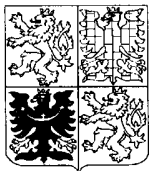


PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **06.10.1999**
(32) Datum podání prioritní přihlášky: **29.10.1998**
(31) Číslo prioritní přihlášky: **1998/98203660**
(33) Země priority: **EP**
(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **15.11.2000**
(Věstník č. 11/2000)
(86) PCT číslo: **PCT/EP99/07805**
(87) PCT číslo zveřejnění: **WO00/26908**

(21) Číslo dokumentu:

2000 -2445

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl. ⁷:

G 11 B 20/00
H 04 N 5/913
H 04 N 7/52

(71) Přihlašovatel:
KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N. V.,
Eindhoven, NL;

(72) Původce:
Nuijten Petrus Antonius Cornelis Maria, Eindhoven,
NL;

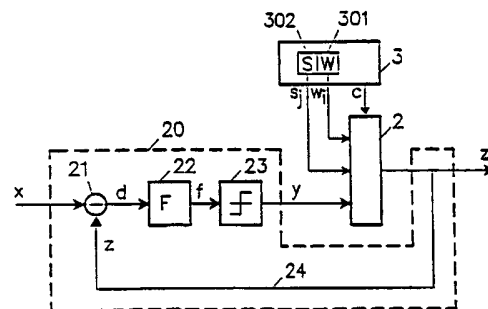
(74) Zástupce:
Zelený Pavel JUDr., Hálkova 2, Praha 2, 12000;

(54) Název přihlášky vynálezu:

**Způsob vkládání doplňkových dat do
informačního signálu, zařízení pro jeho
provádění, informační signál a nosič dat**

(57) Anotace:

Při způsobu se kóduje informační signál pomocí kodéru, obsahujícího zpětnovazební smyčku pro ovládání kódování, ve zpětnovazební smyčce kodéru se mění zvolené vzorky kódovaného signálu pro reprezentování uvedených doplňkových dat a synchronizační bitové kombinace, přičemž změněné vzorky, reprezentující doplňková data, jsou od sebe oddělovány nejméně prvním počtem vzorků. Při měnění je mezi změněnými vzorky, reprezentujícími synchronizační bitovou kombinaci, vložen nanejvýše druhý počet vzorků, který je podstatně menší než je uvedený první počet vzorků. Zařízení obsahuje kodér, například modulátor sigma-delta (20), pro kódování informačního signálu (x), zahrnující zpětnovazební smyčku pro řízení kódování, prostředky uvnitř uvedené zpětnovazební smyčky kodéru pro měnění zvolených vzorků kódovaného signálu pro reprezentování doplňkových dat, například vodoznaku W, a synchronizační bitové kombinace S, přičemž změněné vzorky reprezentují doplňková data, vzájemně oddělovaná nejméně prvním počtem vzorků. Uvedené prostředky pro měnění jsou uspořádány pro vzájemné oddělování změněných vzorků, reprezentujících synchronizační bitovou kombinaci S, nanejvýše druhým počtem vzorků, který je podstatně menší, než je uvedený první počet vzorků.



Způsob vkládání doplňkových dat do informačního signálu, zařízení pro jeho provádění, informační signál a nosič dat

Oblast techniky

Vynález se týká způsobu a zařízení pro vkládání doplňkových dat do informačního signálu. Informační signál je kódován kóděrem, obsahujícím zpětnovazební smyčku. Zvolené vzorky kódovaného signálu se mění ve zpětnovazební smyčce tak, že reprezentují doplňková data a synchronizační bitovou kombinací. Modifikované vzorky, reprezentující doplňková data, jsou umístěny ve vzájemném odstupu o velikosti nejméně prvního počtu vzorků.

Dosavadní stav techniky

Existuje vzrůstající potřeba umísťování vodoznaků do audio a video signálů. Vodoznaky (watermarks) jsou doplňkové datové zprávy vložené do multimediálních užitečných informací, s výhodou neviditelně. Obsahují informaci například o zdroji nebo stavu dokumentů a audiovizuálních programů z hlediska autorských práv (copyright). Mohou být použity jako právní průkaz vlastníka autorského práva a umožňovat vysledování pirátství a podporovat ochranu duševního vlastnictví.

Známý způsob vkládání doplňkových dat do informačního signálu je definován v úvodním odstavci mezinárodní patentové přihlášky WO-A-98/33324. V tomto způsobu podle stavu techniky je vodoznaková kombinace vložena do audiosignálu s modulací (sigma-)delta. Vodoznak je vložen do kódovaného audiosignálu změněním jeho zvolených bitů. Například každý stý bit je nahrazen bitem vodoznakové kombinace. Měnění kódovaného audiosignálu se provádí uvnitř zpětnovazební smyčky

kodéru, takže se kompenzuje účinek změny v následujících kódovacích krocích.

Známy způsob je uvažován pro zaznamenávání vysoce kvalitního audiosignálu na audio verzi digitálního univerzálního disku (Digital Versatile Disk DVD). Použije se vzorkovací frekvence 2 822 400 Hz (64 x 44 1000) pro poskytnutí odstupu signálu od šumu 115 dB. K nahrazení každého stého bitu sigma-delta-modulovaného audiosignálu vodoznakovým bitem dojde za cenu zvýšení kvantizačního šumu o pouze 1 dB. To odpovídá rychlosti vodoznakových bitů okolo 28 000 bitů za sekundu.

Výše uvedená patentová přihláška W0-A-98/33324 také popisuje zařízení pro extrakci vodoznaku. Zařízení obsahuje dělicí člen a detektor synchronizace. Dělicí člen dělí bitovou rychlost počtem bitů, ležících mezi vodoznakovými bity (například 100, je-li každý stý bit signálu bit doplňkových dat). Detektor synchronizace mění fázi dělicího členu, až je v bitovém toku detekována synchronizační bitová kombinace (dále pro krátkost sync kombinace nebo synchronizační kombinace).

Bude zřejmé, že detektor synchronizace nutně obsahuje posuvný registr (nebo sériově-paralelní převodník) pro ukládání části bitového toku. Ve způsobu podle známého stavu techniky je synchronizační kombinace obsažena ve vodoznaku, t.j. bity synchronizační kombinace mají mezi sebou stejný počet bitů, jako vodoznakové bity. To vyžaduje v praxi dlouhý posuvný registr. Délka posuvného registru závisí na délce synchronizační kombinace a vzdálenosti mezi vodoznakovými

bity. Je-li každý M-tý bit signálu bit doplňkových dat a synchronizační kombinace obsahuje N bitů, musí být detektor synchronizace schopen uložení $(N-1) \cdot M + 1$ bitů.

Německá patentová přihláška DE-A-37 17 315 podrobněji popisuje takový známý detektor synchronizace. V této publikaci je každý patnáctý bit signálu doplňkový bit a synchronizační kombinace je čtyřbitové slovo. V souladu s tím obsahuje sériově-paralelní převodník (vztahová značka 5 na obr.2 spisu DE-A-37 17 315) 46 bitů.

Podstata vynálezu

Vynález si klade za úkol vytvořit způsob vkládání doplňkových dat do informačního signálu, který by dovoľoval extrakci doplňkových dat efektivnějším způsobem.

K tomuto účelu se způsob podle vynálezu vyznačuje tím, že se při měnicím kroku změnéné vzorky, reprezentující synchronizační bitovou kombinaci, od sebe oddělovány nanejvýše druhým počtem vzorků, který je podstatně menší, než je první počet vzorků.

Délka posuvného registru v detektoru synchronizace se nyní určuje délkou synchronizační kombinace a druhým počtem bitů. Uvedený druhý počet může být zvolen jako nezávislý na prvním počtu a může být libovolně malý nebo i nulový. V posledním případě jsou bity synchronizační kombinace po sobě následující bity kódovaného signálu. Délka posuvného registru potom odpovídá délce synchronizační kombinace.

Podle výhodného provedení vynálezu je synchronizační

bitová kombinace bitová kombinace, která v typickém případě není generována kóděrem. Modulátor sigma-delta, který je například uvažován pro zaznamenávání vysoce kvalitního audio záznamu na DVD, vytváří bitový tok s vysokofrekvenční kombinací nul a jedniček. Modulátor zkouší střídat co možná nejrychleji výstupní bity, aby se kvantizační chyby přesunuly ven ze zvukového pásma. V typickém případě modulátor sigma-delta nevytváří velký počet jedniček, následovaných velkým počtem nul. Například bitová kombinace 11110000 nebyla nalezena v záznamech hudby. Nutí-li se modulátor generovat takovou atypickou nebo necharakteristickou kombinaci ve zpětnovazební smyčce, vede to k tomu, že modulátor rychle změni bitový tok na výše uvedenou vysokofrekvenční kombinaci. Taková atypická kombinace je výborným kandidátem na vytváření synchronizační kombinace.

Přehled obrázků na výkresech

Vynález je blíže vysvětlen v následujícím popisu na příkladech provedení s odvoláním na připojené výkresy, ve kterých znázorňuje obr.1, který znázorňuje schema zařízení pro vkládání doplňkových dat do informačního signálu podle vynálezu, obr.2 schema modulátoru sigma-delta podle vynálezu a obr.3 až 6 tvarové průběhy pro vysvětlení práce zařízení, znázorněného na obr.2.

Příklady provedení vynálezu

Obr.1 znázorňuje celkové schema zařízení pro vkládání doplňkových dat do informačního signálu podle vynálezu. Zařízení obsahuje predikční kódér 1, měnicí obvod 2 a řídicí obvod 3.

Predikční kódér 1 přijímá (analogový nebo digitální)

vstupní signál x a obsahuje odečítačku 11 pro odečítání predikčního signálu \hat{x} od vstupního signálu x . Takto získaný chybový signál e a predikce je veden do kódovacího členu 12. Predikční kodér dále obsahuje zpětnovazební dráhu pro získání predikčního signálu \hat{x} , včetně dekódovacího členu 13, sčítačky 14 a zpožďovacího členu 15. V oboru jsou známá různá provedení predikčního kodéru 1, jako modulátory delta, modulátory sigma-delta, diferenciální pulsní kódové modulátory nebo MPEG video-kodéry.

Měnicí obvod 2 přijímá kódovaný chybový signál y a je uzpůsoben pro měnění zvolených vzorků tohoto signálu. Měnicí obvod je umístěn mezi kódovacím členem 12 a zpětnovazební dráhou 13-15, t.j. uvnitř smyčky kodéru 1. Predikční signál \hat{x} je tak odvozen z měněného kódovaného signálu místo z nemodifikovaného kódovaného signálu y . Jakákoli kódovací "chyba", zavedená měnicím členem 2, je tak vedena zpět do kódovacího členu 12, což má za následek, že se po té kódovací chybě kóduje, takže je tento účinek kompenzován.

Změněný kódovaný signál z je veden do přijímače nebo je uložen na neznázorněném datovém nosiči. Je důležité poznamenat, že přijímač může nebo nemusí obsahovat zařízení pro extrakci doplňkových dat. Běžný přijímač, který nemá takové zařízení, musí být schopný dekódovat a reprodukovat změněný kódovaný signál. Doplňková data tak musí být vložena způsobem, který nepřekáží. Přijímače pro dekódování a reprodukci kódovaného signálu z z kodérů, jak je znázorněno na obr.1, jsou obecně shodná se zpětnovazební dráhou (13-15) kodérů a nejsou proto samostatně znázorněny.

Vynález bude blíže vysvětlen s odvoláním na obr.2, znázorňující zařízení pro vkládání doplňkových dat do signálu s modulací sigma-delta. Zařízení obsahuje běžný sigma-delta modulátor 20, obsahující odečítačku 21, smyčkový filtr 22, detektor 23 polarity a zpětnovazební dráhu 24. Odečítačka 21 odečítá kódovaný výstupní signál z , (mající úroveň $+1V$ nebo $-1V$) od výstupního signálu x . Rozdílový signál d je filtrován filtrem 22. Filtrovaný signál f je přiváděn k detektoru 23 polarity, který vytváří, při rychlosti určované neznázorněnou vzorkovací frekvencí f_s , výstupní bit "1" ($+1V$) pro $f > 0$ nebo "0" ($-1V$) pro $f < 0$.

Měnicí obvod 2 je zapojený mezi detektorem 23 polarity a zpětnovazební dráhou 24. V odezvě na řídicí signál c , přiváděný řídicím obvodem 3, nahrazuje měnicí obvod (multiplexor) zvolené bity kódovaného signálu y vodoznakovým bitem w_i nebo bitem synchronizační kombinace s_j . Vodoznak W a synchronizační kombinace S jsou uloženy v odpovídajících registrech 301 a 302 řídicího obvodu 3. Práce řídicího obvodu bude zřejmá z následujícího popisu.

Obr.3 znázorňuje tvarové průběhy pro vysvětlení práce zařízení, jestliže je měnicí obvod 2 nečinný. Konkrétněji obrázek znázorňuje vstupní signál x a výstupní signál z (který je stejný, jako kódovaný signál y , protože měnicí obvod je nečinný). Modulátor sigma-delta vytváří kladnější vzorky, když se vstupní signál zvětšuje. Jak obrázek ukazuje, je vstupní napětí $-0,5 V$ kódováno jako bitová posloupnost 0001 (tři impulsy $-1V$ a jeden impuls $+1V$), a vstupní napětí $+0 V$ je kódováno jako vysokofrekvenční bitová kombinace 01010 (prostrídáné $-1V$ a $+1V$ impulsy), a vstupní napětí

+0,5 V je kódováno jako bitová posloupnost 1110 (tři impulsy +1 V a jeden impuls -1 V). Je důležité poznamenat, že dvojice dlouhých sledů sestávajících z nul a dlouhých sledů sestávajících z jedniček se nevyskytují.

Bitový tok z se dekóduje na neznázorněném přijímacím konci přetvarováním přijímaných impulsů, a tím, že se nechají procházet dolní propustí. Ve zjednodušeném příkladě se signál demoduluje zprůměrováním 13 vzorků bitového toku. Demodulovaný signál x' je taktéž znázorněn na obr.3, až na časové zpoždění vyvolávaného uvedeným zpracováním dolní propustí. Demodulovaný signál x' je tak časově synchronizován s vstupním signálem.

Obr.4 znázorňuje tvarové průběhy pro vysvětlení práce zařízení, jestliže je měnicí obvod 2 aktivní. V daném příkladě byl vzorek 30 (obr.3) "-1" modulátoru sigma-delta nahrazen vzorkem 40 "+1" tak, že reprezentuje vodoznakový bit $w_i=1$. Jelikož změna je vedena zpět na vstup, bude negativní účinek změny následně kompenzován kódovacím členem. Část kódovaného signálu z , bezprostředně následující po bitu 40 doplňkových dat, se tak odlišuje od odpovídající části, znázorněné na obr.3. Demodulovaný signál x' na obr.4 je tak v souladu s tím odpovídajícím způsobem odlišný od stejného signálu na obr.3. Je třeba si povšimnout toho, že časová synchronizace na obrázcích působí rozdíl, který se stane zřejmý již před tím, než se vloží bit doplňkových dat. Jak ukazují obr.3 a 4, jsou příslušné části demodulovaného signálu označeny 31 a 41.

Jak bude zřejmé z obr.3 a 4, je rozdíl v praxi sotva

postřehnutelný. Modulátor sigma-delta pro kódování vysoce kvalitních audio signálů při vzorkovací rychlosti $f_s=2\ 822\ 400$ Hz ($64 \times 44\ 100$) má odstup signálu od šumu 115 dB. Bylo zjištěno, že nahrazením jednoho vzorku na 100 vzorků se kvantizační šum zvýší pouze o 1 dB. Je třeba si povšimnout toho, že dlouhé sledy samých nul a dlouhé sledy samých jedniček se nevyskytují ani po tom, co byla vložen bit doplňkových dat. Právě tato vlastnost dovoluje, aby synchronizační kombinace, která se má vkládat do bitového toku, byla na přijímacím konci spolehlivě detekovaná.

Bity s_j synchronizační kombinace S se vkládají stejným způsobem. Podle vynálezu je tak vzdálenost mezi po sobě následujícími synchronizačními bity s_j podstatně kratší, než je vzdálenost mezi po sobě následujícími bity w_i vodoznaku W . Obr.5 znázorňuje zjednodušený příklad takto získaného bitového toku audiosignálu. V tomto příkladě je každý desátý bit bitového toku vodoznakový bit w_i . Mezi vodoznakovými bity tak leží vždy 9 bitů audio signálu. Pro identifikování poloh vodoznakových bitů v bitovém toku, a popřípadě také pro identifikování prvního bitu w_0 rámce vodoznakové zprávy, je v bitovém toku uložena synchronizační kombinace S , obsahující 6 bitů $s_0 \dots s_5$. V daném příkladě leží mezi synchronizačními bity s_j pouze 1 audio bit. Bity vložených dat jsou na obrázku vyšrafovány.

Detektor synchronizace (neznázorněný, protože takový detektor je sám o sobě znám, mimo jiné z německé patentové přihlášky DE-A-37 17 315) obsahuje posuvný registr, který ve znázorněném příkladě kryje okno $5 \cdot 2 + 1 = 11$ bitů. V prohledávacím módu detektoru synchronizace je detektor synchronizace

staktován s bitovou rychlostí kanálových bitů. Jestliže okno obsahuje bitovou kombinaci \underline{s} v její první, třetí, ..., jedenácté bitové poloze, byla detekována synchronizační kombinace. Toto je označeno na obr.5 oknem 50. V odezvě na to detektor synchronizace provede závěs a spouštění čítače pro dělení deseti, aby se tím identifikovaly polohy vodoznakových bitů w_i . Je třeba poznamenat, že jestliže jsou synchronizační bity s_j částí vloženého vodoznaku, jak je navrhováno dle stavu techniky, t.j. jsou také oddělovány devíti audio bity, měl by být posuvný registr schopný obsáhnout $5 \cdot 10 + 1 = 51$ bitů. V praxi by byl posuvný registr, například pro sigma-delta-modulovaný audio signál, mající vodoznakové bity oddělované 100 nebo i 1000 bity a mající dlouhou synchronizační kombinaci, příliš velký.

Jak je znázorněno na obr.5 dalším oknem 51, nelze vyloučit, že synchronizační kombinace je také přítomná kdekoliv v bitovém toku. Najde-li se tato kombinace při vyhledávacím módu, dojde k chybnému závěsu detektoru synchronizace a vodoznak nebude správně extrahován. Pro zlepšení spolehlivosti jsou synchronizační kombinace a vzdálenost mezi synchronizačními bity zvoleny tak, že bude nepravděpodobné, že se takový chybný závěs objeví.

Jak bylo uvedeno výše s odvoláním na popis obr.3 a 4, nevyskytují se v sigma-delta-modulovaném signálu dvojice dlouhých sledů nul a dlouhých sledů jedniček. Objeví-li se sled jedniček, bude mít následující sled nul zpravidla odlišnou délku (a obráceně). Dvojice sledů jedniček a v podstatě stejného sledu nul jsou označovány jako atypické nebo necharakteristické kombinace. Příklady sigma-delta modulova-

ných audio signálů jsou 1111000, 11110000, 111100000, 1111100000 a jejich obrácené verze. Nebyly zjištěny v ukázkách reálného audio signálu. V přednostním provedení vynálezu je taková atypická kombinace vložena do bitového toku pro tvorbu synchronizační kombinace S.

Obr.6 znázorňuje tvarové průběhy pro vysvětlení práce zařízení, jestliže je do bitového toku vložena synchronizační kombinace 111000 (znázorněná vztahovou značkou 60). Na obrázku jsou znázorněny stejné tvarové průběhy jako na obr.3 a 4. Jak je znázorněno na obrázku, je značně ovlivněn demodulovaný signál x' . Jde však o zjednodušený příklad. Bylo zjištěno, že tato deformace je v praxi sotva pozorovatelná.

V případě potřeby může být zmírněn negativní účinek vkládání synchronizační kombinace. Například může být jeden nebo více předchozích bitů "před-modifikovaných" tak, že se zmenší chyba. Toho se dosáhne předvídaním, která "před-modifikace" vyvolá nejlepší kódovací kvalitu. Toto bylo navrženo v nezveřejněné evropské patentové přihlášce č.97204056.2 (PHN 16 669) stejného přihlašovatele. Alternativou je zhodnotit negativní účinek vkládání synchronizační kombinace v podmínkách například odstupu signálu od šumu, a odložit vkládání synchronizační kombinace, až se zjistí bitový tok, v němž je odstup signálu od šumu shledán jako přijatelný.

Je možné shrnout, že je navrženo zařízení pro vkládání doplňkových dat (například vodoznaku W) do informačního signálu (x). V provedení vynálezu zařízení obsahuje obvyklý

modulátor 20 sigma-delta pro kódování audio signálu x , a měnicí prostředek 2 pro periodické nahrazování bitu kódovaného signálu y vodoznakovým bitem w_i . Stejným způsobem se vkládá do signálu synchronizační kombinace s . Synchronizační bity s_i se vkládají v menší vzdálenosti než vodoznakové bity. S výhodou je synchronizační kombinace vytvořena jako kombinace přilehlých bitů, které nejsou typicky generovány kóděrem. Pro modulátor sigma-delta je taková kombinace sled jedniček, následovaný v podstatě stejně dlouhým sledem nul, nebo naopak.

P A T E N T O V É N Á R O K Y

1. Způsob vkládání doplňkových dat do informačního signálu, při kterém se

- kóduje informační signál pomocí kodéru, obsahujícího zpětnovazební smyčku pro ovládání kódování,
- v uvedené zpětnovazební smyčce kodéru se mění zvolené vzorky kódovaného signálu pro reprezentování uvedených doplňkových dat a synchronizační bitové kombinace, přičemž změněné vzorky, reprezentující doplňková data, jsou od sebe oddělovány nejméně prvním počtem vzorků, vyznačený tím, že při měnění jsou změněné vzorky, reprezentující synchronizační bitovou kombinaci, oddělovány nanejvýše druhým počtem vzorků, který je podstatně menší, než je uvedený první počet vzorků.

2. Způsob podle nároku 1, vyznačený tím, že změněné vzorky, reprezentující synchronizační bitovou kombinaci, jsou po sobě následující vzorky změněného kódovaného signálu.

3. Způsob podle nároku 1 nebo 2, vyznačený tím, že synchronizační bitová kombinace je bitová kombinace, která typicky není generována kodérem.

4. Způsob podle nároku 1, 2 nebo 3, vyznačený tím, že kodér je modulátor sigma-delta.

5. Způsob podle nároku 4, vyznačený tím, že synchronizační bitová kombinace je dvojice sledu jedniček a v podstatě stejně dlouhého sledu nul.

6. Způsob podle nároku 4 nebo 5, vyznačený tím, že synchronizační bitová kombinace je 1111000, 11110000, 1111100000 nebo její obrácená verze.

7. Zařízení pro vkládání doplňkových dat do informačního signálu, obsahující

- kodér pro kódování informačního signálu, zahrnující zpětnovazební smyčku pro řízení kódování,
- prostředky uvnitř uvedené zpětnovazební smyčky kodéru pro měnění zvolených vzorků kódovaného signálu pro reprezentování doplňkových dat a synchronizační bitové kombinace, přičemž změněné vzorky reprezentují doplňková data, vzájemně oddělovaná nejméně prvním počtem vzorků, vyznačené tím, že uvedené prostředky pro měnění jsou uspořádány pro vzájemné oddělování změněných vzorků, reprezentujících synchronizační bitovou kombinaci, nanejvýše druhým počtem vzorků, který je podstatně menší, než je uvedený první počet vzorků.

8. Informační signál, kódovaný kodérem, přičemž zvolené vzorky informačního signálu jsou změněny pro reprezentování vložených doplňkových dat a synchronizační bitové kombinace, přičemž změněné vzorky, reprezentující doplňková data, jsou umístěny ve vzájemném odstupu rovném nejméně prvnímu počtu vzorků,

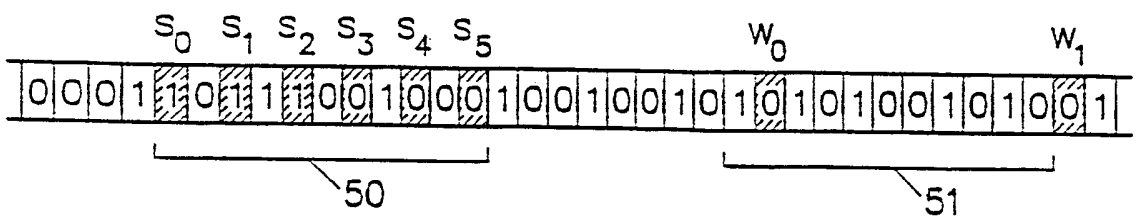
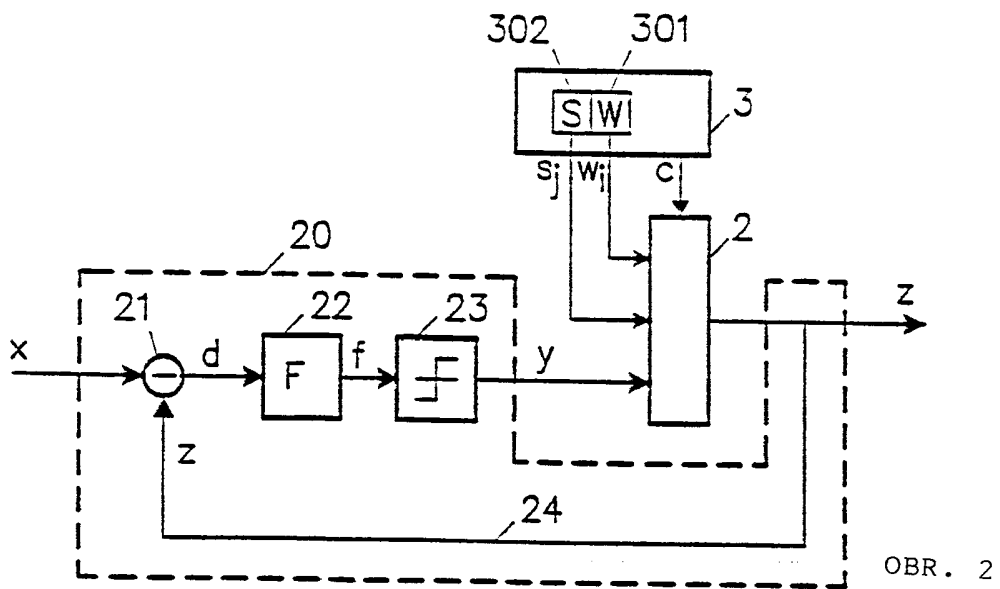
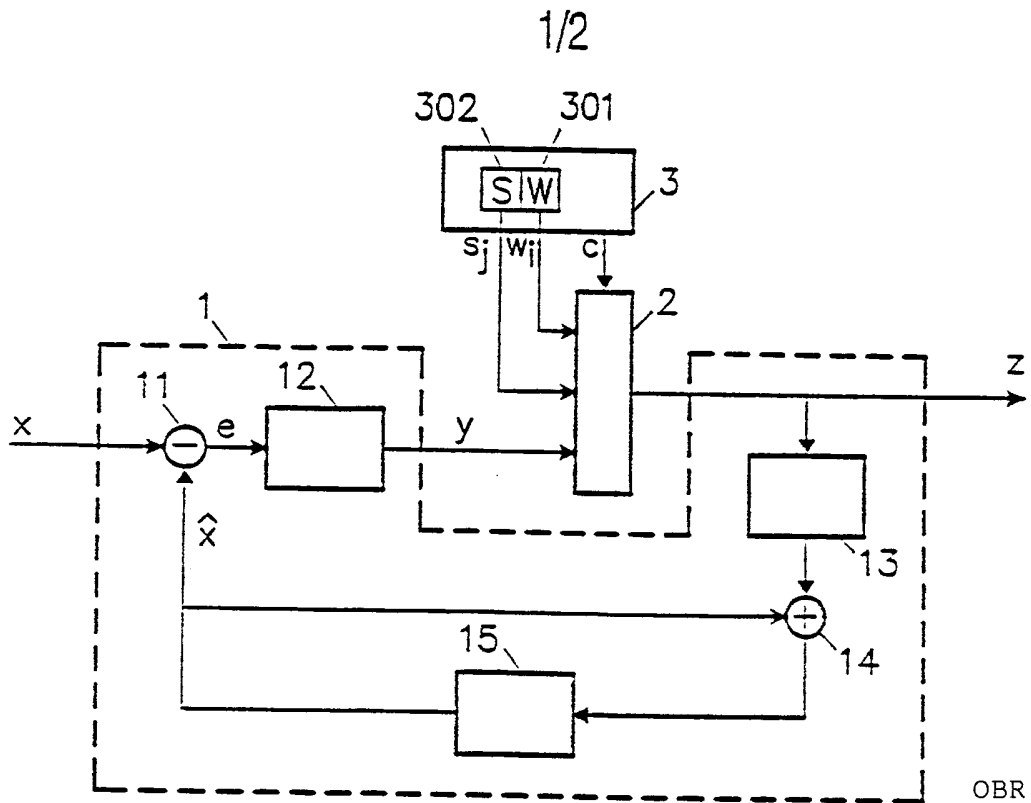
vyznačený tím, že změněné vzorky, reprezentující synchronizační bitovou kombinaci, jsou umístěny ve vzájemném odstupu nanejvýše odpovídajícím druhému počtu vzorků, který je podstatně menší, než první počet vzorků.

9. Signál podle nároku 8, vyznačený tím, že synchronizační bitová kombinace je kombinace po sobě následujících vzorků, která typicky není generována kódérem.

10. Signál podle nároku 8, vyznačený tím, že informační signál je sigma-delta-modulovaný audio signál a synchronizační bitová kombinace je dvojice sledu jedniček a v podstatě stejně dlouhého sledu nul.

11. Nosič dat se zaznamenaným signálem podle kteréhokoli z nároků 8 až 10.

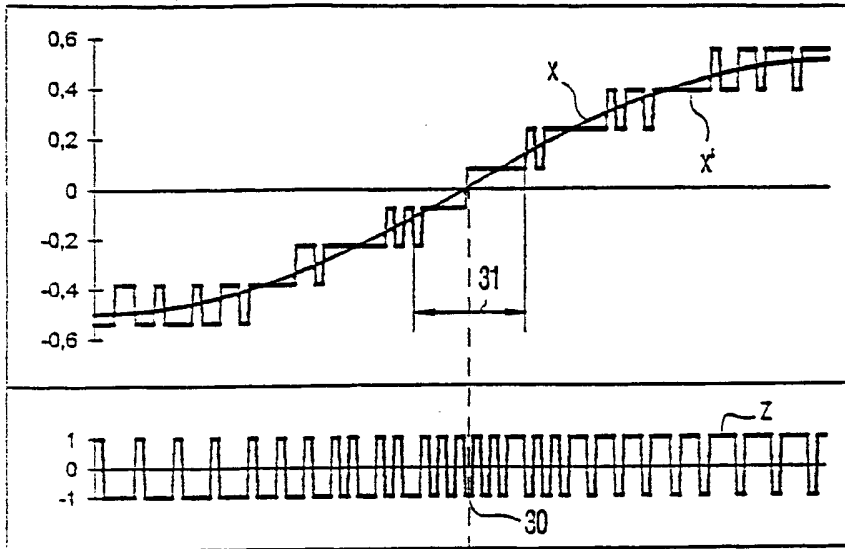
01.09.00



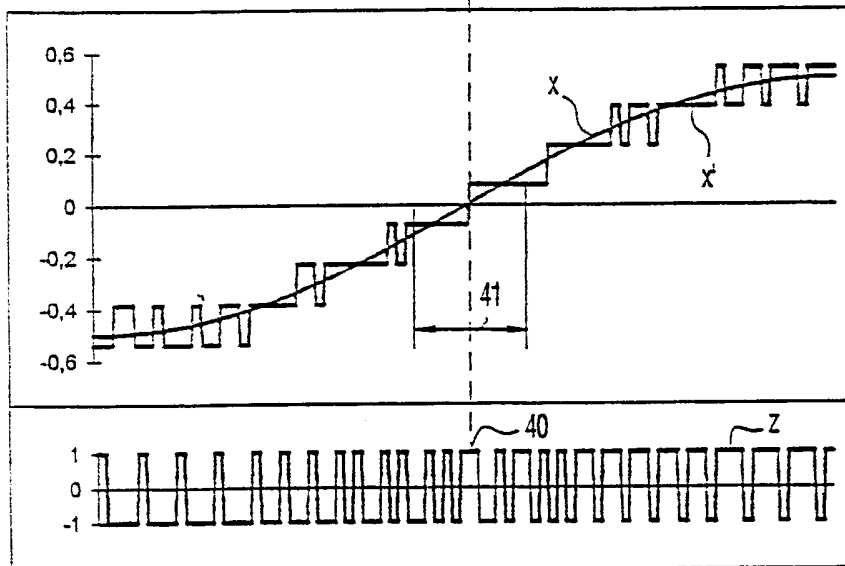
OBR. 5

01.09.00

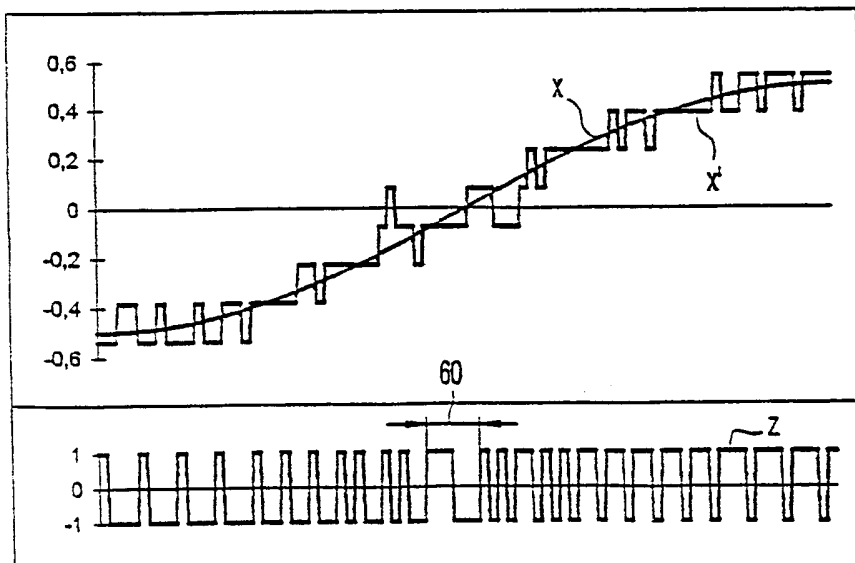
2/2



OBR. 3



OBR. 4.



OBR. 6