

Полимерные предохранители PolySwitch — надежный способ обратимой защиты электрических цепей от повреждений

Элементы защиты электрических цепей PolySwitch производства Tyco Electronics Rauchem — это приборы на токопроводящих полимерах с положительным температурным коэффициентом. При электрической перегрузке цепи или коротком замыкании в ней эти приборы ведут себя как обрабатываемые плавкие предохранители, переключаясь из низкоомного в высокоомное состояние. Значения их сопротивления в проводящем состоянии — всего лишь несколько миллиом, что делает их идеальными для применений, требующих безотказного функционирования. В сочетании с низкой ценой свойства данных устройств делают PolySwitch (в частности, серии TR) весьма выгодным решением проблемы защиты телекоммуникационного оборудования от перегрузки по току.

Константин Курышев

kurishev@yeint.spb.ru

Санкт-Петербург,
Торжковская ул., дом 5
Офис 426
Тел./факс:
(812) 324-40 53,
324-4068, 324-4008,
324-4051
ye@yeint.spb.ru
www.w.yeint.ru

Проблема перегрузок по току

Перегрузка по току — это ненормально высокий ток, который может привести к отказу в электрической цепи. Перегрузка по току может быть вызвана выходом источника питания за пределы допустимого диапазона или уменьшением сопротивления нагрузки.

Перегрузка по току, вызванная источником питания, обычно возникает при перенапряжении вследствие аномального режима источника питания или вследствие перенапряжения на линии электроснабжения. Перегрузки по току, вызванные источником, могут быть также результатом броска напряжения.

Перенапряжения на линии электроснабжения могут возникать при схлестывании телефонного и силового кабелей, атмосферных разрядах, переходных процессах, всплесках напряжения.

Схлестывание телефонного и силового кабелей происходит при случайном пересечении высоковольтной цепи с низковольтной, например, если при сильном ветре силовой кабель падает на телефонную линию.

Разряды — это непродолжительное возрастание напряжения в системе, вызванное внешними явлениями, например попаданием молнии.

Переходные процессы — это непродолжительные возрастания напряжения в системе, вызванные опустошением элемента сохранения энергии цепи, например катушки индуктивности или емкости.

Всплеск напряжения — это относительно длительное возрастание напряжения в системе, обусловленное обычно отказом в системе, например, потерей соединения с нейтралью в трансформаторе, обеспечивающем питание дома.

Напряжения, превышающие нормальное значение, приводят к появлению в линейных цепях токов, превышающих нормальное значение. В нелинейных цепях напряжения ниже нормального зна-

чения могут приводить к токам, превышающим нормальное значение, и именно поэтому снижение напряжения может привести к проблемам перегрузки по току. Примером нелинейного устройства, в котором ток возрастает с понижением напряжения, может служить обычная лампа накаливания.

Частичный или полный выход из строя нагрузки цепи может привести к перегрузке по току, обусловленной нагрузкой. Выход из строя приводит к снижению общего сопротивления цепи, в результате возрастает ток. Примером является заглохший двигатель, который нагревается вследствие избыточного потребления мощности, что приводит к разрушению изоляции обмотки двигателя и к вероятности контакта между соседними обмотками (короткое замыкание).

Защита от перегрузки по току с использованием полимерных предохранителей с ПТК

Полимерный предохранитель от перегрузки по току с ПТК подключается в цепь последовательно. Предохранитель с ПТК обеспечивает защиту цепи, переходя из состояния с низким сопротивлением в состояние с высоким сопротивлением в качестве реакции на перегрузку по току. Это называется «срабатыванием» предохранителя.

На рис. 1 показан типовой пример использования. Обычно сопротивление предохранителя намного меньше, чем сопротивление остальной части цепи, и почти или вообще не оказывает воздействия на нормальный режим работы цепи. Однако в качестве реакции на токовую нагрузку сопротивление предохранителя возрастает (предохранитель «срабатывает»), снижая тем самым ток в цепи до значения, которое является безопасным для любого элемента цепи. Такое изменение является результатом быстрого повышения температуры устройства, обусловленного внутренней теплогенерацией при нагреве по формуле $Q_T = RI^2$, где R, I — сопротивление и ток.

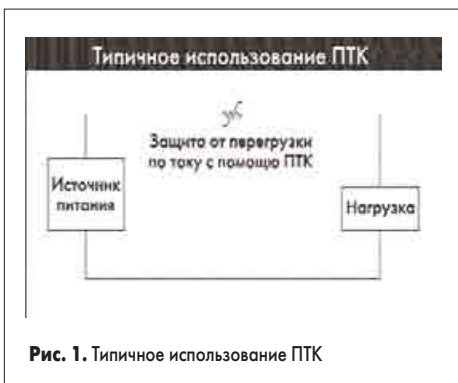


Рис. 1. Типичное использование ПТК

Физика полимеров с ПТК

Полимерный материал с ПТК представляет собой кристаллическую решетку органического полимера, содержащую рассеянные токопроводящие частицы, обычно сажи. Резкое повышение сопротивления обусловлено фазовым превращением в материале. В холодном состоянии материал является в основном кристаллическим, причем его токопроводящие частицы «втиснуты» в аморфные области между мелкими кристаллами.

Если процентное содержание токопроводящих частиц в полимере невелико, то материал не проводит ток. При повышении процентного содержания токопроводящих частиц до (или выше) уровня, называемого порогом просачивания, токопроводящие частицы соприкасаются или почти соприкасаются друг с другом, образуя трехмерную токопроводящую структуру.

При нагревании элемента до точки плавления полимера мелкие кристаллы тают и становятся аморфными. При этом возрастает объем аморфной фазы и разрушается структура токопроводящих цепей. С разрушением структуры возрастает сопротивление элемента. Поскольку плавление материала происходит в относительно узком диапазоне температур, изменение сопротивления также наблюдается в относительно узком диапазоне изменения температуры.

Защита телекоммуникационного оборудования

Специально разработанные для применения в телекоммуникационном оборудовании элементы PolySwitch фирмы Raychem обеспечивают защиту линейных плат в сетевом оборудовании. Модули для кросса и модули первичной защиты имеют первостепенное значение для обеспечения основной защиты чувствительных компонентов на АТС и в абонентском оборудовании. Эти модули обеспечивают защиту от попадания силового кабеля, от наведенных напряжений и от ударов молний. Если не обеспечить защиту от этих опасных факторов, они могут воздействовать на АТС и абонентское оборудование, вызывая серьезное повреждение чувствительной коммутационной техники и аппаратуры передачи данных, а также абонент-

ского оборудования. При использовании совместно с устройством защиты от перенапряжения электронный предохранитель PolySwitch может обеспечить защиту АТС и абонентского оборудования, включая телефонные аппараты, от этих опасных воздействий и предотвратить выход техники из строя.

Защита от перегрузки по току находит много применений в абонентском оборудовании (customer premise equipment, CPE). Оборудование этого типа несет как аналоговую, так и цифровую информацию, которую следует защищать от прямого попадания силового кабеля, ударов молний и наведенных напряжений. Если не обеспечить защиту от этих опасностей, они могут передаваться по сети, приводя к повреждению оборудования и прерыванию связи. Предохранитель PolySwitch вместе с другими элементами защиты обеспечивает за-

Номер элемента	Зависимость тока пропускания (I _{Hold}) от температуры								
	Максимальная рабочая температура окружающей среды, °C								
	-40°	-20°	0°	20°	40°	50°	60°	70°	85°
TR-250-120/120U	0.186	0.165	0.143	0.12	0.099	0.088	0.077	0.068	0.05
TR-250-145/145U	0.225	0.199	0.172	0.145	0.119	0.106	0.093	0.08	0.06
TR-250-180U	0.269	0.24	0.211	0.18	0.153	0.138	0.123	0.109	0.087
TR-600-150	0.233	0.206	0.178	0.15	0.124	0.11	0.098	0.083	0.062
TR-600-160	0.249	0.219	0.19	0.16	0.132	0.117	0.103	0.088	0.066

щиту от этих воздействий, предотвращая, таким образом, простой оборудования.

Вследствие потенциально опасных факторов, угрожающих абонентскому оборудованию (CPE), для схем защиты необходимы характеристики высокого уровня напряжения (250-600 В) и низкого уровня тока.

В Соединенных Штатах требования по безопасности к абонентскому телекоммуникационному оборудованию содержатся в спецификациях UL1459 и FCC, часть 68. При разработке абонентского оборудования изготовители должны обеспечивать выполнение этих требований.

Полимерные предохранители PolySwitch с ПТК при отказе «защелкиваются» в состоянии

- Максимальный ток срабатывания
- Максимальное напряжение срабатывания (для серии TR — максимум 600 В, см. таблицу в описании шага 3)

2. Произведите выбор элемента PolySwitch серии TR на основании определенных для схемы максимальной рабочей температуры окружающей среды и нормального рабочего напряжения

- Найдите в верхней строке таблицы температуру, наиболее близкую к максимальной рабочей температуре окружающей среды для схемы.
- Просматривая выбранный столбец сверху вниз, найдите значение, равное или превышающее нормальный рабочий ток схемы. Теперь обратитесь к самому левому столбцу на этой строке и найдите номер элемента серии TR, наиболее подходящего для схемы.

3. Сравните максимальные значения рабочих напряжений и токов

- Найдите в первом столбце таблицы (сверху вниз) номера элементов, выбранные вами в шаге 2. В следующих столбцах на этой строке приведены максимальное напряжение срабатывания элемента (V interrupt max), максимальный ток срабатывания (I max) и максимальное рабочее напряжение V max).
- Сравните номинальные значения с параметрами схемы и убедитесь, что параметры схемы не превышают параметры элемента TR.

Важное замечание. Элементы серии TR не рассчитаны на напряжение питания от сети, то есть 120 В/220 В переменного тока.

Номер элемента	Максимальные значения напряжений и токов для элементов		
	Максим. напряжение срабатывания, В	Максим. ток срабатывания, А	Максим. рабочее напряжение, В
TR-250-120/120U	250	3	60
TR-250-145/145U	250	3	60
TR-250-180U	250	10	60
TR-600-150	600	3	60
TR-600-160	600	3	60

с высоким сопротивлением. После устранения условия срабатывания элемент автоматически самовосстанавливается и снова готов к работе.

Руководство по подбору изделий серии TR

Для того чтобы выбрать предохранитель PolySwitch серии TR для схемы, выполните следующие семь шагов.

1. Определение рабочих параметров схемы

Запишите следующие параметры схемы:

- Максимальная рабочая температура окружающей среды.
- Нормальный рабочий ток.
- Максимальное рабочее напряжение (для серии TR — максимум 60 В).

4. Определите время срабатывания

- Время срабатывания — это время, необходимое для переключения элемента в состояние с высоким сопротивлением после прохождения через него аварийного тока.
- Для обеспечения нужных защитных свойств важно определить время срабатывания элемента серии TR. Если выбранный вами элемент срабатывает или переключается слишком быстро, то возможны ненужные и быстрые срабатывания. Если элемент срабатывает слишком медленно, то защищаемые элементы могут быть повреждены до переключения элемента в состояние с высоким сопротивлением.
- На приведенном ниже графике показаны типичные значения времени срабатывания

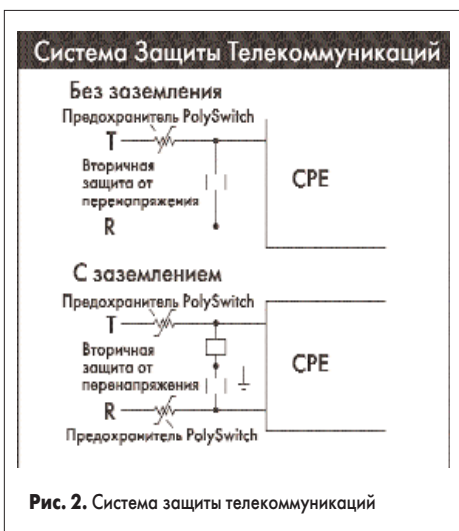


Рис. 2. Система защиты телекоммуникаций

Типичное значение времени срабатывания при температуре 20 °С

- A = TR250-120/120U
- B = TR250-145/145U
- C = TR250-180U
- D = TR600-150
- TR600-160

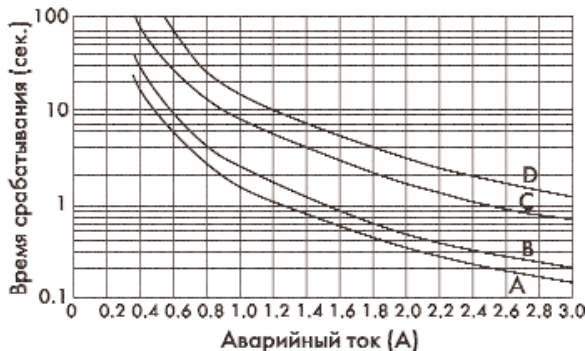


Рис. 3. Типичное значение времени срабатывания при температуре 20 °С

при температуре 20 °С для каждого элемента PolySwitch серии TR. Найдите на графике время срабатывания выбранного вами элемента серии TR. Если время срабатывания элемента серии TR слишком мало для вашей схемы, вернитесь к шагу 3 и подберите другой элемент.

5. Проверьте рабочие условия окружающей среды

- Убедитесь, что минимальная и максимальная температура окружающей среды для Вашего случая находится в рабочем диапазоне температур от -40 °С до 85 °С.

Таблица 1

Электрические характеристики						
Номер элемента	I_n , А	V_{max} , В	$V_{max. ср.}$, В	$I_{сmax}$, А	R_{min} , Ом	R_{max} , Ом
TC250-120	0.12	60	250	3	5	9
TR250-120U	0.12	60	250	3	6	10
TR250-120	0.12	60	250	3	4	8
TC250-145	0.145	60	250	3	3	6
TR250-145U	0.145	60	250	3	3.5	6.5
TR250-145	0.145	60	250	3	3	6
TC250-180	0.18	60	250	10	0.8	2
TR250-180U	0.18	60	250	10	0.8	2
TR600-150	0.15	60	600	3	6	12
TR600-160	0.15	60	600	3	4	10

I_n — ток пропускания — ток, который не вызывает срабатывания при прохождении через элемент при температуре окружающей среды 20 °С в неподвижном воздухе;

V_{max} — максимальное рабочее напряжение;

$V_{max. ср.}$ — максимальное напряжение срабатывания (среднеквадратическое значение);

$I_{сmax}$ — максимальный ток срабатывания;

R — сопротивление при температуре окружающей среды 20 °С.

Таблица 2

Стойкость к попаданию грозных разрядов				
Номер элемента	10/700	10/1000	10/560	10/160
	1.5 кВ, 25 Ом (ITU-T)	1.0 кВ (Bellcore GR-1089)	800 В (FCC PT68)	1.5 кВ (FCC PT68)
TC250-120	Пропускают полный ток	*	*	*
TR250-120U	Пропускают полный ток	*	*	*
TR250-120	Пропускают полный ток	*	*	*
TC250-145	Пропускают полный ток	*	*	*
TR250-145U	Пропускают полный ток	*	*	*
TR250-145	Пропускают полный ток	*	*	*
TC250-180	Пропускают полный ток	*	*	*
TR250-180U	Пропускают полный ток	*	*	*
TR600-150	Пропускают полный ток	*	Пропускают полный ток	
TR600-160	Пропускают полный ток	*	Пропускают полный ток	

* Элементы не пропускают полный ток, если не подключить последовательно дополнительное сопротивление

нологиям элементов с положительным температурным коэффициентом.

- Итак, мы прошли все этапы подбора вашего элемента защиты по току.

Вместе с тем практика показывает, что в большинстве связанных применений подходят либо TR250-120, либо более высоковольтные TR600-150/ TR600-160.

В статье использованы материалы компании Tyco Electronics Raychem.

Максимальная температура поверхности элемента в состоянии срабатывания составляет 125 °С.

6. Самостоятельно проверьте рабочие характеристики элемента серии TR и оцените, подходит ли он для использования в вашем случае

Данные по изделиям серии TR

Теперь, после выбора элемента серии TR, просмотрите его характеристики, приведенные в таблицах этого раздела, и убедитесь, что он обеспечивает требуемые функции.

7. Убедитесь, что элемент серии TR подходит по размерам для монтажа в Вашем случае

- Немаловажным преимуществом PolySwitch является то, что своими габаритами элемент весьма напоминает небольшой выводной керамический конденсатор со стандартным растром 5 мм. При этом его размеры меньше аналогичных по электрическим параметрам, но выполненных по другим тех-