

пенсации высших гармоник позволяют решать задачи повышения качества электроэнергии СЭЭС как на этапе проектирования, так и при модернизации существующих судовых электростанций.

Список литературы:

[1] Коробко Г.И., Лебедев В.В. Влияние высших гармоник на работу судового электрооборудования и способы их снижения: 13-й Международный научно-промышленный форум «Великие реки» 2011», труды конгресса, Н. Новгород, ННГАСУ.
 [2] Коробко Г.И., Лебедев В.В. Система компенсации нелинейных искажений судовой сети: Труды НГТУ «Актуальные проблемы электроэнергетики» Н.Новгород, НГТУ, 2011г.
 [3] Шейнихович В.В., Климанов О.Н., Пайкин Ю.И., Зубарев Ю.Я. Качество электрической энергии на судах: Справочник/Л.: Судостроение, 1988. – 160 с.

Г.И. Коробко, А.С. Макаев
 ФБОУ ВПО «ВГАВТ»

**РАЗРАБОТКА БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА
 УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМЫ КОМПЕНСАЦИИ
 НЕСИММЕТРИИ НАПРЯЖЕНИЯ СУДОВОЙ СЕТИ**

Компенсация асимметрии и стабилизации напряжения в судовой сети является актуальной задачей, особенно это относится к динамическим режимам работы СЭЭС. Решение этой задачи может быть обеспечено за счет использования вольтодобавочных устройств, питание которых осуществляется от сети постоянного тока с использованием накопителей энергии (аккумуляторных батарей или конденсаторов большой ёмкости). Блок-схема такого устройства представлена на рис. 1.

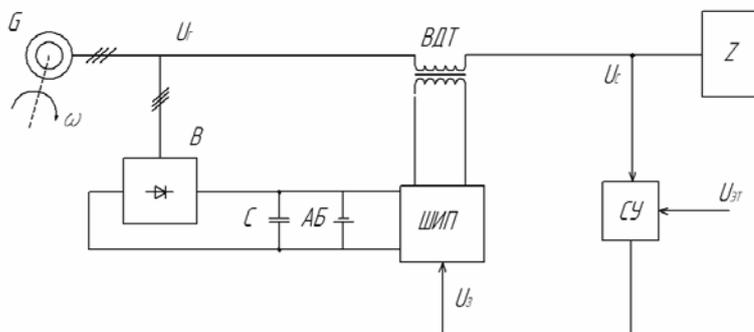


Рис. 1. Функциональная схема вольтодобавочного устройства.

Задающее воздействие U_s представляет собой гармонический сигнал, находящийся в фазе (либо противофазе) с напряжением сети (для каждой из фаз). Амплитуда этого напряжения пропорциональна отклонению напряжения сети от эталонной (номинальной) величины.

С учетом вышеуказанного система управления может быть выполнена в двух вариантах:

- с использованием эталонного гармонического напряжения, синхронизированного с сетью (система на переменном токе);
- на базе постоянного эталонного напряжения (система на постоянном токе).

В первом случае обеспечивается очень высокое быстродействие при работе вольтодобавочного устройства, что позволяет существенно снизить провалы и всплески напряжения в судовой сети при включении и отключении трёхфазной и однофазной нагрузки. Основным недостатком системы на переменном токе является сложность практической реализации источника эталонного трёхфазного синусоидального напряжения, синхронизированного с сетью, и его сравнительно высокая стоимость (необходим быстродействующий ЛПК и периферия).

Система управления на постоянном токе обладает меньшим быстродействием, однако проще, дешевле и, следовательно, надежней. Её блок-схема показана на рис. 2.

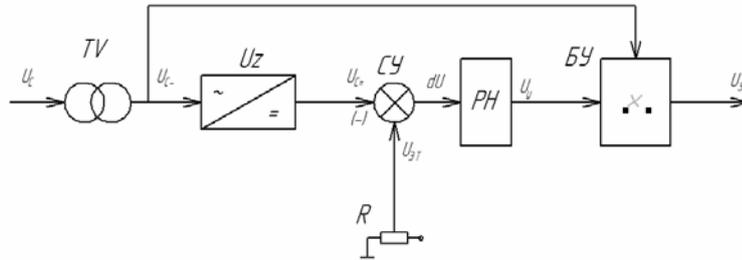


Рис. 2. Блок-схема системы управления на постоянном токе

Показатели этой системы будут определяться скоростью и качеством преобразования сигнала, пропорционального напряжению сети $U_{c\sim}$ в сигнал постоянного тока $U_{c=}$, то есть быстродействием преобразователя Uz .

В качестве последнего могут быть использованы:

- выпрямитель и выходной фильтр (активный или пассивный);
- устройства на базе управляемого интегратора и запоминающего устройства (УВХ – устройство выборки-хранения);
- преобразователь, реализованный на базе дифференцирующего устройства.

Первые два преобразователя обладают сравнительно низким быстродействием и ощутимыми пульсациями выходного напряжения. Для реализации третьего устройства использовано следующее выражение:

$$(a_m \cdot \sin \omega t)^2 + (a_m \cdot \cos \omega t)^2 = a^2$$

Первое слагаемое данного выражения представляет собой возведенное в квадрат напряжение сети, а второе может быть получено за счет дифференцирования этого напряжения ($\sin' = -\cos$). Таким образом блок-схема преобразователя будет иметь вид (рис. 3).

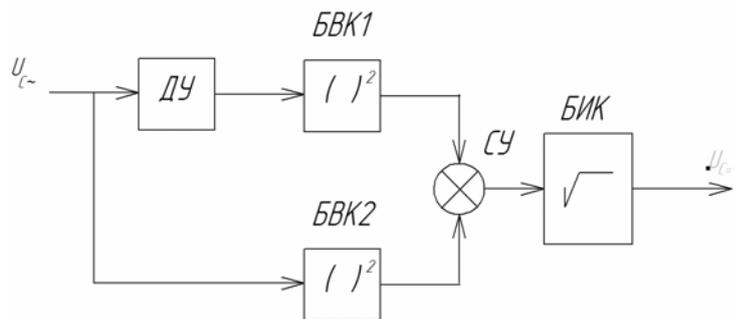


Рис. 3. Блок-схема преобразователя

Наиболее сложным при построении данной схемы является практическая реали-

зация дифференцирующего устройства (ДУ), которое должно обеспечивать постоянство коэффициента передачи, равного единице, и фазового сдвига 90° относительно входного сигнала на частоте сети. Кроме того необходимо максимально ослабить все частоты выше основной, так как в случае скачка напряжения сети, в составе продифференцированного сигнала появляется значительный всплеск напряжения.

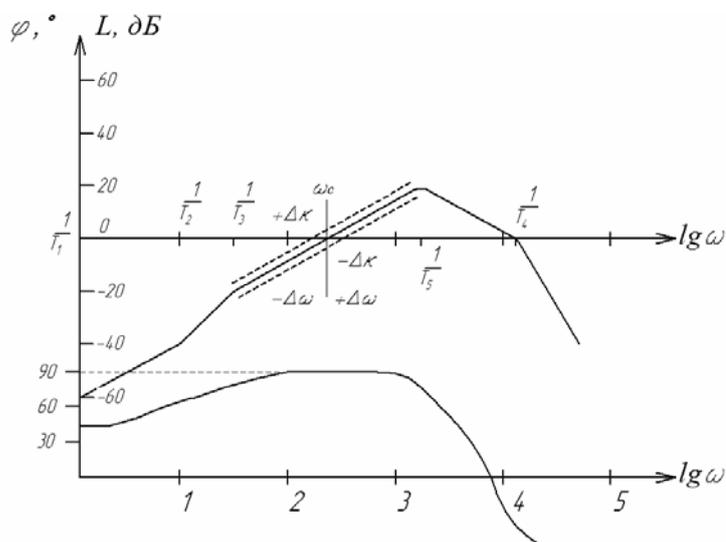


Рис. 4. ЛАЧХ и ФЧХ дифференцирующего устройства.

В результате анализа различных передаточных функций для построения дифференцирующего устройства была выбрана следующая:

$$\frac{k \cdot (1 + T_1 p) \cdot (1 + T_2 p)}{(1 + T_3 p) \cdot (1 + T_4 p) \cdot (1 + 2\xi T_5 p + T_5^2 p^2)}$$

Она состоит из двух форсирующих, двух апериодических и одного колебательно-го звеньев. Вид логарифмической амплитудно-частотной и фазо-частотной характеристик показан на рис. 4.

Их анализ показывает, в зоне частоты среза обеспечивается коэффициент передачи $=1$, а фазовый сдвиг на сравнительно протяженном участке составляет 90° . Последнее необходимо для того чтобы обеспечить работу ДУ при изменении частоты входного сигнала вследствие изменения частоты вращения генераторного агрегата. Вносимые при этом изменения коэффициента передачи ДУ могут быть скомпенсированы установкой на его выходе управляемого делителя, изменяющего величину коэффициента k в зависимости от частоты вращения дизель-генератора. При увеличении частоты вращения генераторного агрегата коэффициент k уменьшается, а при ее уменьшении увеличивается.

Список литературы:

[1] Коробко Г.И. Анализ построения силовых схем стабилизаторов переменного напряжения (СПН) с широтно-импульсными преобразователями/ Коробко Г.И., Попов С.В.// Электрооборудование промышленных установок: межвуз. сб. научн. тр./ НГТУ. – Н.Новгород, 2001. с. 25–28.
 [2] Малафеев С.И. Основы автоматики и системы автоматического управления: учебник для студ. высш. учеб. заведений / С.И. Малафеев, А.А. Малафеева. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 384 с.