

Шкрабец Ф.П., д-р техн. наук, А.В. Остапчук
(Украина, Днепрпетровск, Национальный горный университет)

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ДУГОГАСЯЩИМ РЕАКТОРОМ

Введение. В настоящее время электрические сети напряжением 6-10 кВ нуждаются в эффективных средствах защиты от замыканий на землю. Один из методов локализаций аварий подобного типа – использование дугогасящих реакторов (ДГР), настроенных в резонанс с емкостью сети. Как показывает практика, в процессе работы сети параметры изоляции относительно земли могут изменяться, поэтому ДГР должен быть оборудован системой автоматической настройки.

Анализ последних достижений. На сегодняшний день известно достаточно много способов автоматической настройки дугогасящих реакторов [1]. По условию быстроты и точности настройки наиболее приемлемыми являются реакторы с подмагничиванием [2]. Для данного типа реакторов характерна настройка в резонанс по замеренному в нормальном режиме работы значению ожидаемого емкостного тока сети. Основными требованиями для таких систем управления являются непрерывное и точное измерение емкости фаз сети на землю (ожидаемого емкостного тока замыкания) в нормальном режиме работы сети, а затем безынерционная и точная настройка реактора с замеренной емкостью сети в момент возникновения повреждения. В основу систем управления положен известный [3] способ создания на нейтрали искусственного потенциала непромышленной частоты путем введения источника непромышленной частоты. В нормальном режиме работы сети генератор частотой 100 Гц через сигнальную обмотку ДГР создавал смещение нейтрали, обратно пропорциональное текущей емкости сети на землю. Это смещение через фильтры преобразовывалось в линейный сигнал с помощью аналоговых умножителей и регулярно обновлялось в запоминающем устройстве как задание степени подмагничивания ДГР при появлении однофазных повреждений. Такие системы автоматической настройки компенсации (САНК) были разработаны в г. Тольятти.

Недостатки таких систем:

– резонансная настройка осуществляется сравнением индуктивности ДГР на промышленной частоте с ранее замеренной емкостной проводимостью на непромышленной частоте; для этого необходимо проводить опыт искусственного однофазного замыкания при наладке на реальной подстанции, в процессе которого подбирают соответствующие коэффициенты;

– существующие устройства лишь отслеживают соотношение текущего емкостного сопротивления сети и индуктивного сопротивления реактора при возникновении замыкания;

– достаточная сложность в схемотехнической реализации и наладке комплекса на подстанции.

Формулирование целей и постановка задачи. Все указанные проблемы относятся к измерителю САНК, причем они не исключаются как при повышении, так и при понижении частоты относительно промышленной частоты сети. Цель данной работы – разработка системы автоматического управления использующей принципиально новый метод наложения сигналов непромышленных частот.

Изложение основного материала. Для решения изложенных задач идеально подходит метод наложения би-частотных сигналов, разработанный в Национальном горном университете. Принцип работы устройства заключается в

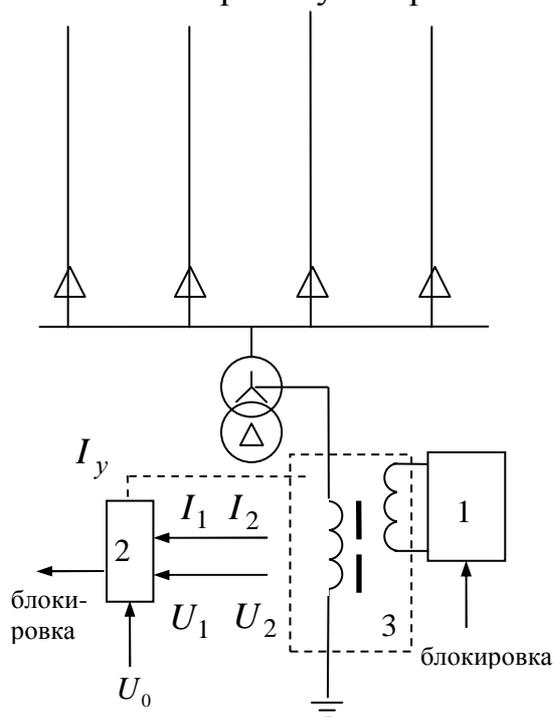


Рис.1. Схема включения устройства в сеть с компенсированной нейтралью:

1 – источник сигналов непромышленной частоты; 2 – прибор контроля и автоматической настройки компенсации; 3 – компенсирующий реактор

наложении на сеть двух сигналов непромышленной частоты от внешнего источника и обработки этих сигналов для управления током подмагничивания дугогасящего реактора. Важным достоинством предложенного способа, является отслеживание динамично изменяющихся параметров изоляции относительно земли и своевременное “сбрасывание” индуктивного тока реактора.

Схема включения устройства автоматической компенсации в сеть с компенсированной нейтралью изображена на рис. 1.

Как известно [4], полное значение тока замыкания на землю определяется из соотношения

$$I_3 = \sqrt{I_C^2 + I_a^2 + I_{B.G}^2},$$

где I_C , I_a , $I_{B.G}$ – соответственно реактивная, активная и высшие гармонические составляющие тока замыкания

на землю.

В данном соотношении наибольшее значение имеет реактивная составляющая, которая зависит от емкостного сопротивления сети. Емкостное значение определяется непрерывным измерением параметров изоляции относительно земли с помощью генератора непромышленных частот. Пользуясь вышеизложенным, значение емкости запишем как:

$$C = \frac{I_1 I_2 (\omega_2 - \omega_1)}{\omega_1 \omega_2 (U_1 I_2 - U_2 I_1)},$$

где I_1, I_2 – токи наложенных сигналов непромышленных частот; U_1, U_2 – напряжения наложенных сигналов непромышленных частот; ω_1, ω_2 – оперативные частоты.

При возникновении однофазного замыкания на землю достаточно сохранить последнее замеренное значение емкости и настроить в соответствии с ним ДГР регулятором в контуре автоматического регулирования.

Реализация прибора контроля и автоматической настройки компенсации осуществляется на цифровой элементной базе с использованием достижений современной микропроцессорной техники. Отличительная особенность приборов такого типа – повышенное быстродействие и возможность формирования нескольких функций в одном блоке, а также компактность прибора и небольшое энергопотребление. Конструкция устройства имеет блочно – модульную архитектуру.

Функциональная схема системы автоматического управления режимом настройки дугогасящего реактора приведена на рис. 2 и содержит блоки преобразования сигналов (БПС); измерения сигналов (БИС); вычисления сигналов (БВС); сравнения сигналов (БСС); памяти измеренных значений (БПЗ); сигнала управления (БУ); блокирования (ББ); подмагничивания (БП) и преобразователь тока подмагничивания (ПТ). Включение в сеть осуществляется через датчики тока и дополнительную обмотку ДГР.

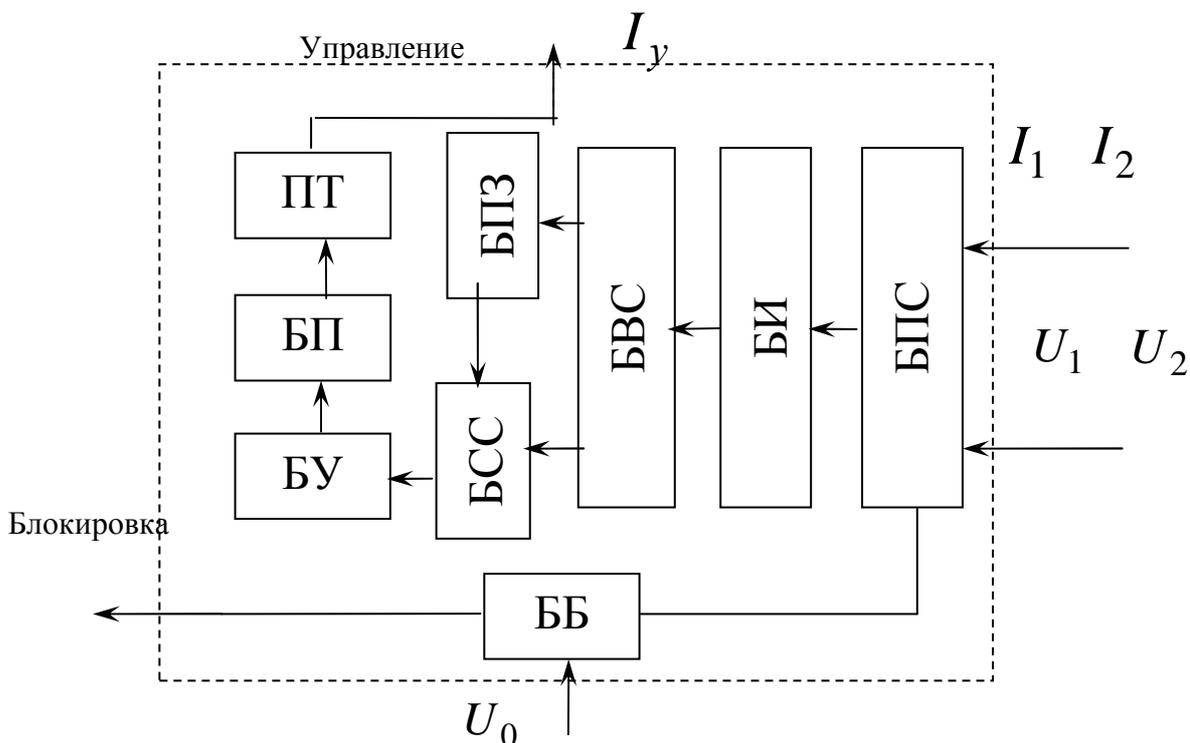


Рис. 2. Функциональна схема прибора контроля и автоматической настройки компенсации

Принцип работы устройства следующий: в нормальном режиме сети при отсутствии однофазного замыкания через сигнальную обмотку реактора 3 от генератора 1 в нейтраль сети подается напряжение двух непромышленных частот (экспериментально установлено 100 и 200 Гц). На блок преобразования сигналов поступают значения токов непромышленных частот с последующим определением значений емкости сети в блоке вычисления и сохранением результатов в блоке памяти сигналов. В результате изменения параметров сети новые значения попадают в блок сравнения сигналов с заданной скважностью, где значения емкости сравниваются со значением индуктивности и подаются на блок управления, после чего формируются сигналы на блоке подмагничивания для осуществления компенсации. При возникновении однофазного замыкания на землю вычисленное значение емкости является определяющим для подбора соответствующего значения тока подмагничивания регулируемого дугогасящего реактора. Затем, с блока сигнал сравнения поступает на блок блокирования, который отключает источник наложения непромышленных частот и устройство регулирования, предотвращая выход из строя прибора.

Заключение. Реализация устройств автоматической компенсации с применением описанного способа дает целый ряд преимуществ по сравнению с известными аналогами:

- возможность работы с реактором, точно настроенным в резонанс в нормальном режиме сети;
- повышение быстродействия выхода на режим компенсации;
- упрощение наладки на объекте без проведения опыта однофазного замыкания

Существенными отличительными признаками нового метода управления дугогасящими реакторами является:

- использование генератора переменных частот для поиска резонанса реактора с емкостью сети при помощи сигналов непромышленной частоты;
- повышение быстродействия при автоматической настройке реактора;
- непосредственное измерение значения емкости сети с последующим определением значения тока однофазного замыкания на землю (с возможностью индикации для персонала).

Список литературы

1. Черников А.А. Компенсация емкостных токов в сетях с незаземленной нейтралью. М.: Энергия, 1974, с. 174
2. Базылев Б.И., Брянцев А.М., Спиридонов Ю.П. Вопросы проектирования управляемых подмагничиванием дугогасящих реакторов для электрических сетей 6, 10 кВ. //Электротехника -2003. – № 1. – С. 41-45
3. Пат. № 2130677 РФ. Способ автоматической настройки дугогасящего реактора и устройство для его осуществления /А.М. Брянцев, А.Г. Долгополов// Открытия. Изобретения. 1999. №14, – С. 121-126