



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 61227

(13) A

(51) 7 H04B1/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДВИДАЄТЬСЯ ПІД  
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ  
ВЛАСНИКА  
ПАТЕНТУ

(54) ПРИСТРІЙ ФОРМУВАННЯ ЧАСТОТНО-ОБМЕЖЕНОГО СИГНАЛУ В СИСТЕМАХ З КОРЕЛЯТИВНИМ КОДУВАННЯМ

1

2

(21) 2002107769

(22) 01 10 2002

(24) 17 11 2003

(46) 17 11 2003, Бюл. № 11, 2003 р.

(72) Сукачов Едуард Олексійович, Ільїн Дмитро Юрійович

(73) ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ЗВ'ЯЗКУ ІМ. О. С. ПОПОВА

(57) Пристрій формування частотно-обмеженого сигналу в системах з корелятивним кодуванням, що має формуючий фільтр, який відрізняється

тим, що в пристрій додатково введені два блоки формування сигналів, при цьому вихід першого блока формування сигналу через перший ключ з'єднаний із блоком зміни полярності, вихід якого, у свою чергу, з'єднаний з першим входом суматора, вихід формуючого фільтра з'єднаний із другим входом суматора, вихід другого блока формування сигналу через другий ключ і блок зміни полярності з'єднаний із третім входом суматора, з виходу якого знімається частотно-обмежений сигнал класу 4

Винахід відноситься до техніки зв'язку і може бути використаний, зокрема, для підвищення спектральної ефективності систем безпроводового доступу і цифрових РРЛ за рахунок обмеження спектра імпульсних сигналів до величини, що відповідає гранично допустимому рівню міжсимвольної інтерференції.

Відомі різні пристрої обробки сигналів у приймально-передавальних системах зв'язку, що дозволяють домогтися тієї самої мети. У загальновідомих пристроях для формування сигналів з необхідним законом зміни спектральної густини використовуються трансверсальні фільтри (див. Рабинер Л., Гоулд Б. Теория и применение цифровой обработки сигналов - М. Мир, 1978 - 848 с. - Стр. 228).

Найближчим прототипом винаходу є пристрій формування сигналів у системі передачі (АС СССР «Устройство для передачи данных 510794, М. Кл. 2 Н 04L 1/10»), де використовується формування сигналу у системі з корелятивним кодуванням без обмеження спектра сигналу.

Недопком описаних пристроїв є складність налаштування і високий рівень енергії перешкод поза заданою смугою. В основу винаходу поставлена задача спрощення налаштування і підвищення точності формування сигналу в класі обговорених вище систем.

Технічним рішенням задачі є реалізація обробки сигналів у часовій області за допомогою використання відомих допоміжних функцій, аналітичні ви-

раження яких отримані заздалегідь для вибраного класу корелятивного кодування, зокрема, класу 4. Форма допоміжних функцій безпосередньо зв'язана зі спектральною густиною імпульсного сигналу класу 4, поданої на фіг. 1, аналітичний запис якої має вид

$$G_4(j\omega) = j2UT \sin(\omega T), \quad |\omega| \leq \omega_C \quad (1)$$

де  $T$  - тривалість тактового інтервалу,  $\omega_C = \pi/T$ ,  $f_C = 1/2T$  - гранична частота, яка чисельно дорівнює напівтактовій частоті цифрового потоку. До обробки сигнал класу 4 зі спектральною густиною (1) записується таким чином

$$g_4(t) = \frac{2U}{\pi} \frac{\sin \omega_C t}{(t/T)^2 - 1} \quad (2)$$

Обробка полягає в тому, щоб видалити зі спектра сигналу (2) фрагменти в області НЧ і ВЧ, виділені на фіг. 1.

Аналітичні вирази вилучених фрагментів спектра мають вид

$$R_{4a}(j\omega) = \begin{cases} G_4(j\omega), & |\omega| \leq \omega_1, \\ 0, & |\omega| > \omega_1 \end{cases}$$

$$R_{4b}(j\omega) = \begin{cases} G_4(j\omega), & \omega_2 \leq |\omega| \leq \omega_C, \\ 0, & \omega_C \leq |\omega| > \omega_2 \end{cases}$$

(13) A

(11) 61227

(19) UA

Відповідно до цього при обмеженні в області НЧ можна одержати функцію часу, що відповідає спектральній густини  $R_{4a}(j\omega)$

$$r_{4b}(t) = \frac{2U}{\pi} \frac{1}{(t/T)^2 - 1} \left[ \left( \frac{t}{T} \right) \sin(\pi q_1) \cos(q_1 \omega_c t) - \cos(\pi q_1) \sin(q_1 \omega_c t) \right], \quad -\infty < t < \infty \quad (3)$$

$$r_{4b}(t) = \frac{2U}{\pi} \frac{1}{(t/T)^2 - 1} [\sin(\omega_c t) - (t/T) \sin[\pi(1 - q_2)] \cdot \cos[(1 - q_2) \omega_c t] + \cos[\pi(1 - q_2)] \cdot \sin[(1 - q_2) \omega_c t]], \quad (4)$$

$$-\infty < t < \infty$$

Зміна форми формованого сигналу класу 4 при обмеженні його спектра в області НЧ записується в такий спосіб

$$g_{4\text{вих}}(t) = g_4(t) - r_{4a}(t) = \frac{2U}{\pi} \frac{1}{(t/T)^2 - 1} \left\{ \sin(\omega_c t) - \left( \frac{t}{T} \right) \sin(\pi q_1) \cos(q_1 \omega_c t) + \cos(\pi q_1) \cdot \sin(q_1 \omega_c t) \right\}, \quad (5)$$

Аналітичний вираз формованого сигналу класу 4 у результаті обмеження спектральної густини в області ВЧ має вид

$$g_{4\text{вих}}(t) = g_4(t) - r_{4b}(t) = \frac{2U}{\pi} \frac{1}{(t/T)^2 - 1} \left\{ \left( \frac{t}{T} \right) \sin(q_2 \pi) \cdot \cos[(1 - q_2) \omega_c t] + \cos(q_2 \pi) \cdot \sin[(1 - q_2) \omega_c t] \right\}, \quad (6)$$

Аналітичний вираз формованого сигналу класу 4 після обмеження його спектральної густини в обох областях записується у виді

$$g_{4\text{вих}}(t) = g_4(t) - [r_{4a}(t) + r_{4b}(t)] = \frac{4U}{\pi} \frac{1}{(t/T)^2 - 1} \left\{ \sin \alpha_1 \cdot \cos b_1 [\cos \alpha_2 \cdot \cos b_2 - \left( \frac{t}{T} \right) \sin \alpha_2 \cdot \sin b_2] + \right. \\ \left. + \cos \alpha_1 \cdot \cos b_1 \left[ \sin \alpha_2 \cdot \sin b_2 - \left( \frac{t}{T} \right) \cos \alpha_2 \cos b_2 \right] \right\} \quad (7)$$

Де  $\alpha_1 = [1 + (q_1 - q_2)] \omega_c t / 2$ ,  $b_1 = \pi(q_1 - q_2) / 2$ ,  $\alpha_2 = [1 - (q_1 + q_2)] \omega_c t / 2$ ,  $b_2 = \pi(q_1 + q_2) / 2$

У тому випадку, якщо  $q_1 = q_2 = q$ , вираз (7) зводиться до виду

$$g_{4\text{вих}}(t) = \frac{4U}{\pi} \frac{\sin(\omega_c t / 2)}{(t/T)^2 - 1} \left\{ \left( \frac{t}{T} \right) \sin(\pi q) \sin \left[ (2q - 1) \frac{\omega_c t}{2} \right] + \cos(\pi q) \cos \left[ (2q - 1) \frac{\omega_c t}{2} \right] \right\} \quad (8)$$

У виразах (3)–(8)  $q_1 = \frac{\Delta \omega_1}{\omega_c} = \frac{\omega_1}{\omega_c}$ ,  $0 \leq q_1 \leq 1$

$q_2 = \frac{\Delta \omega_2}{\omega_c} = \frac{\omega_c - \omega_2}{\omega_c}$ ,  $0 \leq q_2 \leq 1$  коефіцієнти, що

визначають міру обмеження спектра в області НЧ і ВЧ відповідно

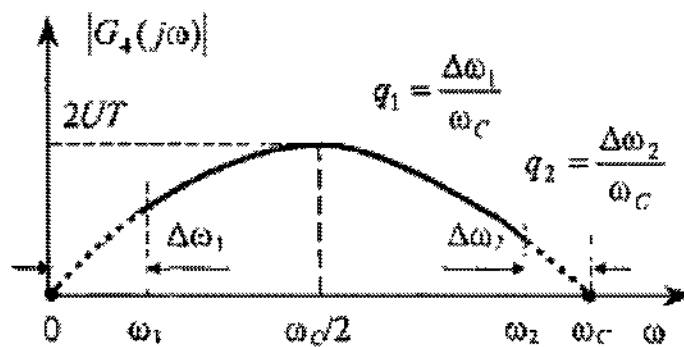
Змінюючи параметри  $q_1$  і  $q_2$  можна гнучко змінювати величини смуг, що виділяються зі спектральної густини сигналу  $g_4(t)$

Структурна схема пристрою подана на фіг. 2. Пристрій формування частотно-обмеженого сигналу в системах з корелятивним кодуванням містить перший блок формування сигналу 1, фільтр формування 2, другий блок формування сигналу 3, перший ключ 4, блоки зміни полярності 6 і 8, другий ключ 5, суматор 7. Блоки 1, 2 і 3 формують сигнали  $r_{4a}(t)$ ,  $g_4(t)$  і  $r_{4b}(t)$ , описувані виразами (3), (2) і (4) відповідно. Вихід блока 1 через перший ключ 4 ( $K_1$ ) з'єднаний з блоком зміни полярності 6, вихід якого, у свою чергу, з'єднаний з суматором 7. Вихід блока 2 з'єднаний з другим входом суматора 7. Вихід блока 3 через другий ключ 5 ( $K_2$ ) і блок зміни полярності 8 підключений

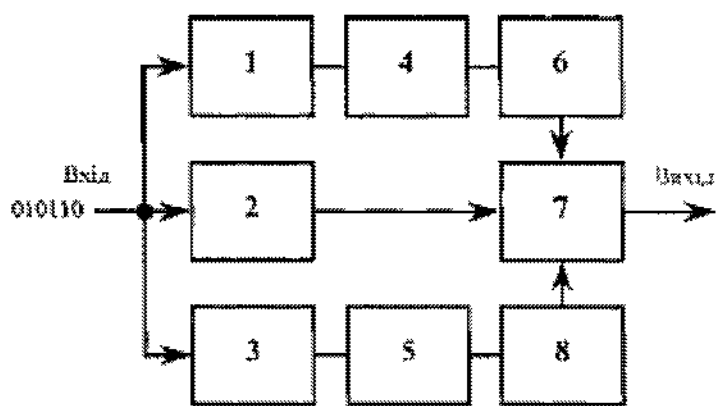
Аналогічно для випадку обмеження в області ВЧ маємо

до третього входу суматора 7, з виходу якого знімається частотно-обмежений сигнал класу 4. Пристрій працює таким чином. Черговий прямокутний імпульс передаваної цифрової послідовності надходить одночасно на входи блоків 1, 2 і 3, що запускає процес формування функцій  $r_{4a}(t)$ ,  $g_4(t)$  і  $r_{4b}(t)$  відповідно. Якщо ключі  $K_1$  і  $K_2$  розімкнені, то на виході пристрою формується сигнал виду (2) зі спектральною густиною (1) і обмеження спектра не відбувається. При замкненому  $K_1$  і розімкненому  $K_2$  відбувається обмеження спектра в області НЧ і сигнал на виході пристрою набуває виду (5). Якщо замкнути ключ  $K_2$  і розімкнути  $K_1$  відбувається обмеження спектра в області ВЧ, а сигнал на виході пристрою набуває виду (6). На виході блока 7 сигнал класу 4 із двостороннім обмеженням спектра (в області НЧ і ВЧ), описуваний виразом (7) чи (8), дістаємо тоді, коли замкнені обидва ключі  $K_1$  і  $K_2$ .

Таким чином, запропонований пристрій формування частотно-обмеженого сигналу в системах з корелятивним кодуванням забезпечує високу точність формування сигналу і спрощує налаштування.



Фиг.1



Фиг.2