

УДК 621.396.96

МЕТОДИКА ПОЛУЧЕНИЯ СТАБИЛЬНЫХ КОНТРОЛЬНО-ДИАГНОСТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

Исаев А.В., Суходолов Ю.В., Зеленко В.В.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Работа посвящена организации методики получения контрольно-диагностических сигналов обладающих максимально стабильными параметрами. Одним из таких подходов является формирование комбинированной прерывистой импульсной последовательности, в которой с помощью задания временных параметров можно выделять отдельные спектральные составляющие путем подавления соседних с ней. В результате исследования были определены основные правила методики для выделения отдельных гармонических составляющих.

Ключевые слова: прерывистая импульсная последовательность, время задержки импульсной последовательности, подавление спектральных составляющих.

INCREASING THE ACCURACY OF MEASURING TIME PARAMETERS WITH INSTABILITY OF THE PARAMETERS OF PULSE SIGNALS

Isaev A., Suchodolov U., Zelenko V.

Belarusian National Technical University,
Minsk, Republic of Belarus

Abstract. The work is devoted to the organization of methods for obtaining control and diagnostic signals with the most stable parameters. One of these approaches is the formation of a combined discontinuous pulse sequence, in which, by setting the time parameters, it is possible to isolate individual spectral components by suppressing neighboring ones. As a result of the study, the basic rules of the methodology for isolating individual harmonic components were determined.

Key words: intermittent pulse train, pulse train delay time, spectral component suppression.

Адрес для переписки: Исаев А.В., пр. Независимости, 65, Минск 220013, Республика Беларусь
e-mail: isaev0302@gmail.com

Одной из важных проблем современной диагностики является получение контрольно-диагностических сигналов, имеющих максимально точные и стабильные параметры, такие как частота, амплитуда, фаза, наличие дополнительных составляющих (шума), что бы их корреляция не влияла на результаты исследования. Еще более актуальна эта проблема при проведении процедур диагностики в энергетике, когда диагностические сигналы должны дополнительно обладать высокими параметрами по мощности. Общепринятыми подходами добиться таких показателей затруднительно, а иногда и невозможно, что в большинстве своем, связано с принципами их получения [1].

Одним из способов решения данной проблемы – это получение определенной гармонической составляющей из сформированного импульсного сигнала, характеристики которого можно контролировать и получать на порядок выше, чем монохромного гармонического. Однако применение фильтров из-за не достаточно высокой крутизны среза ограниченно решает эту проблему. Кроме этого, необходимость перестраивания параметров диагностического сигнала еще больше ухудшает характеристики реализованных аппаратных фильтров [2].

Одним из способов решения проблем фильтров это реализация методики по выделению отдельных составляющих путем формирования сложных импульсных последовательностей.

Так, согласно [3] амплитудно-спектральная характеристика одиночного импульса определяется зависимостью

$$|U_n| = \frac{2E}{\pi n} \left(\sin \frac{n\omega t_i}{2} \right), \quad (1)$$

где E – амплитуда импульсов; t_i – длительность импульсов; n – номер спектральной составляющей; ω – циклическая частота, определяемая по формуле $\omega = 2\pi/T$ (T – период импульсной последовательности).

Откуда амплитуды спектральных составляющих, которые равны нулю (n_{0i}), определяются из соотношений:

$$\sin \frac{n\omega t_i}{2} = 0,$$

а номера спектральных составляющих, амплитуды которых равны нулю:

$$n_{0i} = N \frac{T}{t_i},$$

где $N = 1, 2, 3$ и т.д. – номер нуля. А, следовательно, задавшись длительностью импульсов можно подавить определенную составляющую.

Если необходимо подавить две спектральных составляющих, можно рассмотреть последовательность из двух импульсов. Амплитудно-спектральная характеристика такой последовательности также рассмотрена в [3]. Амплитуда n -ой спектральной составляющей в этом случае определяется их зависимости:

$$|U_n| = \frac{2E}{\pi n} \left(\sin \frac{n\omega t_i}{2} \right) \left(\cos \frac{n\omega t_{z1}}{2} \right), \quad (2)$$

где t_{z1} – задержка между импульсами в двойной последовательности.

Следовательно амплитуды спектральных составляющих, которые равны нулю

$$(n_{0t_i} \text{ и } n_{0t_{z1}}),$$

определяются из соотношений:

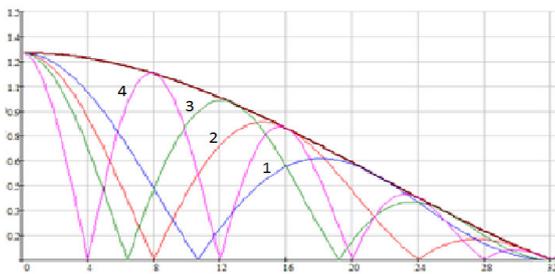
$$\sin \frac{n\omega t_i}{2} = 0, \quad \cos \frac{n\omega t_{z1}}{2} = 0.$$

Номера спектральных составляющих, амплитуды которых равны нулю:

$$n_{0t_i} = N \frac{T}{t_i}, \quad n_{0t_{z1}} = N \frac{T}{2t_{z1}},$$

где $N = 1, 2, 3 \dots$ – номер нуля.

Следовательно, выбрав номер дополнительной спектральной составляющей, амплитуду которой необходимо свести к нулю, можно рассчитать время задержки между импульсами t_{z1} в формируемой двойной импульсной последовательности. Амплитудно-частотный спектр такой последовательности при различных значениях времени задержки между импульсами при равных остальных параметрах представлен на рис. 1



$$1 - t_{z1} = 1,5t_i; \quad 2 - t_{z1} = 2t_i; \quad 3 - t_{z1} = 2,5t_i; \quad 4 - t_{z1} = 4t_i$$

Рисунок 1 – Амплитудно-частотный спектр последовательности из двух импульсов при длительности импульса $t_i = T/32$

Для подавления большего количества соседних спектральных составляющих, относительно информативной можно сформировать дополнительную импульсную последовательность из полученной на предыдущем этапе через необходи-

мое время задержки при равных остальных параметрах. В этом случае, согласно [4], амплитуда n -й спектральной составляющей такой последовательности будет определяться как

$$|U(n)| = \frac{8E}{\pi n} \left| \sin \frac{n\omega t_i}{2} \right| \cdot \left| \cos \frac{n\omega t_{z1}}{2} \right| \cdot \left| \cos \frac{n\omega t_{z2}}{2} \right|, \quad (3)$$

где t_{z2} – время задержки между двумя последовательностями из двух импульсов

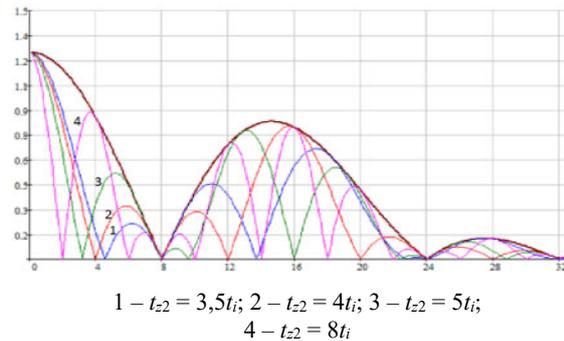
И в спектре сигнала появится дополнительный набор спектральных составляющих ($n_{0t_{z2}}$), амплитуды которых равны нулю, а номера этих спектральных составляющих определяются из соотношения

$$\cos \frac{n\omega t_{z2}}{2} = 0,$$

откуда

$$n_{0t_{z2}} = N \frac{T}{2t_{z2}}.$$

Амплитудно-частотный спектр получаемой комбинированной импульсной последовательности при различных значениях t_{z2} и прочих равных параметрах представлен на рис. 2.



$$1 - t_{z2} = 3,5t_i; \quad 2 - t_{z2} = 4t_i; \quad 3 - t_{z2} = 5t_i; \quad 4 - t_{z2} = 8t_i$$

Рисунок 2 – Спектральный состав двух двойных последовательностей импульсов при длительности импульса $t_i = T/32$ и времени задержки между импульсами $t_{z1} = 2t_i$

Для решения задачи с подавлением соседней с информативной спектральной составляющей, необходимо повторить полученную ранее двойную последовательность из двух импульсов через время задержки t_{z3} . В этом случае выражение для определения амплитуды n -й спектральной составляющей будет определяться формулой

$$|U(n)| = \frac{16E}{\pi n} \left| \sin \frac{n\omega t_i}{2} \right| \cdot \left| \cos \frac{n\omega t_{z1}}{2} \right| \cdot \left| \cos \frac{n\omega t_{z2}}{2} \right| \cdot \left| \cos \frac{n\omega t_{z3}}{2} \right|, \quad (4)$$

где t_{z3} – время задержки между двойными комбинациями двойных импульсных последовательностей.

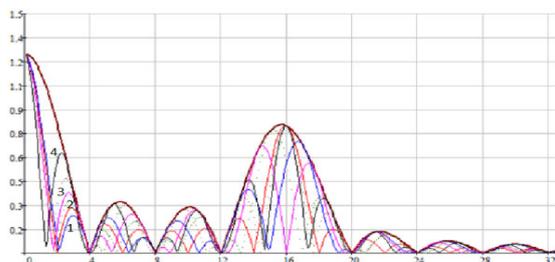
И в спектре сигнала появится еще один набор спектральных составляющих $n_{0t_{z3}}$, амплитуды которых равны нулю и чей номер определяется из соотношения

$$\cos \frac{n\omega t_{z3}}{2} = 0.$$

Откуда

$$n_{0t_{z3}} = N \frac{T}{2t_{z3}}.$$

Амплитудно-частотный спектр такой последовательности при различных значениях t_{z3} и равных прочих параметрах представлен на рис. 3



$$1 - t_{z3} = 7,5t_i; 2 - t_{z3} = 8t_i; 3 - t_{z3} = 8,5t_i; 4 - t_{z3} = 10t_i$$

Рисунок 3 – Спектральный состав двойной комбинации двойных импульсных последовательностей при длительности импульса $t_i = T/32$, $t_{z1} = 2t_i$ и $t_{z2} = 4t_i$

Учитывая вышеизложенные соотношения, можно сделать вывод, что с помощью конструкций последовательностей импульсов, составленных из комбинаций импульсных последовательностей,

можно свести к нулю максимальное количество спектральных составляющих в непосредственном окружении от необходимой нам информирующей составляющей. И в этом случае выражение для амплитуд спектральных составляющих импульсных последовательностей, построенных из комбинаций двойных импульсов, будет иметь вид

$$|U(n)| = \frac{2EK}{\pi n} \left| \sin \frac{n\omega t_i}{2} \right| \times \prod_{L=1}^K \left| \cos \frac{n\omega t_{zL}}{2} \right|, \quad (5)$$

где K – количество последовательных комбинаций из импульсных последовательностей; L – порядковый номер комбинации из импульсных последовательностей.

Литература

1. Вангенхайм, Л. Активные фильтры и генераторы. Проектирование и схемотехника с использованием интегрированных микросхем / Л. Вангенхайм. – Техносфера: Мир электроники, 2010. – 416 с.
2. Баженов, А. В. Пространственно-временная обработка сигналов в авиационных радиоэлектронных комплексах / А. В. Баженов. – Ставрополь: СВВАИУ, 2006. – 219 с.
3. Лайонс, Р. Цифровая обработка сигналов / Р. Лайонс. – 2-е изд. – М.: ООО «Бином-Пресс», 2006. – 656 с.
4. Спектральный метод измерения изменений временных интервалов между периодическими последовательностями импульсов / Шейников, А. А. [и др.] // Приборы и методы измерений. – 2019. – Т. 10, № 2. – С. 178–184.

УДК 621.396.96

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ АДРЕСНЫХ СВЕТОДИОДНЫХ ЛЕНТ В СИСТЕМАХ ОПОВЕЩЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЭВАКУАЦИЕЙ

Сушко А.А., Перевитый Е.П., Ситница А.С., Исаев А.В.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Аннотация. Работа посвящена выбору типа подключения светодиодных матриц и подключению к микроконтроллерам, используется адресная светодиодная лента. В адресной светодиодной ленте используются светодиоды, но данный светоизлучающий диод может управляться отдельно и независимо от других. Применяется для более интеллектуального управления световым потоком на отдельных участках ленты, включая или выключая подсветку в нужное время и в нужном месте.

Ключевые слова: адресная светодиодная матрица, тип подключения, схема подключения, рекомендация к подключению.

ORGANIZATION OF WORK OF ADDRESSED LED STRIPS IN WARNING AND EVACUATION CONTROL SYSTEMS

Sushko A., Perevityy E., Sitnica A., Isaev A.

Belarusian National Technical University,
Minsk, Republic of Belarus

Abstract. The work is devoted to choosing the type of connection of LED matrices and connecting to MC, an addressable LED strip is used. LEDs are used in the addressable LED strip, but this light emitting diode can be controlled separately and independently from others. It is used for more intelligent control of the light flux in certain sections of the tape, turning on or off the backlight at the right time and in the right place.

Key words: addressable LED matrix, connection type, connection scheme, connection recommendation.

Адрес для переписки: Исаев А.В., пр. Независимости, 65, Минск 220013, Республика Беларусь
e-mail: isaev0302@gmail.com