



Компенсация реактивной мощности — интеллектуальный регулятор

Технический прогресс в микропроцессорной технике открыл неограниченные возможности в технологии создания функционально расширенного оборудования. Одним из таких устройств, в котором использованы новейшие технологии, является регулятор реактивной мощности. Использование микропроцессора для наблюдения и управления всеми процессами, которые происходят в сети, обработки данных, управления и визуализации делает современные регуляторы реактивной мощности настолько эффективными, что они приносят фирмам ощутимую финансовую выгоду.

Главным элементом конденсаторных установок является регулятор реактивной мощности. От правильности и надежности его работы будет зависеть выполнит ли свою задачу в системе электропитания конденсаторная установка, которая является дорогим оборудованием по отношению к цене регулятора. Результативность компенсации реактивной мощности можно рассматривать в двух аспектах: техническом и экономическом. И тот, и другой важны для предприятия. Проблема состоит в том, что, на первый взгляд, они могут себя взаимно исключать.

Недостаточно квалифицированные специалисты, пользуясь тем, что электроснабжающее предприятие не установило в измерительно-расчетной системе предприятия счетчик реактивной энергии, применяют «калькуляторную» методику для компенсации реактивной мощности. Методика основана на включении в систему электропитания предприятия конденсаторной установки, постоянно или на определенные промежутки времени, рассчитанные на калькуляторе. Экономическая сторона этого «решения» является очень хорошей. Периодически рассчитываемый «экономический» параметр $\cos\phi$ будет выдержан, и как следствие — фирма не заплатит электроснабжающему предприятию ни одного рубля в виде штрафа за несоблюдение величины $\cos\phi$, обусловленной в двустороннем договоре. Вышеуказанный метод не имеет ничего общего с рациональным и технически правильным проведением компенсации реактивной мощности. Не

является он также обоснованным и с экономической точки зрения. Неквалифицированный специалист забывает о том, что постоянно включенные конденсаторы в определенные моменты при изменяющихся индуктивных нагрузках (например, выключение оборудования на обеденный перерыв) приведут к наиболее вредному для системы питания состоянию — перекompенсации в сети. Это потенциально может привести к серьезным авариям. При перекompенсации повышается напряжение в сети, что может вызвать повреждение всех чувствительных к изменению напряжения приборов. Явным симптомом роста напряжения является массовое перегорание лампочек и постоянно выходящие из строя источники питания в системах управления оборудованием. Необходимо также помнить, что изменение характера сети питания с индуктивного на емкостной проходит через состояние, где $\cos\phi = 1$. Это состояние может вызвать процессы самовозбуждения некоторых двигателей, что может привести не только к большим экономическим потерям, но и стать причиной серьезных несчастных случаев.

Многолетний опыт свидетельствует, что «калькуляторный» метод компенсации реактивной мощности дает только видимую экономию и не имеет ничего общего с главной задачей применения компенсации в системах питания, — с оптимизацией потерь, возникающих при протекании через систему как некомпенсированной реактивной и индуктивной, так и емкостной мощностей. Кроме того электроснабжающие предприятия,

которые в последнее время все строже охраняют свои интересы, в любой момент могут нам установить так называемый третий счетчик, который непрерывно рассчитывает потребленную реактивную энергию, при этом калькулятор необходимо будет спрятать в ящик. Вывод один: для того чтобы оптимизировать затраты, как в экономическом так и техническом аспектах, необходимо использовать автоматическую групповую компенсацию или в отдельных случаях — применить индивидуальную компенсацию. Автоматическая групповая компенсация — это соответственно подобранная к потребностям и условиям работы конденсаторная установка с микропроцессорным регулятором реактивной мощности.

«Мозговым центром» каждой конденсаторной установки является регулятор. Эффективность компенсации на 70% зависит от функционального и технического уровня регулятора. Оставшиеся 30% — это конструкция установки и надежность используемых элементов, например контакторов, конденсаторов и т.д. Главным параметром, который характеризует «мозг», является интеллигентность, т.е. умение справляться с различными и даже нетипичными ситуациями. Ни падение напряжения питания ниже допустимой величины, ни вызванные влиянием высших гармоник искажения в измеряемых напряжениях и токах, ни установка слишком мощного измерительного трансформатора тока, ни зависимость от величины и скорости изменения нагрузки, ни электромагнитные помехи не должны влиять на качественную работу регулятора. Одним словом — регулятор должен работать в реальных условиях и иметь длительный срок службы. Дополнительно такой регулятор должен быть универсальным в применении, т.е. работать при различных напряжениях питания, различных конфигурациях конденсаторных установок (количество ступеней, мощность

первого уровня и т.д.) и различных температурных условиях. Он должен быть прост в подключении и обслуживании, универсален в применении и иметь хорошую техническую документацию, как минимум на русском языке, содержащую инструкцию подключения, порядок установки и включения регулятора.

Как отмечалось выше, только микропроцессорный регулятор обладает широкой функциональностью, а самое важное – программное обеспечение регулятора можно приспособить к индивидуальным потребностям пользователя. Для качественного регулирования ранее необходимо правильно измерить, а далее сравнить результаты измерений с определенными пользователем уставками в регуляторе. Все известные регуляторы измеряют в так называемом упрощенном режиме Арона, т.е. измеряют ток в одной фазе и напряжение в двух других. Это является самым главным требованием, которое необходимо выполнить, подключая регулятор к системе. Если речь идет об измерении напряжения, то необходимо проверить: будет ли ре-

гулятор работать когда напряжение достигнет величины 340В или 380В – 15%. Большинство регуляторов, выпускаемых в Западной Европе, предназначены для работы с напряжением 400В, в результате чего необходимо узнать – гарантирует ли производитель правильную работу регулятора при пониженном напряжении в сети питания. Если имеем в сети напряжение отличное от 380В, то необходимо узнать у производителя наличие версии регулятора, предназначенного для работы с напряжением 500В, 525В, или 660В.

Измерительный класс регулятора определяется диапазоном измеряемого тока. Хорошие регуляторы имеют линейную зависимость вторичного тока трансформатора в диапазоне от 20мА до 6А. Минимальная величина, измеряемого регулятором тока, обеспечивает возможность работы установки при малых нагрузках. Когда нагрузка предприятия в первой смене составляет 1200А, а ток измеряется трансформатором 1500/5, то регулятор работает правильно. Но что случится когда нагрузка по окончании смены упадет до величины 10А, (останет-

ся включенными только освещение территории и другие мелкие потребители)? Как поведет себя регулятор? Будет ли он дальше измерять и регулировать, когда ток на вторичной обмотке трансформатора упадет до уровня 30мА? Хороший регулятор должен измерить такой малый ток, определить величину реактивной мощности до компенсации и в зависимости от величины мощности конденсатора на первом уровне подключить его.

Несмотря на то, что величина этой мощности будет сравнительно небольшая, но некомпенсирование ее в течение 15 часов суточно может дать при месячном сопоставлении негативный эффект в виде дополнительной оплаты за реактивную мощность. Регуляторы известных фирм начинают измерение и регулирование, когда ток превышает 300мА, хотя польские регуляторы осуществляют это уже при токе 20мА. Как видим, налицо разница в классе, хотя по цене Вы этого можете и не заметить.

Важно также, чтобы при такой чувствительной системе измерения регулятор противостоял электромагнитным

Twelve
electric
www.twelvee.com.pl

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

помехам. Помехи эти распространяются электромагнитным путем и часто индуцируются на длинных участках проводов. Регулятор должен иметь системы разделения и такие алгоритмы управления, чтобы не чувствовать такого рода помехи. Максимальная величина вторичного измерения 6А — это обуславливает приспособленность регулятора к возможности постоянной перегрузки измерительного трансформатора тока на 20%. Хороший трансформатор тока должен иметь линейно шкалу для таких токов. Другим важным качеством измерительной системы регулятора должна быть однозначность измерения, когда измеряемые напряжения и токи в большой степени искажены высшими гармониками. Несмотря на значительную величину THDU или THDI (коэффициенты содержания высших гармоник в напряжении и токе) регулятор должен правильно измерить коэффициент мощности. Конечно же, при больших величинах THDI необходимо защищать конденсаторы, смонтированные в конденсаторные установки, специальными дросселями.

Следующей очень важной характеристикой, определяющей класс, является возможность подбора параметра регулирования к индивидуальным условиям пользователя. К ним относятся: характеристика работы, алгоритм подключения различных по величине мощности конденсаторов, время реакции на происходящие события. При выборе регулятора необходимо проверить: снабжен ли регулятор устройствами, которые позволяют приспособить параметры процесса компенсации к индивидуальному характеру изменений нагрузок у конкретного пользователя. Необходимо помнить, что чем меньше мощность конденсатора на первом уровне, тем меньшее изменение реактивной мощности можем компенсировать, что в результате дает более высокую результативность работы установки. Чем выше значение $\cos\phi$ оговорено в договоре, например $\cos\phi = 0,98$, тем более чувствительнее должен быть наш регулятор. Кроме чувствительности необходима еще дополнительно адаптация к имеющимся нагрузкам.

Выдерживают три режима работы регулятора: косинусный, мощностный и смешанный. При косинусном режиме

параметром, в соответствии с которым производится процесс компенсации, является $\cos\phi$; при мощностом — параметром является величина реактивной мощности, подлежащей компенсированию. В смешанном режиме используются преимущества обоих указанных методов и компенсация осуществляется в соответствии с двумя параметрами одновременно. Косинусный режим используется, когда в течение основного времени регулирования имеем малые значения измеряемого тока и малые значения изменяемой мощности для компенсации, т.е. малые мощности конденсатора на первом уровне. Регулятор будет подключать этот конденсатор даже тогда, когда величина реактивной мощности в системе по отношению к активной мощности будет мала. Второй режим работы используем когда ток, текущий в системе, и приросты реактивной мощности в течение длительного периода регулирования имеют большие величины. В этом режиме можно быстро получить компенсацию при больших величинах реактивной мощности.

При наличии в системе питания разных величин прироста мощности, если есть установка, где регулировочный ряд конденсаторов возрастает последовательно 1:2:4:8: раза и т.д., а также имея в договоре высокой коэффициент мощности $\cos\phi$, применяем смешанный режим.

Принцип работы регулятора реактивной мощности MRM-12, выполненного в соответствии с технической документацией в зависимости от выбранного режима работы. Недопущение длительной перекомпенсации сети даст нам возможность установки в регуляторе времени реакции и алгоритмов работы для двух разных состояний сети.

Первая — когда питающая сеть носит индуктивный характер. В этом случае время реакции и алгоритм работы подбирается в зависимости от динамики изменений и от величины измеренной реактивной мощности, подлежащей компенсации. Необходимо найти оптимальную величину времени так, чтобы успевать за изменениями реактивной мощности в системе и одновременно не иметь заблокированного выхода к подключению конденсаторов, так как все они находятся в рабочем состоянии во время разрядки. Следует помнить, что для того,

чтобы заново подключить отключенный конденсатор, необходимо его перед этим разрядить. Как правило, при нормально работающих сопротивлениях разрядки, временная задержка на разрядку до уровня 50В составит 45 секунд. Выбор алгоритма подключения конденсаторов, т.е. какие мощности должны подключаться первыми, большие или малые, будет зависеть от характера изменений наших нагрузок и, конечно же, от того будет ли наш регулятор иметь возможность реализации всего того, что описано ранее.

Иная ситуация может наступить, если во время проведения процесса автоматической компенсации питающая сеть имеет емкостной характер. Как уже отмечалось, перекомпенсация является опасным состоянием. Регулятор должен такое состояние обнаружить и начать процесс регулирования, отключая конденсаторы согласно установленному времени и в соответствии со специальным алгоритмом работы, начиная с наибольшей мощности. С переходом сети в индуктивный характер, все процессы можно начать проводить как в нормальной ситуации.

В заключение первой части статьи хочу сказать, что лично я не встретил ни одного дешевого регулятора из Италии, Испании или Германии, который бы имел три режима работы, а также защиту перед входом в состояние перекомпенсации путем индивидуальной установки времени реакции и соответствующих алгоритмов соединения конденсаторов.

Надеюсь, что приведенная информация хоть немного продемонстрировала преимущества интеллектуальных регуляторов реактивной мощности и показала их роль в системе электроснабжения. В следующем номере опишем проблемы подбора установок регулятора для конкретных условий работы и проведем пример использования регулятора MRM-12 в нетипичных ситуациях. Смею надеяться, что мой 19-летний опыт работы с системами компенсации реактивной мощности заинтересует не только читателей электротехнического журнала, но и всех специалистов в области электротехники.

(окончание в следующем номере)

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