



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 102040

(13) C2

(51) МПК

G01S 7/285 (2006.01)

H04B 1/10 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки: а 2012 05687

(22) Дата подання заявки: 10.05.2012

(24) Дата, з якої є чинними
права на винахід: 27.05.2013(41) Публікація відомостей
про заявку: 10.12.2012, Бюл.№ 23(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: 27.05.2013, Бюл.№ 10

(72) Винахідник(и):

Макаренко Олександр Сергійович (UA)

(73) Власник(и):

Макаренко Олександр Сергійович,
вул. Доброхотова, 15, кв. 151, м. Київ, 03142
(UA)(56) Перелік документів, взятих до уваги
експертизою:

UA 87299 C2; 10.07.2009

UA 41581 U; 25.05.2009

RU 2114444 C1; 27.06.1998

GB 892986 A; 04.04.1962

GB 1410074 A; 15.10.1975

JP 2007178440 A; 12.07.2007

JP 9148948 A; 06.06.1997

Скляр Б. Цифровая связь: пер. с англ. - М.:
Вильямс, 2003. - С. 136, 207.

(54) ПРИСТРІЙ ВІЯВЛЕННЯ КОСИНУСОЇДАЛЬНИХ ЦИФРОВИХ І РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СИГНАЛІВ

(57) Реферат:

Пристрій виявлення косинусоїдальних цифрових та радіолокаційних сигналів належить до радіотехніки, зокрема до радіоприймальних пристроїв, та може бути використаним в сучасних системах обробки цифрових і радіолокаційних сигналів. В пристрій введений вхідний фільтр, після перемножувача коливальних, два диференціатори з двома розв'язуючими підсилювачами, діод з резистивним навантаженням та вихідний фільтр нижніх частот - фільтр Баттерворта щонайменше четвертого порядку. Після подвійного диференціювання сигнал на виході діода має вид відрізка косинусоїди, з точністю до знака, і трохи послаблюється. Шум після подвійного диференціювання стає високочастотним і дуже суттєво послаблюється фільтром нижніх частот, частота зрізу якого вибирається із умови отримання найбільшого відношення сигнал/шум. Технічним результатом є поліпшення співвідношення сигнал/шум.

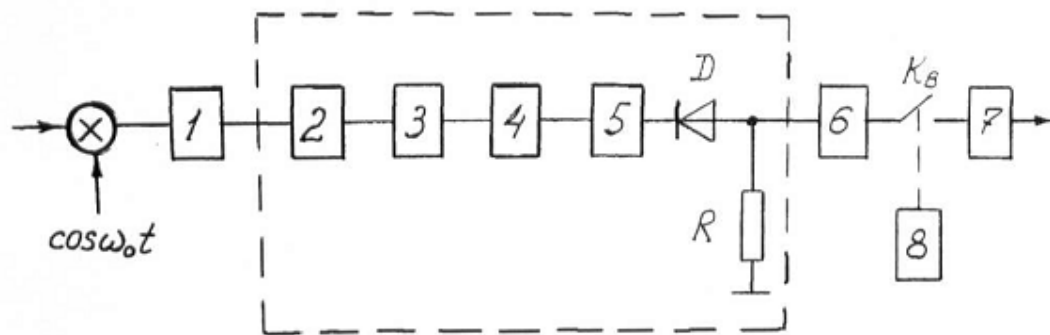


Fig. 1

UA 102040 C2

Винахід стосується радіотехніки, зокрема радіоприймальних пристроїв, та може бути використаним в сучасних системах обробки сигналів.

Відомі пристрої виявлення цифрових і радіолокаційних відеосигналів містять перемножувач коливань, оптимальний фільтр, ключ одержання вибірок, схему прийняття рішень та схему керування [1] - Скляр Б. Цифровая связь: пер. с англ. - М.: Вильямс, 2003. - 1104 с. Однак, ці пристрої дозволяють поліпшити відношення сигнал/шум за потужністю на величину, що дорівнює базі сигналу. В сучасних системах обробки база сигналу не перевищує 1-2. Тобто, виграш схеми дорівнює приблизно 0-3 дБ.

В основу винаходу поставлена задача створити такий пристрій виявлення косинусоїдальних сигналів, який би забезпечував значно більший виграш у відношенні сигнал/шум, ніж існуючі технічні рішення.

З цією метою в пристрої виявлення косинусоїдальних сигналів, який містить перемножувач коливань, ключ одержання вибірок, схему прийняття рішень та схему керування. Новим є те, що в нього введений фільтр 1 на виході перемножувача, блок обробки, який містить два диференціатори 2, 4, два розв'язуючих підсилювачі 3, 5 і діод з резистивним навантаженням та вихідний фільтр нижніх частот 6 - фільтр Баттерворта не нижче 4-го порядку (фіг. 1).

В пристрої, що заявляється, поставлена задача вирішується за рахунок того, що після перемножувача приймача встановлюють фільтр з частотою зрізу, яка вибирається із умови неспотвореної передачі косинусоїдального відеоімпульсу, тобто $f_{зр} = \pi/(2T_c)$, T_c - тривалість сигналу (імпульсу); після фільтра встановлюють блок обробки, який містить каскадне з'єднання двох диференціаторів з двома розв'язуючими підсилювачами і діод з резистивним навантаженням, на виході блока обробки встановлюють фільтр нижніх частот - фільтр Баттерворта не нижче 4-го порядку, вихід цього фільтра з'єднаний з входом ключа одержання вибірок. При подвійному диференціюванні косинусоїдального імпульсу (фіг. 2) сигнал на виході другого розв'язуючого підсилювача має вид такого ж відрізка косинусоїди, послабленого і з протилежним знаком, а також містить дві дельта-функції (фіг. 3). За допомогою діода дельта-функції усуваються (не проходять далі); таким чином, з точністю до знака спектр і форма сигналу на виході блока обробки практично залишаються незмінними.

Як відомо, енергетичний спектр шуму після подвійного диференціювання буде мати вигляд: $G_{вих}(\omega) = G_0(K_p \tau_d \omega)^4$, де G_0 - рівномірний енергетичний спектр шуму на виході фільтра, що розташований після перемножувача, K_p - результуючий коефіцієнт передачі диференціатора і розв'язуючого підсилювача, τ_d - стала часу диференціатора, яка вибирається із умови $\tau_d \omega_{зр} = 0,1$.

Потужність шуму на виході фільтра нижніх частот буде такою:

$$P_{вих} = \sigma_{вих}^2 = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\omega_{зр}} G_0 (K_p \tau_d \omega)^4 K^2(\omega) d\omega \approx \frac{1}{2\pi} \Omega_m G_0 \cdot \frac{1}{5} (K_p \tau_d \Omega_m)^4, \quad (1)$$

де $K^2(\omega)$ - квадрат модуля коефіцієнта передачі фільтра Баттерворта, причому у смузі частот від 0 до Ω_m $K^2(\omega) \approx 1$, а за межами цієї смуги практично дорівнює нулю. Тут Ω_m - частота зрізу фільтра Баттерворта, яка вибирається із умови отримання максимуму відношення сигнал/шум на виході пристрою.

Якщо б шум не підлягав обробці (подвійному диференціюванню), то на виході фільтра нижніх частот (ФНЧ) потужність шуму була б рівною:

$$\sigma^2 = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\omega_{зр}} G_0 K^2(\omega) d\omega \approx \frac{1}{2\pi} \Omega_m G_0, \quad (2)$$

Знайдемо коефіцієнт виграшу за потужністю для шуму

$$K_{ш} = \frac{\sigma^2}{\sigma_{вих}^2} = \frac{(1/2\pi) C_0 \Omega_m \cdot 5}{(1/2\pi) C_0 \Omega_m \cdot (K_p \tau_d \Omega_m)^4} = \frac{5}{(K_p \tau_d \Omega_m)^4}, \quad (3)$$

Сигнал після подвійного диференціювання можна записати у такому вигляді:

$$S''(t) = -A \left(\frac{\pi \tau_d K_p}{T_c} \right)^2 \cos \left(\frac{\pi t}{T_c} \right) + A \left(\frac{\pi \tau_d K_p}{T_c} \right) \left[\delta \left(t + \frac{T_c}{2} \right) + \delta \left(t - \frac{T_c}{2} \right) \right], \quad (4)$$

Сигнал $S''(t)$ зображено на фіг. 3.

- 5 Введемо умову, щоб потужність шуму при подвійному диференціюванні на виході блока обробки була б такою ж, як і на вході. При цьому $\frac{1}{5} (K_p \tau_d \Omega_m)^4 = 1$, звідки знаходимо $K_p = 10\sqrt[4]{5}$, тому що $\tau_d \omega_{zp} = 0,1$.

При цьому сигнал на виході блока обробки послаблюється. Знайдемо коефіцієнт послаблення сигналу:

10

$$K_c = \left(\frac{\pi \tau_d K_p}{T_c} \right)^2 = \left(\frac{\pi \cdot 0,1}{\omega_{zp}} \cdot \frac{10\sqrt[4]{5}}{\pi / (2f_{zp})} \right)^2 = \frac{\sqrt{5}}{\pi^2}, \quad (5)$$

Послаблення сигналу за потужністю при цьому дорівнює 12,9 дБ. Крім того, сигнал ще додатково послаблюється вихідним ФНЧ.

Як показують розрахунки, оптимальне співвідношення (ω_{zp} / Ω_m) дорівнює 2π , при цьому згідно з (3) можна отримати:

15

$$K_{\omega} = \frac{5}{(K_p \tau_d \Omega_m)^4} = \frac{5}{(10\sqrt[4]{5} \cdot 0,1) \left(\frac{\omega_{zp}}{\Omega_m} \right)^4} = \left(\frac{\omega_{zp}}{\Omega_m} \right)^4, \quad (6)$$

при $\omega_{zp} / \Omega_m = 2\pi$ маємо $K_{\omega} = 32$ дБ.

- 20 Сигнал при цьому за рахунок ФНЧ послаблюється на 7 дБ. Сумарне послаблення сигналу в пристрої становить, таким чином, 20 дБ. Очевидно, що виграш у відношенні сигнал/шум, який забезпечує пристрій становить:

$$K_B = K_{\omega} - 20 = 12 \text{ дБ},$$

що значно краще, ніж у існуючих системах.

- 25 На кресленні (Фіг. 1) наведена структурна схема пристрою. Пристрій містить фільтр 1 на виході перемножувача, блок обробки, який вміщує каскадне з'єднання двох диференціаторів 2, 4 і двох розв'язуючих підсилювачів 3, 5 та діод D з резистивним навантаженням R, вихідний фільтр нижніх частот 6, ключ одержання вибірок K_B , схему прийняття рішень (СПР) - 7, схему керування (СК) - 8, при цьому вхід пристрою з'єднаний з виходом перемножувача приймача, вихід фільтра 1 з'єднаний з входом першого диференціатора, вихід першого диференціатора з'єднаний з входом першого розв'язуючого підсилювача, вихід першого розв'язуючого підсилювача з'єднаний з входом другого диференціатора, вихід другого диференціатора з'єднаний з входом другого розв'язуючого підсилювача, вихід якого з'єднаний з входом діода D з резистивним навантаженням R, вихід діода з'єднаний з входом фільтра нижніх частот, вихід фільтра нижніх частот з'єднаний з входом ключа одержання вибірок K_B , вихід ключа K_B з'єднаний з входом схеми прийняття рішень, вихід якої є виходом пристрою, на керуючий вхід ключа одержання вибірок надходить імпульсна послідовність від схеми керування (СК), яка запускається від кіл тактової синхронізації конкретної системи обробки сигналів.

- 35 Пристрій працює наступним чином. Суміш корисного косинусоїдального відеоімпульсу тривалістю T_c і шуму надходить після фільтра демодулятора на вхід блока обробки, де піддається подвійному диференціюванню і подальшій фільтрації за допомогою вихідного фільтра нижніх частот. Після подвійного диференціювання сигнал на виході діода має вид відрізка косинусоїди (з точністю до знака) і трохи послаблюється. Шум після диференціювання стає високочастотним і суттєво послаблюється вихідним фільтром нижніх частот. Як показують розрахунки, виграш пристрою становить 12 дБ. На керуючий вхід ключа одержання вибірок надходять прямокутні імпульсні послідовності від схеми керування.

45

Пристрій є сумісним з вже існуючими системами цифрового зв'язку і радіолокаційними системами, тому що розміщується після перемножувача приймача, ніяк не впливає на смугу робочих частот систем обробки і структуру каналу зв'язку в цілому.

Є дуже ефективним для систем обробки інформації з малим рівнем потужності.

5

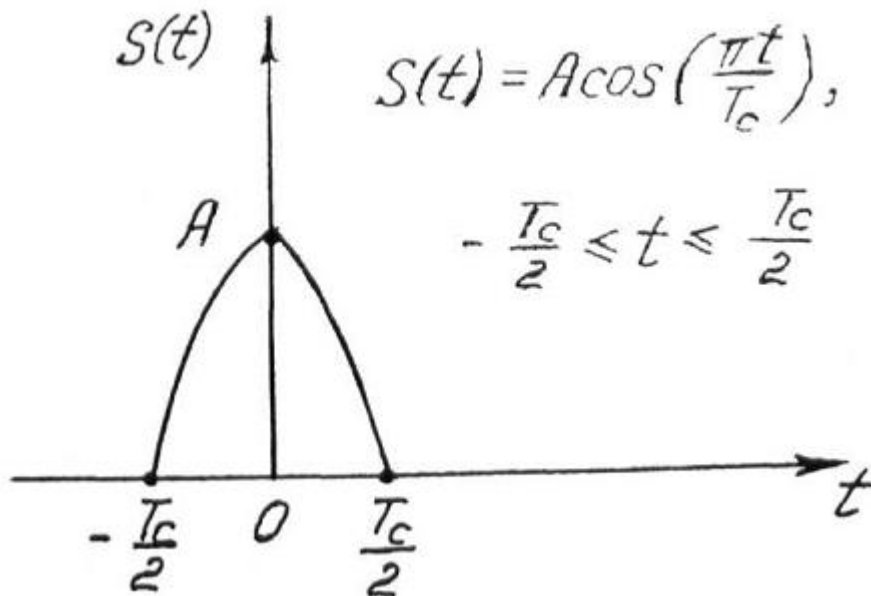
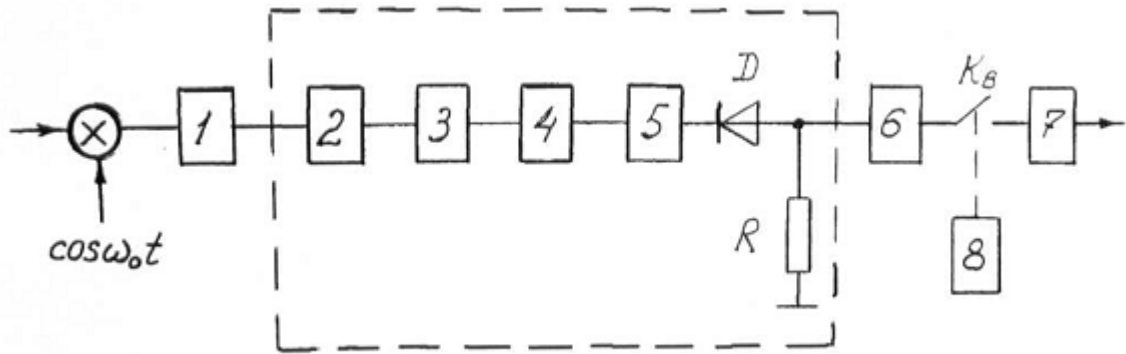
ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

10

15

20

Пристрій виявлення косинусоїдальних цифрових і радіолокаційних сигналів, що містить перемножувач коливань, ключ одержання вибірок, схему прийняття рішень та схему керування, який **відрізняється** тим, що в нього додатково введено фільтр, блок обробки, який містить два диференціатори з двома розв'язуючими підсилювачами, діод з резистивним навантаженням та фільтр нижніх частот, який являє собою фільтр Баттерворта щонайменше четвертого порядку, причому вхід фільтра з'єднаний з виходом перемножувача, вихід фільтра з'єднаний зі входом першого диференціатора, вихід першого диференціатора з'єднаний з входом першого розв'язуючого підсилювача, вихід цього підсилювача з'єднаний зі входом другого диференціатора, вихід другого диференціатора з'єднаний зі входом другого розв'язуючого підсилювача, вихід цього підсилювача з'єднаний зі входом діода з резистивним навантаженням, вихід діода з'єднаний зі входом фільтра нижніх частот, вихід цього фільтра з'єднаний зі входом ключа одержання вибірок K_B , вихід ключа K_B з'єднаний зі входом схеми прийняття рішень, вихід якої і є виходом пристрою.



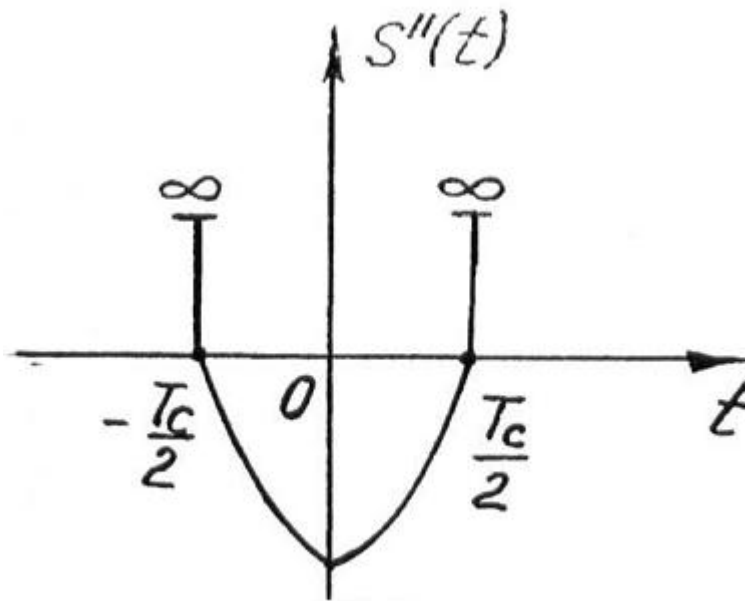


Fig. 3

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