РАЗДЕЛ XXVI. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Горбунов Р.В., Золотухина А.А., Лаврентьева О.В., Чипизубова Ю.Р.
Компьютерное и экспериментальное моделирование цепи питания
электроμηχανического реле в составе электронного устройства

Забайкальский Государственный Университет
(Россия, Чита)

doi: 10.18411/sr-10-06-2021-74

Аннотация

В статье рассмотрены основные разновидности реле для коммутации низковольтных цепей. Наибольшее внимание уделено электромагнитному реле, в программе для имитационного моделирования Multisim 11.0 выполнена модель, проведено исследование.

Ключевые слова: герконовое реле, твердотельное реле, электромагнитное реле, схема питания, модель питания, электродвигатель.

Abstract

The article discusses the main types of relays for switching low-voltage circuits. The greatest attention is paid to the electromagnetic relay; in the program for simulation Multisim 11.0, a model has been made, and a study has been carried out.

Keywords: reed relay, solid-state relay, electromagnetic relay, power circuit, power supply model, electric motor.

При проектировании электронных устройств, связанных с управлением внешними цепями встает вопрос выбора типа коммутационного аппарата. Для коммутации низковольтных цепей в современных электронных устройствах предусматриваются коммутационные реле. Основные разновидности реле: электромагнитные, герконовые, твердотельные.

Герконовые реле представляют собой коммутационный аппарат замыкающий контакты под воздействием внешнего магнитного поля.

Рисунок 1. Герконовое реле РЭС55А.

Достоинства: высокое быстродействие по сравнению с электромагнитным реле, защита от окружающей среды, гальваническая развязка цепей управления и коммутируемых, высокая величина сопротивления между контактами. Недостатки: низкая помехоустойчивость к магнитным полям,дребезг контактов, самопроизвольные размыкания контактов при предельных величинах токов.

Твердотельные реле это полупроводниковые реле, в состав которых в качестве коммутационных элементов входят транзисторы или тиристоры (симисторы).

Рисунок 2. Твердотельные реле: а) NHG1-1/032F-38-100A, б) NHG1A-1/032-100A.

Управление силовыми ключами осуществляется посредством оптической развязки. Достоинства твердотельных реле: высокое быстродействие, управление большими токами, компактность, длительный срок эксплуатации, отсутствие искр, высокая виброустойчивость, стойкость к условиям окружающей среды. Недостатки: относительно высокое сопротивление контактов, требуется отвод тепла при нагреве контактов, относительно низкая стойкость к перегрузкам по току и к перенапряжениям, низкая помехозащищенность, высокая стоимость.

Работа электромагнитных реле основана на силах магнитного притяжения подвижного контакта к катушке с током.

Рисунок 3. Реле электромагнитное (PT570024).

Для переключения реле требуется подача питания на катушку реле. Достоинства электромагнитных реле: высокая мощность коммутируемой нагрузки, наличие гальванической развязки цепей управления, малое тепловыделение, низкая цена, устойчивость к перенапряжениям. Недостатки электромагнитных реле: высокое энергопотребление (управляющая катушка потребляет сравнительно высокую мощность), задержка переключения, ограниченный ресурс, создание радиопомех, дребезг контактов.

На примере цепи питания электронного устройства защиты электродвигателя от аварийных режимов рассмотрим электропотребление электромагнитного реле, схема которого изображена на рис.4.

Рисунок 4. Схема питания электронного устройства защиты электродвигателя от аварийных режимов.

Модель питания собранная в программе для имитационного моделирования Multisim 11.0 представлена на рис.5.

Рисунок 5. Модель питания электронного устройства защиты электродвигателя от аварийных режимов в программе Multisim 11.0.

В модели, приведенной на рис.5 питание периферийных устройств, заменено сопротивлением R1. Устройство получает питание от сети 220 Вольт через понижающий трансформатор T1(ТП-112-9), понижающий напряжение до значения 15 Вольт, диодный мост D1 (состоящий из диодов шоттки 1N5818) и стабилизатор напряжения U1(L7805ACV). При подаче управляющего сигнала с микроконтроллера U2 на биполярный транзистор Q1 катушка K реле K1(NRP-10-C05D) (рис.6) получит питание. На данной модели производитель указывает следующие параметры $I=10\text{A}$, $U_k=240\text{VAC}$, $U_{уп}=5\text{В}$. При подаче питания на катушку реле K1 ток составит 71 мА.

Рисунок 6. Реле электромагнитное NRP-10-C-05D.

В результате моделирования было установлено кратковременное снижение величины напряжения в цепях питания. Снижение напряжения может приводить к перезагрузке микроконтроллера и периферийных устройств, сбоям в работе систем передачи данных и др. Для устранения отклонения напряжения трансформатор ТП-121-9 был заменен на ТП-112-11 с большей мощностью. Данный подход имеет свои недостатки, стоимость трансформатора ТП-112-11 выше, к тому же востребована она только при работе реле.

Дополнительную стабилизацию напряжения питания можно осуществить путем применения емкостного фильтра СЗ, 1000 мкФ.

Для подтверждения вышесказанного был проведен натуральный эксперимент. Экспериментальная схема представлена на рис.7

Рисунок 7. Схема управлени реле, собранная на макетной плате.

На рисунке 8 приведена осциллограмма напряжения питания при отсутствии емкостного фильтра. Напряжение не стабильно в виду токоограничивающей способности стабилизатора.

Рисунок 8. Осциллограмма напряжения цепи питания без емкостного фильтра.

На рисунке 9 приведена осциллограмма напряжения питания с включенным в цепь емкостным фильтром. Напряжение стабильно, колебания незначительны (амплитуда колебаний 0,01-0,02 В).

Рисунок 9. Осциллограмма напряжения цепи питания с емкостным фильтром.

В результате исследования, было установлено возникновение критического колебания напряжения периферийных устройств схемы при питании катушки электромеханического реле (NRP-10-C-05D) от стабилизатора напряжения (L7805ACV).

При питании катушки реле от диодного моста с включением емкостного фильтра на выходе стабилизатора, осциллограмма напряжения питания устройства имеет стабильный характер (амплитуда колебаний напряжения питания незначительна).

1. Инвертор на основе широтно-импульсной модуляции, Горбунов Р.В., Палкин Г.А., Коряков Д.В., сборник Кулагинские чтения: XII международная научно-практическая конференция. - Чита: ЗабГУ, 2012. - Ч. I.

2. Средства измерения температуры статорных обмоток электродвигателей при оценке сопротивления изоляции, Горбунов Р.В., Хатьков М.С., Ларионова М.А., Материалы XX Международной научно-практической конференции: [в 3 ч.] / Забайкальский государственный университет. – Чита ЗабГУ, 2020. – Ч.1. – 244 с.
 3. Электропривод на основе трехфазного асинхронного электродвигателя (на примере систем водоснабжения), Горбунов Р.В., Палкин Г.А., Учеб. пособие / Г.А. Палкин, Р.В. Горбунов; Забайкал. гос. ун-т. – Чита: ЗабГУ, 2019. - 174 с.:ил.
-