

Вторым существенным преимуществом рассматриваемой схемы является то, что, благодаря наличию диода Д, можно реализовать независимое и раздельное управление приводами и качеством электроэнергии. Передача энергии из одного канала в другой через диод Д реализуется лишь в случае, когда напряжение U_d на общих шинах постоянного тока превышает допустимое значение. Это происходит когда, энергия торможения группы приводов превышает потребляемую. При этом диод Д открывается, и энергия передается в звено постоянного тока САК, а затем возвращается в сеть.

В рассматриваемой схеме выделен и контроль мгновенных значений неактивных составляющих тока, подлежащих компенсации, что реализуется с использованием обобщенных (результатирующих) векторов тока и напряжения в синхронно вращающейся системе координат, ориентированной по вектору напряжения сети.

Преобразователи фаз (ПФ) и координат (ПК) рис. 1, реализованы на основании известных соотношений, реализуют переход от трехфазной системы к двухфазной, а затем к вращающейся системе координат x, y , ориентированной по вектору напряжения сети. В переключателе режимов (ПР) в зависимости от компонент ортогональных составляющих I_x и I_y , поступающих на вход ПК1 (реализует переход от вращающейся системы координат к неподвижной), выбирается режим компенсации: компенсация всех неактивных составляющих полной мощности (реактивная мощность сдвига, мощность искажения и несимметрии), отдельных составляющих или их комбинация.

На выходе преобразователя фаз ПФ2, реализующего переход от двухфазной системы к трехфазной, формируются задания на трехфазные токи $I_{3к}$, подлежащие компенсации, которые поступают на входы релейных регуляторов тока (РРТ), где за счет отрицательной обратной связи по току реализуется замкнутый способ ШИМ.

При подаче на вход ПК1 только постоянной составляющей I_y реализуется компенсация только реактивной мощности сдвига первых гармоник. Результаты компьютерного моделирования этого режима представлены на рис. 2.

Режим компенсации мощности искажения (подавление высших гармоник тока) реализуется при подаче на вход ПК1 только переменных составляющих I_x и I_y без компонент двойной частоты (рис. 3). Если к указанным составляющим добавляется постоянная составляющая I_y имеет место режим компенсации реактивной мощности и мощности искажения (рис. 4).

На рис. 5 приведены графики тока сети для режима симметрирования нагрузки. В этом случае на вход ПК1 подаются лишь переменные составляющие двойной частоты (выделенные с помощью фильтра Баттерворта), подавление которых адекватно симметрированию режима работы сети.

Из приведенных графиков следует, что предложенная система практически без запаздывания (даже в момент подключения) и с высокой точностью при синусоидальном токе сети нормализует традиционные показатели качества электроэнергии. Это обусловлено тем, что в качестве задающих воздействий РРТ используются непосредственно токи, подлежащие компенсации, выделенные с высокой точностью и быстродействием. Этим достигается предельно возможное быстродействие системы автоматического регулирования качества электроэнергии при заданных энергетических ограничениях.

Следует добавить, что в предложенной схеме, в отличие от известных, возможно подключение САК не только на входе системы, а например, к узлу с максимальной реактивной нагрузкой и тем самым дополнительно сократить потери в линии. Возможно также подключение САК к другой сети [3] и другие варианты для минимизации потерь в линии.

Варьируя характер и значение коэффициента мощности (воздействуя на постоянную составляющую I_y , поступающую на вход ПК1) относительно заданного оптимального значения, можно стабилизировать напряжение на нагрузке.

При достаточном запасе энергии в звене постоянного тока ПАК возможен также режим компенсации кратковременных провалов напряжения сети.

U, B; I, A

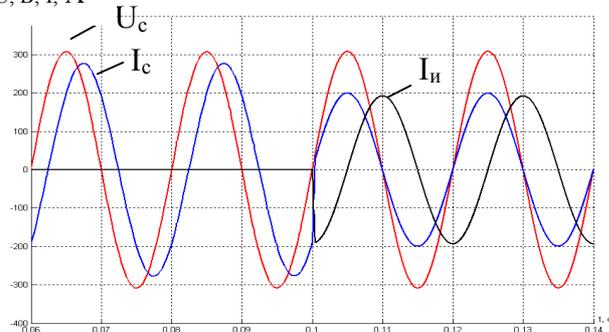


Рис. 2. Графики напряжения (U_c) и тока сети (I_c), тока АИН ($I_{и}$) в режиме компенсации реактивной мощности сдвига

U, B; I, A

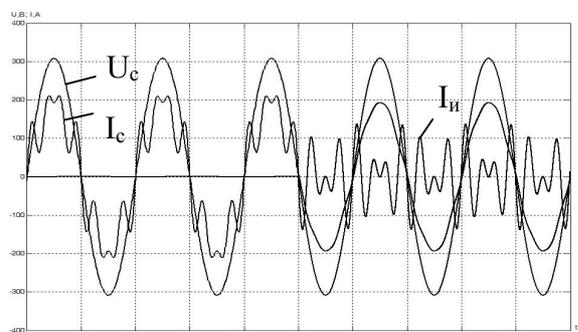


Рис. 3. Графики напряжения и токов в режиме фильтрации 5-й и 7-й гармоник

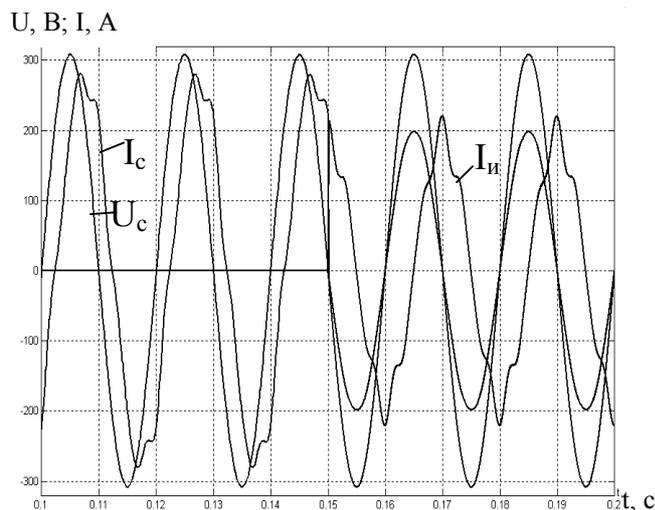


Рис. 4. Режим компенсации реактивной мощности и искажения 5-й и 7-й гармоник

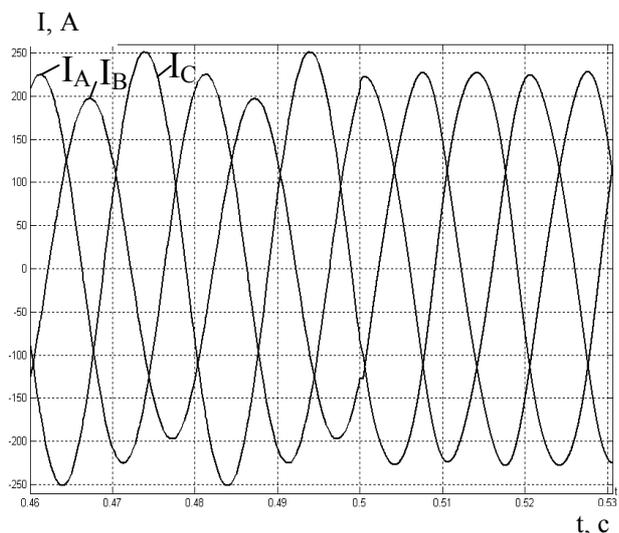


Рис. 5. Режим симметрирования нагрузки

Выводы. 1. Системы группового питания электроприводов с емкостными накопителями, снабженными силовыми активными компенсаторами на основе обращенных АИН с ШИМ, позволяют реализовать раздельное и независимое управление электроприводами и качеством электроэнергии в нелинейных и несимметричных системах.

2. Применение метода I_x, I_y , теории мгновенной мощности с использованием обобщенных векторов тока и напряжения в синхронно вращающейся системе координат, связанной с вектором напряжения сети, позволяет наиболее просто и с высокой точностью выделить (идентифицировать) и непрерывно контролировать как отдельные, так и все неактивные составляющие полной мощности, подлежащие компенсации.

3. Сочетание высокочастотной управляемой импульсной компенсации неактивных составляющих токов с высоким быстродействием делает замкнутые САУ качеством электроэнергии на основе обращенных АИН с ШИМ эффективным средством воздействия на режим сети.

4. Управление обращенным АИН с ШИМ с помощью релейных регуляторов тока в функции суммы ортогональных составляющих I_y и переменной I_{x-} позволяет с высоким быстродействием и точностью компенсировать набросы неактивных составляющих полной мощности и тем самым минимизировать потери и повысить эффективность передачи и потребления электроэнергии в нелинейных и несимметричных системах с резко переменной реактивной нагрузкой.

Литература.

1. Белов М.П., Новиков В.А., Рассуцов Л.Н., Сумников А.А. Автоматизированный электропривод – современная основа автоматизации технологических процессов // Электротехника. - 2003. - №5. - С.12-16.
2. Волков А.В. Анализ электромагнитных процессов и совершенствование регулирования активного фильтра // Электротехника. - 2002. - №12. - С.40-48.
3. Воробьев А.А., Колб А.А. Групповое питание электроприводов с общим накопителем энергии как новое направление энергосбережения. – Харьков: НТУ «ХПИ». - 2003. - №10. - С.224-228.
4. Шрейнер Р.Т., Ефимов А.А. Активный фильтр как новый элемент энергосберегающих систем электропривода // Электричество. - 2000. - №3. - С.46-54.