

ВЫБОР УСТАВОК ИСКРОБЕЗОПАСНОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА ПО ДОПУСТИМЫМ ПАРАМЕТРАМ НАГРУЗКИ

Кравец Е.А., студент; Бершадский И.А., доц., к.т.н.

(Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина)

На современных предприятиях горнодобывающей и химической промышленности из-за применения в технологических процессах взрывоопасных и токсических веществ существуют участки с наличием взрывоопасной среды или есть вероятность появления этой среды в случае аварийной ситуации. Повышение надежности управления технологических процессов взрывоопасных производств является важной задачей при разработке новых технологий и модернизации существующих.

В настоящее время реализация этой задачи возможна с помощью «интеллектуальных» барьеров искробезопасности, особенность которых заключается в наличии дополнительных функций, направленных на: диагностику линий связи и датчика; контроль работоспособности основных блоков барьера; анализ полученных значений с точки зрения искробезопасности; адаптацию к изменениям параметров подключенного оборудования. Благодаря этим функциям повышается надежность в работе устройств взрывоопасных производств, уменьшается человеческий фактор. Недостатком использования является его настройка по графикам, регламентируемым ГОСТом, в цепи с линейным ограничителем.

С этой целью проведено исследование системы DART в программе Micro-Cap, при использовании которого рассчитываются нужные параметры (табл. 1); нет необходимости в использовании графиков допустимых значений, что значительно снижает уровень погрешности и расширяет область применения «интеллектуальных» устройств искробезопасности. Исследования проведены на примере коммутации активно-индуктивной нагрузки искробезопасного источника питания типа ИПИ-24-3 (номинальное выходное напряжение 24 В, сила номинального выходного тока 3 А) с маркировкой взрывозащиты Ib по ГОСТ 12.2.020-76, выполненного по комбинированной схеме (рис. 1): с токовой отсечкой и с отключением по производной силы тока нагрузки. ИПИ-24-3 состоит из двух функциональных узлов: преобразователя напряжения сети 127...220 В в напряжение постоянного тока 12 В или 24 В и барьера искрозащиты.

Барьер искрозащиты состоит из двух силовых ключей с независимым управлением, обеспечивающим дублирование, шунта для измерения силы тока нагрузки источника и схемы управления. Для обеспечения требуемого быстродействия при ограничении силы тока на заданном уровне используются две независимые схемы сравнения, которые переводят ключи в линейный режим работы. Ограничение силы тока достигается за счет управления электрическим сопротивлением ключей. Быстродействие схем гарантирует ограничение силы тока в случае короткого замыкания за время 2...3 мкс. Сигнал от шунта подается также на схемы дифференцирования и сравнения, реализующие компараторы. При превышении модулем скорости изменения силы тока нагрузки заданного значения 1 А/мс они воздействуют на соответствующие силовые ключи и разрывают цепь питания нагрузки. Быстродействие схем – не менее 5...7 мкс. Таким образом, при

коммутации цепи нагрузки энергия источника питания почти полностью рассеивается в сопротивлениях силовых ключей и не выделяется в электрическом разряде.

Контроллер переводит барьер во включенное состояние и обеспечивает плавное включение ключей со скоростью изменения силы тока, меньшей, чем порог срабатывания схем сравнения, следит за тепловой нагрузкой ключей, не допуская их перегрева, а также контролирует напряжение на нагрузке. Он может приоритетно отключать силовые ключи и включать их, если нет запрета на это со стороны схем сравнения. Анализируя входные сигналы, контроллер вычисляет мощность тепловой нагрузки силовых ключей и при необходимости отключает их на время паузы.

Расчетная схема цепи барьера искрозащиты показана на рисунке 1. Цепи дублирования и сервисных функций микроконтроллера не показаны, поскольку в коммутации нагрузки они не участвуют. В схеме имеются основной V1 (24 В) и вспомогательные источники напряжения V2 и V3 (5 В) для питания цепей защиты. Транзисторный ключ X3 на полевом MOSFET-транзисторе IRL205_IR представлен корректной SPICE-моделью. Узел токовой защиты моделируется транзистором Q4, компараторы X1 и X2 обеспечивают в течение 4,7 мкс подачу отключающего сигнала на ключ X3.

Нагрузка индуктивностью LН и сопротивлением RН отключается в момент времени s_{br} . Модель разряда в цепи состоит из ключа SW1, управляемого по времени, резистора RD, сопротивление которого отражает динамическую инерционную модель слаботокового разряда [2], и вспомогательной цепи (источника EI и индуктивности LI=1 Гн, рисунок 1). Резистор R0 используется для контроля силы выходного тока источника, а резистор R2 - для устранения коллизий в программе при подключении индуктивности к источнику напряжения.

Исследование показало, что увеличивая ток уставки, можно подключать большую индуктивность, тем самым увеличивая длину линии. На стадии проектирования и разработки целесообразно применять метод бескамерной тепловой оценки искробезопасности схем с требуемыми искробезопасными параметрами, применение которого актуально при сопоставлении различных способов обеспечения искробезопасности, в частности, измерительных органов узлов отключения при коммутации, в том числе источника питания типа ИПИ 24-3.

Таблица 1 - Результаты исследования

$I_{уст}, A$	I, A	R, Ω	$L_{0MAX},$ мкГн	$T, \mu s$	$W, мДж$	$W мДж$	$P_{ср}, Вт$
3.3	4.95	5.5	95	19.5	649	698	13.6
2.5	3.75	6.5	105	20.4	664	679	12.8
2	3	8.65	180	17	738	753	12
1.5	2.25	11.5	290	18	662	714	10.4
1	1.5	17.5	611	19	603	625	8.71
0,5	0,75	35	1900	35,7	474	478	6,28

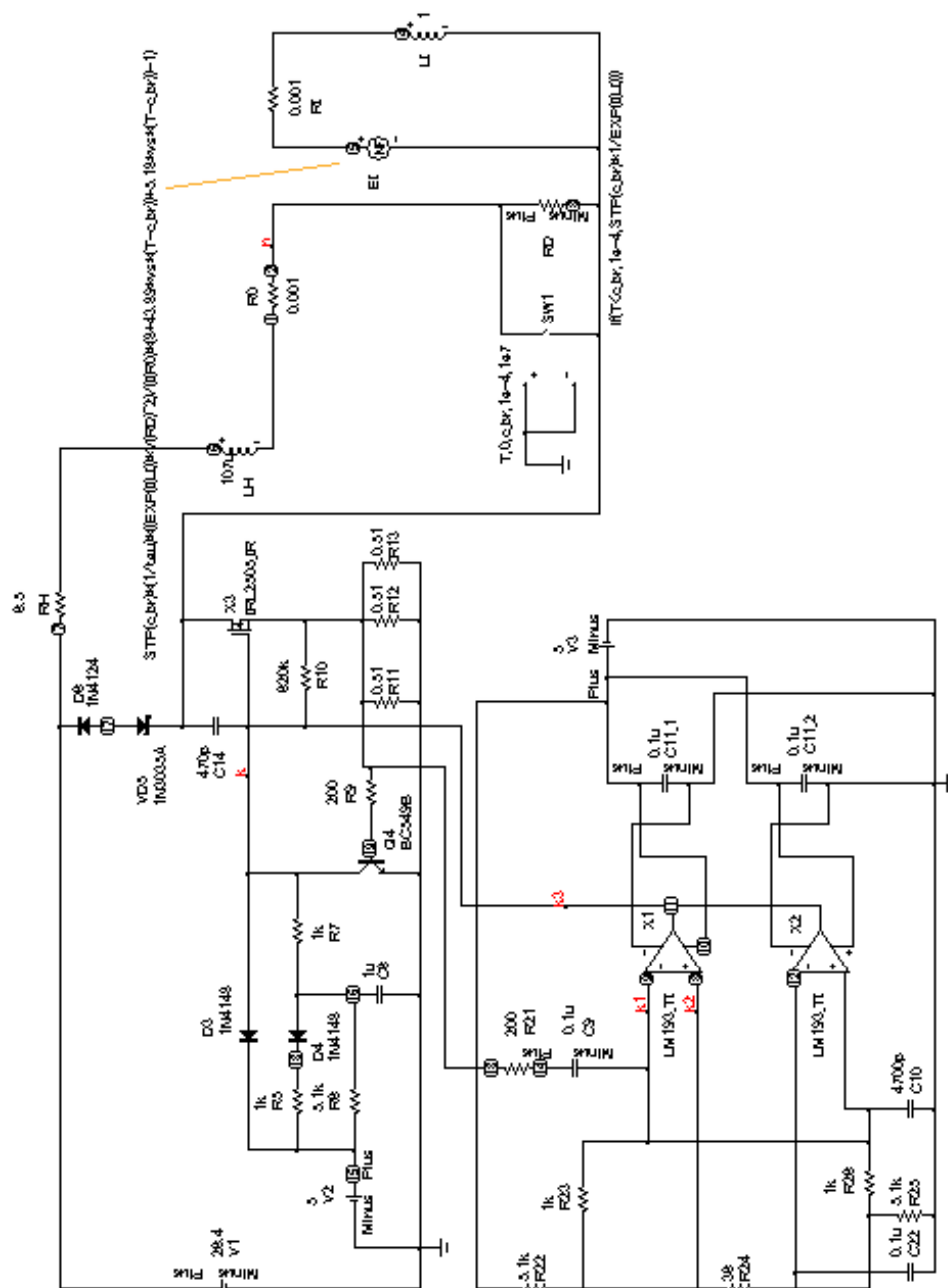


Рисунок 1 – Схема расчетная по разрядам размыкания барьера искрозащиты источника питания типа ИПИ-24-3

Перечень ссылок

- 1.Бершадский И.А., Дубинский А.А. Тестирование метода бескамерной тепловой оценки искробезопасности схемы источника питания // Взрывозащищенное электрооборудование: сб. науч. тр. УкрНИИВЭ. - Донецк: УкрНИИВЭ, 2011.- С.230-240.
- 2.Ковалев А.П. Моделирование параметров разряда и расчетная оценка искробезопасности при размыкании электрической цепи / А.П. Ковалев, И.А. Бершадский, З.М.Иохельсон // Электричество.– 2009.- №11.– С. 62-69.