

УДК.621.3

**АКТИВНАЯ КОМПЕНСАЦИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ИСКАЖЕНИЙ**

Лойко А.Ю.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Суходолов Ю.В.

Постоянное увеличение нелинейных нагрузок в сети приводит к отрицательным воздействиям во всей электроэнергетической системе (ЭЭС), а именно искажению тока и напряжения. Искажения заключаются в генерации нелинейными потребителями высших гармонических составляющих, которые нарушают работу вычислительной техники, устройств релейной защиты, вызывают резонансные явления в ЭЭС, перегрев и выход из строя электрооборудования. Существуют три основные группы методов повышения качества электроэнергии:

- 1) Оптимизация электроснабжения, включающая в себя увеличение мощности сети и перевод нагрузки в режим минимальных искажений.
- 2) Исключение недозагрузки электродвигателей и трансформаторов, включение в состав потребителя пассивных корректирующих устройств.
- 3) Применение активных фильтров.

Одним из наиболее эффективных является третий метод.

Активный фильтр анализирует гармонический состав потребляемого тока и генерирует в сеть аналогичный состав, но в противофазе. Для этого ведется сложный расчет параметров сигнала управления данным устройством, от точности и скорости вычисления необходимых значений напрямую зависит результат, а именно выравнивание гармонических искажений и повышение качества электроэнергии.

Существует так же комбинированный способ активной фильтрации – гибридный фильтр, совмещающий в себе активный и пассивный фильтры, может быть либо последовательного, либо параллельного типа. Пассивный фильтр выполняет основную фильтрацию, а активный, благодаря возможности точечной коррекции, охватывает оставшиеся порядки гармоник.

Полная компенсация высших гармонических составляющих тока требует точного измерения амплитуд  $|A_{n0}|$  и начальных фаз  $\psi_n$ . Согласно [1], определяем значения амплитуд  $|A_{n0}|$  по выражению (1):

$$|A_{n0}| = \frac{4A}{\pi n_0} \left| \sin \left( \frac{n_0 \omega \Delta t_3}{2} \right) \right| \quad (1)$$

$A$  - амплитуда прямоугольных импульсов результирующей последовательности;

$\omega = \frac{2\pi}{T}$  - циклическая частота следования импульсов результирующей последовательности.

Начальные фазы  $\psi_n$  находим согласно [2], по выражению (2):

$$\psi_n = \frac{2 \cos \omega t}{nf(n)f(\varphi_1, t_3) + f(t_3)} + f(n, T) \quad (2)$$

$\varphi_1$  - фазовый сдвиг между опорным сигналом и первой гармоникой анализируемого сигнала;

$t_3$  - время между моментами перехода через ноль опорного и анализируемого сигнала;

$n=3,5,7\dots$  - номер гармоники;

$\omega$  - несущая угловая частота анализируемого сигнала, равная частоте опорного сигнала.

Как видно из выражений, контролировать изменения амплитуд и начальных фаз целесообразней по значениям параметров  $\Delta t_3$  и  $\Delta \varphi_1$ , однако из-за малых величин этих

параметров и непредсказуемого характера изменения нагрузки, измерениям необходимо предъявлять повышенные требования к скорости и точности их вычисления. Спектральные преобразования, позволяют обеспечить необходимую точность измерения исходных значений.

Поэтому путем формирования последовательности прямоугольных импульсов в моменты перехода через ноль питающего напряжения, являющегося опорным сигналом синусоидальной или косинусоидальной формы, с первой гармонической составляющей анализируемого сигнала для определения  $\varphi_1$ .

Время задержки  $t_3$  определяем между моментом перехода через ноль из положительных в отрицательные значения опорного сигнала и моментом перехода из положительных в отрицательные значения анализируемого сигнала.

Значения начальных фаз высших гармоник, связанных однозначной зависимостью с начальной фазой первой гармоники и временем  $t_3$ . Точность измерения  $t_3$  имеет решающее влияние на точность определения начальных фаз высших гармоник тока и корректность компенсации искажений.

Цифровые измерители временных интервалов при изменении спектрального состава сигнала, не позволяют измерить изменение  $t_3$  из-за низкого быстродействия.

#### Литература

1. Патент ВУ 19876 С1, 2016.02.28.Способ спектрального анализа квазипериодического электрического сигнала // Патент Беларуси № а20130997. 2016. / Суходолов Ю.В., Чумаков С.А., Крученюк Л. П., Пушкарева Н.В.
2. Патент ВУ 16873 С1, 2013.02.28.Способ определения начальных фаз высших гармонических составляющих периодического сигнала // Патент Беларуси № а20110540. 2013. / Суходолов Ю.В., Чумаков С.А., Сицко А.Л.
3. Волков А.В., Волков В.А. Компенсация мощности искажений и реактивной мощности посредством активного фильтра с прогнозируемым релейным управлением// Электротехника. – 2008. – № 3. – С. 2–10.