



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **87776** (13) **U**
(51) МПК (2014.01)
G06G 7/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки:	u 2013 05440	(72) Винахідник(и):	Тунік Володимир Федотович (UA)
(22) Дата подання заявки:	26.04.2013	(73) Власник(и):	ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ ІМЕНІ АКАДЕМІКА В. ЛАЗАРЯНА,
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель:	25.02.2014		вул. Ак. Лазаряна, 2, м. Дніпропетровськ-10, 49010 (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	25.02.2014, Бюл.№ 4		

(54) СПОСІБ МОДЕЛЮВАННЯ ДИСПЕРСІЙНИХ АНАЛІЗАТОРІВ СПЕКТРА НИЗЬКОЧАСТОТНИХ СИГНАЛІВ

(57) Реферат:

Спосіб моделювання дисперсійних аналізаторів спектра низькочастотних (НЧ) сигналів містить аналізатор ефективного спектра та аналізатор активного спектра зі встановленням ефективного спектра корелометром, дисперсійна лінія затримки (ДЛЗ) обох аналізаторів має лінійну функцію групового часу затримки (ГЧЗ), моделювання якої виконано в Mathcad, де одержана таблиця параметрів і нулів поліномів Гурвиця секцій цих ДЛЗ, кожна з яких має один фазовий контур першого порядку та з певну кількість фазових контурів другого порядку, а в аналізаторі ефективного спектра, лінія ДЛЗ якого має нелінійно-монотонну функцію ГЧЗ з певною кількістю фазових контурів першого порядку, функція відклику ДЛЗ помножується на вираз **Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.** або виконується частотна корекція цього відклику функцією цього ж виразу. Комп'ютерним моделюванням у аналізаторів першого та другого варіантів визнається оптимальна кількість секцій НЧ ДЛЗ та їх порядок - кількість фазових контурів другого порядку кожної секції. У аналізатора третього варіанта визнається параметр σ функції ГЧЗ контурів та їх кількість n і визнається краще використання виразу $\sqrt{2\pi t'(\Omega)}$. У другому варіанті аналізатора при аналізі відомого (класичного) поняття активного спектра моделювання виконується в VisSim з використанням блока оптимізації, при використанні ж нового поняття активного спектра за заданої (вимірюваної) функції фази $\varphi(t)$ моделюванням в Mathcad визначається функція обвідної

$$A(t) = \frac{1}{\pi} \int_0^T \frac{\varphi(t+x) - \varphi(t-x)}{x} dx$$
 перетворення Гільберта та перевіряється взаємозв'язок її з функцією

фази $\varphi(t)$. По одержаній спектральній функції $A(j\omega)$ цієї обвідної встановлюється ефективний спектр, для чого або в Mathcad моделюється функція автокореляції

$$S(j\omega) = \frac{2}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} A(j\Omega) A[j(\omega - \Omega)] d\Omega$$
, або в VisSim Comm використовується блок автокореляції - Sliding

Correlate.

UA 87776 U

Корисна модель належить до вимірювальної техніки дисперсійного аналізу спектра короткочасних сигналів інформації про нормальне функціонування реальних фізичних об'єктів.

Розрізняють фізичне та математичне моделювання. Але фізичне моделювання - макетування на практиці затрудняє визначення оптимального макета, а ручне на папері математичне моделювання є складною задачею, тому математичне моделювання ототожнюють із комп'ютерним моделюванням.

Відомі різні дисперсійні аналізатори спектру, але вони ні є низькочастотними [Тверской В.И... Дисперсионно-временные методы измерения спектров радиосигналов. - М.: "Советское радио", 1974].

Найбільш близьким до способу, що пропонується для моделювання, є відомий пристрій для дисперсійного аналізу спектра низькочастотних (НЧ) сигналів лінією на фазових контурах [Патент на корисну модель № 65227. Бюл. № 22 від 25.11.2011], який представляє наступні три варіанта дисперсійних НЧ аналізаторів на фазових контурах: аналізатор ефективного спектра при лінійній функції групового часу затримки (ГЧЗ) дисперсійної лінії затримки (ДЛЗ), аналізатор активного спектра також при лінійній функції ГЧЗ лінії ДЛЗ з наступним встановленням ефективного спектра корелометром та аналізатор ефективного спектра з нелінійно-монотонною функцією ГЧЗ лінії ДЛЗ.

Але реалізація такого аналізатора можлива лише при наявності можливого моделювання НЧ ДЛЗ, адекватної НЧ сигналам.

Відоме математичне - комп'ютерне моделювання в Mathcad таблиці параметрів і нулів поліномів Гурвиця при апроксимації функції ГЧЗ секцій НЧ ДЛЗ з одним фазовим контуром першого порядку та з певною кількістю фазових контурів другого порядку [Патент на корисну модель № 72061. Бюл. № 15 від 10.08.2012], що дозволяє одержувати оптимальну з точки зору рівномірної чебишевської апроксимації лінійну функцію ГЧЗ лінії. За такою таблицею реалізовувати НЧ ДЛЗ можливо не тільки в Mathcad, але і в VisSim за допомогою вікон конструювання передаточних функцій лінійних систем із нескінченною імпульсною характеристикою (НР) [Дьяконов В.П. Vis-Sim+Mathcad+MATLAB. - М.: СОЛОН-Пресс, 2004].

Але необхідно мати оптимальну НЧ ДЛЗ по відношенню також і до параметрів вхідного для аналізатора сигналу.

Аналізатор ефективного спектра з нелінійно-монотонною функцією ГЧЗ лінії ДЛЗ можна реалізовувати певною кількістю фазових контурів першого порядку, але для одержання спектральної функції певної точності необхідно

на комп'ютері функцію відклику ДЛЗ помножити на вираз $\sqrt{2\pi t'(\Omega)}$ або виконати частотну корекцію одержаного спектра на виході ДЛЗ цим ж виразом.

Таким чином, в залежності від заданої (вимірної) функції діяння для кожного відміченого варіанта аналізатора необхідно комп'ютером визначити відповідну оптимальну НЧ ДЛЗ, що входить у аналізатор.

Технічною задачею, яка вирішується корисною моделлю, що заявляється, є отримання такого дисперсійного аналізатора спектра НЧ сигналів, який задовольняв би основним умовам вирішення конкретної технічної задачі.

Ця задача вирішується способом моделювання дисперсійних аналізаторів спектра низькочастотних (НЧ) сигналів, який містить аналізатор ефективного спектра та аналізатор активного спектра зі встановленням ефективного спектра корелометром, дисперсійна лінія затримки (ДЛЗ) обох аналізаторів має лінійну функцію групового часу затримки (ГЧЗ), моделювання якої виконано в Mathcad, де одержана таблиця параметрів і нулів поліномів Гурвиця секцій цих ДЛЗ, кожна з яких має один фазовий контур першого порядку та з певну кількість фазових контурів другого порядку, а в аналізаторі ефективного спектра, лінія ДЛЗ якого має нелінійно-монотонну функцією ГЧЗ з певною кількістю фазових контурів першого

порядку, функція відклику ДЛЗ помножається на вираз $\sqrt{2\pi t'(\Omega)}$ або виконується частотна корекція цього відклику функцією цього ж виразу.

Новим є те, що комп'ютерним моделюванням у аналізаторів першого та другого варіантів визнається оптимальна кількість секцій НЧ ДЛЗ та їх порядок - кількість фазових контурів другого порядку кожної секції, у аналізатора третього варіанта визнається параметр а функції

ГЧЗ контурів та їх кількість n і визнається краще використання виразу $\sqrt{2\pi t'(\Omega)}$, а також у другому варіанті аналізатора при аналізі відомого (класичного) поняття активного спектра моделювання виконується в VisSim з використанням блока оптимізації, при використанні ж нового поняття активного спектра за заданої (вимірної) функції фази $\varphi(t)$ моделюванням в

$$A(t) = \frac{1}{\pi} \int_0^T \frac{\varphi(t+x) - \varphi(t-x)}{x} dx$$

Mathcad визначається функція обвідної перетворення Гільберта та перевіряється взаємозв'язок її з функцією фази $\varphi(t)$, а по одержаній спектральній функції $A(j\omega)$ цієї обвідної встановлюється ефективний спектр, для чого або в Mathcad моделюється функція

$$S(j\omega) = \frac{2}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} A(j\Omega) A[j(\omega - \Omega)] d\Omega$$

автокореляції, або в VisSim Comm використовується блок автокореляції - Sliding Correlate.

Відомості, які підтверджують можливість та необхідність здійснення запропонованого способу полягає у тому, що особливе значення має апаратний аналіз спектра саме НЧ сигналів [Кадук Б. Г., Круковський-синевич К. Б., Садовський В.В. Спектральний аналіз із стисненням масштабу часу. - К.: "Техніка", 1968. - п. 1.1]. При цьому дисперсійний аналіз спектра цих сигналів у принципі можливий лінійно на фазових контурах, тому дисперсійний аналізатор спектра НЧ сигналів значно простіше відомих і у ньому не потрібно використовувати лінійну частотну модуляцію вхідного сигналу.

При аналізі відомого [Агеев Д.В. Активная полоса частотного спектра функции времени. Труды ГПИ, 1955. - Т. 11, № 1] поняття активного спектра моделювання в VisSim з використанням блока оптимізації потрібно через те, що це поняття в принципі приводить до приблизних результатів.

При використанні нового поняття активного спектра за заданої (вимірної) функції миттєвої фази $\varphi(t)$ або миттєвої частоти $\omega(t)$ зміщення активної смуги моделювання в Mathcad за допомогою перетворення Гільберта, визначається функція його обвідної

$$A(t) = \frac{1}{\pi} \int_0^T \frac{\varphi(t+x) - \varphi(t-x)}{x} dx$$

через те, що ця формула, яка перевірена на багатьох прикладах, підтверджує ключову особливість вказаного поняття активного спектра - взаємозв'язок через перетворення Гільберта функцій обвідної $A(t)$ та фази $\varphi(t)$.

Отже можна стверджувати, що запропонований спосіб дійсно у принципі та реально дозволяє вирішувати проблемну задачу розробці дисперсійних аналізаторів спектра НЧ сигналів лінійно на фазових контурах та сприяє проектуванню і розробці оптимальних аналізаторів з урахування умов вирішення конкретних технічних задач та вибору із великої кількості можливих реалізацій аналізаторів найкращого з них шляхом саме комп'ютерного моделювання, що і визначає практичну корисність упровадження цього способу у науку і техніку.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб моделювання дисперсійних аналізаторів спектра низькочастотних (НЧ) сигналів, який містить аналізатор ефективного спектра та аналізатор активного спектра зі встановленням ефективного спектра корелометром, дисперсійна лінія затримки (ДЛЗ) обох аналізаторів має лінійну функцію групового часу затримки (ГЧЗ), моделювання якої виконано в Mathcad, де одержана таблиця параметрів і нулів поліномів Гурвиця секцій цих ДЛЗ, кожна з яких має один фазовий контур першого порядку та певну кількість фазових контурів другого порядку, а в аналізаторі ефективного спектра, лінія ДЛЗ якого має нелінійно-монотонну функцію ГЧЗ з певною кількістю фазових контурів першого порядку, функція відклику ДЛЗ помножується на вираз $\sqrt{2\pi t'(\Omega)}$ або виконується частотна корекція цього відклику функцією цього ж виразу, який відрізняється тим, що комп'ютерним моделюванням у аналізаторів першого та другого

варіантів визнається оптимальна кількість секцій НЧ ДЛЗ та їх порядок - кількість фазових контурів другого порядку кожної секції, у аналізатора третього варіанта визнається параметр σ функції ГЧЗ контурів та їх кількість n і визнається краще використання виразу $\sqrt{2\pi t'(\Omega)}$, а також у другому варіанті аналізатора при аналізі відомого (класичного) поняття активного спектра моделювання виконується в VisSim з використанням блока оптимізації, при використанні ж нового поняття активного спектра за заданої (вимірної) функції фази $\varphi(t)$ моделюванням в

Mathcad визначається функція обвідної $A(t) = \frac{1}{\pi} \int_0^T \frac{\varphi(t+x) - \varphi(t-x)}{x} dx$ перетворення Гільберта та

перевіряється взаємозв'язок її з функцією фази $\varphi(t)$, а по одержаній спектральній функції $A(j\omega)$ цієї обвідної встановлюється ефективний спектр, для чого або в Mathcad моделюється функція автокореляції $S(j\omega) = \frac{2}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} A(j\Omega)A[j(\omega - \Omega)]d\Omega$, або в VisSim Comm використовується блок автокореляції - Sliding Correlate.

5

Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601