

ЦИФРОВОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ТРЕХФАЗНОЙ СИСТЕМЫ В СИСТЕМУ СИММЕТРИЧНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ

Петросян Р.В., аспирант

*(Житомирский инженерно-технологический институт,
г.Житомир, Украина)*

С развитием и широким распространением трехфазных (многофазных) систем переменного тока появилась потребность в точном описании их несимметричных режимов. Таким математическим аппаратом является метод симметричных составляющих.

Бурное развитие современных технологий и новой элементной базы (цифровые сигнальные процессоры (ЦСП), программируемые логические матрицы (ПЛМ), микроконтроллеры и др.) позволяют поднять реализацию измерительных устройств, устройств автоматики и др. на новый уровень. Но применение новой элементной базы возможно в случае наличия адаптированных для нее методов.

Симметричные составляющие определяются в соответствии с выражениями (1),(2),(3):

$$3\dot{U}_{1(1)} = \dot{U}_{A(1)} + \dot{U}_{B(1)}e^{j120} + \dot{U}_{C(1)}e^{j240}; \quad (1)$$

$$3\dot{U}_{2(1)} = \dot{U}_{A(1)} + \dot{U}_{B(1)}e^{j240} + \dot{U}_{C(1)}e^{j120}; \quad (2)$$

$$3\dot{U}_{0(1)} = \dot{U}_{A(1)} + \dot{U}_{B(1)} + \dot{U}_{C(1)}; \quad (3)$$

где $\dot{U}_{A(1)}$ – комплексное значение напряжения фазы А основной гармоники,

$\dot{U}_{B(1)}$ – комплексное значение напряжения фазы В основной гармоники,

$\dot{U}_{C(1)}$ – комплексное значение напряжения фазы С основной гармоники,

$\dot{U}_{1(1)}$ – комплексное значение напряжения прямой последовательности основной гармоники,

$\dot{U}_{2(1)}$ – комплексное значение напряжения обратной последовательности основной гармоники,

$\dot{U}_{0(1)}$ – комплексное значение напряжения нулевой последовательности основной гармоники.

Для практической реализации выражений (1),(2),(3) необходимо осуществить переход от комплексных значений к действительным с помощью формулы Эйлера, что приводит к появлению в выражениях тригонометрических функций (синуса и косинуса) [1]. В этом случае для вычисления симметричных составляющих необходимо измерять три модуля и три аргумента напряжений трехфазной сети. Недостаток данного подхода - сложность реализации измерения аргументов с высокой точностью, что снижает точность определения конечного результата. Поэтому для повышения точности пытаются избавиться от тригонометрических функций в выражениях. Выражение такого типа и предлагается в ГОСТ 13109 для реализации. Кроме того, в новой редакции ГОСТа [2] сделали попытку адаптировать метод для цифровой реализации, но не оптимизировали его для цифровой реализации.

Реализация выражений, приведенных в [2], возможна с использованием ЦСП и ПЛМ, но достаточна, сложна, т.к. операции не оптимизированы под них, а реализация с использованием микроконтроллеров значительно проще в связи с тем, что они являются универсальными устройствами, но большинство из них не позволяют реализовать эти алгоритмы в реальном режиме времени или же стоимость их достаточно высока.

Для оптимизации реализации в цифровом виде можно воспользоваться методом, приведенный в [3], но данный метод можно усовершенствовать.

Произведем “искажение” фазы следующим образом:

$$3\dot{U}'_{1(1)} = \dot{U}_{A(1)} e^{j\varphi(\omega)} + \dot{U}_{B(1)} e^{j120} e^{j\varphi(\omega)} + \dot{U}_{C(1)} e^{j240} e^{j\varphi(\omega)}; \quad (4)$$

$$3\dot{U}'_{2(1)} = \dot{U}_{A(1)} e^{j\varphi(\omega)} + \dot{U}_{B(1)} e^{j240} e^{j\varphi(\omega)} + \dot{U}_{C(1)} e^{j120} e^{j\varphi(\omega)}; \quad (5)$$

$$3\dot{U}'_{0(1)} = \dot{U}_{A(1)} e^{j\varphi(\omega)} + \dot{U}_{B(1)} e^{j\varphi(\omega)} + \dot{U}_{C(1)} e^{j\varphi(\omega)}; \quad (6)$$

Полученные выражения (4),(5),(6), позволяют проще аппроксимировать частотную характеристику цифровых фильтров при расчете, используя метод [3], т.к. функция $\varphi(\omega)$ имеет бесконечное множество реализаций. Воспользовавшись методом приведенным в [3], можно получить структурную схему

цифрового преобразователя для обратной и нулевой составляющих, представленную на рис. 1:

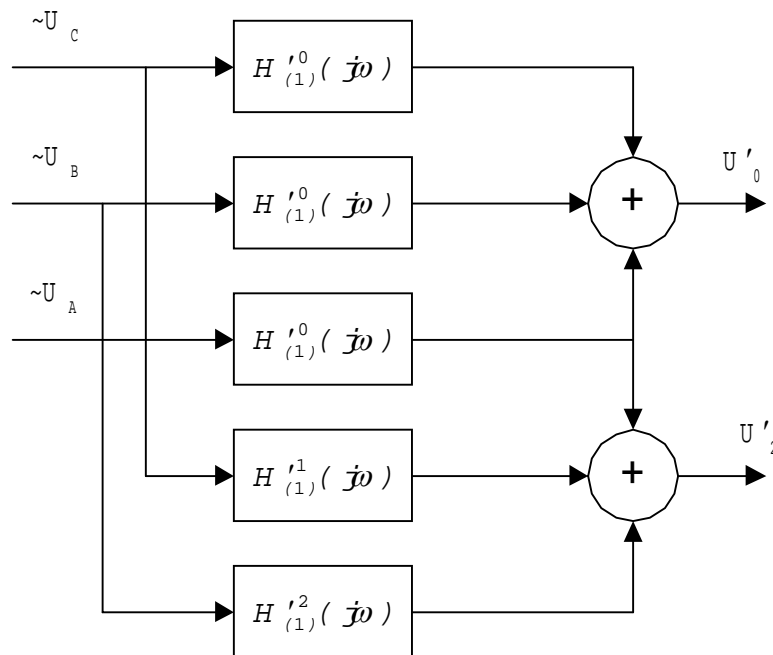


Рисунок 1-Цифровой преобразователь трехфазной системы в систему симметричных составляющих

Таким образом, преобразователь представляет набор цифровых фильтров, что не составляет сложности при реализации с использованием выше указанной элементной базы.

Перечень ссылок

1. Шидловский А.К., Музыченко А.Д. Таблицы симметричных составляющих.–К.: Наукова думка, 1976. 204с.
- ГОСТ 13109-87. Электрическая энергия. Требования к качеству электрической энергии в электрических сетях общего назначения.
2. Петросян Р.В. Застосування нерекурсивних цифрових фільтрів для виміру несиметрії у трифазних мережах електроенергії. //Вісник ЖІТІ.–1999.–№11.–С164-168.