РАЗДЕЛ III. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Аравенков А.А., Пасынков Ю.А.

Способ формирования широтно-импульсного сигнала применяемого в методе анализа параметров гармонических составляющих сигнала основанном на широтно-импульсной модуляции

*Новосибирский Государственный Технический Университет
(Россия, Новосибирск)*

doi:10.18411/spc-22-01-2018-06

idsp: 000001:spc-22-01-2018-06

Аннотация

В работе изучается способ формирования трёхуровневого двухполярного широтно-импульсного сигнала, который может быть использован в методе анализа параметров гармонических составляющих сигнала основанный на широтно-импульсной модуляции. Преимущество данного метода перед традиционными методами, использующие преобразование Фурье, заключается в том, что он может быть легко реализован в аналоговом виде, а значит позволяет значительно сократить требуемые вычислительные мощности и объём памяти при расчете параметров гармоник.

Введение

Современный анализ спектра электрических сигналов основан на применении преобразования Фурье. При использовании этого метода на первом этапе необходимо произвести оцифровку исследуемого сигнала, при чём, частота дискретизации должна быть как минимум в два раза выше частоты наивысшей гармоники сигнала. После чего можно воспользоваться алгоритмом дискретного преобразования Фурье (ДПФ) [1]. Чаще всего вместо ДПФ применяются различные алгоритмы быстрого преобразования Фурье (БПФ). Важным преимуществом БПФ по сравнению с ДПФ является сокращение математических операций сложения и умножения требуемых при вычислении параметров гармоник [2].

Альтернативным способом измерения параметров гармоник может служить метод основанный на широтно-импульсной модуляции (ШИМ). Основная идея данного метода заключается в формировании специальных широтно-импульсных сигналов (ШИС), соответствующих синусоидальной и косинусоидальной составляющим исследуемой гармоники. Умножения специальных ШИС на входной сигнал с последующим интегрированием результатов умножения. После чего находится квадратный корень из суммы квадратов результатов интегрирования. Полученное значение будет равно амплитуде исследуемой гармоники [3].

Поскольку данный метод легко реализуется в аналоговом виде, он позволяет существенно сократить требуемые вычислительные мощности и объём памяти по сравнению с БПФ. Одним из важных элементов метода является широтно-импульсный сигнал (ШИС). От него, в большей степени зависит точность, с которой можно измерить параметры гармонических составляющих сигналов. Существует множество вариантов формирования ШИС. Одним из таких вариантов является трёхуровневый двухполярный ШИС.

Способ формирования ШИС

Методику формирования трёхуровневого двухполярного ШИС рассмотрим на примере ШИС для определения синусоидальной составляющей сигнала, т.е. формируемая

последовательность ШИС $P_{\sin}$, является преобразованием от $\sin \omega t$ ($\omega = 2\pi/T$, где T – период исследуемой гармоники гармоник). Период ШИС равен:

$$T_{\text{ш}} = \frac{T}{n} \quad (1)$$

Где n – целое чётное число равное числу импульсов ШИС на периоде гармоники. Сначала период исследуемой гармоники разбивается на n равных интервалов, которые соответствуют i -му периоду $T_{\text{ш}}$. В каждом полученном интервале определяются центры i -ых периодов ШИС (t_i), где $i = 0, 1 \dots n$:

$$t_i = T_{\text{ш}} \left(i - \frac{1}{2} \right) = \frac{T}{kn} \left(i - \frac{1}{2} \right) \quad (2)$$

На рис. 1 проиллюстрирован принцип формирования $T_{\text{ш}}$ и определения t_i .

Рис. 1. Принцип формирования $T_{\text{ш}}$ и определения t_i для синусоидального сигнала.

На каждом периоде $T_{\text{ш}}$ формируется прямоугольный импульс, длительность $\tau_{i,\sin}$ которого пропорциональна значению синусоидальной функции в момент t_i , то есть:

$$\tau_{i,\sin} = T_{\text{ш}} \sin(\omega t_i) = T_{\text{ш}} \sin\left(\omega T_{\text{ш}} \left(i - \frac{1}{2} \right)\right) \quad (3)$$

Кроме того, импульсы ШИС расположены симметрично относительно t_i . На рис. 2 показан ШИС для синусоидального сигнала с 8 импульсами за период гармоники.

Рис. 2. Сформированный ШИС синусоидального сигнала.

ШИС для определения косинусной составляющей сигнала формируется аналогичным образом, за исключением того, формируемая последовательность ШИС Рсосявляется преобразованием от $\cos \omega t$.

Заключение

В данной работе приведена способ формирования ШИС, который может применяться в методе определения параметров гармонических составляющих сигнала на основе ШИМ. ШИС является одним из важных элементов данного метода. От него на прямую зависит погрешность измерения амплитуд и фаз гармоник. ШИС сформированный таким образом обладает наименьшим количеством старших гармоник в его спектре, что позволяет производить измерения с большей точностью[4].

1. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов: СПб.: Питер, 2002. – 608 с.: ил.
2. Айфичер, Эммануил С., Джервис, Барри У. Цифровая обработка сигналов: практический подход, 2-е издание. : Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2008 – 992 с. : ил. – Парал. тит. англ.
3. Аравенков А.А. Анализатор гармоник на основе широтно-импульсной модуляции / А.А. Аравенков, Ю.А. Пасынков // Ползуновский вестник. - 2015. - № 3. - С. 120-125.
4. Аравенков А.А. Исследование влияния спектра широтно-импульсного сигнала на погрешность определения амплитуды гармоник в анализаторе гармоник на основе широтно-импульсной модуляции / А.А. Аравенков, Ю.А. Пасынков // Научный вестник НГТУ. – 2017. - №. – С. 42-54.
5. Аравенков А.А. Анализатор гармоник на основе широтно-импульсной модуляции / А.А. Аравенков, Ю.А. Пасынков // Наука. Технологии. Инновации / Материалы всероссийской научной конференции молодых ученых в 4-х частях. - 2012. - № 2. - С. 10-11.

Головина Н.Я., Востриков А.А., Пилипчук М.П.
Параметрические колебания гофрированных трубопроводов газотурбинных двигателей

*Тюменский индустриальный университет (ТИУ), филиал ТИУ в г. Сургуте
(Россия, Сургут)*

doi:10.18411/spc-22-01-2018-07

idsp: 000001:spc-22-01-2018-07

Аннотация

В статье рассмотрен вопрос о вынужденных колебаниях гибких металлических трубопроводов (ГМТ) и сильфонных компенсаторов (СК), применяемых в газотурбинных двигателях. Указано на взаимное влияние колебаний различного вида.

Ключевые слова: сильфонный компенсатор, гибкий металлический трубопровод, колебания, параметрический резонанс.

Abstract

The article addressed the issue of forced vibrations of flexible metal pipework (FMP) and bellows (B) used in gas turbine engines. Indicated on the mutual influence of fluctuations of various kinds.

Keywords: bellows expansion joint, flexible metal pipe, vibrations, parametric resonance.

Гибкие металлические трубопроводы (ГМТ) и сильфонные компенсаторы (СК), применяемые в газотурбинных двигателях, также как и гладкостенные трубопроводы, подвержены всем видам колебаний (радиальным, поперечным, продольным, крутильным). Но конструктивные особенности ГМТ и СК влекут за собой особенности их динамического поведения.

Для гладкостенных трубопроводов вероятность появления колебаний связана с пульсацией давления жидкости, нагнетаемой в систему насосами. В ГМТ и СК