



⑩ A **Terinzagelegging** ⑪ **8303205**

Nederland

⑲ NL

-
- ⑤4 **In segmenten verdeeld transversaal filter.**
- ⑤1 Int.Cl.³: H03H 15/00.
- ⑦1 Aanvragers: NEC Corporation te Tokio en New Nippon Electric Co., Ltd. te Osaka, Japan.
- ⑦4 Gem.: Ir. L.W. Kooy c.s.
Octrooibureau Vriesendorp & Gaade
Dr. Kuiperstraat 6
2514 BB 's-Gravenhage.

-
- ②1 Aanvraag Nr. 8303205.
- ②2 Ingediend 16 september 1983.
- ③2 Voorrang vanaf 20 september 1982.
- ③3 Land van voorrang: Japan (JP).
- ③1 Nummer van de voorrangsaanvraag: 163726/82 .
- ⑥2 - -

-
- ④3 Ter inzage gelegd 16 april 1984.

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

In segmenten verdeeld transversaal filter.

De uitvinding heeft in het algemeen betrekking op een transversaal filter en in het bijzonder op een transversaal filter dat gebruikt wordt voor het verwerken van een digitaal audiosignaal.

5 De werking van een digitaal audiosignaal dat gemoduleerd wordt door een pulscodemodulatiestelsel, dat hierna eenvoudig een PCM-stelsel genoemd zal worden wordt gewoonlijk verkregen door het regelen van de frequentiekarakteristiek van het PCM-signaal dat bemonsterd wordt met een constante monster-
10 frequentie. Om een dergelijke regeling te verkrijgen worden gewoonlijk een digitaal filter met onbepaalde impulsresponsie (hierna "IIR" genoemd) en een digitaal filter met bepaalde impulsresponsie (hierna "FIR" genoemd) gebruikt. Het digitale IIR-filter heeft het voordeel dat de ontwerpformule in gesloten vorm
15 gebruikt kan worden om een IIR-filter te ontwerpen waarbij variabele frequenties gekozen kunnen worden. Een dergelijk ontwerp verwaarloost echter de fasekarakteristiek van het filter. Daarom is het moeilijk voor een IIR-digitaalfilter om zowel een gewenste amplitudekarakteristiek als een gewenste fasefrequentiekarakteristiek te verkrijgen.
20

Wanneer anderzijds een transversaal filter dat gebruik maakt van een stel FIR-filters ontworpen moet worden met een gewenste frequentiekarakteristiek over een frequentieband-
25 breedte die zich uitstrekt van lage frequentie tot een frequentie nabij $f_s/2$, waarbij f_s een monsterfrequentie is is een onaanvaardbare hoge orde van filterontwerp nodig. Als gevolg heeft het transversale filter het nadeel te ingewikkeld te zijn in vergelijking met het digitale IIR-filter. Om dit nadeel op te heffen werd voorgesteld om de frequentieband te verdelen in enkele
30 frequentiebanden beneden $f_s/2$. De transversale filters worden dan gebruikt voor de frequentiebanden. Een vooruit bepaalde frequentiekarakteristiek wordt dan verkregen door de filterfrequentiekarakteristieken van de respectievelijke filters te synthetiseren

waarbij de ingewikkeldheid van de inrichting verminderd wordt. Het wordt echter moeilijk om de overspreekfrequentie karakteristiek in iedere frequentieband te ontwerpen omdat in de lage frequentieband, in aanvulling op het bemonsteren bij de bemonsteringsfrequentie f_s , een subbemonstering ook bewerkstelligd wordt bij een subbemonsteringsfrequentie f_s' , welke lager is dan de bemonsteringsfrequentie f_s . Het is verder ook moeilijk om de orde van het filter te ontwerpen wanneer een filter met een willekeurige frequentie karakteristiek verkregen moet worden.

10 Het is daarom een doel van de uitvinding een transversaal filter te leveren met een filtercoëfficiëntvolgorde verdeeld in een aantal transversale filterstukken, bijvoorbeeld drie filterstukken, waarbij de afmeting van de filtercoëfficiëntvolgorde verminderd wordt welke ingenomen wordt door een enkel
15 transversaal filterstuk. In de eerste en tweede stukken van de drie transversale filterstukken wordt een convolutionele bewerking uitgevoerd op een gedecimeerde filtercoëfficiëntvolgorde en de ingangssignaalrij overeenkomend met de gedecimeerde filtercoëfficiëntvolgorde. Verder wordt een compensatie ingevoerd voor
20 de energie van de filtercoëfficiënten die uitgevallen zijn door een dergelijke decimering van de filtercoëfficiëntvolgorde. Als gevolg kan het aantal handelingen verminderd worden met een factor overeenkomend met het aantal filtercoëfficiënten dat gedecimeerd is uit de volgorde. Bij gebruikmaking van de uitvinding kan een
25 vooruit bepaalde frequentie karakteristiek van de amplitude en fasen verkregen worden, waarbij de ingewikkeldheid van het filter verminderd is en het ontwerp van de overspreekfrequentie karakteristiek en de filtercoëfficiënten vergemakkelijkt wordt.

De uitvinding zal aan de hand van de tekening
30 worden toegelicht.

Figuur 1 is een blokschema dat een eerste uitvoering toont van een transversaal filter volgens de uitvinding.

Figuur 2(a) is een grafiek die een transversale filtercoëfficiëntrij HI toont.

35 Figuur 2(b) is een grafiek die toont hoe de

27 1 2 3 5

eindtransversale filtercoefficientenvolgorde HI_1' en HI_2' , verkregen worden door de volgorde HI uit figuur 2(a) te verdelen, waarbij de eindvolgorde HI_1 en HI_2 gedecimeerd worden en de energie van de gedecimeerde elementen van HI_1 en HI_2 gecompenseerd worden.

Figuur 3 is een blokschema dat een tweede uitvoering van de uitvinding toont.

Gedetailleerde beschrijving van de preferente uitvoeringen.

Figuur 1 toont de vijf principe-elementen van deze uitvoering: een eerste transversaal filterstuk 1, een tweede transversaal filterstuk 2, een derde transversaal filterstuk 3, een vierde transversaal filterstuk, en een optelstelsel 5. Het vierde filter ontvangt een reeks $x(n)$ van een ingangssignaal en elimineert alle frequentiecomponenten boven $f_s'/2$ uit de reeks $x(n)$ en geeft als uitgang de reeks $x_1(n)$. Het derde transversale filterstuk 3 ontvangt de ingangssignaalreeks $x(n)$. Wanneer D het aantal gedecimeerde of geelimineerde coefficienten is uit de filtercoefficientreeks dan is $f_s'/2$ gelijk aan $f_s/2(D+1)$.

In figuur 2(a) is de amplitudeverdeling aangegeven uitgezet als een functie van de tijd voor de elementen van de filtercoefficientreeks HI , wat de reeks is voor hij gedecimeerd werd. Deze elementen zijn ook aangegeven met de gehele getallen 0 tot $N-1$, waarbij N de lengte is van de niet gedecimeerde reeks HI .

Figuur 2(b) geeft in samenhang met figuur 2(a) de amplitudeverdeling aan voor de gedecimeerde filtercoefficientreeks die beschreven moet worden.

In figuur 2(a) is de niet gedecimeerde filtercoefficientreeks getoond met N -elementen, terwijl figuur 2(b) de gedecimeerde filtercoefficientreeks toont die n elementen heeft maar waarbij de nummering van de niet gedecimeerde reeks gehandhaafd wordt zoals bij de gedecimeerde reeks.

De gedecimeerde filtercoefficientreeks HI_1' overeenkomend met het eerste transversale filter 1 heeft q ele-

menten en heeft elementen genummerd tussen 0 en $Q-1$. Zowel n als q zijn willekeurige gehele getallen. N moet echter groter zijn dan Q . Het derde transversale filterdeel heeft een filtercoefficientreeks HI_3 van Q tot $(N-Q-1)$ zoals getoond in (β) uit figuur 2(a) en 2(b). Zoals getoond in (γ) in figuur 2(b) is de gedecimeerde filtercoefficientreeks HI_1' ingesteld om de energie te compenseren van de gedecimeerde filtercoefficientreeks zo dat de energie van de coefficienten, gedecimeerd of geelimineerd uit de reeks HI_1 van figuur 2(a) opgeteld wordt bij de resterende coefficienten in de reeks HI_1' van figuur 2(b).

In figuur 1 komt het tweede transversale filterstuk 2 overeen met de filtercoefficientreeks HI_2 met elementen van $N - Q$ tot $(N - 1)$ zoals aangegeven in (δ) in figuur 2(a). Op dezelfde wijze als de filtercoefficientreeks HI_1' , hierboven genoemd, wordt de filtercoefficientreeks HI_2' ingesteld om de energie te compenseren van de gedecimeerde filtercoefficientreeks HI_2' zo dat de energie van de coefficienten die gedecimeerd zijn uit de filtercoefficientreeks HI_1 van figuur 2(a) opgeteld wordt bij de elementen van de resterende filtercoefficienten in de reeks HI_2' van (γ') uit figuur 2(b).

Het optelstelsel ontvangt het uitgangssignaal $y_1(n)$ van het eerste filterstuk 1, de uitgangssignaalreeks $y_2(n)$ van het tweede filterstuk 2 en de uitgangssignaalreeks $y_3(n)$ van het derde filterstuk 3, telt de elementen daarvan op en maakt een uitgang van een signaalreeks $y(n)$. Er resulteert dus een transversaal filter dat bestaat uit drie transversale filters waarvan ieder gekenmerkt wordt door zijn eigen coefficientreeksen.

Bij de bovengenoemde uitvoering is het aantal elementen in de eerste filtercoefficientreeks HI_1 gelijk aan dat van de elementen in de tweede filtercoefficientreeks HI_2 , maar de uitvinding is niet beperkt tot uitvoeringen die deze gelijkheid gebruiken. Wanneer echter het aantal elementen niet gelijk is in beide zijreeksen HI_1 en HI_2 zal het moeilijker zijn filterkarakteristieken aan te passen dan in het geval waarbij het aantal elementen in HI_1 en HI_2 gelijk is.

Bij de uitvoering volgens figuur 1 wordt de onveranderde ingangssignaalrij $x(n)$, welke bemonsterd is met de bemonsteringsfrequentie f_s , aangelegd aan de derde en vierde transversale filterstukken 3 en 4. Het derde filterstuk 3 bevat
5 een vertragsketen 31 voor het ontvangen van de ingangssignaalreeks $x(n)$ en een transversaal filter 32 verbonden met de vertragsketen 31. De ingangssignaalrij $x(n)$ wordt vertraagd door de vertragsketen 31 gedurende de tijd die nodig is zodat de tijd voor de bewerking op $x(n)$ in de vierde en eerste filterstukken 4 en 1 gelijk is aan de tijd voor de bewerking van het
10 filterstuk 3. De vertragsketen 31 levert een vertraagde signaalreeks $x'(n)$ die ingang is naar het filter 32. De filtercoefficientenreeks HI_3 wordt ingebracht in het transversale filter 32 zodat het een uitgang geeft van een signaalreeks $y_3(n)$ met de elementen
15 van $(n - Q)$ tot $(n - N + Q + 1)$. De uitgangssignaalreeks $y_3(n)$ wordt verkregen in het transversale filter 32 door de convolutiebewerking van de derde filtercoefficientenreeks HI_3 op de vertraagde signaalreeks $x'(n)$. Daarna wordt de signaalreeks $y_3(n)$ van het derde filterstuk 3 aangelegd aan het op-telstelsel 5.

20 De orde van het filter 32 in het derde filterdeel 3 is $(N - 2Q)$, terwijl het vierde filterstuk 4 een transversaal filter 41 heeft van de orde L voor het bewerken van de ingangssignaalreeks $x(n)$. Om reflectieruis te vermijden wordt een vierde filtercoefficientenreeks HI_4 van het transversale filter 41
25 aangebracht om de frequentiecomponenten boven $f_s/2(D+1)$ te elimineren, waarbij D een positief geheel getal is en gelijk aan het aantal filtercoefficienten die gedecimeerd zijn. Het filter 41 ontvangt de ingangssignaalreeks $x(n)$ en voert een convolutiebewerking uit van de ingangssignaalreeks $x(n)$ met de vierde filtercoefficientenreeks HI_4 bij een $1/f_s$ -periode om de frequentiecompo-
30 nenten boven $f_s/2(D+1)$ te elimineren. Specifiek wekt het filter 41 de signaalreeks $x_1(n)$ op uit de ingangssignaalreeks $x(n)$ door de frequentiecomponenten boven $f_s/2(D+1)$ te verwijderen. Dan wordt de signaalreeks $x_1(n)$ aangelegd aan de eerste en tweede
35 filterstukken 1 en 2.

57-1111

Het eerste filterstuk 1 heeft een transversaal filter 11 van de orde P dat de signaalreeks $y_1(n)$ opwekt uit de ingangssreeks $x_1(n)$. De eerste filtercoëfficiëntreeks HI_1' wordt zodanig aangebracht dat de energie van de elementen van de signaalreeks geelimineerd door het decimeren van de signaalreeks $x_1(n)$ bij een willekeurige periode opgeteld wordt ter compensatie van de overblijvende elementen van de signaalreeks zoals getoond bij a in () van figuur 2(b). Daarbij voert het transversale filter 11 de convolutionele bewerking uit van de eerste filtercoëfficiëntreeks HI_1' met de signaalreeks $x_1(n)$ overeenkomend met de decimerende periode $(D + 1/f_s)$ en wekt de uitgang $y_1(n)$ op. Daarna wordt de uitgangssignaalreeks $y_1(n)$ van het filterstuk 1 aangelegd aan het optelstelsel 5.

Het tweede transversale filterstuk 2 bevat een vertragsketen 21 en een transversaal filter 22 van de orde P . De signaalreeks $x_1(n)$ wordt ontvangen door de vertragsketen 21 en wordt daarin zo vertraagd dat het uitgangssignaal $y_2(n)$ van het tweede filterstuk 2 op hetzelfde ogenblik opgewekt wordt als het uitgangssignaal $y_1(n)$ van het eerste filterstuk 1. Een signaalreeks $x_1''(n)$ dat een uitgang vormt van de vertragsketen 21 wordt aangelegd aan het transversale filter 22. Bij de bovengenoemde uitvoering is de vertragsketen 21 gelegen voor het filter 22 maar het is mogelijk om de vertragsketen 21 aan te brengen na het filter 22. Het filter 22 is zo ontworpen dat het de signaalreeks $y_2(n)$ opwekt uit de elementen $(n - N + Q)$ tot $(n - N + 1)$ van de ingangssignaalreeks $x(n)$. Aanvullend wordt de tweede filtercoëfficiëntreeks HI_2' aangebracht zodanig dat de energie van de signaalreeks die gedecimeerd is uit de signaalreeks $x_1(n)$ bij een willekeurige decimeringsperiode opgeteld wordt in de resterende elementen van de signaalreeks met de bedoeling van compensatie, zoals aangegeven in () uit figuur 2(b). Het filter 22 dat de signaalreeks $x_1''(n)$ ontvangt voert een convolutionele bewerking uit van de tweede filtercoëfficiëntreeks HI_2' met de vertraagde signaalreeks $x_1''(n)$ overeenkomend met de decimeringsperiode $(D + 1/f_s)$, en wekt daarbij de uitgang $y_2(n)$

op. Daarna wordt de signaalrij $y_2(n)$ aangelegd aan het optelstelsel 5.

5 Bij het ontvangen van de signaalreeksen $y_1(n)$, $y_2(n)$ en $y_3(n)$, geeft een opteller 51 van het optelstelsel 5 een uitgang met een uitgangssignaalreeks $y(n)$.

Met betrekking nu tot figuur 3 wordt een tweede uitvoering volgens de uitvinding in een blokschema aangegeven. In figuur 3 geven dezelfde getallen en verwijzingen dezelfde delen of equivalente delen daarvan aan als die uit figuur 1.

10 Bij de tweede uitvoering worden de convolutionele bewerkingen uitgevoerd in de transversale filters 11 en 22 gedaan in een periode $(D + 1/f_s)$ waarbij het aantal bewerkingen in iedere eenheidperiode verminderd worden. Een decimeerfilter 42 is opgesteld voor de filters 11 en 12.

15 Het vierde transversale filterdeel 4 bevat het transversale filter 41 en het decimeerfilter 42. Het decimeerfilter 42 decimeert de signaalreeks $x_1(n)$ die afkomt van het filter 41 in een willekeurige maar constante periode en maakt een uitgang van de gedecimeerde signaalreeks $x_2(n)$. Daarna wordt
20 de gedecimeerde signaalreeks $x_2(n)$ aangelegd aan de eerste en tweede filterstukken 1 en 2. De transversale filters 11 en 12 zijn zo ontworpen dat de filtercoefficientreeksen HI_1' en HI_2' van de filters 11 en 12 gedecimeerde signaalreeksen $x_3(n)$ en $x_4(n)$ opwekken, zoals getoond in () en () uit figuur 2(b). Er
25 zijn aanvullend interpolatiefilters 12 en 23 aangebracht na respectievelijk de filters 11 en 22. Het transversale filterstuk 1 bevat het transversale filter 11 en het interpolatiefilter 12. Het tweede transversale filterdeel 2 bevat de vertragingsketen 21, het transversale filter 22 en het interpolatiefilter 23. Een
30 zesde filtercoefficientreeks HI_6 is zodanig aangebracht dat het interpolatiefilter 12 de signaalreeks $y_1(n)$ opwekt gemonsterd uit de bemonsteringssnelheid f_s van de signaalreeks $x_3(n)$ met een periode $(D + 1/f_s)$. Op dezelfde wijze wordt een zevende filtercoefficientreeks HI_7 zodanig aangebracht dat het interpolatiefil-
35 ter 23 de signaalreeks $y_2(n)$ opwekt bemonsterd in de bemonsterings-

periode $1/f_s$ uit de signaalreeks $x_3(n)$ met een periode $(D + 1)/f_s$.

De optelinrichting 51 telt de signaalreeksen $y_1(n)$, $y_2(n)$ en $y_3(n)$ op om de uitgangssignaalreeks $y(n)$ op te wekken.

Zoals hierboven vermeld is volgens het trans-
5 versale filter uit de uitvinding^{wordt}/de filtercoefficientreeks van
het vierde transversale filterstuk 4 of van de eerste en tweede
transversale filterstukken 1 en 2 gedecimeerd waarbij het aantal
filtercoefficienten verminderd is. Daarom is het aantal bewer-
kingen op voordelige wijze verminderd en de afrondfout is ook ge-
10 reduceerd. De uitvinding heeft dus de voordelen dat een opera-
tionele nauwkeurigheid vergroot wordt en de ingewikkeldheid van
de keten verminderd is. Verder kan een willekeurige filterfre-
quentiekarakteristiek verwezenlijkt worden door het regelen van
de filtercoefficienten van de transversale filterstukken zodat
15 de uitvinding toegepast kan worden bij een techniek zoals signaal-
verwerking in pulscodemodulatiecommunicatie.

Bij het opnemen van interpolatiefilters 12 en
23 in de eerste en tweede filterstukken 1 en 2 kunnen de filters
11 en 22 de convolutionele bewerking uitvoeren in een periode
20 $(D + 1)/f_s$ waarbij het aantal bewerkingen per tijdeenheid vermin-
derd wordt. Als gevolg kan de ingewikkeldheid van de keten van
de filters 11 en 12 verder verminderd worden waarbij een totale
keteneenvoud verkregen wordt van het gehele transversale filter.

In de bovengenoemde uitvoeringen wordt de filter-
25 coefficientreeks HI verdeeld in drie segmenten maar de uitvinding
is niet beperkt tot het in drieën verdelen en de filtercoeffi-
cientreeks HI volgens de uitvinding kan verdeeld worden in een
aantal filtercoefficientreekssegmenten.

C o n c l u s i e s

1. In segmenten verdeeld transversaal filter,
met het kenmerk, dat het een laagdoorlaatfilter (4) bevat voor
het filteren van een signaal, een eerste transversaalfilter (11)
5 verbonden met de uitgang van het laagdoorlaatfilter, waarbij
het eerste filter coefficienten heeft die gedecimeerd zijn bij
een vooruit bepaalde frequentieperiode vanaf één eindsegment van
een transversale filtercoefficientreeks, waarbij de coefficienten
ingesteld zijn om de energie van de gedecimeerde coefficienten
10 te compenseren, een tweede transversale filter (22) verbonden
met de uitgang van het laagdoorlaatfilter, waarbij het tweede
filter gedecimeerde coefficienten heeft bij een vooruit bepaalde
frequentieperiode van het andere eindsegment van de reeks, waar-
bij de coefficienten ingesteld zijn om de energie te compenseren
15 van de gedecimeerde coefficienten, een derde transversaalfilter
(32) dat het signaal ontvangt, waarbij het derde transversale
filter coefficienten heeft vanaf een centraal segment van de reeks,
en een optelinrichting (51) om synchroon de uitgangen van de
eerste, tweede en derde filters op te tellen.

20 2. In segmenten verdeeld transversaalfilter
volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de vooruit bepaalde
frequentieperiode in de eerste en tweede filters gelijk zijn.

3. Transversaalfilter volgens conclusie 1,
met het kenmerk, dat het vertragingsmiddelen (21, 31) bevat voor
25 het tot stand brengen van het synchronisme in de optelinrichting.

4. Transversaalfilter volgens conclusie 1,
met het kenmerk, dat het interpolatiefilters (12, 23) bevat aan-
gebracht tussen de uitgangen van de eerste en tweede filters en
de optelinrichting.

30 5. In segmenten verdeeld transversaalfilter,
met het kenmerk, dat het een aantal banddoorlaatfilters bevat
voor het filteren van een signaal, een aantal eerste transversale
filters, waarbij ieder eerste filter verbonden is met de uitgang
van één van de banddoorlaatfilters en met gedecimeerde coeffi-
35 cienten bij een vooruit bepaalde frequentieperiode van een segment

van een transversale filtercoefficientreeks, waarbij de coëfficiënten ingesteld zijn om de energie te compenseren van de gedeceimeerde coëfficiënten, waarbij het segment overeenkomt met de doorlaatband van het banddoorlaatfilter waarmee het eerste filter is verbonden, waarbij er twee eerste filters verbonden zijn met iedere banddoorlaatfilter, een tweede transversaalfilter dat het signaal ontvangt, waarbij het tweede filter coëfficiënten heeft van een centraal segment van de reeks en een optelinrichting om synchroon de uitgangen van de eerste filters en de tweede filters op te tellen.

6. Filter volgens conclusie 5, met het kenmerk, dat het interpolatiefilters bevat aangebracht tussen de uitgangen van de eerste filters en de optelinrichting.

15

0505205

FIG. 1

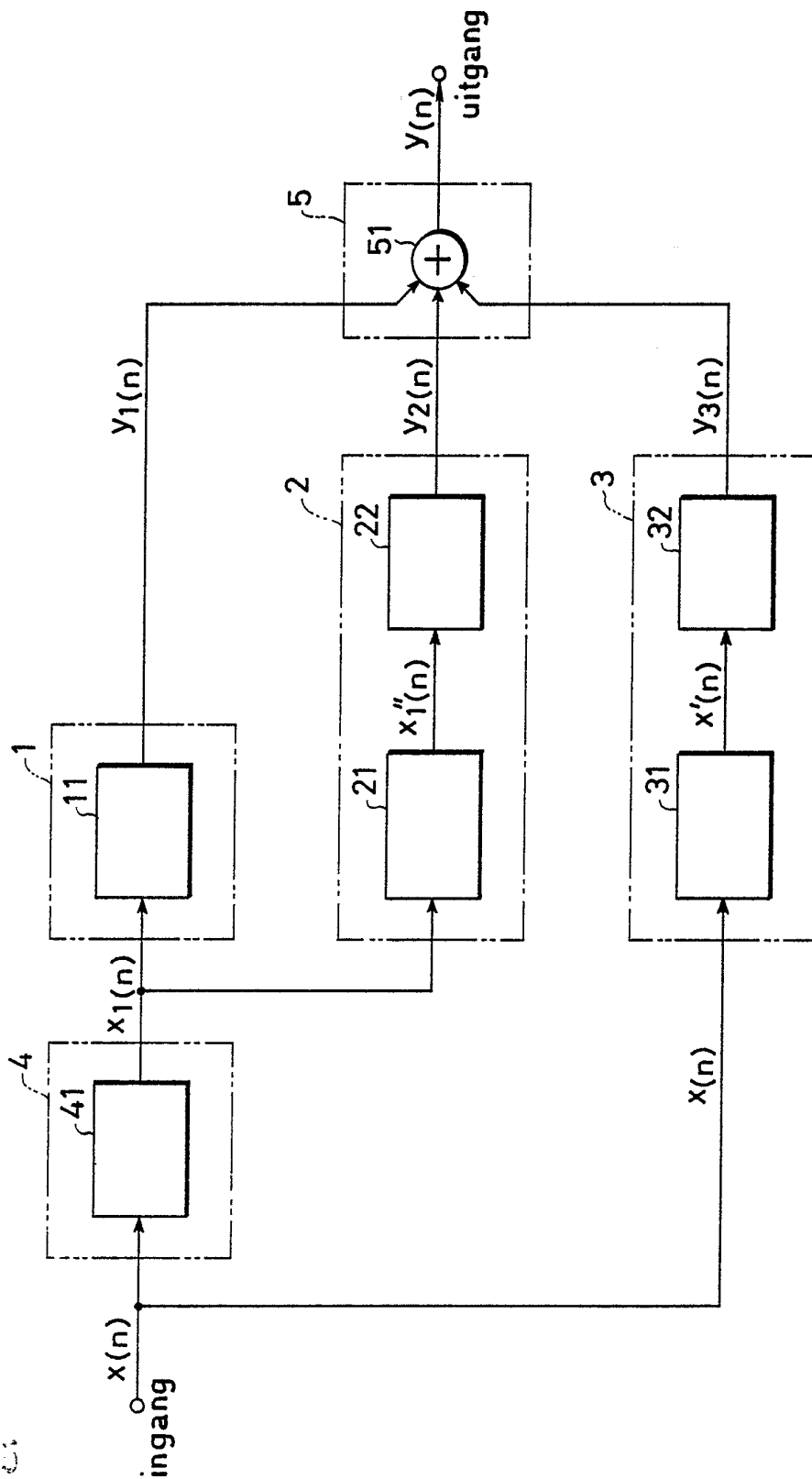


FIG. 2(a)

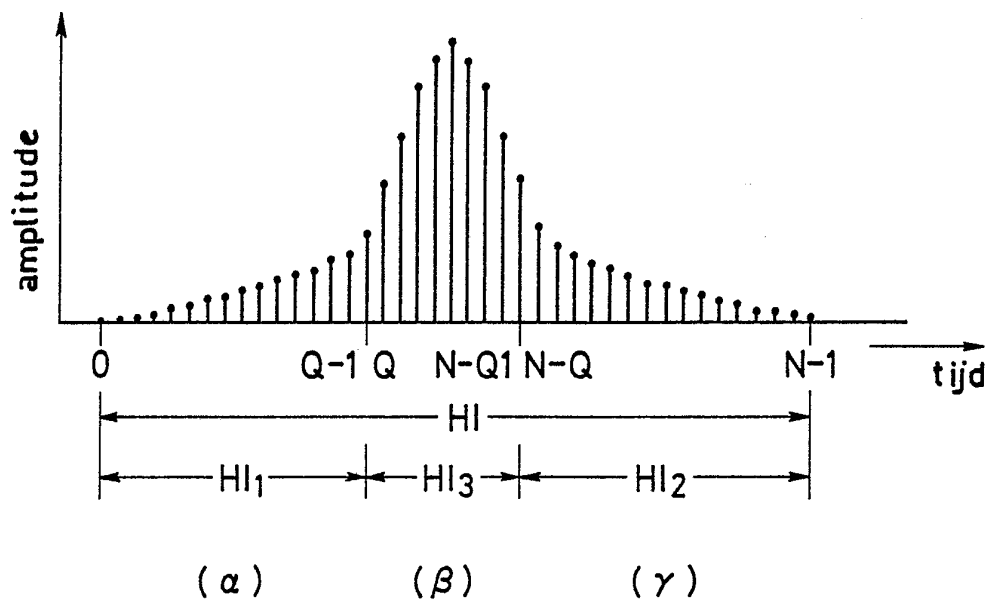
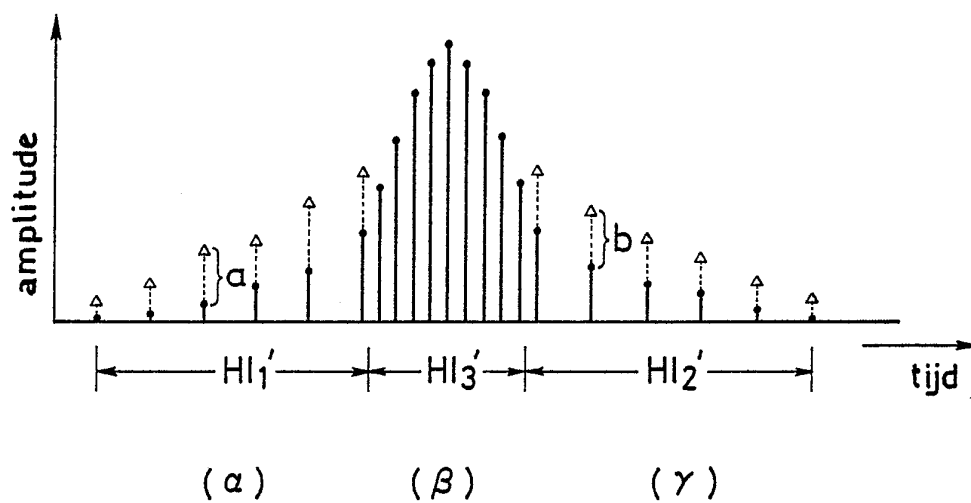


FIG. 2(b)



8505256

3505205

FIG. 3

