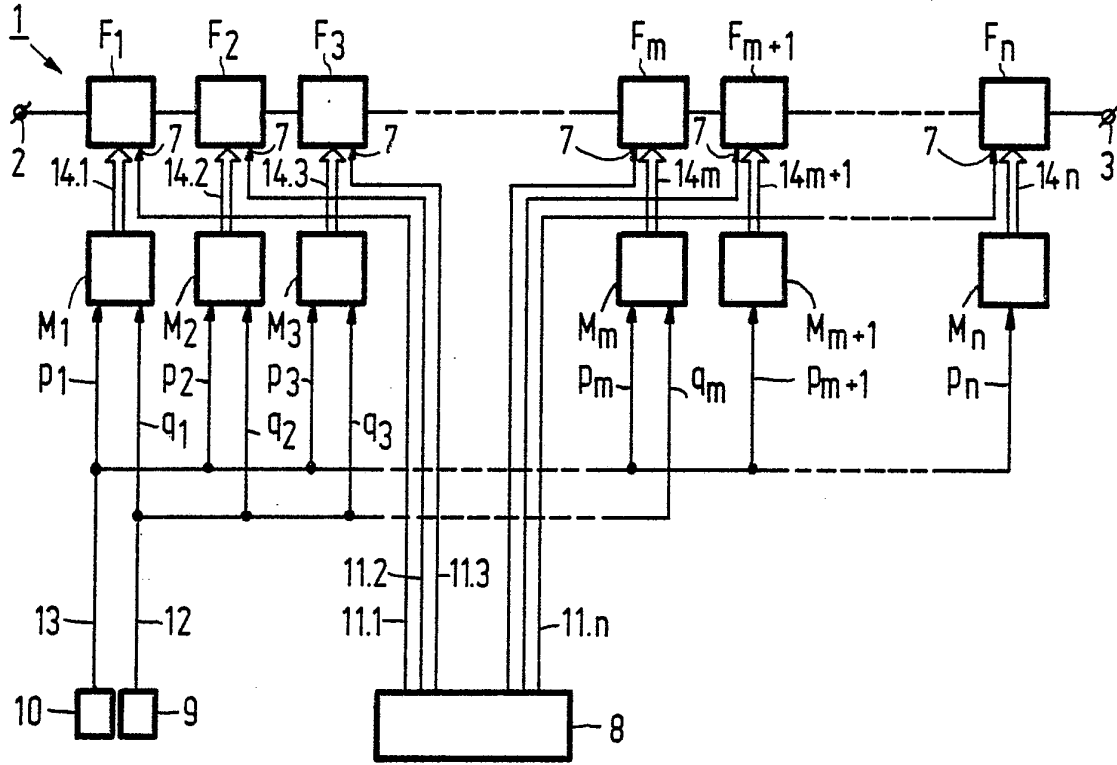


FIG.1

i	fc_i^I (Hz)	fc_i (Hz)	fc_i^{II} (Hz)
1	25	31,5	40
2	50	63	80
3	100	125	160
4	200	250	315
5	400	500	630

FIG.3

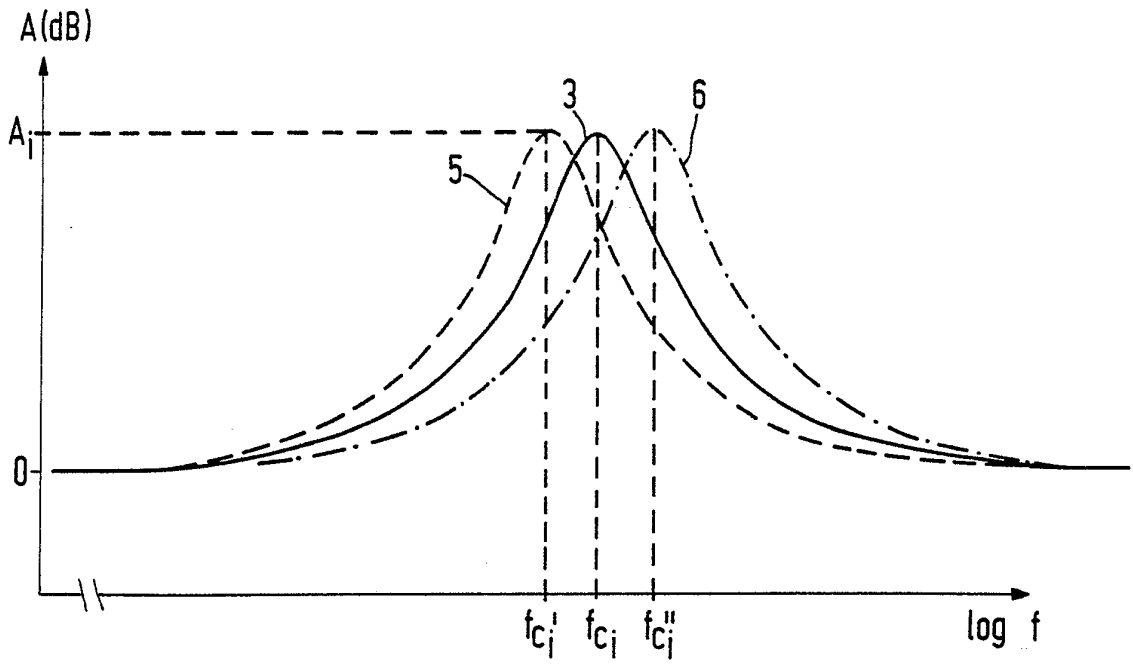


FIG. 2a

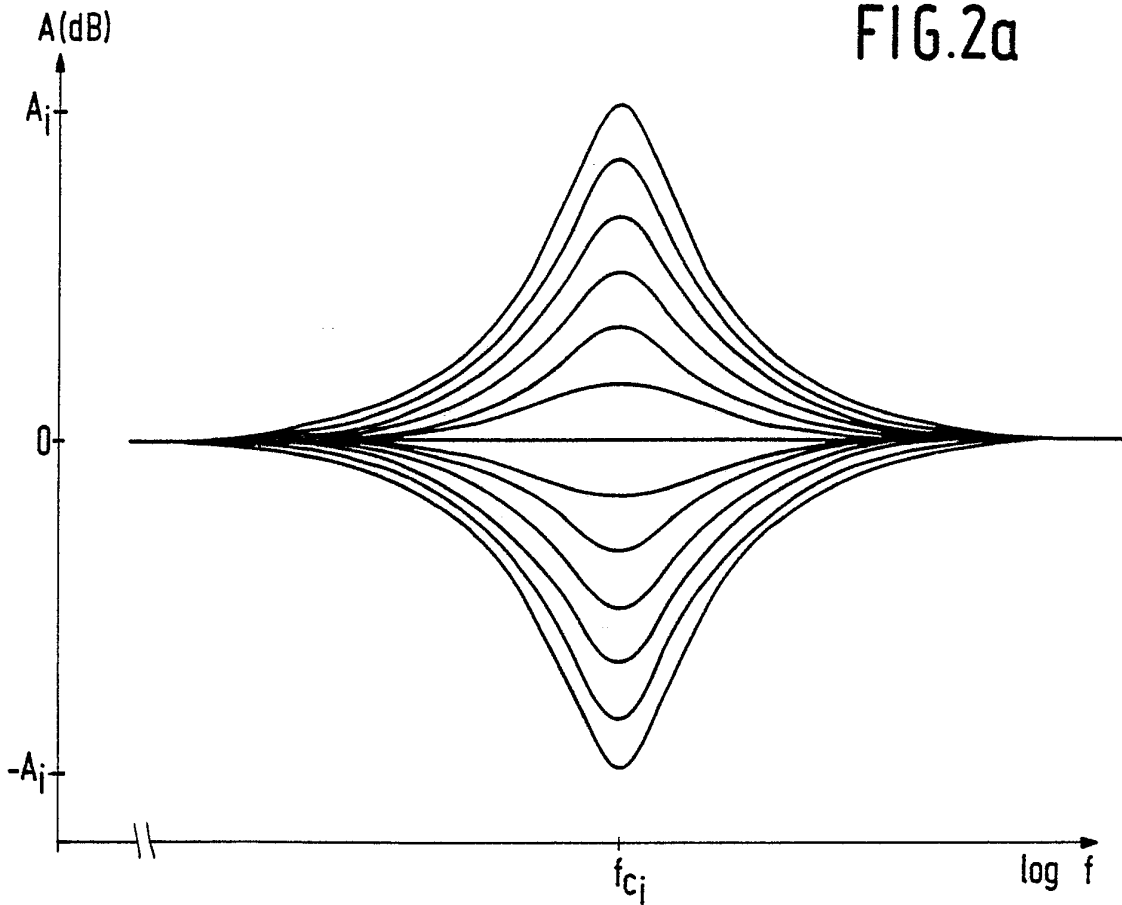
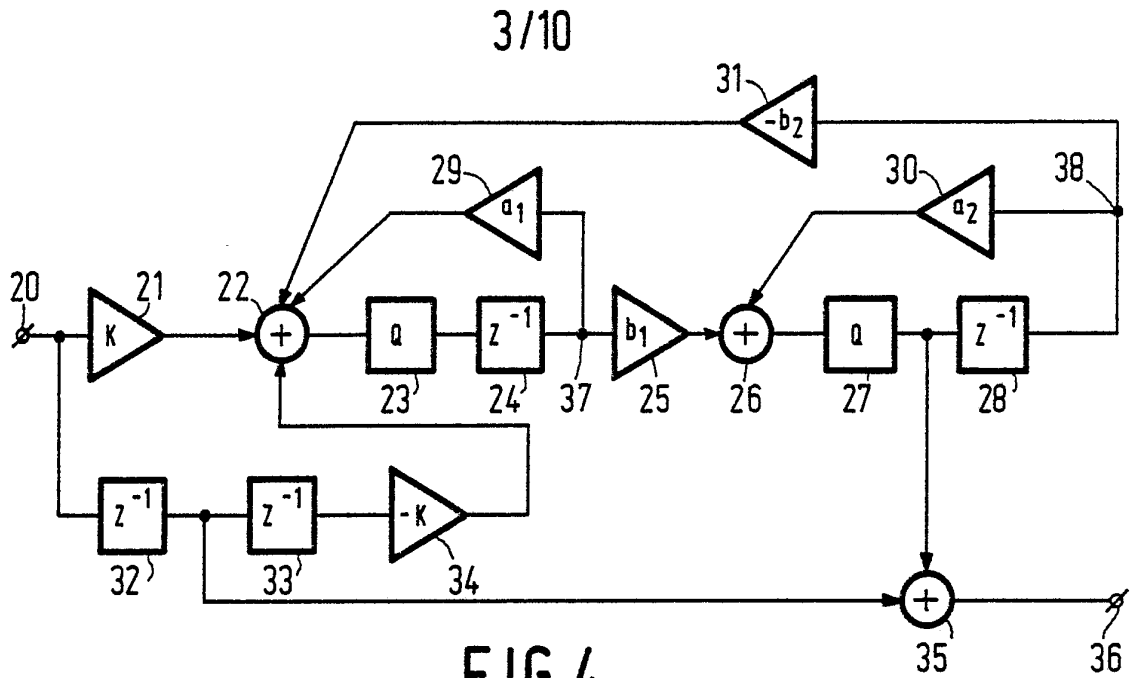


FIG. 2b



$f_{c_i} = 25 \text{ Hz}$

A (dB)	a_1	a_2	b_1	b_2	k
12	2046	2047	7	7	1297
10	2046	2047	7	7	941
8	2046	2047	7	7	658
6	2046	2046	7	7	579
4	2046	2046	7	7	340
2	2045	2046	7	7	180
0	2045	2046	7	7	0
-2	2045	2045	6	7	-210
-4	2045	2045	6	7	-376
-6	2044	2045	6	7	-594
-8	2044	2044	6	6	-819
-10	2043	2044	5	6	-1257
-12	2043	2043	5	6	-1530

FIG. 5a

fc _i = 31,5 Hz					
A (dB)	a ₁	a ₂	b ₁	b ₂	k
12	2046	2047	9	9	1004
10	2046	2046	9	9	974
8	2046	2046	9	9	681
6	2045	2046	9	9	562
4	2045	2046	9	9	330
2	2045	2045	8	9	197
0	2044	2045	8	9	0
-2	2044	2045	8	9	-183
-4	2044	2044	8	9	-376
-6	2043	2044	8	8	-572
-8	2043	2043	7	8	-877
-10	2042	2042	7	7	-1196
-12	2041	2042	6	7	-1656

FIG. 5b

fcj = 40,0 Hz					
A (dB)	a ₁	a ₂	b ₁	b ₂	k
12	2046	2046	11	12	1092
10	2045	2046	11	12	993
8	2045	2046	11	12	694
6	2045	2045	11	12	550
4	2044	2045	11	11	378
2	2044	2045	11	11	167
0	2044	2044	11	11	0
-2	2043	2044	10	11	-188
-4	2043	2043	10	11	-375
-6	2042	2042	10	10	-610
-8	2041	2042	9	10	-886
-10	2040	2041	9	9	-1162
-12	2040	2040	8	9	-1527

FIG.5c

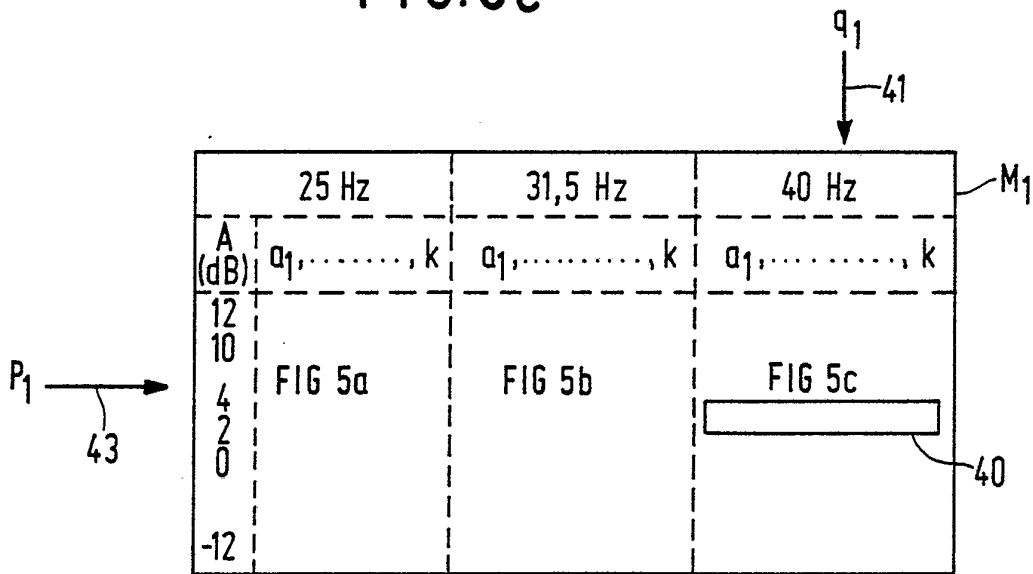


FIG.5d

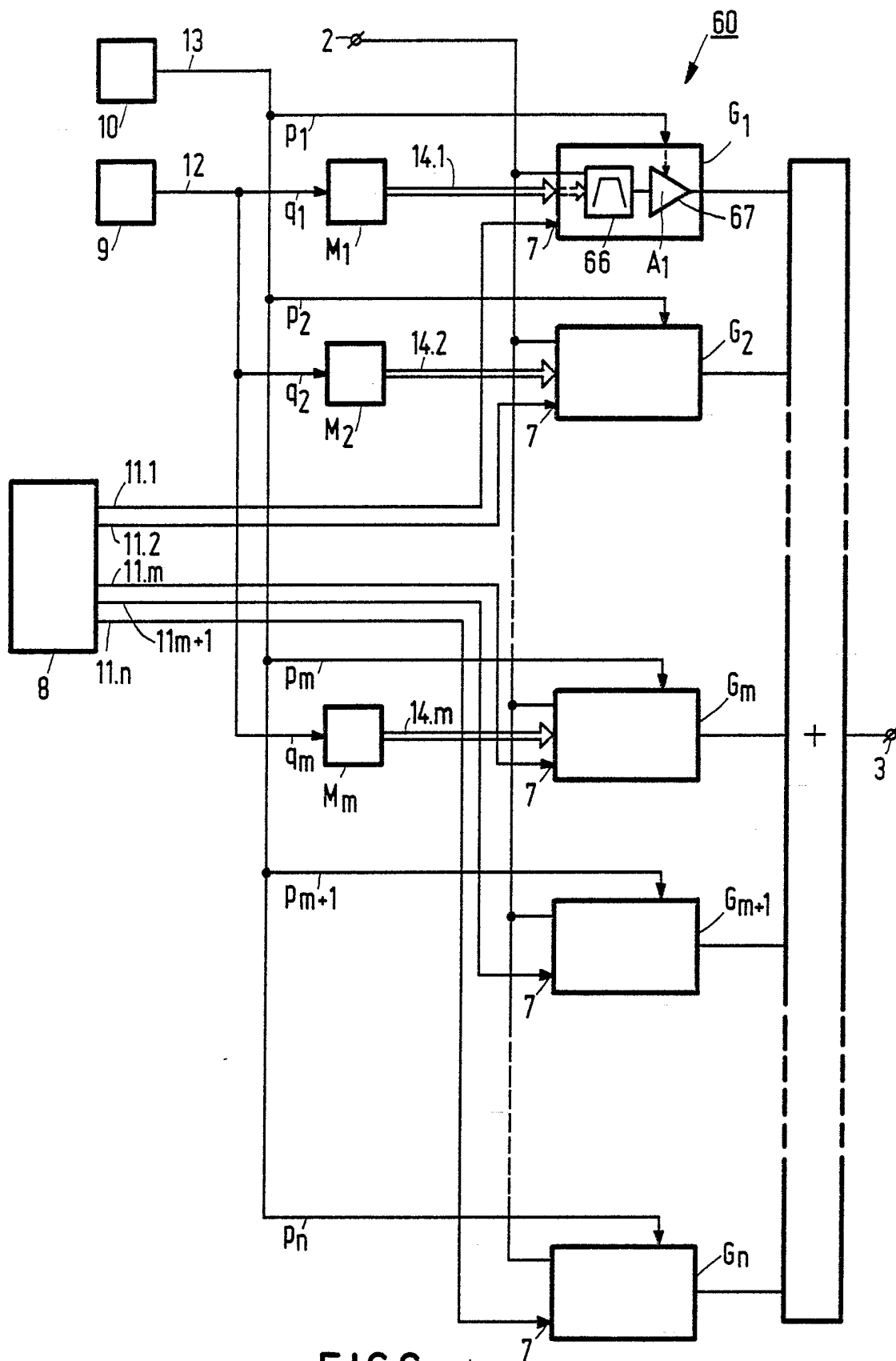


FIG. 6

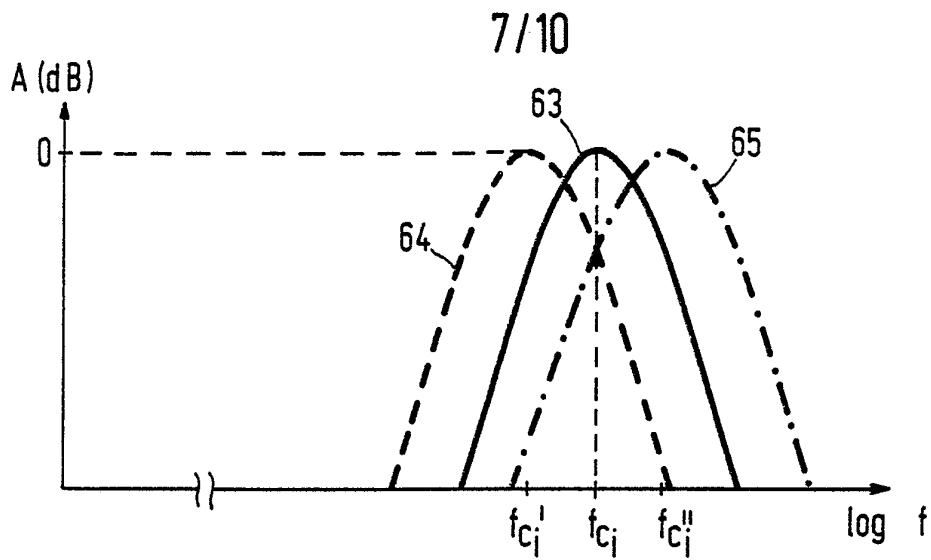


FIG.7

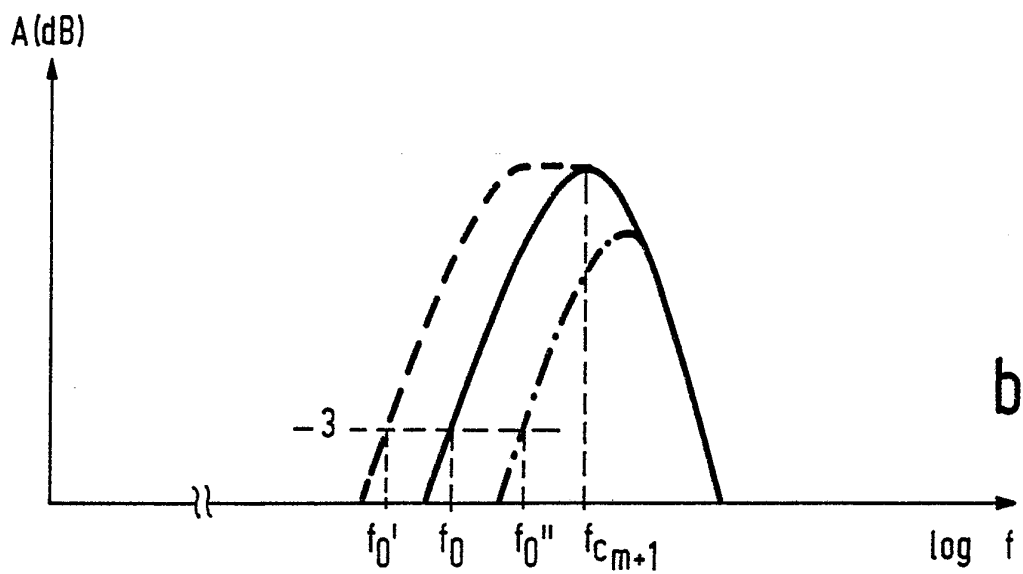
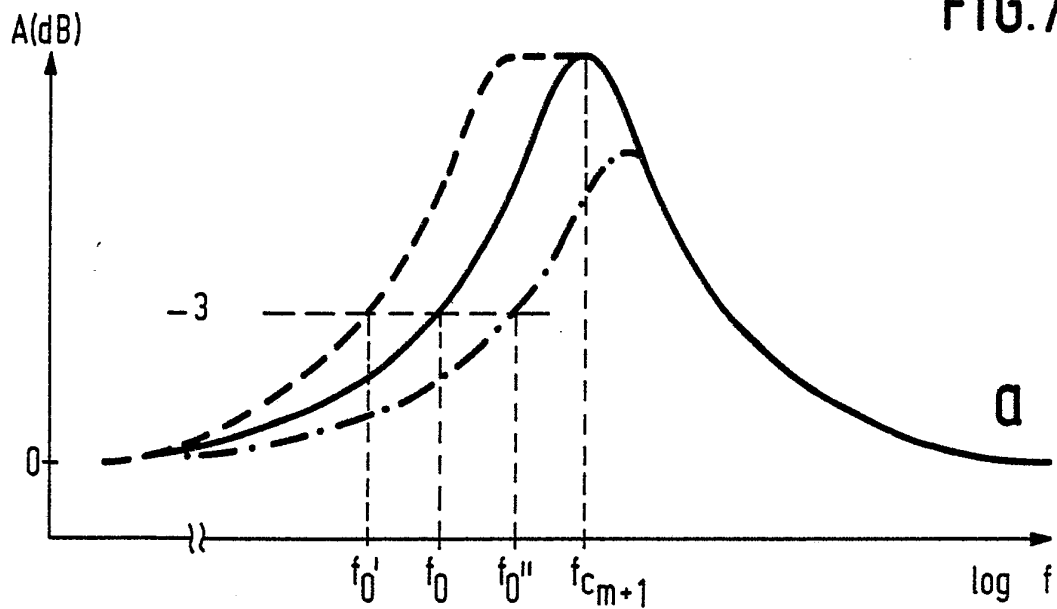


FIG.8

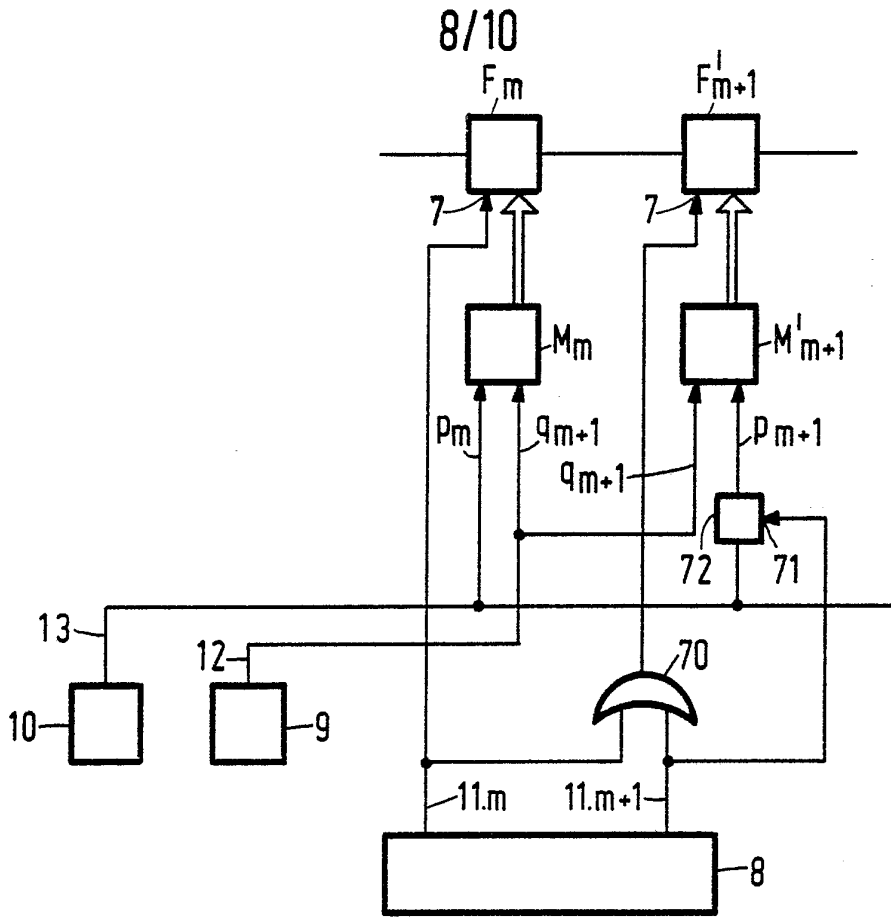


FIG. 9

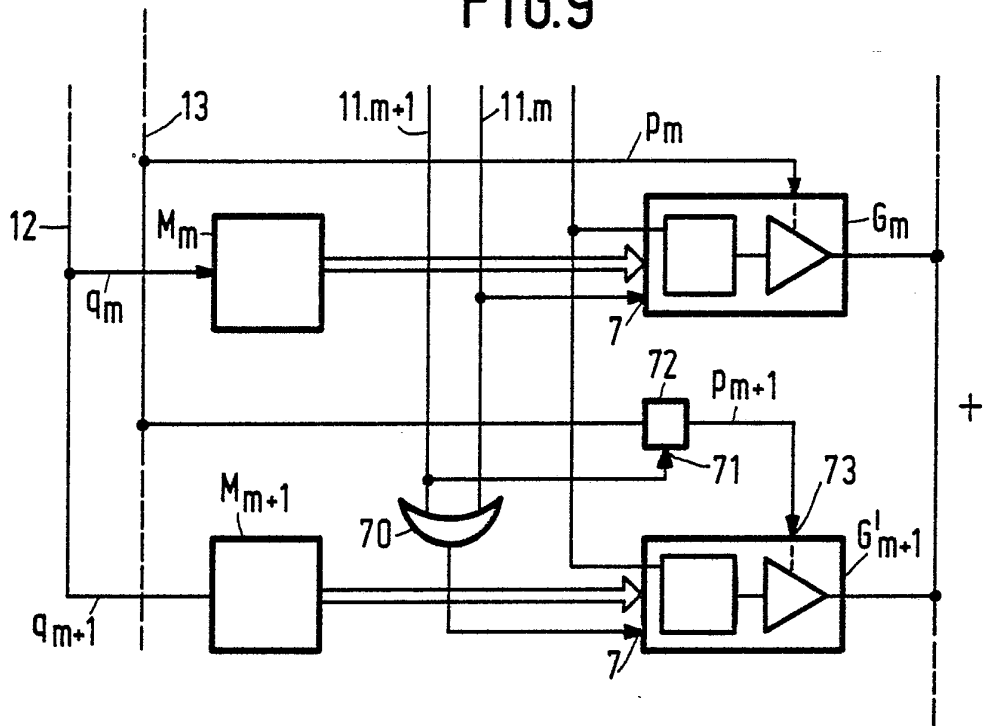


FIG. 10

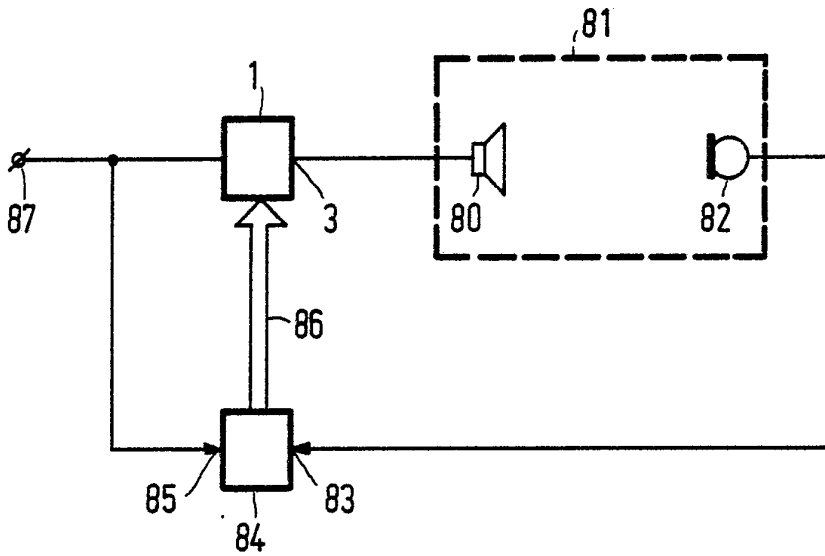


FIG.11

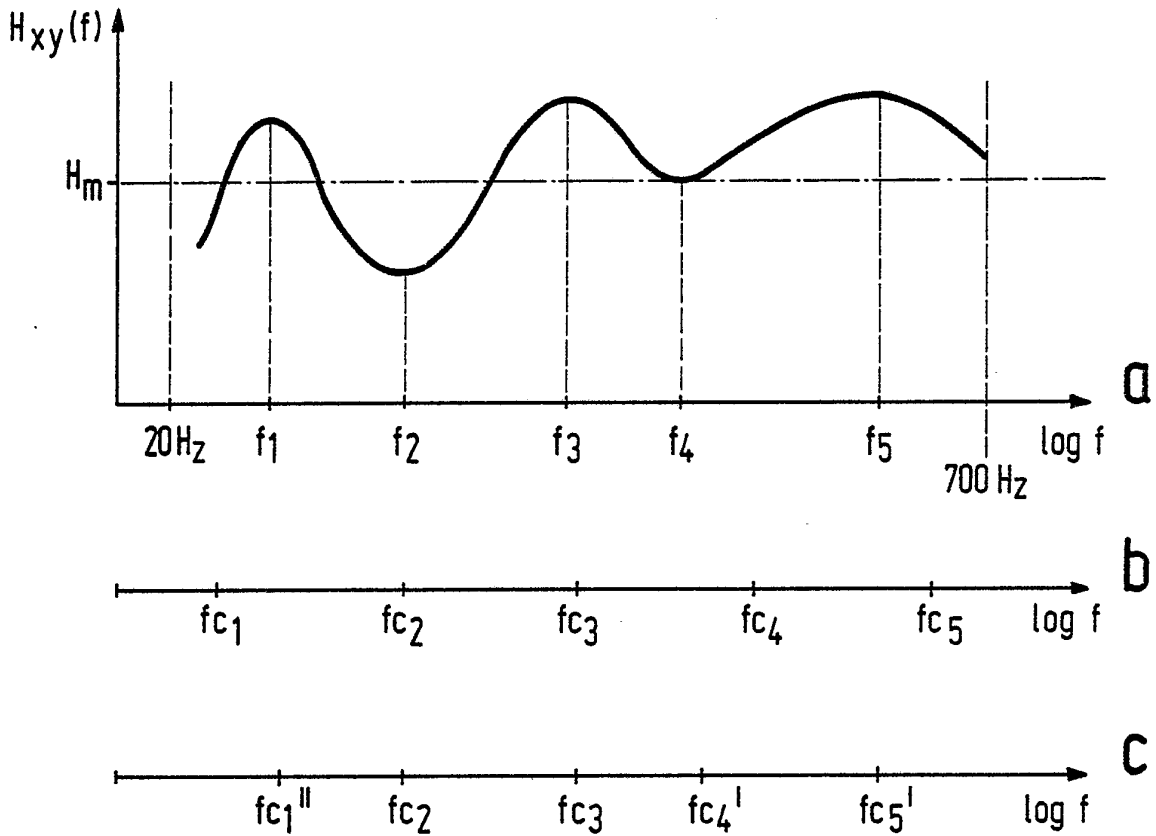


FIG.12

10/10

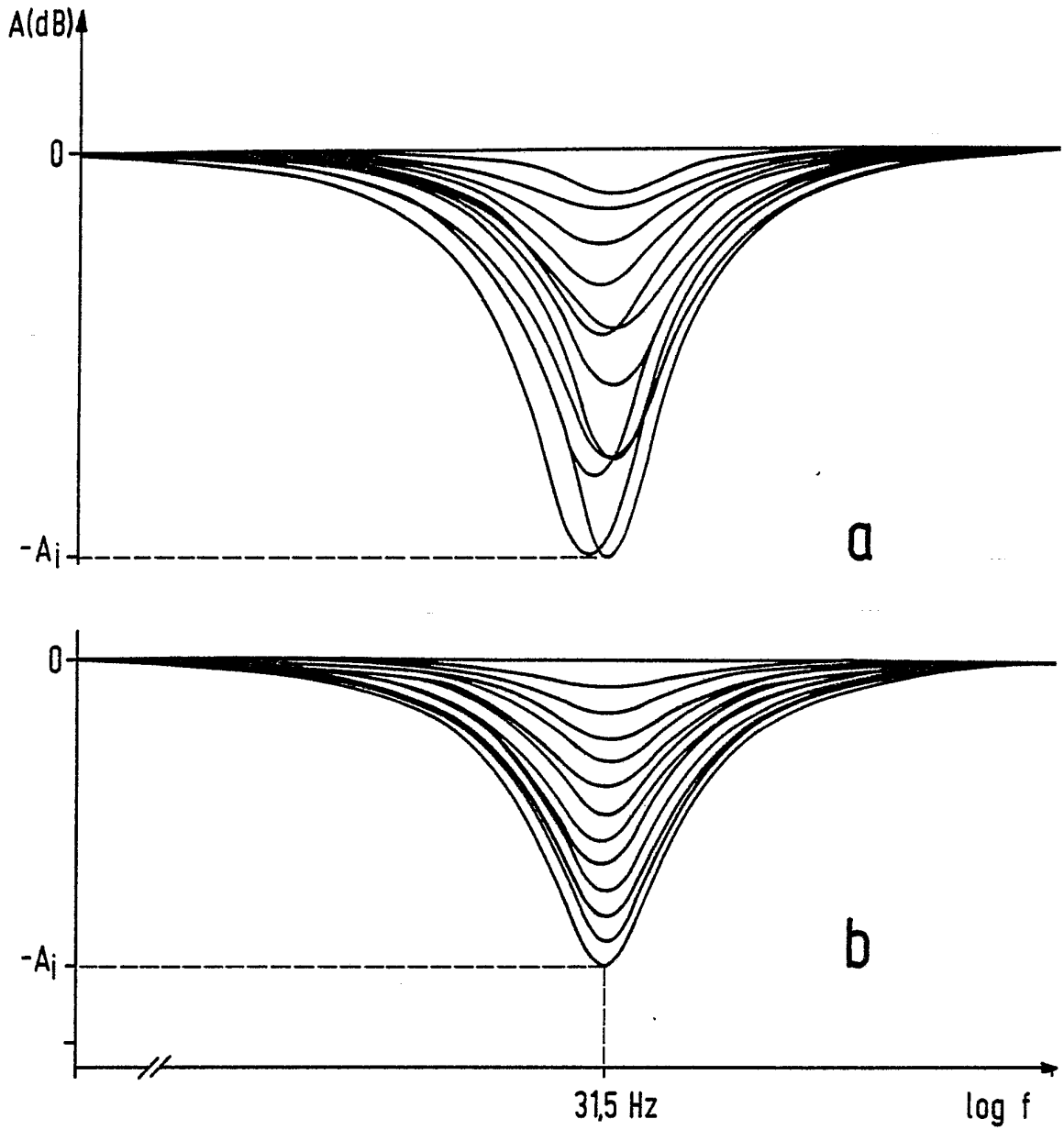


FIG.13