

13

Tranzystory

13.1 Podział

Tranzystory dzieli się ze względu na:

- materiał: **germanowe** i **krzemowe**; germanowe charakteryzują się mniejszymi napięciami na złączach w stanie przewodzenia i większymi prądami zerowymi;
- zasadę działania: **bipolarne** i **unipolarne (polowe)**; unipolarne dzieli się na **złączowe (J-FET)** i z **izolowaną bramką (IG-FET lub MOSFET)**;
- moc dopuszczalną: **małej, średniej i dużej mocy**;
- maksymalną częstotliwość pracy: **małej i wielkiej częstotliwości**.

W ramach powyższych podziałów wyróżnia się tranzystory o specjalnych właściwościach, takie jak tranzystory **niskoszumne**, tranzystory **wysokonapięciowe**, tranzystory **impulsowe** itp.

13.2 Oznaczenia

Oznaczenia stosowane przez CEMI są obecnie zbliżone, a czasem identyczne z oznaczeniami stosowanymi przez wiele firm zagranicznych. Oznaczenie tranzystora składa się z dwóch, trzech lub czterech liter i dwóch lub trzech cyfr (czasem występuje jeszcze litera na końcu) [36].

Pierwsza litera oznacza rodzaj półprzewodnika:

A – german;

B – krzem.

Druga litera oznacza rodzaj tranzystora:

C – tranzystory małej i średniej mocy małej częstotliwości;

D – tranzystory dużej mocy małej częstotliwości;

F – tranzystory małej mocy wielkiej częstotliwości;

S – tranzystory impulsowe małej mocy;

U – tranzystory impulsowe dużej mocy.

Litery trzecia i czwarta są umownym symbolem wytwórcy i mogą być pominięte w oznaczeniu, jeśli transformator ma obudowę i parametry zgodne z charakterystyką Międzynarodowego Stowarzyszenia Naukowego PROELEKTRON.

Litera P+trzy cyfry oznaczają tranzystor do sprzętu powszechnego użytku, litera E+trzy cyfry oznacza tranzystory do układów hybrydowych, a litery YP+dwie cyfry oznaczają tranzystory do zastosowań profesjonalnych. Litera Y może być zastąpiona literami V, W, X lub Z.

Litera R na końcu oznacza, że tranzystor ma odwróconą kolejność wyprowadzeń bazy i emitera.

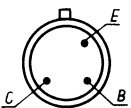
Na obudowie tranzystora oznacza się również tzw. grupę współczynnika wzmocnienia prądowego; mogą to być litery A, B lub C albo cyfry rzymskie (patrz tablice parametrów).

Stare oznaczenie tranzystorów składało się z liter TG (tranzystor germanowy) i jednej lub dwóch cyfr oznaczających typ. W sprzęcie powszechnego użytku spotyka się tranzystory produkcji firm zagranicznych (czechosłowackie, NRD, radzieckie, francuskie, amerykańskie) stosujących inne systemy oznaczeń).

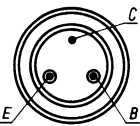
13.3 Parametry

13.3.1 Parametry tranzystorów bipolarnych

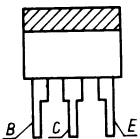
- | | |
|--------------|--|
| C_{CB0} | – pojemność złącza kolektor-baza wpływająca na graniczną częstotliwość pracy tranzystora w układzie wzmacniacza; |
| F | – współczynnik szumów tranzystora; |
| f_T | – częstotliwość graniczna tranzystora, przy której h_{21e} spada do wartości 1; |
| U_{CB0max} | – maksymalne napięcie wsteczne na złączu kolektor-baza przy odłączonym emiterze; |
| U_{CE0max} | – maksymalne napięcie między kolektorem a emiterem przy odłączonej bazie; |
| U_{EB0max} | – maksymalne napięcie wsteczne na złączu emiter-baza przy odłączonym kolektorze; |
| I_{Cmax} | – maksymalny prąd kolektora; |
| P_{tot} | – dopuszczalna moc całkowita wydzielana w tranzystorze; |
| P_{Cmax} | – dopuszczalna moc wydzielana w obszarze kolektora; |
| t_j | – dopuszczalna temperatura złącza; |
| t_{amb} | – zakres temperatur otoczenia, w których tranzystor prawidłowo pracuje; |
| t_{case} | – dopuszczalna temperatura obudowy; |
| h_{21E} | – współczynnik wzmocnienia prądowego dla prądu stałego (statyczny) przy zwartym obwodzie kolektora; |
| h_{21e} | – współczynnik wzmocnienia prądowego dla prądu zmiennego (dynamiczny) przy zwartym obwodzie kolektora; |
| U_{CEsat} | – napięcie między kolektorem a emiterem w stanie nasycenia. |



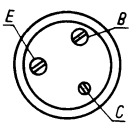
Rys. 13.1. Obudowa typu CE22 [36]



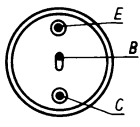
Rys. 13.2. Obudowa tranzystora typu GT402 [9]



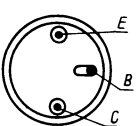
Rys. 13.3. Obudowa tranzystora typu KT315 [9]



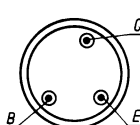
Rys. 13.4. Obudowa tranzystorów typu P213, 216 [9]



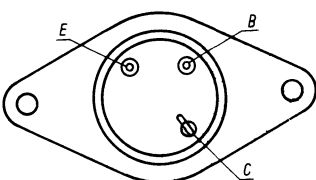
Rys. 13.5. Obudowa tranzystorów MP25 i BF272 [9]



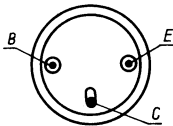
Rys. 13.6. Obudowa tranzystora typu MP25 [9]



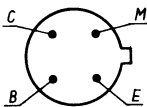
Rys. 13.7. Obudowa tranzystora typu MP25 [9]



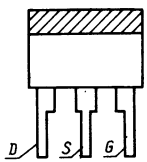
Rys. 13.8. Obudowa tranzystorów typu P213 ÷ 216 [9]



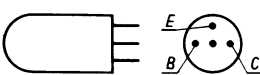
Rys. 13.9. Obudowa tranzystora typu GT402 [9]



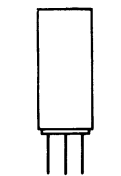
Rys. 13.10. Obudowa tranzystora typu KF521



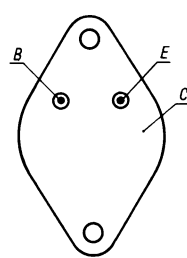
Rys. 13.11. Obudowa tranzystora typu KP103



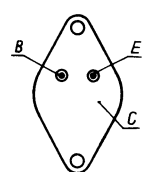
Rys. 13.12. Obudowa tranzystorów typu SFT316, SPT357



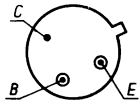
Rys. 13.13. Obudowa tranzystorów typu AC180 i AC181



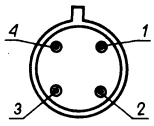
Rys. 13.14. Obudowa typu CE20 [36]



Rys. 13.15. Obudowa typu CE24 [36]



Rys. 13.16. Obudowa typu CE23 [36]



1	2	3	4	
B	E	C	M	BF 214, 215, 167, 173 i radzieckie
E	B	C	M	pozostałe

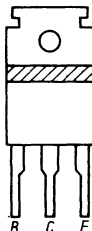
Rys. 13.17. Obudowa typu CE25 [36]

13.3.2 Parametry tranzystorów unipolarnych

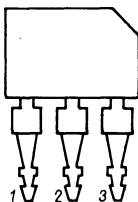
- U_{GSmax} – maksymalne napięcie wsteczne na złączu bramka-dren;
- U_{DSmax} – maksymalne napięcie między źródłem a drenem;
- I_{GSS} – prąd wsteczny bramki;
- U_{GSoff} – napięcie bramka-źródło odcinające przepływ prądu drenu przy określonym napięciu między źródłem a drenem;
- C_{GS} – pojemność wejściowa tranzystora;
- C_{12SS} – pojemność sprzężenia zwrotnego w układzie wspólnego źródła;
- I_{Dmax} – maksymalny prąd drenu.

13.4 Dane techniczne

W tablicach 13.1–13.11 podano dane tranzystorów bipolarnych germanowych i krzemowych produkcji polskiej i zagranicznej; uwzględniono tylko tranzystory przeznaczone do sprzętu powszechnego użytku. Na rysunkach 13.1 ÷ 13.24 pokazano obudowy tych tranzystorów i rozmieszczenie ich wyprowadzeń. W tablicy 13.12 przedstawiono dane techniczne wybranych tranzystorów unipolarnych, a na rys. 13.25 i 13.26 ich obudowy.

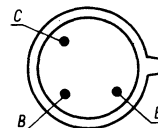


Rys. 13.18. Obudowa typu CE30 [36]

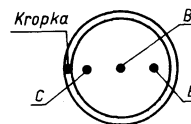


1	2	3	
B	E	C	BE 194 ÷ 197
E	B	C	pozostałe

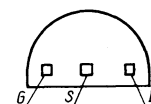
Rys. 13.20. Obudowa typu CE36 [36]



Rys. 13.23. Obudowa tranzystorów TG50 ÷ 55 [38]



Rys. 13.24. Obudowa tranzystorów TG2 ÷ 20 [38]

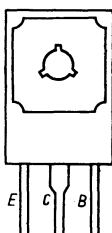


Rys. 13.25. Obudowa tranzystora typu 2SK41

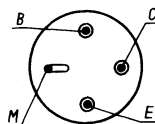


1	2	3	
D	S	G	BE 245
B	E	C	BF 240, 241, 440, 441
E	B	C	pozostałe

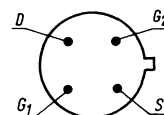
Rys. 13.19. Obudowa typu CE35 [36]



Rys. 13.21. Obudowa typu CE39 [36]



Rys. 13.22. Obudowa tranzystorów TG37 ÷ 41 [38]



Rys. 13.26. Obudowa tranzystora unipolar-neo

Tablica 13.1 Tranzystory krzemowe małej mocy małej częstotliwości produkcji polskiej [36]

Typ	Parametry graniczne					Grupa h_{21E}	Parametry charakterystyczne			Polary- zacja	Obudowa	Zastosowanie
	U_{CE0}	U_{EB0}	U_{CB0}	I_C	P_{tot}		h_{21E} przy $U_{CE} = 5\text{ V}$ $I_C = 2\text{ mA}$	f_T	F przy $U_{CE} = 5\text{ V}$ $I_C = 0,2\text{ mA}$ [dB]			
	[V]	[V]	[V]	[mA]	[mW]			[MHz]				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
BC 107	45	5	50	100	300	A	110 ÷ 240	150	10	n p n	CE22	a
BC 108	20		30			A	110 ÷ 240		10	n p n	CE22	a
	BC 109		20			30	C		400 ÷ 850	4	n p n	CE22
B							200 ÷ 480					
BC 147	45		50			A	110 ÷ 240		10	n p n	CE36	c
BC 148	20		30			B	200 ÷ 480	150	10	n p n	CE36	c
						A	110 ÷ 240					
						C	400 ÷ 850					

Tablica 13.1 cd.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
BC 149	20		30			B	200 ÷ 480		4	<i>npn</i>	CE36	b
						C	400 ÷ 850					
BC 157	45		50			VI	65 ÷ 150		10	<i>pnnp</i>	CE36	c
						A	110 ÷ 240					
BC 158	25		30			VI	65 ÷ 150		10	<i>pnnp</i>	CE36	c
				100	300	A	110 ÷ 240					
						B	200 ÷ 480					
BC 159	20	5	25			A	110 ÷ 240		4	<i>pnnp</i>	CE36	b
						B	200 ÷ 480					
BC 177	45		50			VI	65 ÷ 150		10	<i>pnnp</i>	CE22	c
						A	110 ÷ 240					
						B	200 ÷ 480					
BC 178	25		30			VI	65 ÷ 150		10	<i>pnnp</i>	CE22	c
						A	110 ÷ 240					
						B	200 ÷ 480					
BC 179	20		25			A	110 ÷ 240		4	<i>pnnp</i>	CE22	b
						B	200 ÷ 480					
BC 211	40		80	1000	800	B	40 ÷ 100		—	<i>npn</i>	CE23	e
						10	60 ÷ 160					
						16	100 ÷ 250		50			
BC 211 A	60	5	100	1000	800	16	100 ÷ 250	50	—	<i>npn</i>	CE23	e
BC 237	45	6	45	100	300	A	110 ÷ 240	150	10	<i>npn</i>	CE35	a
						B	200 ÷ 480					
BC 238	20	5	20	100	300	A	110 ÷ 240	150	10	<i>npn</i>	CE35	a
						B	200 ÷ 480					
						C	400 ÷ 850					
BC 239	20	5	20	100	300	B	200 ÷ 480	150	4	<i>npn</i>	CE35	b
						C	400 ÷ 850					
BC 307	45	5	50	100	300	VI	55 ÷ 150	100	10	<i>pnnp</i>	CE35	a
						A	110 ÷ 240					
BC 308	25	5	30	100	300	VI	65 ÷ 150	100	100	<i>pnnp</i>	CE35	a
						A	110 ÷ 240					
						B	200 ÷ 480					
BC 309	20	5	25	100	300	A	110 ÷ 240	100	4	<i>pnnp</i>	CE35	b
						B	200 ÷ 480					
BC 313	40	5	60	1000	800	6	40 ÷ 100	50	—	<i>pnnp</i>	CE23	d
						10	60 ÷ 160					
						16	100 ÷ 250					
BC 337	45	5	50	800	500	10	60 ÷ 160	50	—	<i>npn</i>	CE35	c
						16	100 ÷ 250					
						25	160 ÷ 400					
BC 338	25	5	30	800	500	25	160 ÷ 400	50	—	<i>npn</i>	CE35	c
BC 393	180	6	180	100	400	—	50	50	—	<i>pnnp</i>	CE22	d
BC 413	30	5	45	100	300	B	200 ÷ 480	250	2,5	<i>npn</i>	CE35	b
						C	400 ÷ 850					
BC 414	45	5	50	100	300	C	400 ÷ 850	250	2,5	<i>npn</i>	CE35	c
BC 527	45	5	45	50	300	I	90 ÷ 240	150	10	<i>npn</i>	CE22	c
						II	180 ÷ 480					
						III	360 ÷ 850					
BC 528	20	5	20	50	300	III	360 ÷ 860	150	10	<i>npn</i>	CE22	c
BC 627	45	5	45	50	300	A	180	150	10	<i>npn</i>	CE35	c
						B	290					
						C	520					
BC 628	20	5	20	50	300	C	520	150	10	<i>npn</i>	CE35	c

Uwagi:

a — do stopni wejściowych m.cz.;

b — niskoszumne stopnie m.cz.;

c — stopnie wejściowe i sterujące m.cz.;

d — stopnie sterujące i wyjściowe średniej mocy m.cz.

Tabela 13.1 cd.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
BC 149	20		30			B	200 ÷ 480		4	<i>nnp</i>	CE36	b
						C	400 ÷ 850					
BC 157	45		50			VI	65 ÷ 150	150	10	<i>pnp</i>	CE36	c
						A	110 ÷ 240					
BC 158	25		30			VI	65 ÷ 150		10	<i>pnp</i>	CE36	c
				100	300	A	110 ÷ 240					
						B	200 ÷ 480					
BC 159	20	5	25			A	110 ÷ 240		4	<i>pnp</i>	CE36	b
						B	200 ÷ 480					
BC 177	45		50			VI	65 ÷ 150		10	<i>pnp</i>	CE22	c
						A	110 ÷ 240					
						B	200 ÷ 480					
BC 178	25		30			VI	65 ÷ 150	100	10	<i>pnp</i>	CE22	c
						A	110 ÷ 240					
						B	200 ÷ 480					
BC 179	20		25			A	110 ÷ 240		4	<i>pnp</i>	CE22	b
						B	200 ÷ 480					
BC 211	40		80	1000	800	B	40 ÷ 100		—	<i>nnp</i>	CE23	e
						10	60 ÷ 160	50				
						16	100 ÷ 250					
BC 211 A	60	5	100	1000	800	16	100 ÷ 250	50	—	<i>nnp</i>	CE23	e
BC 237	45	6	45	100	300	A	110 ÷ 240	150	10	<i>nnp</i>	CE35	a
						B	200 ÷ 480					
BC 238	20	5	20	100	300	A	110 ÷ 240	150	10	<i>nnp</i>	CE35	a
						B	200 ÷ 480					
						C	400 ÷ 850					
BC 239	20	5	20	100	300	B	200 ÷ 480	150	4	<i>nnp</i>	CE35	b
						C	400 ÷ 850					
BC 307	45	5	50	100	300	VI	55 ÷ 150	100	10	<i>pnp</i>	CE35	a
						A	110 ÷ 240					
BC 308	25	5	30	100	300	VI	65 ÷ 150	100	100	<i>pnp</i>	CE35	a
						A	110 ÷ 240					
						B	200 ÷ 480					
BC 309	20	5	25	100	300	A	110 ÷ 240	100	4	<i>pnp</i>	CE35	b
						B	200 ÷ 480					
BC 313	40	5	60	1000	800	6	40 ÷ 100	50	—	<i>pnp</i>	CE23	d
						10	60 ÷ 160					
						16	100 ÷ 250					
BC 337	45	5	50	800	500	10	60 ÷ 160	50	—	<i>nnp</i>	CE35	c
						16	100 ÷ 250					
						25	160 ÷ 400					
BC 338	25	5	30	800	500	25	160 ÷ 400	50	—	<i>nnp</i>	CE35	c
BC 393	180	6	180	100	400	—	50	50	—	<i>pnp</i>	CE22	d
BC 413	30	5	45	100	300	B	200 ÷ 480	250	2,5	<i>nnp</i>	CE35	b
						C	400 ÷ 850					
BC 414	45	5	50	100	300	C	400 ÷ 850	250	2,5	<i>nnp</i>	CE35	c
BC 527	45	5	45	50	300	I	90 ÷ 240	150	10	<i>nnp</i>	CE22	c
						II	180 ÷ 480					
						III	360 ÷ 850					
BC 528	20	5	20	50	300	III	360 ÷ 860	150	10	<i>nnp</i>	CE22	c
BC 627	45	5	45	50	300	A	180	150	10	<i>nnp</i>	CE35	c
						B	290					
						C	520					
BC 628	20	5	20	50	300	C	520	150	10	<i>nnp</i>	CE35	c

Uwagi:

a — do stopni wejściowych m.cz.;

b — niskoszumne stopnie m.cz.;

c — stopnie wejściowe i sterujące m.cz.;

d — stopnie sterujące i wyjściowe średniej mocy m.cz.

Tablica 13.2 Tranzystory krzemowe dużej mocy małej częstotliwości produkcji polskiej [18,36]

Typ	Parametry graniczne					Grupa h_{21E}	Parametry charakterystyczne					Polar- yza- cja	Zasto- sowa- nie	Odpowiednik	Obudowa
	U_{CE0} [V]	I_{C0} [V]	U_{EB0} [V]	I_C [A]	P_{tot} [W]		h_{21E}	przy I_C [A]	f_T [MHz]	U_{CE0} [V]	przy I_C/I_B [A/A]				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
BD 135	45	45	5	0,5	6,5	—	60 ÷ 250	0,15	200	0,5	0,5/0,05	<i>npn</i>	b	BD 135 Ses.	CE39
BD 136	45	45		0,5	6,5	—	60 ÷ 250	0,15	150	0,5	0,5/0,05	<i>pnp</i>	b	BD 136 Ses.	CE39
BD 137	60	60		0,5	6,5	—	40 ÷ 160	0,15	200	0,5	0,5/0,05	<i>npn</i>	b	BD 137 Ses.	CE39
BD 138	60	60		0,5	6,5	—	40 ÷ 160	0,15	150	0,5	0,5/0,05	<i>pnp</i>	b	BD 138 Ses.	CE39
BD 139	80	80		0,5	6,5	—	40 ÷ 160	0,15	200	0,5	0,5/0,05	<i>npn</i>	b	BD 139 Ses.	CE39
BD 140	80	80		0,5	6,5	—	40 ÷ 160	0,15	150	0,5	0,5/0,05	<i>pnp</i>	b	BD 140 Ses.	CE39
BD 354	60	40		3	12,5	A	30 ÷ 190	1	10	0,75	2/0,2	<i>npn</i>	a	—	CE24
						B	50 ÷ 150	1							
						C	100 ÷ 300	1							
BD 355	60	40		3	12,5	—	100 ÷ 300	1	10	0,75	2/0,2	<i>pnp</i>	a	—	CE24
BD 643	45	45	5	8	62,5	—	750	3	1	2	3/0,012	<i>npn</i>	a	BD 643 Tfk.	CE30
BD 644	45	45		8	62,5	—	750	3	1	2	3/0,012	<i>pnp</i>	a	BD 644 Tfk.	
BD 645	60	60		8	62,5	—	750	3	1	2	3/0,012	<i>npn</i>	a	BD 645 Tfk.	
BD 646	60	60		8	62,5	—	750	3	1	2	3/0,012	<i>pnp</i>	a	BD 646 Tfk.	
BD 647	80	80		8	62,5	—	750	3	1	2	3/0,012	<i>npn</i>	a	BD 647 Tfk.	
BD 648	80	80		8	62,5	—	750	3	1	2	3/0,012	<i>pnp</i>	a	BD 648 Tfk.	
BD 649	100	100		8	62,5	—	750	3	1	2	3/0,012	<i>npn</i>	a	BD 649 Tfk.	
BD 650	100	100		8	62,5	—	750	3	1	2	3/0,012	<i>pnp</i>	a	BD 650 Tfk.	
BDP 279	30	25		3	7	25	25	1	3	3,5	7/3	<i>npn</i>	c	41500 RCA	
BDP 280	30	25		3	7	25	25	1	8	3,5	7/3	<i>pnp</i>	c	41501 RCA	
BDP 281	40	30	5	7	25	—	30 ÷ 200	3	4	3,5	7/3	<i>npn</i>	c	2N6288 RCA	CE20
BDP 282	40	30		7	25	—	30 ÷ 200	3	10	3,5	7/3	<i>pnp</i>	c	2N6111 RCA	
BDP 283	60	50		7	25	—	30 ÷ 200	2,5	4	3,5	7/3	<i>npn</i>	c	2N6290 RCA	
BDP 284	60	50		7	25	—	30 ÷ 200	2,5	10	3,5	7/3	<i>pnp</i>	c	2N6109 RCA	
BDP 285	80	70		7	25	—	30 ÷ 200	2,5	4	3,5	7/3	<i>npn</i>	c	2N6292 RCA	
BDP 286	80	70		7	25	—	30 ÷ 200	2,5	10	3,5	7/3	<i>pnp</i>	c	2N6107 RCA	
BDP 391	50	40		15	25	—	20 ÷ 150	5	4	1,3	5/0,5	<i>npn</i>	a	2N6486 RCA	
BDP 392	50	40		15	25	—	20 ÷ 150	5	4	1,3	5/0,5	<i>pnp</i>	a	2N6409 RCA	
BDP 393	70	60		15	25	—	20 ÷ 150	5	4	1,3	5/0,5	<i>npn</i>	a	2N6487 RCA	
BDP 394	70	60		15	25	—	20 ÷ 150	5	4	1,3	5/0,5	<i>pnp</i>	a	2N6490 RCA	
BDP 395	90	80	5	15	25	—	20 ÷ 150	5	4	1,3	5/0,5	<i>npn</i>	a	2N6488 RCA	CE20
BDP 396	90	80		15	25	—	20 ÷ 150	5	4	1,3	5/0,5	<i>pnp</i>	a	2N6491 RCA	
BDP 491	50	40		15	25	—	20	5	4	1,3	5/0,5	<i>npn</i>	a	2N6470 RCA	
BDP 492	50	40		15	25	—	20	5	4	1,3	5/0,5	<i>pnp</i>	a	2N6469 RCA	
BDP 493	70	60		15	25	—	20	5	4	1,3	5/0,5	<i>npn</i>	a	2N6471 RCA	
BDP 494	70	60		15	25	—	20	5	4	1,3	5/0,5	<i>pnp</i>	a	2N6246 RCA	
BDP 495	90	80		15	25	—	20	5	4	1,3	5/0,5	<i>npn</i>	a	2N6472 RCA	
BDP 496	90	80		15	25	—	20	5	4	1,3	5/0,5	<i>pnp</i>	a	2N6247 RCA	
BDY 23	60	60		10	6	25	A	15 ÷ 45	2	10	1	2/0,25	<i>npn</i>	c	—
							B	30 ÷ 90							
							C	75 ÷ 180							
BDY 24	100	90	10	6	75	C	75 ÷ 180	2	10	0,6	2/0,25	<i>npn</i>	c	—	
BDY 25	200	140	10	6	25	C	75 ÷ 180	2	10	0,6	2/0,25	<i>npn</i>	c	—	

Uwagi:
a — stopnie mocy, przełączniki mocy;
b — stopnie sterujące średniej mocy;
c — przełączniki mocy, stopnie mocy, stabilizatory;
Sec. — Sescosiem;
Tfk. — Telefunken.

Tablica 13.3 Tranzystory krzemowe wielkiej częstotliwości produkcji polskiej [36]

Typ	Parametry graniczne					Grupa <i>h</i> _{21E}	Parametry charakterystyczne					Polaryzacja	Zastosowanie	Obudowa
	<i>U</i> _{CB0}	<i>U</i> _{CE0}	<i>U</i> _{EB0}	<i>I</i> _C	<i>P</i> _{tot}		<i>h</i> _{21E} przy <i>I</i> _C		<i>f</i> _T	<i>C</i> _{12e} przy <i>U</i> _{CE} (<i>C</i> _{CB0})	<i>U</i> _{CE} (<i>U</i> _{CB})			
	[V]	[V]	[V]	[mA]	[mW]			[mA]	[MHz]	[pF]	[V]			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
BF 167	40	30	4	25	150		25	4	250	0,25	10	npn	a	CE25
BF 173	40	25	4	25	230		40	7	350	0,3	10		a	CE25
BF 180	30	20	3	20	150		15	2	500	0,4	10		e	CE25
BR 181	30	20	3	20	150		20	2	400	0,4	10		e	CE25
BF 182	30	20	3	20	150		10	2	500	0,5	10		e	CE25
BF 183	30	20	3	20	150		10	2	550	0,5	10		e	CE25
BF 194	30	20	4	30	160		67 ÷ 225	1	150	1	10		d	CE36
BR 195	30	20	4	30	160		35 ÷ 125	1	150	1	10		d	CE36
BF 196	40	30	4	25	160		30	4	250	0,3	10		a	CE36
BF 197	40	25	4	25	250		40	7	350	0,35	10		a	CE36
BF 200	30	20	3	20	150		15	2	400	0,4	10		e	CE25
BF 214	30	30	4	30	165		90 ÷ 330	1	250	0,7	10		d	CE25
BF 215	30	30	4	30	165		40 ÷ 165	1	150	0,7	10		d	CE25
BF 240	40	40	4	25	300		67 ÷ 220	1	430	0,34	(10)		d	CE35
BF 241	40	40	4	25	300		36 ÷ 125	1	400	0,34	(10)		d	CE35
BF 257	160	160	5	100	5000		25	30	40	—	—	—	g	CE23
BF 258	250	250	5	100	5000		25	30	40	0,34	(10)	npn	g	CE23
BF 259	300	300	5	100	5000		25	30	40	0,34	(10)	npn	g	CE23
BF 314	30	30	4	25	300		29	4	450	0,13	(10)	npn	d	CE35
BF 414	40	30	4	25	300		30	1	400	—	—	pnp	d	CE35
BF 440	40	40	4	25	300		60 ÷ 220	1	250	0,4	(10)	pnp	d	CE35
BF 441	40	40	4	25	300		30 ÷ 125	1	250	0,4	(10)	pnp	d	CE35
BF 457	160	160	5	100	1200		25	30	60	(4,5)	30	npn	g	CE39
BF 458	250	250	5	100	1200		25	30	60	(4,5)	30	npn	g	CE39
BF 459	300	300	5	100	1200		25	30	60	(4,5)	30	npn	g	CE39
BF 469	250	250	5	30	1250		50	25	660	(1,8)	30	npn	g	CE39
BF 470	250	250	5	30	1250		50	25	660	(1,8)	30	pnp	g	CE39
BF 519	70	50	5	50	300	II	20 ÷ 35	10	150	(8)	(10)	npn	b	CE22
BF 519						III	30 ÷ 90							
						V	70 ÷ 170							
						VI	150							
BF 520	50	50	5	50	300	II	20 ÷ 35	10	150	(8)	(10)	npn	b	CE22
						III	30 ÷ 40							
						V	70 ÷ 170							
BF 521	30	15	5	50	300	II	20 ÷ 75	10	150	(8)	(10)	npn	b	CE22
						III	30 ÷ 90							
						V	70 ÷ 170							
						VI	150							
BF 619	70	50	5	50	300	A	70 ÷ 35	10	150	(6)	(10)	npn	b	CE35
						B	30 ÷ 90							
						C	70 ÷ 170							
						D	150							
BF 620	50	30	5	50	300	D	150	10	150	(6)	(10)	npn	b	CE22
BF 621	30	15	5	50	300	D	150	10	150	(6)	(10)	npn	b	CE22

Uwagi:
a — tor pośredniej częstotliwości TV;
b — uniwersalne;
d — głowice VHF i układy pośredniej częstotliwości AM i FM;
e — wzmacniacze UHF;
g — układy wysokonapięciowe małej mocy.

Tablica 13.4 Tranzystory krzemowe wysokonapięciowe i impulsowe dużej produkcji polskiej [36]

Typ	Parametry graniczne						Parametry charakterystyczne					Polaryzacja	Zastosowanie	Obudowa
	U_{CE0} (U_{CES}) [V]	U_{CE0} [V]	U_{EB0} [V]	I_C [A]	P_{tot} przy t_{amb} (P_C) [W]	t_{amb} [°C]	h_{21E} przy I_C [A]	f_T [MHz]	U_{CEsat} przy I_C/I_B [V]	I_C/I_B [A/A]				
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
BU 204	1300	600	5	2,5	10	90	2	2	7,5	5	2/1	npn	a	CE20
BU 205	1500	700	5	2,5	10	90	2	2	7,5	5	2/1		a	CE20
BU 206	1700	800	5	2,5	10	90	1,8	2	7,5	5	2/1		a	CE20
BU 126	(750)	300	6	3	30	50	15÷60	1	6	10	2,5/0,25		c	CE20
BU 326	(800)	375	6	6	60	50	15	0,6	6	10	2,5/0,25		c	CE20
BU 406	400	200	6	7	60	25	15	—	10	1	5/0,5		a	CE30
BU 407	330	150	6	7	60	25	15	—	10	1	5/0,5		a	CE30
BUYP 52	120	70	5	5	(50)	25	10	0,5	10	0,35	0,5/0,05		b	CE20
BUYP 53	80	50	5	5	(50)	25	20	0,5	10	0,35	0,5/0,05		b	CE20
BUYP 54	40	30	5	5	(50)	25	20	0,5	10	0,35	0,5/0,05		b	CE20

Uwagi:
a — układy odchyłania poziomego w odbiornikach telewizyjnych;
b — układy przełączające mocy, stabilizatory, wzmacniacze mocy;
c — zasilacze impulsowe.

Tablica 13.5 Tranzystory germanowe małej mocy małej częstotliwości [38]

Typ	Parametry graniczne						Parametry charakterystyczne					Polaryzacja	Obudowa	Zastosowanie
	U_{CE0}	U_{CE0}	U_{EB0}	I_C	P_C przy t_{amb}	h_{21E} przy (h_{21E})	I_C (I_E)	f_T	F	Odpowiednik				
	[V]	[V]	[V]	[mA]	[mW]	[°C]	[mA]	[MHz]	[dB]					
TG 2	15	10	10	10	75	25	20÷80	3	0,6	10	OC 71	pnp	rys. 13.24	a
TG 3A	15	10	10	10	75	25	75÷130	3	1	—	OC 75			a
TG 3F	15	10	10	10	75	25	80÷250	1	2	10	AC 171			a
TG 4	15	10	10	10	75	25	20÷50	0,5	0,6	10	OC 71			a
TG 5	30	15	10	10	75	25	25÷80	3	0,6	15	OC 71			a
TG 5E	15	10	10	10	75	25	25÷80	3	0,6	15	OC 71			a
TG 8	60	20	30	10	75	25	(20÷100)	10	0,6	—	T 25			a
TG 50	30	15	10	150	175	25	30÷120	0,5	0,5	—	OC 72		b	
TG 51	60	20	10	150	175	25	(15÷120)	250	0,5	—	OC 77		b	
TG 52	30	15	10	150	175	25	(15÷120)	250	0,5	—	OC 76		rys. 13.23	b
TG 53	15	10	10	150	175	25	30÷120	10	0,5	—	OC 72			b
TG 55	30	15	10	150	175	25	30÷120	10	10	—	OC 72			b
AC 361	15	—	10	100	150	25	6÷300	(1)	2,5	6	—			c

Uwagi:
a — wzmacniacze napięciowe m.cz.;
b — wzmacniacze końcowe małej mocy;
c — wzmacniacze wstępne o niskim poziomie szumów.

Tablica 13.6 Tranzystory germanowe małej mocy wielkiej częstotliwości [38]

Typ	Parametry graniczne					Parametry charakterystyczne				Polary- zacja	Obudowa	Zastoso- wanie	Odpowiedniki
	U_{CB0}	U_{CE0}	U_{EB0}	I_C	P_C (P_m)	h_{21E} (h_{21E})	przy I_C (I_E)	f_T	C_{12} (C_c)				
	[V]	[V]	[V]	[mA]	[mW]		[mA]	[MHz]	[pF]				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
AF 426	20	20	1	10	(50)	30 ÷ 300	1	40	1,5	pnp	rys. 13.17	a	AF 126 Siemens
AF 427	20	20	1	10	(50)	30 ÷ 300	1	40	1,8		rys. 13.17	a	AF 137 Tfk.
AF 428	20	20	1	10	(50)	30 ÷ 300	1	40	2,4		rys. 13.17	a	OC 169 Ph.
AF 429	20	20	1	10	(50)	30 ÷ 300	1	40	2,4		rys. 13.17	a	GF 121 RFT
AF 430	15	15	1	10	(50)	30 ÷ 300	1	40	4		rys. 13.17	a	
AF 514	15	12	0,3	10	50	10	2	150	(3)		rys. 13.17	b	157 T1 Ses.
AF 515	25	15	0,5	10	50	10	2	150	(3)		rys. 13.17	b	AF 102 Ph.
AF 516	25	18	0,3	10	50	12	1		(0,5)		rys. 13.23	c	AF 106 Siemens
ASY 34	15	10	10	200	150	(20 ÷ 200)	10	2	(35)		rys. 13.23	d	ASY 26 Siemens
ASY 35	30	10	20	200	150	(30 ÷ 300)	10	3	(20)		rys. 13.23	d	2N 395 Ses.
ASY 36	30	10	20	200	150	(40 ÷ 300)	10	5	(20)	pnp	rys. 13.23	d	2N 396 Ses.
ASY 37	30	10	20	200	150	(60 ÷ 250)	10	10	(20)		rys. 13.23	d	2N 397 Ses.
TG 10	15	5	6	5	75	20	0,5	3	—		rys. 13.24	e	
TG 20	15	5	6	5	75	20	0,5	7	—		rys. 13.24	e	
TG 37	15	—	0,5	10	50	20	1	40	—		rys. 13.22	e	
TG 38	15	—	0,5	10	50	20	1	20	—		rys. 13.22	e	
TG 39	15	—	0,5	10	50	20	1	20	—		rys. 13.22	e	
TG 40	15	—	0,5	10	50	20	1	40	—		rys. 13.22	e	
TG 41	25	—	0,5	10	50	20	2	150	—		rys. 13.22	c	

Uwagi:
a — wzmacniacz p.cz. AM i FM i wzmacniacze w.cz. AM;
b — wzmacniacze i układy generacyjne w.cz.;
c — wzmacniacze w.cz., mieszacze i oscylatory;
d — układy przełączające średniej szybkości;
e — wzmacniacze p.cz., układy generacyjne;
Ph. — Philips;
Ses. — Sescosem;
Tfk. — Telefunken.

Tablica 13.7 Tranzystory germanowe dużej mocy małej częstotliwości [38]

Typ	Parametry graniczne					Parametry charakterystyczne			Polary- zacja	Obudowa	Odpowied- niki ¹⁾
	U_{CB0} [V]	U_{CE0} [V]	U_{EB0} [V]	I_C [A]	P_C [W]	h_{21E}	przy I_C [A]	f_T [MHz]			
AD365	30	15	10	1,5	5			0,38	pnp	CE24	AD162
AD366	60	30	10	1,5	5			0,38			AD169
ADP670 (TG70)	30	15	10	1,5	10	30 ÷ 200	300	0,1		CE20	AD139
ADP671	20	10	10	1,5	10	30 ÷ 200	300	0,1		CE20	AD155
TG71											
ADP672	60	20	10	1,5	10	30 ÷ 200	300	0,1		CE20	AD139
TG72											

¹⁾ Wszystkie wymienione odpowiedniki są produkowane przez firmę Telefunken.

Tablica 13.8 Tranzystory germanowe dużej mocy produkcji zagranicznej

Typ	Producent	Parametry graniczne				Parametry charakterystyczne		Polaryzacja	Odpowiednik	Obudowa
		U_{CE0} [V]	U_{CB0} [V]	P_C [W]	I_C [A]	f_T [MHz]	h_{21E}			
AC180K	Sescosem	32	32	2,5	1,5	1	50	<i>pn</i> p	AC188 Mistral	rys. 13.13
AC181K	Sescosem	32	32	2,5	1,5	3,5	50	<i>np</i> n	AC187 Mistral	rys. 13.13
AD161	Siemens	20	32	4	3	3	80	<i>np</i> n	–	rys. 13.15
AD162	Siemens	32	32	6	3	1,5	50	<i>pn</i> p	–	rys. 13.15
P213B	ZSRR	40	45	10	5	0,15	20 ÷ 50	<i>pn</i> p	–	rys. 13.4 i rys. 13.8
P214A	ZSRR	55	60	10	5	0,15	50 ÷ 150	<i>pn</i> p	TG70 ¹⁾	
P215	ZSRR	70	80	10	5	0,15	20 ÷ 150	<i>pn</i> p	–	
P216	ZSRR	40	40	24	7,5	0,15	18	<i>pn</i> p	–	

¹⁾ Inna obudowa.**Tablica 13.9** Tranzystory germanowe małej mocy produkcji zagranicznej

Typ	Producent	Parametry graniczne				Parametry charakterystyczne		Polaryzacja	Obudowa nr rys.	Odpowiednik
		U_{CE0} [V]	U_{CB0} [V]	I_C [mA]	P_C [mW]	h_{21E}	f_T [MHz]			
AF106	ATES	15	20	10	60	25	100	<i>pn</i> p	13.17	AF109
AF139	Siemens	15	20	10	60	10	275		13.17	AF239 Mullard
GT402G	ZSRR	25	–	500	600	60 ÷ 150	0,015		13.2, 13.9	–
GT402W	ZSRR	25	–	500	600	30 ÷ 80	0,015		13.2, 13.9	–
GT328W	ZSRR	15	–	10	50	40 ÷ 200	–		13.1	–
MP25A	ZSRR	40	40	400	200	20 ÷ 50	0,2		13.5 ÷ 13.7	–
MP25B	ZSRR	40	40	400	220	30 ÷ 80	0,5		13.5 ÷ 13.7	–
SFT316	RFT	20	20	10	120	–	70		13.12	–
SFT357	RFT	20	20	10	120	–	85		13.12	–

Tablica 13.10 Tranzystory krzemowe małej mocy produkcji zagranicznej

Typ	Producent	Parametry graniczne				Parametry charakterystyczne		Polaryzacja	Obudowa – nr rys.
		U_{CE0} [V]	U_{CB0} [V]	I_C [mA]	P_C [mW]	h_{21E}	f_T [MHz]		
BC208	Fairchild	25	25	100	300	–	150	<i>np</i> n	13.5 13.3 13.3 13.3 13.17
BF272	ATES	45	45	1000	300	–	150		
KT315A	ZSRR	25	–	100	150	20 ÷ 90	–		
KT315B	ZSRR	25	–	100	150	20 ÷ 90	–		
KT315G	ZSRR	35	–	100	150	70 ÷ 350	–		
KT339A	ZSRR	25	40	25	250	25	–		

Tablica 13.11 Tranzystory krzemowe dużej mocy produkcji zagranicznej

Typ	Producent	Parametry graniczne				Parametry charakterystyczne		Polaryzacja	Obudowa – nr rys.	Odpowiednik
		U_{CE0} [V]	U_{CB0} [V]	I_C [A]	P_C [W]	h_{21E}	f_T [MHz]			
KD502	Testa	60	60	20	150	–	2	} npn	13.14	–
2N3055	SGS, Toshiba	100	–	15	115	20 ÷ 70	0,5		13.14	–
2N6292	RCA	80	80	7	16	30 ÷ 150	500			BD589

Tablica 13.12 Tranzystory unipolarne

Typ	Producent	Parametry graniczne					Typ kanału	Obudowa – nr rys.
		$U_{GS\ max}$ ($U_{GD\ max}$) [V]	$U_{DS\ max}$ [V]	P_{max} [mW]	$U_{GS\ off}$ przy $U_{DS} = 10\ V$ i $I_D = 10\ nA$ [V]	C_{GS} (C_{12}) [pF]		
KF521 ¹⁾	Testa	20	20	100	3	–	n	13.26
KP103M	ZSRR	15	10	150	2,8 ÷ 7	20	p	13.11
KP103Ż	ZSRR	17	10	150	0,5 ÷ 2,2	20	p	13.11
2SK41	Sanyo	18	10	200	0,6 ÷ 1,2	(0,5)	n	13.25
BF 245	CEMI	(30)	30	360	0,5 ÷ 8	1,1	n	13.19

¹⁾ Tranzystor z izolowaną bramką.