

В заключение отметим основные преимущества применения отечественных пенетрантов для реализации капиллярной дефектоскопии: высокое качество, соответствующее отечественным и международным стандартам; выгодные цены и сроки поставки благодаря складам в России; минимизация транспортных, логистических и таможенных налогов; возможность расширения производства отечественных пенетрантов. При этом перспективны работы по повышению экологичности отечественных пенетрантов.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://isp.viam.ru>
2. СТБ-1172-99. Контроль неразрушающий. Контроль проникающими веществами (капиллярный). Основные положения. Минск. – 26 с.
3. EN 471-1. Principles and guidance covering agreements for the management of border sections. – 31 с.
4. <http://www.ntcexpert.ru/>
5. <http://www.hloren.ru/>
6. <http://ndt-testing.ru/>

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МАТРИЧНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ДЛЯ ЭЛЕКТРОВЕНТИЛЯТОРОВ АВТОНОМНЫХ ОБЪЕКТОВ

Поляков А.С.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

В настоящее время наиболее удобным видом передачи энергии является электричество, в связи с чем электроприводы получили широкое распространение. В частности, электровентиляторы широко применяются во многих областях деятельности человека, в том числе и для обеспечения работы автономных объектов. Ремонт такого рода оборудования если и подразумевается, то через достаточно длительные промежутки времени. Это является основной причиной повышенных требований к надежности работы при воздействии множества неблагоприятных факторов.

Достаточно долго для таких целей использовались нерегулируемые электроприводы, но, в последнее время, все чаще и чаще их заменяют регулируемые варианты. Самым существенным выигрышем от этого является использование оборудования в нескольких режимах работы (например, если иногда необходимо уменьшать энергопотребление системы). Но вместе с тем, регулируемый электропривод подразумевает в своем составе полноценный преобразователь частоты в отличие от нерегулируемых, которые подключаются к сети через обычный контактор.

В процессе работы преобразователя происходит его разогрев, что уменьшает срок службы входящих в него компонентов. В частности, наиболее критичными в этом плане элементами являются электролитические конденсаторы. Как показано в [1], матричные преобразователи характеризуются их отсутствием в силовой части, что, помимо всего прочего, позволяет уменьшить габариты всего изделия.

В зарубежной литературе [2] описаны несколько типов матричных преобразователей (МП), но наиболее простыми в управлении являются два – прямой (direct matrix converter) и не прямой (indirect matrix converter). Структурная схема непрямого МП показана на рисунке 1.

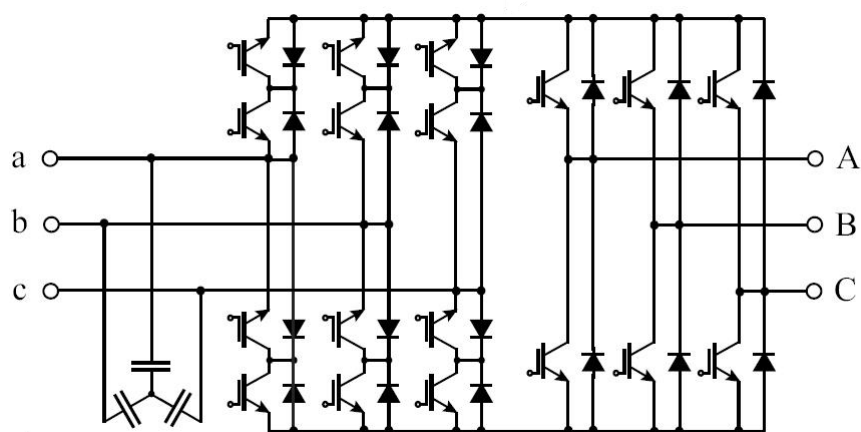


Рис. 1. Структурная схема непрямого матричного преобразователя

На входе располагается инвертор, состоящий из двунаправленных ключей, каждый из которых представляет собой два встречно включенных IGBT, зашунтированных диодами. Используется он для формирования постоянного напряжения, при этом напряжение может динамически меняться. Выходной инвертор работает независимо от входного и преобразует постоянное напряжение в переменное необходимой частоты. В целом такая структура позволяет осуществлять обмен энергией нагрузки с сетью при достаточно малых габаритах. Для обеспечения условия непрерывности токов используют синусные фильтры на входе и выходе (при использовании синхронного двигателя). При всех своих достоинствах, не прямой МП проигрывает по энергетике преобразователям с активным выходным выпрямителем и батареей конденсаторов.

Прототипом прямых МП являются непосредственные преобразователи частоты на тиристорах, получившие название преобразователей частоты с непосредственной связью. Применение такого рода преобразователей ограничивалось низкой устойчивостью тиристоров к помехам и необходимостью использования источника питания повышенной частоты.

В современных прямых матричных преобразователях (рис.2) используются двунаправленные ключи, каждый из которых представляет собой два встречно включенных IGBT, зашунтированных диодами. Всего их 9, и они позволяют подключать любую из фаз входного напряжения к фазам нагрузки.

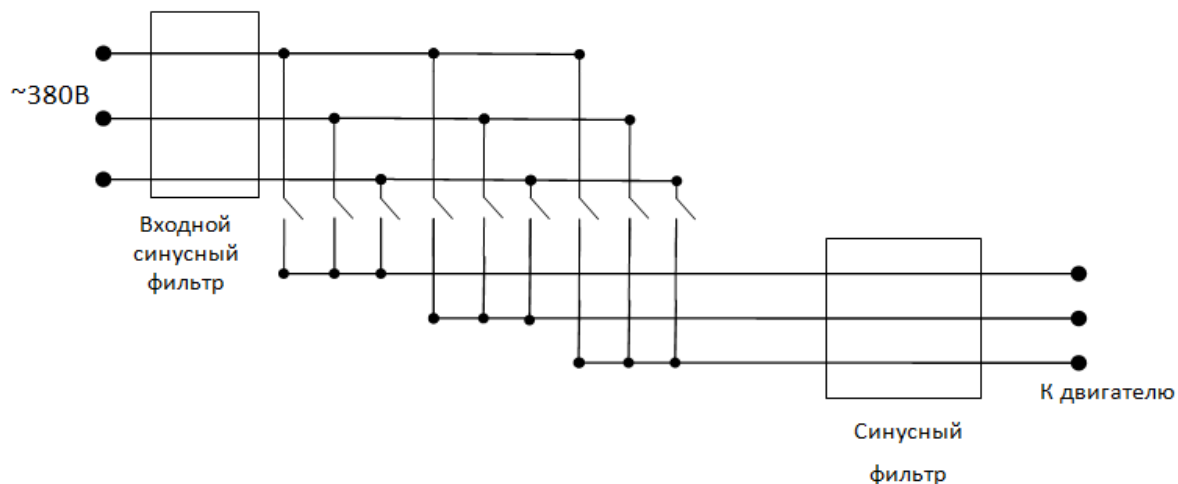


Рис. 2. Структурная схема прямого матричного преобразователя

Так же как и в случае непрямого МП, высокая частота коммутации ключей предполагает использование входных и выходных синусных фильтров. Тем не менее, для ограничения возможных выбросов напряжения на ключах используют демпфирующие схемы.

Такая структура позволяет создавать ток необходимой формы на выходе при сохранении синусоидальной формы входного тока и единичного коэффициента мощности. Возможность этого доказана в [3] - там показан векторный способ управления прямым МП. Этот метод управления является наиболее перспективным, поскольку его можно реализовать без использования длительных расчетов. Тем не менее, управление прямыми матричными преобразователями намного сложнее, чем преобразователями других типов, так что отсутствие мощных микроконтроллеров являлось основным тормозом их развития.

Вообще, в мире активное развитие матричных преобразователей началось в последние 10-15 лет, когда появились высокопроизводительные процессоры и технология производства IGBT-модулей с низким падением.

Автономный режим работы электровентиляторов подразумевает использование элементной базы производства СНГ, поскольку партнеры из остальных государств не могут обеспечить гарантированную поставку. К счастью, микроконтроллеры достаточной мощности уже освоены в России.

Вентиляторная нагрузка характеризуется постоянно возрастающей зависимостью мощности от частоты вращения и длительными режимами работы в одном и том же режиме. Это означает, что переходные режимы относительно редки, и мало влияют на нагрев преобразователя. В случае непрямого МП для соединения входных и выходных цепей используется последовательное соединение трех полупроводниковых элементов, а для прямого МП – двух, из-за чего тепловые потери в первом случае выше.

Так как воздух не является плотной средой, а вентилятор обладает значительным моментом инерции, невозможно резкое изменение нагрузки в безаварийном режиме работы. Из этого следует, что нет острой необходимости использовать быстродействующие аналоговые датчики тока, производство которых отсутствует в странах СНГ.

Единственным элементом, отсутствие которого серьезно тормозит использование матричных преобразователей для вентиляторов автономных объектов, является двусторонний ключ, выполненный в едином модуле. Но, учитывая, что в последние годы освоение производства IGBT-модулей идет быстрыми темпами, можно ожидать появления двусторонних ключей российского производства.

В мире уже появились так называемые RB-IGBT (reverse blocking IGBT), которые объединяют в единой структуре IGBT и диод, но при этом обладают меньшим падением (3В против 4В в обычном двустороннем ключе). Это позволит существенно увеличить КПД матричных преобразователей, что еще сильнее ускорит развитие этой области.

ЛИТЕРАТУРА

1. Климов В.П. Современные направления развития силовых преобразователей переменного тока. Режим доступа: <http://www.tensy.ru/article13.html>
2. T. Friedli. A High Efficiency Indirect Matrix Converter Utilizing RB-IGBTs. Режим доступа: https://www.pes.ee.ethz.ch/uploads/tx_ethpublications/friedli_PESC06.pdf
3. D. Casadei, G. Grandi. Векторное управление матричным преобразователем с коэффициентом мощности, равным единице. Портал магистров ДонНТУ, режим доступа: <http://masters.donntu.edu.ua/2011/etf/kostrubina/library/translate/translate.htm>