



УКРАЇНА

(19) UA (11) 48472 (13) U
(51) МПК (2009)
G01R 23/16

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ДИСПЕРСІЙНО-СЛІДКУВАЛЬНОГО АНАЛІЗУ У РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ АКТИВНОГО СПЕКТРА КОРОТКОЧАСНИХ НЕСТАЦІОНАРНИХ ПРОЦЕСІВ

1

2

(21) u200907030

(22) 06.07.2009

(24) 25.03.2010

(46) 25.03.2010, Бюл.№ 6, 2010 р.

(72) ТУНИК ВОЛОДИМИР ФЕДОТОВИЧ

(73) ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ
ІМЕНІ АКАДЕМІКА В.ЛАЗАРЯНА

(57) 1. Пристрій для дисперсійно-слідкувального аналізу у реальному часі активного спектра короткочасних нестационарних процесів, який містить дисперсійну лінію затримки (ДЛЗ), вихід якої є виходом пристрою, та синхронізатор, вхід якого з'єднано зі входом пристрою, який відрізняється тим, що ДЛЗ є автоматично керованою (слідкувальною) лінією, на вході якої уведено автоматично керований електричний частотний фільтр (АКФ), який містить керований смугопропускний фільтр (СПФ)

та елемент керування (ЕК), вихід якого з'єднано зі входом керування ДЛЗ та СПФ, сигнальний вхід якого є сигнальним входом АКФ та пристрою, а на виході синхронізатора уведено послідовно з'єднані генератор лінійної зміни напруги та підсилювач, вихід якого з'єднано зі входом ЕК, загальний коефіцієнт передачі яких пропорційний оберненій величині дисперсії ДЛЗ з протилежним знаком.

2. Пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що, у залежності від умов конкретної технічної задачі, СПФ є керований частотний фільтр вище другого порядку певного типу або керований односмуговий модулятор фазофільтрового типу - "еквівалентний смуговий фільтр", які, згідно з особливостями активного спектра, мають мінімально можливі однакові з ДЛЗ постійну смугу частот та середню частоту початкової настройки.

Корисна модель відноситься до техніки апаратурного аналізу спектра частот випадкових нестационарних процесів і призначена для розробки аналізаторів активного спектра сигналів вимірної інформації про короткочасне (імпульсне) порушення нормального безперервного функціонування реальних фізичних об'єктів. У такому сенсі характерним прикладом є процес гальмування локомотива.

Крім відміченого розуміння імпульсних нестационарних процесів такими вони можуть бути лише при значно меншій тривалості по відношенню до відомої межі структурної однорідності загальних випадкових процесів.

Відома проблемна задача апаратурного аналізу спектра одиночних імпульсів. Для розв'язання цієї задачі метод послідовного аналізу зовсім непридатний, бо спектр таких імпульсів значно змінюється з часом, тому на короткому відрізку аналізу такий спектр виміряти практично неможливо. У цьому випадку приходится використовувати лише відомі аналізатори паралельного (багатоканального) типу одночасної дії. При цьому, його реальні аналізуючі резонатори вносять певні перекручування спектра навіть у кращому випадку квазіпері-

одичного прямуванні імпульсів [Харкевич А. А. Спектры и анализ. - М: «Физматгиз». 1962г., п. 26, (26.8)]. Крім того, стаціонарні резонатори не є адекватними нестационарним імпульсним процесам, тому з'являються додаткові перекручування одержаного спектра.

Навіть використання відомого пристрою для слідкувального аналізу активного спектра саме нестационарних процесів не розв'язує відміченої задачі, бо такий пристрій можна використовувати лише для безперервних довготривалих сигналів інформації [Патент України на корисну модель 33179, G01R23/16, Бюл. № 11, 2008 р.].

На відміну від аналізаторів паралельного типу, значно простішими і ефективними є аналізатори спектру імпульсних радіосигналів, основним блоком яких є дисперсійна лінія затримки (ДЛЗ). [Тверской В. И. Дисперсионно-временные методы измерения спектров радиосигналов. - М: «Советское радио», 1974 г.]. Сутність функціонування та потенціальні можливості дисперсійних аналізаторів узагальнено пояснюються адекватністю вже самих термінів: «дисперсія» - розсіяння (розкладання) і «аналіз» - розчленування цілого на складові елементи. Особливе значення таких аналізаторів зв'я-

UA (19) 48472 (11) (13) U

зано перш за все з тим, що дисперсійний аналіз виконується у значно більш універсальному часовому просторі, чим у частотному. Але відмічені можливості поки що використані не повністю.

Найбільш близьким аналогом до технічного рішення, що заявляється, є відома схема пристрою для дисперсійного аналізу ефективного спектра радіоімпульсів [Лободинский Ю. Г., Оноприенко Е. И.. Об анализе спектра устройством с дисперсией. «Радиотехника» т. 21, № 10, 1966 г., Рис. 2]. Ця схема має послідовно з'єднані відомий амплітудний модулятор та ДЛЗ. Комплексна обвідна вихідного сигналу модулятора має внутрішньоімпульсну модуляцію частоти, яка змінюється з часом лінійно, Швидкість цієї зміни у цього аналізатора узгоджена з величиною дисперсії ДЛЗ.

Однак, у подібних аналізаторах обвідна вихідного сигналу модулятора повинна дорівнювати вхідному сигналу. Для цього, як відомо, необхідно зміщувати вхідний сигнал на достатньо велику початкову постійну частоту. При цьому на виході модулятора одержується явний радіоімпульс з двома боковими смугами частот, з-за чого ускладнюється реалізація ДЛЗ. Крім того, та частина цього пристрою, яка розташована поперед ДЛЗ являє собою відомий аналізатор гетеродинного типу послідовної неодноразової дії. Але реалізація такого аналізатора, навіть без ДЛЗ, вважається порівняно непростю задачею [Раушер К., Нанесен Ф., Минихольд Р. Основы спектрального анализа: Пер. с англ. С. М. Смольского/ Под ред. Ю. А. Гребенко - М: Горячая линия - Телеком, 2006.]

Технічною задачею, яка вирішується корисною моделлю, є задача одержання більш ефективного пристрою для дисперсійно-слідкувального аналізу у реальному часі активного спектра короточасних нестационарних процесів та спрощеної реалізації як блоку ДЛЗ, також і пристрою у цілому шляхом використання особливостей поняття та відомого метода аналізу такого спектра [Туник В. Ф. Метод аппаратного анализа активного спектра нестационарных процессов, «Известия ВУЗов. Радиоэлектроника», том 51, № 6, 2008 г.].

Ця задача вирішується пристроєм для дисперсійно-слідкувального аналізу у реальному часі активного спектра короточасних нестационарних процесів, який містить дисперсійну лінію затримки (ДЛЗ), вихід якої є виходом пристрою, та синхронізатор, вхід якого з'єднано зі входом пристрою.

Новим є то, що у цьому пристрою ДЛЗ є автоматично керованою (слідкувальною) лінією, на вході якої уведено автоматично керований електричний частотний фільтр (АКФ), який містить керований смуго-пропускний фільтр (СПФ) та елемент керування (ЕК), вихід якого з'єднано зі входом керування ДЛЗ та СПФ, сигнальний вхід якого є сигнальним входом АКФ та пристрою, а на виході синхронізатора уведено послідовно з'єднані генератор лінійної зміни напруги та підсилювач, вихід якого з'єднано зі входом ЕК, загальний коефіцієнт передачі яких пропорційний оберненій величині дисперсії ДЛЗ з протилежним знаком.

Відрізняється цей пристрій також і тим, що у залежності від умов конкретної технічної задачі, СПФ є керований частотний фільтр вище другого

порядку певного типу або керований односмуговий модулятор фазофільтрового типу — «еквівалентний смуговий фільтр», які, згідно з особливостями активного спектру, мають мінімально можливі однакові з ДЛЗ постійну смугу частот та середню частоту початкової настройки.

Принципова можливість одержання автоматично керованої (слідкувальної) ДЛЗ відома [Патент України на корисну модель 40428, Н03Н21/00, G05В13/02, Бюл. № 7, 2009 р.].

На кресленні, що додається, наведена структурна електрична схема пристрою для дисперсійно-слідкувального аналізу у реальному часі активного спектра короточасних нестационарних процесів, який складається з автоматично керованого фільтра (АКФ) 1, який містить керовані смуго-пропускний фільтр чи одкосмуговий модулятор фазофільтрового типу -«еквівалентний смуговий фільтр» (СПФ) 2 та елемент керування (ЕК) 3; з автоматично керованою дисперсійною лінією затримки (ДЛЗ) 4 та з послідовно з'єднаних синхронізатора 5, генератора лінійної зміни напруги (ГЛН) 6 і підсилювача 7, вихід якого з'єднано зі входом ЕК 3, вихід якого з'єднано зі входом керування СПФ 2 та ДЛЗ 4, вихід якої є виходом пристрою, входом якого є сигнальний вхід СПФ 2 та синхронізатора 5.

Працює запропонований пристрій таким чином:

У момент, коли з'являється порушення безперервного функціонування реального фізичного об'єкту чи почнеться гальмування локомотива, на виході синхронізатора 5 з'явиться короткий імпульс запуску генератора ГЛН 6, а на виході СПФ 2 з'явиться сигнал з миттєвим активним спектром, який вже для цього моменту містить достатню повну інформацію про вхідний сигнал. Цей сигнал з виходу СПФ 2 надходить на вхід ДЛЗ 4.

З появою на виході генератора ГЛН 6 змінної за лінійним законом напруги, яка після підсилення з виходу підсилювача 7 поступає на вхід елемента ЕК 3, починається процес автоматичного зміщення настройки СПФ 2 та ДЛЗ 4. Фільтр СПФ 2 у кожному випадку виділяє відповідної форми порівняно вузькосмуговий активний спектр, зберігаючи у кожному випадку практично повну інформацію про вхідний сигнал, який, як наслідок, достатню точно дорівнює обвідній вихідного сигналу СПФ 2.

Такий аналізатор подібний широко відомому аналізатору послідовної дії, бо СПФ 2 примусово перестроюється у межах спектра з тією же швидкістю, з якою гетеродин цього аналізатора зміщує спектр по відношенню до його стаціонарного фільтра. Хоча як окремий послідовний аналізатор активного спектра можна використовувати лише при незмінному спектрі, однак разом з ДЛЗ він набуває значно більш корисну властивість одночасної дії.

З виходу СПФ 2 одержаний сигнал надходить на вхід лінії ДЛЗ 4, на вході якої, тобто на виході пристрою, одержується, як відомо, практично безперешкод вхідний для ДЛЗ 4 сигнал з активним спектром, лише затриманий, в залежності від типу ДЛЗ 4, на незначний початковий час. Завдяки лінійній залежності характеристики групового часу затримки від частоти, кожна складова активного

спектра на виході ДЛЗ 4 розташовується на відповідному відрізку осі часу дії вхідного для пристрою сигналу точно так же, як вона повинна розташовуватися на осі частот. Це означає, що кожен складову активного спектра сигналу на виході ДЛЗ 4 можна виміряти у кожен момент часу. Ця особливість дисперсійного аналізу вказує на унікальну адекватність такого аналізу особливостям саме активного спектра сигналів.

Як відомо, тривалість реакції ДЛЗ 4 виходить найменшою, якщо досліджуваний імпульс має змішувану амплітудну та лінійну частотну модуляції. Тільки у цьому випадку дисперсійний аналіз одиночних імпульсів дозволяє одержати потрібні вимірювання спектру у реальному часі (у темпі) надходження вхідного для ДЛЗ 4 імпульсу. У цьому сенсі додатково підтверджується відмічена адекватність дисперсійного аналізу лише активному спектру і саме низькочастотних імпульсів порівняно з відомими методами апаратурного дисперсійного аналізу спектрів радіоімпульсів і це незалежно від використання стаціонарної чи нестаціонарної ДЛЗ. У тому і другому випадку, як можна показати, необхідно лише забезпечити певну пропорційність значення загального коефіцієнта передачі синхронізатора 5, ГЛН 6, підсилювача 7 та ЕК 3 оберненої величини дисперсії ДЛЗ 4 з протилежним знаком.

При закінченні на відрізку часу ефективної дії вхідного сигналу на виході синхронізатора 5 з'явиться короткий імпульс припинення роботи генератора ГЛН 6, тому фільтр СПФ 2 та лінія ДЛЗ 4 повернуться на початкову середню частоту настрійки, і на цьому закінчиться процес вимірювання активного спектру одиночних імпульсних низькочастотних нестаціонарних сигналів.

Запропонований пристрій передбачається використовувати у єдиної системи автоматичного

керування за допомогою виконуючих механізмів реальними фізичними об'єктами для підвищення ефективності функціонування за рахунок зменшення прояву негативного відхилення їх від нормальної безперервної роботи або, наприклад, для підвищення ефективності гальмування локомотива. В залежності від умов конкретної технічної задачі, використання нестаціонарної ДЛЗ не може заперечувати використанню стаціонарної ДЛЗ, при якій у такої системі можна одержати навіть значно більш позитивний результат, чим при використанні нестаціонарної ДЛЗ.

При необхідності контролю функціонування цієї системи, у запропонований пристрій можна увести осцилограф, генератор горизонтальної розгортки якого повинен бути зв'язаним з синхронізатором 5. А при необхідності підвищення кількості вимірюваної інформації при незначному ускладненні системи, у запропонований пристрій можна увести необхідні додаткові відомі блоки для одержання ще і фазового активного спектру.

З метою підтвердження принципіальної можливості досягнення вище відмічених особливостей запропонованого пристрою, шляхом комп'ютерного математичного моделювання були одержані спектри окремо на осі спектральних частот для різних тестових короткочасних функцій і на відрізку осі часу ефективної дії цих функцій. З графіків одержаних спектрів, за винятком дуже невеликого відрізка поблизу начала координат, на усій довжині дії активного спектра спостерігалася достатньо висока точність аналізу.

Таким чином, можна стверджувати, що запропонований пристрій дійсно вирішує проблемну задачу апаратурного аналізу у реальному часі саме активного спектра низькочастотних короткочасних нестаціонарних процесів.

