

УДК 621.3.064.1.3.066

Олеярник А. В., Беш А. Н.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЗАЩИТЫ УЧЕБНОГО СТЕНДА TMDSHVMTRPFCKIT

Для производителей промышленных приводов, чтобы оставаться конкурентоспособными на рынке, необходимо выпускать новые разработки, которые должны включать несколько конструктивных ограничений, в том числе снижение эксплуатационных затрат, сокращение потребляемой мощности, повышение надежности и т. д. Поэтому актуальной задачей является совершенствование эксплуатационных характеристик оборудования и особенно тех, которые обеспечивают безопасность работы и долговечность [1].

Производитель учебного исследовательского стенда TMDSHVMTRPFCKIT не учел всех особенностей условий эксплуатации и функционирования аппаратной защиты. При неправильной эксплуатации стенда или ошибках программиста возникают токи короткого замыкания, вследствие которых происходит выгорание силовой части модуля [2, 3].

Стенд TMDSHVMTRPFCKIT позволяет исследовать работу микроконтроллеров Piccolo или Delfino и их аналоги в условиях высокого напряжения. Микроконтроллер позволяет управлять двигателем с коррекцией его коэффициента мощности (PFC) [4]. При коррекции коэффициента мощности допустимое входное напряжение составляет до 240 В, мощность – до 750 Вт, с замкнутой системой управления. Двигателем можно управлять и без коррекции коэффициента мощности, при этом входное напряжение может достигать 400 В, выходная мощность – до 1,5 кВт. С помощью данного набора можно управлять наиболее распространенными типами двигателей: асинхронным двигателем, бесщеточным двигателем постоянного тока и синхронным двигателем с постоянным магнитом [1].

Целью данной работы является модернизация учебного стенда для повышения надежности его эксплуатации путем создания аппаратной защиты.

Внешний вид частотного преобразователя TMDSHVMTRPFCKIT показан на рис. 1.



Рис. 1. Стенд TMDSHVMTRPFCKIT

Во время проведения экспериментов, вследствие программной ошибки, возникла аварийная ситуация, результат которой описан выше. Анализ принципиальной схемы производителя показал недостаток решений блокировки аварийных ситуаций. Время срабатывания программной части защит от аварийных режимов по времени оказалось довольно большим, а аппаратная часть не содержала быстродействующей защиты. Срабатывание предохранителя не защитило силовой модуль. Поэтому было принято решение провести модернизацию учебного стенда с целью повышения надежности его эксплуатации.

Для создания аппаратной защиты исследовательского стенда была разработана плата защиты, которая представлена на рис. 2.

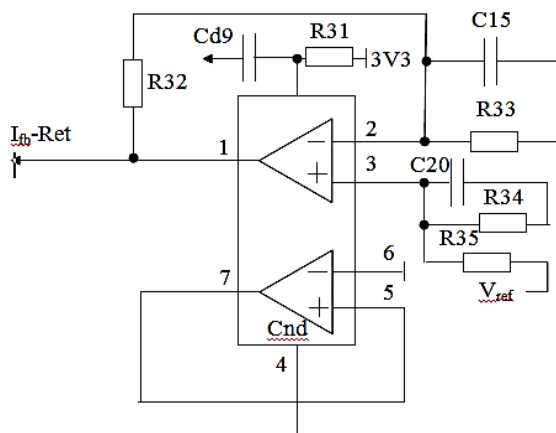


Рис. 2. Микросхема ОРА2350

Были проведены следующие подготовительные работы:

- на схеме преобразователя частоты была разомкнута связь на микросхеме ОРА2350 между 5 и 7 ножкой, создана связь между 6 и 7 ножкой (рис. 2);
- на управляющем модуле U1 его выход 26 CIN, при этом предварительно разомкнута связь между 26 и 20 ножкой, на 26 ножку подпаян провод, соединяющий с потенциометром, при этом схема не содержит интегрирующую цепочку. При проведении эксперимента с помощью потенциометра подавалось напряжение, тем самым происходила имитация аварийного режима работы учебного исследовательского стенда ТМДСНВМТРPFCKIT.

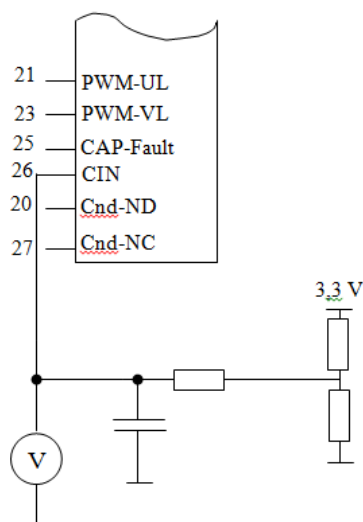


Рис. 3. Микросхема ОРА2350

Было произведено электронное моделирование в программе Multisim, которое подтвердило правильность разработки схемы.

Время срабатывания определяется по следующей формуле [2]:

$$\tau = \tau_u + \tau_k + \tau_l + \tau_2 + \tau_3,$$

где τ_u – постоянная времени интегратора, $\tau_u = 1,4$ мкс;

τ_k – время работы компаратора, $\tau_k = 100$ нс;

τ_1, τ_2, τ_3 – время работы элементов DD1.1, DD2.3, DD2.4, для напряжения питания 15 В
 $\tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = 150$ нс.

Схема, показанная на рис. 4, работает следующим образом. Сигнал с шунта через интегрирующую цепочку R7C10 поступает на инвертирующий вход компаратора DA1 (LM301). На второй вход компаратора подается сигнал, который может быть установлен либо вручную потенциометром R12, либо задаваться с помощью цифро-аналогового преобразователя (ЦАП) DD1 (DAK 5571), который может управляться по шине I2C. С помощью этого ЦАП мы можем программно устанавливать любой порог срабатывания компаратора. Запитан этот ЦАП стабилизатором напряжения DA2 (7805). С помощью этого ЦАП мы можем программно устанавливать любой порог срабатывания компаратора. Запитан этот ЦАП стабилизатором напряжения DA2 (7805).

В момент срабатывания компаратора DA1 на выходе 7 устанавливается нулевой потенциал, который инвертируется элементом DD1, а затем DD12 и запускает на одновибратор, выполненный на элементах DD13, DD14, C1, R2. Одновибратор формирует импульс длительностью от 1 до 2 с, в течение этого времени будет звучать звуковой сигнал (DD22) и светиться светодиод, сигнализирующий об аварии.

На элементах DD23, DD24 собран узел логического «ИЛИ», выходной сигнал для интеллектуального модуля. Логическая 1 на выходе этой схемы является сигналом запрета, который блокирует сигналы управления интеллектуального модуля.

Система имеет дополнительный вход с логическим низким уровнем, который может управляться также сигналом аварии, либо блокировкой из системы управления.

Адресный выбор цифро-аналогового преобразователя (ЦАП) производится с помощью адреса A0. Управление осуществляется с помощью сигналов SDA и SDL/SCL соответственно. SDA – провод данных, SCL – провод синхронизации.

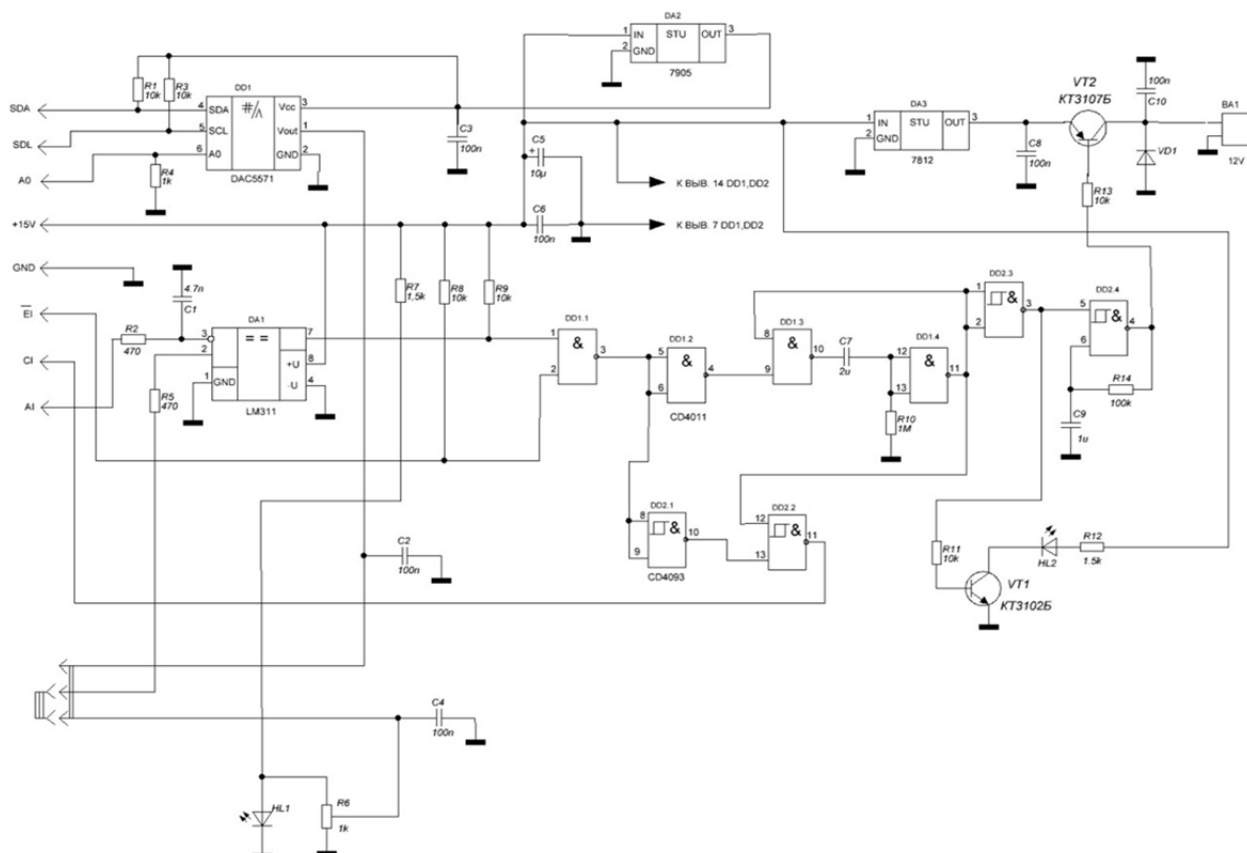


Рис. 4. Схема платы защиты

Время срабатывания защиты укладывается в интервал допустимого для силовой электроники [4], которое составляет 15 мкс.

Виконана разводка плати в середі Altium Designer. Плата захисти представляє собою окреме пристрійство. Все компоненти плати з'єднуються своїми виводами з елементами стенда з допомогою пайки. Плата виконана з використанням SMD елементів, рис. 5.



Рис. 5. Внешний вид платы

Перед підключенням плати до частотному перетворювачу було проведено імітаційне випробування роботи плати під навантаженням. З допомогою потенціометра регулювалася величина напруги спрацьовування захисти, фіксація величини напруги вироблялася осциллографом і мультиметром, при досягненні напруги 180 мВ включалася звукова (базер) і світлова (світлодіод) сигналізація і спрацьовувала захиста. Після цього плата захисти була підключена до дослідницькому модулю. Було проведено випробування плати в дійстві.

Дальніше удосконалення захисти передбачає захист силового модуля від токів короткого замикання шляхом розробки схеми, яка буде працювати на принципі токоограничення джерела живлення [5].

ВЫВОДЫ

Данная плата захисти забезпечує роботу силового модуля в разі виникнення аварійних ситуацій, при перевищенні току більше аварійного рівня, спрацьовує схема порівняння з максимальною величиною сигналу, і формується сигнал управління силовим комутаційним елементом на обесточивання, яке виробить швидке апаратне відключення силового модуля, тим самим обезпечить його.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *High Voltage Digital Motor Control Kit Quick Start Guide.*
2. *Нефедов А. В. Интегральные микросхемы и их зарубежные аналоги : справочник : Т. 11 / А. В. Нефедов. – М. : ИП Радиософт, 2001 – 512 с. : ил.*
3. *Digital Motor Control. Software Library. Digital Control Systems (DCS) Group. Literature Number: SPRU485. Texas Instruments Inc., 2001.*
4. *Sensorless Field Oriented Control of 3-Phase Induction Motors.*
5. *Пат. 121932 Україна, МПК H02H 9/02 (2006.01). Спосіб захисти обладнання від короткого замикання / Беш А. М., Квашін В. О., Бабаши А. В., Олярник О. В. ; заявник і патенто власник Донбаська державна машинобудівна академія. – № u201705519 ; заявл. 06.06.2017 ; опубл. 26.12.2017, Бюл. № 24/2017.*

Стаття поступила в редакцію 27.03.2018 г.