

Применение интеллектуальных IGBT-модулей

Mitsubishi Electric является одним из признанных лидеров на рынке интеллектуальных IGBT-модулей. Номенклатура выпускаемых приборов этой фирмы достаточно широка и разнообразна, и рассмотреть особенности применения всех типов модулей не представляется возможным.

Как показали предварительные исследования, наиболее пригодными для целей организации управления асинхронными электродвигателями переменного тока на напряжение 3х380 В оказались модули типа PMxxxxx120, рассчитанные на токи от 10 до 600 А.

Модуль этого типа представляет собой конструктивно законченное изделие, которое требует для своего применения минимум дополнительных компонентов и состоит из собранных в одном корпусе силовых IGBT-ключей с защитными обратными диодами (количество ключей — от одного до семи, в зависимости от типа модуля), датчика тока, датчика напряжения, датчика температуры и входных и выходных драйверов управления.

Конструктивной особенностью модулей является наличие встроенных защит по току, напряжению и температуре, что позволяет не размещать дополнительные конструктивные элементы для реализации этих функций. Встроенные схемные решения также реализуют мониторинг за питающим напряжением и при уменьшении его ниже определенного значения запрещают работу силовых ключей. Защита по току реализует двухстадийный алгоритм, который обеспечивает отключение силового ключа при превышении номинального тока с некоторой задержкой по времени, что позволяет обеспечить плавное снижение подводимой мощности. Наряду с этим при превышении уровня тока, который система считает током короткого замыкания, силовой ключ отключается сразу, что позволяет сохранить работоспособность устройства. В обоих этих случаях схема формирует сигнал «неисправности» высокого уровня на выходной линии. Сигнал высокого уровня «неисправность» формируется также при выходе питающего напряжения за допустимые пределы и при перегреве модуля. Следует заметить, что при перегреве и превышении тока сигнал формируется импульсом длительностью порядка 1,5 мс; при изменении питающего напряжения сигнал пропорционально увеличивается от минимума до максимума, в зависимости от степени отклонения напряжения от оптимального значения. При использовании оптопары с пороговым включением отследить медленно повышающееся напряжение на выводе «авария» достаточно затруднительно. При возникновении перегрева сигнал аварии возникает при превышении некоторой температуры, модуль отключается и начинает остывать. Сигнал аварии продолжает находиться в высоком состоянии. После остывания модуля до рабочей температуры модуль включается, и сигнал аварии снимается, при этом длительность сигнала составляет несколько секунд. Различия во временных характеристиках сигнала позволяют в какой-то мере идентифицировать причину аварии.

При управлении мощными IGBT-модулями при практическом отсутствии постоянного тока через затвор ключа остается необходимость в перезарядке затворной емкости в несколько сот пикоФарад, что на частотах около 20 кГц приводит к необходимости обеспечивать достаточно значительные импульсные токи для сохранения приемлемых фронтов импульса. В модулях типа PMxx эта проблема решается внутренними конструктивными решениями, и нет необходимости в реализации дополнительных схем накачки. Высокие коммутлируемые напряжения накладывают дополнительные ограничения на схемы управления. Входные каскады схем драйверов требуют для своего управления применения или опторазвязок с хорошим быстродействием, как, например, типа HCPL4504 или HCPL4503 фирмы Hewlett-Packard, или развязок на специальных высоковольтных схемах трансформации уровня.

Применение оптопар более предпочтительно по соображениям борьбы с шумами, надежности и массово-габаритным параметрам. Вне зависимости от применяемой схемы развязки фирма-изготовитель рекомендует обязательно устанавливать внешний экран для каждого независимого канала.

Для функционирования входных каскадов схем драйверов модулей на них необходимо подавать постоянное напряжение +15 В, что при применении оптопар позволяет использовать один источник питания для модуля и схем развязки. Для этих целей разработаны две гибридные схемы M57120L-1 и M57140-01.

Первая из схем преобразует постоянное напряжение 113–400 В в постоянное напряжение 18–22В, при этом гальванической развязки первичного и вторичного напряжения не происходит. Вторая схема преобразует постоянное напряжение 20 В в четыре независимых источника по 15 В. При этом осуществляется гальваническая развязка первичного и вторичных напряжений. Выходной ток позволяет осуществлять питание модулей всех типов группы РМxxx и вышеназванных оптопар. Но могут быть применены и другие схемные решения, обеспечивающие гальваническую развязку с силовым напряжением и позволяющие получать 15 В достаточной мощности.

Пример схемы подключения трехфазного полномостового IGBT-модуля с тормозным транзистором при использовании микросборок М57140-01 и оптических развязок приведен на рис. 1. Пример схемы подключения двойного IGBT-модуля с использованием микросборок М57120L-01 и М57140-01 приведен на рис. 2. Используемые оптодрайверы должны удовлетворять требованиям: время задержки включения/выключения меньше, чем 0,8 мкс, и крутизна нарастания фронта сигнала больше, чем 10 кВ/мкс.

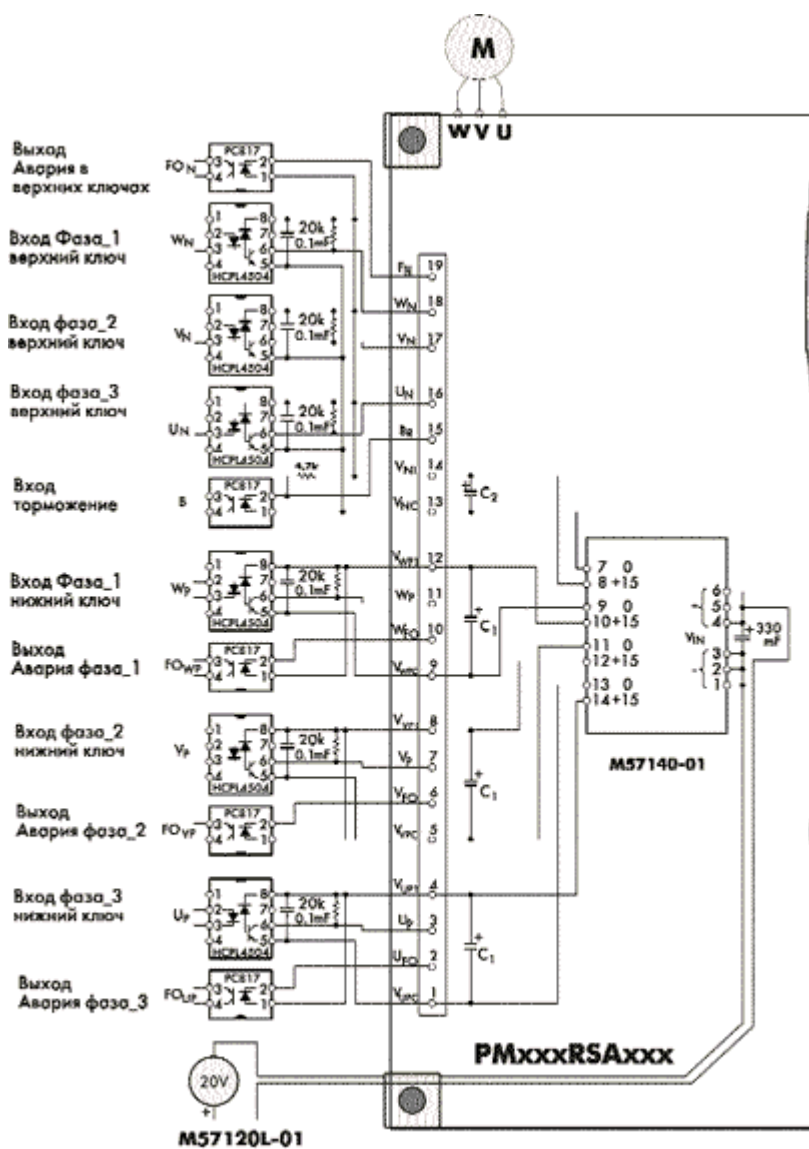


Схема внешних соединений для семи транзисторного IGBT модуля.

Рис. 1. Схема внешних соединений для семитранзисторного IGBT-модуля

Пример схемы подключения наиболее распространенного семитранзисторного IGBT-модуля приведен на рис. 1.

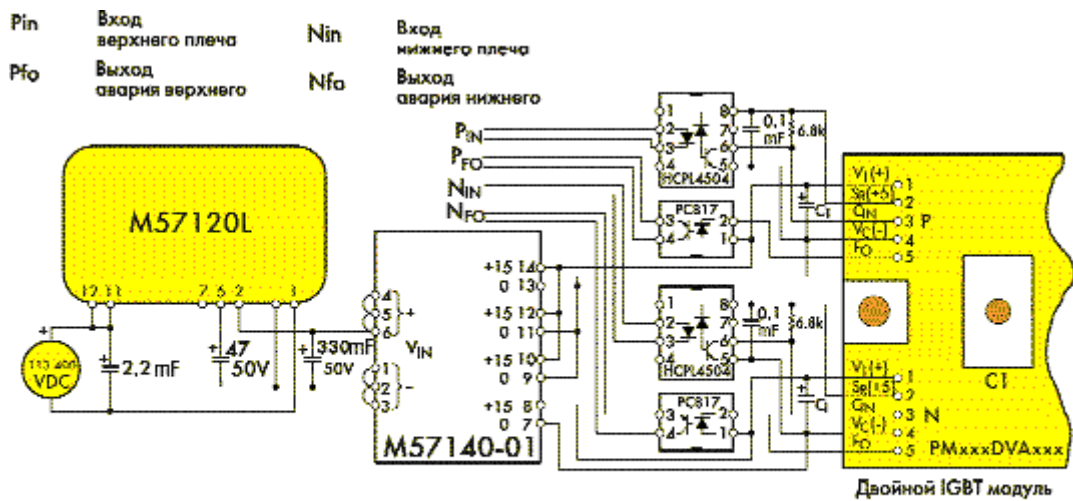
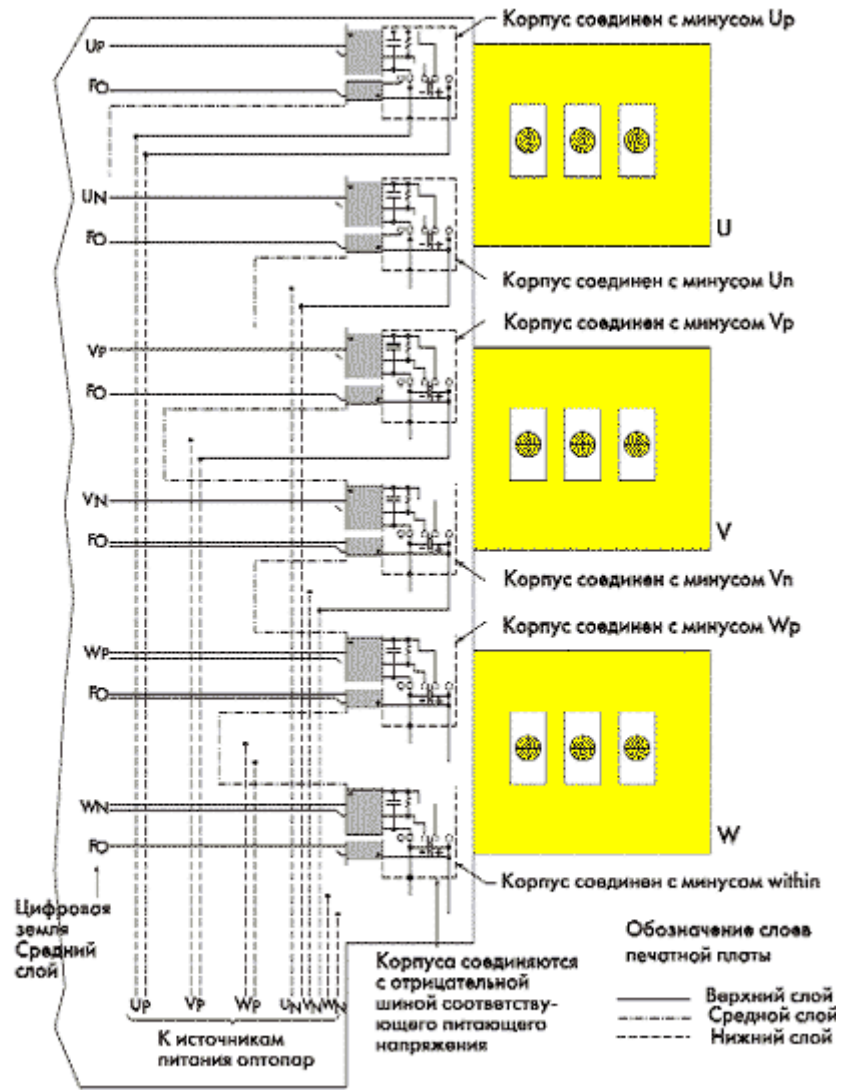


Схема внешних соединений для двойного IGBT модуля.

Рис. 2. Схема внешних соединений для двойного IGBT-модуля

Пример монтажной схемы подключения трех двойных IGBT-модулей приведен на рис. 3.



Монтажная схема сборки из трех двойных IGBT модулей.

Рис. 3. Монтажная схема сборки из трех двойных IGBT-модулей

Пример схемы подключения шести транзисторного IGBT-модуля приведен на рис. 4. На этом же рисунке приведена таблица зависимости величины разделительной емкости от типа применяемого модуля.

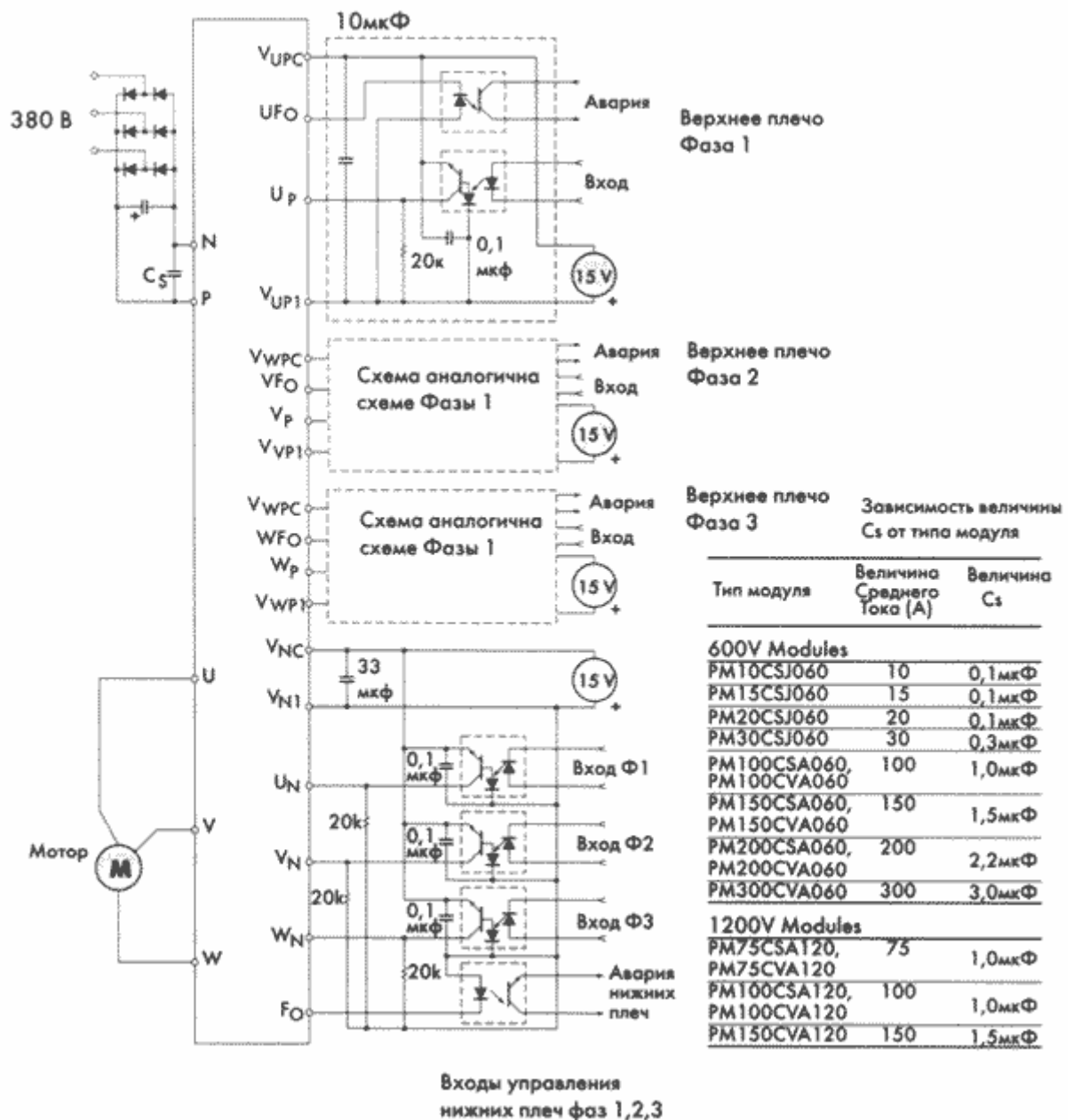


Рис. 4. Схема внешних соединений для шеститранзисторного IGBT-модуля

Из соображений минимизации электромагнитных помех и предотвращения ложных срабатываний фирма-изготовитель рекомендует особое внимание уделять помехоподавительным емкостям, которые устанавливаются по цепям низковольтного питания и на питающие выводы оптопар. В конкретных схемных применениях номинал оптимальной емкости может отличаться от рекомендованных.

Конструктивно модули выполнены таким образом, что стоки всех IGBT-ключей охлаждаются одной металлической пластиной. Она же служит нижним основанием модуля и крепится к теплоотводу болтами конструктивного диаметра. Подключение силовых высоковольтных шин осуществляется также болтами к залитым в верхнюю крышку металлическим ламелям или ножевыми разъемами на вертикальные стойки сечением 5 на 1 мм. Для подключения схемы управления с верхней стороны модуля смонтированы вертикальные контакты с регулярным шагом небольшого сечения и высотой 10–15 мм у разных модулей, что позволяет пропускать их в отверстия печатных плат и без помех запаивать с верхней открытой стороны. Такой метод монтажа экономит место в устройстве, не мешает теплоотводу и не вносит дополнительных проводных связей, что благотворно сказывается на уменьшении помех и наводок.

Однако для модулей, с рабочим током более 50 А допускается для подсоединения схем управления применять специальные разъемы, которые монтируются на печатной плате пайкой к токоведущим дорожкам и при монтаже платы на верхнюю часть модуля плотно одеваются на соответствующие ламели модуля. Для модулей типа RSA и CSA применяются разъемы фирмы Hirose типа DF10-31S-2DSA. Для модулей типа DSA и HSA применяются разъемы этой же фирмы типа MDF7-5S-2.54DSA.

Монтировать модули на теплоотвод необходимо с учетом того, что в составе модуля содержатся керамические детали, которые могут быть легко повреждены при перекосах привалочной плоскости или попаданий под модуль посторонних предметов. Рекомендуется применение теплопроводящей пасты. Затягивание крепежных болтов должно производиться с указанным в техническом описании усилием. Если модуль имеет более двух крепежных болтов, то затягивание их должно производиться постепенно и крест накрест.

Литература:

1. *«Using intelligent power modules», Mitsubishi Electric September, 1998.*