

Основные электрические характеристики оптоэлектронных коммутаторов серии К294КП.

В современной электронной технике всё более широкое распространение получает новый тип твердотельных реле – оптоэлектронные коммутаторы на МОП транзисторах, успешное использование которых в системах связи и автоматики вытесняет электромагнитные реле из их традиционных областей применения.

В настоящее время номенклатура выпускаемых приборов выросла на столько, что разработчики релейных схем имеют весьма широкие возможности по выбору компонентов как зарубежного, так и отечественного производства, наиболее полно отвечающих требованиям, предъявляемым при создании различных видов аппаратуры. При этом, знание основных характеристик прибора и физических принципов, определяющих его параметры, может быть весьма полезно.

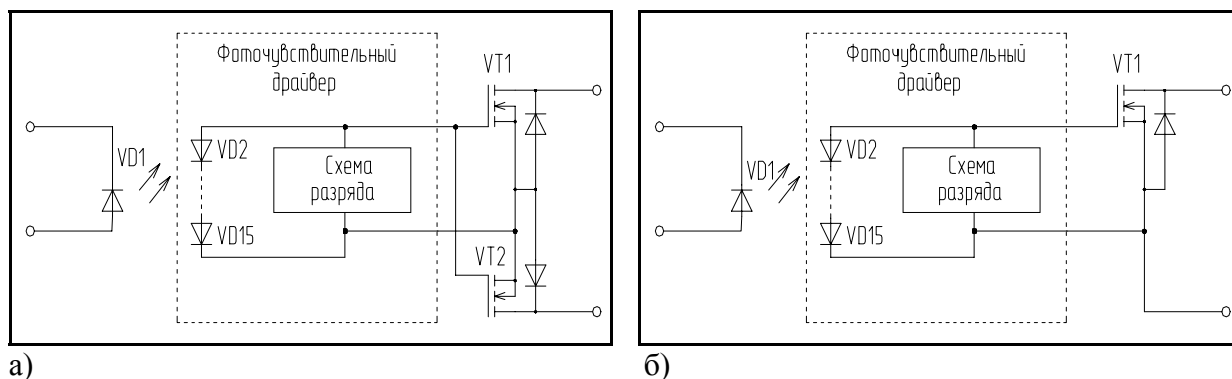
Рассмотрим более подробно основные электрические и эксплуатационные характеристики оптоэлектронных коммутаторов на примере нескольких типов микросхем, входящих в состав серии К294КП, с которой читатели журнала уже имели возможность познакомиться (см. «Схемотехника» №№1,3 2001г.).

Как правило, техническая информация доступная потребителям содержит значения параметров, гарантированные изготовителем при приемке и поставке, для температуры окружающей среды $25^{\circ}\text{C}\pm 10\%$. В таблице 1 приведены такие параметры для оптоэлектронных коммутаторов постоянного тока К294КП1АПЗ, К294КП1ВПЗ, а также для микросхем К294КП2АПЗ, К294КП2ВПЗ, способных коммутировать как постоянный, так и переменный токи.

Таблица 1

Прямое входное напряжение, $U_{\text{вх.}}$, В (при входном токе $I_{\text{вх.}}=10\text{мА}$)	1,2
Прямой входной ток включения, $I_{\text{вх. вкл.}}$, мА ($T_{\text{окр. ср.}}=-40\dots+85^{\circ}\text{C}$)	5
Максимальное прямое входное напряжение выключения, $U_{\text{вх. выкл.}}$, В	0,8
Переменное выходное напряжение коммутации, $U_{\text{ком.}\rightarrow}$, В, для	
К294КП2АПЗ	60
К294КП2ВПЗ	400
Постоянное выходное напряжение коммутации, $U_{\text{ком.}\rightarrow}$, В, для	
К294КП1АПЗ	60
К294КП1ВПЗ	400
Максимальный постоянный выходной коммутируемый ток, $I_{\text{ком.}}$, А, для	
К294КП2АПЗ	2,0
К294КП2ВПЗ	0,45
К294КП1АПЗ	2,5
К294КП1ВПЗ	0,6
Максимальное выходное сопротивление во включенном состоянии, $R_{\text{вых. м.}}$, Ом, для	
К294КП2АПЗ	0,2
К294КП2ВПЗ	4,0
К294КП1АПЗ	0,1
К294КП1ВПЗ	2,0
Выходная ёмкость, $C_{\text{вых.}}$, пФ, при коммутируемом напряжении $U_{\text{ком.}}=60\text{В}$	500
Время включения, $t_{\text{вкл.}}$, мс ($U_{\text{ком.}}=60\text{В}$)	4
Время выключения, $t_{\text{выкл.}}$, мс ($U_{\text{ком.}}=60\text{В}$)	1
Сопротивление изоляции вход-выход, $R_{\text{из.}}$, ГОм	100
Напряжение изоляции вход-выход, $U_{\text{из.}}$, В ($t=1\text{мин.}$)	3000
Максимальный прямой входной ток, $I_{\text{вх. м.}}$, мА	25
Кратковременный импульсный прямой входной ток, $I_{\text{вх. имп.}}$, мА (длительность импульса $t=100\text{мкс}$)	150
Максимальное обратное входное напряжение, $U_{\text{вх. обр.}}$, В	3,5
Выходной ток утечки в состоянии выключено, $I_{\text{ут.}}$, мкА	0,1
Максимальная постоянная рассеиваемая мощность, $P_{\text{рас. max}}$, Вт, для	
К294КП2АПЗ, К294КП2ВПЗ	1,43
К294КП1АПЗ, К294КП1ВПЗ	1,11
Тепловое сопротивление кристалл - окружающая среда, $R_{\text{т. кр.-ср.}}$, $^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$, для	
К294КП2АПЗ, К294КП2ВПЗ	70
К294КП1АПЗ, К294КП1ВПЗ	90
Максимально допустимая температура перехода, $T_{\text{п. max}}$, $^{\circ}\text{C}$	125
Рабочая температура окружающей среды, $T_{\text{окр. ср.}}$, $^{\circ}\text{C}$	минус 45 – плюс 85
Температура хранения, $^{\circ}\text{C}$	минус 45 – плюс 125

Оптоэлектронный коммутатор является гибридной интегральной схемой состоящей из кристаллов: светодиода, фоточувствительного драйвера и ДМОП транзисторов. Структурные схемы этих приборов представлены на рис. 1. Пара встречно включенных ДМОП транзисторов обеспечивает низкие выходные токи утечки прибора в состоянии выключено при любой полярности приложенного напряжения.



VD1 – светодиод; VD2 – VD15 – фотодиод; VT1, VT2 – ДМОП транзистор.

Рис. 1 – Структурная схема оптоэлектронного коммутатора.

а) переменного и постоянного тока; б) постоянного тока.

Светодиод, изготовленный на арсенидгалиевой гетероструктуре типа GaAs/Ga_{0,8}Al_{0,2}As, при подаче на вход прибора управляющего сигнала излучает свет в инфракрасном диапазоне спектра. Такой тип светодиода используется во всех приборах серии К294КП, что и определяет их унифицированные входные характеристики, представленные на рис. 2. Следует сразу же оговориться, что все типовые зависимости, рассматриваемые в настоящей статье, приведены для случаев малого или кратковременного импульсного входного и выходного сигналов, исключаящих саморазогрев прибора выделяемой мощностью при протекании тока.

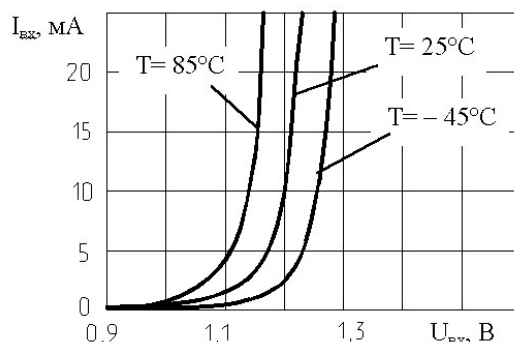


Рис. 2 – Входные характеристики оптоэлектронных коммутаторов серии К294КП.

Световой поток, излучаемый светодиодом, попадает в оптический канал, сформированный из прозрачного для инфракрасного излучения компаунда, имеющего высокое пробивное напряжение (свыше 20кВ/мм). Канал длиной 0,5...3мм позволяет обеспечить надёжную гальваническую изоляцию входных и выходных цепей оптоэлектронного коммутатора. Пройдя через оптический канал, световой поток освещает фоточувствительный драйвер, состоящий из 14 последовательно соединённых фотодиодов и схемы разряда. Генерируемое драйвером фотоэдс подаётся на затворы ДМОП транзисторов, что приводит к изменению состояния на выходе прибора с выключенного на включенное. Зависимость выходного сопротивления рассматриваемых оптоэлектронных коммутаторов от входного тока представлена на рис. 3.

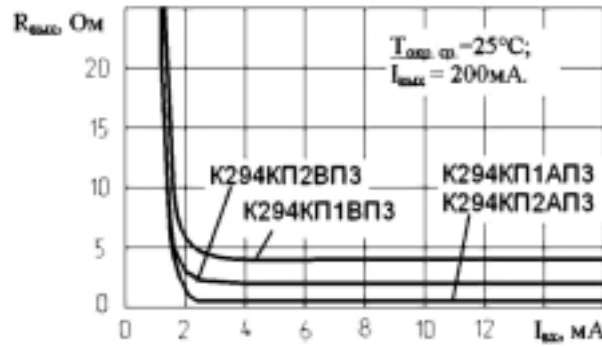


Рис. 3 – Зависимость выходного сопротивления от входного тока.

Эффективность преобразования входного тока светодиода в фототок цепочки фотодиодов довольно низкая. Входная ёмкость ДМОП транзисторов, составляющая сотни пикофард, заряжается током величиной всего лишь несколько микроампер, что и объясняет невысокое по сравнению с традиционными транзисторными и тиристорными оптронами быстродействие оптоэлектронных коммутаторов на ДМОП транзисторах. Зависимость времени включения от входного тока для рассматриваемых приборов представлена на рис. 4.

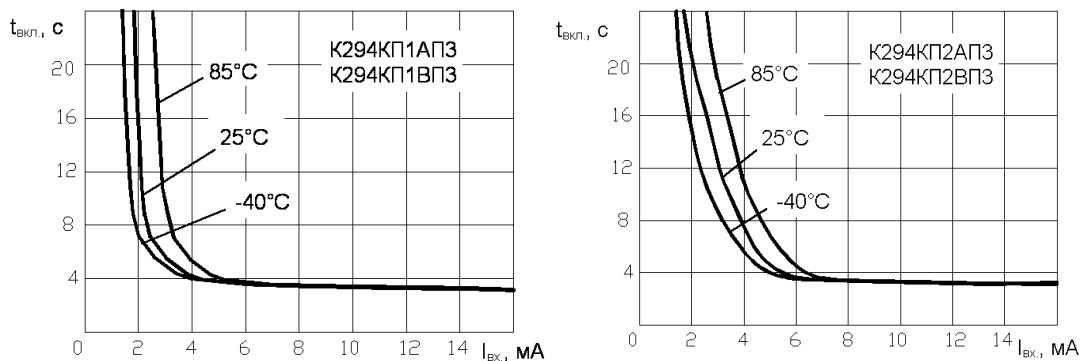


Рис. 4 – Зависимость времени включения от входного тока.

Выключение оптоэлектронного коммутатора осуществляется, входящей в состав фоточувствительного драйвера, специальной схемой разряда, которая обеспечивает быстрый разряд входной ёмкости ДМОП транзисторов после того, как через входной светодиод перестаёт протекать прямой ток. Благодаря этой схеме время выключения не превышает 1 мс во всем рабочем диапазоне температур и не зависит от входного тока.

Выходные зависимости оптоэлектронных коммутаторов полностью определяются типом используемых ДМОП транзисторов, которые обладают высокой степенью линейности вольт-амперной характеристики (см. Рис5). В оптоэлектронных коммутаторах переменного тока один из ДМОП транзисторов работает в инверсном включении, при котором, включенный в прямом направлении диод сток-исток, шунтирует сопротивление канала. Этим объясняется уменьшение дифференциального сопротивления микросхемы K294KP2BP3 при больших выходных напряжениях.

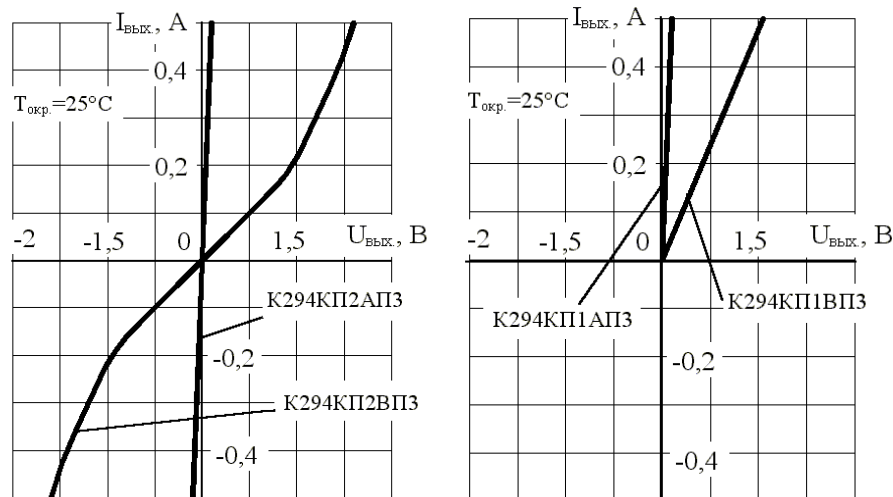


Рис. 5 – Выходные характеристики.

Выходное сопротивление приборов обладает определенной температурной зависимостью, которая в нормированном виде ($N_R = R_{\text{выхT}}/R_{\text{вых25}}$) представлена на рис. 6.

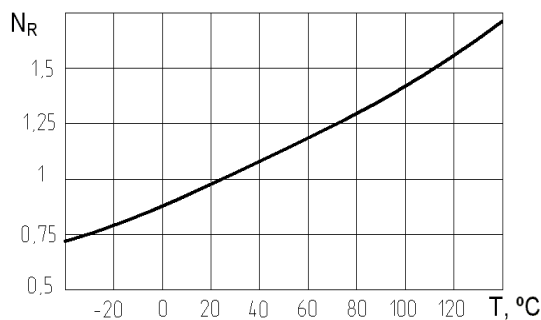


Рис. 6 – Зависимость выходного сопротивления от температуры среды.

Одной из характеристик механического контакта, которую в принципе не могут повторить изделия полупроводниковой электроники, является полное отсутствие тока в разомкнутом состоянии. Рассматриваемые приборы в выключенном состоянии имеют ток утечки, показанный на рис. 7. При проектировании электронной аппаратуры с использованием оптоэлектронных коммутаторов следует учитывать, что выключенным состоянием прибора считается состояние, при котором напряжение на входе меньше 0,8В. Входной ток величиной всего лишь в десятые доли миллиампера вызывает многократное увеличение тока утечки на выходе прибора. Зависимость тока утечки от напряжения, показанная на рис. 7 справедлива при приложении к выходным контактам постоянного напряжения, при коммутации переменного тока может возникать существенная утечка через выходную ёмкость закрытого ДМОП транзистора.

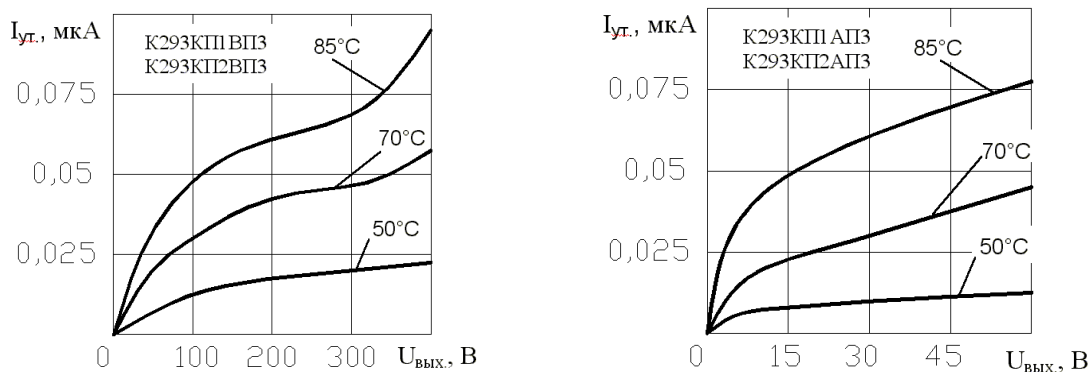


Рис. 7 – Зависимость тока утечки от приложенного напряжения и температуры.

Выбирая оптоэлектронные коммутаторы с наилучшим сочетанием электрических параметров, следует принять во внимание, что с увеличением напряжения пробоя на выходе в выключен-

ном состоянии, выходное сопротивление во включенном состоянии будет так же увеличиваться. Для коммутации постоянного тока эффективней использовать микросхемы К294КП1АПЗ и К294КП1ВПЗ, которые при прочих равных условиях имеют меньшее выходное сопротивление по сравнению с более дорогими оптоэлектронными коммутаторами переменного и постоянного тока К294КП2АПЗ и К294КП2ВПЗ.

Правильному выбору режимов работы оптоэлектронных коммутаторов серии К294КП, более детальному рассмотрению их нагрузочных, динамических, частотных и температурных характеристик будут посвящены публикации в следующих номерах журнала.