УДК 621.314.58

ЛЮБИЧ Р.И., ВАСЬКЕВИЧ А.В.,
ГОНЧАРОВ Ю.П., докт. техн. наук, проф.

ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ С МИКРОПРОЦЕССОРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

В ряде работ авторами предложена структура преобразовательного агрегата с микропроцессорным управлением для тяговых подстанций, содержащая основной выпрямитель по традиционной 12-пульсной схеме и обратимый вольтодобавочный преобразователь с широтноимпульсной модуляцией на запираемых приборах. Такой принцип позволил скомпенсировать недостатки основного выпрямителя с точки зрения его электромагнитной совместимости с контактной сетью и питающей сетью[1-3].

Важной частью системы управления такого преобразователя является канал активной фильтрации, предназначенный для подавления в выходном напряжении преобразователя ряда гармонических составляющих. Его основу составляют узкополосные фильтры с передаточными функциями

$$W_K = \frac{K_y p}{p^2 Q / \mu_k + p + Q\mu_k}, \qquad (1)$$

где $\omega_k = k\omega_c$ – частота *k-й* подавляемой гармоники; ω_c – частота сети; Q – добротность; k_y – коэффициент усиления.

Электрический эквивалент узкополосного фильтра представлен на рис. 1. Если бы практическая реализация электрического эквивалента была простой, то его можно было бы непосредственно подключать к источнику выходного напряжения U_d в качестве датчика напряжения. Однако сложно реализовать дроссель с большой индуктивностью и ещё сложнее добиться точной его настройки в резонанс с конденсатором *C*. Поэтому узкополосный фильтр целесообразно реализовать в цифровой части канала после аналого-цифрового преобразователя (АЦП).

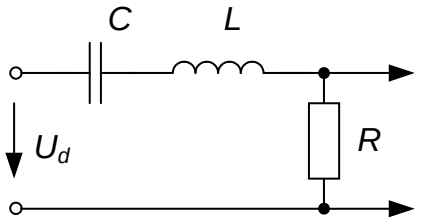

Рис. 1. Электрический эквивалент узкополосного фильтра

Но АЦП нельзя подключать на неотфильтрованное напряжение преобразователя, поскольку подавляемая гармоника, имеющая порядок *4 В*, теряется в низкочастотных помехах (постоянная составляющая напряжения имеет порядок *3000 В*) и высокочастотных помехах (гармоники с частотой ШИМ вольтодобавки имеют порядок *500 В*). Ясно, что величина измеряемой гармоники в отношении к помехам будет соизмерима с погрешностью измерения АЦП. Поэтому необходимо предварительно пропустить сигнал с датчика напряжения через аналоговые фильтры верхних (ФВЧ) и нижних частот (ФНЧ) с передаточными функциями

$$W_в = \frac{²_в p}{²_в p + 1}; \qquad (2)$$

$$W_н = \frac{1}{²_н p + 1}. \qquad (3)$$

Однако эти фильтры обладают большой инерционностью, которая может пагубно сказаться на динамических свойствах канала. Для компенсации дифференцирующего и двух апериодических звеньев, вносимыми ФВЧ и ФНЧ, необходимо ввести коррекцию в передаточную функцию (1). Для этого вводим обратные множители $(²_в p + 1)$ и $(²_н p + 1)$ в числитель выражения и сокращаем выражение на *p*. С учётом всех изменений получаем функцию

$$W'_K = \frac{K_y(²_в p + 1)(²_н p + 1)}{²_в(p^2 Q / \mu_k + p + Q\mu_k)}. \qquad (4)$$

Как видно, порядок числителя не превышает порядка знаменателя, что позволяет реализовать передаточную функцию (4) с помощью простого микропроцессорного алгоритма и использовать аналоговые ФВЧ и ФНЧ в качестве датчика напряжения.

Список литературы: 1. *Панасенко Н. В., Божко В. В., Гончаров Ю. П. и др*. Обратимый преобразователь вольтодобавочного типа для тяговых подстанций электрифицированных железных дорог//Залізничний транспорт України, №4, 2007, с. 76-80. **2**. *Гончаров Ю. П., Панасенко Н. В., Замаруев В. В. и др*. Полупроводниковый преобразователь с вольтодобавкой в качестве активного фильтра//Технічна електродинаміка, тем. випуск «Силова електроніка і енергоефективність, ч.II, Київ, 2007, с. 33-40.