

О необходимости подавления помех, возникающих в цепях цифровых систем при работе электромагнитных реле большой мощности

Илья Струков, АО «ВНИИ «Сигнал» (г. Ковров)

В статье рассматриваются способы снижения электромагнитных помех, возникающих в цепях цифровой аппаратуры при работе электромеханических реле (контакторов).

Существует множество источников помех, способных вызвать сбой или отказ электронных систем.

Вспомним, какие существуют наиболее часто встречающиеся виды помех.

1. Помехи, вызванные срабатыванием выключателей, реле, пускателей, контакторов, – наносекундного диапазона маломощные (по международной классификации – EFT).
2. Помехи, вызванные работой реактивных нагрузок (двигатели, трансформаторы, а также зарядов конденсаторов и отдачей накопленной энергии обратно), – микросекундного диапазона мощные (по международной классификации – surge).
3. Электростатические помехи, например, от прикосновения человека или заряженных предметов (по международной классификации – ESD).
4. Радиопомехи – от работы близкорасположенных радиопередатчиков.
5. Помехи от природных источников (грозовые разряды).
6. Смешанные – например, от дуги сварочного аппарата (широкополосные и при этом мощные).

При этом реальные помехи – это всегда комбинация вышеперечисленных помех.

Поэтому при разработке аппаратуры необходимо учитывать требования по обеспечению помехозащищённости. Помехозащищённость – это способность аппаратуры правильно функционировать в условиях электромагнитных помех [1].

Необходимая помехозащищённость обеспечивается только при комплексном решении ряда вопросов:

- обеспечение должного превышения уровней информационных сигналов над уровнем помех;

- правильная прокладка линий связи датчиков информации с устройствами РЗ, а при необходимости – защита линий связи от действия помех и подавления самих помех;
- применение витых пар, защитных экранов для прокладки сигнальных цепей;
- правильное конструирование аппаратной части устройства.

Решение этих вопросов находится в ведении разработчиков аппаратуры и должны решаться на стадии проектирования схем и интерфейсов [2]. Если для самого процесса измерения последствия воздействия помех не являются столь критичными (не учитывая временную потерю точности измерения в процессе прохождения помехи), то для аппаратуры управления, содержащей микроконтроллер или микроЭВМ, такие последствия могут быть критичными и закончиться полным «зависанием» устройства и остановкой технологического процесса. Восстановить работоспособность «зависшего» компьютера получится только программной перезагрузкой или полным аппаратным перезапуском, иногда с выключением из сети.

При этом текущие значения сигналов или промышленные материалы, которые подвергались обработке (с помощью микроЭВМ), например смешению, разрезанию, растворению, дозированию и т.п., уйдут в брак, так как процесс их обработки не был закончен до конца. Если процесс дозирования или смешения требует малого времени, например, при смешении горячих компонентов, его остановка приобретает ещё более трагические последствия – компоненты остывают и затвердевают прямо в бункере – требуется последую-

щая сложная очистка бункера. Иногда воздействие мощной помехи способно вывести аппаратуру управления полностью из работоспособного состояния, что потребует его замены или ремонт, произойдёт аварийная длительная остановка отгрузки продукции из производства.

Мероприятия по помехозащищённости необходимо учитывать не только на начальном этапе разработки аппаратуры, но и в процессе её серийного изготовления – из-за постоянных изменений в конструкции электронных комплектующих, вносимых разработчиками этих самых комплектующих. Такие изменения могут привести к непредсказуемым последствиям.

В 2020 году на АО «ВНИИ «Сигнал», г. Ковров (входит в холдинг ГК «Ростех»), был зафиксирован отказ серийного электрогидравлического цифрового следящего привода (системы) в части несанкционированной перезагрузки цифрового блока управления.

В ходе проведения анализа была установлена причина отказа системы: перезагрузка микроЭВМ «Багет-83В» ЮКСУ.466225.028, входящей в состав цифрового блока управления.

Было установлено, что перезагрузка происходила из-за помехи (шума) (рис. 1), возникающей в цепи «SWITCHR» («переключатель») ЭВМ «Багет-83В» (разработчик и изгото-

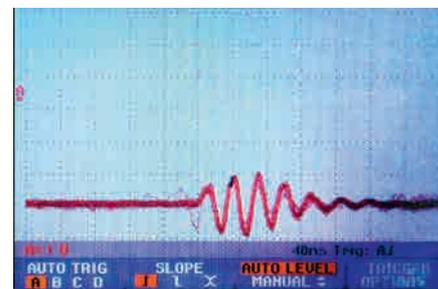


Рис. 1. Помеха, возникающая при срабатывании контактов электромеханических реле. Коммутируются 220 В 400 Гц, ток 3 А. Параметры помехи: амплитуда – 5 В, время воздействия – 120 нс

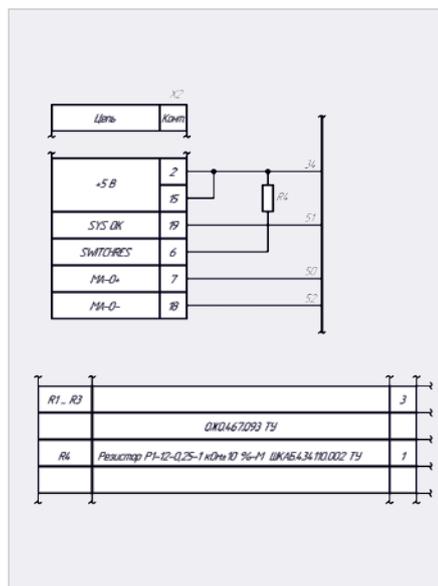


Рис. 2. Вариант доработки для защиты свободных входов микроЭВМ от воздействия электромагнитных помех

витель АО КБ «Корунд-М», г. Москва) при включении/выключении электромеханических контакторов типа КНЕ 220/230 для электровентилятора ЭВ-11-3660 (220 В 400 Гц, 3 фазы) из состава блока охлаждения, входящего в состав системы.

Причина отказа системы была тем более непонятна, что привод серийно производился в течение 7 лет, в конструкциях приборов на этапе разработки были реализованы мероприятия (витые пары, экранированные провода, гальваническая развязка питания борт-сети и радиоэлементов) по помехозащищённости цифровых элементов, изменения в конструкцию электрических и электромеханических приборов не вносились.

При проведении более тщательного анализа было установлено, что электромагнитная помеха проходила по свободной (незащищённой) цепи «SWITCHR» ЭВМ «Багет-83В», что воспринималось микроЭВМ как логическая «1» и приводило к перезагрузке электронного прибора.

Оказалось, что в конструкцию «Багет-83В» разработчики в рамках импортозамещения внесли изменения. В результате микро-ЭВМ стал более чувствителен к помехам (шумам) подобного рода. После выяснения окончательной причины отказа разработчикам микроЭВМ было сообщено о недостатках в конструкции «Багет-83В» и даны рекомендации по их устранению.

Конструкция электронных приборов с применением данных микроЭВМ так-

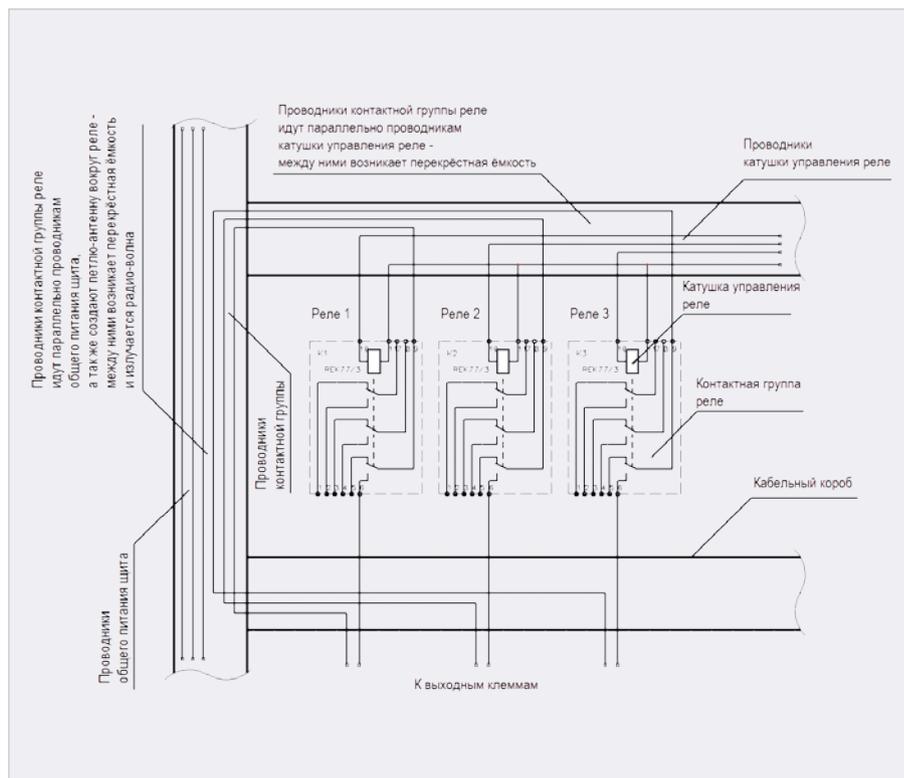


Рис. 3. Нерекомендуемая разводка силовых цепей в цифровых системах

же была доработана (рис. 2). Необходимо отметить, что применение электромеханических реле (контакторов) в цифровых и слаботочных системах крайне нежелательно.

Использование таких реле заставит мало того, что делать петлю вокруг самого реле при выводе проводника с клеммы контактной группы на вводную клемму щита, расположенную, например, снизу, так ещё и вынудит прокладывать этот проводник параллельно с проводником катушки управления, который идёт непосредственно в управляющий контроллер в том же корпусе прибора.

Нарушится принцип полной гальванической изоляции (развязки) и создастся перекрёстная ёмкость между всеми проводниками, а значит, и связь по переменному току. На чертеже (рис. 3) это наглядно видно.

Недостатки такого решения.

1. Проводники контактной группы реле идут параллельно или пересекаются с проводниками катушки управления – между ними возникает перекрёстная ёмкость и связь по переменному току.
2. Проводники общего питания корпуса идут параллельно или пересекаются с проводниками контактной группы, между ними возникает перекрёстная ёмкость и связь по переменному току.

3. Проводники контактной группы, обходя реле вокруг, создают петлю – излучается радиоволна.
4. Нарушен принцип полной гальванической изоляции нагрузки и управления нагрузкой – присутствует значительная ёмкостная связь между всеми проводниками, а значит, и связь по переменному току.

Чем плотнее корпус прибора заполнен проводниками и чем длиннее параллельно идущие проводники, тем больше будет между ними ёмкость. Дополнительно ситуацию ухудшат параллельно идущие в этом же корпусе проводники неотфильтрованного сетевого питания, так как не все разработчики РЭА задумываются о помехозащищённости и пожаробезопасности. В случае прохождения мощной помехи, например, от сварочного аппарата или молнии, либо при переключении самого реле она с лёгкостью перекинется с проводника на проводник через возникшую ёмкость и проникнет в управляющий контроллер – произойдёт сбой. В свою очередь, напомним, что совместная прокладка линий (в одном канале без разделения перегородкой) напряжением менее 42 В с линиями более 42 В – запрещена ПУЭ (п. 2.1.16 изд. 7), что дополнительно сильно затрудняет использование таких реле.

То есть при управлении реле, например, нагрузкой напряжением 220 В, при

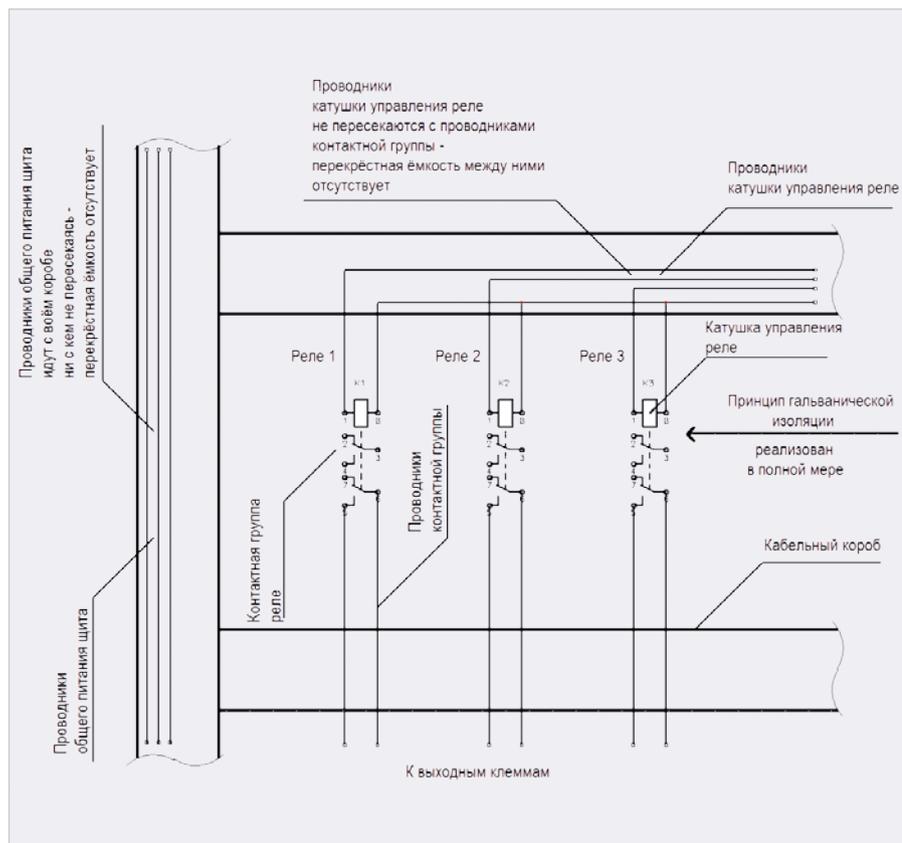


Рис. 4. Рекомендуемая разводка силовых цепей в цифровых системах

Наименование реле	Максимальное пиковое напряжение на выходе в закрытом состоянии, Ушк. В	Коммутируемый ток ср. зв. знач., Iком, А		Коммутируемое напряжение ср. зв. знач., Uком, В		Коммутируемый импульсный ток Iком имп*, А		Входное напряжение во включенном состоянии, Uвх. В		Входное напряжение в выключенном состоянии, Uвх. выкл., В		Критическая скорость нарастания выходного тока, dU / dt, В / мкс; dI / dt, А / мкс		Рабочий диапазон температуры, Т, °С		Температура перехода, Тп**, °С
		не менее	не более	не менее	не более	не менее	не более	не менее	не более	не менее	не более	не менее	не более	не менее	не более	
МО26-25-12-МК	± 1200	0,2	25	30	630	200	10	10	30	2	500	160	-40	+85	+125	
МО26-40-12-МК			40			300										
МО26-63-12-МК			63			750										
МО26-80-12-МК			80			960										
МО26-100-12-МК			100			1250										
МО26-120-12-МК			120			1600										

* действующее значение Iком имп. не должно превышать Iком.
 ** модули рассчитаны на работу в аппаратуре с применением охлаждающей, поддерживающей температуру перехода, не превышающую максимальную.

Рис. 5. Эксплуатационные данные твердотельных полупроводниковых реле типа МО26-XXX-12-МК фирмы АО «Электрум АВ»

выводе проводника с контактной группы он обязательно пересечётся в одном канале с проводником катушки управления на 24 В, что уже недопустимо правилом (см. рис. 4.).

- Достоинства такого решения.
1. При использовании реле такого вида (описанных выше) проводники катушки управления не пересекаются с проводниками контактной группы – перекрёстная ёмкость между ними отсутствует.
 2. Проводники общего питания щита идут в своём отдельном коробе, ни с кем не пересекаясь, – перекрёстная ёмкость отсутствует.

3. Малая плотность проводников в коробах – низкая ёмкость между ними.
4. Принцип гальванической изоляции нагрузки и управления нагрузкой реализован в полной мере.

Присутствует крайне незначительная (исчезающе малая) ёмкостная связь между клеммами катушки управления и клеммами контактной группы, а значит, почти отсутствует связь и по переменному току.

Какая же альтернатива существует электромеханическим реле? Это – твердотельные реле, реле на оптронах, служащих для гальванической развязки входа и выхода реле. Такие

приборы не имеют механических контактов, которые, собственно, и создают шумы при замыкании/размыкании. С этой точки зрения представляют интерес разработки АО «Электрум АВ», г. Орел. Предприятие специализируется на разработке и изготовлении твердотельных реле, оптоэлектронных гальванически развязанных реле и т.д.

Твердотельное реле переменного тока типа МО26-XXX-12-МК предназначено [3] для:

- плавной подачи трёхфазного напряжения в нагрузку;
- аварийного отключения потребителей при пропадании одной из питающих фаз и при возникновении внешнего сигнала аварии.

После подачи управляющего напряжения микроконтроллерная схема управления определяет очередность подключённой трёхфазной сети. Это необходимо для организации правильной последовательности управления силовыми ключами (тиристорами). Также схема управления проверяет наличие всех трёх силовых питающих фаз, и при отсутствии хотя бы одной происходит аварийная блокировка работы твердотельного реле.

Для наглядного отображения состояния, оперативного изменения настроек и управления твердотельное реле МО26-XXX-12-МК имеет возможность по средствам интерфейса RS-485 общаться с управляющей программой. При отладке программы использовался преобразователь RS-485/USB, тип изделия С2000-USB.

Таким образом, использование твердотельных реле вместо электромеханических способствует повышению помехозащищённости аппаратуры. Реализация комплекса мер по помехозащищённости при разработке аппаратуры позволит далее эксплуатировать её с высокой степенью надёжности.

Литература

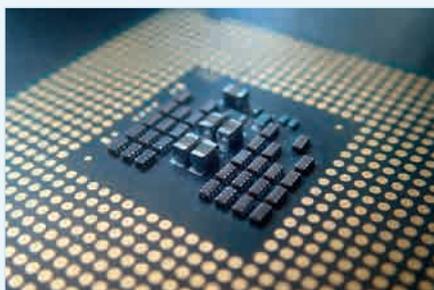
1. Правила устройства электроустановок, ОАО «ВНИИЭ», 2003.
2. Электротехнический справочник / ред. В.Г. Герасимова. Т. 3. Кн. 2. М., 1988.
3. Паспорт «Микропроцессорное устройство токовой защиты типа МПТ», МПТ20МК/ МПТ200МК-Изм. 5 Изв. 200-16, прот. № 10; предл. № 274, АО «Электрум АВ»; 2020.



НОВОСТИ МИРА

ПЕТЕРБУРГСКИЕ УЧЁНЫЕ ПРЕДЛОЖИЛИ НОВУЮ МОДЕЛЬ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПАМЯТИ НЕЙРОМОРФНЫХ КОМПЬЮТЕРОВ

Как рассказали в Санкт-Петербургском государственном электротехническом университете (СПбГЭТУ) «ЛЭТИ» имени В. И. Ульянова (Ленина), широко распространённая и недорогая кремниевая вычислительная техника сегодня подходит к пределам своих возможностей по компактности, быстродействию и надёжности. Осознавая это, научные группы по всему миру ищут новые более эффективные материалы и принципы работы компьютеров. Петербургский вуз в этом плане не исключение.



По мнению учёных СПбГЭТУ «ЛЭТИ», одним из перспективных направлений поиска – разработка мемристоров. Эти наноразмерные электрические элементы способны под действием напряжения изменять значение своего сопротивления и «запоминать» новое состояние на длительное время. При этом, чтобы «хранить» заданный уровень сопротивления (резистивного состояния), таким устройствам не нужно потреблять энергию, благодаря чему можно создавать миниатюрные и энергонезависимые элементы с функциями и обработки, и хранения информации.

«Разработанная схемотехническая модель описывает функционирование и характеристики плёночных структур на основе материалов, перспективных для создания мемристоров, с учётом варибельности их основных параметров с целью повышения точности результатов моделирования и эффективности проектирования устройств, использующих мемристоры в качестве элементной базы, прежде всего, нейроморфных вычислительных устройств, принципы функционирования которых подобны алгоритмам работы мозга,» – прокомментировал профессор кафедры микро- и нанoeлектроники (МНЭ) СПбГЭТУ «ЛЭТИ» Евгений Рындин.

Материалы и структуры мемристоров синтезировала группа учёных под руко-

водством доцента кафедры МНЭ СПбГЭТУ «ЛЭТИ» Натальи Андреевой.

Данные соединения представляют собой нанослоевые композиции в виде последовательности слоёв оксидов алюминия и титана, синтезированных методом атомно-слоевого осаждения. Они обеспечивают многоуровневую перестройку резистивного состояния в широком диапазоне величин для нового поколения памяти в нейроморфных архитектурах, – пояснили в пресс-службе вуза.

В СПбГЭТУ «ЛЭТИ» также отметили, что для разработки эквивалентной схемы и соответствующей системы уравнений учёные вуза в ходе экспериментов измерили основные характеристики синтезированных структур и провели анализ протекающих в них физических процессов. Реализацию и апробацию предложенной модели исследователи выполнили в среде MATLAB. Сейчас учёные стараются интегрировать модель мемристоров в библиотеки SPICE-моделей, которые широко используют исследователи и разработчики во всем мире.

iot.ru

ДЕФИЦИТ ЧИПОВ ОСЛАБЕВАЕТ, И ЭТО ПЛОХАЯ НОВОСТЬ ДЛЯ АЗИАТСКИХ ЭКОНОМИК

Производители чипов и другие поставщики комплектующих для электроники в последние пару лет получали огромные прибыли за счёт высокого спроса на свою продукцию. Тем не менее меняющаяся экономическая обстановка в мире способна негативно сказаться как на показателях самих поставщиков полупроводников, так и участников их логистических цепочек.

Как сообщает The Wall Street Journal, замедление роста китайской экономики и экономические колебания в американском технологическом секторе снизят спрос на электронику со стороны как обычных пользователей, так и корпоративных клиентов. Уже начали сокращаться поставки смартфонов и компьютеров. Так, по данным агентства IDC, в первом квартале 2022 года поставки упали на 8,9% в сравнении с первым кварталом прошлого, а поставки компьютеров за тот же период снизились на 5,1%.

В целом в мире по мере снятия пандемийных ограничений интерес покупателей смещается с покупки товаров на услуги. Ситуация усугубляется с развитием экономического кризиса и продолжающимися вспышками COVID-19 в Китае. В Поднебесной в первом квартале продажи смартфонов упали на 14,1%.

Во всём тихоокеанском регионе падение рынка акций американских технологических компаний привело к уменьшению спроса на IT-оборудование, а расточительные ранее IT-бизнесы вынуждены затянуть пояса. Например, серверные чипы для ЦОД были важным фактором роста полупроводниковой индустрии в течение пары лет, но сокращение расходов технологическими компаниями может серьёзно изменить ситуацию.

Хотя дефицит полупроводников, длившийся более 18 месяцев, в последнее время становится всё менее острым, в первые три месяца текущего года время поставок с момента заказа комплектующих всё же увеличилось с 42 до 53 дней. При этом снижение спроса на них может негативно сказаться на компаниях, накопивших большие запасы электронных компонентов.



В Восточной Азии, где расположены большинство поставщиков, могут ощутить негативные последствия от падения объёмов заказов чипов. Известно, что санитарные ограничения в Шанхае и других китайских городах в связи со вспышкой COVID-19 вызвали падение спроса и предложения не только в самом материковом Китае, но и в соседних экономиках – на Тайване и в Южной Корее.

По некоторым данным, южнокорейский экспорт немного вырос в мае в сравнении с аналогичным месяцем прошлого года, но только потому, что в 2021 году в мае было меньше рабочих дней. По данным Morgan Stanley, экспорт полупроводников и панелей для дисплеев в сравнении с апрелем, наоборот, упал. Снятие санитарных ограничений в китайских городах может привести к кратковременному росту, но серьёзных изменений не ожидается как минимум до начала 2023 года.

Складывается весьма непростая ситуация. Гиганты вроде TSMC, вероятно, меньше пострадают благодаря своей доминирующей позиции на рынке, а вот более мелкие азиатские бизнесы ожидают непростые времена.

wsj.com