



УКРАЇНА

(19) UA (11) 54627 (13) C2
(51) 7 G11B27/00, G11B27/36МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЦИФРОВОЇ АПАРАТУРИ ЗАПИСУ АНАЛОГОВИХ СИГНАЛІВ ТА ПЕРЕВІРКИ АВТЕНТИЧНОСТІ ЦИФРОВИХ СИГНАЛОГРАМ

1

2

(21) 2001129156

(22) 28 12 2001

(24) 17 03 2003

(46) 17 03 2003, Бюл. № 3, 2003 р

(72) Рибальський Олег Володимирович, Жаріков Юрій Федорович, Орлов Юрій Юрійович, Геранін Всеволод Олександрович, Писаренко Леонід Дмитрович, Мовчан Тетяна Вікторівна, Кирюша Богдан Анатолійович

(73) НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ВНУТРІШНІХ СПРАВ УКРАЇНИ

(56) UA, 27207, МПК G11B 27/00, 27/36, 15 08 2000

UA, 26106, МПК G11B 27/00, 27/36, 30 04 1999

(57) 1 Спосіб ідентифікації цифрової апаратури запису аналогових сигналів та перевірки автентичності цифрових сигналіграм заснований на порівнянні параметрів сигналів, що відтворюють в аналоговій формі з зразкової та досліджуваної цифрових сигналіграм при їх попередньому підсиленні лінійним підсилювачем до максималь-

ного рівня, при якому не виникає амплітудних обмежень у сигналах, що підсилюються та перепуску підсилених сигналів через фільтр нижніх частот, який відрізняється тим, що в сигналах однієї амплітуди та частоти, відтворених з зразкової та досліджуваної сигналіграм, виявляють ділянки немонотонності статичної характеристики аналогоцифрового та цифроаналогового перетворювачів, що відбиваються у сигналах у вигляді спотворень форми та спектру цих сигналів, та перевіряють ідентичність розміщення спотворень форми сигналів від різних сигналіграм на амплітудній характеристиці та ідентичність розміщення на осі частот регулярних частотних складових, що виникають при спотвореннях форми сигналів

2 Спосіб за п. 1, який відрізняється тим, що порівняльний аналіз сигналіграм проводять шляхом порівняння вейвлет-портретів, які обчислюють для зразкової та досліджуваної сигналіграм

Винахід відноситься до галузі цифрового запису аналогової інформації, зокрема до області неруйнівного контролю цифрових сигналіграм та ідентифікації апаратури цифрового запису аналогової інформації, і може бути використаний для інструментальних досліджень при проведенні криміналістичних та судових експертиз матеріалів аудіо- та відеозапису

Відомий спосіб перевірки аналогових магнітних сигналіграм, заснований на виділенні з шумів сигналіграми сигналів паразитної амплітудної модуляції та перевірки і порівняння статистичних характеристик цих сигналів, вилучених з досліджуваної та зразкової сигналіграм [див. Патент України № 260106 кл. МКВ G11B27/00-27/36 - аналог]

Відомі також способи перевірки аналогових сигналіграм, засновані на порівнянні розміщення на осі частот регулярних частотних складових, вилучених зі спектру шумів зразкової та досліджуваної сигналіграми [див., наприклад, Рибальський О.В., Жаріков Ю.Ф., Струк І.О. "Теорія перевірки фоно-

грам за регулярними частотними складовими їх власних шумів, що виникають у процесі запису-відтворення в аналоговій апаратурі магнітного запису" // Тези науково-практичної конференції "Фізичні методи та засоби контролю матеріалів та виробів "ЛЕОТЕСТ-99" (22 - 26 лютого 1999 р. Славське, Львівської обл.) - Київ - Львів НАНУ - 1999 - С. 194 - 195 - аналог]

Такі способи не забезпечують виявлення слідів цифрової обробки і тому не придатні до перевірки автентичності цифрових сигналіграм

Відомий також спосіб перевірки оригінальності та автентичності аналогових магнітних сигналіграм, призначений для перевірки відсутності в сигналіграмі, що перевіряється, слідів цифрової обробки. Спосіб заснований на попередньому підсиленні сигналів, що відтворюються з сигналіграм, перетворенні цих сигналів у цифрову форму та вилученні з підсиленої сигналіграми ділянок пауз між мовними інформаційними сигналами [див. патент України № 27207 кл. МКВ G11B27/00, 27/36

(13) C2

(11) 54627

(19) UA

"Спосіб перевірки оригінальності та дійсності аналогових магнітних сигналів" - прототип]

Цей спосіб засновано на попередньому перепуску аналогових сигналів з сигналами через фільтр нижніх частот та їх попередньому лінійному підсиленні аналоговим підсилювачем до необхідного рівня з наступним виділенням з спектру цих сигналів регулярних частотних складових, що відповідають стандартним значенням частот дискретизації, які використовуються при цифровій обробці сигналів

Спосіб надає можливість виявити сліди цифрової обробки аналогової сигналограми, що забезпечує перевірку оригінальності та автентичності таких сигналів. Разом з тим, цей спосіб не дозволяє перевірити оригінальність та автентичність сигналограми, якщо вона була записана на цифровій апаратурі запису аналогових сигналів (ЦАЗАС) та надана на експертизу разом з цією апаратурою як цифрова сигналограма, що може бути відтворена в аналоговій формі

Цей недолік усувається за допомогою способу, заснованому на порівнянні параметрів сигналів, що відтворюють в аналоговій формі з зразкової та досліджуваної цифрових сигналів при їх попередньому підсиленні лінійним підсилювачем до максимального рівня, при якому не виникає амплітудних обмежень у сигналах, що підсилюються, та пропусканні підсилених сигналів через фільтр нижніх частот

Метою винаходу є створення можливості перевірки автентичності цифрових сигналів та ідентифікації апаратури цифрового запису аналогових сигналів

Поставлена мета досягається тим, що в сигналах однієї амплітуди та частоти, відтворених з зразкової та досліджуваної сигналів, виявляють ділянки немонотонності статичної характеристики аналого-цифрового та цифро-аналогового перетворювачів, що відбиваються у сигналах у вигляді спотворень форми та спектру цих сигналів, та перевіряють ідентичність розміщення спотворень форми сигналів від різних сигналів на амплітудній характеристиці та ідентичність розміщення на осі частот регулярних частотних складових, що виникають при спотвореннях форми сигналів

Для забезпечення високої роздільної здатності порівняльний аналіз сигналів проводять шляхом порівняння вейвлет-портретів, які обчислюють для зразкової та досліджуваної сигналів

Сутність способу полягає у тому, що немонотонність статичної характеристики проявляється у сигналі після його аналого-цифрового та цифро-аналогового перетворень у вигляді немотивованої зміни напрямку його прирощення. При цьому ділянки цієї зміни на статичній характеристиці перетворювачів, і, відповідно, на осцилограмах сигналів, мають сталий індивідуальний характер для кожного окремого екземпляру перетворювача. Отже, якщо обидві сигналами було записано на одній ЦАЗАС, розміщення таких ділянок на осцилограмах сигналів однакової частоти та амплітуди в різних сигналах буде однаковим. Спотворення спектрів сигналів, викликаних цими спотвореннями їх форми, також матимуть однакове роз-

міщення регулярних частотних складових, які знаходяться в області частот, кратних частоті аналого-цифрового перетворення імпульсного сигналу, модульованого по амплітуді, який утворюється після дискретизації аналогового сигналу

В разі запису сигналів на різній ЦАЗАС розміщення таких ділянок на осцилограмах двох сигналів буде різним. Якщо сигналограма оброблялася за допомогою іншого цифрового пристрою (наприклад, ПЕОМ) для її підробки, вона також буде утримувати в сигналах ділянки немонотонності, які утворені перетворювачами цього пристрою. Вони відрізнятимуться від ділянок у зразковій сигналограмі. Якщо підробка зроблена шляхом компіляції у ПЕОМ різних шматків від різних сигналів, записаних на різних ЦАЗАС, вони теж відрізнятимуться між собою

Сутність способу пояснюється статичною характеристикою аналого-цифрового перетворення з ділянкою немонотонності та відповідним йому аналоговим сигналом, наведеними на Фіг 1

Запропонований спосіб може бути реалізований за допомогою пристрою, функціональну схему якого показано на Фіг 2

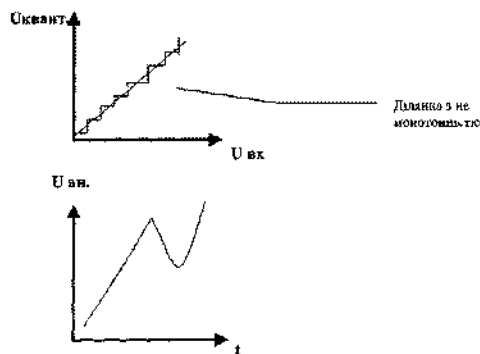
Пристрій складається з вхідного лінійного підсилювача (ВП) 1, першого фільтра нижніх частот (ФНЧ1) 2, аналогового оперативного пристрою запам'ятовування (АОПЗ) 3, блоку вимірювання та відображення аналогових сигналів (БВВАС) 4, першого аналого-цифрового перетворювача (АЦП1) 5, першого цифрового пристрою запам'ятовування (ЦПЗ1) 6, блоку порівняння параметрів аналогових сигналів (БППАС) 7, другого фільтра нижніх частот (ФНЧ2) 8, другого АЦП (АЦП2) 9, цифрового оперативного пристрою запам'ятовування (ЦОПЗ) 10, блоку спектрального аналізу (БСА) 11, другого цифрового пристрою запам'ятовування (ЦПЗ2) 12, блоку відображення спектрів (БВС) 13, блоку порівняння спектрів (БПС) 14 та блоку керування та синхронізації (БКС) 15

Вихід ВП 1 підключений до входів ФНЧ1 2 та ФНЧ2 8. Вихід ФНЧ1 2 з'єднаний з входом АОПЗ 3, вихід якого зв'язаний з першим входом БВВАС 4, другий вхід 17 якого пов'язаний з виходом БППАС 7. Вихід БВВАС 4 з'єднаний з входом АЦП1 5, вихід якого підключений до входу ЦПЗ1 6. Вихід ЦПЗ1 6 зв'язаний з входом БППАС 7, а другий вхід 19 ЦПЗ1 6 підключений до входу БППАС 7. Вихід ФНЧ2 8 підключений до входу АЦП2 9, вихід якого через ЦОПЗ 10 пов'язаний з входом БСА 11, вихід якого підключено до першого входу ЦПЗ2 12. Вихід ЦПЗ2 12 з'єднаний з входом БПС 14 та входом БВС 13, а вихід БПС 14 - з другим входом 20 ЦПЗ2 12 та другим входом 21 БВС 13. Сигнали керування та синхронізації надходять від БКС 15 по окремій шині на входи управління блоків АОПЗ 3, БВВАС 4, АЦП1 5, ЦПЗ1 6, БППАС 7, АЦП2 9, ЦОПЗ 10, БСА 11, ЦПЗ2 12, БВС 13 та БПС 14. Вихід 22 часової прив'язки БВВАС 4 підключено до входу 23 БКС 15

Пристрій працює наступним чином. Аналогові сигнали з виходу ЦАЗАС (на Фіг 2 умовно не показана) приходять на вхід ВП 1 де підсилюються та надходять на входи ФНЧ1 2 та ФНЧ2 8. Граничну частоту ФНЧ1 2 обирають так, щоб вона відповідала верхній частоті інформаційних сигналів, що

містяться в досліджуваній сигналограмі, а граничну частоту ФНЧ2 8 - так, щоб вона приблизно дорівнювала (або була більшою) частоті перетворення дискретизованого сигналу в цифровий код у ЦАЗАС (для АЦП порозрядного урівноваження, що за правило використовується у ЦАЗАС, ця частота дорівнює частоті дискретизації, помноженій на число розрядів перетворення)

З виходу ФНЧ1 2 сигнали надходять на вхід АОПЗ 3, де запам'ятовуються в аналоговій формі. З виходу АОПЗ 3 сигнали надходять на вхід 16 БВВАС 4. Ці сигнали відображаються на екрані блоку БВВАС 4 та вимірюються в цих сигналах параметри, що відповідають немонотонності статичної характеристики перетворювача. Спочатку проводять вимірювання параметрів сигналів, відтворених з зразкової сигналограми, потім вимірюють параметри сигналів з сигналограми, що досліджується. Сигнали з ділянками немонотонності з виходу БВВАС 4 за вказівками оператора, які надаються через БКС 15, надходять на АЦП1 5, де перетворюються в цифрову форму та запам'ятовуються у ЦПЗ1 6. Одночасно сигнал і прив'язки у часі, що відповідають обраним ділянкам з немонотонністю статичної характеристики перетворювача, з виходу 22 БВВАС 4 подаються на вхід 23 БКС 15, з виходу якого приходять для керування процесом вилучення потрібних ділянок на АЦП2 9 та ЦОПЗ 10. З виходу ЦПЗ1 6 вибрані оператором сигнали від обох сигналограм, що було запам'ятовано, надходять на БППАС 7, де порівнюються їх значення в ділянках немонотонності для зразкової та досліджуваної сигналограм. Результати цього порівняння надходять на вхід 19 ЦПЗ1 6, де запам'ятовуються, та на вхід 17 БВВАС 4, де вони відображаються та сприймаються оператором. Таким чином, відбувається перевірка за формою



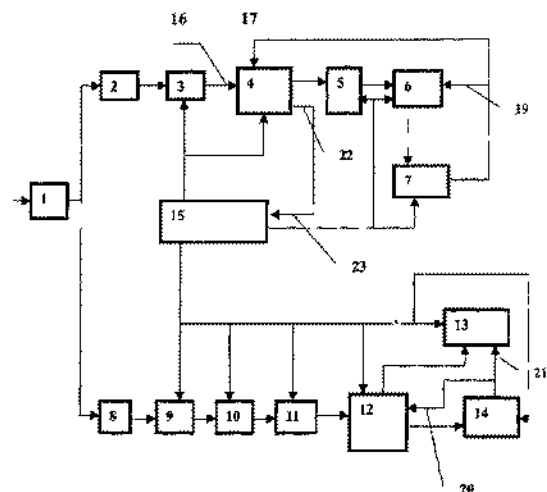
Фиг 1. Проявлення немонотонності статичної характеристики перетворювача у аналоговому сигналі після перетворення

сигналів по ділянках з немонотонністю статичної характеристики перетворювача

Одночасно відтворені сигнали через ФНЧ2 8 надходять на вхід АЦП2 9, де за сигналами керування та часової прив'язки, що надходять від БКС 15, перетворюються в цифрову форму в АЦП2 9 та запам'ятовуються в ЦОПЗ 10. З виходу ЦОПЗ 10 сигнали у цифровій формі поступають на вхід БСА 11, де відбувається процес виділення спектральних складових сигналів на ділянках немонотонності статичної характеристики перетворювача, обраних оператором. Результати цієї операції запам'ятовуються в ЦПЗ2 12 для зразкової та досліджуваної сигналограм. Спектральний склад сигналів, що аналізувалися у БСА 11, через ЦПЗ2 12 приходять на вхід БВС 13, де відображаються. Отриманий спектральний склад сигналів на цих ділянках порівнюється у БПС 14. Результати операції порівняння надходять на вхід 21 БВС 13, де вони відображаються, та на вхід 20 ЦПЗ2 12, де вони запам'ятовуються. Отже, проводиться перевірка за спектральним складом сигналів на ділянках немонотонності статичної характеристики перетворення, які визначаються оператором.

Для забезпечення високої роздільної здатності порівняння зразкової та досліджуваної сигналограм проводять у БПС 12 за допомогою часомасштабного аналізу у вигляді вейвлет-портретів ділянок сигналів, що аналізуються.

Таким чином, крім порівняння форми та місця розташування спотворень, що виникають при немонотонності статичної характеристики перетворювачів, перевіряється спектральний склад сигналів на цих ділянках. Це надає змогу ідентифікувати апаратуру цифрового запису аналогових сигналів та перевіряти автентичність цифрових сигналограм.



Фиг 2. Функціональна схема пристрою, який реалізує спосіб ідентифікації цифрових апаратур запису аналогових сигналів та перевірки автентичності цифрових сигналограм

