



ТРАНЗИСТОРНЫЕ ОПТОПАРЫ

10.1. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ, ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ, ПРИМЕНЕНИЕ

Транзисторная оптопара выполняется с фотоприемным элементом на основе фототранзистора. Как правило, в оптопарах используются фототранзисторы со структурой *n-p-n* на основе кремния, чувствительные к излучению с длиной волны около 1 мкм. Излучателями служат обычно арсенидогаллиевые диоды или диоды на тройном соединении, максимум спектрального излучения которых лежит вблизи области наибольшей чувствительности фототранзистора. Излучательный диод конструктивно расположен так, что большая часть света направляется на базовую область фототранзистора. Так же как и в других оптопарах, излучатель и приемник изолированы друг от друга оптически прозрачной средой.

При отсутствии излучения в цепи коллектора фототранзистора, включенного по схеме с общим эмиттером, протекает обратный (темновой) ток, аналогичный по происхождению и характеристикам току в обычных биполярных транзисторах.

Обратный темновой ток сильно зависит от температуры. При повышении температуры на 10°C он примерно удваивается. Для уменьшения темнового тока между выводами базы и эмиттера фототранзистора включается внешний резистор с сопротивлением 0,1—1,0 МОм.

При облучении в базовой области генерируются пары электрон—дырка. Электроны вытягиваются из базы в сторону положительно заряженного коллектора, а дырки остаются в базе и создают положительный заряд. Это эквивалентно возникновению отпирающего тока базы транзистора, вследствие чего ток коллектора также увеличивается. Соотношение между токами базы и коллектора следующее:

$$I_{\text{вых}} = h_{21Э} I_{\text{ф.б.}}$$

где $h_{21Э}$ — коэффициент передачи тока базы транзистора; $I_{\text{вых}}$ — выходной ток в цепи коллектора; $I_{\text{ф.б.}}$ — генерированный излучением фототок в базе фототранзистора.

Таким образом, фототранзистор обладает внутренним усилением фототока.

Основные параметры и характеристики входной цепи транзисторной оптопары аналогичны параметрам диодных оптопар, так как в них используются сходные излучатели. Выходные характеристики существенно отличаются от аналогичных характеристик диодных оптопар. Зависимость коэффициента передачи тока от входного тока отклоняется от линейной, причем тем больше, чем больше входной ток и чем выше усилительные свойства фототранзистора. Температурная зависимость коэффициента передачи тока имеет параболический вид с максимумом, соответствующим температуре +20°C. Существенное повышение коэффициента передачи тока достигается у оптопар с составными фототранзисторами. Однако при этом значительно снижается быстродействие прибора и ухудшается температурная стабильность. Транзисторные оптопары имеют сильную зависимость времени спада выходного сигнала от сопротивлений эмиттер—база и нагрузки, которое в интервале реальных сопротивлений изменяется примерно в 5 раз. Температурная зависимость тока утечки на выходе фототранзистора при постоянном выходном напряжении и $I_{\text{вх}}=0$ — линейная и в диапазоне положительных температур изменяется на два—три порядка.

Специфическими для транзисторных оптопар являются следующие параметры:

выходное остаточное напряжение $U_{\text{ост}}$ — напряжение на выходных выводах оптопары при открытом фототранзисторе;

ток утечки на выходе $I_{\text{ут.вых}}$ — ток, протекающий в выходной цепи закрытого фототранзистора при приложенном выходном напряжении;

максимальная средняя рассеиваемая мощность $P_{\text{срmax}}$ — мощность, при которой обеспечивается заданная надежность оптопары при длительной работе;

максимальный выходной ток $I_{\text{выхmax}}$ — ток фототранзистора, при котором обеспечивается заданная надежность при длительной работе;

максимальный выходной импульсный ток $I_{\text{вых.импmax}}$ фототранзистора в оптопаре;

максимальное коммутируемое напряжение на выходе $U_{\text{компmax}}$ транзисторной оптопары;

время нарастания выходного сигнала $t_{\text{нр}}$ — интервал времени, в течение которого напряжение на выходе оптопары изменяется от 0,9 до 0,1 максимального значения;

время спада выходного сигнала $t_{\text{сп}}$ — интервал времени, в течение которого напряжение на выходе изменяется от 0,1 до 0,9 максимального значения;

время включения $t_{\text{вкл}}$ — интервал времени между моментами нарастания входного сигнала до уровня 0,1 и спада выходного напряжения транзисторной оптопары до уровня 0,1 максимального значения;

время выключения $t_{\text{выкл}}$ — интервал времени между моментами спада входного сигнала до уровня 0,9 и нарастания выходного напряжения транзисторной оптопары до уровня 0,9 максимального значения.

Так же как и для других оптопар, даются параметры, характеризующие изоляцию выходной цепи от входной.

Транзисторные оптопары находят преимущественное применение в аналоговых и ключевых коммутаторах сигналов, схемах согласования датчиков с измерительными блоками, гальванической развязки в линиях связи, оптоэлектронных реле, коммутирующих большие токи.