

При сильных помехах в окружающей среде мы рекомендуем получать все аналоговые сигналы через дифференциальный усилитель относительно вспомогательной земли (SEMİKRON: AUX-GND). Оставшиеся помехи должны фильтроваться НЧ фильтрами.

Другие рекомендации к применению SKiPPACK драйверов даны в справочных данных SEMİKRON [264].

### **3.6 Режимы неисправностей и защита**

#### **3.6.1 Типы неисправностей**

Компоненты, используемые в силовой технике, должны быть защищены от перегрузок в любом рабочем состоянии – т.е. они должны быть защищены от выхода из области безопасной работы (SOA), приведенной в справочных данных. Выход из SOA вызовет повреждение и, следовательно, уменьшит срок службы компонента. В худшем случае, компонент мгновенно выйдет из строя. Поэтому очень важно первоначально определить критические состояния и неисправности, и впоследствии на них соответствующим образом реагировать.

Пояснения в этом разделе относятся в основном к IGBT, но также могут применяться и к силовым MOSFET по аналогии. Специальные замечания к MOSFET приводятся отдельно.

#### *Неисправности, связанные с токами*

Такие неисправности происходят из-за токов коллектора-/стока, которые превышают стандартные рабочие значения в определенных устройствах из-за ошибок в управлении или нагрузке.

Они могут привести к повреждению силовых полупроводников следующим образом:

- температурное разрушение при высоких рассеиваемых мощностях,
- динамический пробой,
- статическое или динамическое запираение,
- перенапряжения из-за перегрузок по току.

Различаются по следующим токовым неисправностям:

#### **Перегрузка по току**

Особенности:

- низкая  $di/dt$  тока коллектора (в зависимости от индуктивности нагрузки и управляющего напряжения),
- ток перегрузки проходит через источник питания,
- транзистор переходит в режим насыщения,

Причины:

- уменьшенный импеданс нагрузки,
- ошибка в управлении инвертором,

## Ток при коротком замыкании

Особенности:

- очень резкий ток коллектора  $di/dt$ ,
- ток перегрузки проходит через источник питания,
- транзистор не переходит в режим насыщения,

Причины:

- замыкание плеча (case 1 на рис.3.50)
  - + испорчен ключ
  - + неверные импульсы драйвера для ключей моста
- замыкание в нагрузке (case 2 на рис.3.50)
  - + испорчена изоляция
  - + ошибки оператора (неправильное подключение проводов и т.д.)

## Перегрузка по току через общий провод (case 3 на рис.3.50)

Особенности:

- ток коллектора  $di/dt$  зависит от индуктивности земли и управляющего напряжения
- неисправная цепь земли не закрывается через источник питания
- насыщение транзистора зависит от значения сбойного тока

Причины:

- соединение между проводником под напряжением и потенциалом земли (пробой изоляции или ошибки оператора)

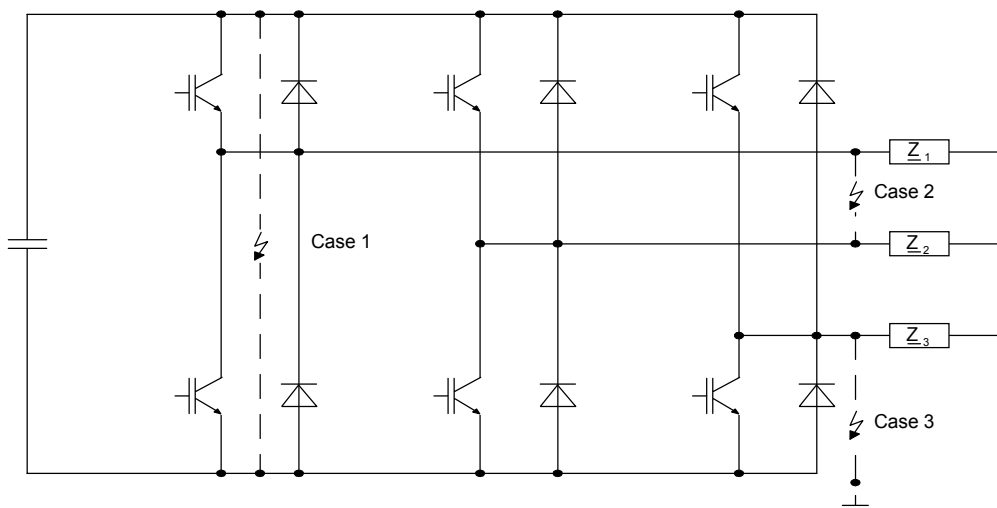


Рис.3.50 Неисправности, связанные с токами

## Перенапряжения

Мы говорим об опасных перенапряжениях, вызванных превышением напряжений пробоя силовых полупроводников. Это относится к транзисторам, а также к диодам.

По отношению к IGBT и MOSFET перенапряжения могут произойти между коллектором и эмиттером (или стоком и истоком) – т.е. между основными выводами – а также между затвором и эмиттером (или затвором и истоком) - т.е. между выводами управления.

Причины перенапряжений между основными выводами:

На рис.3.51 показаны различные типы перенапряжений между основными выводами силовых полупроводников на примере цепи коммутации

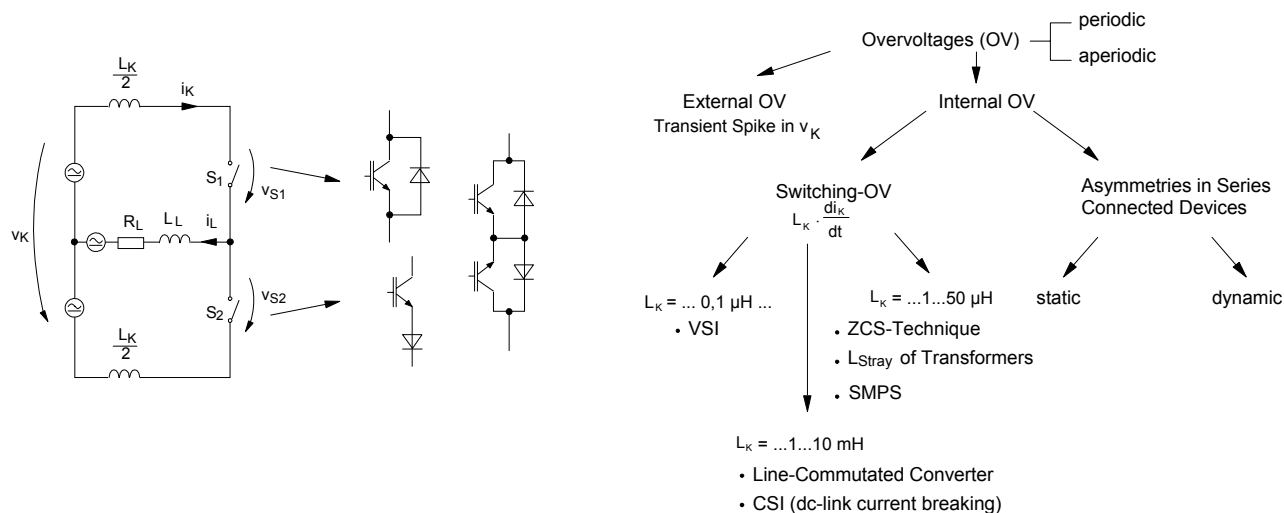


Рис.3.51 Типы перенапряжений

Перенапряжения в цепи коммутации можно по принципу разделить на внешние и внутренние.

В этом отношении внешние перенапряжения можно понимать как переходное возрастание подаваемого коммутационного напряжения  $v_K$ . Это может произойти, например, в сети постоянного напряжения электрического сцепления. Возросшие постоянные напряжения силовой части рассматриваются таким же образом (вызванные напр. активной обратной связью нагрузки или ошибками управления импульсными выпрямителями).

Следующие процессы типичны для возникновения перенапряжений при коммутации:

- активное выключение тока нагрузки  $i_L$  активными элементами ключей S1 и S2 при нормальной работе преобразователя:

В большинстве применений SMPS (ИБП) индуктивность  $L_K$  из-за паразитной индуктивности трансформаторов может составлять 10 – 100 мкГн.

- $di/dt$  обратного восстановления при пассивном выключении (обратное восстановление) быстрых диодов в преобразователях с жесткой коммутацией или с ZCS:

по принципу работы, в ZCS-преобразователях может возрасти индуктивность коммутации в пределах 10 мкГн (см.п.3.8)