

# Интегральные микросхемы токовой защиты серии К294ХП1

Дмитрий БАРАНОВСКИЙ  
syntec@orel.ru

Сегодня разработчики аппаратуры не испытывают недостатка в разнообразных элементах защиты электрических цепей от перегрузок по току. Однако типовые схемотехнические решения далеки от идеальных из-за многообразия причин, по которым может возникнуть угроза повреждения оборудования аномально высоким током, и физических ограничений, присущих самим элементам защиты от перегрузок. Новое семейство гибридных интегральных микросхем компании «СИНТЭК» [1] пополняет арсенал средств, предотвращающих выход техники из строя.

Простота и доступность полимерных элементов токовой защиты, таких как самовосстанавливающиеся предохранители PolySwitch, обеспечили им популярность у конструкторов РЭА. Однако разработчикам приходится мириться с целым рядом ограничений [2].

Так, PolySwitch предназначен для защиты электрических цепей только от непродолжительных аварийных перегрузок по току. Он не рассчитан на использование в условиях, когда перегрузка является одним из режимов функционирования. Продолжительная работа прибора в аварийном режиме или большое количество срабатываний приводит к деградации его электрических параметров. В то же время, значительная инерционность самовосстанавливающегося полимерного предохранителя оставляет аппаратуру без защиты от кратковременных перегрузок по току. Не добавляет уверенности разработчику и неопределенность поведения полимерных элементов токовой защиты в диапазоне токов от рабочего до срабатывания. Соотношение этих токов у PolySwitch может варьироваться от 1:1,7 до 1:3, а на сам процесс срабатывания влияет множество факторов, важнейшими из которых являются температура окружающей

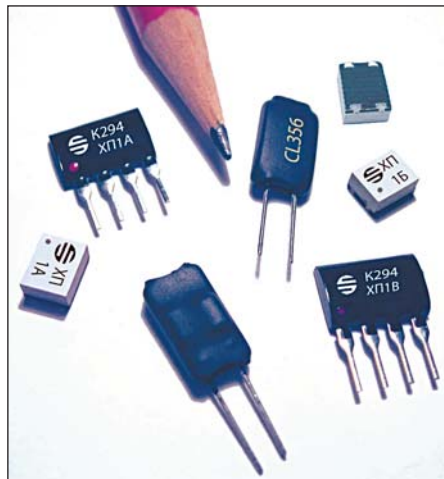


Рис. 1. Внешний вид интегральных микросхем токовой защиты

среды и динамические характеристики тока при перегрузке. Не лишним будет помнить и о конструктивных ограничениях. Так, заливка жестким компаундом препятствует расширению полимерного элемента токовой защиты во время срабатывания. Напротив, если материал компаунда слишком мягок,

может пострадать способность прибора к теплопередаче. В обоих случаях устройство токовой защиты на базе PolySwitch не сможет реализовать свои функции.

Перечисленных недостатков практически лишены специальные электронные схемы защиты от токовых перегрузок [3], но они, как правило, громоздки и дороги.

Интегральные микросхемы токовой защиты (ИМТЗ) серии К294ХП1 созданы на базе инерционного оптоэлектронного коммутатора с нормально замкнутыми контактами на полевых транзисторах со встроенным каналом [4]. ИМТЗ выпускаются в корпусе 4LSP4 или в безвыводном корпусе для поверхностного монтажа типа CSP с размерами  $5 \times 10 \times 3$  мм (рис. 1). Микросхема в совокупности с внешними, задающими токи срабатывания, элементами образует двухвыводное устройство защиты, которое включается в разрыв линии связи. Пример функциональной схемы такого устройства представлен на рис. 2, а его статическая вольт-амперная характеристика — на рис. 3а.

В безаварийном режиме ИМТЗ находится во включенном низкоомном состоянии, которое характеризуется сопротивлением  $R_{\text{вкл.}}$ . При этом начальный участок вольт-амперной

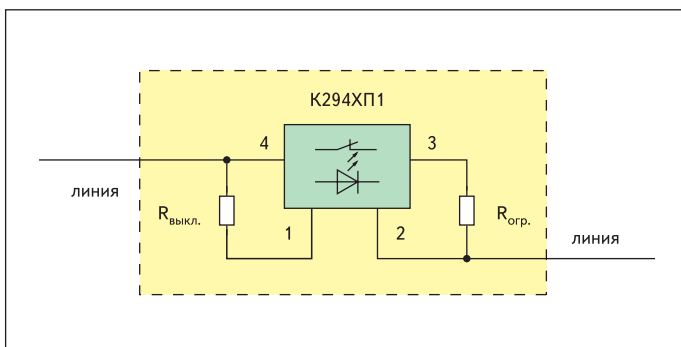


Рис. 2. Функциональная схема двухвыводного устройства токовой защиты

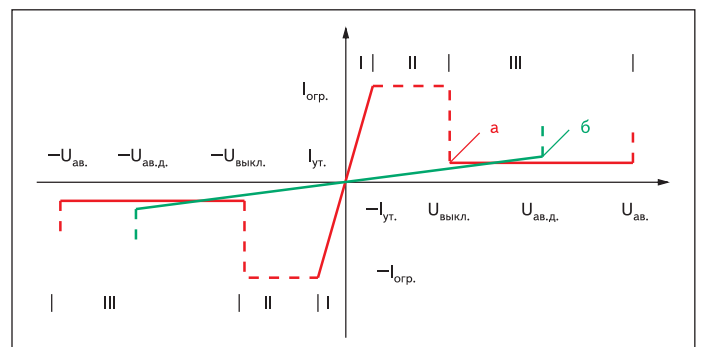


Рис. 3. ВАХ двухвыводного устройства токовой защиты: кривая а — на постоянном токе; кривая б — на переменном токе промышленной частоты при перегрузке

Таблица 1. Электрические параметры микросхем серии К294ХП1 (Т<sub>окр.</sub> = 25 °С)

Наименование параметра	Обозн.	Ед. изм.	Значение			Режим измерения
			К294ХП1А	К294ХП1Б	К294ХП1В	
Аварийное напряжение	U <sub>ав.</sub>		±60	±230	±350	I <sub>выкл.</sub> = ±2 мА
Сопротивление в состоянии «включено»	R <sub>вкл.</sub>	Ом	4	20	50	I <sub>вкл.</sub> = ±1 мА
Допустимое действующее значение тока в состоянии «включено»	I <sub>доп.</sub>	мА	±220	±100	±60	
Пороговое напряжение перехода в режим ограничения тока	U <sub>пор.1</sub>	В	±2,0			I <sub>ср.1</sub> = ±0,2 мА
Пороговое напряжение в состоянии «выключено»	U <sub>пор.2</sub>	В	±0,2			U <sub>пор.2</sub> = ±7 В
Время срабатывания	t <sub>ср.</sub>	мс	0,5			I <sub>выкл.</sub> = ±2 мА
Время восстановления	t <sub>вос.</sub>	с	0,1			
Допустимая мощность рассеяния	P <sub>доп.</sub>	Вт	0,18			
Допустимая импульсная мощность рассеяния	P <sub>доп.имп.</sub>	Вт	0,45			t = 1 с
Диапазон рабочих температур	T <sub>окр.</sub>	°С	-10...-85			

характеристики (участок I на кривой а рис. 3) двухвыводного устройства защиты практически линеен для постоянного тока или переменного тока звуковой частоты. Вносимое в линию устройством защиты сопротивление складывается из сопротивления микросхемы во включенном состоянии R<sub>вкл.</sub> и сопротивления внешнего токозадающего резистора R<sub>огр.</sub>

Если в результате роста тока в линии падение напряжения на резисторе R<sub>огр.</sub> станет равным пороговому значению U<sub>пор.1</sub>, ИМТЗ, оставаясь во включенном состоянии, переходит в режим ограничения тока (участок II на на кривой а рис. 3). Величина тока срабатывания I<sub>ср1</sub> и тока, потребляемого входом 3 микросхемы для поддержания такого режима, не превышает 200 мкА.

Требуемая величина тока ограничения I<sub>огр.</sub> задается внешним резистором R<sub>огр.</sub>, сопротивление которого рассчитывается по формуле:

$$R_{огр.} = U_{пор.1} / I_{огр.} \quad (1)$$

При выборе режима работы устройства защиты следует учитывать, что в нормальных условиях ИМТЗ длительное время может рассеивать мощность P<sub>доп.</sub> не более 0,18 Вт. Для борьбы с достаточно мощными кратковременными помехами или сбоями на защищаемой линии величина допустимой мощности рассеяния микросхемы P<sub>доп.имп.</sub> может быть увеличена до 0,45 Вт при длительности импульса перегрузки не более 1 с.

После перехода устройства защиты в режим ограничения тока дальнейшее развитие аварийной ситуации на линии может привести к тому, что величина постоянного напряжения или действующего значения переменного напряжения на входе 1 микросхемы превысит пороговое значение U<sub>пор.2</sub>. В этом случае ИМТЗ переходит в высокоомное (выключенное) состояние, характеризующееся микроамперными токами утечки I<sub>ут.</sub> (участок III на на кривой а рис. 3). В зависимости от ожидаемой величины постоянного аварийного напряжения U<sub>ав.</sub> или действующего значения переменного аварийного напряжения U<sub>ав.(д.)</sub> выбирается оптимальный по электрическим характеристикам типоминимал микросхемы (табл. 1). Величина потребляемого входом 1

тока срабатывания I<sub>ср.2</sub>, при котором начнется переход микросхемы в высокоомное состояние, составляет всего несколько сотен микроампер. Однако для надежного отключения линии необходимо, чтобы внешний токозадающий элемент (в качестве этого элемента может выступать резистор, конденсатор или специальный источник тока) обеспечивал поддерживающий выключенное состояние ток I<sub>выкл.</sub> через вход 1 микросхемы на уровне нескольких миллиампер. Вход 1 имеет характеристику стабилитрона. При этом, устанавливая режим работы микросхемы, необходимо проверить, не превысит ли рассеиваемая ею мощность допустимую.

$$P_{рас.} = I_{выкл.} U_{пор.2} + I_{ут.} U_{ав.(д.)} + I_{ср.1} U_{пор.1} \leq P_{доп.} \quad (2)$$

Если требуемая величина постоянного напряжения или действующего значения переменного напряжения U<sub>выкл.</sub>, при котором двухвыводное устройство защиты переходит в выключенное состояние, задается резистором R<sub>выкл.</sub>, то его величина может быть рассчитана по следующей формуле:

$$R_{выкл.} = (U_{выкл.} - U_{пор.2}) / I_{ср.2} \quad (3)$$

Следует отметить, что время срабатывания (переход из включенного состояния в выключенное) составляет всего несколько сотен микросекунд, а время восстановления (переход из высокоомного состояния в низкоомное) занимает время, измеряемое уже долями секунды. Благодаря этой особенности микросхемы, при воздействии на электрическую линию высокого напряжения промышленной частоты с действующим значением более U<sub>выкл.</sub> двухвыводное устройство защиты как бы «зависает» в высокоомном состоянии, не успевая выключаться при изменении направления тока. При этом его вольт-амперная характеристика приобретает вид, представленный на на кривой б рис. 3.

Впервые интегральную микросхему токовой защиты серии К294ХП1 применили специалисты петербургского НПО «Инженеры электросвязи» [5] для защиты АТС от контакта линий проводной связи с промышленными электросетями в случае аварии [6]. На рис. 4 представлена функциональная схема модуля кроссовой защиты, построен-

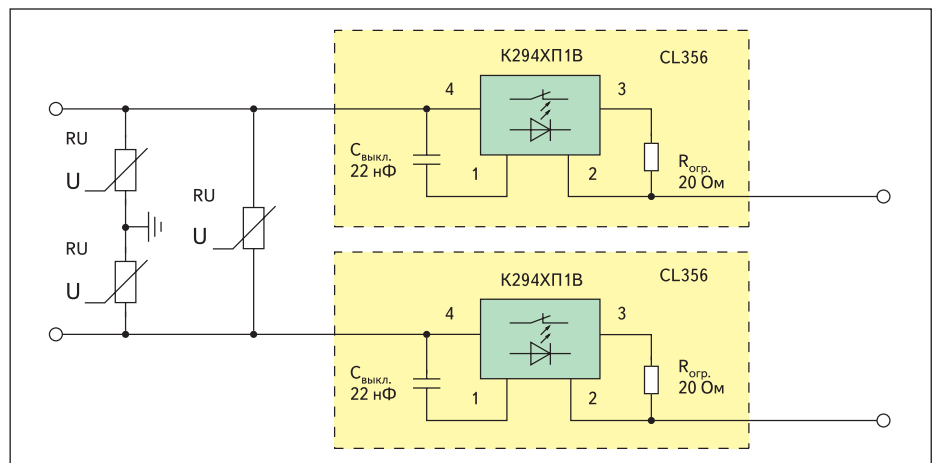


Рис. 4. Функциональная схема кроссовой защиты

Таблица 2. Электрические параметры микросборки CL356 (Т<sub>окр.</sub> = 25 °С)

Наименование параметра	Обозн.	Ед. изм.	Значение			Режим измерения
			мин.	тип.	макс.	
Сопротивление в состоянии «включено»	R <sub>вкл.</sub>	Ом		60	70	I <sub>вкл.</sub> = ±2 мА
Действующее значение тока в состоянии «включено»	I <sub>доп.</sub>	мА	-50		50	
Ток ограничения в состоянии «включено»	I <sub>огр.2</sub>	мА		70	90	U = ±5 В, t = 1 с
Действующее значение напряжения выключения	U <sub>выкл.</sub>	В	15		30	f = 50 Гц
Время срабатывания	t <sub>ср.</sub>	мс			0,2	U <sub>ав.</sub> = ~220 В, R <sub>л</sub> = 1 кОм
Время восстановления	t <sub>вос.</sub>	с		0,1		
Аварийное напряжение	U <sub>ав.</sub>	В	-350		350	
Действующее значение аварийного напряжения	U <sub>ав.(д.)</sub>	В			~250	
Температура окружающей среды	T <sub>окр.</sub>	°С	-10		85	

ного с применением двухвыводной микросборки CL356 (ее основные электрические параметры приведены в таблице 2).

Благодаря тому, что величина тока срабатывания  $I_{ср.2}$  при котором двухвыводное устройство защиты CL356 переходит в выключенное состояние, задается конденсатором, только перегрузка по переменному напряжению с действующим значением более  $U_{выкл.}$  воспринимается ИМТЗ как авария, а протекание постоянного тока не приводит к отключению линии. Это обеспечило нормальное функционирование модуля кроссовой защиты в режимах, когда рабочие сигналы, такие как «посылка вызова» или «индукторный сброс», могли быть восприняты как перегрузка, и позволило эффективно бороться с аварийными напряжениями промышленной частоты по величине намного ниже уровня срабатывания традиционных элементов защиты.

Надежное ограничение амплитуды тока в линии, высокое быстродействие при срабатывании, отсутствие деградации электрических характеристик после длительного или многократного воздействия аварийного режима стали основой для дальнейшего расширения сфер применения ИМТЗ серии K294ХП1. Например, эффективным оказалось использование описанной микросхемы для защиты цепи управления высокоомной нагрузкой от короткого замыкания. Возможность отдельной настройки ИМТЗ на постоянную и переменную составляющие аварийного тока позволило создать надежную защиту оборудования и персонала от воздействия «блуждающих токов», возникающих из-за индуктивного влияния промышленных электросетей на линии проводной связи. Дополнительные возможности открывают разработчикам аппаратуры интегральные микросхемы

токовой защиты серии K294ХП1 со встроенной аварийной светодиодной индикацией и значительно более низкой величиной вносимого в линию сопротивления. ■

## Литература

1. [www.syntec.orel.ru](http://www.syntec.orel.ru)
2. Курьшев К. Все, что вы хотели узнать о PolySwitch, но боялись спросить // Компоненты и технологии. 2006. № 3.
3. Патент США № 4475012, кл. Н04М 1/31, опубликован 02.10.84.
4. Заявка № 2005106970/09 от 10.03.2005. Устройство защиты от токовых перегрузок. Авторы: Барановский Д. М., Терентьев Д. Е., Федосов В. С.
5. [www.commeng.ru](http://www.commeng.ru)
6. Пашкевич А. Ю., Сергеев А. В. Совместная разработка производителей оборудования связи и компонентов // Техника связи. 2006. № 3.