



Компенсация реактивной мощности — интеллектуальный регулятор

В первой публикации («Энерго-Info, № 9, 2007г.»), посвященной интеллектуальным регуляторам реактивной мощности, рассмотрены вопросы эффективности регулирования $\cos \phi$, целесообразности использования для этих целей интеллектуального регулятора, его основные характеристики и режимы работы. Предлагаем вашему вниманию продолжение статьи.

Для быстрого выхода сети из состояния перекомпенсации регулятор должен выбрать алгоритм работы в соответствии с имеющимся рядом конденсаторов. Какие могут быть ряды, и в каких ситуациях они применяются? Наиболее универсальным рядом конденсаторов является ряд возрастающий последовательно 1:2:4:8:16 и так далее. Этот ряд объединяется двумя положительными качествами. Во-первых, с ним можно проводить эффективную компенсацию реактивной мощности, так как на первой ступени можно использовать конденсатор мощностью 1кВар, что обеспечивает изменение активной мощности приемника на уровне 1,5кВт. Во-вторых, этот ряд позволит нам сконструировать конденсаторную установку, в которой для определения исходной емкости используется наименьшее из возможных количества конденсаторов. Для этого можно использовать различные алгоритмы. Например, для малых значений приростов мощности можно подключить конденсаторы с начала ряда, а для больших - из середины. При перекомпенсации сети отключают конденсаторы с конца, т.е. от наибольших величин.

Существуют также алгоритмы для проведения компенсации динамических нагрузок традиционными методами, т.е. когда конденсатор будет подключен обычным контактором. В этом случае необходимо принять во внимание время разряда конденсатора. С целью получения быстрого доступа к нужному конденсатору применяются круговые алгоритмы, которые дополнительно оптимизируют коли-

чество соединений в конденсаторной установке. Методика основана на том, что все используемые конденсаторы имеют одинаковую мощность (т.е. ряд 1:1:1:1 и т.д.). Мощность единичного конденсатора подбирается исходя из изменения мощности в системе, а общая мощность установки - из фактических потребностей.

Как видим, метод требует многоступенчатой конструкции конденсаторной установки, поэтому перед тем как остановить свой выбор на традиционной методике, необходимо проверить, сколько ступеней будет иметь наша установка, и не будет ли стоимость этой конденсаторной установки выше стоимости установки с электронными переключателями, которые не требуют от конденсатора (при его повторном включении) разрядки до напряжения 50В.

Максимальное количество уровней, которые можно подключить, - 21, но такой тип регулятора является очень дорогим. Существует два типа регуляторов, которые имеют относительно низкую цену и могут максимально подключить 15 уровней. Остальные регуляторы могут подключить до 12, 6 или только 4 уровня.

Круговой метод основан на подключении конденсатора, который был отключен максимальное время, и на отключении конденсатора, который имел максимальное время подключения. Это оптимизирует время работы конденсатора, количество контакторов при соответствующе подобранном времени реакции и количестве уровней конденсаторной установки. Учитывая время на разрядку конденсатора, при таком

методе можно получить почти следящую компенсацию с динамикой в несколько секунд.

Другие применения имеет алгоритм работы для ряда величин конденсаторов 1:2:2:2: и т.д. Такой порядок медленного, но точного следования (точность на каждом шаге процесса равняется мощности первого конденсатора) до состояния скомпенсирования, с минимальным шансом перехода сети в состояние перекомпенсации. Очевидно, что быстрый выход из состояния перекомпенсации возможен только при другом способе выключения конденсаторов, например, начиная с последнего.

Отличной чертой хорошего регулятора является возможность проведения компенсации ручным методом, т.е. включение и отключение конденсаторов клавиатурой регулятора в зависимости от мгновенных потребностей с одновременным, как и в автоматическом режиме работы, наблюдением при помощи регулятора времени разрядки конденсатора. Ручной режим используется в основном в аварийных ситуациях, когда произошло повреждение одной из конденсаторных установок в системе, и в течение короткого периода времени мы должны результативно скомпенсировать систему. Этот режим используется также при последней проверке правильности работы новой установки, после ее подключения к системе питания.

Регулятор должен иметь, кроме ручного режима, отдельный режим тестирования. Эта сервисная функция значительно облегчает процесс тестирования работы конденсаторной установки.

Регуляторы должны иметь также хорошую систему коммуникации с обслуживающим персоналом. Передаваемая информация должна быть легко читаемой и однозначной. Точно должен быть

описан способ индикации величины косинуса, так как он всегда положительный, независимо от того, находится угол в I или IV четверти. Можно показать постоянной индукцией – I четверть и мигающим способом - IV четверть. Также должна подаваться информация о состоянии регулятора: подключены конденсаторы или отключены; скомпенсирована ли сеть в соответствии с установками на регуляторе. Возможность наблюдения за тем, как регулятор успевает реагировать за изменениями мощности в системе, позволяет контролировать время реакции. Непрерывно показываемая величина косинуса дает возможность обслуживающему персоналу проверять исполнение уставок, правильность выбора режима работы и применяемых алгоритмов подключения конденсатора, в соответствии с изменениями мощности в системе. Лучшие регуляторы имеют дополнительно сигнализацию о повреждениях. Они сигнализируют, например, о случайных изменениях уставок обслуживающим персоналом.

Все это позволяет быстро реагировать на возникающие аварии или ошибки в работе регулятора.

Существуют и другие полезные функциональные решения, не столь популярные, как описанные выше, но присущие каждому из хорошо известных регуляторов.

Первое решение – это регулятор, питаемый напряжением 100В. Он предназначен для специфической методики компенсации реактивной мощности, где измерительные сигналы берутся из среднего напряжения (СН), а сама конденсаторная установка установлена на низком напряжении в распределительном щите, который выполняет вспомогательную роль в системе питания. То есть сигналы управления формируются на уровне СН, где известна суммарная потребность на реактивную энергию в системе, а компенсация реактивной мощности проводится конденсаторной установкой, установленной на низком напряжении. Этот метод экономически выгоден, когда вместо нескольких конденсаторных установок на низком на-

пряжении используют одну большую. Напряжение и ток как сигналы, управляющие регулятором, подаются от измерительных трансформаторов напряжения и тока сети СН (напряжение вторичной обмотки измерительного трансформатора составляет 100В).

Другое схемное решение, когда ток во вторичной обмотке трансформатора тока мал (меньше чем 20мА), то есть регулятор уже не измеряет, а «завис». Большое влияние на величину реактивной мощности, когда почти все приемники выключены и не потребляют мощности, оказывает холостой ход трансформатора без нагрузки. В описанном ранее примере отмечалось, что даже малая некомпенсированная в течение длительного периода времени, величина реактивной мощности отрицательно влияет на среднее значение $\cos \phi$. В этом случае разумно применить регулятор, который отключится от управления трансформатором тока и подключить один конденсатор, компенсируя потребляемую индуктивную мощность. В Польше такой тип регулятора



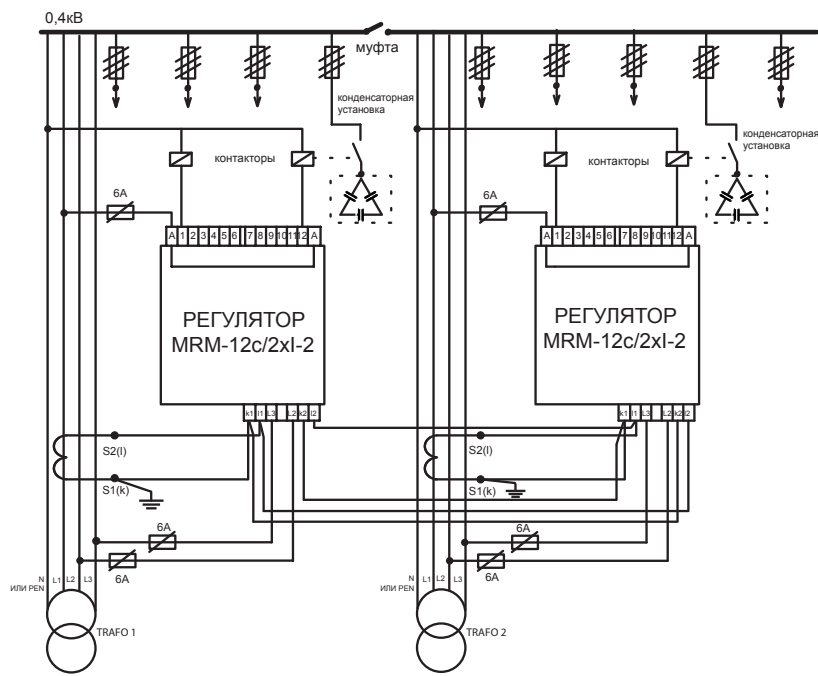
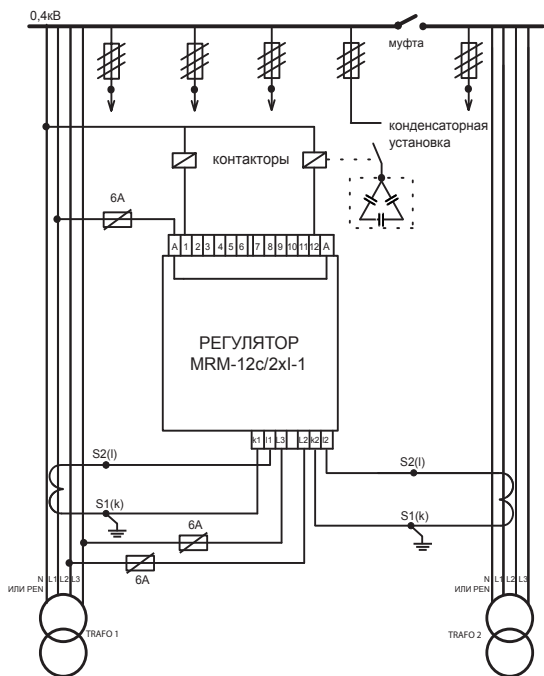
Серия регуляторов реактивной мощности MRM-12

Фирма Твелв Электрик ищет коммерческого представителя на территории России, в области:

- Компенсация реактивной мощности
- Мониторинг качества электросети



ТВЕЛВ ЭЛЕКТРИК Twelve Electric Sp. z o.o.
 Польша 04-987 Warszawa, ul. Wał Miedzeszyński 162
 тел. +48 (22) 872 20 20, факс: +48 (22) 612 79 49
 skype: t12e_1, t12e_2, t12e_3
 e-mail: twelvee@twelvee.com.pl



использовался в районах, где электро-снабжение предприятия запрещали проведение компенсации реактивной мощности в ночное время. А это время в сети наступал режим перекомпенсации и регулятор автоматически отключался от трансформатора и приостанавливал работу конденсаторной установки.

Достаточно интересной, в отношении высокого экономического эффекта, является конструкция регулятора с двойным токовым входом. Такая система дает возможность подачи к одному регулятору двух разных токовых сигналов. Это решение применяется при проведении компенсации в системах питания с двумя силовыми трансформаторами.

Рассмотрим две ситуации. Первая, когда из двух трансформаторов один работает, а другой находится в резерве. В этом случае один токовый вход регулятора подключен к измерительному трансформатору, расположенному в системе работающего трансформатора, а другой токовый вход к измерительному трансформатору, размещенного в системе резервного трансформатора (способ подключения регулятора представлен на рис. 1). Если по какой-либо причине система АВР переключит питание на резервный трансформатор, регулятор также автоматически переключается на управле-

ние с другого измерительного трансформатора. При возвращении схемы в первоначальное состояние регулятор автоматически возвратится к управлению с первого измерительного трансформатора.

В этой ситуации имеем чистый экономический эффект, так как вместо двух конденсаторных установок можно использовать одну, но с двухтоковым регулятором.

Вторая ситуация - два трансформатора работают одновременно. Каждый регулятор подключен к своему измерительному трансформатору через первый вход. Второй вход каждого регулятора подключен к другому измерительному трансформатору (рис. 2). В случае, когда на одном трансформаторе исчезнет напряжение, АВР автоматически подключает к работающему трансформатору вторую секцию щита, на котором напряжение исчезло. Регулятор, у которого на первом входе отсутствует токовый сигнал при имеющемся напряжении питания, автоматически переключится на управление с другого измерительного трансформатора. В данном случае работают обе установки, управляемые с одного измерительного трансформатора тока.

Экономический эффект обусловлен тем, что проектируя обе конденсаторные установки, мы подбираем их мощность в

зависимости от нагрузки одного трансформатора, не создавая так называемого скрытого резерва, без необходимости удваивающей полную мощность установки. При восстановлении напряжения система автоматически возвращается в исходное состояние и каждая установка компенсирует потребление, связанное с одним силовым трансформатором.

Автор старался представить свой 17-летний опыт работы в области систем компенсации реактивной мощности в сжатой форме. Надеемся, что две части статьи (первая была опубликована в предыдущем номере журнала «Энерго-Info») объяснили Вам принцип работы прибора под названием интеллектуальный регулятор реактивной мощности, показали его роль в системе питания. Руководствуясь приведенной информацией, Вы сможете оценить и выбрать регулятор. Если Вас интересуют проблемы, связанные с подбором регулятора для конкретных условий работы или заинтересовала проблематика подбора установок с целью получения эффективной компенсации, рекомендуем ознакомиться с компьютерной программой demo-Twelve. Способ получения программы Вы найдете на интернет-странице по адресу: www.twelvee.com.pl.

С уважением,
Krzysztof Dabrowski,
Twelve Electric Sp. z o.o.