

(19)



Bureau voor de
Industriële Eigendom
Nederland

(11)

1004080

(12) **C OCTROOI**²⁰

(21) Aanvraag om octrooi: **1004080**

(51)

Int.Cl.⁶
H04B1/66, H03M7/30

(22) Ingediend: **20.09.96**

(30) Voorrang:
22.09.95 KR 9531752

(41) Ingeschreven:
25.03.97 I.E. 97/06

(47) Dagtekening:
20.02.98

(45) Uitgegeven:
06.05.98 I.E. 98/05

(73)

Octrooihouder(s):
**Samsung Electronics Co., Ltd. te Suwon,
Republiek van Korea (KR).**

(72)

Uitvinder(s):
Sung-hee Park te Iri (KR)

(74)

Gemachtigde:
Ir. H.J.G. Lips c.s. te 2596 HG Den Haag.

(54) **Geluidscodeerorgaan dat een snel analyse-filteralgoritme toepast, en geluidsdecodeerorgaan dat een snel synthesefilteralgoritme toepast.**

(57) Geluidscodeerorgaan dat een snel analyse-filteralgoritme toepast/geluidsdecodeerorgaan dat een snel synthese-filteralgoritme toepast. Het geluidsdecodeerorgaan heeft een mapeenheid voor het volgens een frekwentieband classificeren van een ontvangen geluidssignaal door toepassing van genoemd snel bandanalyse-filteralgoritme, een psycho-akoestisch model om aan elke frekwentieband bits toe te kennen door toepassing van psycho-akoestische kenmerken, een kwantiseer- en codeereenheid voor het kwantiseren en coderen van het gemapte signaal in overeenstemming met het aantal bits dat aan elke frekwentieband is toegekend, en een frame-inpakeenheid voor het genereren van een bitstroom uit een signaaluitvoer van de kwantiseer- en codeereenheid. Het geluidsdecodeerorgaan heeft een frame-uitpakeenheid om een signaal uit een gecodeerde en ontvangen bitstroom te halen, een decoderings- en omgekeerde kwantiseringseenheid voor het decoderen en omgekeerd kwantiseren van het gekwantiseerde signaal, en een omgekeerde mapeenheid die dient om het omgekeerd gekwantiseerde signaal tijd/frekwentie-omgekeerd te mappen door toepassing van het snelle bandsynthese-filteralgoritme toe te passen.

NL C 1004080

De inhoud van dit octrooi komt overeen met de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekeningen.

Geluidscodeerorgaan dat een snel analyse-filteralgoritme toepast, en geluidsdecodeerorgaan dat een snel synthese-filteralgoritme toepast

Achtergrond van de uitvinding

5 De onderhavige uitvinding heeft betrekking op een geluidscodeerorgaan en een geluidsdecodeerorgaan, en in het bijzonder op een geluidscodeer- en een geluidsdecodeerorgaan, die respectievelijk een snel analyse-filteralgoritme toepast en een snel synthese-filteralgoritme toepast, waar-
10 bij het aantal voor bewerkingen in een gestandaardiseerd filter benodigde vermenigvuldigingen wordt gereduceerd door gebruik te maken van de karakteristieken van een venstercoëfficiënt.

Een internationale standaard geluidscodering, te weten
15 IS 11172-3 als voorgesteld in de Moving Picture Experts Group (MPEG), verschaft een hoogwaardig geluidswaardesignaal voor gebruik bij bijvoorbeeld een compact disc (CD) bij 128 Kbps per geluidskanaal. Deze internationale standaard kan worden gebruikt om een geluidssignaal op te slaan in een
20 digitaal opslagmedium zoals een CD, een digitale geluidsband (DAT) of een harde schijf, en kan een geluidssignaal reconstrueren door het opslagmedium direct op een decodeerorgaan aan te sluiten, of indirect via andere middelen zoals een gegevenstransmissielijn. Verder kan een door een codeeror-
25 gaan gecodeerde bitstroom in een decodeerorgaan direct tot een geluidssignaal worden gereconstrueerd via een gegevens-transmissielijn.

Bij het praktisch realiseren van zo'n codeerorgaan en decodeerorgaan in een systeem, voeren analyse- en synthese-
30 filteralgoritmen de meeste berekeningen in het totale systeem uit. In het bijzonder in een geluidsdecodeerorgaan wordt de meeste tijd verbruikt in een bandsynthese-filteralgoritme. Daarom houdt het vraagstuk van het efficiënt uitvoeren van de analyse- en synthese-filteralgoritmen nauw
35 verband met het efficiënt uitvoeren van het geluidscodeerorgaan en geluidsdecodeerorgaan.

Dat houdt in, dat het realiseren van het geluidscodeerorgaan en decodeerorgaan in apparatuur voor exclusief ge-

bruik door een efficiënte uitvoering van de analyse- en
 synthese-filteralgoritmen zorgt voor een verkorting van de
 tijd die nodig is voor het coderen en decoderen, waardoor
 een langzamere en goedkopere processor beschikbaar wordt
 5 gemaakt. Verder bestaat er door een toenemend gebruik van
 multimedia-inrichtingen samen met de ontwikkeling van compu-
 ters, communicatie, en het zenden (radio en tv), een toene-
 mende behoefte aan het reconstrueren van een geluidssignaal
 door het decoderen van een gecodeerde bitstroom niet in
 10 apparatuur voor exclusief gebruik, maar in programmatuur.
 Ofschoon een verbetering van de prestaties van multimedia-
 inrichtingen de waarschijnlijkheid van real-time bewerking
 in een gewone processor met grote capaciteit doet toenemen,
 maakt een snel algoritme bewerkingen van real-time bewer-
 15 kingsprogrammatuur in meer gewone processoren mogelijk.

Het algoritme dat wordt beschreven in de MPEG-geluid-
 standaardcodering, d.w.z., IS 11172-3, maakt echter simpel-
 weg gebruik van bewerkingsvergelijkingen die verband houden
 met analyse- en synthese-filteralgoritmen, zonder enige
 20 vereenvoudiging, en zo wordt voor analyse- en synthese-
 filteralgoritmen veel tijd gebruikt. Om dit bezwaar te
 verhelpen, zijn er algoritmen voorgesteld, die steunen op
 snelle discrete cosinustransformatie (DCT).

Zulke algoritmen voeren dezelfde bewerkingen uit als
 25 die van het filteralgoritme voor de MPEG-standaardcodering,
 d.w.z., IS 11172-3, terwijl het mappen van cosinuswaarden
 kan worden uitgevoerd door een snel DCT-algoritme. De meeste
 bewerkingen werden uitgevoerd voor het mappen van cosinus-
 waarden in IS 11172-3, terwijl de tijd voor het mappen van
 30 cosinuswaarden drastisch wordt verkort door de snelle DCT in
 de voorgestelde algoritmen toe te passen. Als gevolg daarvan
 wordt het aantal venster-gerelateerde bewerkingen, waaronder
 het vensteren van een ingangssignaal en het toevoegen van
 polyfasecomponenten, vergroot. Echter, geen afname van de
 35 venster-gerelateerde bewerkingen leidt niet tot een afname
 van bewerkingen.

De symmetrie van MPEG-venstercoëfficiënten kan echter
 bijdragen aan een reducering van venster-gerelateerde bewer-
 kingen en vereisten van opslaggeheugen.

Samenvatting van de uitvinding

Om de bovengenoemde problemen te omzeilen, is het doel van de onderhavige uitvinding het verschaffen van een geluidscodeer- en geluidsdecodeerorgaan, die respectievelijk
 5 een snel analyse- en synthese-filteralgoritme toepassen, ter vereenvoudiging van filter-definitievergelijkingen om de symmetrie van MPEG-venstercoëfficiënten te benutten, waarbij de in een snel DCT-algoritme te gebruiken vereenvoudigde definitievergelijkingen worden verbeterd, en zo het aantal
 10 venster-gerelateerde bewerkingen wordt gereduceerd.

Om het bovenstaande doel te bereiken, is voorzien in een geluidscodeerorgaan dat gebruik maakt van een snel analysefilter/geluidsdecodeerorgaan dat een snel synthese-filteralgoritme toepast, waarbij het geluidscodeerorgaan
 15 bestaat uit: een mapeenheid die dient om een ontvangen geluidssignaal volgens een frekwentieband te classificeren onder gebruikmaking van het snelle bandanalysefilteralgoritme; een psycho-akoestisch model om aan elke frekwentieband bits toe te wijzen door gebruik te maken van psycho-akoestische eigenschappen; een kwantiserings- en coderingseenheid
 20 om het gemapte signaal in overeenstemming met het aantal aan elke frekwentieband toegewezen bits te kwantiseren en te coderen; en een frame-inpakeenheid voor het genereren van een bitstroom uit een signaaluitvoer van de kwantiserings-
 25 en coderingseenheid, en waarbij het geluidsdecodeerorgaan bestaat uit: een frame-uitpakeenheid voor het uitpakken van een signaal uit een gecodeerde en ontvangen bitstroom; een decoderings- en omgekeerde kwantisering-eenheid voor het decoderen en omgekeerd kwantiseren van het gekwantiseerde
 30 signaal; en een omgekeerde mapping-eenheid voor het tijd-frekwentie omgekeerd mappen van het omgekeerd gekwantiseerde signaal door gebruik te maken van het snelle bandsynthese-filteralgoritme.

Korte beschrijving van de tekeningen

35 Het bovenstaande doel en de voordelen van de onderhavige uitvinding zullen duidelijker worden door in bijzonderheden een voorkeuruitvoeringsvorm ervan te beschrijven onder

verwijzing naar de bijgevoegde tekeningen, waarin:

fig. 1 een blokschema is van de basisstructuur van een MPEG-internationaal gestandaardiseerd codeerorgaan;

fig. 2 een blokschema is van de basisstructuur van een MPEG-internationaal gestandaardiseerd decodeerorgaan;

fig. 3 een routeschema is van een algoritme voor een analysefilter dat wordt toegepast in het MPEG-internationaal gestandaardiseerd codeerorgaan volgens fig. 1;

fig. 4 een routeschema is van een algoritme I voor een snel analysefilter volgens de onderhavige uitvinding;

fig. 5 een routeschema is van een algoritme II voor een snel analysefilter volgens de onderhavige uitvinding;

fig. 6 een routeschema is van een algoritme voor een analysefilter dat wordt toegepast in het MPEG-internationaal gestandaardiseerd decodeerorgaan volgens fig. 2;

fig. 7 een routeschema is van een algoritme I voor een snel synthesefilter-algoritme volgens de onderhavige uitvinding;

fig. 8 een routeschema is van een algoritme II voor het snelle synthesefilter-algoritme volgens de onderhavige uitvinding;

fig. 9 een blokschema is voor het reduceren van het aantal vermenigvuldigingen in de berekening van $x=ad-bc$ en $y=ac+bd$;

fig. 10 een routeschema is van een algoritme voor een snel analysefilter door gebruikmaking van de symmetrie in de venstercoëfficiënten volgens de onderhavige uitvinding;

fig. 11 een routeschema is van een algoritme voor een snel synthesefilter-algoritme door gebruikmaking van de symmetrie in de venstercoëfficiënten volgens de onderhavige uitvinding;

fig. 12 de in fig. 10 gebruikte $C2[128]$, $Csum[128]$ en $Dsub[128]$ toont; en

fig. 13 de in fig. 11 gebruikte $D2[128]$, $Dsum[128]$ en $Dsub[128]$ toont.

Gedetailleerde beschrijving van de uitvinding

Fig. 1 is een blokschem van een geluidscodeerorgaan dat een snel bandanalysefilter volgens de onderhavige uitvinding

toepast (hier een MPEG-geluidsstandaard IS 11172-3-codeerorgaan).

Het geluidscodeerorgaan volgens fig. 1 bezit een mapper 1 voor het analyse-vensteren en tijd/frekwentie-mappen van een ingangssignaal, een psycho-akoestisch model 12 om onder gebruikmaking van psycho-akoestische kenmerken aan elke band bits toe te kennen, een kwantiseer/codeerorgaan 13 voor het kwantiseren en coderen van het gemapte signaal in overeenstemming met het aantal aan een band toegekende bits, en een frame-inpakker 14 voor het genereren van een bitstroom.

De mapper 11 classificeert een ingevoerde geluidsbitstroom in overeenstemming met een frekwentieband onder gebruikmaking van een analysevenster. Tijd/frekwentie-gemapte monsters worden subband-monsters genoemd in laag I of II van MPEG IS, of getransformeerde subband-monsters in laag III. De classificatie van het signaal volgens een band draagt bij aan de matiging van de distributie van ruis veroorzaakt door kwantisering over de totale banden, wanneer de signalen worden gereconstrueerd.

Het psycho-akoestisch model 12 modelleert de procedure van menselijke waarneming van geluid, waarbij het bij de psycho-akoestische kenmerken in het bijzonder gebruik maakt van een maskeringsverschijnsel en een kritische band. Het psycho-akoestisch model 12 produceert een gegevensverzameling voor het regelen van de kwantisering en codering.

Het kwantiseer/codeerorgaan 13 voert een kwantisering en codering uit om te voorkomen dat in de signaalreconstructie optredende fouten door een mens worden waargenomen, waarbij het gebruik maakt van de resultaat van de berekeningen in het psycho-akoestisch model 12.

De frame-inpakker 14 zorgt voor een efficiënte combinatie van gekwantiseerde gegevens en voor het decoderen benodigde informatie, en produceert met de Huffman-coderingsmethode een bitstroom.

Fig. 2 is een blokschema van een geluidsdecodeerorgaan dat een snel bandsynthese-filteralgoritme volgens de onderhavige uitvinding toepast (hier een MPEG-geluidstandaard IS 11172-3 decodeerorgaan).

Het decodeerorgaan volgens fig. 2 bezit een frame-

uitpakker 21 dat dient om een signaal uit een ingangsbitt-
 stroom te pakken, een decodeerder/omgekeerde kwantiseerder
 22 voor het decoderen en omgekeerd kwantiseren van het
 gekwantiseerde signaal, en een omgekeerde mapper 23 voor het
 5 tijd/frekwentie omgekeerd mappen en het synthese-vensteren
 van het omgekeerd gekwantiseerde signaal.

De frame-uitpakker 21 scheidt gekwantiseerde geluidsge-
 gevens en andere aanvullende te decoderen informatie uit een
 gecodeerde bitstroom.

10 De decodeerder/omgekeerde kwantiseerder 22 reconstru-
 eert de gekwantiseerde geluidsgegevens tot de waarden van
 vòòr de kwantisering, door gebruikmaking van stapsgewijze
 kwantisering.

De omgekeerde mapper 23 reconstrueert frekwentiedomein-
 15 gegevens tot tijdsdomeingegevens. De tijdsdomein-bemonste-
 ringswaarden worden synthese-gevensterd en tot het tijds-
 domeinsignaal gereconstrueerd door overlap-and-add (OLA).

Intussen kan een in de mapper 11 volgens fig. 1 toege-
 past bandverdelingsfilter worden gedefinieerd als

$$X_m[k] = \frac{1}{M} \sum_{n=0}^{2KM-1} h[n] x_m[n] \cos\left[\left(n - \frac{M}{2}\right)\left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{\pi}{M}\right],$$

hierbij is $0 \leq k < M \dots\dots (1)$

20 waarbij n het nummer van een blok is, M de afmeting van een
 verdeelde band is, 2KM de afmeting van een analysevenster
 is, K een evenredige constante tussen de vensterafmeting en
 de afmeting van de verdeelde band is, $X_m[k]$ een m^{de} bloksig-
 naal is dat is verkregen door het ingangssignaal in blokken
 25 te formatteren, h[n] een coëfficiënt van een analysevenster
 is, en $X_m[k]$ een signaal van een k^{de} band is dat van het m^{de}
 bloksignaal werd getransformeerd.

1 - 1) Internationale standaard

Een algoritme zoals door de internationale standaard
 30 wordt verschaft, wordt zoals getoond in fig. 3 getransfor-
 meerd tot een algoritme met K van 8 en M van 32, door verge-
 lijking (1) te reduceren tot vergelijking (2) onder gebruik-

making van een periodiciteit van een cosinuscyclus.

$$X_m[k] = \sum_{n=0}^{2K-1} M[k][n] Y_m[n], \quad 0 \leq n < M \dots (2)$$

De parameters van vergelijking (2) worden als volgt gedefinieerd:

$$Y_m[n] = \sum_{p=0}^{K-1} Z_m[2pM + n], \quad 0 \leq n < 2M \dots (3)$$

$$Z_m[n] = \tilde{c}[n] x_m[n], \quad 0 \leq n < 2KM \dots (4)$$

$$\tilde{c}[2pM + n] = (-1)^p \frac{1}{M} h[2pM + n], \quad 0 \leq p < K, \quad 0 \leq n < 2M \dots (5)$$

$$M[k][n] = \cos\left[\left(n - \frac{M}{2}\right)\left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{\pi}{M}\right], \quad 0 \leq k < M, \quad 0 \leq n < 2M \dots (6)$$

1 - 2) Snel algoritme I

5 De vergelijkingen (2) en (6) voor het algoritme van de internationale standaard zijn niet geheel vereenvoudigd van vergelijking (1) en stellen grote geheugeneisen. Daarom wordt een nieuw algoritme geproduceerd uit vergelijking (1) in de onderhavige uitvinding.

10 Door de permutatie dat

$$s = n + \frac{3}{2} M,$$

$$x[s] = \frac{1}{M} x_m\left[s - \frac{3}{2} M\right] h\left[s - \frac{3}{2} M\right] \dots (7)$$

Als we vergelijking (7) in aanmerking nemen, wordt

vergelijking (1) herschreven als

$$\begin{aligned}
 X_m[k] &= \sum_{s=3M/2}^{(2K+3/2)M-1} xt[s] \cos \left[(s-2M) \left(k + \frac{1}{2} \right) \frac{\pi}{M} \right] \\
 &= \sum_{s=3M/2}^{(2K+3/2)M-1} -xt[s] \cos \left[s \left(k + \frac{1}{2} \right) \frac{\pi}{M} \right] \dots \dots (8)
 \end{aligned}$$

Als we aannemen dat $xt[s] = 0$ in het geval van $s < 3M/2$, of $s > (2K+3/2)M$, wordt vergelijking (8) herschreven als

$$X_m[k] = \sum_{l=0}^{2K-1} \sum_{u=(l+1)M}^{(l+2)M-1} -xt[u] \cos \left[u \left(k + \frac{1}{2} \right) \frac{\pi}{M} \right] \dots \dots (9)$$

- 5 Wanneer vergelijking (9) wordt verdeeld met $1 = 2r$ en $1 = 2r + 1$, wordt vergelijking (9) herschreven als

$$\begin{aligned}
 X_m[k] &= \sum_{r=0}^K \sum_{u=(2r+1)M}^{(2r+2)M-1} -xt[u] \cos \left[u \left(k + \frac{1}{2} \right) \frac{\pi}{M} \right] \\
 &+ \sum_{r=0}^{K-1} \sum_{u=(2r+2)M}^{(2r+3)M-1} -xt[u] \cos \left[u \left(k + \frac{1}{2} \right) \frac{\pi}{M} \right] \dots \dots (10)
 \end{aligned}$$

Door de permutatie dat $v = (2r+2)M-1-u$ in het eerste lid van vergelijking (10) en $v = (2r+2)M+u$ in het tweede lid ervan, kan vergelijking (10) worden herschreven 10 als

$$\begin{aligned}
 X_m[k] &= \sum_{r=0}^K \sum_{v=0}^{M-1} -xt[(2r+2)M-1-v] \cos \left[((2r+2)M-1-v) \left(k + \frac{1}{2} \right) \frac{\pi}{M} \right] \\
 &+ \sum_{r=0}^{K-1} \sum_{v=0}^{M-1} -xt[(2r+2)M+v] \cos \left[((2r+2)M+v) \left(k + \frac{1}{2} \right) \frac{\pi}{M} \right] \dots (11) \\
 &= \sum_{r=0}^K \sum_{v=0}^{M-1} xt[(2r+2)M-1-v] (-1)^r \cos \left[(v+1) \left(k + \frac{1}{2} \right) \frac{\pi}{M} \right] \\
 &+ \sum_{r=0}^{K-1} \sum_{v=0}^{M-1} xt[(2r+2)M+v] (-1)^r \cos \left[v \left(k + \frac{1}{2} \right) \frac{\pi}{M} \right]
 \end{aligned}$$

Door de permutatie $p=v+1$ en $x_t[(2r+2)M] \cos [(k+1/2)\pi/M]=0$ als $v=M-1$ in het eerste lid van vergelijking (11) en $p=v$ in het tweede lid ervan, kan vergelijking (11) worden herschreven als

$$X_m[k] = \sum_{r=0}^K \sum_{p=1}^{M-1} x_t[(2r+2)M-p] (-1)^r \cos p \left(k + \frac{1}{2} \right) \frac{\pi}{M} + \sum_{r=0}^{K-1} \sum_{p=0}^{M-1} x_t[(2r+2)M+p] (-1)^r \cos p \left(k + \frac{1}{2} \right) \frac{\pi}{M} \dots (12)$$

5 Hier kan vergelijking (12) worden herschreven als

$$X_m[k] = \sum_{p=0}^{M-1} u[p] \cos v \left(k + \frac{1}{2} \right) \frac{\pi}{M} \dots (13)$$

In vergelijking (13) wordt $u[p]$ gedefinieerd als

$$u[p] = \sum_{r=0}^{K-1} (-1)^r x_t[(2r+2)M], \quad \text{als } p=0 \\ = \sum_{r=0}^K (-1)^r x_t[(2r+2)M-p] + \sum_{r=0}^{K-1} (-1)^r x_t[(2r+2)M+p], \quad \dots (14) \\ \text{als } p \neq 0$$

Als we vergelijking (7) in aanmerking nemen, en aannemen dat $X_m[n] = 0$ en $h[n] = 0$ wanneer $n < 0$ of $n > -2KM$, wordt vergelijking (14) herschreven als

$$u[p] = \sum_{r=0}^{K-1} (-1)^r x_m \left[2r + \frac{1}{2} \right] M h \left[2r + \frac{1}{2} \right] M \frac{1}{M}, \quad \text{als } p=0 \\ = \sum_{r=0}^K (-1)^r x_m \left[2r + \frac{1}{2} \right] M - p h \left[2r + \frac{1}{2} \right] M - p \frac{1}{M} \dots (15) \\ + \sum_{r=0}^{K-1} (-1)^r x_m \left[2r + \frac{1}{2} \right] M + p h \left[2r + \frac{1}{2} \right] M + p \frac{1}{M}, \quad \text{als } p \neq 0$$

10 Vergelijking (15) kan als volgt worden uitgedrukt in overeenstemming met het bereik van p onder gebruikmaking van een filtercoëfficiënt $C[n]$ zoals gedefinieerd in vergelij-

king (5) in de internationale standaard.

$$u[p] = \sum_{r=0}^{K-1} x_m \left[\left(2r + \frac{1}{2} \right) M \right] C \left[\left(2r + \frac{1}{2} \right) M \right], \quad \text{als } p = 0 \dots (16a)$$

$$u[p] = \sum_{r=0}^{K-1} \left\{ x_m \left[\left(2r + \frac{1}{2} \right) M - p \right] C \left[\left(2r + \frac{1}{2} \right) M - p \right] \right. \\ \left. + x_m \left[\left(2r + \frac{1}{2} \right) M + p \right] C \left[\left(2r + \frac{1}{2} \right) M + p \right] \right\}, \quad \text{als } 0 < p < \frac{M}{2} \dots (16b)$$

$$u[p] = \sum_{r=0}^{K-1} \{ x_m [2rM] C [2rM] + x_m [2rM + M] C [2rM + M] \}, \quad \text{als } p = \frac{M}{2} \dots (16c)$$

$$u[p] = \sum_{r=0}^{K-1} \left\{ - x_m \left[\left(2r + \frac{5}{2} \right) M - p \right] C \left[\left(2r + \frac{5}{2} \right) M - p \right] \right. \\ \left. + x_m \left[\left(2r + \frac{1}{2} \right) M + p \right] C \left[\left(2r + \frac{1}{2} \right) M + p \right] \right\}, \quad \text{als } \frac{M}{2} < p < M \dots (16d)$$

Het nummer M van signaal $u[p]$ wordt verkregen uit het nummer $2KM$ vaningangssignaal $x_m[n]$ door toepassing van de vergelijkingen (14), (15) en (16). Door vergelijking (13) wordt de verkregen $u[p]$ verkregen door de afmeting M van het DCT-III algoritme. De DCT-III transformatievergelijking van vergelijking (13) kan worden verkregen als een snel algoritme. Het verkregen algoritme kan het aantal M^2 vermenigvuldigingen reduceren tot $M/2 \times \log_2 M + 1$. Een snel analyse-filteralgoritme als weergegeven in fig. 4 kan worden verkregen door de vergelijkingen (13) en (14). Fig. 4 is voor het geval dat $K=8$ en $M=32$.

1 - 3) Snel algoritme II

Hier wordt een algoritme geïnduceerd dat in structuur verschilt van het bovengenoemde snelle algoritme I. Dit algoritme vertoont dezelfde werkingscomplexiteit als die van
 5 het snelle algoritme I, maar heeft een regelmatigere constitutie, waardoor het geschikt is voor evenwijdige verwerking.

Een ingangssignaal $x_m[n]$ van een m^{de} blok heeft de volgende verhouding met een ingangssignaal $x_{m-r}[n]$ van een $(m-r)^{\text{de}}$ blok.

$$10 \quad x_{m-r}[n] = x_m[rM+n], \quad 0 \leq r < 2K-1, \quad 0 \leq n < M \dots (17)$$

Vergelijking (16) kan door gebruik te maken van vergelijking (17) worden uitgedrukt als vergelijking (18):

$$u[p] = \sum_{r=0}^{K-1} x_{m-2r} \left[\frac{M}{2} \right] C \left[\left(2r + \frac{1}{2} \right) M \right], \quad \text{als } p = 0 \dots (18a)$$

$$u[p] = \sum_{r=0}^{K-1} \left\{ x_{m-2r} \left[\frac{M}{2} - p \right] C \left[\left(2r + \frac{1}{2} \right) M - p \right] \right. \\ \left. + x_{m-2r} \left[\frac{M}{2} + p \right] C \left[\left(2r + \frac{1}{2} \right) M + p \right] \right\}, \quad \text{als } 0 < p < \frac{M}{2} \dots (18b)$$

$$u[p] = \sum_{r=0}^{K-1} \{ x_{m-2r} [0] C [2rM] + x_{m-2r-1} [0] C [2rM + M] \}, \quad \text{als } p = \frac{M}{2} \dots (18c)$$

$$u[p] = \sum_{r=0}^{K-1} \left\{ - x_{m-2r-1} \left[3\frac{M}{2} - p \right] C \left[\left(2r + \frac{5}{2} \right) M - p \right] \right. \\ \left. + x_{m-2r-1} \left[-\frac{M}{2} + p \right] C \left[\left(2r + \frac{1}{2} \right) M + p \right] \right\}, \quad \text{als } \frac{M}{2} < p < M \dots (18d)$$

$M_{m-2s}[p]$ wordt door transformatievergelijkingen (18a) tot en met (18c) als volgt gedefinieerd.

$$M_{m-2s}[p] = \sum_{r=s}^{K-1} x_{m-2r} \left[\frac{M}{2} \right] C \left[\left(2r + \frac{1}{2} \right) M \right], \quad \text{als } p = 0 \dots (19a)$$

$$M_{m-2s}[p] = \sum_{r=0}^{K-1} \left\{ x_{m-2r} \left[\frac{M}{2} - p \right] C \left[\left(2r + \frac{1}{2} \right) M - p \right] + x_{m-2r} \left[\frac{M}{2} + p \right] C \left[\left(2r + \frac{1}{2} \right) M + p \right] \right\}, \quad \text{als } 0 < p < \frac{M}{2} \dots (19b)$$

$$M_{m-2s}[p] = \sum_{r=s}^{K-1} x_{m-2r}[0] C[2rM], \quad \text{als } p = \frac{M}{2} \dots (19c)$$

$UM_{m-2s-1}[p]$ wordt door transformatievergelijkingen (18c) en (18d) als volgt gedefinieerd.

$$UM_{m-2s-1}[p] = \sum_{r=s}^{K-1} x_{m-2r}[0] C[2rM + M], \quad \text{als } p = 0 \dots (20a)$$

$$UM_{m-2s-1}[p] = \sum_{r=s}^{K-1} \left\{ -x_{m-2r}[M - p] C[(2r + 2)M - p] + x_{m-2r}[p] C[(2r + 1)M + p] \right\}, \quad \text{als } 0 < p < \frac{M}{2} \dots (20b)$$

- 5 Vergelijking (19) kan worden veranderd in vergelijking (21) door een R-bemonstertijdvertraging-bewerkingsteken $z^{-R} \{ \}$, in het geval dat $0 \leq s < K - 1$.

$$UM_{m-2s}[p] = z^{-2M} \left\{ UM_{m-2s-2}[p] + x_m \left[\frac{M}{2} \right] C \left[\left(2s + \frac{1}{2} \right) M \right] \right\}, \quad \text{als } p = 0 \dots (21a)$$

$$\begin{aligned} UM_{m-2s}[p] &= z^{-2M} \{ UM_{m-2s-2}[p] \} \\ &+ x_m \left[\frac{M}{2} - p \right] C \left[\left(2s + \frac{1}{2} \right) M - p \right] \\ &+ x_m \left[\frac{M}{2} + p \right] C \left[\left(2s + \frac{1}{2} \right) M + p \right], \quad \text{als } 0 < p < \frac{M}{2} \dots (21b) \end{aligned}$$

$$UM_{m-2s}[p] = z^{-2M} \{ UM_{m-2s-2}[p] \} + x_m[0] C[2sM], \quad \text{als } p = \frac{M}{2} \dots (21c)$$

Vergelijking (20) kan ook worden veranderd in vergelijking (22) door het R-bemonstertijdvertraging-bewerkingsteken $z^{-R} \{ \}$, in het geval dat $0 \leq s < K - 1$.

$$UM_{m-2s-1}[p] = z^{-2M} \{ UM_{m-2s-3}[p] \} + x_m[0] C[(2sM + M)], \quad \text{als } p = 0 \dots (22a)$$

$$\begin{aligned} UM_{m-2s-1}[p] &= z^{-2M} \{ UM_{m-2s-3}[p] \} \\ &- x_m[M - p] C[(2s + 2)M - p] \\ &+ x_m[p] C[(2s + 1)M + p], \quad \text{als } 0 < p < \frac{M}{2} \dots (22b) \end{aligned}$$

Ook kan $u(p)$ van vergelijking (18) als volgt worden uitgedrukt onder gebruikmaking van $UM_{m-2s}[p]$ als gedefinieerd in de vergelijkingen (19) en (20).

$$u[p] = UM_{m-0}[p], \quad \text{als } 0 \leq p < \frac{M}{2} \dots (23a)$$

$$u[p] = UM_{m-0}[p] + z^{-M} \left\{ UM_{m-1} \left[p - \frac{M}{2} \right] \right\}, \quad \text{als } p = \frac{M}{2} \dots (23b)$$

$$u[p] = z^{-M} \left\{ UM_{m-1} \left[p - \frac{M}{2} \right] \right\}, \quad \text{als } \frac{M}{2} \leq p < M \dots (23c)$$

Een band-verdeeld signaal kan worden verkregen door $u[p]$ te berekenen volgens vergelijking (23) zoals weergegeven in fig. 5, en onder gebruikmaking van een snel DCT-algoritme. Zoals uit vergelijking (23) blijkt, wordt een in een
 5 buffer opgeslagen eerder berekende en vertraagde term toegevoegd aan het berekeningsresultaat van een nieuw ingevoerd bloksignaal, en wordt de toegevoegde waarde in de buffer opgeslagen. Hier is het in de buffer opgeslagen berekeningsresultaat onafhankelijk, en vergemakkelijkt dus een parallel
 10 le verwerking ten opzichte van het snelle algoritme I. Fig. 5 toont een snel algoritme met $K = 8$ en $M = 32$.

Nu zal een bandsynthese-filteralgoritme worden beschreven dat wordt toegepast in de bitmapper 23 van fig. 1.

Een in 2 KM-banden verdeeld signaal wordt gegenereerd
 15 door vergelijking (1). Wanneer de 2KM-signalen worden overgebracht naar het decodeerorgaan, kunnen de signalen worden gereconstrueerd door een omgekeerde transformatie van vergelijking (24) en OLA zoals vergelijking (25).

$XQ_m[k]$ van vergelijking (24) is een signaal dat kwantiseringsruis bevat die in kwantisering en omgekeerde kwantisering is gegenereerd tot een signaal $x_m[k]$ geproduceerd door vergelijking (1).

$$xq_m[n] = \frac{1}{2K} \sum_{k=0}^{2KM-1} XQ_m[k] \cos \left[\left(n + \frac{M}{2} \right) \left(k + \frac{1}{2} \right) \frac{\pi}{M} \right] \quad (24)$$

Een door vergelijking (1) geproduceerd signaal heeft de

volgende periodiciteit:

$$xr_m[n] = \sum_{q=0}^{2K-1} xq_{m-q}[qM+n]f[qM+n], \quad 0 \leq n < M \quad (25)$$

$$X_m[2rM+k] = X_m[k], \quad 0 \leq r < K \quad 0 \leq k < M \quad (26a)$$

$$X_m[2rM-1-k] = X_m[k], \quad 0 \leq r < K \quad 0 \leq k < M \quad (26b)$$

In vergelijking (25) is $f[n]$ een synthesevenstercoëfficiënt.

Daarom kan een omgekeerd getransformeerd signaal van 5 vergelijking (24) alleen worden verkregen met M signalen geproduceerd door vergelijking (1). Dat wil zeggen, door permutatie wordt vergelijking (24) uitgedrukt als:

$$z_m[n] = xq_m\left[n - \frac{M}{2}\right] = \frac{1}{2K} \sum_{k=0}^{2KM-1} XQ_m[k] \cos\left[n\left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{\pi}{M}\right] \quad (27)$$

Door de permutatie dat $k=2rM+s$ ($0 \leq r < K$, $0 \leq s < 2M$), wordt vergelijking (27) herschreven als

$$z_m[n] = \frac{1}{2K} \sum_{r=0}^{K-1} \sum_{s=0}^{2M-1} XQ_m[2rM+s] \cos\left[n\left(s + \frac{1}{2}\right)\frac{\pi}{M}\right] \quad (28)$$

10 Als we de periodiciteit van vergelijking (26a) in aanmerking nemen, wordt vergelijking (28) herschreven als

$$z_m[n] = \frac{1}{2K} \sum_{s=0}^{2M-1} KXQ_m[s] \cos\left[n\left(s + \frac{1}{2}\right)\frac{\pi}{M}\right] \quad (29)$$

Door de permutaties dat $l = s$ in het geval dat $0 \leq s < M$, $l = 2M - 1 - s$ in het geval waarbij $M \leq s < 2M$, wordt in afhankelijkheid van de kenmerken van vergelijking (26b) vergelijking (29) herschreven als

$$\begin{aligned} z_m[n] &= \frac{1}{2} \sum_{l=0}^{M-1} XQ_m[l] \cos \left[n \left(l + \frac{1}{2} \right) \frac{\pi}{M} \right] \\ &\quad + \frac{1}{2} \sum_{l=0}^{M-1} XQ_m[2M - 1 - l] \cos \left[n \left(2M - 1 - l + \frac{1}{2} \right) \frac{\pi}{M} \right] \\ &= \sum_{l=0}^{M-1} XQ_m[l] \cos \left[n \left(l + \frac{1}{2} \right) \frac{\pi}{M} \right] \end{aligned} \quad (30)$$

5 Bijgevolg

$$xq_m[n] = z_m \left[n + \frac{M}{2} \right] = \sum_{l=0}^{M-1} XQ_m[l] \cos \left[\left(n + \frac{M}{2} \right) \left(l + \frac{1}{2} \right) \frac{\pi}{M} \right] \quad (31)$$

waarbij $xq_m[n]$ een omgekeerd getransformeerd signaal is, dat wil zeggen, een door omkering getransformeerd signaal.

Een signaal kan worden gereconstrueerd door niet informatie van $2KM$ -banden te verzenden, maar van m banden, xq_m te
10 bewerken onder gebruikmaking van vergelijking (30), en het resultaat toe te passen op vergelijking (25). Als resultaat, worden M band-verdeelde signalen in de praktijk gecodeerd.

Wanneer het band-verdeelde signaal van vergelijking (26) periodiciteit bezit, heeft een band-gesynthetiseerd
15 signaal $xq_m[n]$ of $x_m[n]$ die ook, en wel als volgt:

$$xq_m[2rM + n] = (-1)^r xq_m[n], \quad z_m[2rM + n] = (-1)^r z_m[n] \quad (32)$$

Wanneer vergelijking (25) wordt verdeeld met $q=2p$ en $q=2p+1$ en de periodiciteiten van vergelijking (32) worden gebruikt,

$$\begin{aligned}
 x r_m = & \sum_{p=0}^{K-1} (-1)^p x q_{m-2p}[n] f[2PM + n] \\
 & + \sum_{p=0}^{K-1} (-1)^p x q_{m-2p-1}[M + n] f[2pM + M + n]
 \end{aligned} \quad (33)$$

2 - 1) Internationale standaard

Een algoritme als weergegeven in fig. 6 wordt voor het geluidsdecodeerorgaan van fig. 2 verkregen door de volgende vergelijking te produceren onder gebruikmaking van (33).

5 Fig. 6 geldt voor het geval dat $K=8$ en $M=32$.

$$x r_m[n] = \sum_{p=0}^{K-1} V_{m-2p}[n] D[2PM + n] + \sum_{p=0}^{K-1} V_{m-2p-1}[M + n] D[2pM + M + n] \dots (34)$$

waarbij $D(n)$ en $V_m(n)$ worden gedefinieerd als

$$D[2PM + n] = (-1)^p f[2PM + n], \quad 0 \leq p < M \quad 0 \leq n < 2M \quad (35)$$

$$V_m[n] = \sum_{l=0}^{M-1} X Q_m[l] N[n][l], \quad 0 \leq n < 2M \quad (36)$$

waarbij $N[n][l]$ een matrix is die is berekend door

$$N[n][l] = \cos \left[\left(n + \frac{M}{2} \right) \left(1 + \frac{1}{2} \right) \frac{\pi}{M} \right] \quad (37)$$

Het algoritme voor de internationale standaard maakt echter niet genoeg gebruik van periodiciteit en vereist een
 10 groot geheugen voor bewerkingen van een synthesefilteralgoritme. Bijgevolg kan een sneller algoritme worden verkregen door het opnieuw opstellen van vergelijking (35).

2 - 2) Snel algoritme I

Onder gebruikmaking van vergelijkingen (31) en (35) kan vergelijking (33) worden herschreven als

$$\begin{aligned} xr_m[n] = & \sum_{p=0}^{K-1} z_{m-2p} \left[n + \frac{M}{2} \right] D[2pM + n] \\ & + \sum_{p=0}^{K-1} z_{m-2p-1} \left[\frac{3M}{2} + n \right] D[2pM + M + n] \end{aligned} \quad (38)$$

Wanneer de symmetrie van vergelijking (36b) wordt 5 toegepast in het tweede lid van vergelijking (38),

$$\begin{aligned} xr_m[n] = & \sum_{p=0}^{K-1} z_{m-2p} \left[n + \frac{M}{2} \right] D[2pM + n] \\ & + \sum_{p=0}^{K-1} -z_{m-2p-1} \left[\frac{M}{2} - n \right] D[2pM + M + n] \end{aligned} \quad (39)$$

die als volgt wordt uitgedrukt, onder gebruikmaking van de periodiciteit van vergelijking (32) volgens het bereik van n:

$$\begin{aligned} xr_m[n] = & \sum_{p=0}^{K-1} \left\{ z_{m-2p} \left[n + \frac{M}{2} \right] D[2pM + n] \right. \\ & \left. - z_{m-2p-1} \left[\frac{M}{2} - n \right] D[2pM + M + n] \right\}, \quad \text{als } 0 \leq n < \frac{M}{2} \dots (40a) \end{aligned}$$

$$xr_m[n] = - \sum_{p=0}^{K-1} z_{m-2p-1} \left[\frac{M}{2} - n \right] D[2pM + M + n], \quad \text{als } n = \frac{M}{2} \quad (40b)$$

$$\begin{aligned} xr_m[n] = & - \sum_{p=0}^{K-1} \left\{ z_{m-2p} \left[3\frac{M}{2} - n \right] D[2pM + n] \right. \\ & \left. + z_{m-2p-1} \left[n - \frac{M}{2} \right] D[2pM + M + n] \right\}, \quad \text{als } \frac{M}{2} < n < M \quad (40c) \end{aligned}$$

Een signaal wordt snel gereconstrueerd door $x_m[n]$ te berekenen met vergelijking (30) en de berekende $x_m[n]$ te vervangen in vergelijking (40). Omgekeerde werking van DCT-II voor een analysefilter dient om een gewone DCT-III-bewerking te zijn. Aangezien vergelijking (30) de DCT-III-bewerking is, bestaat er een snel algoritme zoals DCT-II. Het verkregen algoritme kan het aantal vermenigvuldigingen reduceren van M^2 naar $M/2 \times \log_2 M + 1$. Daarom kan een snel synthesefilteralgoritme zoals weergegeven in fig. 7 worden verkregen door vergelijkingen (3) en (4), onder de voorwaarden dat $K=8$ en $M=32$.

2 - 3) Snel algoritme II

Hier wordt een algoritme geproduceerd dat in structuur verschilt van het snelle algoritme II. Dit algoritme bezit een bewerkingscomplexiteit die net zo groot is als die van het snelle algoritme II, maar een meer regelmatige constitutie vertoont, en dus beter geschikt is voor parallele verwerking.

Om de andere structuur te induceren, wordt een gedeelte van vergelijking (40) gedefinieerd als $x_{bu_{m-2s}}[n]$ gegeven door

$$x_{bu_{m-2s}}[n] = \sum_{p=s}^{K-1} \left\{ z_{m-2p} \left[n + \frac{M}{2} \right] D[2pM + n] - z_{m-2p-1} \left[\frac{M}{2} - n \right] D[2pM + M + n] \right\}, \quad \text{als } 0 \leq n < \frac{M}{2} \quad (41a)$$

$$x_{bu_{m-2s}}[n] = - \sum_{p=s}^{K-1} z_{m-2p-1} \left[\frac{M}{2} - n \right] D[2pM + M + n], \quad \text{als } n = \frac{M}{2} \quad (41b)$$

$$x_{bu_{m-2s}}[n] = - \sum_{p=s}^{K-1} \left\{ z_{m-2p} \left[3\frac{M}{2} - n \right] D[2pM + n] + z_{m-2p-1} \left[n - \frac{M}{2} \right] D[2pM + M + n] \right\}, \quad \text{als } \frac{M}{2} < n < M \quad (41c)$$

Onder gebruikmaking van het R-bemonstertijdvertraging-bewerkingsteken $z^R \{ \}$, onder voorwaarde dat $0 \leq s < K - 1$, kan vergelijking (20) worden herschreven als

$$\begin{aligned} xbuf_{m-2s}[n] = z^{-2M} \{ xbuf_{m-2s-2}[n] \} + z_m \left[n + \frac{M}{2} \right] D[2sM + n] \\ - z_{m-1} \left[\frac{M}{2} - n \right] D[2sM + M + n], \quad \text{als } 0 \leq n < \frac{M}{2} \end{aligned} \quad (42a)$$

$$\begin{aligned} xbuf_{m-2s}[n] = z^{-2M} \{ xbuf_{m-2s-2}[n] \} - z_{m-1} \left[\frac{M}{2} - n \right] D[2sM + M + n], \\ \text{als } n = \frac{M}{2} \end{aligned} \quad (42b)$$

$$\begin{aligned} xbuf_{m-2s}[n] = z^{-2M} \{ xbuf_{m-2s-2}[n] \} - z_m \left[3\frac{M}{2} - n \right] D[2sM + n] \\ - z_{m-1} \left[n - \frac{M}{2} \right] D[2sM + M + n], \quad \text{als } \frac{M}{2} < n < M \end{aligned} \quad (42c)$$

Onder gebruikmaking van vergelijking (42) kan een
5 gereconstrueerd signaal worden verkregen uit signalen $x_m[n]$
en $x_{m-1}[n]$ die door het snelle DCT-II algoritme omgekeerd
getransformeerd zijn. Hier is een in elke buffer op te slaan
berekeningsresultaat onafhankelijk, waardoor in tegenstel-
10 ling tot het snelle algoritme II parallel verwerking verge-
makkelijkt wordt. Een algoritme zoals afgebeeld in fig. 8
kan worden gerealiseerd door toepassing van vergelijking
(42) onder voorwaarde dat $K=8$ en $M=32$.

Nu zal een snel algoritme met een symmetrisch venster
worden beschreven. Uit een oorspronkelijke vergelijking van
15 de internationale standaard, worden een venstercoëfficiënt
van een analysefilter $h[n]$ en een venstercoëfficiënt van een
synthesefilter $f[n]$ gegeven als

$$h[n] = f[n] \quad (43)$$

Bijgevolg staan de venstercoëfficiënten $C[n]$ en $D[n]$
20 van de internationale standaard, die zijn gedefinieerd in de

vergelijkingen (5) en (35), en zijn verschaft als tabellen, in de volgende verhouding:

$$C[n] = \frac{1}{M} D[n] \quad (44)$$

Vergelijking (44) draagt bij aan de afname van geheugeneisen in een stelsel dat gebruik maakt van zowel codeer-5 orgaan als decodeerorgaan.

Verder hebben de venstercoëfficiënten de volgende symmetrie:

$$h[n] = h[2KM - n] \quad (45)$$

$C[n]$ en $D[n]$ vertonen door vergelijking (45) de volgen-10 de kenmerken:

$$C[2KM - n] = \begin{cases} C[n], & \text{als } (n \bmod 2M) = 0 \\ -C[n], & \text{anders} \end{cases} \quad (46)$$

$$D[2KM - n] = \begin{cases} D[n], & \text{als } (n \bmod 2M) = 0 \\ -D[n], & \text{anders} \end{cases} \quad (46)$$

(3 - 1) Analysefilter

Onder gebruikmaking van de symmetrie van vergelijking (46) is uit vergelijking (21)

$$UM_{m-2s}[p] = z^{-2M} \{UM_{m-2s-2}[p]\} - x_m \left[\frac{M}{2} \right] C \left[\left(2(K-s) - \frac{1}{2} \right) M \right], \text{ als } p=0 \quad (48a)$$

$$\begin{aligned}
UM_{m-2s}[p] &= z^{-2M} \{ UM_{m-2s-2}[p] \} \\
&- x_m \left[\frac{M}{2} - p \right] C \left[\left(2(K-s) - \frac{1}{2} \right) M + p \right] \\
&- x_m \left[\frac{M}{2} + p \right] C \left[\left(2(K-s) - \frac{1}{2} \right) M - p \right] \quad (48b) \\
&\text{als } 0 < p < \frac{M}{2}
\end{aligned}$$

$$UM_{m-2s}[p] = z^{-2M} \{ UM_{m-2s-2}[p] \} + x_m[0] C[2(K-2)M] \text{ als } p = \frac{M}{2} \quad (48c)$$

Door s te vervangen door $K-1-s$, kan vergelijking (48) worden herschreven als

$$\begin{aligned}
UM_{m-2(K-1-s)}[p] &= z^{-2M} \{ UM_{m-2(K-s)}[p] \} \\
&- x_m \frac{M}{2} C \left[2s + \frac{3}{2} \right] M, \text{ als } p = 0 \quad (49a)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
UM_{m-2(K-1-s)}[p] &= z^{-2M} \{ UM_{m-2(K-s)}[p] \} - x_m \frac{M}{2} - p C \left[2s + \frac{3}{2} \right] M + p \\
&- x_m \frac{M}{2} + p C \left[2s + \frac{3}{2} \right] M - p, \text{ als } 0 < p < \frac{M}{2} \quad (49b)
\end{aligned}$$

$$UM_{m-2(K-1-s)}[p] = z^{-2M} \{ UM_{m-2(K-s)}[p] \} + x_m[0] C[(2(s+1)M)] \text{ als } p = \frac{M}{2} \quad (49c)$$

Dan kan door p te vervangen door $M/2-p$, vergelijking (49) worden herschreven als

$$UM_{m-2(K-1-s)}\left[\frac{M}{2}-p\right] = z^{-2M}\left\{UM_{m-2(K-s)}\left[\frac{M}{2}-p\right]\right\} - x_m\left[\frac{M}{2}\right]C\left[\left(2s+\frac{3}{2}\right)M\right], \text{ als } p=\frac{M}{2} \quad (50a)$$

$$UM_{m-2(K-1-s)}\left[\frac{M}{2}-p\right] = z^{-2M}\left\{UM_{m-2(K-s)}\left[\frac{M}{2}-p\right]\right\} - x_m[p]C[(2s+2)M-p] \\ - x_mM-pC[(2s+1)M+p], \text{ als } 0 < p < \frac{M}{2} \quad (50b)$$

$$UM_{m-2(K-1-s)}\left[\frac{M}{2}-p\right] = z^{-2M}\left\{UM_{m-2(K-s)}\left[\frac{M}{2}-p\right]\right\} + x_m[0]C[(2(s+1)M)], \text{ als } p=0 \quad (50c)$$

Door de bovenstaande procedure kan vergelijking (22) worden herschreven als

$$UM_{m-2(K-s)-1}\left[\frac{M}{2}-p\right] = z^{-2M}\left\{UM_{m-2(K-s)-1}\left[\frac{M}{2}-p\right]\right\} + x_m[0]C[2sM+M], \text{ als } p=\frac{M}{2} \quad (51a)$$

$$UM_{m-2(K-s)-1}\left[\frac{M}{2}-p\right] = z^{-2M}\left\{UM_{m-2(K-s)-1}\left[\frac{M}{2}-p\right]\right\} + x_m\left[\frac{M}{2}+p\right]C\left[\left(2s+\frac{1}{2}\right)M-p\right] \\ - x_m\left[\frac{M}{2}-p\right]C\left[\left(2s+\frac{1}{2}\right)M+p\right], \text{ als } 0 < p < \frac{M}{2} \quad (51b)$$

Om x en y te berekenen uit a, b, c, en d waarden zoals in vergelijking (52), moeten vier vermenigvuldigingen worden uitgevoerd. Het aantal vermenigvuldigingen kan echter worden verlaagd tot drie door toepassing van de structuur volgens fig. 9. Deze bewerking wordt gebruikt voor het verhogen van de snelheid van vermenigvuldigingen van complexe nummers.

$$x = a \times d - b \times c, y = a \times c + b \times d \quad (52)$$

Als c en d in fig. 9 constanten zijn, zijn $(d-c)$ en $(c+d)$ tevoren berekend en opgeslagne in een geheugen. Daarom neemt het aantal optellingen toe van twee naar drie. Aange-
 5 zien de tijd voor een optelling korter is dan die voor een vermenigvuldiging, wordt de tijd die nodig is voor het berekenen van x en y af.

De vergelijkingen (21b) & (51b), (22b) & (50b), en vergelijking (52) hebben echter dezelfde structuur. De
 10 waarden van $C[n]$ die met c en d corresponderen, zijn opgeslagen in het geheugen, en voldoen zo aan de bovenstaande veronderstelling. Daardoor kan een algoritme waarin verge-
 lijking (21b) wordt uitgewerkt met vergelijking (51b), en vergelijking (22b) wordt uitgewerkt met vergelijking (50b),
 15 worden gerealiseerd door gebruik te maken van de structuur van fig. 9, zoals is getoond in fig. 10. Fig. 10 toont een algoritme met een K van 8 en een M van 32. Bij de structuur van fig. 10 worden alleen $M/4$ venstercoëfficiënten en de respectieve sommen en verschillen ervan opgeslagen. Bijge-
 20 volg zijn de geheugenvereisten daarvan kleiner dan die van een algoritme dat het gebruik van symmetrie uitsluit, maar groter dan die van een algoritme dat uitsluitend van symmetrie afhankelijk is.

Om de structuur van fig. 9 te gebruiken, worden $C2[n]$,
 25 $Csum[n]$, en $Csub[n]$ van fig. 10 gedefinieerd van een coëfficiënt $C[n]$ die wordt gebruikt voor de internationale standaard als in de volgende vergelijkingen (54) en (55), tevoren berekend, en opgeslagen voor gebruik.

$$C2[mM + n] \begin{cases} = C \left[2mM + \frac{M}{2} + n \right], & 0 \leq n < \frac{M}{2}, 0 \leq m < \frac{K}{2} \\ = C [2mM + M + n], & \frac{M}{2} \leq n < M, 0 \leq m < \frac{K}{2} \end{cases} \quad (53)$$

$$Csum[mM+n] \left[\begin{array}{ll} =C[2mM], & n=0, 0 \leq m < \frac{K}{2} \\ =C\left[2mM + \frac{M}{2} - n\right] + C\left[2mM + \frac{M}{2} + n\right], & 1 \leq n < \frac{M}{2}, 0 \leq m < \frac{K}{2} \\ =C[2mM+M], & n = \frac{M}{2}, 0 \leq m < \frac{K}{2} \\ =C[2mM+2M-n] + C[2mM+M+n], & \frac{M}{2} < n < M, 0 \leq m < \frac{K}{2} \end{array} \right. \quad (54)$$

$$Csub[mM+n] \left[\begin{array}{ll} =C[2mM+M], & n=0, 0 \leq m < \frac{K}{2} \\ =C\left[2mM + \frac{M}{2} - n\right] - C\left[2mM + \frac{M}{2} + n\right], & 1 \leq n < \frac{M}{2}, 0 \leq m < \frac{K}{2} \\ =C[2mM+2M], & n = \frac{M}{2}, 0 \leq m < \frac{K}{2} \\ =C[2mM+2M-n] - C[2mM+M+n], & \frac{M}{2} < n < M, 0 \leq m < \frac{K}{2} \end{array} \right. \quad (55)$$

3 - 2) Synthesefilteralgoritme

De volgende vergelijking (56) wordt gedefinieerd door het toepassen van de vergelijkingen (42b) en (42c).

$$xbuf_{m-2s-1}[n] = xbuf_{m-2s}\left[n + \frac{M}{2}\right], \quad 0 \leq n < \frac{M}{2} \quad (56)$$

die wordt herschreven als

$$xbuf_{m-2s-1}[n] = z^{-2M}\{xbuf_{m-2s-3}[n]\} - z_{m-1}[n]D\left[2sM + \frac{3}{2}M\right], \quad \text{als } n=0 \quad (57a)$$

$$\begin{aligned}
 xbuf_{m-2s-1}[n] = z^{-2M} \{ xbuf_{m-2s-3}[n] \} - z_m[M+n] D \left[\left(2s + \frac{1}{2} \right) M + n \right] \\
 - z_{m-1}[n] D \left[\left(2s + \frac{3}{2} \right) M + n \right], \text{ als } 0 < n < \frac{M}{2}
 \end{aligned} \quad (57b)$$

Na verwerking in het analysefilter kan vergelijking (42a) worden uitgedrukt als

$$\begin{aligned}
 xbuf_{m-2(K-1-s)} \left[\frac{M}{2} - n \right] = z^{-2M} \left\{ xbuf_{m-2s-2} \left[\frac{M}{2} - n \right] \right\} - z_m(M-n) D \left[\left(2s + \frac{3}{2} \right) M + n \right] \\
 + z_{m-1}[n] D \left[\left(2s + \frac{1}{2} \right) M + n \right], \text{ als } 0 < n < \frac{M}{2}
 \end{aligned} \quad (58a)$$

$$\begin{aligned}
 xbuf_{m-2(K-1-s)} \left[\frac{M}{2} - n \right] = z^{-2M} \left\{ xbuf_{m-2s-2} \left[\frac{M}{2} - n \right] \right\} + z_m(M-n) D \left[\left(2s + \frac{3}{2} \right) M + n \right] \\
 + z_{m-1}[n] D \left[\left(2s + \frac{1}{2} \right) M + n \right], \text{ als } n = \frac{M}{2}
 \end{aligned} \quad (58b)$$

$$xbuf_{m-2(K-s)-1} \left[\frac{M}{2} - n \right] = z^{-2M} \left\{ xbuf_{m-2(K-s)-1} \left[\frac{M}{2} - n \right] \right\} - z_{m-1} \left[\frac{M}{2} - n \right] D \left[2sM + \frac{1}{2}M \right], \text{ als } n = \frac{M}{2} \quad (59a)$$

Via hetzelfde proces wordt vergelijking (57) herschreven als

$$\begin{aligned}
 xbuf_{m-2(K-s)-1} \left[\frac{M}{2} - n \right] = z^{-2M} \left\{ xbuf_{m-2(K-s)-1} \left[\frac{M}{2} - n \right] \right\} - z_m \left[\frac{M}{2} + n \right] D \left[\left(2s + \frac{3}{2} \right) M + n \right] \\
 - z_{m-1}[n] D \left[\left(2s + \frac{1}{2} \right) M + n \right], \text{ als } 0 < n < \frac{M}{2}
 \end{aligned} \quad (59b)$$

De vergelijkingen (42a) & (59b), vergelijkingen (57b) en (58a), en vergelijking (52) hebben dezelfde structuur. Daarom kan fig. 9 worden gebruikt om bewerkingen voor deze vergelijkingen uit te voeren. Fig. 11 toont het geval waar-
 10 bij vergelijkingen (42a) en (59b) bij elkaar worden uitgewerkt, en de vergelijkingen (57b) en (58a) bij elkaar worden uitgewerkt, onder voorwaarde dat $K = 8$ en $M = 32$. Deze

structuur heeft venstercoëfficiënten en geheugenvereisten voor de berekeningswaarden ervan. De geheugenvereisten 3KM zijn kleiner dan die van een algoritme zonder symmetrie, dat wil zeggen, 2KM, en groter dan die van een algoritme dat uitsluitend afhankelijk is van symmetrie, dat wil zeggen, 1KM. Zo'n structuur kan echter in tegenstelling tot de bovenstaande twee algoritmen de bewerkingscomplexiteit reduceren.

Om de structuur van fig. 9 te gebruiken, worden de in fig. 11 gebruikte $D2[n]$, $Dsum[n]$, $Dsub[n]$ gedefinieerd van de coëfficiënt $D[n]$ die wordt gehanteerd in de internationale standaard zoals is weergegeven in de vergelijkingen (60), (61) en (62), en tevoren voor gebruik zijn opgeslagen.

$$D2[mM + n] = D[2mM + M + n], \quad 0 \leq n < M, \quad 0 \leq m < \frac{K}{2} \quad (60)$$

$$Dsum[mM + n] \begin{cases} = D[2mM], & n=0, 0 \leq m < \frac{K}{2} \\ = D[2mM + n] + D[2mM + M + n], & 1 \leq n < \frac{M}{2}, 0 \leq m < \frac{K}{2} \\ = D[2mM + 2M], & n = \frac{M}{2}, 0 \leq m < \frac{K}{2} \\ = D[2mM + n] + C[2mM + M + n], & \frac{M}{2} < n < M, 0 \leq m < \frac{K}{2} \end{cases} \quad (61)$$

$$Dsub[mM + n] \begin{cases} = D\left[2mM + \frac{M}{2}\right], & n=0, 0 \leq m < \frac{K}{2} \\ = D[2mM + n] - D[2mM + M + n], & 1 \leq n < \frac{M}{2}, 0 \leq m < \frac{K}{2} \\ = D[2mM + M], & n = \frac{M}{2}, 0 \leq m < \frac{K}{2} \\ = D[2mM + n] - D[2mM + M + n], & \frac{M}{2} < n < M, 0 \leq m < \frac{K}{2} \end{cases} \quad (62)$$

Intussen zullen de snelle algoritmen die zijn toegepast

op de in de onderhavige uitvinding voorgestelde drie analyse- en synthese-filteralgoritmen worden vergeleken met betrekking tot hun prestaties, dat wil zeggen, bewerkingscomplexiteit en geheugenvereisten. Om het totale aantal bewerkingen van de internationale standaardwerkwijze en de bij de onderhavige uitvinding voorgestelde werkwijze te vergelijken met een door Iwadare voorgestelde werkwijze en een door Konstantides voorgestelde werkwijze, is het aantal optellingen en vermenigvuldigingen weergegeven in [tabel 1].

10 In de internationale standaard is $K = 8$ en $M = 32$. Daarom is het aantal bewerkingen in het geval waarbij $K = 8$ en $M = 32$ specifiek afgebeeld in [tabel 1]. Zoals uit [tabel 1] kan worden opgemerkt, wordt bij een algoritme dat venstersymmetrie in aanmerking neemt, het kleinste aantal bewerkingen

15 gehanteerd.

	aantal vermenigvuldigingen	aantal optellingen
ISO/IEC	$2M^2+2KM$	$2M^2+2KM-3M$
IS 11172-3	2560	2464
Iwadare - methode	$2M\log M+4+2KM$ 836	$3\log m+1+2KM-M$ 961
Konstantides - methode	$0.5M\log M-M+1+2KM$ 593	$1.5M\log M-M+1+2KM-M$ 689
snel algoritme I	$0.5M\log M-M+1+2KM-K$ 585	$1.5M\log M-M+1$
snel algoritme II		$+2KM-M-K$ 681
snel algoritme in geval van symmetrievenster	$0.5M\log M-M+1+1.5KM$ 465	$1.5M\log M-M+1$ $+2KM-0.5M-K-1$ 696

Om het aantal venstervermenigvuldigingen te verkleinen, worden de venstercoëfficiënten die zijn gedefinieerd in het snelle analyse-filteralgoritme en worden toegepast in fig. 10, berekend door de vergelijkingen (53), (54) en (55) zoals 5 getoond in fig. 12. De in fig. 11 gehanteerde venstercoëfficiënten kunnen worden berekend door vergelijkingen (60), (61) en (62), en de berekende waarden zijn weergegeven in fig. 13.

Zoals hierboven is beschreven, hebben het geluidscoderorgaan en geluidsdecodeerorgaan met respectievelijk het snelle analyse-filteralgoritme en snelle synthese-filteralgoritme volgens de onderhavige uitvinding de voordelen:

(1) bewerkingen in een bandfilter kunnen zeer snel worden verricht door het aantal bewerkingen van het bandfilter dat 15 wordt gebruikt voor MPEG IS 11172-3 te reduceren; (2) opslagruimte voor venstercoëfficiënten kan worden bespaard door gebruik te maken van de symmetrie van venstercoëfficiënten bij het realiseren van een snel bandfilter; (3) wanneer apparatuur voor alleen MPEG-geluid wordt verkregen 20 door toepassing van het snelle filteralgoritme, kan een tragere processor worden gebruikt en dus wordt de apparatuur voor exclusief gebruik goedkoop; en (4) kan een real-time MPEG-geluidsdecodeerorgaan worden gerealiseerd in een gewone processor door toepassing van het snelle filteralgoritme.

C O N C L U S I E S

1. Geluidscodeerorgaan dat een snel analyse-filteralgoritme/geluidsdecodeerorgaan dat een snel synthese-filteralgoritme toepast, waarbij genoemd geluidscodeerorgaan
5 bestaat uit:

een mapeenheid die dient om een ontvangen geluidssignaal volgens een frekwentieband te classificeren onder gebruikmaking van het snelle bandanalysefilteralgoritme;

een psycho-akoestisch model om aan elke frekwentieband
10 bits toe te wijzen door gebruik te maken van psycho-akoestische eigenschappen;

een kwantiserings- en coderingseenheid om het gemapte signaal in overeenstemming met het aantal aan elke frekwentieband toegewezen bits te kwantiseren en te coderen; en

15 een frame-inpakeenheid voor het genereren van een bitstroom uit een signaaluitvoer van de kwantiserings- en coderingseenheid, en

waarbij het geluidsdecodeerorgaan bestaat uit:

een frame-uitpakeenheid voor het uitpakken van een
20 signaal uit een gecodeerde en ontvangen bitstroom;

een decoderings- en omgekeerde kwantiseringseenheid voor het decoderen en omgekeerd kwantiseren van het gekwantiseerde signaal; en

een omgekeerde mapeenheid voor het tijd-frekwentie
25 omgekeerd mappen van het omgekeerd gekwantiseerde signaal door gebruik te maken van het snelle bandsynthese-filteralgoritme.

2. Geluidscodeerorgaan dat een snel analyse-filteralgoritme toepast/geluidsdecodeerorgaan dat een snel synthese-
30 filteralgoritme toepast volgens conclusie 1, waarbij de mapeenheid een discrete consinustransformatie (DCT) verricht door een signaal dat is verkregen door vermenigvuldiging van venstercoëfficiënten en een ontvangen geluidssignaal te scheiden in polyfasecomponenten, onder gebruikmaking van de
35 volgende vergelijking:

$$u[p] = \sum_{r=0}^{K-1} x_m \left[\left(2r + \frac{1}{2} \right) M \right] C \left[\left(2r + \frac{1}{2} \right) M \right], \quad \text{als } p = 0 \quad (16a)$$

$$u[p] = \sum_{r=0}^{K-1} \left\{ x_m \left[\left(2r + \frac{1}{2} \right) M - p \right] C \left[\left(2r + \frac{1}{2} \right) M - p \right] + x_m \left[\left(2r + \frac{1}{2} \right) M + p \right] C \left[\left(2r + \frac{1}{2} \right) M + p \right] \right\}, \quad \text{als } 0 < p < \frac{M}{2} \quad (16b)$$

$$u[p] = \sum_{r=0}^{K-1} \left\{ -x_m \left[\left(2r + \frac{5}{2} \right) M - p \right] C \left[\left(2r + \frac{5}{2} \right) M - p \right] + x_m \left[\left(2r + \frac{1}{2} \right) M + p \right] C \left[\left(2r + \frac{1}{2} \right) M + p \right] \right\}, \quad \text{als } \frac{M}{2} < p < M \quad (16d)$$

$$u[p] = \sum_{r=0}^{K-1} \{ x_m [2rM] C [2rM] + x_m [2rM + M] C [2rM + M] \}, \quad \text{als } p = \frac{M}{2} \quad (16c)$$

3. Geluidscodeerorgaan dat een snel analyse-filteralgoritme toepast/geluidsdecodeerorgaan dat een snel synthese-filteralgoritme toepast volgens conclusie 1, waarbij de mapeenheid een DCT uitvoert door een signaal dat is verkregen door vermenigvuldiging van venstercoëfficiënten en een ontvangen geluidssignaal te scheiden in polyfasecomponenten, onder gebruikmaking van de volgende vergelijking:

$$u[p] = UM_{m-0}[p], \quad \text{als } 0 \leq p < \frac{M}{2} \quad (23a)$$

$$u[p] = UM_{m-0}[p] + z^{-M} \left\{ UM_{m-1} \left[p - \frac{M}{2} \right] \right\}, \quad \text{als } p = \frac{M}{2} \quad (23b)$$

$$u[p] = z^M \left\{ UM_{m-1} \left[p - \frac{M}{2} \right] \right\}, \quad \text{als } \frac{M}{2} \leq p < M \quad (23c)$$

4. Geluidscodeerorgaan dat een snel analyse-filteralgoritme toepast/geluidsdecodeerorgaan dat een snel synthese-filteralgoritme toepast volgens conclusie 1, waarbij de mapeenheid een DCT uitvoert door een signaal dat is verkregen door vermenigvuldiging van venstercoëfficiënten en een ontvangen geluidssignaal te scheiden in polyfasecomponenten, onder gebruikmaking van de symmetrie van venstercoëfficiënten.

5. Geluidscodeerorgaan dat een snel analyse-filteralgoritme toepast/geluidsdecodeerorgaan dat een snel synthese-filteralgoritme toepast volgens conclusie 1, waarbij de omgekeerde mapeenheid een DCT uitvoert op signalen, de getransformeerde signale synthese-venstert, polyfasecomponenten toevoegt, en een gereconstrueerd signaal uitvoert, onder toepassing van de volgende vergelijking:

$$x r_m[n] = \sum_{p=0}^{K-1} \left\{ z_{m-2p} \left[n + \frac{M}{2} \right] D[2pM + n] - z_{m-2p-1} \left[\frac{M}{2} - n \right] D[2pM + M + n] \right\}, \quad \text{als } 0 \leq n < \frac{M}{2} \quad (40a)$$

$$x r_m[n] = \sum_{p=0}^{K-1} z_{m-2p-1} \left[\frac{M}{2} - n \right] D[2pM + M + n], \quad \text{als } n = \frac{M}{2} \quad (40b)$$

$$x r_m[n] = \sum_{p=0}^{K-1} \left\{ z_{m-2p} \left[\frac{3M}{2} - n \right] D[2pM + n] + z_{m-2p-1} \left[n - \frac{M}{2} \right] D[2pM + M + n] \right\}, \quad \text{als } \frac{M}{2} < n < M \quad (40c)$$

6. Geluidscodeerorgaan dat een snel analyse-filteralgoritme toepast/geluidsdecodeerorgaan dat een snel synthese-filteralgoritme toepast volgens conclusie 1, waarbij de omgekeerde mapeenheid een DCT uitvoert op signalen, de getransformeerde signalen synthese-venstert, polyfasecompo-

nenten toevoegt, en een gereconstrueerd signaal uitvoert, onder toepassing van de volgende vergelijking:

$$\begin{aligned}
 xbuf_{m-2s}[n] = z^{-2M} \{ xbuf_{m-2s-2}[n] \} + z_m \left[n + \frac{M}{2} \right] D[2sM + n] \\
 - z_{m-1} \left[\frac{M}{2} - n \right] D[2sM + M + n], \quad \text{als } 0 \leq n < \frac{M}{2}
 \end{aligned} \quad (42a)$$

$$xbuf_{m-2s}[n] = z^{-2M} \{ xbuf_{m-2s-2}[n] \} - z_{m-1} \left[\frac{M}{2} - n \right] D[2sM + M + n], \quad \text{als } n = \frac{M}{2} \quad (42b)$$

$$\begin{aligned}
 xbuf_{m-2s}[n] = z^{-2M} \{ xbuf_{m-2s-2}[n] \} - z_m \left[\frac{3M}{2} - n \right] D[2sM + n] \\
 - z_{m-1} \left[\frac{M}{2} - n \right] D[2sM + M + n], \quad \text{als } \frac{M}{2} < n < M
 \end{aligned} \quad (42c)$$

7. Geluidscodeerorgaan dat een snel analyse-filteralgoritme toepast/geluidsdecodeerorgaan dat een snel synthese-
 5 filteralgoritme toepast volgens conclusie 1, waarbij de omgekeerde mapeenheid een DCT uitvoert op signalen, de getransformeerde signalen synthese-venstert, polyfasecomponenten toevoegt, en een gereconstrueerd signaal uitvoert, onder gebruikmaking van de symmetrie van venstercoëffici-
 10 enten.

FIG. 1

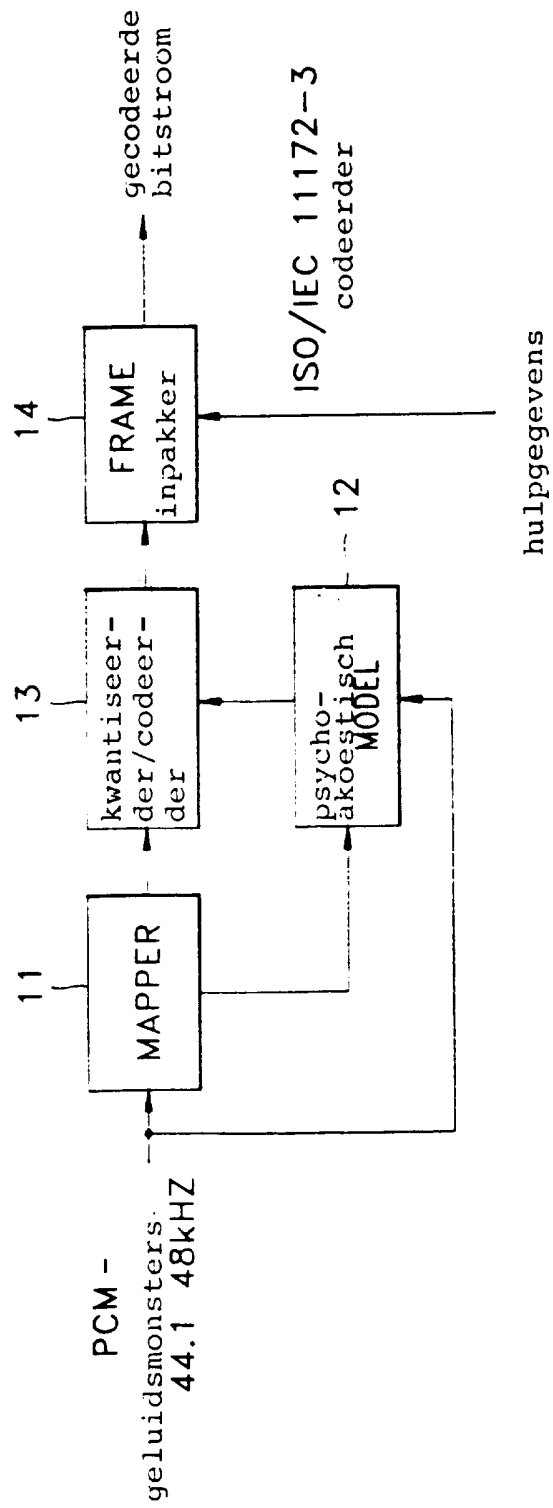


FIG. 2

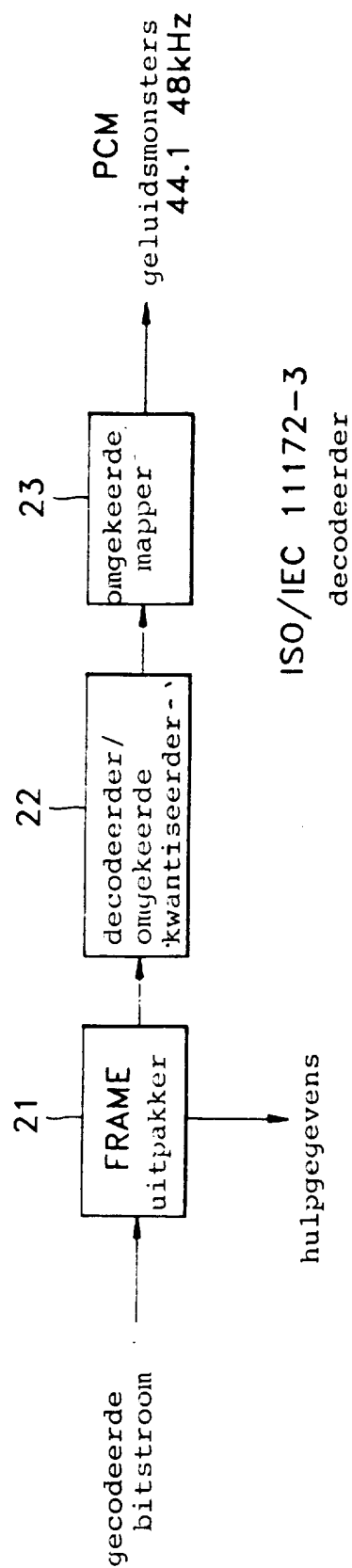


FIG. 3

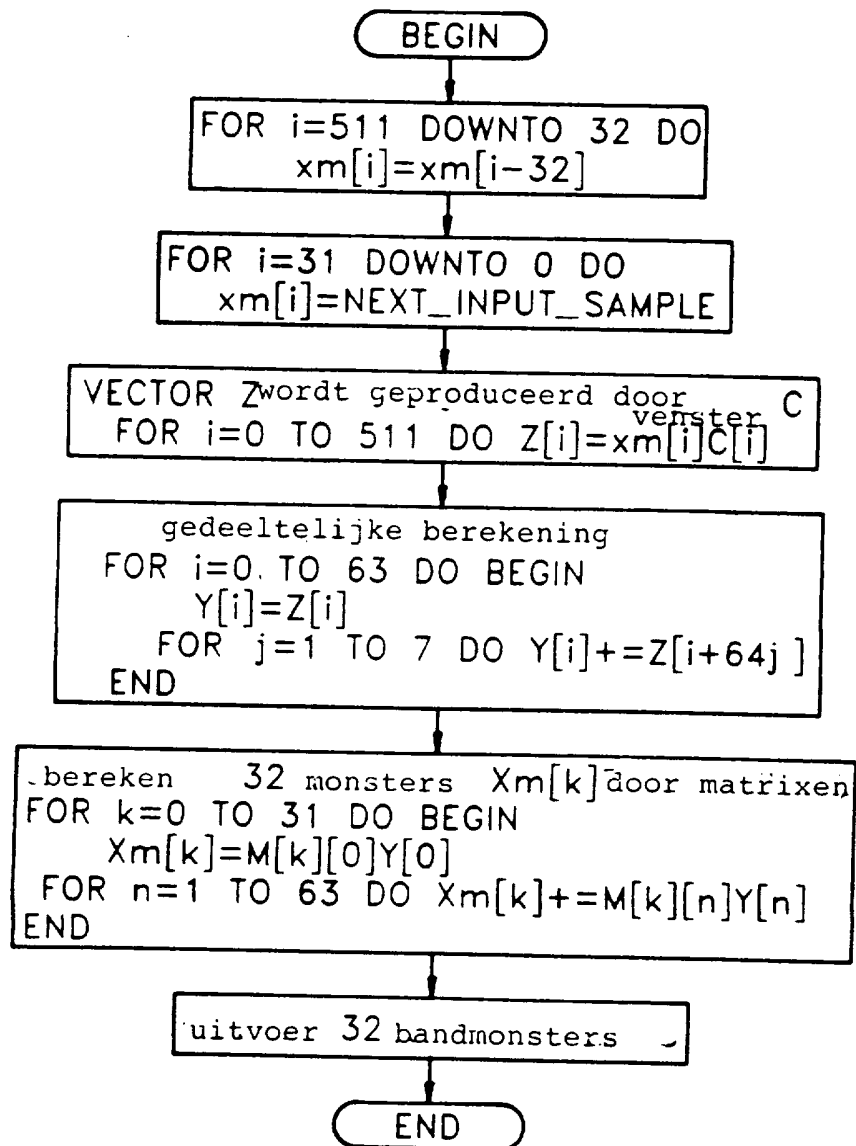


FIG. 4

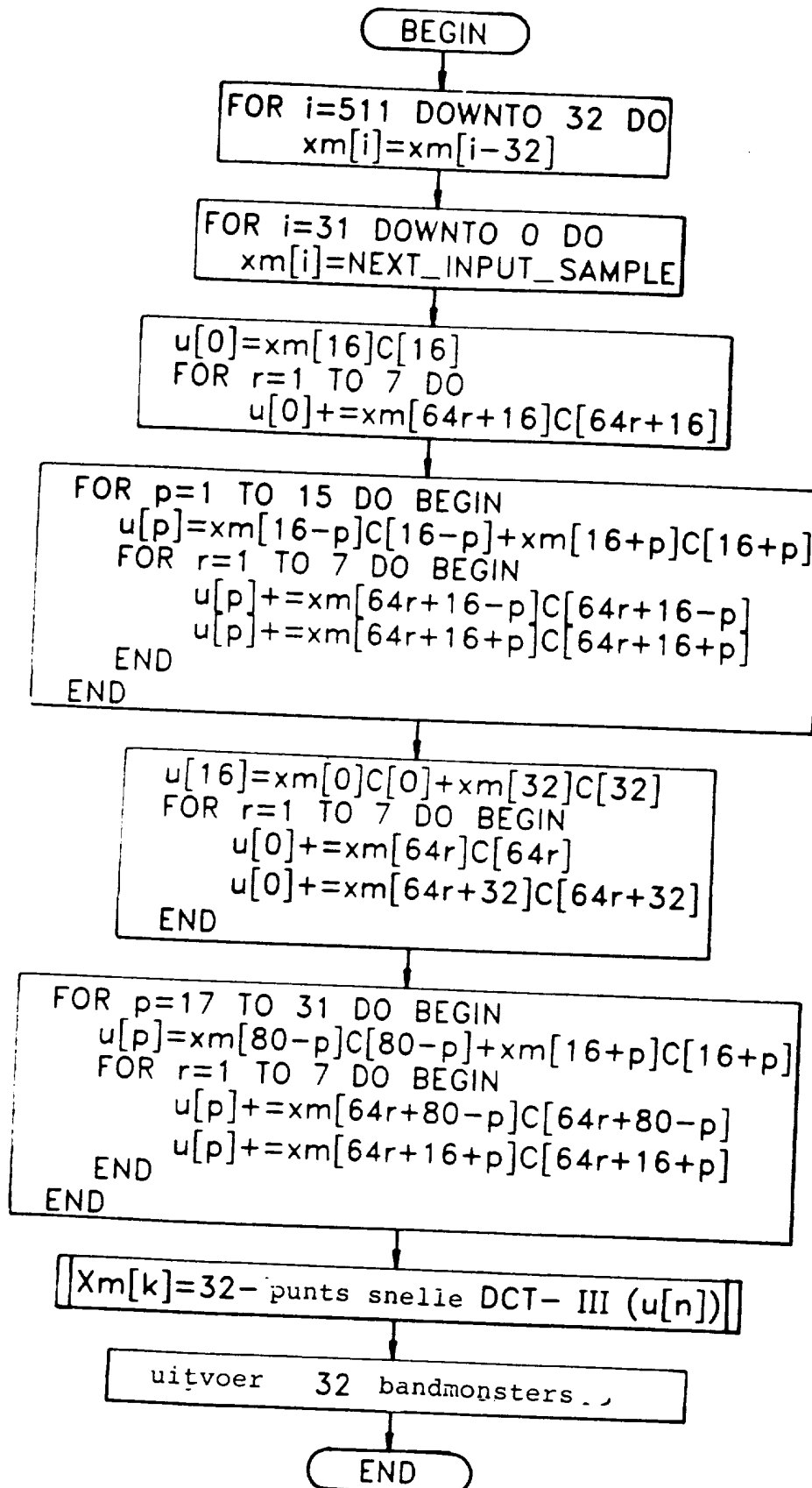


FIG. 5

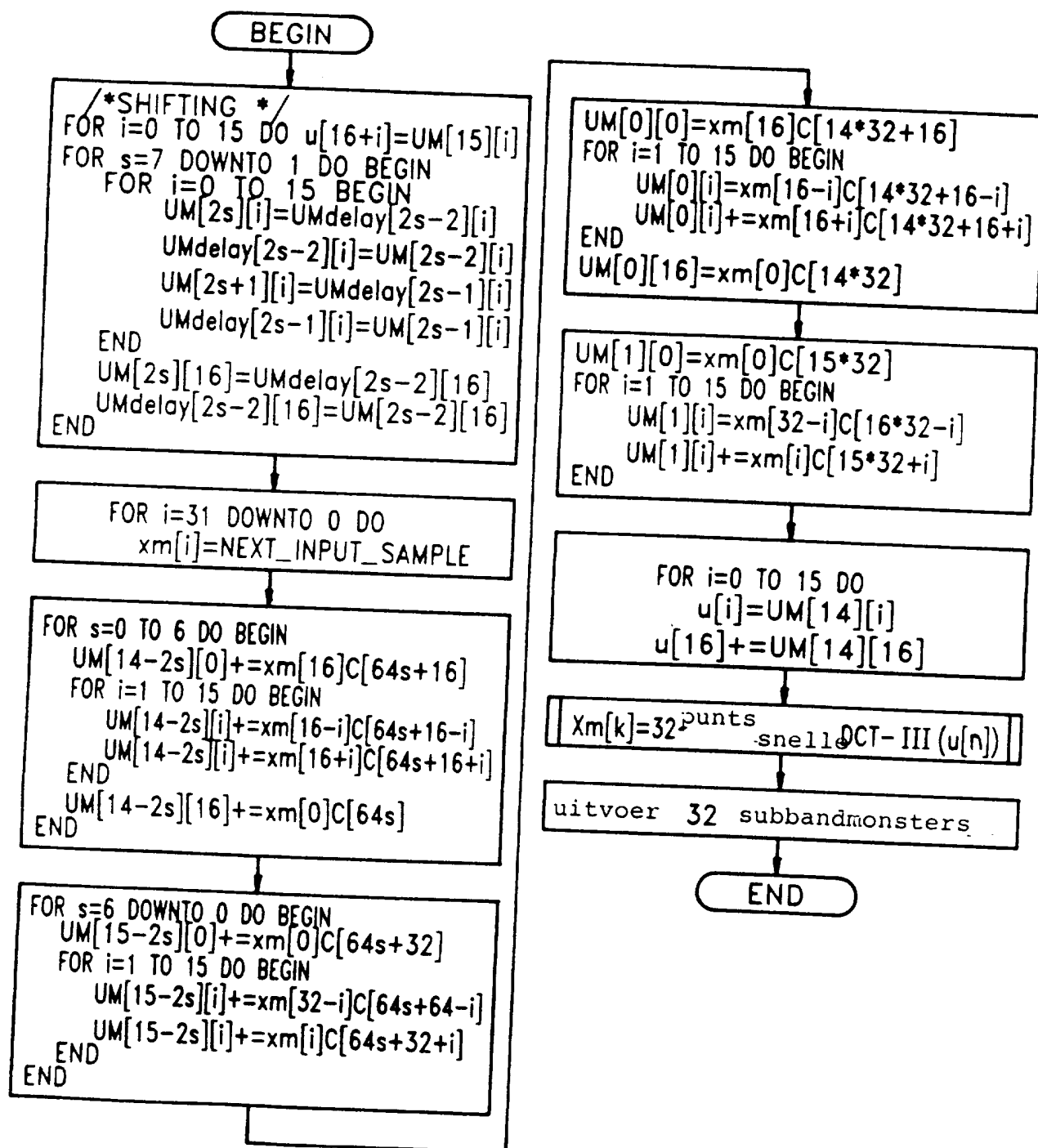


FIG. 6

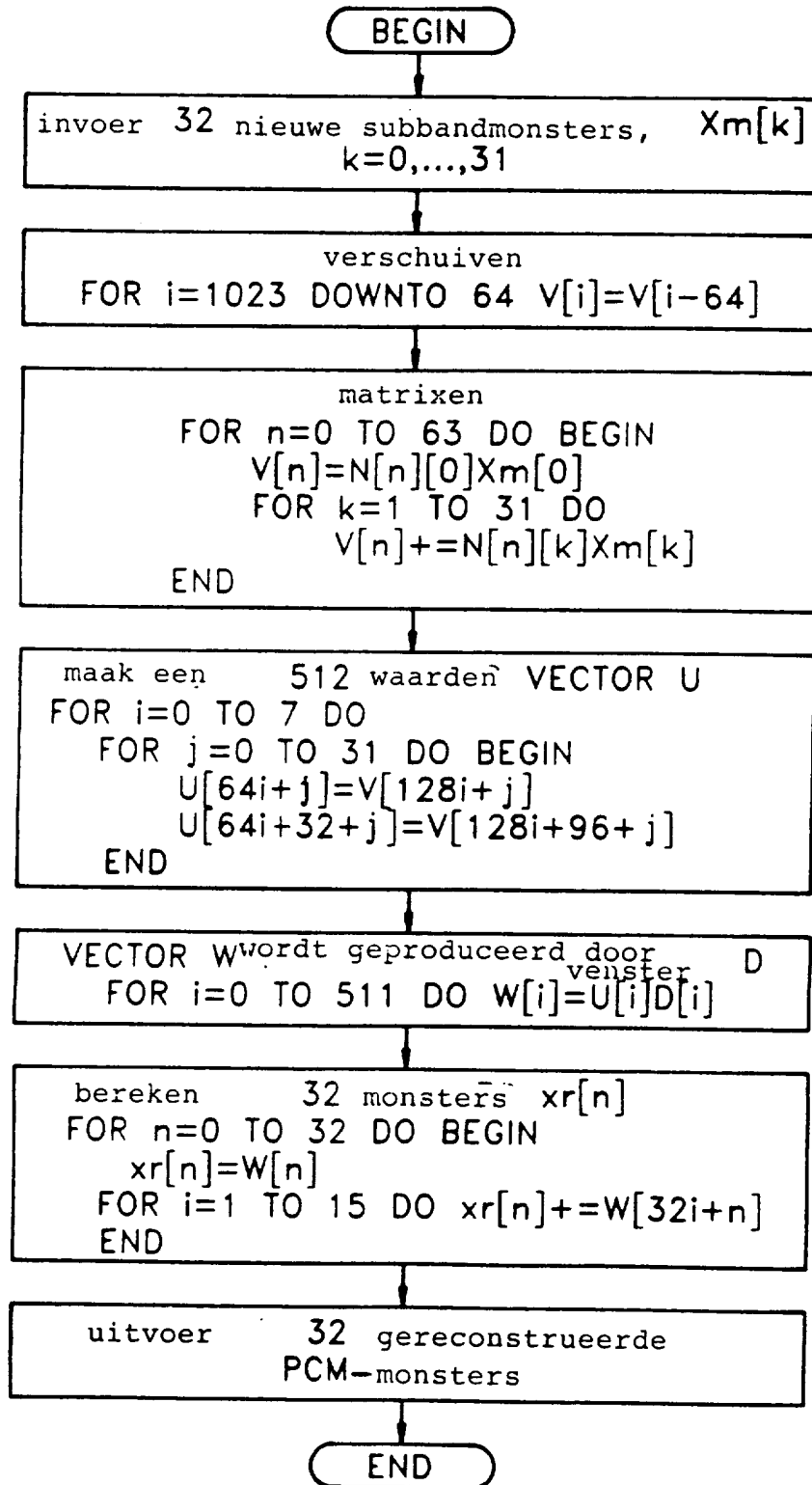


FIG. 7

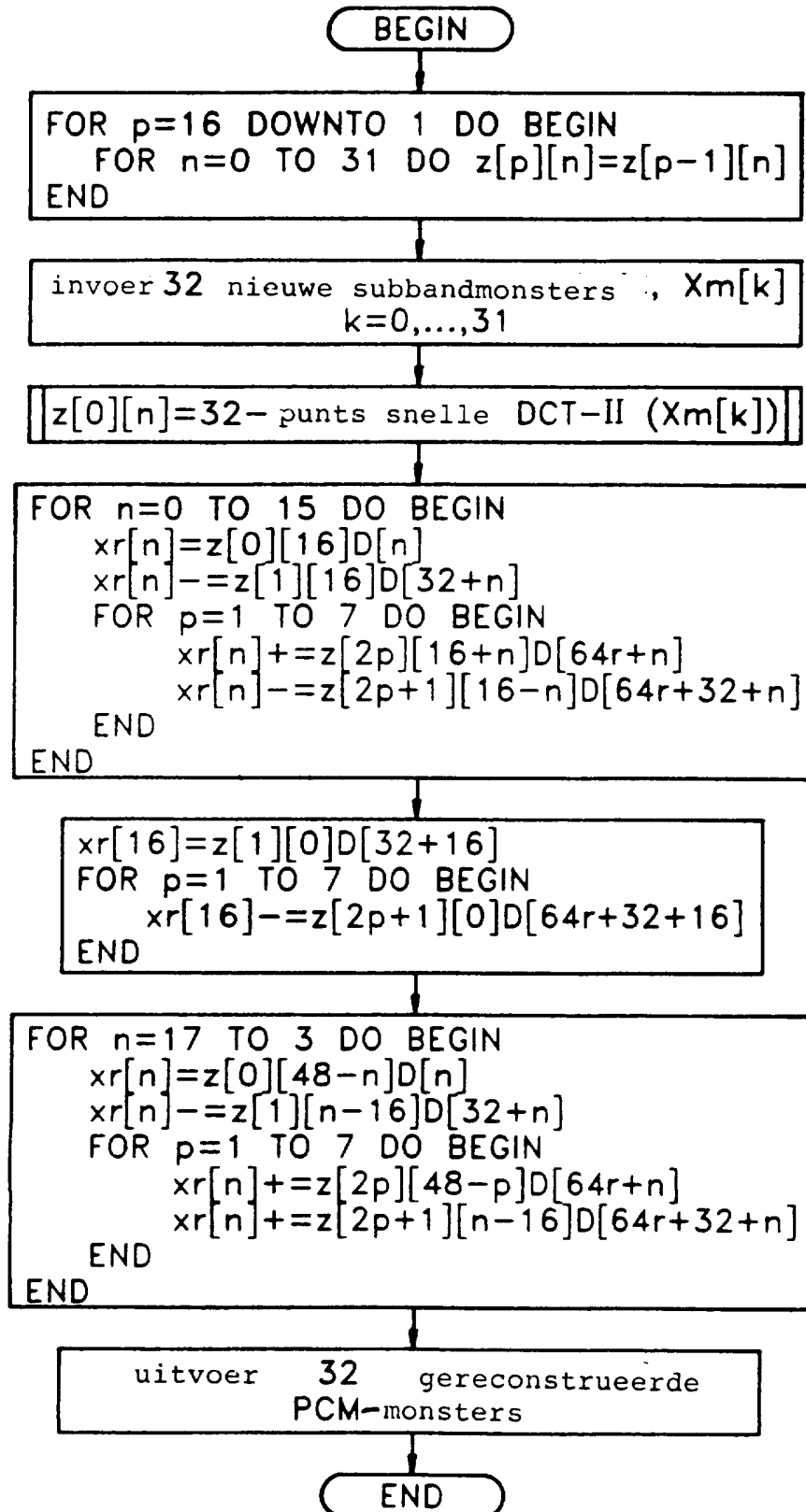


FIG. 8

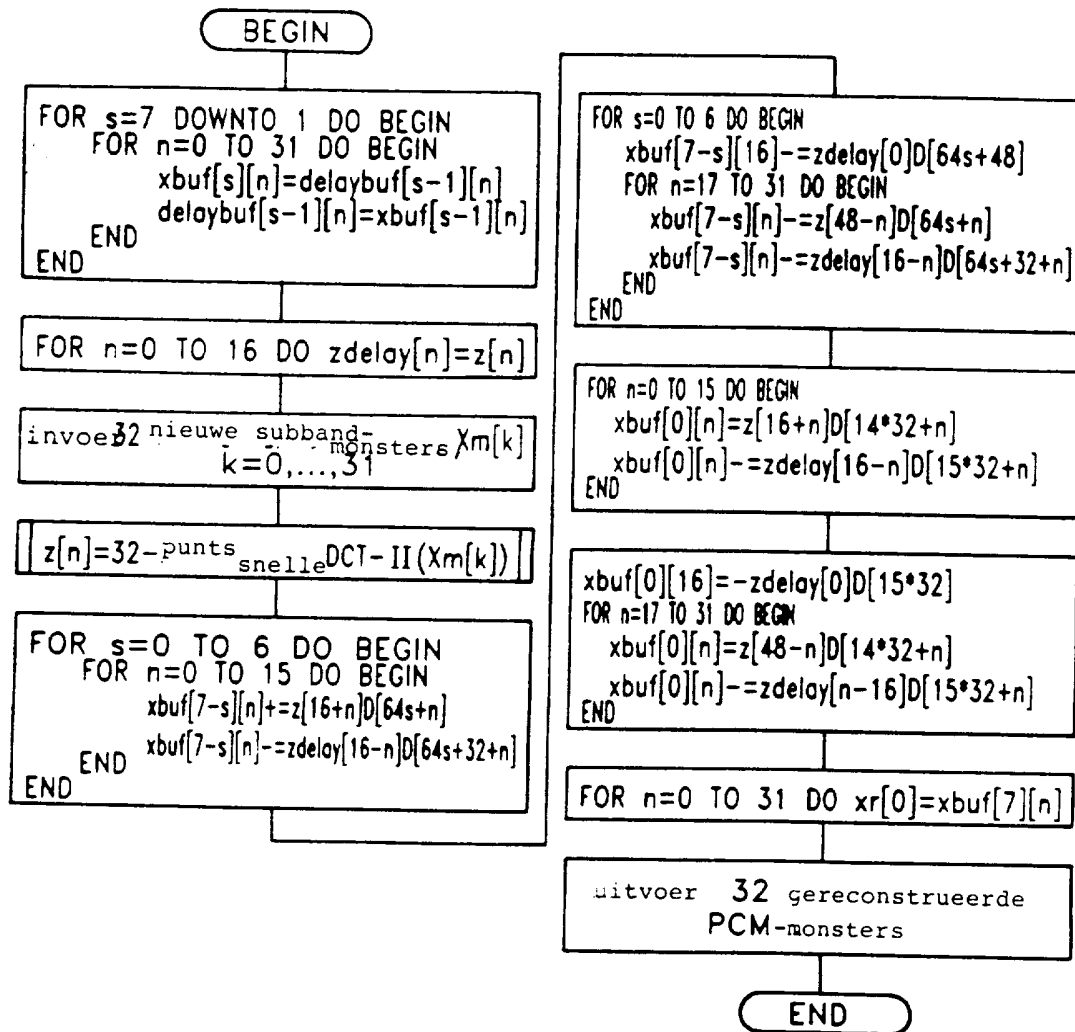


FIG. 9

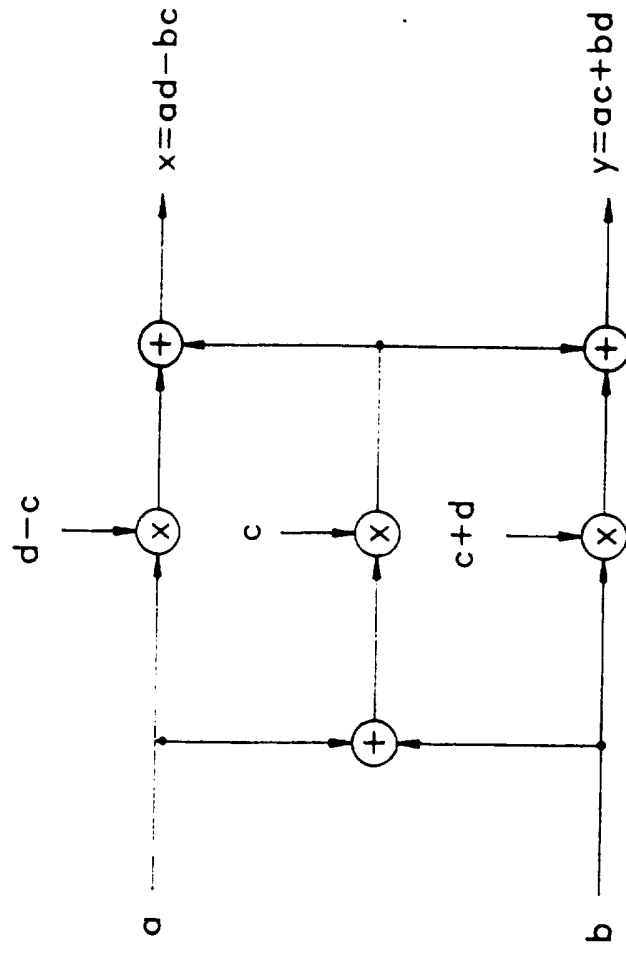


FIG. 10

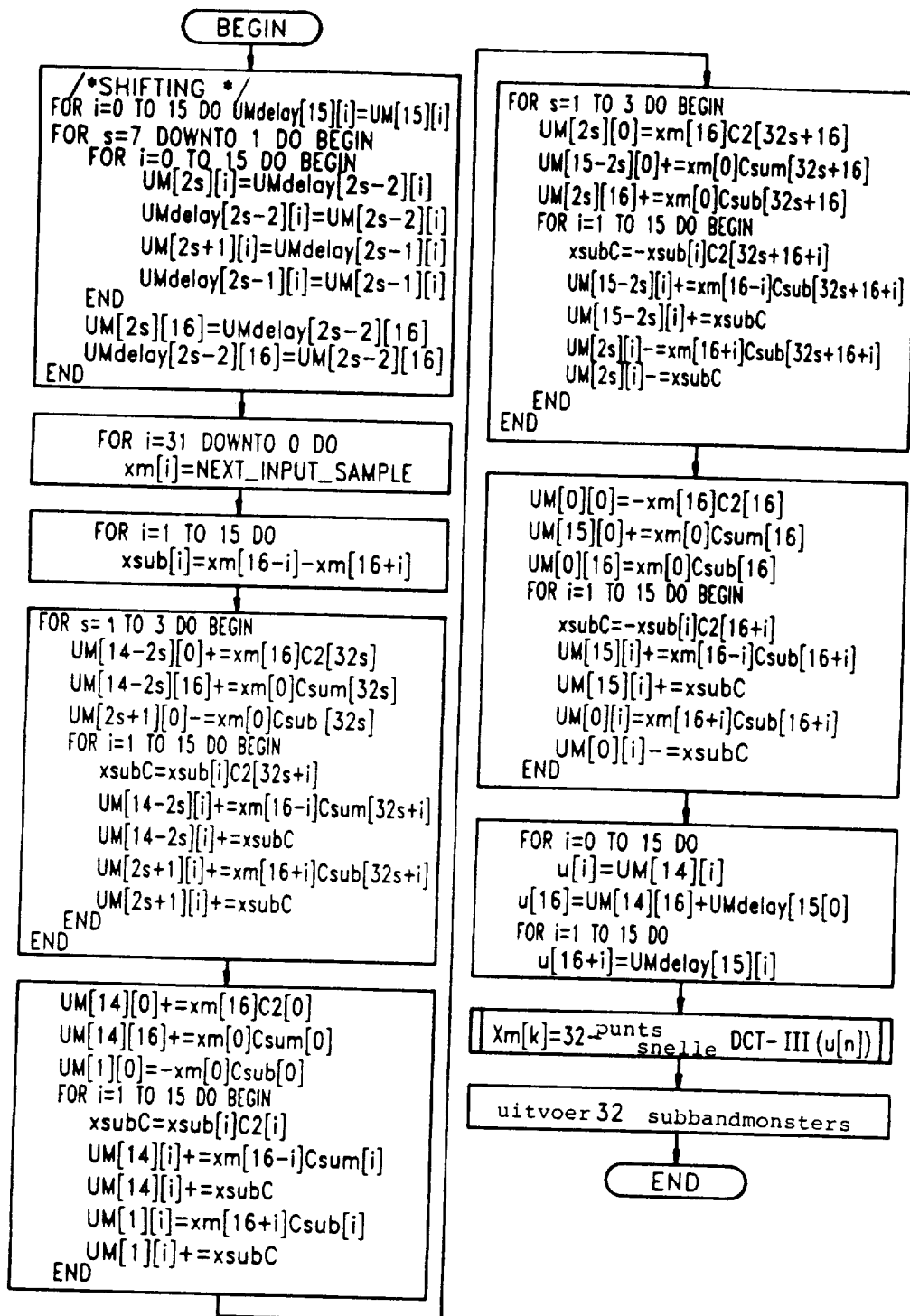


FIG. 11

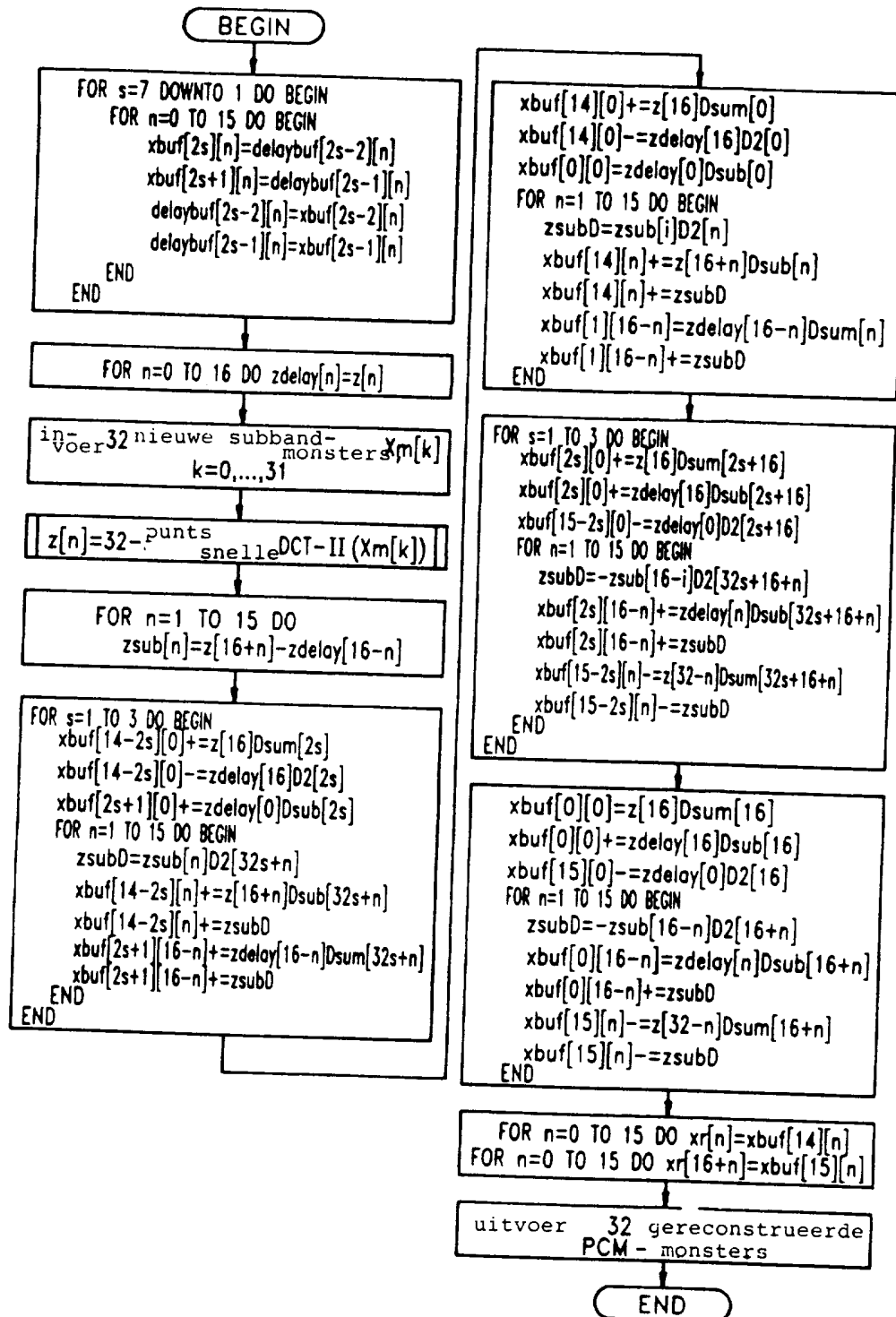


FIG. 12A

C2[128]=(

-0.000002384,	-0.000002384,	-0.000002861,	-0.000003338,
-0.000003815,	-0.000004292,	-0.000004768,	-0.000005245,
-0.000006199,	-0.000006676,	-0.000007629,	-0.000008106,
-0.000009060,	-0.000010014,	-0.000011444,	-0.000012398,
-0.000049591,	-0.000052929,	-0.000055790,	-0.000059605,
-0.000062943,	-0.000066280,	-0.000070095,	-0.000073433,
-0.000076771,	-0.000080585,	-0.000083923,	-0.000087261,
-0.000090599,	-0.000093460,	-0.000096321,	-0.000099182,
0.000069618,	0.000060558,	0.000050545,	0.000039577,
0.000027180,	0.000013828,	-0.000000954,	-0.000017166,
-0.000034332,	-0.000052929,	-0.000072956,	-0.000093937,
-0.000116348,	-0.000140190,	-0.000165462,	-0.000191212,
-0.000747204,	-0.000779152,	-0.000809669,	-0.000838757,
-0.000866413,	-0.000891685,	-0.000915051,	-0.000935555,
-0.000954151,	-0.000968933,	-0.000980854,	-0.000989437,
-0.000994205,	-0.000995159,	-0.000991821,	-0.000983715,
-0.000021458,	-0.000137329,	-0.000259876,	-0.000388145,
-0.000522137,	-0.000661850,	-0.000806808,	-0.000956535,
-0.001111031,	-0.001269817,	-0.001432419,	-0.001597881,
-0.001766682,	-0.001937389,	-0.002110004,	-0.002283096,
-0.004638195,	-0.004691124,	-0.004728317,	-0.004748821,
-0.004752159,	-0.004737377,	-0.004703045,	-0.004649162,
-0.004573822,	-0.004477024,	-0.004357815,	-0.004215240,
-0.004049301,	-0.003858566,	-0.003643036,	-0.003401756,
-0.004756451,	-0.005462170,	-0.006189346,	-0.006937027,
-0.007703304,	-0.008487225,	-0.009287834,	-0.010103704,
-0.010933399,	-0.011775017,	-0.012627602,	-0.013489246,
-0.014358521,	-0.015233517,	-0.016112804,	-0.016994476,
-0.030526638,	-0.031132698,	-0.031706810,	-0.032248020,
-0.032754898,	-0.033225536,	-0.033659935,	-0.034055710,
-0.034412861,	-0.034730434,	-0.035007000,	-0.035242081,
-0.035435200,	-0.035586375,	-0.0035694122,	-0.035758972,

FIG. 12B

C_{sum}[128]=(

-0.000000000,	-0.000005245,	-0.000005245,	-0.000005245,
-0.000005346,	-0.000005723,	-0.000005722,	-0.000006199,
-0.000007153,	-0.000007630,	-0.000008106,	-0.000008583,
-0.000009537,	-0.000010491,	-0.000011921,	-0.000012898,
-0.000013828,	-0.000099182,	-0.000099182,	-0.000100136,
-0.0000100613,	-0.000101089,	-0.000102520,	-0.000103476,
-0.0000104428,	-0.000105857,	-0.000107288,	-0.000108719,
-0.0000110149,	-0.000111580,	-0.000113010,	-0.000113964,
0.0000101566,	0.000138282,	0.000134945,	0.000129699,
0.0000122547,	0.000113010,	0.000101566,	0.000088215,
0.0000072480,	0.000055313,	0.000035763,	0.000014782,
-0.00008106,	-0.000032902,	-0.00005904,	-0.000087261,
-0.000218868,	-0.001493454,	-0.001490592,	-0.001485348,
-0.001478195,	-0.001468658,	-0.001457215,	-0.001442910,
-0.001426697,	-0.001407146,	-0.001457215,	-0.001360893,
-0.001333236,	-0.001302719,	-0.001385312,	-0.001231193,
-0.000971317,	-0.000049114,	-0.001268863,	-0.000099659,
-0.000143528,	-0.000199318,	-0.000068187,	-0.000346183,
-0.000436783,	-0.000537872,	-0.000267505,	-0.000768661,
-0.000897885,	-0.001034736,	-0.000648499,	-0.001329422,
-0.002457142,	-0.009261608,	-0.001179218,	-0.009144783,
-0.009042740,	-0.008912086,	-0.008751859,	-0.008563518,
-0.008345604,	-0.008099556,	-0.007824898,	-0.007522106,
-0.007191181,	-0.006832599,	-0.006446362,	-0.006032467,
-0.003134727,	-0.009534359,	-0.009600639,	-0.009711266,
-0.009864807,	-0.010060788,	-0.010299682,	-0.010579586,
-0.010900020,	-0.011259079,	-0.011656285,	-0.012089729,
-0.012557984,	-0.013058663,	-0.013591289,	-0.014153003,
-0.017876148,	-0.061022785,	-0.060931683,	-0.060781002,
-0.060570240,	-0.060299396,	-0.059970856,	-0.059582710,
-0.059138298,	-0.058637619,	-0.058081150,	-0.057470799,
-0.056807518,	-0.056093216,	-0.055328369,	-0.054515838,

FIG. 13A

D2[128]=(

-0.000442505,	-0.000473022,	-0.000534058,	-0.000579834,
-0.000625610,	-0.000686646,	-0.000747681,	-0.000808716,
-0.000885010,	-0.000961304,	-0.001037598,	-0.001113892,
-0.001205444,	-0.001296997,	-0.001388550,	-0.001480103,
-0.001586914,	-0.001693726,	-0.001785278,	-0.001907349,
-0.002014160,	-0.002120972,	-0.002243042,	-0.002349854,
-0.002456665,	-0.002578735,	-0.002685547,	-0.002792358,
-0.002899170,	-0.002990723,	-0.003082275,	-0.003173828,
-0.007003784,	-0.007919312,	-0.008865356,	-0.009841919,
-0.010848999,	-0.011886597,	-0.012939453,	-0.014022827,
-0.015121460,	-0.016235352,	-0.017349243,	-0.018463135,
-0.019577026,	-0.020690918,	-0.021789551,	-0.022857666,
-0.023910522,	-0.024932861,	-0.025909424,	-0.026840210,
-0.027725220,	-0.028533930,	-0.029281616,	-0.029937744,
-0.030532837,	-0.031005859,	-0.031387329,	-0.031661987,
-0.031814575,	-0.031845093,	-0.031738281,	-0.031478882,
-0.078628540,	-0.084182739,	-0.089706421,	-0.095169067,
-0.100540161,	-0.105819702,	-0.110946655,	-0.115921021,
-0.120697021,	-0.125259399,	-0.129562378,	-0.133590698,
-0.137298584,	-0.140670776,	-0.143676758,	-0.146255493,
-0.148422241,	-0.150115967,	-0.151306152,	-0.151962280,
-0.152069092,	-0.151596069,	-0.150497437,	-0.148773193,
-0.146362305,	-0.143264771,	-0.139450073,	-0.134887695,
-0.129577637,	-0.123474121,	-0.116577148,	-0.108856201,
-0.572036743,	-0.600219727,	-0.628295898,	-0.656219482,
-0.683914185,	-0.711318970,	-0.738372803,	-0.765029907,
-0.791213989,	-0.816864014,	-0.841949463,	-0.866363525,
-0.890090942,	-0.913055420,	-0.935195923,	-0.956481934,
-0.976852417,	-0.996246338,	-1.014617920,	-1.031936646,
-1.048156738,	-1.063217163,	-1.077117920,	-1.089782715,
-1.101211548,	-1.111373901,	-1.120223999,	-1.127746582,
-1.133926392,	-1.138763428,	-1.142211914,	-1.144287109,

FIG. 13B

D_{sum}[128]=(

0.000000000,	-0.000488281,	-0.000549317,	-0.000595093,
-0.000640869,	-0.000701905,	-0.000762940,	-0.000839234,
-0.000915528,	-0.000991822,	-0.001068116,	-0.0001159668,
-0.001251220,	-0.001358032,	-0.001449585,	-0.001556397,
0.003250122,	-0.001785279,	-0.001892090,	-0.002014161,
-0.002136230,	-0.002258301,	-0.002395630,	-0.002517701,
-0.002655029,	-0.0027922358,	-0.002929688,	-0.003051757,
-0.003189087,	-0.003311158,	-0.003448486,	-0.003570557,
-0.007385254,	-0.008407593,	-0.009460449,	-0.010559082,
-0.011703491,	-0.012863160,	-0.014068603,	-0.015289307,
-0.01652268,	-0.017807007,	-0.019088745,	-0.020370483,
0.031082153,	-0.022994995,	-0.024291992,	-0.025573731,
-0.026855469,	-0.028091431,	-0.029312134,	-0.030487060,
-0.031631470,	-0.032699585,	-0.033721924,	-0.34667968,
-0.035537720,	-0.036331177,	-0.037033081,	-0.037597656,
0.031082153,	-0.053665161,	-0.059921265,	-0.066284179,
-0.072738647,	-0.079284668,	-0.085861206,	-0.092498780,
-0.099121093,	-0.105728149,	-0.112304688,	-0.118789673,
-0.125183105,	-0.131439209,	-0.137542725,	-0.143432617,
0.100311279,	-0.154510498,	-0.159622192,	-0.164382934,
-0.168777466,	-0.172775268,	-0.176315308,	-0.179382324,
-0.181915284,	-0.183898926,	-0.185287475,	-0.186019897,
-0.186111450,	-0.185470581,	-0.184097290,	-0.181915238,
0.100311279,	-0.509292603,	-0.547607421,	-0.586624145,
-0.626296998,	-0.666534424,	-0.707290650,	-0.748519897,
-0.790145874,	-0.832092285,	-0.874328613,	-0.916717529,
-0.959259033,	-1.001831055,	-1.044357300,	-1.086791993,
1.144989014,	-1.171035767,	-1.212677002,	-1.253921509,
-1.294662475,	-1.334808350,	-1.374328613,	-1.413101196,
-1.451080322,	-1.488174438,	-1.524307251,	-1.559402466,
-1.593399048,	-1.626235962,	-1.657821655,	-1.688110351,

FIG. 13C

$D_{\text{sub}}[128]=$ (

-0.000076294,	0.000457763,	0.000518799,	0.000564575,
0.000610351,	0.000671387,	0.000732422,	0.000778198,
0.000854492,	0.000930786,	0.001007080,	0.001068116,
0.001159668,	0.001235962,	0.001327515,	0.001403809,
-0.000442505,	0.001602173,	0.001678466,	0.001800537,
0.001892090,	0.001983643,	0.002090454,	0.002182007,
0.002258301,	0.002365112,	0.002441406,	0.002532959,
0.002609253,	0.002670288,	0.002716064,	0.002777099,
0.002227783,	0.011245728,	0.012252807,	0.013275147,
0.014312744,	0.015365601,	0.016418457,	0.017486572,
0.018539429,	0.019607544,	0.020629883,	0.021636963,
0.022628784,	0.023574829,	0.024490357,	0.025344849,
-0.007003784,	0.026870727,	0.027526856,	0.028106689,
0.028594971,	0.028976441,	0.029251098,	0.029388428,
0.029434204,	0.029312133,	0.029052734,	0.028656006,
0.028091430,	0.027359009,	0.026443481,	0.025360108,
-0.000686646,	0.114700317,	0.119491577,	0.124053955,
0.128341675,	0.132354736,	0.136032104,	0.139343262,
0.142272949,	0.144790649,	0.146820068,	0.148391723,
0.149414063,	0.149902343,	0.149810791,	0.149078369,
-0.078628540,	0.145721436,	0.142990112,	0.139541626,
0.135360718,	0.130416870,	0.124679566,	0.118164062,
0.110809326,	0.102630616,	0.093612671,	0.083755493,
0.073043824,	0.061477661,	0.049057006,	0.035797119,
-0.152206421,	0.691146851,	0.708984375,	0.725814819,
0.741531372,	0.756103516,	0.769454956,	0.781539917,
0.792282104,	0.801635743,	0.809570313,	0.816009521,
0.820922851,	0.824279785,	0.826034546,	0.826171875,
-0.572036743,	0.821456909,	0.816558838,	0.089951783,
0.801651001,	0.791625976,	0.779907227,	0.766464234,
0.751342774,	0.734573364,	0.716140747,	0.696090698,
0.674453736,	0.651290894,	0.626602173,	0.600463867,



RAPPORT BETREFFENDE HET ONDERZOEK NAAR DE STAND VAN DE TECHNIEK

Octrooiaanvraag Nr.:

NO 133732
NL 1004080

VAN BELANG ZIJNDE LITERATUUR			
Categorie	Vermelding van literatuur met aanduiding voor zover nodig, van speciaal van belang zijnde passages	Van belang voor conclusie(s)Nr.	Internationale classificatie (toegekend door de Octrooiraad)
X Y	EP 0 661 827 A (HEWLETT PACKARD CO) * samenvatting * * bladzijde 2, regel 33 - regel 39 * * bladzijde 2, regel 45 - regel 56 * * bladzijde 3, regel 18 - regel 36; figuren 1,2 * * bladzijde 4, regel 15 - bladzijde 7, regel 6; figuren 5-7 *	1 4,7	H04B1/66
Y	MAHIEUX Y ET AL: "HIGH-QUALITY AUDIO TRANSFORM CODING AT 64 Kbps" IEEE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS, deel 42, nr. 11, November 1994, bladzijden 3010-3019, XP000475155 * alinea II *	4,7	
			Onderzochte gebieden van de techniek
			H04B
Indien gewijzigde conclusies zijn ingediend, heeft dit rapport betrekking op de conclusies ingediend op			
Plaats van onderzoek 'S-GRAVENHAGE		Datum waarop het onderzoek werd voltooid 27 November 1997	Vooronderzoeker (EOB) Bossen, M
CATEGORIE VAN DE VERMELENDE LITERATUUR X : op zichzelf van bijzonder belang Y : van bijzonder belang in samenhang met andere documenten van dezelfde categorie A : achtergrond van de stand van de techniek O : verwijzend naar niet op schrift gestelde van de techniek P : literatuur gepubliceerd tussen voorrangs- en indieningsdatum T : niet tijdig gepubliceerde literatuur over theorie of principe ten grondslag liggend aan de uitvinding E : andere octrooipublicatie maar gepubliceerd op of na indieningsdatum D : in de aanvraag genoemd L : om andere redenen vermelde literatuur & : lid van dezelfde octroofamilie, corresponderende literatuur document			

1

NO 133732
NL 1004080

De opgave is samengesteld aan de hand van gegevens uit het computerbestand van het Europees Octrooibureau per de juistheid en volledigheid van deze opgave wordt noch door het Europees Octrooibureau, noch door de Octroiraad gegarandeerd ; de gegevens worden verstrekt voor informatiedoeleinden.

27-11-1997

27-11-1997

In het rapport genoemd octrooigescrift	Datum van publicatie	Overeenkomend(e) geschrift(en)	Datum van publicatie
EP 0661827 A	05-07-95	US 5508949 A	16-04-96
		JP 7210196 A	11-08-95
