

Φ^2 более удобно при исследовании законов изменения силы тока (напряжения) вдоль электрической цепи. Но в целом проблема требует дальнейшего исследования.

УДК 621.311

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОМПЛЕКСНОГО УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

С. О. ФЕЛЬДМАН, Д. Ж. НУРСЕИТОВ

Белорусская железная дорога

В настоящее время на Белорусской железной дороге для оперативного контроля расхода электроэнергии железнодорожных потребителей проводятся работы по внедрению автоматизированной системы комплексного учета электроэнергии (АСКУЭ), которая состоит:

- из коммерческой автоматизированной системы учета электроэнергии на тяговых подстанциях;
- системы технического учета электроэнергии на подстанциях 6–10 кВ;
- коммерческой системы учета электроэнергии на предприятиях дороги;
- системы учета электроэнергии на подвижных единицах.

На нижнем уровне АСКУЭ (тяговые, трансформаторные и распределительные подстанции) полагаются источники информации о потреблении и реализации электроэнергии – электронные и микропроцессорные счетчики (измерители мощности), неотъемлемой частью которых является сверхбольшая интегральная схема (СБИС) измерений. Измерительная СБИС включает в себя цифровой сигнальный процессор (DSP) со встроенными аналого-цифровыми преобразователями (АЦП), которые осуществляют выделение дискретных значений каждого входного сигнала тока и напряжения в заданные моменты времени.

При проектировании измерителя мощности заданного класса точности K требуется определить такое минимальное значение частоты дискретизации СБИС, при котором погрешность дискретизации несоизмеримо мала по сравнению с другими составляющими суммарной погрешности прибора, и ею можно пренебречь.

Класс точности средства измерения определяется пределами допускаемых основной и дополнительной погрешностей. Поэтому предел допускаемой погрешности дискретизации выбирается на один или два порядка ниже заданного класса точности прибора.

Предельное значение погрешности дискретизации определяется по формуле

$$\gamma = \frac{\Delta}{\bar{O}_i} \cdot 100, \quad (1)$$

где Δ – предельное значение абсолютной погрешности; X_i – нормирующее значение.

В качестве примера рассмотрим функцию $F(t) = A_{\max} \sin \omega t$.

Параметр Δ соответствует кривой с максимальной (предельной) амплитудой из диапазона возможных значений измеряемой величины (тока i или напряжения u)

$$\Delta = A_{\max} - A_{\max} \sin \omega t. \quad (2)$$

Нормирующее значение прибора определяется диапазоном значений величины, который он способен измерить:

$$X_i = A_{\max}. \quad (3)$$

После подстановки в формулу (1) получаем:

$$\gamma = \frac{A_{\max} - A_{\max} \sin \omega t}{A_{\max}} \cdot 100 = (1 - \sin \omega t) \cdot 100. \quad (4)$$

Выполним подстановку $\alpha = \omega t$, где α – угол вектора синусоиды на комплексной плоскости. Тогда из формулы (4) следует:

$$\alpha = \arcsin\left(1 - \frac{\gamma}{100}\right). \quad (5)$$

Угол между вектором в момент измерения и соответствующим амплитудному значению синусоидальной величины $A_{\max}$ определяется по формуле

$$\Delta\alpha = 90^\circ - \alpha. \quad (6)$$

Проведя анализ одного полупериода функции $F(t)$, определяем, что для того чтобы погрешность дискретизации соответствовала выбранному классу точности, необходимо проводить измерение в интервале времени T , соответствующему углу $2\Delta\alpha$.

Выразим значение интервала T в секундах. Для частоты 50 Гц углу вектора синусоиды 180° соответствует временной интервал в 0,01 с. Тогда значение T , с, можно определить по пропорции

$$T = \frac{2 \cdot 0,01}{180} \Delta\alpha. \quad (7)$$

Искомое значение частоты дискретизации, Гц, определим по формуле

$$F = \frac{1}{T}. \quad (8)$$

После подстановки в формулу (8) ранее определенного значения T , Гц, получаем окончательную формулу

$$F = \frac{1}{\frac{2 \cdot 0,01}{180} \cdot (90 - \arcsin(1 - \frac{\gamma}{100}))}. \quad (9)$$

Результаты расчете в пакете Mathcad показывают, что для получения измерителя мощности с классом точности 0,1 (предел допускаемой погрешности дискретизации равен 0,01) требуется, чтобы частота дискретизации СБИС измерения была не менее 11 кГц.

УДК 621.394

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ АДАПТИВНЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ В УСЛОВИЯХ ДЕЙСТВИЯ ПОМЕХ

В. Н. ФОМИЧЕВ, П. М. БУЙ, В. В. СЕРЕДА

Белорусский государственный университет транспорта

Компьютерные модели адаптивных систем передачи с обратной связью предназначены для исследования влияния помех на передаваемые информационные и служебные кадры с возможностью измерения коэффициента ошибок по битам, байтам и блокам, а также анализа корректирующих свойств разных методов обнаружения и исправления ошибок. В состав моделирующей системы входят: компьютер, генератор шума, устройство согласования, линия связи и программное обеспечение.

Устройство согласования обеспечивает электрическое согласование выходных параметров генератора шума с параметрами последовательного асинхронного интерфейса RS-232, входящего в состав персонального компьютера (ПК). В качестве источника помех для снятия экспериментальных данных и для отладки программного обеспечения при разработке моделирующей системы используется цифровой генератор белого шума.

Программное обеспечение моделирующих систем предназначено для выбора одного из двух вариантов организации связи по одному СОМ порту или между СОМ портами одного ПК: для измерения коэффициента ошибок по битам, байтам и блокам; для составления отчета о результатах исследований с возможностью их вывода на дисплей или принтер ПК.

Программное обеспечение адаптивных систем передачи реализовано в визуальной среде программирования Delphi для Windows на языке Object Pascal с применением вставок на языке Assembler для функций и процедур нижнего уровня, интерфейса RS-232.

При организации связи программное обеспечение позволяет выбрать один или несколько эталонных файлов для сеанса связи и в зависимости от варианта организации связи – один или два СОМ порта; определить и установить их параметры: скорость передачи (Бод), длину информационного слова (бит), число стоп-битов (бит), контроль по четности, размер информационного кадра (байт) и время ожидания программного подтверждения приема данных (мс).

Передача дискретной информации организована с учетом следующих возможностей, предоставляемых последовательным асинхронным интерфейсом RS-232: скорость передачи от 50 до 57600 Бод; длина информационного слова от 5 до 8 Бит; число стоп-битов – 1; 1,5 и 2; контроль по четности.