

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА КОМБИНАТОРНОЙ ЛИНЕАРИЗАЦИИ ДЛЯ АНАЛИЗА СОСТОЯНИЯ ЭНЕРГООБЪЕКТОВ

И.В. Пантелеева

(Украинская инженерно-педагогическая академия, Харьков)

Показана возможность применения метода комбинаторной линеаризации для анализа амплитуды и фазы электрических сигналов с целью прогнозирования возможных аварий в энергосистеме.

метод комбинаторной линеаризации, электрический сигнал, энергосистема

Постановка проблемы. Важнейшей задачей управления энергетическим объектом является получение информации о состоянии данного объекта, а также обработка полученной информации. При эксплуатации электроустановок необходимо не только знать состояние данного объекта, но и, по возможности, оценить и предотвратить возможную аварийную ситуацию.

Анализ последних достижений и публикаций. Существует достаточно много методов статистического оценивания параметров электрических сигналов. Однако методы, которые успешно используются в радиотехнических и радиоэлектронных системах, не в полной мере отвечают специфике оценки состояния энергообъектов [1]. Поэтому необходимо разработать достаточно достоверный метод диагностики электрических сигналов в режиме реального времени.

Цель работы заключается в получении достаточно точной методики оценки синусоидального сигнала на интервале времени, который составляет не более трети продолжительности его периода с применением метода комбинаторной линеаризации, так как он является наиболее универсальным.

В связи с этим представляется актуальным и возможным продолжение работы по применению корреляционных функций для решения задачи подобного рода.

В работе [2] введены корреляционные функции в базисах функций Виленкина–Крестенсона, образованные с помощью обобщенного сдвига. Обобщенный сдвиг (m -сдвиг) определяется поразрядным сложением без переноса единицы в старший разряд – сложением по модулю m . Областью определения данного сдвига является интервал $I = [0, m^k - 1]$. Интервал является замкнутым относительно m -сдвига, т.е. m -сдвиг не выходит за пределы интервала I . Это свойство обобщенного сдвига позволяет

его эффективно применять для обработки конечной выборки. Множество m -сдвигов на интервале I обладает групповой структурой. Фактически, m -сдвиг представляет собой перестановку номеров отсчетов, входящих в интервал I . Реализация обобщенного сдвига, т.е. перестановка отсчетов, легко может быть выполнена средствами дискретной техники.

Обобщенному сдвигу, определяемому сложением по модулю m , соответствует базисная система функций – «базис-функций» Виленкина–Крестенсона. Эти функции инвариантны относительно обобщенного сдвига, определяемого по разрядным сложением по модулю m .

Задача количественного описания m -корреляционных функций гармонических сигналов представляет интерес с точки зрения анализа и синтеза новых алгоритмов оценки фазовых сдвигов с целью повышения их точности.

Двухвходовое устройство, формирующее на выходе m -корреляционную функцию поданных на его входы сигналов, назовем m -коррелятором. Алгоритм работы m -коррелятора при подаче на его входы соответствующих гармонических сигналов описывается выражением:

$$R_m(t, \varphi_0, \varphi_1, \omega, \Delta) = \frac{1}{N} \sum_{t=a}^{N-1} A_0 \sin [(\omega + \Delta)t + \varphi_0] A_1 \sin \left[\omega \left(t \oplus \tau \right) + \varphi \right], \quad (1)$$

где $A_0, \omega, t, \varphi_0$ определены в [1]; Δ – измеряемая в радианах величина, обусловленная несоответствием частот; τ – параметр обобщенного сдвига, представляющий собой безразмерную величину, принадлежащую интервалу I .

Отсчеты сигнала, поступающие на первый вход m -коррелятора, умножаются на переставленные в соответствии с параметром обобщенного сдвига τ отсчеты сигнала, поступившего на второй вход. Результаты умножения суммируются. Обычный коррелятор является частным случаем m -коррелятора, т.к. для $\tau=0$ m -сдвиг является тождественной перестановкой и выходной эффект m -коррелятора совпадает с выходным эффектом обычного коррелятора.

Рассмотрим математический аппарат, позволяющий вычислять m -корреляционные функции гармонических сигналов, дающий количественное описание эффекта их прохождения через m -коррелятор. Используя известные формулы Эйлера, представим (1) в виде:

$$R_m(\tau, \varphi_0, \varphi_1, \omega, \Delta) = L_1 + L_2. \quad (2)$$

В конечном итоге вычисление выражения (1) сводится к вычислению суммы вида:

$$\sum_{t=0}^{N-1} \exp(at) \exp \left[b \left(t + \oplus \tau \right) \right]. \quad (3)$$

Для вычисления суммы вида (3) необходимо использовать метод комбинаторной линейаризации.

Так как t и τ принадлежат интервалу $I = [0, N - 1]$, то при выполнении операции поразрядного сложения по модулю может произойти потеря единицы при ее переносе в старший разряд:

$$t \oplus_m \tau = t + \tau - c(t + \tau). \quad (4)$$

Функцию $c(t, \tau)$ можно определить, исходя из особенностей операции поразрядного сложения по модулю m .

Зафиксировав величину параметра обобщенного сдвига τ , при t , изменяющемся от 0 до $N - 1$, функция $c(t, \tau)$ сможет принимать не более чем 2^k различных значений. Следовательно, каждому значению $c(t, \tau)$ можно поставить в соответствие некоторое двоичное число:

$$P = \sum_{i=1}^k \alpha_i \cdot 2^{i-1}. \quad (5)$$

Учитывая это, выражение (4) можно представить в виде:

$$t \oplus_m \tau = t + \tau - c_p. \quad (6)$$

Следовательно, выражение $t \oplus_m \tau$ можно представить в виде линейной комбинации t , τ , и c_p . Величина c_p определяет потери, возникающие из-за отсутствия переноса единицы в старший разряд, а P – соответствующие номера разрядов.

Выводы. 1. Показано, что обобщенному сдвигу, определяемому по модулю m , соответствует базисная система функций – «базис-функций» Виленкина–Крестенсона.

2. Используя метод комбинаторной линеаризации гармонических синусоидальных сигналов, получено выражения для расчета m -корреляционных функций этих сигналов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Артюх С.Ф., Пантелеева И.В. Деякі питання теорії статистичного оцінювання параметрів сигналів у електроенергетиці // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – Хмельницький, 1999. – № 4. – С. 68-71.
2. Пантелеева И.В. Совершенствование методов стохастического анализа параметров электрических сигналов энергетических объектов // Системы обработки информации. – Х.: ХВУ. – 2003. – Вып. 6. – С. 96-100.

Поступила 1.02.2006

Рецензент: кандидат технических наук, профессор И.Г. Шелепов,
Украинская инженерно-педагогическая академия, Харьков.