

Анатолий Нефедов (г. Москва)

## Новые биполярные и полевые транзисторы

В данной статье рассматриваются новые транзисторы, выпускаемые отечественной промышленностью: биполярные транзисторы с изолированным затвором (БТИЗ, зарубежная аббревиатура — IGBT), а также полевые и биполярные транзисторы.

В табл. 1 представлены электрические параметры БТИЗ.

Транзисторы KE703A предназначены для работы в системах электронного зажигания бензиновых двигателей внутреннего сгорания. Транзисторы 2E802A-5 и KE-802 относятся к пятому поколению БТИЗ и рассчитаны на применение в сетевых источниках питания, преобразователях постоянного и переменного напряжения средней мощности (0,2...5 кВт) (при входном напряжении до 550 В и частоте преобразования до 100 кГц), в электронных балластах

газоразрядных ламп высокого давления, в электронных трансформаторах для питания галогенных ламп, в системах регулируемого электропривода, в источниках бесперебойного питания, в узлах коррекции коэффициента мощности. Транзисторы KE708 и 2E712 могут быть использованы в различных устройствах коммутации и импульсных источниках питания.

В табл. 2 представлены электрические параметры полевых транзисторов с р-п-переходом и МОП типа, с р- или п-каналами.

Маломощные транзисторы 2ПЗ34 отличаются низким ЭДС шума (15 нВ/ ) на частоте 1 кГц и имеют коэффициент шума 5,5 дБ (на частоте 2 МГц). Транзисторы 2П7102, 2П7145 и 2П7172 являются мощными п-канальными приборами с обогащением и встроенными

обратно смещенными диодами, а транзисторы 2П7141 и 2П7144 — р-канальными приборами, предназначенными для использования в источниках вторичного электропитания и преобразовательной аппаратуре.

Транзисторы КП715 и 2П715 имеют специальный металлокерамический корпус с безындуктивными выводами для улучшения динамических параметров. Они выполнены на изоляторе из оксида бериллия, имеющем высокую теплопроводность и характеризуются высокой энергоцикlostойкостью из-за отсутствия «мягких» припоев, широким диапазоном рабочих температур (–60...+150°С) и могут применяться в широкополосных схемах СВЧ и ВЧ преобразователях.

Транзисторы КП7154, 2П7154 разработаны для работы в экстре-

Таблица 1. Электрические параметры биполярных транзисторов с изолированным затвором

Тип прибора	Технология, структура	$P_{Cmax}$ Вт	$U_{O, пор}$ В	$U_{Kmax}$ $U_{KBmax}$ В	$U_{ЭЭmax}$ В	$I_{Kmax}$ $I_{K, и max}$ А	$I_{нэК}$ мА	S, А/В	$r_{кэнас}$ Ом	$t_{вкл}^*$ $t_{выкл}^*$ нс	Корпус	Аналог	
KE703 A	БТИЗ	100	1...2,4*	370	±10	20*	25	10...25 (25 В; 10 А)	0,15	—	КТ-28-2	IRGB14C40L	
KE708 A-5	БТИЗ	—	—	1200	—	50*	—	—	0,056	500; 700*	б/к	—	
Б-5				1000		75*							
В-5				800		100*							
2E712 A	БТИЗ	210	—	800	—	—	1	—	—	300; 250*	КТ-61А	—	
Б				1000			—						2
В				1200			—						5
2E712 A1	БТИЗ	115	—	800	—	—	1	—	—	300; 250*	КТ-57	—	
Б1				1000			—						2
В1				1200			—						5
2E712 A2	БТИЗ	115	—	800	—	—	1	—	—	300; 250*	—	—	
Б2				1000			—						2
В2				1200			—						5
KE802 A	БТИЗ	100	3...6	600	±20	23*; 46**	0,25	3,1 (100 В; 12 А)	0,12	1500	КТ-9	IRG4BC30W	
Б										600			
В										300			
Г										150			
2E802 A-5	БТИЗ	50	3...6	600	±20	23*	0,25	—	0,12	—	б/к	IRG4DC30	

Таблица 2. Электрические параметры полевых транзисторов

Тип прибора	Технология, структура	$P_{\text{Сmax}}$ Вт	$U_0, U^*_{\text{пор}}$ В	$U_{\text{СИmax}}$ В	$U_{\text{ЗИmax}}$ В	$I^*_{\text{Сmax}}$ С, и max А	$I^*_{\text{Снач}}$ С, и max А	S, А/В	$C_{\text{вх}}$ $C^*_{\text{пр}}$ $C^*_{\text{вых}}$ пФ	$r_{\text{СИотк}}$ Ом	$t^*_{\text{вкл}}$ $t^*_{\text{выкл}}$ нс	Корпус	Аналог	
2П334А1/ПМ	с р-п переходом	0,2	-(0,3...8)	25	30	—	—	0,005	—	—	—	КТ-1	—	
Б1/ПМ								0,07						
2П7102Д	пМОП, с диодом	150	2...4*	60	±20	45; 200*	0,25*	i15 (25 В; 31 А)	2500; 1200**	0,028	130; 150*	КТ-97В	IRFZ44	
2П7141Б	рМОП, с диодом	200	-2...-4*	-100	±20	35; 122*	0,025	i10 (-25 В; 21 А)	3650; 1000**	0,08	35; 160*	КТ-97С	IRF5210	
2П7144А	рМОП, с диодом	150	-2...-4*	-100	±20	19; 72*	0,01*	i6,2 (-30 В; 11 А)	2000; 200* 820**	0,2	16; 34*	КТ-97В	IRF9540	
2П7145А1/ИМ	пМОП, с диодом	150	2...4*	200	±20	27; 108*	0,25*	i12 (25 В; 18 А)	5500; 1100*	0,085	140; 190*	КТ-97С	—	
Б1/ИМ	пМОП, с диодом	150	2...4*	200	±20	25; 100*	0,25*	i10 (25 В; 18 А)	5500; 1100*	0,1	140; 190*	—	—	
КП(2П)715А	ДМОП	—	—	600	—	75	—	—	—	0,08	—	—	—	
Б				1200		50				0,3				
КП(2П)7154АС	—	875	—	1200	±25	50; 100*	—	—	—	—	—	—	—	
БС				800		60; 120*								—
ВС				600		75; 150*								—
2П7161А-5	ДМОП, п-канал, с диодом	—	2...4*	30	±20	35	0,1	—	—	0,006	—	—	—	
Б-5				60		46				0,008				
2П7165А-5	ДМОП, р-канал, с диодом	—	—	-30	±20	3	0,25	—	—	0,05	—	б/к	—	
Б-5														-0,7   ...   -2,2
В-5														-0,7   ...   -1
Г-5														-1   ...   -1,3
Д-5														-1,3   ...   -1,6
Е-5														-1,6   ...   -1,9
2П7167А-5	ДМОП, р-канал, с диодом	—	—	-200	±20	3	0,25	—	—	0,2	—	—	—	
Б-5														-0,7   ...   -1
В-5														-1   ...   -1,3
Г-5														-1,3   ...   -1,6
Д-5														-1,6   ...   -1,9
Е-5														-1,9   ...   -2,2
2П7172А	пМОП, с диодом	125	2...4,5*	100	±20	30; 120*	0,25*	i14 (25 В; 20 А)	—	0,05	—	КТ-97В	—	
КП7173А	пМОП	70	3...4,5*	600	±30	4	—	—	—	2	—	КТ-28-2	STP4NK60Z	
КП778А	пМОП	190	2...4*	200	±20	30	—	12 (50 В; 12 А)	—	0,085	—	КТ-43	IRFP250	
Б				200		25				0,12			STN33N20	
В				250		23				0,14			BUZ350	

мальных условиях (при высоких перепадах температуры, в космосе, в условиях высокого электромагнитного воздействия) и предназначены для преобразователей

напряжения и широкополосных устройств.

Бескорпусные транзисторы 2П7161 А5/В5 с обратным диодом имеют низкое сопротивление

«сток-исток» в открытом состоянии (соответственно, 0,006 и 0,008 Ом), возможность параллельного включения и предназначены для работы в качестве силовых ключей вторич-

Таблица 3. Электрические параметры кремниевых биполярных транзисторов

Тип прибора	Структура	$P_{К\max}$ Вт	$f_{гр}$ МГц	$U_{КБО\max}$ $U_{КЭР\max}^*$ $U^{**}$ $U_{КЭО\max}$	$U_{ЭВО\max}$ В	$I_{К\max}$ А	$I_{КБО}$ $I_{КЭР}^*$ мкА	$h_{21э}$	$r_{КЭнас}$ Ом	Корпус	Аналог
КТ222АС	п-р-п, сдвоенный	—	200	60	—	0,001	—	225	—	б/к	DI4044
БС			100					100			DI4045
ВС			200					200			DI4878
КТ742А-5	п-р-п	60		700; 600*	9	1	400	6...38	—	б/к	—
Б-5				600; 500*				5...40			—
КТ8164А	п-р-п	75	4	700; 400**	9	4	100	8...40	0,12	КТ-28-2	MJD13005
В				600; 300**							TD13004
КТ8170А9	п-р-п	40	4	700; 400**	9	1,5	100*	8...40	0,33	КТ-89 (ТО-252)	MJE13003, BUD43B
Б9				600; 300**							MJE13002
КТ8224А-5	п-р-п	65	—	1500; 700**	5	10	J1000	3,5...10 (5 В; 1 А)	0,2	б/к	—
КТ8296А	п-р-п	10	—	40; 30*	5	3	100	60...120	0,17	КТ-27 (ТО-126)	KSD882
Б								100...200			SD882Q
В								160...320			2SD882P
Г								200...400			2SD882R
КТ8297А	р-п-р	10	—	30*	5	3	100	60...120	0,17	КТ-27 (ТО-126)	KSB772
Б								100...200			—
В								160...320			BD330
Г								200...400			KSB772
КТ8301А-5	п-р-п	30		160*	5	10	100*	i100	0,05	б/к	—
КТ837А1	п-п-р	25	i1	80; 60*	15	7,5	150	10...40 (5 В; 2 А)	0,8	КТ-92 (ТО-251)	KSH2955I
Б1								20...80 (5 В; 2 А)			
В1								50...150 (5 В; 2 А)			
Г1								—			
Д1				10...40 (5 В; 2 А)	0,3						
Е1				20...80 (5 В; 2 А)							
И1				50...150 (5 В; 2 А)							
К1				10...40 (5 В; 2 А)							
Л1				20...80 (5 В; 2 А)	0,25						
М1				50...150 (5 В; 2 А)							
Н1				10...40 (5 В; 2 А)	0,8						
П1				20...80 (5 В; 2 А)							
С1				50...150 (5 В; 2 А)	0,3						
У1				10...40 (5 В; 2 А)							
Ф1				20...80 (5 В; 2 А)	0,25						
Х1				50...150 (5 В; 2 А)							
	100; 80*	i20 (5 В; 2 А)									
КТ-939А1	п-р-п	4	2500	30; 30**	3,5	0,4	1000	40...200 (12 В; 0,2 А)	—	КТ-16А-2	2SC1262
Б1			1500				2000	20...200 (12 В; 0,2 А)			
В1			2400				1000	40...200 (12 В; 0,2 А)			

ных источников электропитания и в системах синхронного выпрямления.

Бескорпусные полевые транзисторы с обратным диодом 2П7165 и 2П7167 имеют низкое сопротивление «сток-исток» в открытом состоянии (соответственно, 0,05 и 0,2 Ом), возможность параллельного включения.

Транзисторы 2П829 имеют малое сопротивление «сток-исток» в открытом состоянии (0,003...1,2 Ом) и предназначены для использования в источниках питания и преобразователях.

В табл. 3 представлены электрические параметры биполярных транзисторов.

Бескорпусные приборы КТ222 представляют собой согласованную пару транзисторов с отношением статических коэффициентов усиления  $h_{21э1}/h_{21э2} = 0,8...1,25$  и разностью прямых падений напряжения на переходах эмиттер-база ( $U_{БЭ1} - U_{БЭ2}$ ) = 3...10 мВ. Они предназначены для применения в схе-

мах дифференциальных или операционных усилителей и в других каскадах, где требуется идентичность параметров двух транзисторов.

Транзисторы КТ742, КТ8164, КТ8170, КТ8224А-5 предназначены для применения в оконечных каскадах строчной развертки телевизоров и высоковольтных источников питания, а комплектарные транзисторы КТ8296 и КТ8297 — для схем с дополнительной симметрией со структурами п-р-п и р-п-р в линейных переключаемых и усилительных схемах.

Транзисторы КТ8301А-5 и КТ837 предназначены для применения в низкочастотных усилительных и переключательных устройствах, а транзисторы КТ939 — в высокочастотных усилителях класса А с повышенными требованиями к линейности.

Обозначения электрических параметров, принятые в таблицах:  $P_{Сmax}$  и  $P_{Кmax}$  — максимальная

мощность рассеяния на стоке и коллекторе соответственно;  $U_{Симax}$ ,  $U_{КЭmax}$ ,  $U_{КБmax}$  — максимально допустимые напряжения «сток-исток», «коллектор-эмиттер», «коллектор-база»;  $U_{ЭЭmax}$ ,  $U_{Зимax}$ ,  $U_{ЭБmax}$  — максимальные напряжения «затвор-эмиттер», «затвор-исток», «эмиттер-база»;  $U_{КЭРmax}$ ,  $U_{КЭОmax}$  — максимальные напряжения между коллектором и эмиттером при сопротивлении в цепи «база-эмиттер» и разомкнутой цепи базы;  $I_{Сmax}$ ,  $I_{С, u, max}$ ,  $I_{Кmax}$ ,  $I_{К, u, max}$  — максимальные постоянные и импульсные токи стока и коллектора;  $I_{Снач}$ ,  $I_{Сост}$  — начальный и остаточный токи стока;  $I_{КБ0}$ ,  $I_{КЭР}$  — обратные токи «коллектор-база» и «коллектор-эмиттер» при сопротивлении в цепи базы;  $S$  — крутизна характеристики;  $h_{21э}$  — коэффициент усиления;  $r_{Синac}$  — сопротивление сток-исток в открытом состоянии;  $r_{КЭнас}$  — сопротивление насыщения «коллектор-эмиттер»;  $t_{вкл}$ ,  $t_{выкл}$  — время включения и выключения. ■

## Издательство «СОЛОН-ПРЕСС» представляет

Впервые обобщены и развиты обширные исследования по теории и применению лавинных транзисторов и тиристоров. Выполнен анализ их управляемых статических характеристик. Описаны физические механизмы их сверхбыстрого переключения в условиях ограниченного расширения области объемного заряда (ООЗ). Оценены предельные возможности приборов. Особое внимание уделено фундаментальным основам построения схем и развитию схемотехники этих приборов. Описаны сотни схем

и их применение в новых и в перспективных областях науки и техники: высокоскоростных линиях связи, измерительных устройствах, приборах ядерной и физической электроники, лазерных дальномерах и локаторах, видеоимпульсных радаров, георадаров, оптических и импульсных рефлектометров и др. Для научных работников, инженеров, аспирантов и студентов вузов и университетов научного и технического профиля, а также для подготовленных радиолюбителей.



**Наложенным платежом цена — 420 руб.**

### КАК КУПИТЬ КНИГУ

Заказ оформляется одним из двух способов:

1. Пошлите открытку или письмо по адресу: 123242, Москва, а/я 20.

2. Оформите заказ на сайте [www.solon-press.ru](http://www.solon-press.ru) в разделе «Книга-почтой» или «Интернет-магазин».

Бесплатно высылается каталог издательства по почте.

При оформлении заказа полностью укажите адрес, а также фамилию, имя и отчество получателя.

Желательно указать дополнительно телефон и адрес электронной почты. С полным перечнем и описанием книг можно ознакомиться на сайте

[www.solon-press.ru](http://www.solon-press.ru)

по ссылке

<http://www.solon-press.ru/kat.doc>

Телефон: (495) 254-44-10, 252-72-03.

Цены для оплаты по почте наложенным платежом действительны до 01.09.2008.