



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **89391** (13) **U**
(51) МПК (2014.01)
G05B 13/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

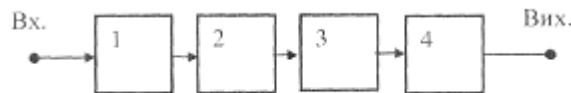
(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2013 09080	(72) Винахідник(и): Туник Володимир Федотович (UA)
(22) Дата подання заявки: 18.09.2013	(73) Власник(и): ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ ІМЕНІ АКАДЕМІКА В.ЛАЗАРЯНА, вул. Ак. Лазаряна, 2, м. Дніпропетровськ-10, 49010 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.04.2014	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.04.2014, Бюл.№ 8	

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ТЕЛЕКЕРУВАННЯ ОБ'ЄКТАМИ З ДИСПЕРСІЙНО-ЧАСТОТНИМ КОМПАДУВАННЯМ ФІНІТНИХ СИГНАЛІВ

(57) Реферат:

Пристрій для телекерування об'єктами з дисперсійно-частотним компандуванням фінітних сигналів містить послідовно з'єднані односмуговий модулятор (ОМ), лінійно-частотний модулятор (ЛЧМ) і дисперсійну лінію затримки (ДЛЗ) певного порядку. Функція групового часу затримки (ГЧЗ) цієї ДЛЗ має певне велике значення крутості і на її виході уведено каналний фільтр нижніх частот, а на приймальній стороні уведено послідовно з'єднані другі ОМ, ЛЧМ з тим же призначенням, та ДЛЗ, яка має однаковий порядок з першою ДЛЗ і відповідно зі зменшеним значенням крутості функції ГЧЗ.



Фіг. 1

UA 89391 U

Корисна модель належить до вимірювальної техніки і призначена для замкнутого автоматичного телекерування фізичним об'єктом з досягненням скорочення часу відхилення його від нормальної безперервної роботи.

Крім аналізу спектра сигналів [Тверской В. И. Дисперсионно-временные методы измерения спектров радиосигналов. - М: "Советское радио", 1974] відомі також можливості використання дисперсійної лінії затримки (ДЛЗ) і для частотного компандування сигналів у межах робочої області частот групового часу затримки (ГЧЗ) лінії [Зверев В. А. К вопросу о сжатии и расплывании модулированных сигналов в диспергирующих средах. "Известия ВУЗов. Радиофизика", № 1, 1970]. Принципи такого компандування основані на відомій властивості прямого перетворення Фур'є зміни масштабу.

Але у відомих методах, із-за складності аналітичного виразу коефіцієнта зміни масштабу, складною одержується реалізація їх з використанням двох ДЛЗ в окремому пристрою.

Найбільш близьким аналогом до технічного рішення, що заявляється, є лише принцип дисперсійно-частотної компресії зі спрощеним виразом коефіцієнта зміни масштабу окремою ДЛЗ [Клаудер И. К., Прайс А. С. и др. Теория и расчёт импульсных РЛС. "Зарубежная радиоэлектроника" № 1, 1961]. При цьому напруга u_1 вхідного сигналу після попередньої обробки має вигляд комплексної ВЧ напруги $U_1(t) = u_1(t) \exp(j(\omega_0 t \pm kt^2))$. Тобто напруга u_1 зміщується на постійну частоту ω_0 , що виконується односмуговим модулятором та виконується лінійна частотна модуляція з частотою $\frac{kt}{2}$.

Задачею корисної моделі є одержання реальної системи телекерування об'єктами з дисперсійно-частотним компандуванням фінітних сигналів.

Поставлена задача вирішується тим, що пристрій для телекерування об'єктами з дисперсійно-частотним компандуванням фінітних сигналів, який на передавальній стороні містить послідовно з'єднані односмуговий модулятор (ОМ), лінійно-частотний модулятор (ЛЧМ) та ДЛЗ певного порядку, згідно з корисною моделлю, функція ГЧЗ цієї ДЛЗ має певне велике значення крутості і на її виході уведено канальний фільтр нижніх частот (КФНЧ), а на приймальній стороні уведено послідовно з'єднані другі ОМ, ЛЧМ з тим же призначенням, та ДЛЗ, яка має однаковий порядок з першою ДЛЗ і відповідно зі зменшеним значенням крутості функції ГЧЗ.

На кресленні фіг. 1, наведена структурна електрична схема передавальної частини пристрою, який містить послідовно з'єднані ОМ 1, ЛЧМ 2, ДЛЗ 3 - частотний компресор та КФНЧ 4, а на приймальній стороні фіг. 2 пристрій містить послідовно з'єднані ОМ 5, ЛЧМ 6, ДЛЗ 7 - частотний експандер.

Працює запропонований пристрій таким чином:

Нехай напруга u_1 сигналу, який потрібно аналізувати, надходить на вхід передавальної частини пристрою. Можна показати, що напруга $u_2 = \operatorname{Re} \frac{1}{\sqrt{2\pi ai}} \exp \left[\frac{j(t-t_n)^2}{2a} \right] S \left(\frac{t}{a} \right)$ є відгуком частотного компресора,

де t_n - значення функції ГЧЗ лінії, що відповідає частоті ω_n , а параметр $a = \frac{\Delta t}{\Delta \omega}$ характеризує саме крутість характеристики ГЧЗ лінії ДЛЗ 4.

Правий множник $S \left(\frac{t}{a} \right) = \int_0^T u_1(\tau) \exp \left[-j \frac{t}{a} \tau \right] \exp \left(j \frac{\tau^2}{2a} \right) \exp \left(j \frac{t_n \tau}{a} \right) d\tau$ у цій формулі є комплексна спектральна функція, у якій лише перші два додатка представляють пряме перетворення Фур'є, а щоб його одержати необхідно напругу u_1 помножити на останні дві експоненти з протилежним знаком. Обидві з цих експонент вказують на те, що вхідний сигнал блоками ЧМ 1 фіг.1 та ЧМ 6 фіг. 2 необхідно виконати частотну модуляцію з протилежним знаком за формулою $\exp \left[-j \left(t_n \frac{\tau}{a} + \frac{\tau^2}{2a} \right) \right]$. При цьому на виході ДЛЗ 3 фіг. 1 одержується така функція напруги u_2 ,

обв'ідна якої є функцією $S \left(\frac{t}{a} \right) = \sqrt{\frac{a}{2\pi}} \frac{1}{a} \int_0^T u_1(\tau) \exp \left[-j \frac{t}{a} \tau \right] d\tau$ прямого перетворення Фур'є з частотою

$\frac{t}{a}$. Із порівняння цього виразу з відомим виразом властивості перетворення Фур'є $f(kt) = \frac{1}{k} F\left(\frac{\omega}{k}\right)$ зміни масштабу виходить, що коефіцієнт зміни масштабу k дорівнює крутості a функції ГЧЗ лінії. Отже, в залежності від значення цієї крутості можна одержувати як стискання (компресію), так і розширення (експандування) спектра при відповідній зміні його рівня за формулою $\sqrt{\frac{a}{2\pi}}$.

5 Для підтвердження цього ключового тут принципу із приведених графіків фіг. 3, одержаних у Mathcad-моделі наглядно видно відмічені особливості перетворення Фур'є на прикладі секції ДЛЗ п'ятнадцятого порядку і функції діяння $f(t) = \exp(-bt)\sin(\eta t)$, яка має комплексну спектральну функцію $F(\omega) = \frac{\eta}{(b + j\omega)^2 + \eta^2}$.

10 Так верхній лівий з графіків фіг. 3 цієї моделі підтверджує зростаючий характер функції ГЧЗ $t_3(\omega)$, а із аналітичного виразу для цієї функції виходить, що такий характер одержується зміщенням частоти ω відомої табличної функції ГЧЗ на $10m$ [Туник В. Ф. Пристрій табульованих секцій дисперсійних ліній затримки нижчих частот на фазових контурах. Патент на корисну модель №72061 від 10.08.2012, Бюл. № 15]. Із верхнього правого графіка видно, що функція $f(t)$ дійсно є практично фінітною на інтервалі T , а модуль її комплексної спектральної функції $|F(\omega)|$, показаної на лівому нижньому графіку, також є практично фінітною функцією. Нижній правий графік відображає модуль комплексної напруги $|u(\theta)|$ відгуку секції ДЛЗ п'ятнадцятого порядку, де θ - спектральний, а не текучий час. При цьому лише на повільних ділянках функції $|u(\theta)|$ незначно виявляються перекинуття її функцією чебишевською альтернанса, яка є адитивною, тому значно зменшується на виході фільтра КФНЧ 4, що збільшує ефективність використання систем передачі інформації.

20 Результати, які одержані на Mathcad-моделі (фіг. 3) при зміні коефіцієнта масштабування m , коли змінюється відповідно крутість a функції ГЧЗ. Для спостереження та вимірювання значення частотної компресії розгортка по горизонтальній осі нижнього правого графіка вибрана такою, при якій зовнішньо цей графік представлено приблизно подібним з нижнім лівим графіком, а з числових меток на осях очевидні результати частотної компресії при $m=0.5$ і $a=3.8310.766$, що є при $m=1$. Отже, на виході окремої секції ДЛЗ певного порядку дійсно можна одержувати частотну компресію фінітних сигналів при збільшеній крутості функції ГЧЗ секції ДЛЗ, а при зменшеній крутості - частотне експандування. З цього випливає, що на приймальній стороні для встановлювання спектральної функції діяння блоки ОМ 5, ЛЧМ 6 і ДЛЗ 7 повинні виконувати обернені перетворення прийнятого сигналу тим, які виконують блоки ОМ 1, ЛЧМ 2 і ДЛЗ 3 на передавальній стороні.

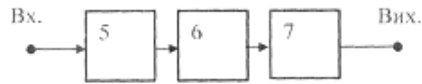
35 Таким чином запропонований пристрій дозволяє вирішувати проблемну задачу телекерування фізичними об'єктами з дисперсійно-частотним компандуванням фінітних НЧ сигналів при підвищенні перешкодостійкості їх, що саме і визначає практичну корисність упровадження його у науку і техніку.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

40 Пристрій для телекерування об'єктами з дисперсійно-частотним компандуванням фінітних сигналів, який на передавальній стороні містить послідовно з'єднані односмуговий модулятор (ОМ), лінійно-частотний модулятор (ЛЧМ) і дисперсійну лінію затримки (ДЛЗ) певного порядку, який **відрізняється** тим, що функція групового часу затримки(ГЧЗ) цієї ДЛЗ має певне велике значення крутості і на її виході уведено каналний фільтр нижніх частот, а на приймальній стороні уведено послідовно з'єднані другі ОМ, ЛЧМ з тим же призначенням, та ДЛЗ, яка має однаковий порядок з першою ДЛЗ і відповідно зі зменшеним значенням крутості функції ГЧЗ.



Фіг. 1



Фиг. 2

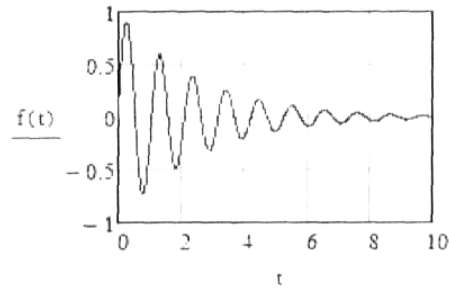
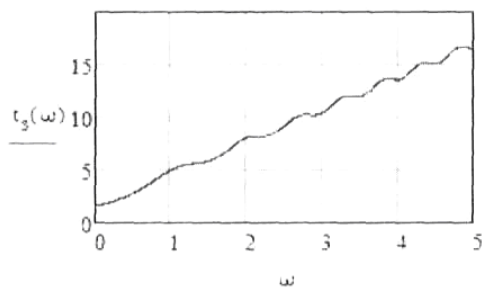
$m := 0.5$
 $b := .4$
 $\eta := 6$

$$f(t) := e^{-b \cdot t} \cdot \sin(\eta \cdot t)$$

2.225	0
.6689	.4135
.6736	1.3877
.694	2.3824
.7395	3.4392
.8173	4.6143
.9512	5.996
1.2294	7.7856

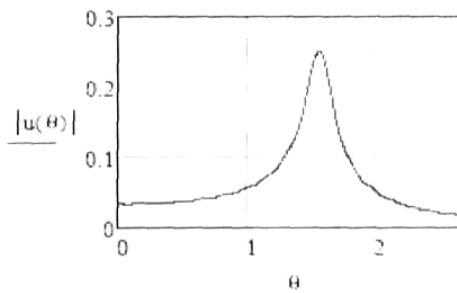
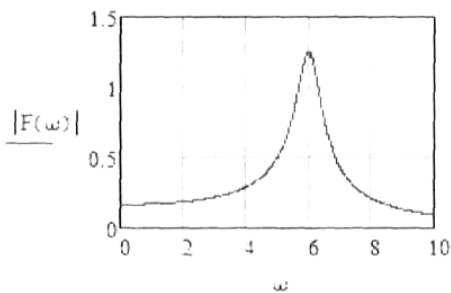
$\sigma :=$ (matrix) $\cdot m$ $\Omega :=$ (matrix) $\cdot m$ $\omega_B := m \cdot 8$ $T := 10$
 $t_B := \frac{8.45}{m}$

$$t_3(\omega) := \sum_{k=0}^7 \left[\frac{2 \cdot \sigma_k}{|\sigma_k|^2 + |\omega - 10 \cdot m + \Omega_k|^2} + \frac{2 \cdot \sigma_k}{|\sigma_k|^2 + |\omega - 10 \cdot m - \Omega_k|^2} \right] \quad t_H := t_3(0) = 1.577$$



$$F(\omega) := \frac{\eta}{(b + i \cdot \omega)^2 + \eta^2} \quad a := \frac{t_B - t_H}{\omega_B} \quad v(t) := f(t) \cdot e^{-i \left(\frac{t_H}{a} + \frac{t^2}{2 \cdot a} \right)}$$

$$u(\theta) := \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot a \cdot i}} \cdot e^{i \frac{(\theta - t_H)^2}{2 \cdot a}} \int_0^T v(\tau) \cdot e^{-i \theta \cdot a \cdot \tau} \cdot e^{i \left(\frac{t_H}{a} + \frac{\tau^2}{2 \cdot a} \right)} d\tau \quad a = 3.831$$



Фиг.3

Комп'ютерна верстка Д. Шеврун

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