

ИМПУЛЬСНО-МОДУЛЯЦИОННЫЙ УСИЛИТЕЛЬ ТОКА ВЫСОКОЙ ТОЧНОСТИ

Д.Р. Гаязов, А.И. Темчук, магистрант 2-го курса;

Научный руководитель В.Д. Семенов, проф. каф. ПрЭ, к.т.н. г. Томск, ТУСУР, каф. ПрЭ,

В.А. Федотов, зав. лаб. ГПО, gayazov.damir@mail.ru

В настоящее время в энергетике применяются цифроаналоговые комплексы моделирования процессов срабатывания устройств релейной защиты в реальном масштабе времени. При этом энергетическая система представляется моделью, а устройства защиты – реальным оборудованием. Для связи модели с реальным объектом требуются усилители, способные с минимальными искажениями передавать сигнал на устройства защиты, для проверки его реакции на такие аварийные факторы, как провалы, к.з, прерывания, несинусоидальность и выбросы напряжений; отклонение частоты и др. [1, 2].

Для связи модели трёхфазной энергетической системы и объектов релейной защиты необходимо разработать три блока усилителей по напряжению (БУН), описание которых приведено в [3] и усилителя по току (БУТ), вместе составляющие трехфазный комплекс усилителей.

Основные требования, предъявляемые к БУТ:

Напряжение питания – $220\text{В} \pm 15\%$ (действующее значение).

Рабочий диапазон частот – $0 \div 800$ Гц.

Диапазон изменений входного аналогового сигнала – ± 10 В.

Отклонение фазовой хар-ки от линейной в диапазоне частот:
– от 100 до 800 Гц не более $0,5^\circ$.

Диапазон изменения выходного сигнала – ± 200 А.

Мощность при работе на активную нагрузку при максимальном токе 200 ВА.

Для реализации БУТ было принято решение использовать импульсный модуляционный усилитель класса D, т.к. усилительные элементы, работающие в режимах А, В и С, обладают высокими потерями энергии, что вынуждает разработчиков проектировать объемные системы охлаждения, которые ухудшают массогабаритные показатели устройства. Высокая точность достигается использованием в качестве формирователей параллельно соединенных многофазных преобразователей тока работающих от одного источника питания и формирующих многозонный ток в нагрузке [4].

Функциональная схема БУТ представлена на рис. 1.

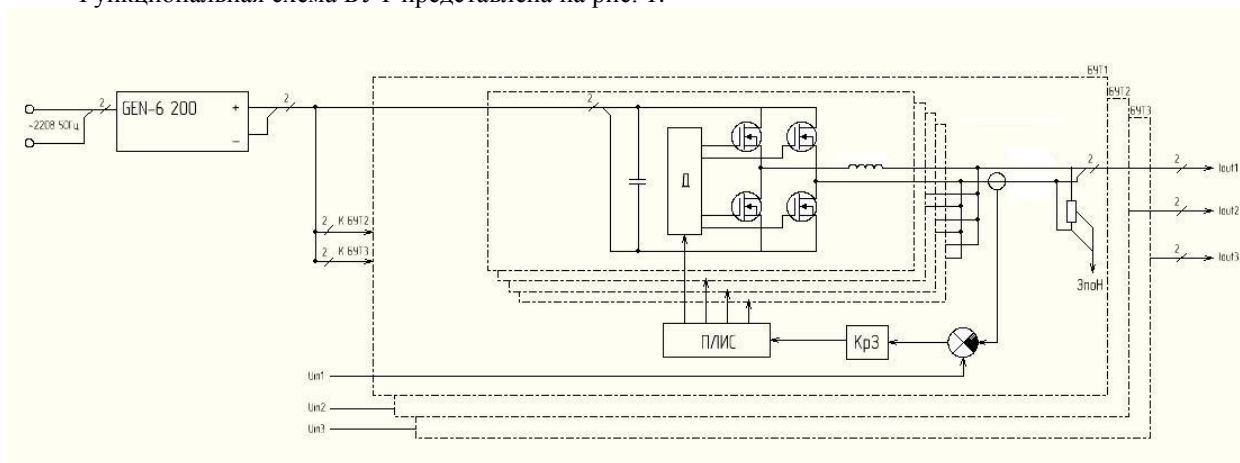


Рис. 1. Функциональная схема блока усиления по току; ЗпН – защита по напряжению; Д – драйвер; ДТ – датчик тока; КрЗ – корректирующее звено; ПЛИС – программ. лог. инт. сх.; U_{in} – входной сигнал; I_{out} – выходной сигнал

БУТ состоит из четырех одинаковых ячеек, каждая из которых содержит в себе мостовой преобразователь напряжения, вход которого подключен к внешнему лабораторному источнику «TDKLambda» 6В 200А, который имеет токоограничение. Выходы всех мостовых преобразователей подключены параллельно через выходные дроссели. Усилитель тока охвачен отрицательной обратной связью. С учетом параллельного подключения преобразователей данного блока, с помощью многофазной импульсной модуляции мы получаем возможность формировать выходной ток любой формы в заданном диапазоне частот.

Параллельно соединенные преобразователи напряжения охвачены общей петлей обратной связи. На все преобразователи подается одинаковая импульсная последовательность открытия ключей, сдвинутая по фазе на $2\pi/n$, где n – число ячеек в блоке.

Выравнивание тока преобразователей происходит вследствие падающей характеристики каждого отдельного преобразователя. Все ячейки конструктивно выполнены одинаково и имеют положительный температурный коэффициент сопротивления паразитных элементов силовой цепи, поэтому разброс тока не превышает 20%.

Выбранная структура преобразователя БУТ позволяет снизить требования к силовым ключам, уменьшить ток и индуктивность дросселей сглаживающего фильтра. Уменьшение общей индуктивности сглаживающего фильтра позволяет повысить динамические свойства преобразователя.

Подробнее рассмотрим принцип формирования выходного сигнала.

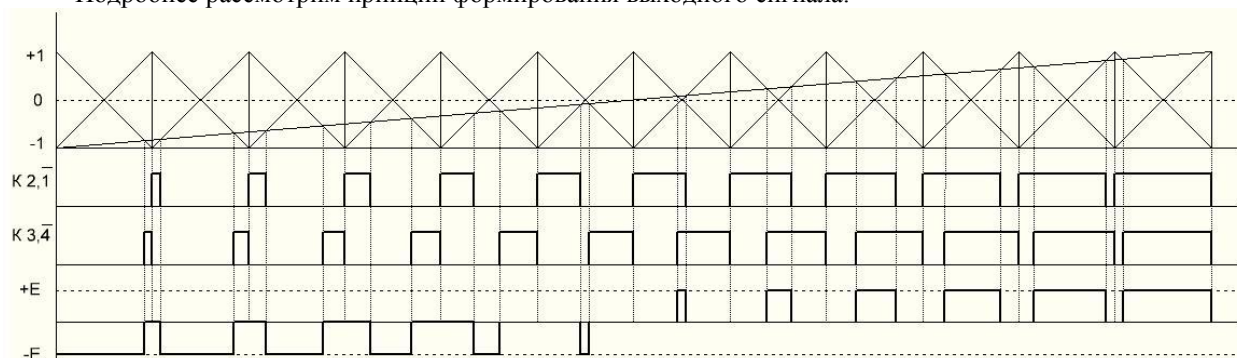


Рис. 2. Пример формирования выходного сигнала

Разработанный импульсно-модуляционный усилитель решает задачу преобразования входного сигнала в ток, пропорциональный входному сигналу.

Проект ГПО-0732.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 13109–97. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. 1997. 33 с.
2. ГОСТ 51317.4.11–99. Устойчивость к динамическим изменениям напряжения электропитания. 1999. 21 с.
3. Темчук А.И. Научная сессия ТУСУР – 2012, часть 2, 223с.
4. Кобзев А.В. Многозонная импульсная модуляция. Теория и применение в системах преобразования параметров электрической энергии. Новосибирск: Наука, 1979. 304 с.
5. Кобзев А.В., Михальченко Г.Я., Музыченко Н.М. Модуляционные источники питания РЭА. Томск: Радио и связь, Томский отдел, 1990. 336 с.