

ПРЕЦИЗИОННЫЙ МЕТОД СИНТЕЗА АМПЛИТУДНО-МОДУЛИРОВАННЫХ СИГНАЛОВ

Кравченко П. А., Кравченко И. С.

Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко

Обоснован и исследован метод синтеза прецизионных амплитудно-модулируемых сигналов, основанный на гармоничной амплитудной модуляции прямоугольных импульсов несущей.

Постановка задачи. На сегодняшний день – в эру развития цифровой техники аналоговые методы формирования амплитудно-модулированных (АМ) сигналов теряют свою актуальность, ведь существует ряд областей, где нужны более высокие эксплуатационные характеристики, автоматизация процесса, более низкие частоты, быстродействие, высокие технологии установки коэффициента амплитудной модуляции (КАМ). Здесь находят свое применение цифровые методы формирования АМ сигналов.

Цель статьи. Предметом исследования данной статьи является метод синтеза прецизионных АМ сигналов, которые используются при метрологическом обслуживании измерителей параметров АМ сигналов.

Основная часть. Актуальным для современной измерительной техники является разработка методов синтеза прецизионных измерительных сигналов, среди которых особый интерес представляют сложные сигналы [1]. Это позволит создать

прецизионные калибраторы сигналов для проведения технического обслуживания сложных технических объектов и поверки (калибровки) средств измерительной техники.

Наиболее перспективным направлением формирования прецизионных АМ сигналов, который имеет высокие потенциальные возможности, является переход к формированию промежуточного сигнала с разными видами импульсной модуляции, из которого после преобразования по определенному закону и узкополосной фильтрации, выделяется высокоточный АМ сигнал.

Принцип действий данного метода представлен на рисунке 1: на входе имеем генератор образцовой частоты (формирователь сигнала), в котором формируется первичный сигнал либо же первичный сигнал задается программно. После этого первичный сигнал подвергается ряду преобразований и пропускается через узкополосный фильтр, благодаря которому выделяют разнообразные спектральные составляющие и на выходе которого после усиления получаем АМ сигнал $u_1(t)$.

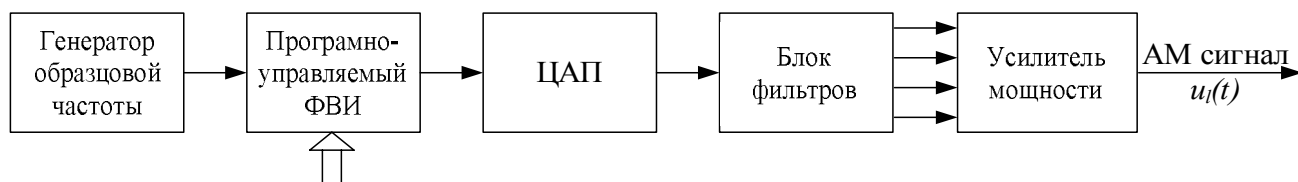


Рисунок 1 – Структурная схема реализации метода

Благодаря этому методу достигается выполнение двух условий:

- спектральный состав промежуточного сигнала содержит «тройки» спектральных составляющих на несущей и двух боковых частотах. Это условие является необходимым, поскольку его выполнение обеспечивает решение задачи формирования АМ сигналов;

- подтверждается практическая польза данного метода, которая заключается в улучшении технико-экономических показателей калибраторов АМ сигналов, к которым в первую очередь относятся метрологические характеристики и простота аппаратной реализации, что приводит к повышению надежных характеристик и к экономическому эффекту как на этапах проектирования, так и на этапе эксплуатации, особенно если удастся расширить функциональные возможности калибраторов сигналов.

Поэтому особое внимание уделяется исследованию метода с промежуточной амплитудно-импульсной модуляцией, который обеспечивает формирование АМ сигналов во всем диапазоне КАМ (от 0 до 100 %)., при этом за основу взят метод, который базируется на гармонической амплитудно-импульсной модуляции (рисунок 2) [2].

Исследование первичных формируемых сигналов $F(t)$ для различных видов модуляции предполагает получение их спектров с помощью разложения Фурье и анализ этих спектров с точки зрения выделения АМ сигналов в разных частотных каналах, а также выявление возможных методических погрешностей при задании параметров АМ сигналов и получение аналитических выражений для их оценки.

При исследовании двухполярной амплитудно-импульсной модуляции прямоугольных импульсов несущей произвольной скважности с учетом выше упомянутого математического аппарата получаем:

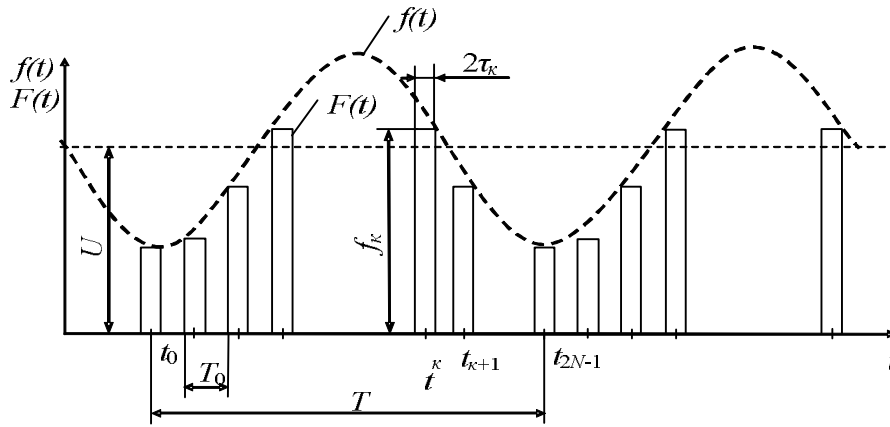


Рисунок 2 – Однополярная периодическая последовательность прямоугольных импульсов, промодулированная гармоническим сигналом

$$\dot{D}_{(2l+1)} = \dot{D}_l^0 = \frac{U \sin(2l+1)N\Omega\tau}{\pi(2l+1)N} 2N = \frac{2U \sin \omega_l \tau}{\pi(2l+1)} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \dot{D}_{(2l+1)N+1} = \dot{D}_l^+ &= \frac{MU \sin[(2l+1)N+1]\Omega\tau}{\pi[(2l+1)N+1]} Ne^{j\varphi} = \\ &= \frac{MU \sin(\omega_l + \Omega)\tau}{\pi(2l+1)(1 + \varepsilon_l)} e^{j\varphi} \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \dot{D}_{(2l+1)N+1} = \dot{D}_l^- &= \frac{MU \sin[(2l+1)N-1]\Omega\tau}{\pi[(2l+1)N-1]} Ne^{-j\varphi} = \\ &= \frac{MU \sin(\omega_l - \Omega)\tau}{\pi(2l+1)(1 - \varepsilon_l)} e^{-j\varphi}. \end{aligned} \quad (3)$$

Данные выражения показывают, что спектр первичного сигнала $F(t)$ состоит из бесконечного числа частотных каналов, которые содержат по три спектральные составляющие. В каждом l -том канале имеется спектральная составляющая на основной частоте $\omega_l = (2l+1)N\Omega$ с комплексной амплитудой \dot{D}_l^0 и две боковые спектральные составляющие на частотах $\omega_l^+ = \omega_l + \Omega$ и $\omega_l^- = \omega_l - \Omega$.

Применение данного метода позволяет значительно улучшить технические в том числе и метрологические характеристики прецизионных калибраторов сигналов, основанных на применении цифровой микросхемотехники. Прецизионные калибраторы АМ сигналов обеспечивают повышение точности задания всех параметров АМ сигналов за счет более точного формирования амплитудных и временных параметров прямоугольных импульсов несущей по сравнению с гармоническим сигналом несущей.

Выводы. Таким образом, метод синтеза прецизионных АМ сигналов, основанный на промежуточной гармонической амплитудно-

импульсной модуляции с последующей узкополосной фильтрацией позволяет сформировать сетку жестко синхронизированных по частоте АМ сигналов на кратных частотах несущей. При этом методическая погрешность имеет второй порядок малости, а инструментальные погрешности

могут быть существенно уменьшены, по сравнению с известными методами, за счет более точного задания (формирования) амплитудных и временных параметров прямоугольных импульсов несущей, которые подвергаются промежуточной гармонической амплитудно-импульсной модуляции.

Список использованных источников

1. Ю. Д. Болмусов. Метрологическое обеспечение измерителей модуляции / Ю. Ф. Павленко, Н. П. Соколовский. – М.: Военное изд-во, 1992. – 192 с.
2. Г. С. Сидоренко. Методы цифро-аналогового синтеза прецизионных амплитудно-модулированных сигналов / Г. С. Сидоренко, В. Н. Чинков // Украинский метрологический журнал. – 1997. – № 4. – С.14-16.

Анотація

ПРЕЦИЗИЙНИЙ МЕТОД СИНТЕЗУ АМПЛІТУДНО-МОДУЛЬОВАНИХ СИГНАЛІВ

Кравченко П. А., Кравченко И. С.

Обґрунтований та досліджений метод синтезу прецизійних амплітудно-модульованих сигналів, заснований на гармонійній амплітудній модуляції прямокутних імпульсів несучої.

Abstract

PRECISION METHOD OF SYNTHESIS OF THE PEAK-MODULATED SIGNALS

P. Kravchenko, I. Kravchenko

The method of synthesis is reasonable and investigational precision peak-the modulated signals, based on harmonious peak modulation of rectangular impulses bearing.