

## Меры по защите контактов реле от повреждения дуговыми разрядами

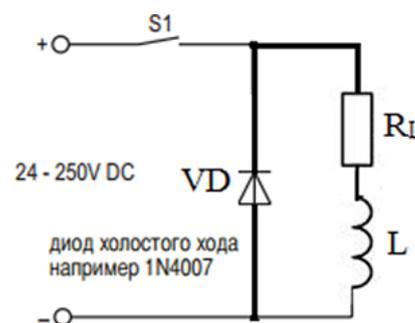
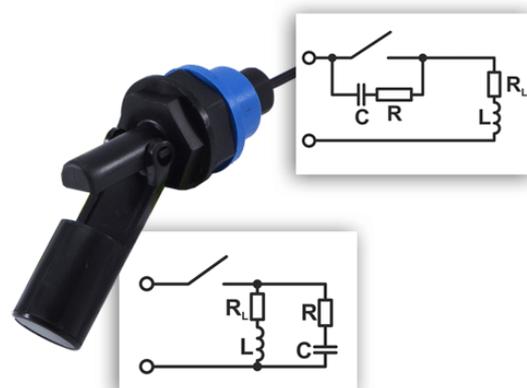
В процессе эксплуатации сигнализаторов уровня, имеющих дискретный (релейный, транзисторный) выход, зачастую подключают индуктивную нагрузку (устройства, имеющие в своём составе катушку индуктивности). Возникновение дуговых разрядов при размыкании таких электрических цепей крайне негативно сказывается на работоспособности контактов реле и выходных каскадов датчиков, уменьшая их срок эксплуатации.

В целях устранения пагубного влияния дуговых разрядов применяются искрогасящие цепи, устанавливаемые параллельно контактам реле или параллельно нагрузке.

Не вдаваясь в физику переходных процессов и причин возникновения дуговых разрядов, рассмотрим наиболее действенные и широко применяемые искрогасящие цепи постоянного и переменного тока.

### Цепи постоянного тока

Кремниевый диод включается параллельно индуктивной нагрузке, при замыкании контактов и в установившемся режиме не оказывает никакого воздействия на работу схемы. При отключении нагрузки возникает напряжение самоиндукции, обратное по полярности рабочему напряжению, диод открывается и шунтирует индуктивную нагрузку. Диоды исключительно эффективно устраняют дуговые разряды и предохраняют контакты реле от обгорания лучше, чем любые другие схемы искрогашения. Такой способ применим и к сигнализаторам с транзисторным выходом.



### Правила выбора обратного диода:

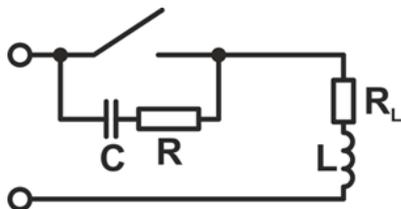
- Рабочий ток и обратное напряжение диода должны быть сравнимы с номинальным напряжением и током нагрузки. Для нагрузок с рабочим напряжением до 250В DC и рабочим током до 5 А вполне подходит распространенный кремниевый диод 1N4007 с обратным напряжением 1000В DC и максимальным импульсным током до 20 А;
- Выводы диода должны быть как можно короче;
- Диод следует припаивать (привинчивать) непосредственно к индуктивной нагрузке, без длинных соединительных проводов – это улучшает ЭМС при процессах коммутации.



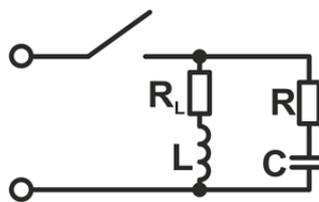
## Цепи переменного и постоянного тока

RC-цепь является наиболее дешёвым и широко применяемым средством защиты цепей как переменного, так и постоянного тока.

В отличие от диодных схем, RC-цепи можно устанавливать как параллельно нагрузке, так и параллельно контактам реле. В некоторых случаях нагрузка физически недоступна для монтажа на ней искрогасящих элементов, и тогда единственным способом защиты контактов остается шунтирование контактов RC-цепями.



RC-цепь, подключаемая параллельно контактам реле



RC-цепь, подключаемая параллельно индуктивной нагрузке

### Расчет RC-цепи, подключаемой параллельно контактам реле:

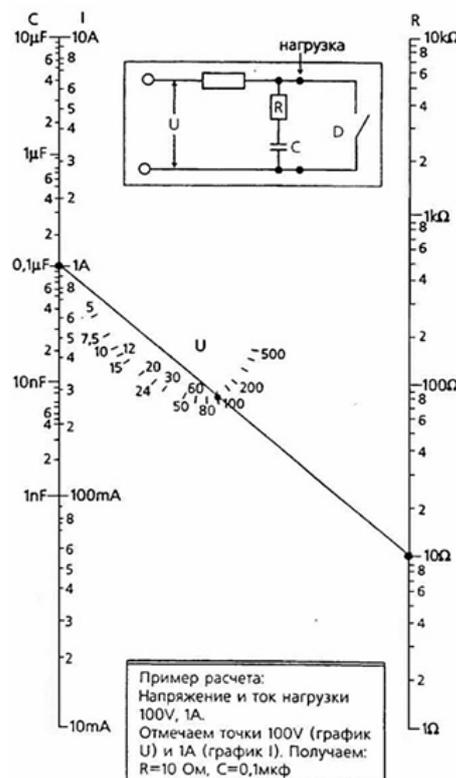
$$C = \frac{I^2}{10} \quad \text{где } C \text{ – ёмкость RC-цепи, мкф}$$

I – рабочий ток нагрузки, А

$$R = \frac{E_0}{10 \times I \times \left(1 + \frac{50}{E_0}\right)} \quad \text{где } R \text{ – сопротивление RC-цепи, Ом}$$

$E_0$  – напряжение на нагрузке, В  
I – рабочий ток нагрузки, А

Проще всего пользоваться универсальной номограммой (на рисунке справа). По известным значениям напряжения источника питания U и тока нагрузки I находят две точки на номограмме, после чего между точками проводится прямая линия, показывающая искомое значение сопротивления R. Значение емкости C отсчитывается по шкале рядом со шкалой тока I. Номограмма дает разработчику достаточно точные данные, при практической реализации схемы необходимо будет подобрать ближайшие стандартные значения для резистора и конденсатора RC-цепи.



### RC-цепь, подключаемая параллельно нагрузке:

Применяется там, где нежелательна или невозможна установка RC-цепи параллельно контактам реле. Для расчета предлагаются следующие ориентировочные значения элементов:

- C = 0,5 ... 1 мкф на 1 А тока нагрузки;
- R = 0,5 ... 1 Ом на 1 В напряжения на нагрузке или
- R = 50... 100% от сопротивления нагрузки.

Приведенные значения R и C не являются оптимальными. Если требуется максимально полная защита контактов и реализация максимального ресурса реле, то необходимо провести эксперимент и опытным путем подобрать резистор и конденсатор, наблюдая переходные процессы с помощью осциллографа.

Для защиты выходных транзисторных каскадов сигнализаторов RC-цепь подключают параллельно нагрузке.

