

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(21) Číslo dokumentu:
2001 - 4166

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **22.05.2000**
(32) Datum podání prioritní přihlášky: **25.05.1999**
(31) Číslo prioritní přihlášky: **1999/318045**
(33) Země priority: **US**
(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **17.04.2002**
(Věstník č. 4/2002)
(86) PCT číslo: **PCT/US00/14057**
(87) PCT číslo zveřejnění: **WO00/72309**

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl. ⁷:

G 10 L 19/00
H 04 L 9/00
H 04 H 9/00

(71) Přihlašovatel:
ARBITRON INC., Columbia, MD, US;

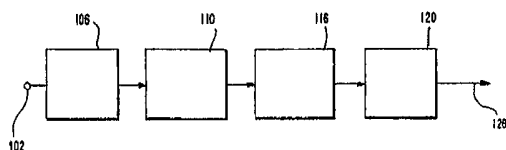
(72) Původce:
Neuhauser Alan R., Silver Spring, MD, US;
Lynch Wendell D., Silver Spring, MD, US;
Jensen James M., Columbia, MD, US;

(74) Zástupce:
Čermák Karel Dr., Národní třída 32, Praha 1, 11000;

(54) Název přihlášky vynálezu:
Systém a způsob dekódování alespoň jednoho symbolu zprávy

(57) Anotace:

Systém a způsob jsou určeny pro dekódování symbolu zprávy v audiosignálu. tento symbol zprávy je přestavován prvním kódovým symbolem a druhým kódovým symbolem, navzájem časově posunutými. Hodnoty představující kódové signály se v kroku (116) shromažďují a shromážděné hodnoty se v kroku (120) přezkušují na zjištění symbolu zprávy. Systém obsahuje prostředky pro příjem prvního a druhého kódového symbolu, prostředky pro shromažďování první hodnoty signálu a druhé hodnoty signálu a prostředky pro přezkoušení shromážděných hodnot signálu.



CZ 2001 - 4166 A3

01-3389-01-Če

System a způsob dekódování alespoň jednoho symbolu zprávy

Oblast techniky

Vynález se týká systému pro dekódování alespoň jednoho symbolu zprávy představovaného množstvím kódových symbolů v audiosignálu. Vynález se dále týká způsobu tohoto dekódování.

Dosavadní stav techniky

Existují různé motivace pro permanentní neboli nevymazatelné začlenění informativních signálů do audiosignálů, neboli zvukových signálů, které je označováno jako „vodotisk“. Takový zvukový vodotisk může u takto označených audiosignálů udávat například autorství, obsah, původ, existenci autorského práva nebo podobně. Alternativně je možno začlenit do audiosignálů i jiné informace, které se týkají buď signálu samotného nebo se ho netýkají. Informace může být začleněna do audiosignálu za různým účelem, jako je identifikace nebo adresa nebo příkaz, které se týkají nebo netýkají samotného signálu.

Existuje značný zájem o kódování audiosignálů informacemi pro vytváření kódovaných audiosignálů, které mají v podstatě stejné charakteristiky vnímavosti jako původní nekódované audiosignály. Dosud známé úspěšné techniky využívají psychoakustického maskovacího efektu lidského sluchového systému, přičemž určité zvuky jsou pro lidské ucho nevnímání, když jsou přijímány spolu s jinými zvuky.

Jedno zvlášť úspěšné využití psychoakustického maskovacího efektu je popsáno v patentech US 5,450,490 a 5,764,763 (Jensen a kol.), kde je informace představována vícefrekvenčním kódovým signálem, který je začleněn do audiosignálu na základě schopnosti maskování audiosignálu. Kódovaný audiosignál je vhodný pro rádiové vysílání a příjem stejně jako pro záznam a reprodukci. Při příjmu takového audiosignálu se tento audiosignál zpracuje pro zjištění přítomnosti vícefrekvenčního kódového signálu. Někdy se v přijmutém audiosignálu zjistí pouze část vícefrekvenčního kódového signálu, například určitý počet jednotlivých frekvenčních kódových komponent, vložených do původního audiosignálu. Jestliže je zjištěn dostatečný počet kódových komponent, je možno získat informativní signál samotný.

Všeobecně vyjádřeno, akustický signál, který má malou amplitudu, bude mít pouze minimální kapacitu, jestli vůbec nějakou, pro akustické maskování informativního signálu. Takové akustické signály s malou amplitudou mohou nastat při přestávce v konverzaci, při mezihře v hudbě, nebo dokonce při určitých typech hudby. V průběhu dlouhé periody malých amplitud může být obtížné začlenit kódový signál do audiosignálu, aniž by se nezpůsobilo odlišení kódovaného audiosignálu od původního signálu akusticky vnímatelným způsobem.

Dalším problémem je výskyt praskání při přenosu nebo reprodukci kódovaných audiosignálů. Praskání se mohou jevit jako občasné poruchy ovlivňující souvislé signály. Takové poruchy jsou v podstatě nepředvídatelné a podstatně ovlivňují obsah kódovaného audiosignálu. Praskání obvykle vzniká při poruše v přenosovém kanálu nebo reprodukčním zařízení v důsledku velkých externích zásahů, jako je překrývání signálů z různých přenosových kanálů, výskyt výkonových špiček systému, přerušení při normální činnosti,

kontaminování šumem (záměrně nebo jinak) a podobně. V přenosovém systému mohou tyto okolnosti způsobit to, že část přenášených kódovaných audiosignálů nemůže být vůbec přijmuta nebo se podstatně změní. Kódovaný signál nemůže být znovu vyslán, ovlivněná část kódovaného audiosignálu může být zcela nezískatelná, přičemž jiné změny kódovaného audiosignálu mohou způsobit, že v něm vložený informativní signál je nezjistitelný. V mnoha případech, jako je rádiové a televizní vysílání, je přenos kódovaných audiosignálů v reálném čase jednoduše neproveditelný.

V systémech pro akustickou reprodukci audiosignálů zaznamenaných na nosičích může mnoho faktorů způsobit praskání v reprodukováném akustickém signálu. Všeobecně nepravidelnosti v záznamových nosičích, způsobené poškozením, překážkami nebo opotřebením, způsobí to, že určité části zaznamenaných audiosignálů jsou nereprodukovatelné nebo při reprodukci jsou podstatně změněny. Rovněž nesprávné nastavení záznamového nebo reprodukčního mechanismu vůči záznamovému médiu nebo rušení tímto mechanismem může způsobit poruchy praskáním při akustické reprodukci zaznamenaných audiosignálů. Rovněž akustická omezení reproduktoru, stejně jako akustické charakteristiky posluhačského prostředí, mohou znamenat prostorové nepravidelnosti v rozvádění akustické energie. Tyto nepravidelnosti mohou způsobit praskání v přijímaných akustických signálech negativně působící při získávání kódů.

Úkolem vynálezu proto je vytvořit systém a způsob zjišťování kódových symbolů v audiosignálech, jimiž se odstraní výše uvedené nedostatky způsobené periodami signálů s malou amplitudou a praskáním.

Dalším úkolem vynálezu je vytvořit systém a způsob zajišťující spolehlivou činnost za nepříznivých podmínek.

Ještě dalším úkolem vynálezu je vytvořit robustní systém a způsob.

Podstata vynálezu

Uvedený úkol splňuje podle jednoho aspektu systém pro dekódování alespoň jednoho symbolu zprávy představovaného množstvím kódových symbolů v audiosignálu, který je proveden s prostředky pro příjem prvního a druhého kódového symbolu představujících společný symbol zprávy, přičemž první a druhý kódový symbol jsou v audiosignálu časově posunuty, s prostředky pro shromažďování první hodnoty signálu představující první kódový symbol a druhé hodnoty signálu představující druhý kódový symbol, a s prostředky pro přezkoušení shromážděných první a druhé hodnoty signálu pro zjištění společného symbolu zprávy.

Uvedený úkol splňuje podle dalšího aspektu systém pro dekódování alespoň jednoho symbolu zprávy představovaného množstvím kódových symbolů v audiosignálu, který je proveden se vstupním zařízením pro příjem prvního a druhého kódového symbolu představujících společný symbol zprávy, přičemž první a druhý kódový symbol jsou v audiosignálu časově posunuty, a s digitálním procesorem spojeným se vstupním zařízením pro příjem dat ze vstupního zařízení představujících první a druhý kódový symbol, přičemž digitální procesor je naprogramován pro shromažďování první hodnoty signálu představující první kódový symbol a druhé hodnoty signálu představující druhý kódový symbol, a přičemž digitální procesor je dále naprogramován pro přezkoušení

shromážděných první a druhé hodnoty signálu pro zjištění společného symbolu zprávy.

U určitých provedení se první a druhá hodnota signálu shromáždí uložením těchto hodnot odděleně do paměti a společný symbol zprávy se zjistí přezkoušením obou odděleně uložených hodnot. První a druhá hodnota signálu mohou představovat hodnoty signálu odvozené z mnoha jiných hodnot signálu, jako jsou hodnoty jednotlivých frekvenčních komponent kódu, nebo jediná hodnota kódu, jakou je měření velikosti jediné frekvenční komponenty kódu. Odvozená hodnota může být dále získána jako lineární kombinace více hodnot signálu, například sčítáním vážených nebo nevážených hodnot, nebo jako jejich nelineární funkce.

U dalších provedení se první a druhá hodnota signálu shromáždí vytvořením třetí hodnoty signálu odvozené z první a druhé hodnoty. Třetí hodnota signálu je u některých provedení odvozena lineární kombinací první a druhé hodnoty signálu, například jejich váženým nebo neváženým sečtením, nebo jako jejich nelineární funkce.

Přehled obrázků na výkresech

Další úkoly, znaky a výhody řešení podle vynálezu vyplynou z následujícího podrobného popisu určitých výhodných provedení podle přiložených výkresů, na nichž jsou stejné komponenty označeny stejnými vztahovými značkami, přičemž

obr. 1 znázorňuje funkční blokové schéma kódovacího zařízení,

obr. 2 tabulku pro vysvětlení metodiky kódování informace v audiosignálu,

obr. 3A, 3B, 3C schematicky diagramy ilustrující metodiku kódování audiosignálu,

obr. 4 další tabulku vysvětlující metodiku kódování informace v audiosignálu,

obr. 5 blokové schema víceúrovňového kódovacího systému pro kódování audiosignálu,

obr. 6 funkční blokové schema osobního přenosného měřicího zařízení,

obr. 7 funkční blokové schema dekódovacího zařízení,

obr. 8 vývojový diagram ilustrující metodiku vyhledávání informativního kódu z kódovaného audiosignálu,

obr. 9 schematicky diagram kruhové vyrovnávací paměti odstavu signálu od šumu použité při provádění metodiky z obr. 8 a

obr. 10 vývojový diagram ilustrující další metodiku vyhledávání informativního kódu z kódovaného signálu.

Příklady provedení vynálezu

Vynález se týká použití zvláště robustního kódování, které přeměňuje informaci na takzvané nadbytečné sledy kódových symbolů. U určitých provedení je každý kódový symbol představován sadou různých předem stanovených takzvaných jednofrekvenčních kódových signálů, to jest signálů o jediné frekvenci. U jiných provedení však mohou různé kódové symboly popřípadě sdílet určité jednofrekvenční kódové signály nebo mohou být vytvořeny metodikou, která nepřiděluje předem stanovené frekvenční komponenty danému symbolu. Nadbytečný sled symbolů se začlení do audiosignálů, aby vznikly kódované audiosignály, které posluchač nerozpozná, které je však možno získat.

Nadbytečný sled kódových symbolů je zvláště vhodný pro začlenění do audiosignálů, které mají nízkou maskovací kapacitu, jako jsou audiosignály s částmi s malou amplitudou nebo podobně. Nadbytečný sled kódových symbolů, když je začleněn do

audiosignálů, dále odolává degradaci praskáním, které občas ovlivňuje souvislé audiosignály. Jak již bylo uvedeno výše, takové poruchy mohou být výsledkem nedokonalého záznamu audiosignálu, reprodukce a/nebo procesů zaznamenávání, přenosu audiosignálů kanálem způsobujícím tlumení a/nebo šum, nepravidelnostmi v akustickém prostředí nebo podobně.

Pro získání zakódované informace se u určitých výhodných provedení kódované audiosignály přezkušují ve snaze zjistit přítomnost předem stanovených jednofrekvenčních kódových komponent. Při kódování nemusí být některé jednofrekvenční kódové komponenty začleněny do audiosignálů v určitých intervalech signálu vzhledem k nedostatečné maskovací schopnosti audiosignálů v těchto intervalech. Poruchy, které jsou obsaženy ve zkomolených částech kódovaných audiosignálů, mohou způsobit vymazání určitých kódových signálů z kódovaných audiosignálů nebo vložení chybných signálů, jako šumových, do kódovaných audiosignálů. To znamená, že přezkušování kódovaných audiosignálů je určeno spíše pro objevení hodně zkreslené verze původního sledu sad jednofrekvenčních kódových signálů, které představují informaci.

Jednofrekvenční kódové komponenty, které se získají, společně s chybnými přídatnými signály, které jsou mylně zjištěny jako kódové signály, se, když je to možné, zpracují pro rozpoznání původního sledu kódových symbolů. Detekce kódového signálu a zpracovávací operace jsou specificky upraveny pro využití účinku metodiky kódování. Výsledkem toho je, že zjišťování a metodika zpracování podle vynálezu poskytují lepší toleranci poruch.

Na obr. 1 je znázorněno funkční blokové schéma kodéru 10 audiosignálů. Kodér 10 provádí funkci 12 pro generování symbolů, která se provádí podle potřeby, dále funkci 14 pro generování sledu

symbolů, funkci 16 pro kódování symbolů, funkci 18 pro vyhodnocení/nastavení akustického maskovacího efektu a funkci 20 pro začleňování kódu do audiosignálu. Kodér 10 s výhodou obsahuje počítačový systém řízený softwarem. Počítač může být opatřen analogovým procesorem pro vzorkování analogového audiosignálu určeného ke kódování nebo může přijímat audiosignál přímo v digitální formě s opětovným vzorkováním nebo bez něj. Alternativně může kodér 10 obsahovat jednu nebo více komponent pro zpracování signálu.

Funkce 12 pro generování symbolů, když je použita, převede informativní signál do sady kódových symbolů. Tato funkce 12 pro generování symbolů může být prováděna s použitím paměťového zařízení, jakým je například polovodičová vymazatelná programovatelná permanentní paměť EPROM počítačového systému, v níž je předem uložena tabulka kódových symbolů vhodných pro indexování vůči informativnímu signálu. Příkladná tabulka pro převádění informativního signálu na kódový symbol pro určitá použití je znázorněna na obr. 2. Tato tabulka může být uložena v paměťovém zařízení pro pevný disk nebo v jiném vhodném paměťovém zařízení počítačového systému. Funkce 12 pro generování symbolů může být rovněž prováděna jednou nebo více oddělenými komponentami, jako je paměť EPROM a přidružená řídicí zařízení, prostřednictvím hradlového pole, s použitím specifického integrovaného obvodu nebo jiných vhodných zařízení či jejich kombinacemi. Funkce 12 pro generování symbolů může být rovněž prováděna jedním nebo více zařízeními, která rovněž provádějí jednu nebo více ze zbývajících funkcí, znázorněných na obr. 1.

Funkce 14 pro generování sledu symbolů formátuje symboly produkované funkcí 12 pro generování symbolů (nebo zaváděné přímo do kodéru 10) na nadbytečný sled kódových nebo informativních

symbolů. Jako součást procesu formátování se u některých provedení přidávají ke sledu kódových symbolů značky a/nebo synchronizační symboly. Nadbytečný sled kódových symbolů je proveden tak, aby byl zvláště odolný vůči praskání a procesům kódování audiosignálů. Další vysvětlení nadbytečných sledů kódových symbolů u určitých provedení bude provedeno dále ve spojení s rozbohem obr. 3A, 3B a 3C. Funkce 14 pro generování sledu symbolů se s výhodou provádí ve zpracovávacím zařízení, jakým je například mikroprocesor, nebo jednoúčelovým formátovacím zařízením, jakým je například pro daný případ specifický integrovaný obvod nebo hradlové pole, mnoha komponentami nebo kombinací předcházejících prostředků. Funkce 14 pro generování sledu symbolů může být rovněž prováděna jedním nebo více zařízeními, která rovněž provádějí jednu nebo více ze zbývajících funkcí, znázorněných na obr. 1.

Jak bylo uvedeno výše, provádí se funkce 14 pro generování sledu symbolů podle potřeby. Například je možno kódování provádět tak, že informativní signál se převádí přímo do předem stanoveného sledu symbolů bez provádění generování symbolů a generování sledu symbolů.

Každý symbol ze sledu symbolů tímto způsobem vytvořený se převádí funkcí 16 pro kódování symbolů na větší množství jednofrekvenčních kódových signálů. U některých výhodných provedení se funkce kódování symbolů provádí prostřednictvím paměťového zařízení počítačového systému, například polovodičovou pamětí EPROM, v níž jsou předem uloženy sady jednofrekvenčních kódových signálů, které odpovídají každému symbolu. Příkladná tabulka symbolů a odpovídajících sad jednofrekvenčních kódových signálů je znázorněna na obr. 4.

Alternativně mohou být sady kódových signálů uloženy v paměťovém zařízení pro pevný disk nebo v jiných vhodných paměťových zařízeních počítačového systému. Kódovací funkce může být rovněž prováděna jednou nebo více oddělenými komponentami, jakou je například paměť EPROM a přidružená řídicí zařízení, hradlovým polem, pomocí specifického integrovaného obvodu nebo jakéhokoli jiného vhodného zařízení nebo jejich kombinací. Kódovací funkce může být rovněž prováděna jedním nebo více zařízeními, která rovněž provádějí jednu nebo více ze zbývajících funkcí, znázorněných na obr. 1.

Alternativně může být kódovaný sled vytvořen přímo z informativního signálu bez provedení jednotlivých funkcí 12, 14 a 16.

Funkce 18 pro vyhodnocení/nastavení akustického maskovacího efektu určí kapacitu vstupního audiosignálu pro maskování jednofrekvenčních kódových signálů vytvořených funkcí 16 pro kódování symbolů. Na základě určení schopnosti maskování audiosignálů vytvoří funkce 18 pro vyhodnocení/nastavení akustického maskovacího efektu nastavovací parametry pro nastavení relativních velikostí jednofrekvenčních kódových signálů tak, že kódové signály budou učiněny neslyšitelnými lidským uchem, když budou začleněny do audiosignálu. Kde byl audiosignál vyhodnocen, že má nízkou maskovací schopnost, a to vzhledem k malé amplitudě nebo jiným charakteristickým veličinám signálu, mohou nastavovací parametry snížit velikosti určitých kódových signálů na extrémně nízkou úroveň nebo mohou tyto signály zcela vynulovat. Když se naopak vyhodnotí, že audiosignál má velkou maskovací kapacitu, může být tato kapacita využita vytvořením nastavovacích parametrů, které zvyšují velikosti příslušných kódových signálů. Kódové signály se zvětšenými velikostmi jsou všeobecně mnohem pravděpodobněji

odlišitelné od šumu, a tudíž zjistitelné dekódovacím zařízením. Další podrobnosti určitých výhodných provedení této funkce 18 pro vyhodnocení/nastavení akustického maskovacího efektu jsou uvedeny v patentech US 5,764,763 a 5,450,490 (Jensen a kol.), které mají název „Zařízení a způsoby pro vkládání kódů do audiosignálů a dekódování“ (Apparatus and Methods for Including Codes in Audio Signals and Decoding), na něž se zde uvádí odkaz.

U určitých provedení vytvoří funkce 18 pro vyhodnocení/nastavení akustického maskovacího efektu nastavovací parametry pro jednofrekvenční kódové signály, aby vznikly nastavené jednofrekvenční kódové signály. Tyto nastavené jednofrekvenční kódové signály se vloží do audiosignálu prostřednictvím funkce 20 pro začleňování kódů do audiosignálů. Alternativně dodá funkce 18 pro vyhodnocení/nastavení akustického maskovacího efektu do audiosignálu nastavovací parametry společně s jednofrekvenčními kódovými signály určené pro nastavení prostřednictvím funkce 20 pro začleňování kódů do audiosignálu. Ještě u dalších provedení se funkce 18 pro vyhodnocení/nastavení akustického maskovacího efektu zkombinuje s jednou nebo více funkcemi 12, 14 a 16 pro přímé vytvoření jednofrekvenčních kódových signálů s nastavenou velikostí.

U určitých provedení se funkce 18 pro vyhodnocení/nastavení akustického maskovacího efektu provádí ve zpracovávacím zařízení, jakým je například mikroprocesorový systém, které může rovněž provádět jednu nebo více z přídavných funkcí, znázorněných na obr. 1. Funkce 18 pro vyhodnocení/nastavení akustického maskovacího efektu může být provedena rovněž jednoúčelovým zařízením, jakým je například pro daný případ specifický integrovaný obvod nebo hradlové pole, nebo více oddělenými komponentami nebo kombinací uvedených prostředků.

Funkce 20 pro začleňování kódů do audiosignálů provádí kombinování jednofrekvenčních kódových komponent s audiosignálem pro vytvoření kódovaného audiosignálu. Při přímém provádění této činnosti funkce 20 pro začleňování kódů do audiosignálů jednoduše přidá jednofrekvenční kódové signály přímo k audiosignálu. Funkce 20 pro začleňování kódů do audiosignálu však může kódovými signály překrýt audiosignál. Alternativně může modulátor modifikovat amplitudy frekvencí v audiosignálu podle vstupu z funkce 18 pro vyhodnocení/nastavení akustického maskovacího efektu pro vytvoření kódového audiosignálu, který obsahuje upravené neboli nastavené kódové signály. Funkce 20 pro začleňování kódů do audiosignálů může být dále prováděna buď v časové doméně nebo frekvenční doméně. Funkce 20 pro začleňování kódů do audiosignálů může být prováděna pomocí přídavného obvodu nebo pomocí procesoru. Tato funkce 20 pro začleňování kódů do audiosignálů může být rovněž prováděna jedním nebo více výše popsanými zařízeními, která rovněž provádějí jednu nebo více ze zbývajících funkcí, znázorněných na obr. 1.

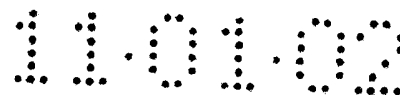
Jedna nebo více z funkcí 12 až 20 může být prováděna jediným zařízením. U určitých výhodných provedení jsou funkce 12, 14, 16 a 18 prováděny jediným procesorem a u jiných provedení provádí všechny funkce podle obr. 1 jediný procesor. Navíc dvě nebo více funkcí 12, 14, 16 a 18 může být prováděno pomocí jediné tabulky uložené ve vhodném paměťovém zařízení.

Na obr. 2 je znázorněn příklad převáděcí tabulky pro přeměnu informativního signálu na kódový symbol. Jak vyplývá ze znázornění, může informativní signál obsahovat informaci týkající se obsahu, parametrů nebo jiných údajů vztažených k příslušnému audiosignálu. Audiosignál může být například modifikován tak, aby obsahoval

neslyšitelnou skutečnost, že v audioprogramu je nárokováno autorské právo. To znamená, že jeden symbol, například symbol S_1 , může být použit pro označení toho, že v určitém díle je nárokováno autorské právo. Podobně může být specifickým symbolem S_2 označen autor nebo specifickým symbolem S_3 vysílací stanice. Symbolem S_4 může být označeno příslušné datum. Do informativního signálu může být samozřejmě vloženo mnoho dalších typů informací a převedených do příslušného symbolu. V těchto symbolech mohou být například zakódovány informace jako adresy, příkazy, šifrovací klíče atd. Pro vyjádření zvláštních typů informací mohou být použity sady nebo sledy symbolů, a to navíc k jednotlivým symbolům nebo místo nich. Podle ještě další alternativy může být celý jazyk symbolů proveden tak, aby představoval jakýkoli typ informativního signálu. Kódovaná informace se však rovněž nemusí audiosignálu vůbec týkat.

Na obr. 3A je znázorněno schema představující tok symbolů, které mohou být generovány funkcí 12 pro generování symbolů z obr. 1, zatímco obr. 3B a 3C znázorňují schematicky sledy symbolů, které mohou být vytvořeny funkcí 14 pro generování sledu symbolů z obr. 1 v reakci na tok symbolů z obr. 3A. Na obr. 3A, 3B a 3C jsou symboly S_1 , S_2 , S_3 , S_4 , označované také jako datové symboly, použity jako příklady pro ilustrování znaků podle vynálezu a nejsou nijak míněny jako omezení použitelnosti vynálezu. Například informace představovaná jedním nebo více ze symbolů S_1 , S_2 , S_3 , S_4 může být zvolena libovolně bez ohledu na informaci představovanou jedním nebo více jinými symboly.

Na obr. 3B je znázorněn příklad paměťové jednotky nadbytečného sledu symbolů představující vstupní sadu čtyř symbolů S_1 , S_2 , S_3 , S_4 . Paměťová jednotka začíná prvním segmentem zprávy označeným značkovacím symbolem S_A , následovaným čtyřmi symboly S_1 , S_2 , S_3 , S_4 , představujícími vstupní data, za čímž následují tři



opakující se segmenty zprávy, z nichž každý obsahuje značkovací symbol \underline{S}_B a čtyři symboly $\underline{S}_1, \underline{S}_2, \underline{S}_3, \underline{S}_4$. Pro mnoho použití je tato paměťová jednotka samotná dostatečně nadbytečná pro zajištění požadované úrovně funkční schopnosti. Alternativně může být tato paměťová jednotka samotná pro zvýšení funkční schopnosti zopakována. Paměťová jednotka může dále obsahovat více nebo méně než čtyři segmenty zprávy, přičemž tyto segmenty mohou mít rovněž více nebo méně než čtyři nebo pět symbolů.

Při zevšeobecnění tohoto příkladu je vstupní sada N symbolů $\underline{S}_1, \underline{S}_2, \underline{S}_3, \dots, \underline{S}_{N-1}, \underline{S}_N$ představována nadbytečným sledem symbolů obsahujícím symboly $\underline{S}_A, \underline{S}_1, \underline{S}_2, \underline{S}_3, \dots, \underline{S}_{N-1}, \underline{S}_N$ následované $(P-1)$ opakujícími se segmenty obsahujícími $\underline{S}_B, \underline{S}_1, \underline{S}_2, \underline{S}_3, \dots, \underline{S}_{N-1}, \underline{S}_N$. Tato paměťová jednotka může být například samotná opakována pro zvýšení funkční schopnosti. Sled symbolů v segmentech zprávy může být dále odlišný od segmentu k segmentu, pokud je dekodér uspořádán pro rozpoznávání odpovídajících symbolů v různých segmentech. Dále je možno použít různé značkovací symboly a jejich kombinace, přičemž polohy značek vůči symbolům představujícím data mohou být uspořádány různě. Sled může mít například tvar $\underline{S}_1, \underline{S}_2, \dots, \underline{S}_A, \dots, \underline{S}_N$ nebo formu $\underline{S}_1, \underline{S}_2, \dots, \underline{S}_N, \dots, \underline{S}_A$.

Na obr. 3C je znázorněn příklad výhodné paměťové jednotky s nadbytečným sledem symbolů představujícím vstupní sadu čtyř tak zvaných datových symbolů $\underline{S}_1, \underline{S}_2, \underline{S}_3, \underline{S}_4$ představujících vstupní data. Paměťová jednotka začíná značkovacím symbolem \underline{S}_A následovaným čtyřmi symboly $\underline{S}_1, \underline{S}_2, \underline{S}_3, \underline{S}_4$ představujícími vstupní data, načež je uveden další značkovací symbol \underline{S}_B , následovaný symboly $\underline{S}_{(1+\delta)\text{mod } M}, \underline{S}_{(2+\delta)\text{mod } M}, \underline{S}_{(3+\delta)\text{mod } M}, \underline{S}_{(4+\delta)\text{mod } M}$, kde M je počet různých symbolů v sadě symbolů, která je k dispozici, a δ je posunutí, které má hodnotu mezi 0 a M . U výhodného provedení je posunutí δ zvoleno

jako kontrolní součet CRC. U ještě dalších provedení se hodnota posunutí δ čas od času mění pro kódování přídatné informace do zprávy. Mění-li se například posunutí δ od 0 do 9, může být v tomto posunutí devět různých informací.

Při zevšeobecnění tohoto příkladu je vstupní sada N symbolů $S_1, S_2, S_3, \dots, S_{N-1}, S_N$ představována nadbytečným sledem symbolů obsahujícím symboly $S_A, S_1, S_2, S_3, \dots, S_{N-1}, S_N, S_B, S_{(1+\delta) \bmod M}, S_{(2+\delta) \bmod M}, S_{(3+\delta) \bmod M}, \dots, S_{(N-1+\delta) \bmod M}, S_{(N+\delta) \bmod M}$. To znamená, že stejná informace je představována dvěma nebo více různými symboly ve stejné paměťové jednotce a rozpoznána podle svého pořadí v ní. Tyto paměťové jednotky mohou být navíc samy opakovány pro zvýšení funkční schopnosti. Protože stejná informace je představována větším počtem různých symbolů, je kódování podstatně více robustnější. Struktura audiosignálu může například napodobit frekvenční komponentu jednoho ze symbolů S_N představujících data, avšak pravděpodobnost, že audiosignál rovněž napodobí svoje odpovídající posunutí symbolu $S_{(N+\delta) \bmod M}$ v jeho předem stanoveném výskytu, je velmi nízká. Protože posunutí je rovněž stejné pro všechny symboly v daném segmentu, zajišťuje tato informace další kontrolu platnosti zjištěných symbolů v tomto segmentu. V důsledku toho kódovací formát podle obr. 3C podstatně snižuje pravděpodobnost špatného zjištění vyvolaného strukturou audiosignálu.

Zvláštní účinek nadbytečného sledu uvedeného v provedení podle obr. 3 spočívá v jeho využití vstupních symbolů ve svém původním pořadí následovaných různým uspořádáním (a) vstupních symbolů, uspořádáním (b) symbolů, které obsahují další symboly místo jednoho nebo více vstupních symbolů, s přeuspořádáním pořadí vstupních symbolů nebo bez tohoto přeuspořádání nebo uspořádání

(c) symbolů odlišných od vstupních symbolů. Uspořádání (b) a (c) jsou zvlášť robustní, protože při kódování symbolů se dosáhne větší různosti kódových signálů o jednotlivé frekvenci. Za předpokladu, že vstupní symboly jsou kódovány kolektivně první skupinou kódových signálů, budou symboly v uspořádáních (b) a (c) kódovány jinou skupinou kódových signálů, která do určitého rozsahu nepřekrývá první skupinu. Větší různost kódových signálů všeobecně zvýší pravděpodobnost, že některé kódové signály jsou v maskovací kapacitě audiosignálu.

Tabulka na obr. 4 ilustruje příkladnou přeměnu značkovacího symbolu S_A , značkovacího symbolu S_B a N datových symbolů $S_1, S_2, S_3, \dots, S_{N-1}, S_N$ představujících data na odpovídající sady M jednofrekvenčních kódových signálů $f_{1x}, f_{2x}, f_{3x}, \dots, f_{(M-1)x}, f_{Mx}$, kde x označuje identifikační index příslušného symbolu. Ačkoli se jednofrekvenční kódové signály mohou vyskytnout ve frekvenčním rozsahu audiosignálu a do určité míry vně tohoto frekvenčního rozsahu, jsou kódové signály tohoto provedení ve frekvenčním rozsahu 500 Hz až 5500 Hz, avšak mohou být zvoleny jako různý frekvenční rozsah. U jednoho provedení mohou sady M jednofrekvenčních kódových signálů sdílet určité jednofrekvenční kódové signály. Podle výhodného provedení se však jednofrekvenční kódové signály vůbec nepřekrývají. Navíc není nutné, aby všechny symboly byly představovány stejným počtem frekvenčních komponent.

Na obr. 5 je znázorněn vícestupňový kódovací systém 50 pro kódování audiosignálů 52. Tento kódovací systém 50 provádí vícestupňové kódování audiosignálů 52 tak, že audiosignál 52 se kóduje postupně tak, jak prochází typickou rozváděcí sítí. V každém stupni rozvádění se audiosignál 52 postupně kóduje informativním signálem příslušným pro tento stupeň. Postupné kódování příslušného

informativního signálu s výhodou nevytváří kódové signály, jejichž frekvence by se překrývaly. V důsledku robustní povahy metodiky kódování je však částečné překrývání frekvenčních komponent příslušného kódovaného informativního signálu tolerovatelné. Kódovací systém 50 obsahuje záznamovou stanici 54, vysílač 66, předávací stanici 76, kodéry 58, 70 a 80, záznamové zařízení 62, přijímač 86 a dekodér 88.

Záznamová stanice 54 obsahuje zařízení pro přijímání a kódování audiosignálů 52 a zaznamenávání kódovaných audiosignálů na paměťové médium. Záznamová stanice 54 obsahuje kodér 58 a záznamové zařízení 62. Kodér 58 přijímá audiosignál 52 a zaznamenávací informativní signál 56 a kóduje audiosignál 52 zaznamenávacím informativním signálem 56 pro vytvoření kódovaného audiosignálu 60. Audiosignál 52 může být vydáván jakýmkoli běžným zdrojem audiosignálů, jakým je například mikrofon, zařízení pro reprodukci zaznamenaných audiosignálů nebo podobně. Zaznamenávací informativní signál 56 s výhodou obsahuje informaci týkající se přiváděného audiosignálu 52, jako je autorství, obsah, původ nebo existenci autorského práva nebo podobně. Alternativně může zaznamenávací informativní signál 56 obsahovat jakýkoli typ dat.

Záznamové zařízení 62 je běžným zařízením pro zaznamenávání kódovaných audiosignálů 60 na paměťové médium, které je vhodné pro distribuci do jednoho nebo více vysílačů 66. Alternativně může být záznamové zařízení 62 úplně vypuštěno. Kódované audiosignály 60 mohou být dodávány pomocí nahraných paměťových médií nebo pomocí spojovacího vedení 64. Spojovací vedení 64 je uspořádáno mezi záznamovou stanicí 54 a vysílačem 66 a může být tvořeno rádiovým kanálem, mikrovlnným směrovým spojením, kovovým vedením nebo vedením s optickými vlákny nebo podobně.

Vysílač 66 je vysílací stanicí, která přijímá kódované audiosignály 60, tyto kódované audiosignály 60 dále kóduje svým informativním signálem 68 pro vytvoření dvakrát kódovaného audiosignálu 72 na přenosové trase 74. Vysílač 66 obsahuje kodér 70, který přijímá kódovaný audiosignál 60 ze záznamové stanice 54 a informativní signál 68 vysílače 66. Informativní signál 68 vysílače 66 může obsahovat informace týkající se vysílače 66, jako je identifikační kód, nebo týkající se procesu vysílání, jako je čas, datum nebo parametry vysílače 66, zamýšlený příjemce rádiového signálu nebo podobně. Kodér 70 kóduje kódovaný audiosignál 60 informativním signálem 68 pro vytvoření dvakrát kódovaného audiosignálu 72. Přenosová trasa 74 rozkládající se mezi vysílačem 66 a předávací stanicí 76 může být tvořena rádiovým kanálem, mikrovlnným směrovým spojem, kovovým vedením nebo vedením s optickými vlákny nebo podobně.

Předávací stanice 76 přijímá dvakrát kódovaný audiosignál 72 z vysílače 66 a dále jej kóduje svým informativním signálem 78 a takto vytvořený třikrát kódovaný audiosignál 82 vysílá po přenosové trase 84 do přijímače 86. Předávací stanice 76 obsahuje kodér 80, který přijímá dvakrát kódovaný audiosignál 72 z vysílače 66 a informativní signál 78 předávací stanice 76. Tento informativní signál 78 s výhodou obsahuje informace týkající se předávací stanice 76, jako je čas, datum nebo parametry předávací stanice 76, zamýšlený příjemce rádiového signálu nebo podobně. Kodér 80 kóduje dvakrát kódovaný audiosignál 72 informativním signálem 78 předávací stanice 76 pro vytvoření třikrát kódovaného audiosignálu 82. Přenosová trasa 84 uspořádaná mezi předávací stanicí 76 a přijímačem 86 může být tvořena rádiovým kanálem, mikrovlnným směrovým spojem, kovovým vedením nebo vedením s optickými

vlákny nebo podobně. Přenosová trasa 84 může být podle potřeby provedena jako akustická přenosová trasa.

Přijímač 86 přijímá třikrát kódovaný audiosignál 82 z předávací stanice 76. V místě předpokládaného poslechu je přijímač 86 umístěn tam, kde posluchač může vnímat akustickou reprodukci třikrát kódovaného audiosignálu 82. Jestliže je tento třikrát kódovaný audiosignál 82 přenášen jako elektromagnetický signál, obsahuje přijímač 86 s výhodou zařízení pro akustickou reprodukci tohoto třikrát kódovaného audiosignálu 82 pro posluchače. Je-li však tento třikrát kódovaný audiosignál 82 uložen na paměťovém médiu neboli nosiči, obsahuje přijímač 86 s výhodou zařízení pro reprodukci tohoto třikrát kódovaného audiosignálu 82 z paměťového média.

V jiných případech, jako je označení hudby a komerční sledování, je místo přijímače 86 použito monitorovací neboli sledovací zařízení. V tomto monitorovacím zařízení se třikrát kódovaný audiosignál 82 s výhodou zpracuje tak, aby se obdržela kódovaná zpráva bez akustické reprodukce.

Dekodér 88 může přijímat třikrát kódovaný audiosignál 82 jako audiosignál nebo popřípadě jako akustický signál. Dekodér 88 dekóduje třikrát kódovaný audiosignál 82 pro získání jednoho nebo více informativních signálů v něm zakódovaných. S výhodou se takto získaný informativní signál, popřípadě informativní signály, zpracuje v přijímači 86 nebo zaznamená na paměťovém médiu pro pozdější zpracování.

Alternativně mohou být získané informativní signály přeměněny na obrazy pro vizuální zobrazení určené pro posluchače.

U alternativního provedení je záznamová stanice 54 z kódovacího systému 50 zcela vypuštěna. Audiosignál 52, který například představuje živé audio představení, je veden přímo do vysílače 66 pro kódování a vysílání. V tomto případě může informativní signál 68 vysílače 66 dále obsahovat informace týkající se přiváděného audiosignálu 52, jako je jeho autorství, obsah, původ nebo existenci autorského práva nebo podobně.

U dalšího alternativního provedení je z kódovacího systému 50 zcela vypuštěna předávací stanice 76. Vysílač 66 dodává dvakrát kódovaný audiosignál 72 přímo do přijímače 86 po přenosové trase 74, která je modifikována tak, aby byla uspořádána přímo mezi nimi. Podle další alternativy může být z kódovacího systému 50 vypuštěna jak záznamová stanice 54, tak i předávací stanice 76.

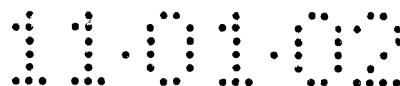
Podle ještě dalšího alternativního provedení jsou z kódovacího systému 50 vypuštěny vysílač 66 a předávací stanice 76. V tomto případě je spojovací vedení 64 modifikováno tak, aby bylo uspořádáno přímo mezi záznamovou stanicí 54 a přijímačem 86 pro vedení kódovaného audiosignálu 60 mezi nimi. Záznamové zařízení 62 s výhodou zaznamená kódovaný audiosignál 60 na paměťové médium, které se potom dopraví do přijímače 86. Případné reprodukční zařízení uspořádané v přijímači 86 reprodukuje kódovaný audiosignál 60 z paměťového média pro dekódování a/nebo akustickou reprodukci.

Na obr. 6 je znázorněno příkladné provedení osobního přenosného měřicího zařízení 90 pro použití v místě předpokládaného poslechu. Osobní přenosné zařízení 90 obsahuje pouzdro 92 zobrazené čárkovaně, jehož velikost a tvar umožňují nošení posluchačem. Pouzdro 92 může mít například stejnou velikost a tvar osobního hlásiče (pager).

V pouzdru 92 je umístěn mikrofon 93, který slouží jako akustický měnič pro přeměnu přijaté akustické energie včetně kódovaných audiosignálů na analogové elektrické signály. Tyto analogové signály se přeměňují na digitální v analogově digitálním převodníku a digitální signály se potom vedou do procesoru 95 na zpracovávání digitálních signálů, označovaného jako DSP. Procesor 95 provádí dekódování podle vynálezu pro zjištění přítomnosti předem stanovených kódů v audio energii přijaté mikrofonem 93, což udává, že osoba nesoucí osobní přenosné měřicí zařízení 90 byla vystavena vysílání určité stanice nebo kanálu. Jestliže ano, procesor 95 uloží signál představující toto zjištění do své vnitřní paměti společně s přidruženým časovým signálem.

Osobní přenosné měřicí zařízení 90 rovněž obsahuje vysílač/přijímač 97, využívající například infračerveného záření, spojený s procesorem 95. Vysílač/přijímač 97 umožňuje dodávání dat z procesoru 95 do zařízení na zpracování těchto dat z osobního přenosného měřicího zařízení 90 pro umožnění posluchači vyhledání vhodného místa pro příjem instrukcí a dat, například pro nastavení osobního přenosného měřicího zařízení 90 pro provedení nového průzkumu posluchačem.

Na obr. 7 je znázorněno funkční blokové schéma dekodérů podle určitých výhodných provedení podle vynálezu. Audiosignál, který může být kódován, jak je výše popsáno, mnoha kódovými symboly, je přijímán na vstupu 102. Přijmutý audiosignál může být radiovým, internetovým nebo jiným komunikačním signálem nebo reprodukováným signálem. Může být přímo vázaným signálem nebo akusticky vázaným signálem. Z následujícího popisu ve spojení s příloženými výkresy bude zřejmé, že dekodér 100 je schopen



zjišťování kódů navíc ke kódům uspořádaným ve výše uvedených formátech.

Pro příjem audiosignálů v časové doméně převádí dekodér 100 tyto audiosignály do frekvenční domény prostřednictvím funkce 106. Funkce 106 je s výhodou prováděna digitálním procesorem provádějícím rychlou Fourierovu transformaci (Fast Fourier Transform - FFT), ačkoli alternativně je možno použít přímou kosinovou transformaci, transformaci s modulovaným lineárně proměnným kmitočtem nebo Winogradův transformační algoritmus (WFTA). Místo nich může být použita jakákoli transformační funkce časové domény na frekvenční doménu zajišťující potřebné rozlišení. Je zřejmé, že u určitých provedení může být funkce 106 rovněž prováděna analogovými nebo digitálními filtry, s použitím pro daný případ specifického integrovaného obvodu nebo jiných vhodných zařízení nebo kombinací těchto zařízení. Funkce 106 může být rovněž prováděna jedním nebo více zařízeními, která rovněž provádějí jednu nebo více ze zbývajících funkcí znázorněných na obr. 7.

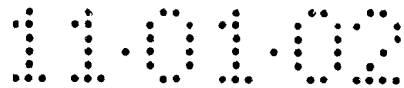
Audiosignály přeměněné na frekvenční doménu se zpracovávají derivační funkcí 110 hodnot symbolů pro vytvoření toku hodnot symbolů pro každý kódový symbol obsažený v přijmutém audiosignálu. Vytvořené hodnoty symbolů mohou představovat například energii signálu, výkon, hladinu zvukového tlaku neboli zvukové spektrum, amplitudu atd., změřené okamžitě nebo v průběhu časové periody, a to v absolutním nebo relativním měřítku a mohou být vyjádřeny jako jediná hodnota nebo více hodnot. Kde jsou symboly zakódovány jako skupiny jednofrekvenčních komponent, které mají vždy předem stanovenou frekvenci, představují hodnoty těchto symbolů s výhodou buď hodnoty jednofrekvenčních komponent nebo jednu nebo více hodnot založených na hodnotách jednofrekvenčních komponent.

Funkce 110 může být prováděna digitálním procesorem, například digitálním procesorem (DSP) na zpracování signálů, který s výhodou provádí některé nebo všechny funkce dekodéru 100. Funkce 110 však rovněž může být prováděna integrovaným obvodem specifickým pro daný případ nebo jiným vhodným zařízením nebo kombinací zařízení a může být prováděna zařízením odděleným od prostředků, které provádějí zbývající funkce dekodéru 100.

Tok hodnot symbolů vytvářený funkcí 110 se po určitou dobu shromažďuje ve vhodném paměťovém zařízení symbol za symbolem, jak je označeno funkcí 116. Funkce 116 je zejména výhodná pro použití při dekódování kódovaných symbolů, které se opakují periodicky, a to periodickým shromažďováním hodnot symbolů pro různé možné symboly. Pro daný symbol se například očekává to, že se objeví po každých X sekundách, přičemž funkce 116 může sloužit pro ukládání toku hodnot symbolů po dobu nX sekund ($n > 1$) a pro přičítání uložených hodnot jednoho nebo více toků hodnot symbolů trvajících nX sekund, takže špičkové hodnoty symbolů shromážděné za tuto dobu zlepšují odstup signálu od šumu uložených hodnot.

Funkce 116 může být prováděna digitálním procesorem, například digitálním procesorem (DSP) na zpracování signálů, který s výhodou provádí některé nebo všechny ostatní funkce dekodéru 100. Funkce 110 však rovněž může být prováděna integrovaným obvodem specifickým pro daný případ nebo jiným vhodným zařízením nebo kombinací zařízení a může být prováděna zařízením odděleným od prostředků, které provádějí zbývající funkce dekodéru 100.

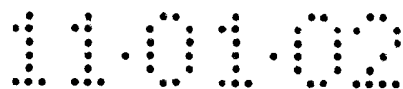
Shromážděné hodnoty symbolů uložené funkcí 116 jsou potom přezkušovány funkcí 120 pro zjištění přítomnosti kódované zprávy a zjištěná zpráva se vyšle na výstupu 126. Funkce 120 může být



prováděna přizpůsobením uložených shromážděných hodnot nebo zpracovanou verzí těchto hodnot k uloženým vzorům, a to buď korelací nebo jinou přizpůsobovací technikou pro přizpůsobování se vzorům. Funkce 120 je však s výhodou prováděna přezkušováním shromážděných špičkových hodnot symbolů a jejich relativním časováním, aby se provedla rekonstrukce jejich kódované zprávy. Tato funkce 120 může být prováděna po uložení prvního toku hodnot symbolů funkcí 116 a/nebo po každém přičtení následného toku k tomuto prvnímu toku, takže zpráva se zjistí okamžitě tehdy, jakmile odstupy signálu od šumu uložených shromážděných toků hodnot symbolů vyjeví platný vzor zprávy.

Na obr. 8 je znázorněn vývojový diagram pro dekodér podle výhodného provedení vynálezu prováděný digitálním procesorem (DSP) na zpracování signálů. Krok 130 se provádí v případech, v nichž je kódovaný audiosignál přijímán v analogové formě, například tehdy, když je snímán mikrofonom (jako u provedení na obr. 6) nebo vysokofrekvenčním přijímačem.

Dekodér z obr. 8 je zvláště dobře upraven pro zjišťování kódových symbolů, z nichž každý obsahuje větší množství předem stanovených frekvenčních komponent, například komponent ve frekvenčním rozsahu od 1000 Hz do 3000 Hz. Tento dekodér je proveden speciálně pro zjišťování zprávy, která má sled znázorněný na obr. 3C, přičemž každý symbol zabírá interval o délce poloviny sekundy. U tohoto příkladného provedení se předpokládá, že sada symbolů sestává z dvanácti symbolů, z nichž každý má deset předem stanovených frekvenčních komponent, z nichž žádná není sdílena žádným jiným symbolem ze sady symbolů. Je zřejmé, že dekodér podle obr. 8 může být snadno modifikován pro zjišťování různých množství kódových symbolů, různých množství komponent, různých



sledů symbolů a trvání symbolů, stejně jako komponent uspořádaných v různých frekvenčních pásmech.

Pro oddělení různých komponent provádí digitální procesor (DSP) na zpracování signálů rychlou Fourierovu transformaci vzorků audiosignálů spadajících do postupných předem stanovených intervalů. Tyto intervaly se mohou překrývat, ačkoli to není požadováno. U příkladného provedení se v průběhu každé sekundy dekódování provádí deset překrývajících se rychlých Fourierových transformací. To znamená, že energie periody každého symbolu spadá do pěti period rychlých Fourierových transformací. Rychlé Fourierovy transformace mohou být rozděleny do okének, ačkoli to může být vypuštěno pro zjednodušení dekodéru. Vzorky se uloží a, když je k dispozici dostatečný počet vzorků, provede se nová rychlá Fourierova transformace, jak označují kroky 134 a 138.

U tohoto provedení jsou hodnoty frekvenčních komponent vytvářeny na relativní bázi. To znamená, že každá hodnota frekvenční komponenty je představována odstupem (SNR) signálu od šumu, který se vytvoří následovně. Energie v každé takzvané frekvenční přihrádce rychlé Fourierovy transformace, do níž může spadat frekvenční komponenta jakéhokoli symbolu, tvoří číselník každého odpovídajícího odstupu signálu od šumu. Jeho jmenovatel se určí jako průměr hodnot v sousedních přihrádkách. Například může být použit průměr sedmi z osmi okolních energetických hodnot obklopujících přihrádku, přičemž největší hodnota z osmi hodnot je ignorována pro zamezení vlivu na možnou velkou hodnotu energie přihrádky, která může vyplývat například z komponenty audiosignálu v okolí komponenty kódové frekvence. Za předpokladu, že velká hodnota energie se může objevit rovněž v přihrádce kódové komponenty, například díky šumu nebo komponenty audiosignálu, odstup signálu od šumu se vhodně omezí. U tohoto provedení, je-li odstup (SNR) signálu od šumu

=>6,0, je odstup (SNR) signálu od šumu limitován do 6,0, ačkoli může být zvolena jiná maximální hodnota.

Deset odstupů (SNR) signálu od šumu každé rychlé Fourierovy transformace (FFT), které odpovídají každému symbolu, který může být přítomen, se zkombinuje pro vytvoření symbolu odstupů (SNR) signálu od šumu a uloží do kruhové vyrovnávací paměti odstupů (SNR) signálu od šumu, jak je označeno v kroku 142 ve schematickém zobrazení na obr. 9. U určitých provedení se odstupy (SNR) signálu od šumu pro daný symbol jednoduše sečtou, ačkoli je možno použít i jiné způsoby kombinování odstupů (SNR) signálu od šumu.

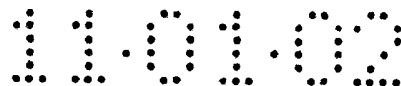
Jak je znázorněno na obr. 9, symbol odstupů (SNR) signálu od šumu pro každý z dvanácti symbolů A, B a 0-9 se uloží ve vyrovnávací paměti symbolů odstupů (SNR) signálu od šumu jako oddělené sledy, a to jeden symbol odstupu (SNR) signálu od šumu pro každou rychlou Fourierovu transformaci u 50 rychlých Fourierových transformací. Po uložení hodnot vytvořených v 50 rychlých Fourierových transformacích ve vyrovnávací paměti se nový symbol odstupu (SNR) signálu od šumu zkombinuje s dříve uloženými hodnotami, jak bude popsáno podrobněji dále.

Když je vyrovnávací paměť symbolů odstupu (SNR) signálu od šumu naplněna, zjistí se tato skutečnost v kroku 146. U určitých výhodných provedení se hodnoty odstupů (SNR) signálu od šumu nastaví tak, aby se snížil vliv šumu, a to v kroku 152, ačkoli tento krok 152 je v mnoha případech pouze případný. V tomto případném kroku 152 se ve vyrovnávací paměti získá pro každý symbol (řadu) hodnota šumu vytvořením průměru ze všech uložených symbolů odstupů (SNR) signálu od šumu v příslušné řadě pokaždé, když je vyrovnávací paměť plná. Potom se pro kompenzování účinku šumu



tato průměrná hodnota šumu odečte od každé z uložených hodnot symbolů odstupů (SNR) signálu od šumu v příslušné řadě. Tímto způsobem se „symbol“ objeví pouze krátce, takže v průběhu času se nevytvoří průměrná hodnota platného zjištění. S odkazem rovněž na obr.3C, aby se zabránilo znehodnocení hodnoty šumu v dekodéru, je kódovací schema s výhodou omezeno tak, že stejné symboly se neobjevují v první polovině zprávy (to znamená ve sledu symbolů S_A , S_1 , S_2 , S_3 , S_4) dvakrát.

Po nastavení symbolu odstupů (SNR) signálu od šumu odečtením úrovně šumu provede dekodér v kroku 156 pokus získat zprávu přezkoušením vzoru maximálních hodnot odstupů (SNR) signálu od šumu ve vyrovnávací paměti. U určitých provedení se maximum hodnot odstupů (SNR) signálu od šumu pro každý symbol umístí v procesu postupného kombinování skupin pěti sousedních odstupů (SNR) signálu od šumu, zvážení hodnot ve sledu v přímé úměrnosti k postupnému vážení (6 10 10 10 6) a potom sečtení zvážených hodnot odstupů (SNR) signálu od šumu pro vytvoření porovnání odstupů (SNR) signálu od šumu vystředěných v časové periodě třetího odstupů (SNR) signálu od šumu ve sledu. Tento proces se provádí postupně v průběhu padesáti period rychlých Fourierových transformací pro každý symbol. Například se zváží první skupina pěti odstupů (SNR) signálu od šumu pro symbol „A“ v periodách 1 až 5 rychlé Fourierovy transformace a sečte pro vytvoření porovnání odstupů (SNR) signálu od šumu pro periodu 3 rychlé Fourierovy transformace. Potom se vytvoří další porovnání odstupů (SNR) signálu od šumu s použitím odstupů (SNR) signálu od šumu z period 2-6 rychlé Fourierovy transformace, a tak dále, dokud se nezískají porovnávací hodnoty vystředěné na periody 3 až 48 rychlé Fourierovy transformace. Pro získání zprávy však mohou být použity i jiné prostředky. Například je možné zkombinovat více nebo méně než pět odstupů (SNR) signálu od šumu, které potom mohou být



zkombinovány bez vážení nebo mohou být zkombinovány nelineárním způsobem.

Po získání porovnávacích hodnot odstupů (SNR) signálu od šumu přezkouší dekodér porovnávací hodnoty odstupů (SNR) signálu od šumu z hlediska vzoru zprávy. Jako první se zjišťují značkové kódové symboly S_A a S_B . Jakmile se získá tato informace, pokouší se dekodér zjistit špičky datových symbolů. Použití předem stanoveného posunutí mezi každým datovým symbolem v prvním segmentu a odpovídajícím datovým symbolem v druhém segmentu zajistí přezkoušení platnosti zjištěné zprávy. To znamená, že jestli jsou zjištěny oba značkové kódové symboly S_A a S_B a mezi datovým symbolem v prvním segmentu a jemu odpovídajícím datovým symbolem v druhém segmentu je pozorováno stejné posunutí, je vysoce pravděpodobné, že byla přijata platná zpráva.

S odkazem na obr. 3C a obr. 9 se předpokládá, že začátek vyrovnávací paměti odpovídá začátku zprávy (což však není obvyklé), měla by se špička „P“ porovnání odstupů (SNR) signálu od šumu pro symbol „A“ objevit v třetí periodě rychlé Fourierovy transformace, jak je znázorněno. Potom dekodér bude očekávat další špičku „P“, která by se měla objevit v poloze odpovídající prvnímu datovému symbolu 0-9 v osmé periodě rychlé Fourierovy transformace. Například se předpokládá, že první datový symbol je „3“. Jestliže je poslední datový symbol „4“ a hodnota posunutí δ je 2, nalezne dekodér špičku „P“ v symbolu „6“ v periodě „48“ rychlé Fourierovy transformace, jak je uvedeno na obr. 9. Jestliže je tímto způsobem zjištěna zpráva (to znamená, že zjištěné značky s datovými symboly se objevují tam, kde jsou očekávány a se stejným posunutím), jak je znázorněno v krocích 162 a 166, tato zpráva se zaznamená nebo vyšle a vyrovnávací paměť odstupů (SNR) signálu od šumu se vyprázdní.

Jestliže však tímto způsobem nebyla zpráva nalezena, provede se v následujících částech audiosignálu dalších padesát překrývajících se rychlých Fourierových transformací a takto vytvořený symbol odstupů (SNR) signálu od šumu se přičte k odstupům již v kruhové vyrovnávací paměti uloženým. Proces nastavování šumu se provede jako předtím a dekodér znovu zkusí zjistit vzor zprávy. Tento proces se souvisle opakuje do té doby, dokud není zpráva zjištěna. Alternativně se tento proces může provádět s omezeným počtem pokusů.

Z předcházejícího je zřejmé, že činnost dekodéru může být modifikována v závislosti na struktuře zprávy, jejím časování, její signální trase, způsobu jejího zjišťování atd., aniž by došlo k odchýlení od rozsahu vynálezu. Místo ukládání odstupů (SNR) signálu od šumu je možno pro zjišťování zprávy přímo ukládat výsledky rychlé Fourierovy transformace.

Na obr. 10 je znázorněn vývojový diagram pro další dekodér podle dalšího výhodného provedení vynálezu, prováděný podobně pomocí digitálního procesoru (DSP) pro zpracování signálů. Dekodér podle obr. 10 je zvláště upraven pro zjišťování opakujícího se sledu pěti kódových symbolů sestávajících ze značkovacího symbolu následovaného čtyřmi datovými symboly, přičemž každý kódový symbol obsahuje větší množství předem stanovených frekvenčních komponent a doba jeho trvání ve sledu zprávy činí polovinu sekundy. Předpokládá se, že každý symbol je představován specifickou frekvenční komponentou, a že sada symbolů obsahuje dvanáct různých symbolů A, B a 0-9, stejně jako kód na obr. 3C. Provedení podle obr. 9 může být snadno modifikováno pro zjišťování jakéhokoli množství symbolů, z nichž každý je reprezentován jednou nebo více frekvenčními komponentami.

Kroky použité při dekódování znázorněném na obr. 10, které odpovídají krokům podle obr. 8, jsou označeny stejnými vztahovými značkami, takže tyto kroky nebudou již blíže popisovány. Provedení podle obr. 10 používá kruhovou vyrovnávací paměť o šířce dvanácti symbolů a délce 150 period rychlé Fourierovy transformace (FFT). Jakmile se kruhová vyrovnávací paměť zaplní, každý nový symbol odstupů (SNR) signálu od šumu nahradí nejstarší hodnotu symbolu odstupů (SNR) signálu od šumu. Důsledkem toho je, že v kruhové vyrovnávací paměti je uloženo patnáct druhých okének hodnot symbolů odstupů (SNR) signálu od šumu.

Jak je uvedeno v kroku 174, jakmile je kruhová vyrovnávací paměť plná, její obsah se v kroku 178 přezkouší na zjištění přítomnosti vzoru zprávy. Jakmile je již jednou plná, zůstává kruhová vyrovnávací paměť plná souvisle, takže hledání vzoru v kroku 178 může být opakováno po každé rychlé Fourierově transformaci.

Protože se každá zpráva s pěti symboly opakuje každých 2,5 sekundy, opakuje se každý symbol v intervalech 2,5 sekundy neboli vždy po 25 rychlých Fourierových transformacích. Pro kompenzaci účinků praskání a podobně se odstupů R_1 až R_{150} (SNR) signálu od šumu zkombinují sečtením odpovídajících hodnot opakovaných zpráv pro získání 25 zkombinovaných hodnot odstupů (SNR) signálu od šumu, to jest SNR_n , kde $n=1, 2 \dots 25$, a to následovně:

$$SNR_n = \sum_{i=0}^5 R_{n+25i}$$

To znamená, že mělo-li by praskání znamenat ztrátu signálového intervalu i , byl by ztracen pouze jeden ze šesti intervalů zprávy a podstatné parametry kombinovaných hodnot odstupů (SNR)

signálu od šumu by touto skutečností byly pravděpodobně neovlivněny.

Jakmile jsou stanoveny kombinované hodnoty odstupů (SNR) signálu od šumu, dekodér zjistí polohu špičky „P“ značkovacího symbolu, jak je označeno kombinovanými hodnotami odstupů (SNR) signálu od šumu, a odvodí sled datových symbolů na základě polohy značek a špičkových hodnot datových symbolů.

Jakmile se tímto způsobem zpráva vytvoří, jak je uvedeno v krocích 182 a 183, tato zpráva se zaznamená. Na rozdíl od provedení podle obr. 8 se však vyrovnávací paměť nevyprázdní. Místo toho dekodér dodá do vyrovnávací paměti další sadu odstupů (SNR) signálu od šumu a pokračuje ve vyhledávání zprávy.

Stejně jako dekodér podle obr. 8 může být dekodér podle obr. 10, jak je patrné z výše uvedeného textu, modifikován pro různé struktury zpráv, časování zpráv, signálové trasy, způsoby zjišťování atd., aniž by došlo k odchýlení od rozsahu vynálezu. Vyrovnávací paměť podle obr. 10 může být například nahrazena jiným vhodným paměťovým zařízením. Velikost vyrovnávací paměti se může měnit. Dále se může měnit velikost okének hodnot odstupů (SNR) signálu od šumu a/nebo se může měnit doba opakování symbolů. Místo výpočtu a uložení odstupů (SNR) signálu od šumu, které představují příslušné hodnoty symbolů, je v určitých výhodných provedeních použito měření každé hodnoty symbolu ve vztahu k jiným možným symbolům, a například seřazování velikostí všech možných symbolů.

Podle dalšího provedení je zvlášť výhodné při vyhledávání vhodného místa poslechu uložit odděleně relativně velký počet intervalů zprávy pro umožnění retrospektivní analýzy jejich obsahů pro zjištění změny kanálů. Podle dalšího provedení se použije více

vyrovnávacích pamětí, z nichž každá shromažďuje data pro různé množství intervalů pro použití u způsobu dekódování podle obr. 8. Například jedna vyrovnávací paměť může obsahovat jediný interval zprávy, další dva shromážděné intervaly, třetí čtyři intervaly a čtvrtá osm intervalů. Pro zjištění změny kanálu se potom použítí oddělená zjišťování na základě obsahu každé vyrovnávací paměti.

Ačkoli byla výše popsána ilustrativní provedení podle vynálezu, jakož i jejich modifikace, je zřejmé, že vynález na tato přesná provedení nebo modifikace není omezen, přičemž v rámci vynálezu je možno provádět další modifikace a změny, aniž by došlo k odchýlení od jeho rozsahu daného patentovými nároky.

P A T E N T O V É N Á R O K Y

1. Systém pro dekódování alespoň jednoho symbolu zprávy představovaného množstvím kódových symbolů v audiosignálu, provedený

s prostředky pro příjem prvního a druhého kódového symbolu představujících společný symbol zprávy, přičemž první a druhý kódový symbol jsou v audiosignálu časově posunuty,

s prostředky pro shromažďování první hodnoty signálu představující první kódový symbol a druhé hodnoty signálu představující druhý kódový symbol, a

s prostředky pro přezkoušení shromážděných první a druhé hodnoty signálu pro zjištění společného symbolu zprávy.

2. Systém podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že prostředky pro shromažďování jsou činné pro vytvoření třetí hodnoty signálu odvozené z první a druhé hodnoty signálu a prostředky pro přezkoušení jsou činné pro zjištění společného symbolu zprávy na základě třetí hodnoty symbolu.

3. Systém podle nároku 2, **vyznačující se tím**, že prostředky pro shromažďování jsou činné pro vytvoření třetí hodnoty signálu lineární kombinací první a druhé hodnoty signálu.

4. Systém podle nároku 2, **vyznačující se tím**, že prostředky pro shromažďování jsou činné pro vytvoření třetí hodnoty signálu nelineární kombinací první a druhé hodnoty signálu.

5. Systém podle nároku 2, **vyznačující se tím**, že první a druhý kódový symbol vždy obsahují předem stanovený počet frekvenčních komponent a dále obsahují prostředky pro vytvoření první a druhé sady hodnot komponent, přičemž každá sada odpovídá příslušnému



jednomu symbolu z prvního a druhého kódového symbolu a každá hodnota komponenty každé sady představuje parametr příslušné frekvenční komponenty odpovídajícího symbolu, a prostředky pro výrobu první hodnoty signálu na základě první sady hodnot komponent a pro výrobu druhé hodnoty signálu na základě druhé sady hodnot komponent.

6. Systém podle nároku 2, **vyznačující se tím**, že prostředky pro příjem jsou činné pro příjem mnoha sad prvního a druhého kódového signálu, přičemž každá sada představuje příslušný jeden symbol zprávy z množství symbolů zprávy uspořádaných jako zpráva, která má předem stanovený sled obsahující alespoň jeden značkovací symbol a alespoň jeden datový symbol, přičemž prostředky pro shromažďování jsou činné pro shromažďování sad první a druhé hodnoty signálu, každá sada hodnot signálu odpovídá příslušnému jednomu kódovému signálu z prvního a druhého kódového signálu a obsahuje první hodnotu signálu představující první kódový signál příslušné sady kódových signálů a druhou hodnotu signálu představující její druhý kódový signál, a přičemž prostředky pro přezkoušení jsou činné pro zjištění zprávy zjištěním přítomnosti značkovacího symbolu na základě jeho sady hodnot signálu a pro zjištění alespoň jednoho datového symbolu na základě zjištěné přítomnosti značkovacího symbolu a odpovídající sady hodnot signálu alespoň jednoho datového symbolu.

7. Systém podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že prostředky pro shromažďování jsou činné pro uložení první a druhé hodnoty signálu a prostředky pro přezkoušení jsou činné pro zjištění společného symbolu zprávy přezkoušením hodnoty jak prvního, tak druhého signálu.

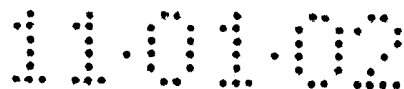
8. Systém podle nároku 7, **vyznačující se tím**, že prostředky pro shromažďování jsou činné pro vytvoření první a druhé hodnoty signálu na základě mnoha dalších hodnot signálu.

9. Systém podle nároku 8, **vyznačující se tím**, že první a druhá hodnota signálu se vytvoří z příslušné sady časově posunutých hodnot signálu, přičemž každá z časově posunutých hodnot signálu představuje hodnotu příslušného jednoho kódového symbolu z prvního a druhého kódového symbolu v průběhu jeho odpovídající časové periody.

10. Systém podle nároku 8, **vyznačující se tím**, že první kódový symbol i druhý kódový symbol obsahují předem stanovený počet frekvenčních komponent a dále obsahují prostředky pro výrobu první a druhé sady hodnot komponent, přičemž každá sada odpovídá příslušnému jednomu kódovému symbolu z prvního a druhého kódového symbolu a každá hodnota komponenty každé sady představuje parametr příslušné frekvenční komponenty odpovídajícího symbolu, a dále prostředky pro výrobu první hodnoty signálu na základě první sady hodnot komponent a pro výrobu druhé hodnoty signálu na základě druhé sady hodnot komponent.

11. Systém podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že prostředky pro příjem obsahují akustický měnič pro přeměnu akustického audiosignálu na elektrický signál, přičemž akustický audiosignál obsahuje množství kódových symbolů představujících množství symbolů zprávy, zahrnujících data zdroje akustického audiosignálu, a dále obsahují paměť pro ukládání označení zjištěných symbolů zprávy.

12. Systém podle nároku 11, **vyznačující se tím**, že dále obsahuje pouzdro pro systém upravené pro nošení posluchačem a



prostředky pro přenos uložených dat pro použití při volbě místa poslechu.

13. Způsob dekódování alespoň jednoho symbolu zprávy představovaného množstvím kódových symbolů v audiosignálu, při němž se

přijme první a druhý kódový symbol představující společný symbol zprávy, přičemž první a druhý kódový symbol jsou v audiosignálu časově posunuty,

shromáždí se první hodnota signálu představující první kódový symbol a druhá hodnota signálu představující druhý kódový symbol a

přezkouší se shromážděné první a druhá hodnota signálu pro zjištění společného symbolu zprávy.

14. Způsob podle nároku 13, **vyznačující se tím**, že přijímání prvního a druhého kódového symbolu zahrnuje přeměnu akustického audiosignálu na elektrický signál, přičemž akustický audiosignál obsahuje množství symbolů zprávy zahrnující data zdroje akustického audiosignálu a dále ukládací data představující označení zjištěných symbolů zprávy.

15. Způsob podle nároku 14, **vyznačující se tím**, že uložená data se přenesou pro použití při provedení volby místa poslechu.

16. Systém pro dekódování alespoň jednoho symbolu zprávy představovaného množstvím kódových symbolů v audiosignálu, provedený

se vstupním zařízením pro příjem prvního a druhého kódového symbolu představujících společný symbol zprávy, přičemž první a druhý kódový symbol jsou v audiosignálu časově posunuty, a

s digitálním procesorem spojeným se vstupním zařízením pro příjem dat ze vstupního zařízení představujících první a druhý

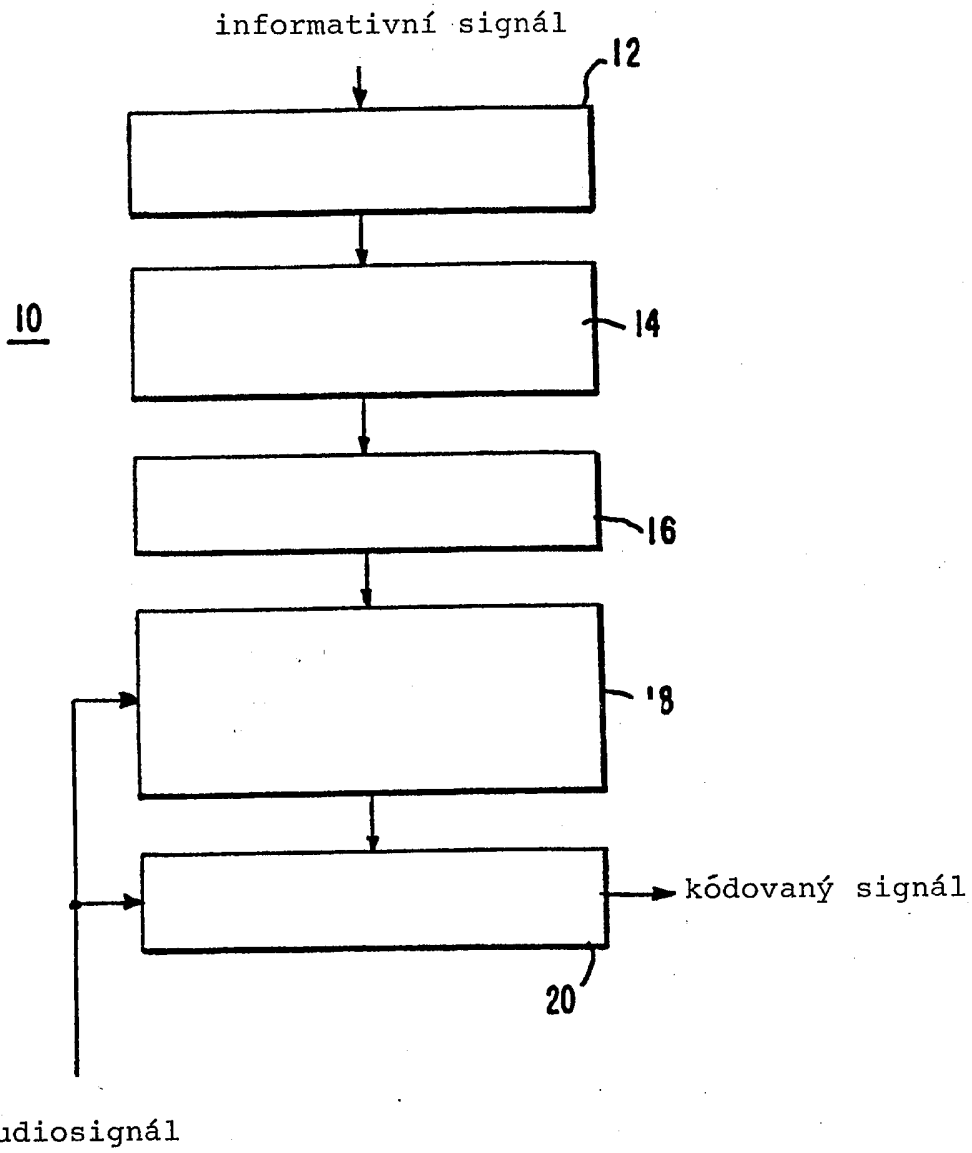
kódový symbol, přičemž digitální procesor je naprogramován pro shromažďování první hodnoty signálu představující první kódový symbol a druhé hodnoty signálu představující druhý kódový symbol, a přičemž digitální procesor je dále naprogramován pro přezkoušení shromážděných první a druhé hodnoty signálu pro zjištění společného symbolu zprávy.

17. Systém podle nároku 16, **vyznačující se tím**, že vstupní zařízení obsahuje akustický měnič pro přeměnu akustického audiosignálu na elektrický signál, přičemž akustický audiosignál obsahuje množství kódových symbolů představujících množství symbolů zprávy, zahrnujících data zdroje akustického audiosignálu, a dále digitální procesor s pamětí pro ukládání dat představujících označení zjištěných symbolů zprávy.

18. Systém podle nároku 17, **vyznačující se tím**, že dále obsahuje pouzdro pro systém upravené pro nošení posluchačem a prostředky pro přenos uložených dat pro použití při volbě místa poslechu.

1/10

obr. /

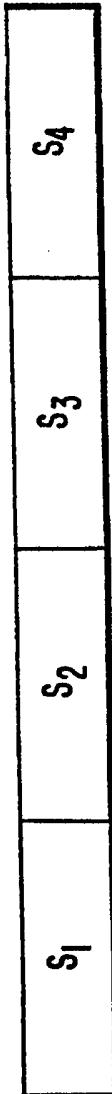


2/10

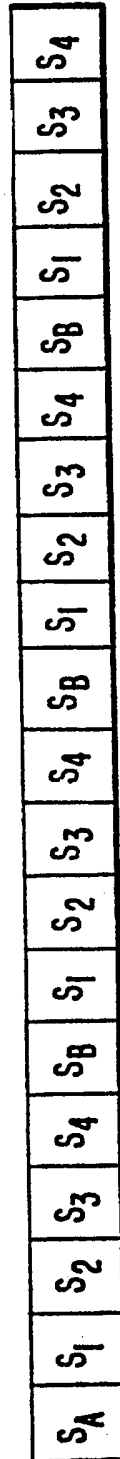
obr. 2

informativní signál	symbol
autorské právo	S ₁
autor	S ₂
rozhlasová stanice	S ₃
datum	S ₄

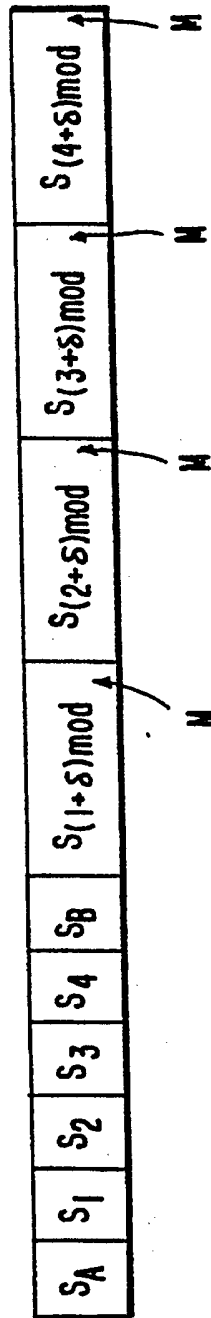
obr. 3A

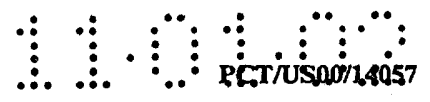


obr. 3B



obr. 3C





obr. 4

symbol

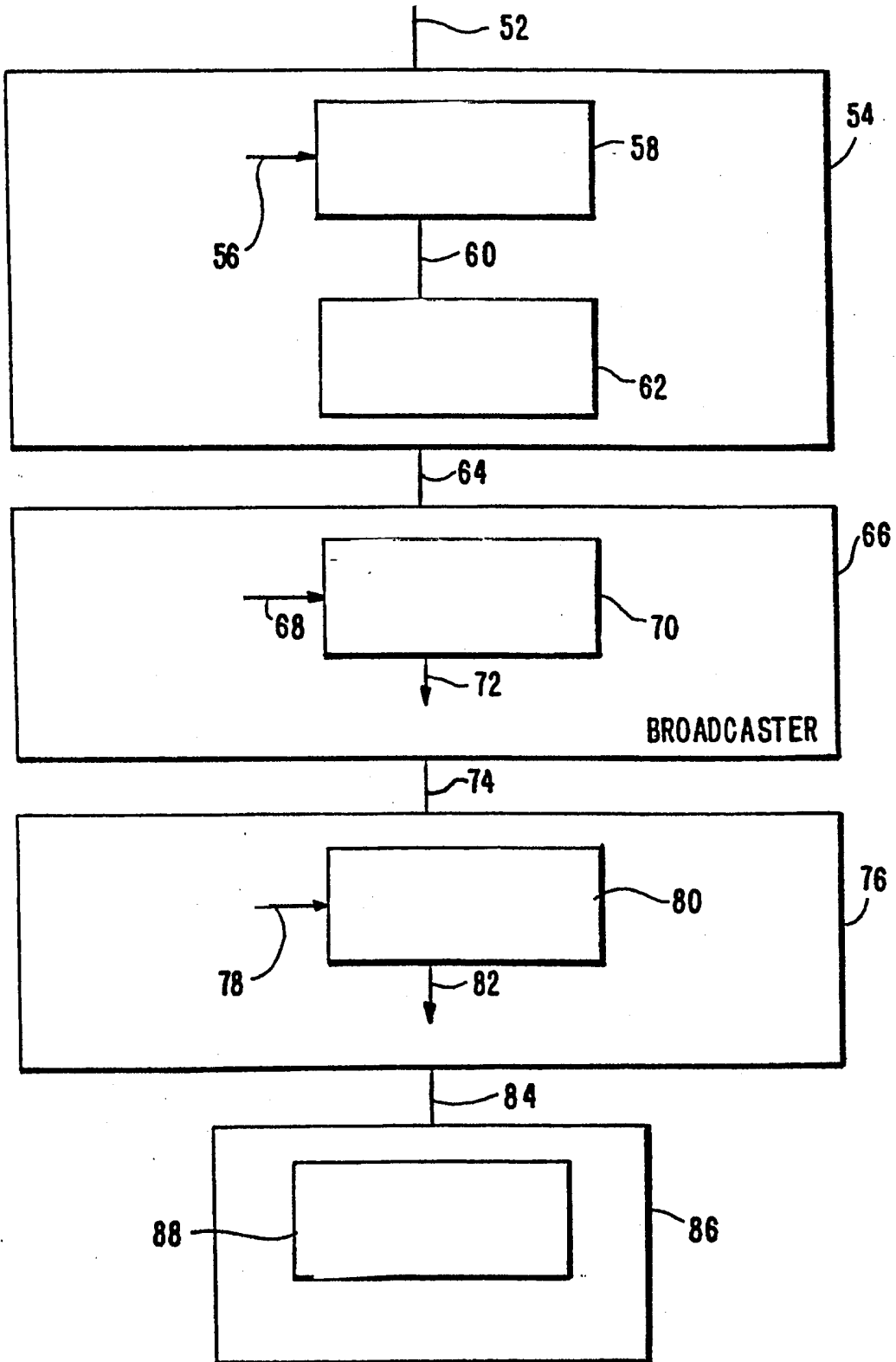
	SA	SB	SI	S2	S3	S4	.	.	.	SN-1	SN
1	f _{1A}	f _{1B}	f ₁₁	f ₁₂	f ₁₃	f ₁₄	.	.	.	f _{1(N-1)}	f _{1N}
2	f _{2A}	f _{2B}	f ₂₁	f ₂₂	f ₂₃	f ₂₄	.	.	.	f _{2(N-1)}	f _{2N}
3	f _{3A}	f _{3B}	f ₃₁	f ₃₂	f ₃₃	f ₃₄	.	.	.	f _{3(N-1)}	f _{3N}
4	f _{4A}	f _{4B}	f ₄₁	f ₄₂	f ₄₃	f ₄₄	.	.	.	f _{4(N-1)}	f _{4N}
.
.
.
M-1	f _{(M-1)A}	f _{(M-1)B}	f _{(M-1)1}	f _{(M-1)2}	f _{(M-1)3}	f _{(M-1)4}	.	.	.	f _{(M-1)(N-1)}	f _{(M-1)N}
N	f _{NA}	f _{NB}	f _{N1}	f _{N2}	f _{N3}	f _{N4}	.	.	.	f _{N(N-1)}	f _{NN}

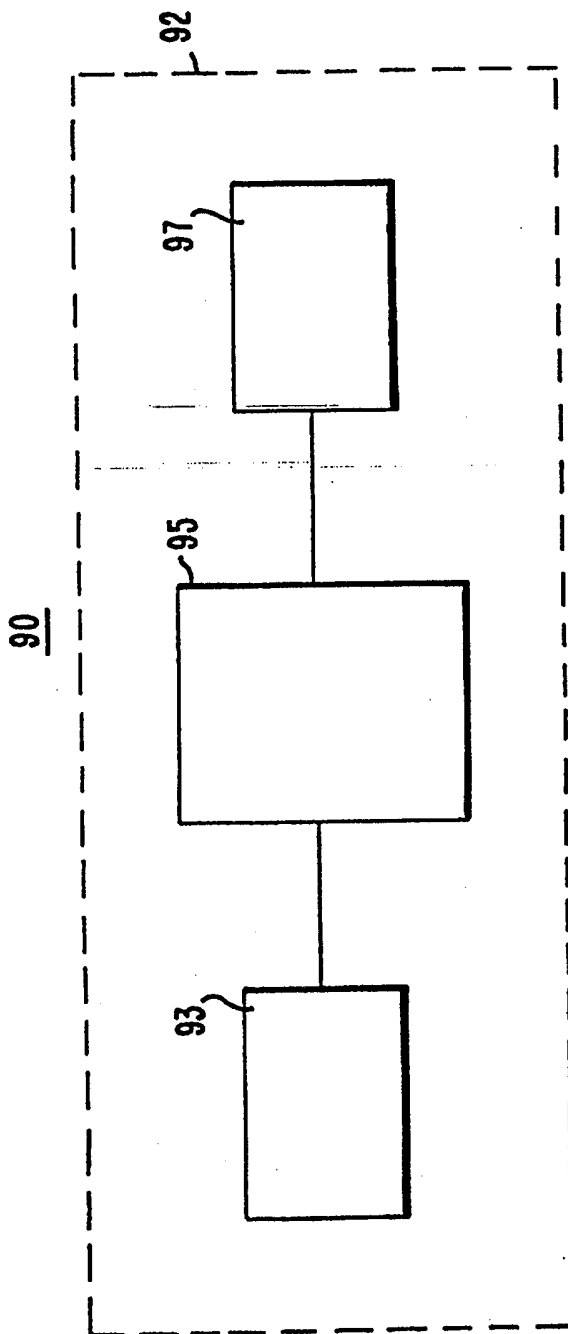
frekvenční
komponenta

5/10

obr. 5

50

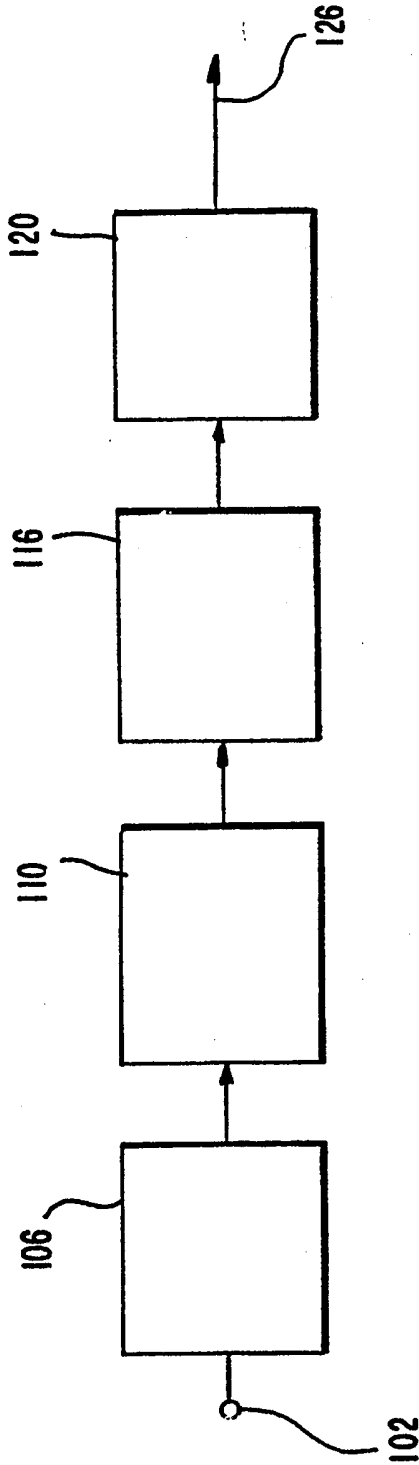




obr. 6

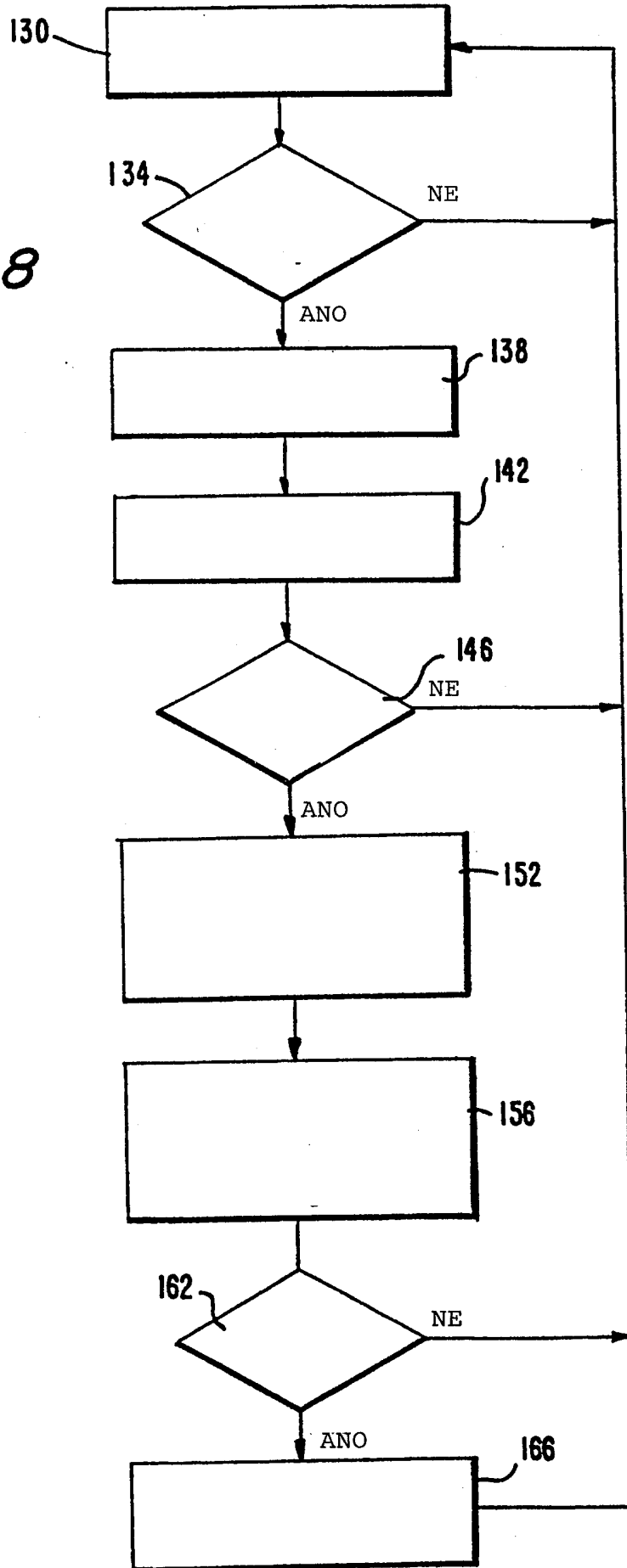
7/10

obr. 7



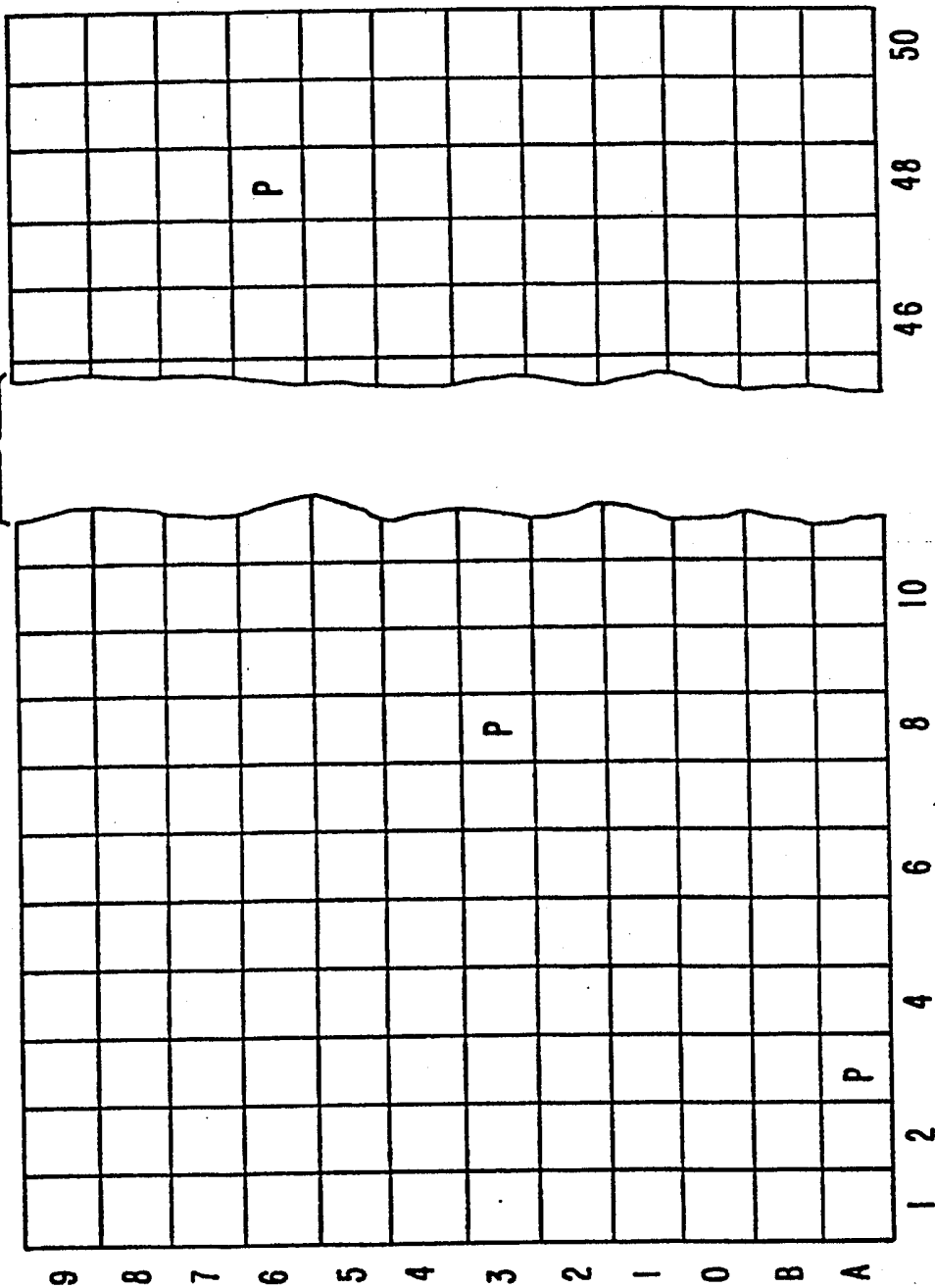
8/10

obr. 8



obr. 9

symboly



čas v rychlych Fourierovych transformacich

obr. 10

10/10

