

УДК 621.314.26

ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ МОМЕНТОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН ПЕРЕМЕННОГО ТОКА, ПИТАЮЩИЕ ОТ МАТРИЧНОГО КОНВЕКТОРА

М.В. Тюрин, студент гр. ЭТа-221, 2 курс
Научный руководитель: Григорьев А.В., к.т.н., доцент
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева
город Кемерово

В настоящее время широко применяются частотные преобразователи. Качество входного тока и искажение питающие напряжения ухудшаются в процессе выпрямления. В последние десятилетия матричный преобразователь стал перспективным преобразователем переменного тока в переменный, выполняющим прямое преобразование переменного тока в переменный. Из-за его особенностей, таких как компактный объем, отсутствия крупных элементов хранения энергии двунаправленный поток мощности, контролируемый входной коэффициент мощности и синусоидальная форма сигналов, наблюдается рост исследовательской работы, связанной с такими преобразователями. Предложено множество стратегий модуляции и управления. В целом можно разделить на следующие методы:

- скалярный;
- метод ШИМ.

Под матричным конвертором подразумевается преобразователь электрической энергии, выполненный по схеме, показанной на рисунке 1, позволяющий без промежуточных преобразований подавать регулируемое трехфазное напряжение на вход некоторой нагрузки.

В матричных преобразователях возможно реализовать различные структуры (методы) коммутаций ключей. В каждом способе коммутации есть свои достоинства и недостатки. Варианты ключей для коммутации представлены на рисунке 1.

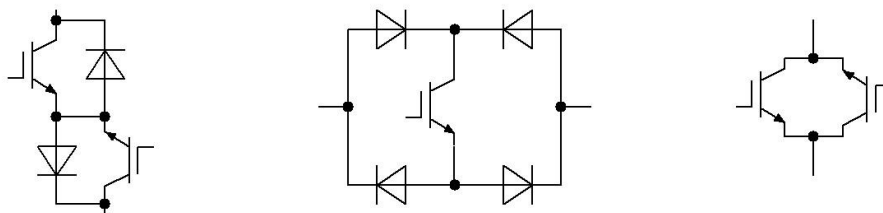


Рисунок 1 – Варианты ключей матричного преобразователя

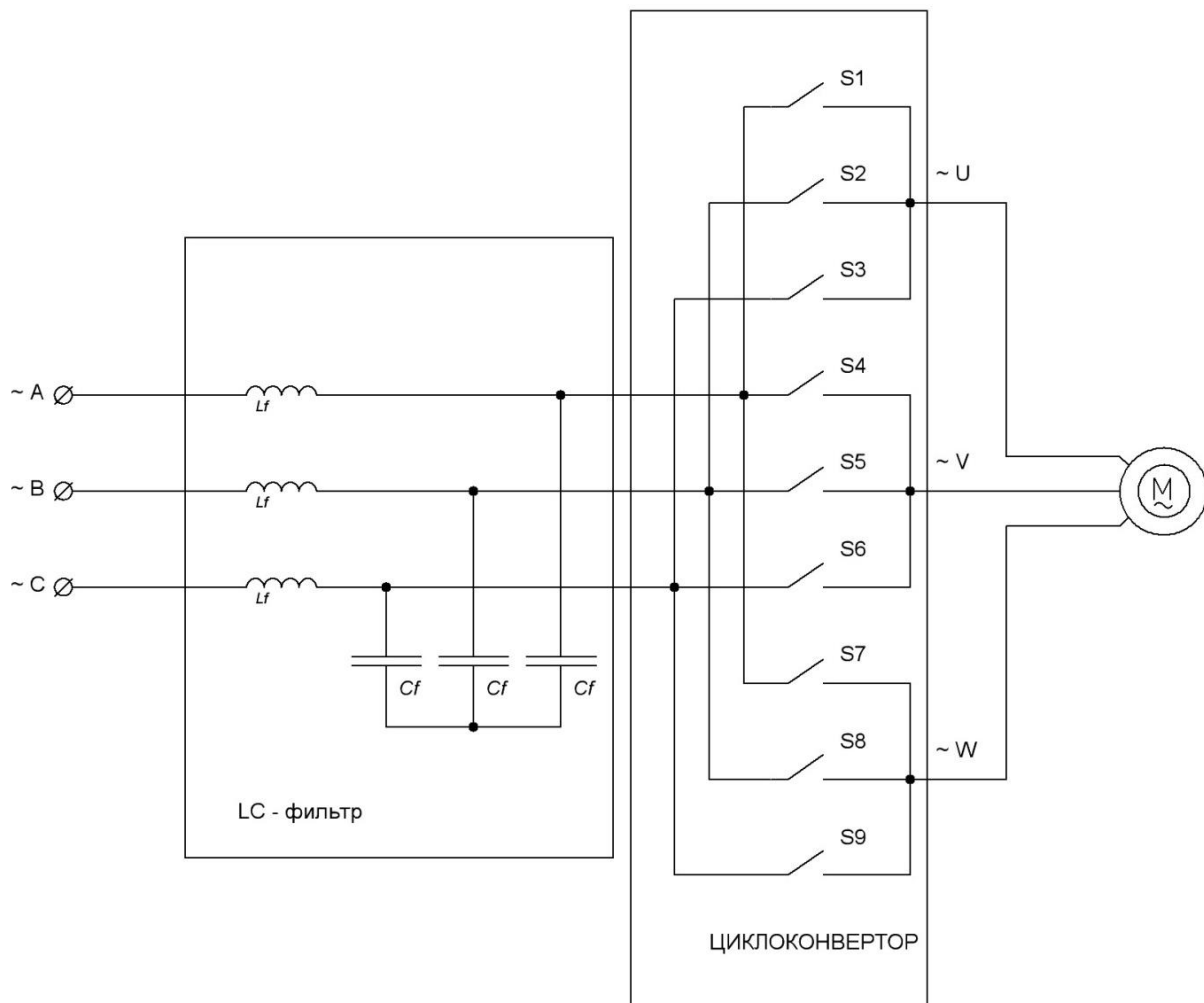


Рисунок 2 – Структурная схема матричный преобразователь - двигатель

На рисунке введены обозначения: S_i , $i = 1..n$ – быстродействующие ключи, выполненные по одной из схем на рисунке 1

Управление матричным конвертором (циклоконвектором) рассматривалось многими авторами. Предложенные варианты управления заключались в представлении циклоконвертора преобразователем частоты (НПЧ) питающего напряжения. Асинхронные двигатели по-прежнему остаются интересной темой, которая привлекает многих исследователей и практиков по всему миру из-за их широкого использования в промышленности. Управление электромагнитным моментом машин производилось по законам скалярного частотного и полеориентированного управления. Некоторые авторы предлагали модифицированные методы прямого управления моментом (DTC), основанные на таблицах переключения. Эти способы являются наиболее эффективными. Но их недостатком является большая сложность практической реализации.

В этой работе предлагается новый вариант управления электромагнитным моментом электрической машины переменного тока, обладающий эффективностью прямого управления моментом и значительной простотой реализации.

Основа предложенного варианта представлена в работах [1, 2, 3]. Используем выражение, используемое для управления электромагнитным моментом трехфазной электрической машины:

$$(M_z - M)[U_{sa}(\Psi_{sc} - \Psi_{sb}) + U_{sb}(\Psi_{sa} - \Psi_{sc}) + U_{sc}(\Psi_{sb} - \Psi_{sa})] \rightarrow \max \quad (1)$$

При управлении инвертором, выполненным по мостовой схеме, положительное максимальное напряжение формируется открыванием верхнего ключа соответствующего плеча, а отрицательное – открыванием нижнего.

При управлении циклоконвертором существуют следующие сложности:

1) напряжения на входах ключей изменяются по синусоидальному закону, поэтому необходимо их отслеживать;

2) возможно 27 комбинаций ключей циклоконвертора.

Условия (1) должно выполняться при любых входных напряжениях фаз а, b, с машины. Для этого представим это выражение в символьном виде:

$$ax + by + cz \rightarrow \max, \quad (2)$$

$$\text{где } a = (\Psi_{sc} - \Psi_{sb})(M_z - M); \quad b = (\Psi_{sa} - \Psi_{sc})(M_z - M); \quad c = (\Psi_{sb} - \Psi_{sa})(M_z - M);$$

$$x = U_a, U_b, U_c; \quad y = U_a, U_b, U_c; \quad z = U_a, U_b, U_c; \quad a > b > c.$$

Из условия (2) следует, что $x > y > z$. При этом все три фазы двигателя не могут быть подключены к одной фазе циклоконвертора, так как это приведет к созданию нулевого напряжения. Но подобная комбинация не возможна по той причине, что а, b и с в симметричной трехфазной системе не могут иметь одинаковые знаки.

Итак, вариант управления электромагнитным моментом и потоком статора электрической машины переменного тока заключается в следующем:

- 1) измеряем x, y, z ;
- 2) вычисляем a, b, c ;
- 3) сортируем массивы $A = [a \ b \ c]^T$ и $X = [x \ y \ z]^T$ по возрастанию;
- 4) составляем пары переменных по номерам строк матриц, например, в первой строке массива А располагается переменная b, а в первой строке массива X – z, тогда получится первая пара b-z, и т.д. Всего возможно 9 пар, каждой паре приводится в соответствие один ключ циклоконвертора. В итоге будет выбрано и открыто три ключа циклоконвертора, что приведет к формированию заданного вектора напряжения.

Пункты 3 и 4 могут быть заменены на процедуру поиска максимума функции 2, но это более трудоемкая операция.

Структурная схема управляемого электропривода на основе электродвигателя переменного тока и матричного преобразователя представлена на рисунке 3.

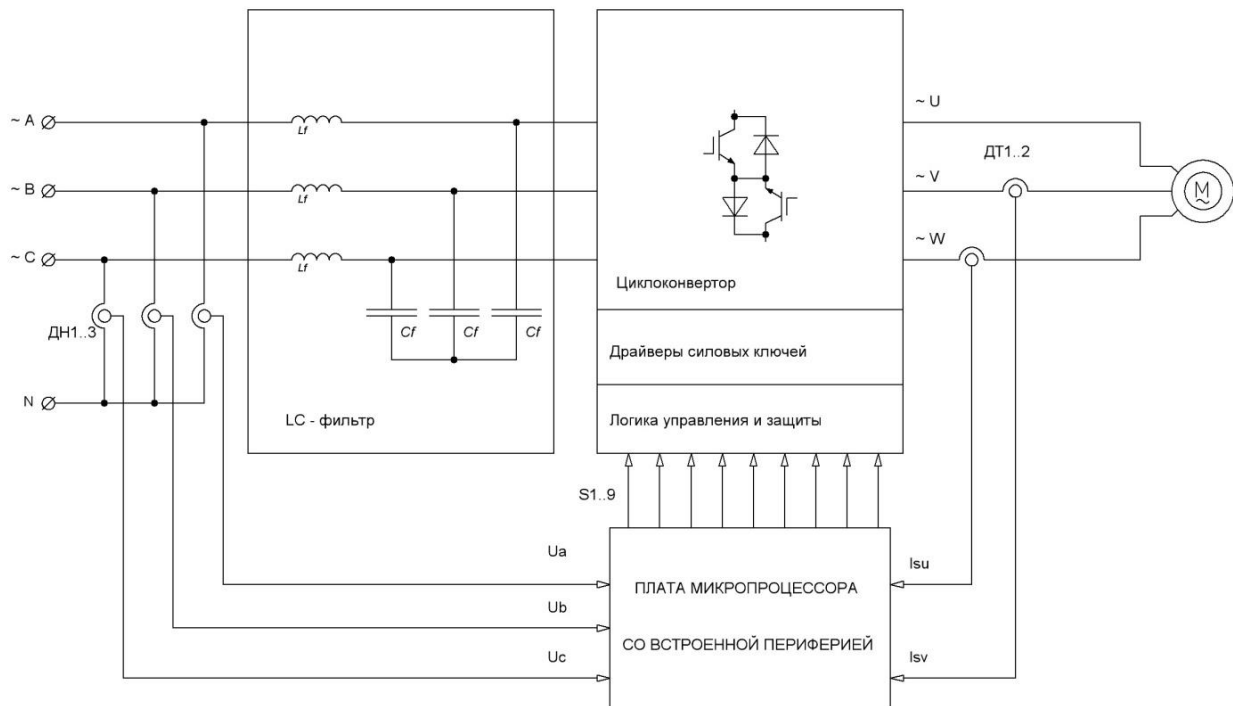


Рисунок 3 – Структурная схема электропривода переменного тока на основе матричного преобразователя

Список литературы:

1. Е.К. Ещин, А.В. Григорьев. Оптимизация управления состоянием асинхронного электродвигателя / Международная научно-практическая конференция «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании - 2008». Одесса. Декабрь, 2008.
2. А.В. Григорьев. Общая задача управления асинхронным электродвигателем/ I Всероссийская, 54 научно-практическая конференция «Россия молодая». Кемерово. Апрель, 2009.
3. Ещин Е.К. Задача управления электромагнитным моментом асинхронного электродвигателя – прямое управление моментом// Вестн. КузГТУ №6.2, 2006. С.61-63.