

МЕТОДИКА УЩІЛЬНЕННЯ СПЕКТРУ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИГНАЛІВ

А.Е. Горюшкін

Аспірант

Науково-дослідний та проектно-конструкторський
інститут "Молнія"

Національний технічний університет «Харківський
політехнічний інститут»

вул. Шевченко, 47, м. Харків, Україна, 61013

Контактний тел.: (057) 778-23-38

E-mail: ss-andrey-ss@mail.ru

О.В. Касілов

Кандидат технічних наук, доцент*

Контактний тел.: (057) 707-66-84

E-mail: o.kasilov@hotmail.com

О.А. Серков

Доктор технічних наук, професор, завідувач
кафедрою*

Контактний тел.: (057) 707-66-41

E-mail: saa@kpi.kharkov.ua

*Кафедра системи інформації

Національний технічний університет «Харківський
політехнічний інститут»

вул. Фрунзе, 21, м. Харків, Україна, 61002

В статті розглянуто методика перетворення спектру імпульсного електричного сигналу за допомогою перетворення часового масштабу сигналу та запропоновані практичні пристрої для передачі широкосмугових інформаційних сигналів із одночасним ущільненням та переносом спектру сигналу до низькочастотної частини спектрального діапазону

Ключові слова: передача інформації, спектр інформаційного сигналу, ущільнення, перетворення часового масштабу

В статье рассмотрена методика преобразования спектра импульсного электрического сигнала с помощью преобразования временного масштаба сигнала и предложены практические устройства для передачи широкополосных информационных сигналов с одновременным уплотнением переносом спектра сигнала в низкочастотной части спектрального диапазона

Ключевые слова: передача информации, спектр информационного сигнала, уплотнения, преобразования временного масштаба

The transformation methodology of impulsive electric signal spectrum by transformation of temporal scale of signal is considered and practical devices for transmission of broadband informative signals with a simultaneous compression and transfer of signal spectrum in low frequency part of spectral range are offered in the article

Keywords: information transfer, informative signal spectrum, compression, temporal scale transformation

Вступ

Істотне підвищення вимог до широкосмужності сучасних інформаційних каналів передачі інформації наражається на обмеження, вирішення яких неможливе традиційними способами. Зокрема це стосується існуючих обмежень швидкодії радіоелектронного обладнання, що викликає спотворення інформації в каналах зв'язку. Тому пропонується вирішити проблему за рахунок лінійного перетворення часового масштабу імпульсів електричного сигналу.

Постановка задачі

Будь-яку періодичну послідовність імпульсів можливо представити у вигляді суми гармонічних складових [1], причому частоту першої гармоніки визначає період надходження імпульсів. Таким чином, періодична послідовність імпульсів має лінійчатий спектр, так як в ньому відсутні складові з частотами, відмінними від сукупності гармонік. На відміну від спектру періодичної послідовності імпульсів, спектр одиночного імпульсу є сполосним, так як усі гармонічні складові

ві будуть щільно притиснуті один до одного, а частота першої гармоніки буде наближена до нуля.

Як відомо, форма одиночного імпульсного сигналу суттєво впливає на його спектр. При виконанні інженерних розрахунків [2, 3] межі спектрального діапазону імпульсного сигналу пов'язують із такими його характеристиками, як тривалість фронту імпульсу T_{ϕ} та тривалість усього імпульсу $T_{и}$. Як правило, при цьому користуються наступними співвідношеннями:

$$f_{н} = (0,1-0,2) \frac{\delta}{T_{и}}, \quad f_{в} = (0,3-0,4) \frac{1}{T_{\phi}}, \quad (1)$$

де:

$f_{н}$ - нижня межа спектру імпульсного сигналу, Гц;

$f_{в}$ - верхня межа спектру імпульсного сигналу, Гц;

δ - величина скосу вершини імпульсу, %;

$T_{и}$ - тривалість імпульсного сигналу, С;

T_{ϕ} - тривалість фронту імпульсного сигналу, С.

З аналізу цих співвідношень (1) виникає припущення, що, з одного боку, зменшуючи $T_{и}$ - тривалість імпульсного сигналу, підвищується $f_{н}$ - нижня межа спектру імпульсного сигналу. А так як тривалість імпульсного сигналу залежить в основному від три-

валості спаду імпульсу, наприклад при двоекспонентному його уявленні, то слід лінійно зменшувати тривалість спаду імпульсу. У той же час підвищуючи T_f - тривалість фронту імпульсного сигналу, знижується f_v - верхня межа спектру імпульсного сигналу. Таким чином при відповідному одночасному лінійному перетворенні тривалості фронту і спаду імпульсного сигналу одночасно підвищується нижня та знижується верхня межа спектру. А так як діапазон безперервного спектру визначається різницею між верхньою та нижньою межами, то здійснюється лінійне зменшення діапазону спектру сигналу. Це дає змогу використовувати вузькосмугові канали передачі інформації для передачі широкосмугових інформаційних сигналів із одночасним лінійним переносом спектру сигналу до низькочастотного діапазону.

Розробка методу переносу спектру

Спосіб лінійного перетворення часового масштабу імпульсного електричного сигналу пропонується здійснювати наступним чином. Інформаційний сигнал подають до штучної лінії затримки та пропускають сигнал уздовж цієї лінії. При цьому її параметри лінійно змінюють одночасно із проходженням імпульсного сигналу по цій штучній лінії затримки із подальшою подачею перетвореного сигналу на кінцеві пристрої.

Початкова швидкість v_1 поширення сигналу уздовж штучної лінії затримки є швидкість, з якою починається надходження імпульсного електричного сигналу до її входу. Протягом проходження сигналу уздовж лінії затримки швидкість лінійно змінюється та з кінцевою швидкістю v_2 подається на кінцеві пристрої. Таким чином досягається лінійне перетворення часового масштабу імпульсного електричного сигналу. При цьому коефіцієнт лінійного перетворення G визначається наступним співвідношенням:

$$G = \frac{V_1}{V_2} \tag{2}$$

В залежності від величі початкової v_1 та кінцевої v_2 швидкостей поширення електричного сигналу здійснюються відповідно стиск чи розтягнення часового масштабу імпульсного електричного сигналу.

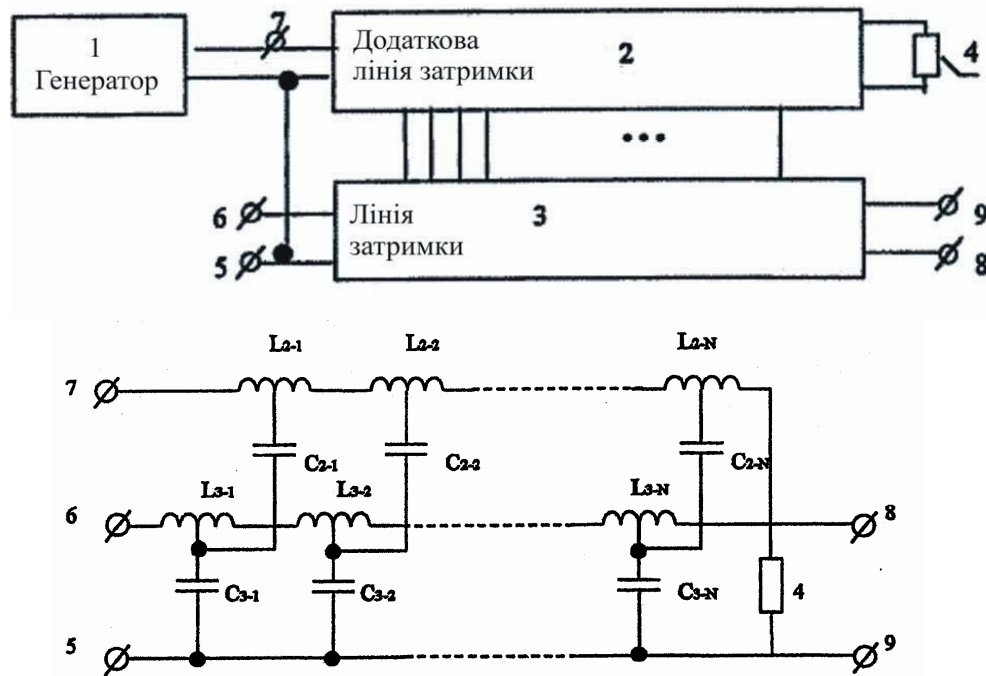


Рис. 1. Функціональна та принципова схеми пристрою перетворення часового масштабу імпульсного електричного сигналу

Практичну реалізацію запропонованого методу лінійного перетворення імпульсного сигналу реалізовано на штучній лінії затримки, елементи схемного рішення якої наведено на рис. 1.

Як відомо, що швидкість розповсюдження сигналу у штучній лінії затримки визначається співвідношенням:

$$V = \frac{1}{\sqrt{LC}}, \tag{3}$$

де:

- V – швидкість розповсюдження сигналу у ШЛЗ;
- L – погонна індуктивність ШЛЗ;
- C – погонна ємність ШЛЗ.

Змінюючи параметри ШЛЗ, наприклад погонну ємність, одночасно з проходженням імпульсного електричного сигналу уздовж ШЛЗ, здійснюємо зміну швидкості його розповсюдження.

Пристрій, що запропоновано на рис. 1, здійснює практичну реалізацію розробленого методу часового перетворення електричних сигналів наступним чином. Генератор лінійно змінює напругу 1 під'єднано до входу додаткової ШЛЗ 2, кожна ячейка якої пов'язана з відповідною ячейкою ШЛЗ 3. Вихід додаткової лінії затримки 2 підключено до навантаження 4.

З появою імпульсного електричного сигналу на затисках 5, 6, він розповсюджується уздовж ШЛЗ 3 та з'являється на затисках 8, 9. Одночасно від генератора 1 лінійно змінюючи напругу розповсюджується уздовж додаткової ШЛЗ 2, змінюючи параметри ШЛЗ 3, та розсіюється на навантаженні 4. Таким чином, швидкість розповсюдження імпульсного електричного сигналу змінюється в залежності від часу та місця знаходження імпульсного сигналу.

В залежності від початкової та кінцевої швидкостей розповсюдження сигналу вздовж ШЛЗ 3 здійснюється лінійне перетворення часового масштабу імпульсного електричного сигналу. При використанні значень погонної індуктивності L у межах $0,04 \div 0,05$ мкГн та ємності C у межах $2 \div 20$ пФ коефіцієнт перетворення G дорівнює 3.

Однак складності з відтворенням для одного й того ж імпульсного сигналу послідовного розширення (для фронту імпульсу) та стиску (для спаду імпульсу) зробили за необхідне використання додаткових штучних ліній затримки на ґрунті коаксіальних кабелів. Ця пропозиція дає змогу зробити пристрій перетворення більш надійним та компактним і, крім того, реалізувати принцип лінійного зменшення діапазону частот імпульсного інформаційного сигналу. Тому пропонується вводити n коаксіальних штучних ліній затримки, входи яких під'єднанні через розповсюджувач до джерела інформаційного сигналу, а виходи коаксіальних ШЛЗ через інший розповсюджувач до генератора строб – імпульсів. На рис. 2 зображено блок – схему пристрою перетворення часового масштабу імпульсного сигналу.

До входів розповсюджувача 1 підключено n входів кабельних штучних ліній затримки 2, виходи яких через розповсюджувач 3 підключено до генератора строб – імпульсів 4. На різній відстані від місця підключення кожного із входів штучних ліній затримки 2 до розповсюджувача 1 розташовано n змішувачів 5, вхід кожного з яких під'єднаний до відповідної штучної лінії затримки. Причому лінійна зміна відстані розташування кожного із змішувачів призводить до зміни коефіцієнту лінійного перетворення часового масштабу імпульсного електричного сигналу.

Таким чином відповідне розташування місць підключення змішувачів дозволяє лінійно розширити фронт та стиснути спад імпульсного сигналу. Виходи усіх змішувачів 5 під'єднанні до входів суматора 6. Робота пристрою здійснюється наступним чином.

З появою імпульсного сигналу на вході розповсюджувача 1, він одночасно передається до n входів

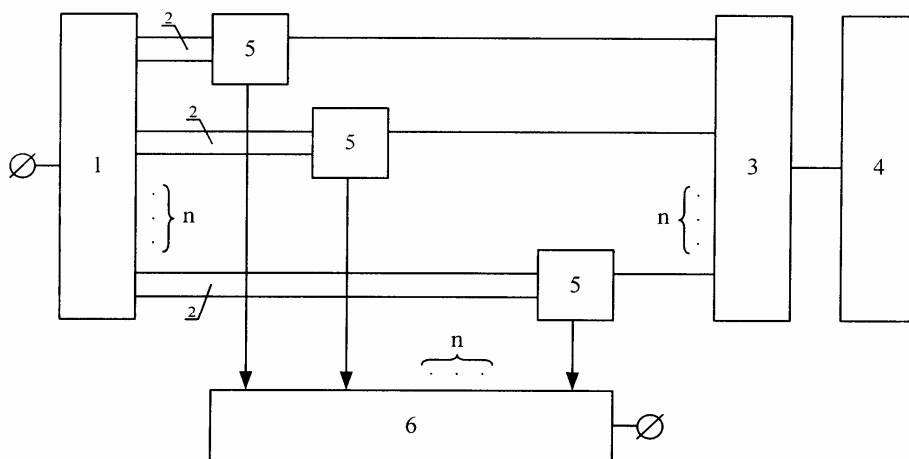


Рис. 2. Блок – схема пристрою перетворення часового масштабу імпульсного електричного сигналу

штучних ліній затримки 2 та поширюється уздовж них до місця підключення змішувачів 5. Генератор строб – імпульсів 4 через розповсюджувач 3 передає строб – імпульси до іншого входу змішувачів 5. Під час появи переднього фронту імпульсного електричного сигналу на вході змішувача, що знаходиться на найбільшій відстані від місця поширення інформаційного сигналу, до входів усіх змішувачів надходить строб – імпульс. І сигнали з усіх змішувачів 5 надходять до суматора 6, на виході якого з'являється лінійно перетворений імпульсний сигнал.

Змінюючи крок зчитування (схему розташування змішувачів) змінюється коефіцієнт перетворення та, відповідно, здійснюється ущільнення спектру імпульсного сигналу і перенос до низькочастотної частини діапазону.

Використання стандартних коаксіальних кабелів типу РК-75-4-11 у якості штучних ліній затримки замість LC – чарунок та стандартних елементів „і” у якості змішувачів, дозволяє суттєво підвищити надійність перетворюючого пристрою.

Висновки

Розроблена методика перетворення спектру імпульсного електричного сигналу та запропоновані практичні пристрої її реалізації дозволили створити інструментальні – технічні засоби для передачі широкосмугових інформаційних сигналів із одночасним ущільненням та переносом спектру сигналу до низькочастотної частини спектрального діапазону.

Література

1. Справочник по теоретическим основам радиоэлектроники [Текст] // Под ред. Б. Х. Кривицкого в. 2-х т. Т.2., М.: Энергия, 1977. – 472 с.
2. Самойлов В. Ф., Маковеев В. Г. Импульсная техника [Текст] / Самойлов В. Ф. – М.: Связь, 1966. – 280с.
3. Серков А. А. Метод построения измерителей импульсных электромагнитных полей [Текст] / Серков А. А. // Інформаційно – керуючі системи на залізничному транспорті. – Харків: УкрДАЗТ. – 2004. - № 1 (45). - С. 22 – 24.