

PRZYRZĄDY PÓLPRZEWODNIKOWE	NORMA BRANŻOWA	BN-88
	Tranzystory typu BD 644, BD 646, BD 648, BD 650	3375-32/24
		Grupa katalogowa 1923

**1. Przedmiot normy.** Przedmiotem normy są szczególne wymagania dotyczące krzemowych tranzystorów mocy PNP, małej częstotliwości w układzie Darlingtona typu BD 644, BD 646, BD 648, BD 650 wykonanych techniką epitaksjalnej bazy w obudowie plastikowej CE 30/TO-220AB/. Przeznaczone są one do zastosowań w sprzęcie powszechnego użytku oraz w urządzeniach wymagających stosowania elementów o wysokiej i bardzo wysokiej jakości, zgodnie z określeniami wg PN-78/T-01515, a zwłaszcza:

- w stopniach sterujących i końcowych wzmacniaczy mocy m.cz.,
- regulatorach napięcia.

Tranzystory typu BD 644, BD 646, BD 648, BD 650 są komplementarne odpowiednio do tranzystorów BD 643, BD 645, BD 647, BD 649.

Kategoria klimatyczna dla tranzystorów:

- standardowej jakości (poziom jakości I) 40/100/10
- wysokiej jakości (poziom jakości III) 40/100/21
- bardzo wysokiej jakości (poziom jakości IV) 40/100/56

## 2. Przykład oznaczenia tranzystorów

a) standardowej jakości:

TRANZYSTOR BD 644 BN-88/3375-32/24

b) wysokiej jakości:

TRANZYSTOR BD 644/3 BN-88/3375-32/24

c) bardzo wysokiej jakości:

TRANZYSTOR BD 644/4 BN-88/3375-32/24

## 3. Cechowanie tranzystorów powinno zawierać następujące dane:

a) nazwę producenta lub znak fabryczny,

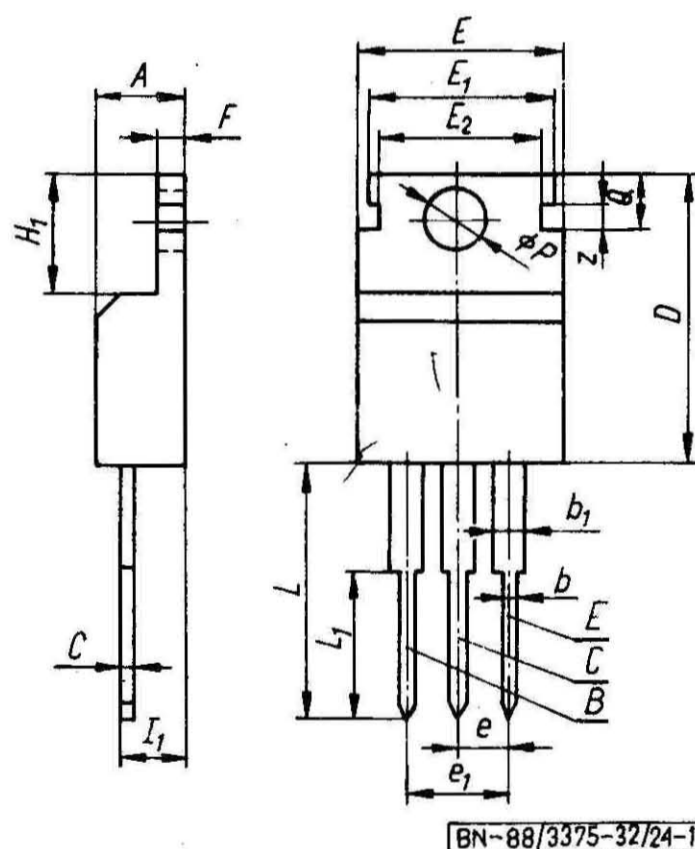
b) oznaczenie typu,

c) oznakowanie dodatkowe dla tranzystorów wysokiej i bardzo wysokiej jakości.

Tranzystory wysokiej jakości powinny być znakowane cyfrą 3, a tranzystory o bardzo wysokiej jakości cyfrą 4, umieszczoną po oznaczeniu typu.

## 4. Wymiary i oznaczenia wyprowadzeń tranzystora i schemat połączeń - wg rys. 1 i tabl. 1 oraz rys. 2.

Oznaczenie obudowy stosowane przez producenta CE 30.

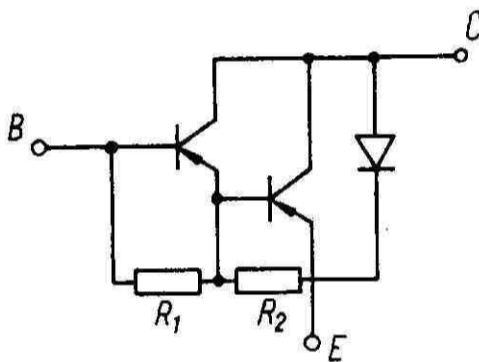


Rys. 1. Obudowa CE 30

Zgłoszona przez Fabrykę Półprzewodników TEWA  
Ustanowiona przez Dyrektora Naukowo-Produkcyjnego Centrum Półprzewodników dnia 29 marca 1988 r.  
jako norma obowiązująca od dnia 1 października 1988 r.  
(Dz. Norm. i Miar nr 9/1988, poz. 23)

Tablica 1. Wymiary obudowy CE 30

Symbol wymiaru	Wymiary mm			Symbol wymiaru	Wymiary mm		
	min	nom	max		min	nom	max
<b>A</b>	4,06	-	4,83	$I_1$	2,16	-	2,92
<b>b</b>	0,64	-	0,89	<b>L</b>	12,7	-	-
$b_1$	1,22	-	1,40	$L_1$	7,62	-	8,89
<b>c</b>	0,38	-	0,43	$\phi P$	3,53	-	3,63
<b>D</b>	14,61	-	15,88	<b>Q</b>	2,54	-	3,05
<b>e</b>	2,03	-	3,05	<b>z</b>	1,02	-	1,52
$e_1$	4,57	-	5,64	<b>E</b>	10,03	-	10,04
<b>F</b>	-	1,27	-	$E_1$	9,20	-	9,40
$H_1$	5,97	-	6,73	$E_2$	7,62	-	8,13



BN-88/3375-32/24-2

typ.  $R_1 = 6k\Omega$   
 Typ.  $R_2 = 100\Omega$

Rys. 2. Schemat połączeń

5. Badania w grupie A, B, C, D - wg BN-80/3375-32/00 p. 5.

6. Wymagania szczegółowe do badań grupy A, B, C i D  
 a) badania podgrupy A1 - sprawdzenie wymiarów **A**, **b**,  $b_1$ , **D**, **e**, (w odległości  $6,45 \pm 6,50$  mm od obudowy) wg rys. 1 i tabl. 1,

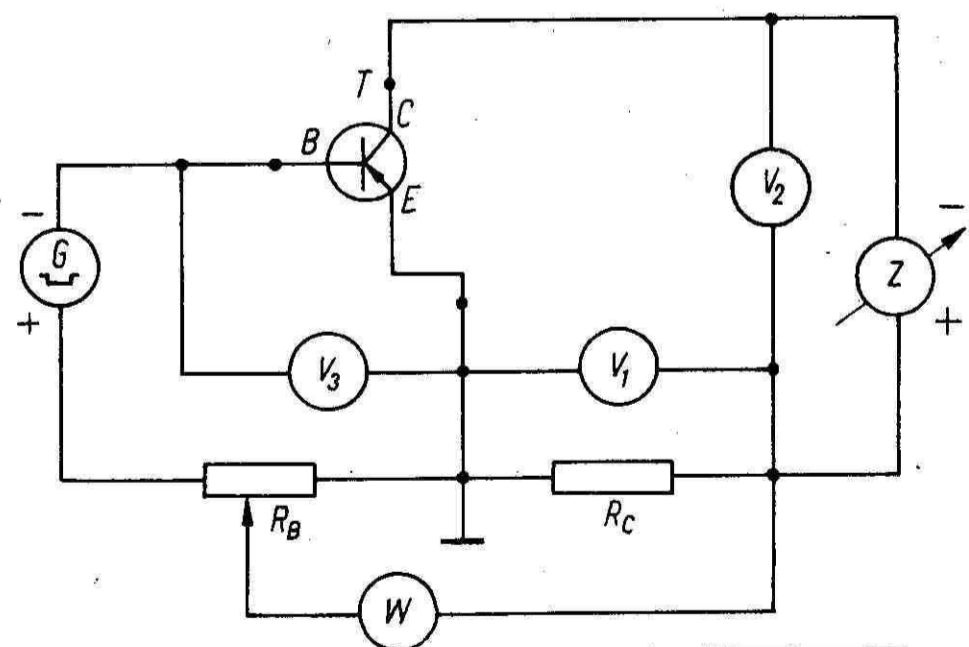
b) badania podgrupy A2 - sprawdzenie podstawowych parametrów elektrycznych wg tabl. 2,

c) badania podgrupy A3 - sprawdzenie drugorzędnych parametrów elektrycznych wg tabl. 3,

d) badania podgrupy A4 - sprawdzenie parametrów elektrycznych w temperaturze  $t_{amb} = 100^\circ C$  (poziom III i IV) wg tabl. 4,

- e) badania podgrupy B, C i D wg tabl. 5,  
 f) parametry elektryczne sprawdzane w czasie i po badaniach grupy B, C i D wg tabl. 6,  
 g) wartość **AQL** dla jakości podstawowej dla podgrupy C2 - 4% dla podgrupy C4 - 2,5%.

7. Pozostałe postanowienia - wg BN-80/3375-32/00.



BN-88/3375-32/24-3

Rys. 3. Układ do pomiaru napięcia  $U_{BE}$  metodą impulsową  
**G** - generator (źródło prądu impulsowego bazy), **T** - mierzony tranzystor, **V<sub>1</sub>** - woltmierz impulsowy napięcia szczytowego, **V<sub>2</sub>** - woltmierz napięcia stałego kolektor-emiter, **V<sub>3</sub>** - woltmierz impulsowy napięcia szczytowego baza-emiter, **W** - wskaźnik równowagi, **Z** - źródło napięcia stałego kolektor-emiter, **R<sub>B</sub>**, **R<sub>C</sub>** - rezystory

Tablica 2. Parametry elektryczne sprawdzane w badaniu podgrupy A2 (poziom I, III, IV)

Lp.	Oznaczenie literowe parametru	Metoda pomiaru wg	Warunki pomiaru	Jednostka	Wartość graniczna								
					BD 644		BD 646		BD 648		BD 650		
					min	max	min	max	min	max	min	max	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	$-I_{CBO}$	PN-74/T-01504/05	$-U_{CB} = 45 \text{ V}$	$\mu\text{A}$	-	200	-	-	-	-	-	-	-
2	$-I_{CBO}$	PN-74/T-01504/05	$-U_{CB} = 60 \text{ V}$	$\mu\text{A}$	-	-	-	200	-	-	-	-	-
3	$-I_{CBO}$	PN-74/T-01504/05	$-U_{CB} = 80 \text{ V}$	$\mu\text{A}$	-	-	-	-	-	200	-	-	-
4	$-I_{CBO}$	PN-74/T-01504/05	$-U_{CB} = 100 \text{ V}$	$\mu\text{A}$	-	-	-	-	-	-	-	-	200
5	$-U_{(BR)CEO}^{1)}$	PN-74/T-01504/07	$-I_C = 0,1 \text{ A}$	V	45	-	60	-	80	-	100	-	-
6	$-U_{(BR)EBO}$	PN-74/T-01504/04	$-I_E = 5 \text{ mA}$	V	5	-	5	-	5	-	5	-	-
7	$h_{21E}^{1)}$	PN-74/T-01504/08	$-I_C = 3 \text{ A}, -U_{CE} = 3 \text{ V}$	-	750	-	750	-	750	-	750	-	-
8	$-U_{BE}^{1)}$	p. 6 rys. 3	$-I_C = 3 \text{ A}, -U_{CE} = 3 \text{ V}$	V	-	2,5	-	2,5	-	2,5	-	2,5	-
9	$-U_{(BR)CBO}$	PN-74/T-01504/04	$-I_C = 200 \mu\text{A}$	V	45	-	60	-	80	-	100	-	-

<sup>1)</sup> Pomiar impulsowy:  $t_p \leq 300 \mu\text{s}$ ,  $\delta \leq 2\%$ .

Tablica 3. Parametry elektryczne sprawdzane w badaniu podgrupy A3 i C2 (poziom I, III, IV)

Lp.	Oznaczenie literowe parametru	Metoda pomiaru wg	Warunki pomiaru	Jednostka	Wartość graniczna							
					BD 644		BD 646		BD 648		BD 650	
					min	max	min	max	min	max	min	max
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	$-U_{CE \text{ sat}}^{1)}$	PN-74/T-01504/06	$-I_C = 3 \text{ A}, -I_B = 12 \text{ mA}$	V	-	2	-	2	-	2	-	2
2	$-U_{BE \text{ sat}}^{1)}$	PN-74/T-01504/06	$-I_C = 3 \text{ A}, -I_B = 12 \text{ mA}$	V	-	2,5	-	2,5	-	2,5	-	2,5
3	$C_{CBO}$	PN-74/T-01504/22	$-U_{CB} = 10 \text{ V}, -I_E = 0$ $f = 1 \text{ MHz}$	pF	-	100	-	100	-	100	-	100
4	$f_T$	PN-74/T-01504/24	$-I_C = 3 \text{ A}, -U_{CE} = 3 \text{ V}$ $f = 1 \text{ MHz}$	MHz	1	-	1	-	1	-	1	-

1) Pomiar impulsowy:  $t_p \leq 300 \mu\text{s}$ ;  $\delta \leq 2\%$ .

Tablica 4. Parametry elektryczne sprawdzane w badaniu podgrupy A4 (poziom III i IV)

Lp.	Oznaczenie literowe parametru	Metoda pomiaru wg	Warunki pomiaru	Jednostka	Wartości graniczne										
					BD 644		BD 646		BD 648		BD 650				
					min	max	min	max	min	max	min	max			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
1	$-I_{CBO}$	PN-74/T-01504/05	$-I_E = 0$ $t_{amb} = 100^\circ\text{C}$	$-U_{CB} = 45 \text{ V}$	mA	-	5	-	-	-	-	-	-		
				$-U_{CB} = 60 \text{ V}$	mA	-	-	-	5	-	-	-	-	-	
				$-U_{CB} = 80 \text{ V}$	mA	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-
				$-U_{CB} = 100 \text{ V}$	mA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5

Tablica 5. Wymagania szczegółowe do badań grupy B, C i D

Lp.	Podgrupa badań	Rodzaj badania	Wymagania szczegółowe
1	2	3	4
1	B1, C1	Sprawdzenie wytrzymałości mechanicznej wyprowadzeń	próba $U_b$ , 5 N $\pm$ 0,5 N liczba cykli 3, próba $U_{a1}$ , 10 N
		Sprawdzenie szczelności	próba $Q^I$
2	B3	Sprawdzenie wytrzymałości na spadki swobodne	położenie tranzystora w czasie spadania wyprowadzeniami do góry
3	B4 i C4	Sprawdzenie wytrzymałości na udary wielokrotne	mocowanie za obudowę
4	B6 i C6	Sprawdzenie odporności na narażenia elektryczne	wg PN-78/T-01515 p. 5.3.22 tabl. 5; metoda badania a) układ OB BD 644 $-U_{CE} = 35 \text{ V}$ , $-I_C = 0,7 \text{ A}$ BD 646 $-U_{CE} = 45 \text{ V}$ , $-I_C = 0,3 \text{ A}$ BD 648 $-U_{CE} = 60 \text{ V}$ , $-I_C = 0,25 \text{ A}$ BD 650 $-U_{CE} = 80 \text{ V}$ , $-I_C = 0,1 \text{ A}$ $t_{case} = 25 \pm 5^\circ \text{C}$ , lub $-U_{CE} = 20 \text{ V}$ , $-I_C = 0,09 \text{ A}$ $t_{amb} = 25^\circ \text{C}$
5	C3	Sprawdzenie masy	$\leq 2 \text{ g}$
6	C4	Sprawdzenie wytrzymałości na przyspieszenie stałe	kierunek probierczy: obydwa kierunki wzdłuż osi wyprowadzeń; mocowanie za obudowę
		Sprawdzenie wytrzymałości na udary wielokrotne	mocowanie za obudowę
		Sprawdzenie wytrzymałości na wibracje o stałej częstotliwości	mocowanie za obudowę
7	C5	Sprawdzenie wytrzymałości na ciepło lutowania	temperatura kąpieli $350^\circ \text{C}$ czas regeneracji 6 h
8	C10	Sprawdzenie wymiarów	wg rys. 1 i tabl. 1
9	D1 (poziom jakości III i IV)	Sprawdzenie odporności na niskie ciśnienie atmosferyczne	temperatura narażenia $25^\circ \text{C}$
10	D2	Sprawdzenie wytrzymałości na rozpuszczalniki	alkohol etylowy, aceton
11	D3	Sprawdzenie palności	palność zewnętrzna
12	D4 (poziom jakości III i IV)	Sprawdzenie wytrzymałości na pleśń	brak porostu pleśni po badaniu
13	D5 (poziom jakości III i IV)	Sprawdzenie wytrzymałości na mgłę solną	położenie tranzystora dowolne

Tablica 6. Parametry elektryczne sprawdzane w czasie i po badaniach grupy B, C i D (poziom I, III, IV)

Oznaczenie literowe parametrów	Metoda pomiaru wg	Warunki badań	Podgrupa badań	Jednostka	Wartości graniczne									
					BD 644		BD 646		BD 648		BD 650			
					min	max	min	max	min	max	min	max		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
$-I_{CBO}$	PN-74/T-01504/05	$-I_E = 0$ $-U_{CB} =$	45 V	B1, B3, B4, B5	$\mu A$	-	200	-	-	-	-	-	-	
			60 V	C1, C2, C3		-	-	-	200	-	-	-	-	
			80 V	C4, C5, C7		-	-	-	-	-	200	-	-	
			100 V			-	-	-	-	-	-	-	200	
			45 V	B6, C6, C8	mA	-	1,0	-	-	-	-	-	-	-
			60 V			-	-	-	1,0	-	-	-	-	
			80 V			-	-	-	-	-	1,0	-	-	
			100 V			-	-	-	-	-	-	-	-	1,0
			45	C2 <sup>2)</sup>	mA	-	5,0	-	-	-	-	-	-	-
			60 V			-	-	-	5,0	-	-	-	-	
			80 V			-	-	-	-	-	5,0	-	-	
			100 V			-	-	-	-	-	-	-	-	5,0
$h_{21E}$ <sup>1)</sup>	PN-74/T-01504/08	$-I_C = 3 A$ $-U_{CE} = 3 V$	B1, B3, B4, B5 C1, C2, C3, C4 C5, C7, D1	-	750	-	750	-	750	-	750	-		
			B6, C6, C8	-	600	-	600	-	600	-	600	-		
			C2 <sup>2)</sup>	-	500	-	500	-	500	-	500	-		

<sup>1)</sup> Pomiar impulsowy:  $t_p \leq 300 \mu s$ ,  $\delta \leq 2\%$ .  
<sup>2)</sup> W czasie badania.

KONIEC

Informacje dodatkowe

INFORMACJE DODATKOWE

1. Instytucja opracowująca normę - Naukowo-Produkcyjne Centrum Półprzewodników, Fabryka Półprzewodników TEWA, Warszawa, ul. Komarowa 5.

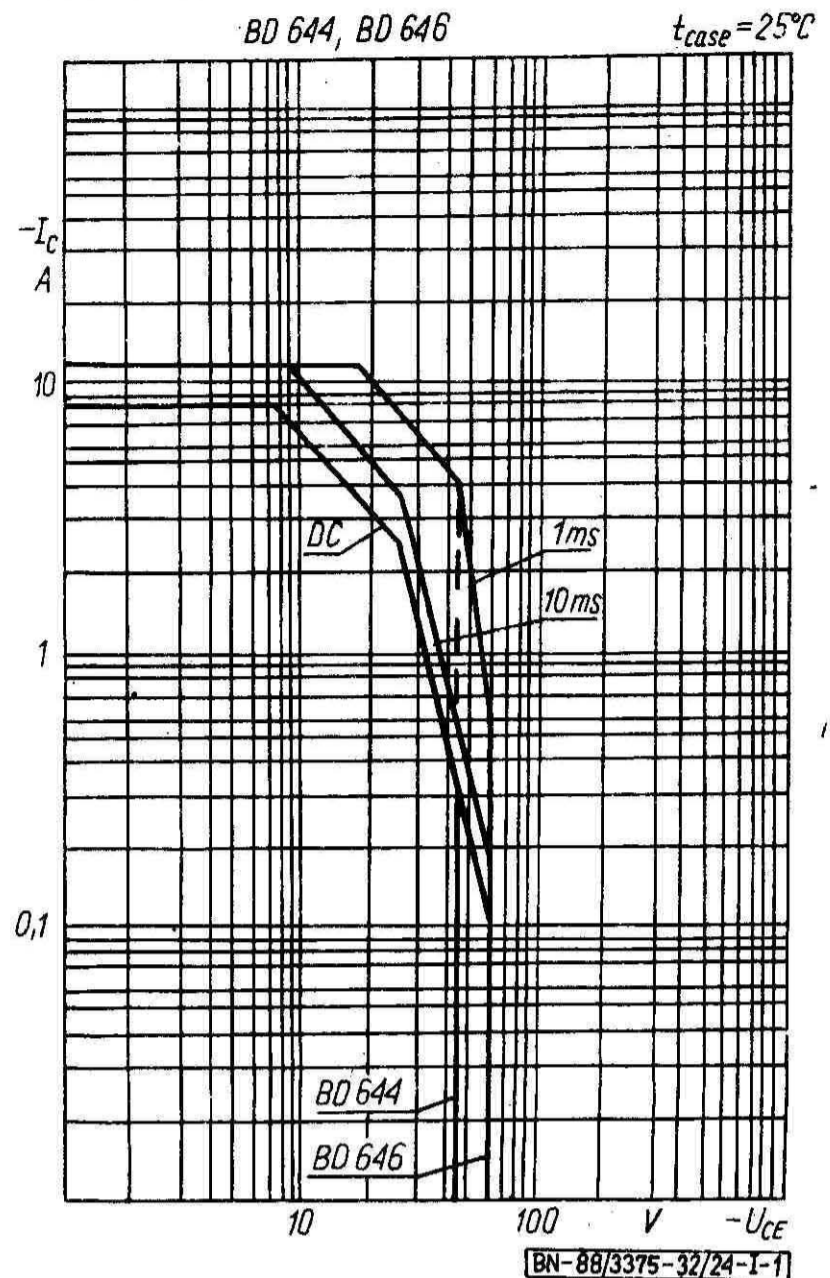
2. Normy związane

- PN-74/T-01504/01 Tranzystory. Pomiar  $h_{21E}$  i  $U_{BE}$
- PN-74/T-01504/04 Tranzystory. Pomiar napięć przebicia  $U_{(BR)CBO}$  i  $U_{(BR)EBO}$
- PN-74/T-01504/05 Tranzystory. Pomiar prądów wstecznych  $I_{CBO}$  i  $I_{EBO}$
- PN-74/T-01504/06 Tranzystory. Pomiar napięć nasycenia  $U_{CEsat}$  i  $U_{BEsat}$  metodą impulsową
- PN-74/T-01504/07 Tranzystory. Pomiar napięć przebicia  $U_{(BR)CEO}$ ,  $U_{(BR)CER}$ ,  $U_{(BR)CES}$ ,  $U_{(BR)CEX}$  metodą impulsową
- PN-74/T-01504/08 Tranzystory. Pomiar  $h_{21E}$  metodą impulsową
- PN-74/T-01504/22 Tranzystory. Pomiar pojemności  $C_{CBO}$  i  $C_{EBO}$
- PN-74/T-01504/24 Tranzystory. Pomiar modułu  $|h_{21e}|$  w zakresie w.cz. i częstotliwości  $f_T$
- PN-78/T-01515 Elementy półprzewodnikowe. Ogólne wymagania i badania
- BN-80/3375-32/00 Elementy półprzewodnikowe. Tranzystory mocy małej częstotliwości. Wymagania i badania

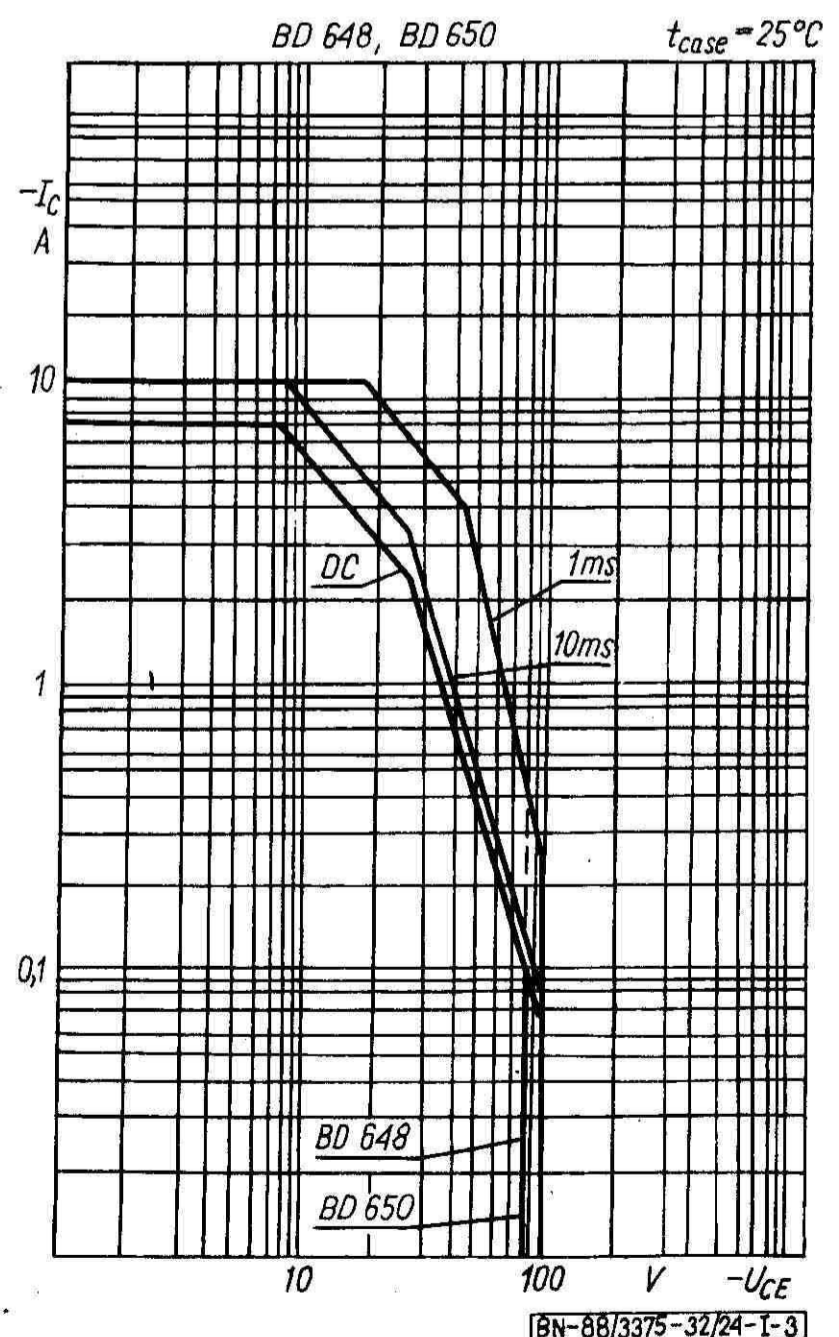
3. Symbol wg KTM

- BD 644 - 1156231321000,
- BD 646 - 1156231322000,
- BD 648 - 1156231323001,
- BD 650 - 1156231324002.

4. Wartości dopuszczalne - wg tabl. I-1 i rys. I-3.



Rys. I-1. Dopuszczalny obszar pracy tranzystora BD 644, BD 646,  $-I_C = f(-U_{CE})$



Rys. I-3. Dopuszczalny obszar pracy tranzystora BD 648, BD 650,  $-I_C = f(-U_{CE})$

Tablica I-1. Wartości dopuszczalne

Lp.	Oznaczenie parametru	Nazwa parametru	Jednostka	Wartości dopuszczalne				
				BD 644	BD 646	BD 648	BD 650	
1	2	3	4	5	6	7	8	
1	$-U_{CBO}$	Napięcie kolektor-baza przy $I_E = 0$	V	45	60	80	100	
2	$-U_{CEO}$	Napięcie kolektor-emiter przy $I_B = 0$	V	45	60	80	100	
3	$-U_{EBO}$	Napięcie emiter-baza przy $I_C = 0$	V	5	5	5	5	
4	$-I_C$	Prąd kolektora	A	8	8	8	8	
5	$-I_B$	Prąd bazy	A	0,15	0,15	0,15	0,15	
6	$P_{tot}$	Całkowita moc wejściowa na wszystkich elektrodach	$t_{case} \leq 25^\circ C$	W	62,5	62,5	62,5	62,5
			$t_{amb} \leq 25^\circ C$	W	1,78	1,78	1,78	1,78
7	$t_j$	Temperatura złącza	$^\circ C$	155	155	155	155	
8	$t_{amb}$	Temperatura otoczenia w czasie pracy	$^\circ C$	-40 ÷ +100	-40 ÷ +100	-40 ÷ +100	-40 ÷ +100	
9	$t_{stg}$	Temperatura przechowywania	$^\circ C$	-40 ÷ +155	-40 ÷ +155	-40 ÷ +155	-40 ÷ +155	



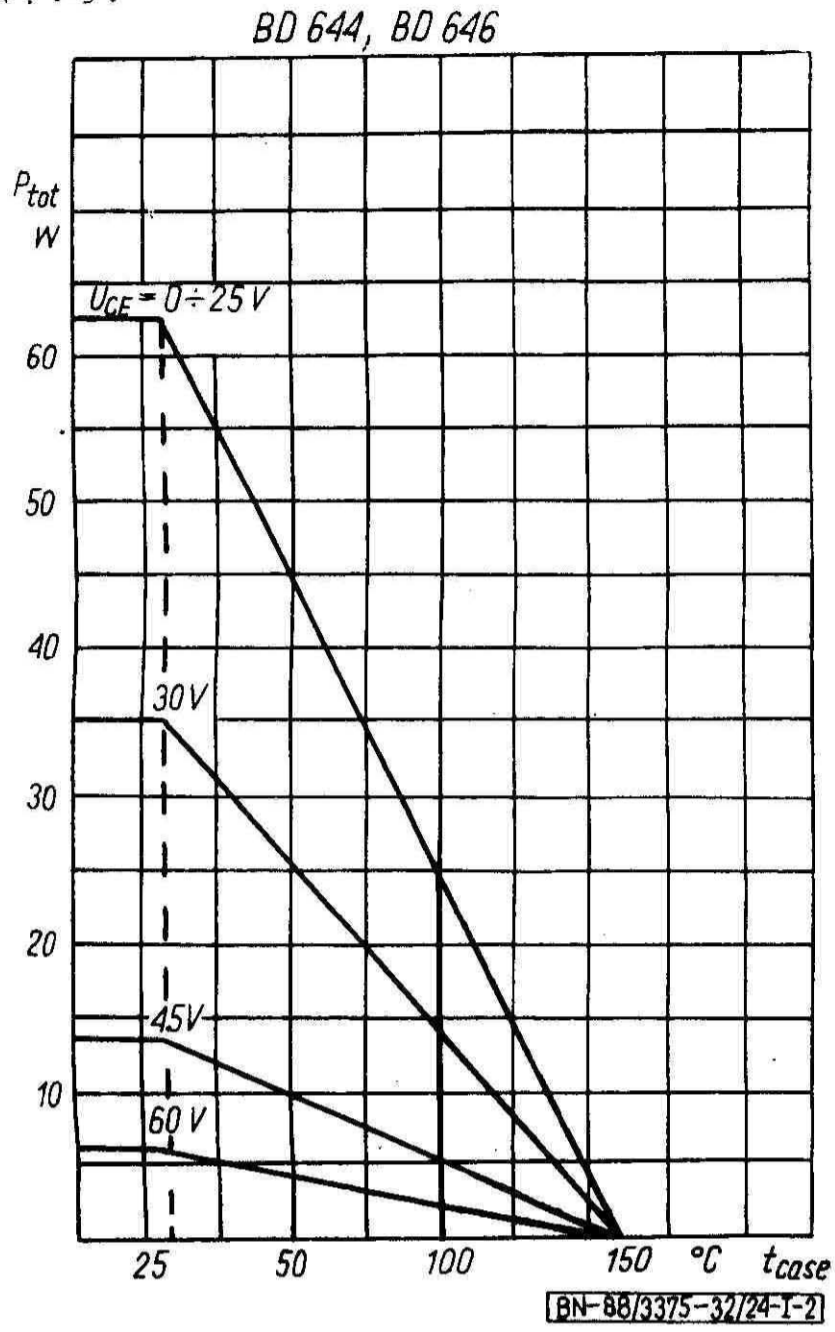
Tablica I-2. Dane charakterystyczne ( $t_{amb} = 25^{\circ}\text{C}$ )

Lp.	Oznaczenie parametru	Nazwa parametru	Warunki pomiaru $t_{amb} = 25^{\circ}\text{C}$	Jednostka	Typ											
					BD 644			BD 646			BD 648			BD 650		
					min	typ	max	min	typ	max	min	typ	max	min	typ	max
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	$-U_{(BR)CEO}^{1)}$	Napięcie przebicia kolektor-emiter przy $I_B = 0$	$-I_C = 0,1 \text{ A}$	V	45	-	-	60	-	-	80	-	-	100	-	-
2	$-I_{CEO}$	Prąd zerowy kolektora przy $I_B = 0$	$-U_{CE} = 25 \text{ V}$ $-U_{CE} = 30 \text{ V}$ $-U_{CE} = 40 \text{ V}$ $-U_{CE} = 50 \text{ V}$	$\mu\text{A}$	-	-	500	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	$-I_{CBO}$	Prąd zerowy bazy przy $I_E = 0$	$-U_{CE} = 45 \text{ V}$ $-U_{CE} = 60 \text{ V}$ $-U_{CE} = 80 \text{ V}$ $-U_{CE} = 100 \text{ V}$	$\mu\text{A}$	-	-	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	$-U_{(BR)EBO}$	Napięcie przebicia emiter-baza przy $I_C = 0$	$-I_E = 5 \text{ mA}$	V	5	-	-	5	-	-	5	-	-	5	-	-
5	$-U_{BE}^{1)}$	Napięcie baza-emiter	$-I_C = 3 \text{ A};$ $-U_{CE} = 3 \text{ V}$	V	-	-	2,5	-	-	2,5	-	-	2,5	-	-	2,5
6	$-U_{CEsat}^{1)}$	Napięcie nasycenia kolektor-emiter	$-I_C = 3 \text{ A};$ $-I_B = 12 \text{ mA}$	V	-	-	2	-	-	2	-	-	2	-	-	2
7	$-U_{BEsat}^{1)}$	Napięcie nasycenia baza-emiter	$-I_C = 3 \text{ A};$ $-I_B = 12 \text{ mA}$	V	-	-	2,5	-	-	2,5	-	-	2,5	-	-	2,5

Lp.	Oznaczenie parametru	Nazwa parametru	Warunki pomiaru $t_{amb} = 25^{\circ}\text{C}$	Jednostka	Typ												
					BD 644			BD 646			BD 648			BD 650			
					min	typ	max	min	typ	max	min	typ	max	min	typ	max	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
8	$h_{21E}^{1)}$	Styczny współczynnik wzmocnienia prądowego	$-I_C = 0,5 \text{ A}, -U_{CE} = 3 \text{ V}$ $-I_C = 3 \text{ A}, -U_{CE} = 3 \text{ V}$ $-I_C = 6 \text{ A}, -U_{CE} = 3 \text{ V}$	-	-	1500	-	-	1500	-	-	1500	-	-	1500	-	-
9	$t_{on}$	Czas włączania	$-I_C = 3 \text{ A}, +I_B = -I_B = 12 \text{ mA}$ $-U_{CE} = 10 \text{ V}$	$\mu\text{s}$	-	0,5	-	-	0,5	-	-	0,5	-	-	0,5	-	-
10	$t_{off}$	Czas wyłączenia	$-I_C = 3 \text{ A}, +I_B = I_B = 12 \text{ mA}$ $-U_{CE} = 10 \text{ V}$	$\mu\text{s}$	-	2,5	-	-	2,5	-	-	2,5	-	-	2,5	-	-
11	$f_{hfe}$	Częstotliwość odcięcia	$-I_C = 3 \text{ A}, -U_{CE} = 3 \text{ V}$	kHz	-	100	-	-	100	-	-	100	-	-	100	-	-
12	$C_{CBO}$	Pojemność kolektor-baza	$-I_E = 0, -U_{CB} = 10 \text{ V}$	pF	-	100	-	-	100	-	-	100	-	-	100	-	-
13	$R_{thj-c}$	Rezystancja termiczna złącze-obudowa	$-I_C = 5 \text{ A}$ $-U_{CB} = 15 \text{ V}$	$^{\circ}\text{C/W}$	-	-	2	-	-	2	-	-	2	-	-	2	-
14	$R_{thj-a}$	Rezystancja termiczna złącze-otoczenie	$-I_C = 0,178 \text{ A}$ $-U_{CB} = 10 \text{ V}$	$^{\circ}\text{C/W}$	-	-	70	-	-	70	-	-	70	-	-	70	-
15	$-U_F^{1)}$	Napięcie przewodzenia diody	$-I_F = 3 \text{ A}$	V	-	1,8	-	-	1,8	-	-	1,8	-	-	1,8	-	-

<sup>1)</sup> Pomiar impulsowy:  $t_p \leq 300 \mu\text{s}$ ;  $\delta \leq 2\%$ .

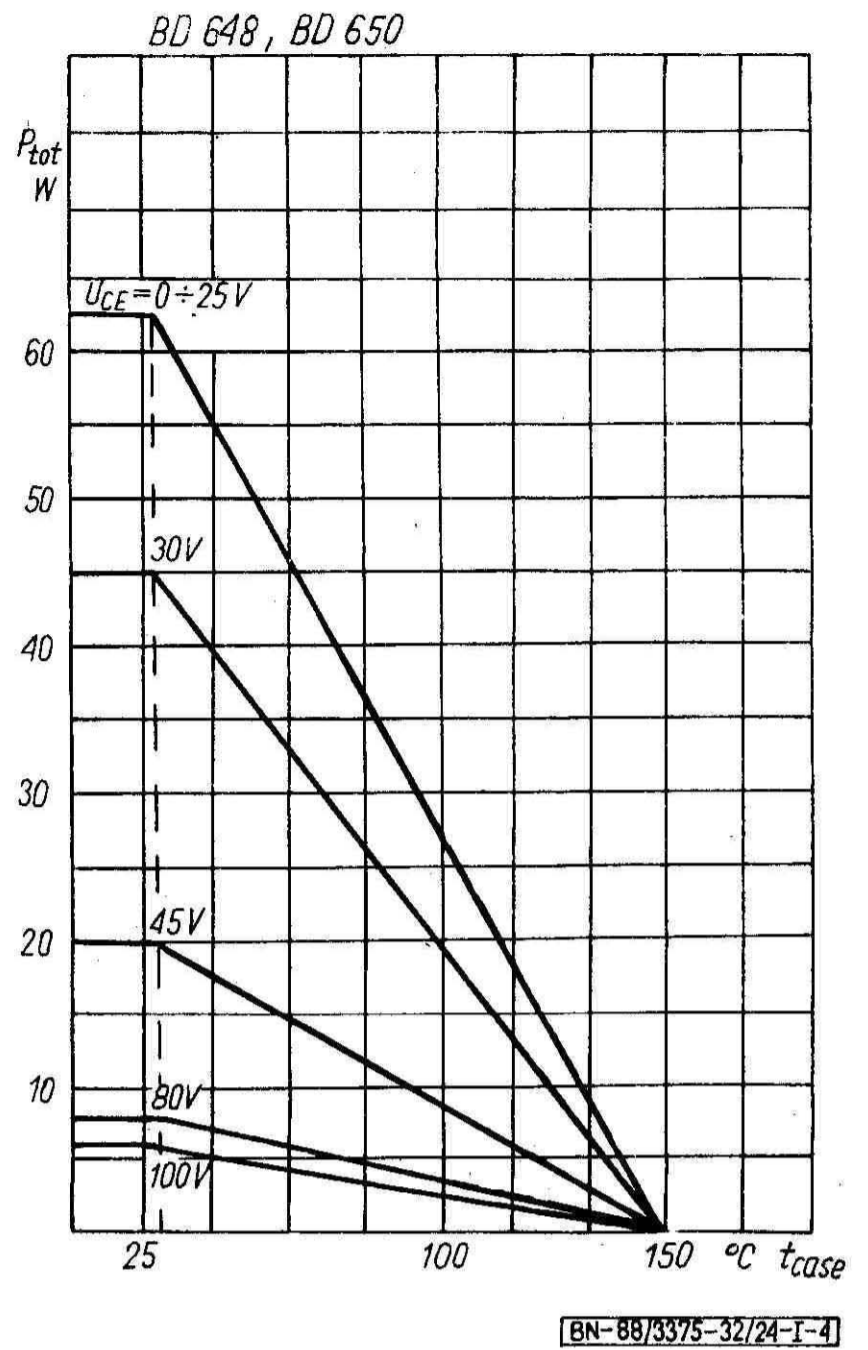
5. Dane charakterystyczne - wg tabl. 1-2 i rys. 1-2, 1-4 ÷ 1-9.



Rys. 1-2. Moc całkowita w funkcji temperatury

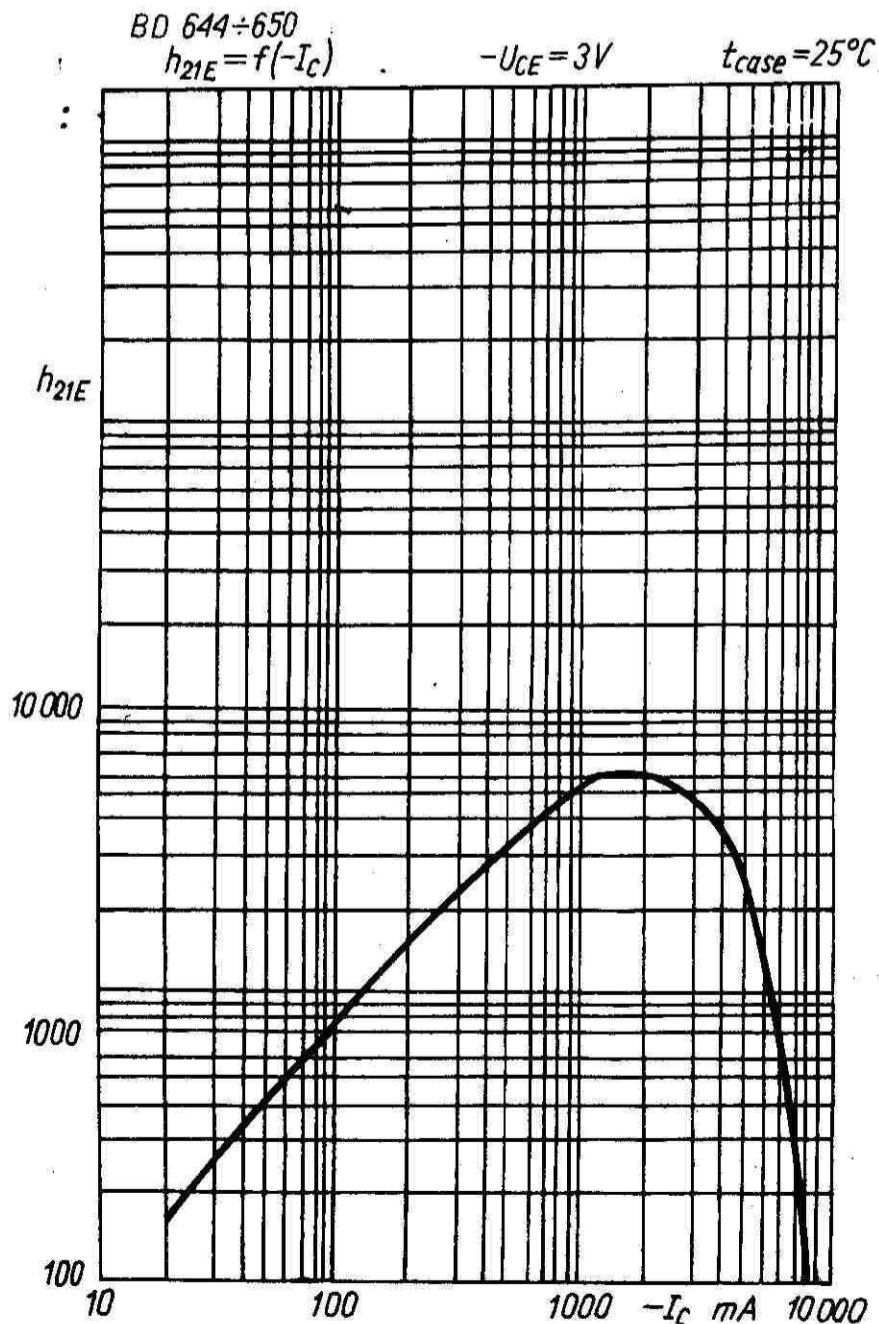
$$P_{tot} = f(t_{case})$$

BD 644 - 650

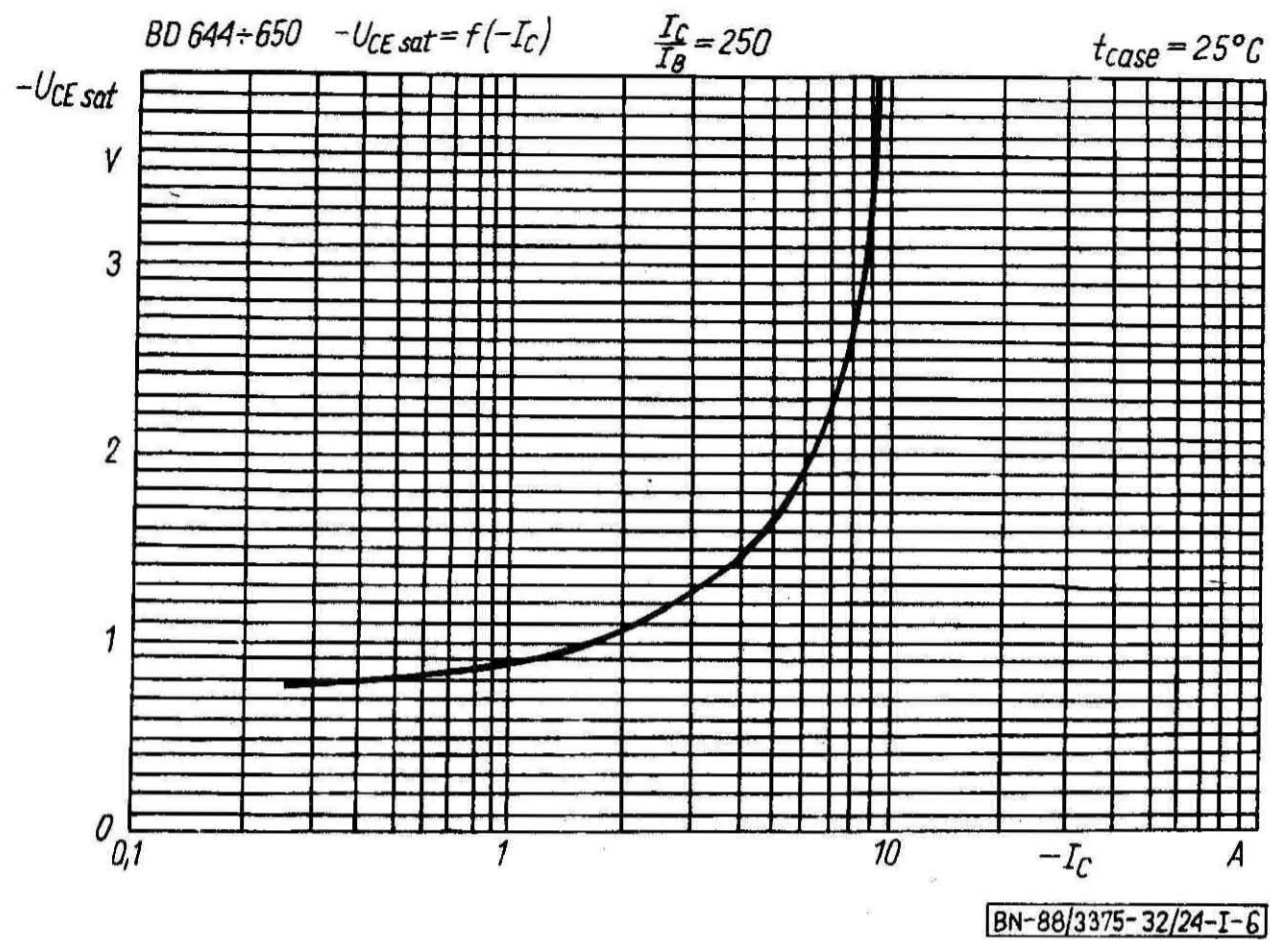


Rys. 1-4. Moc całkowita w funkcji temperatury

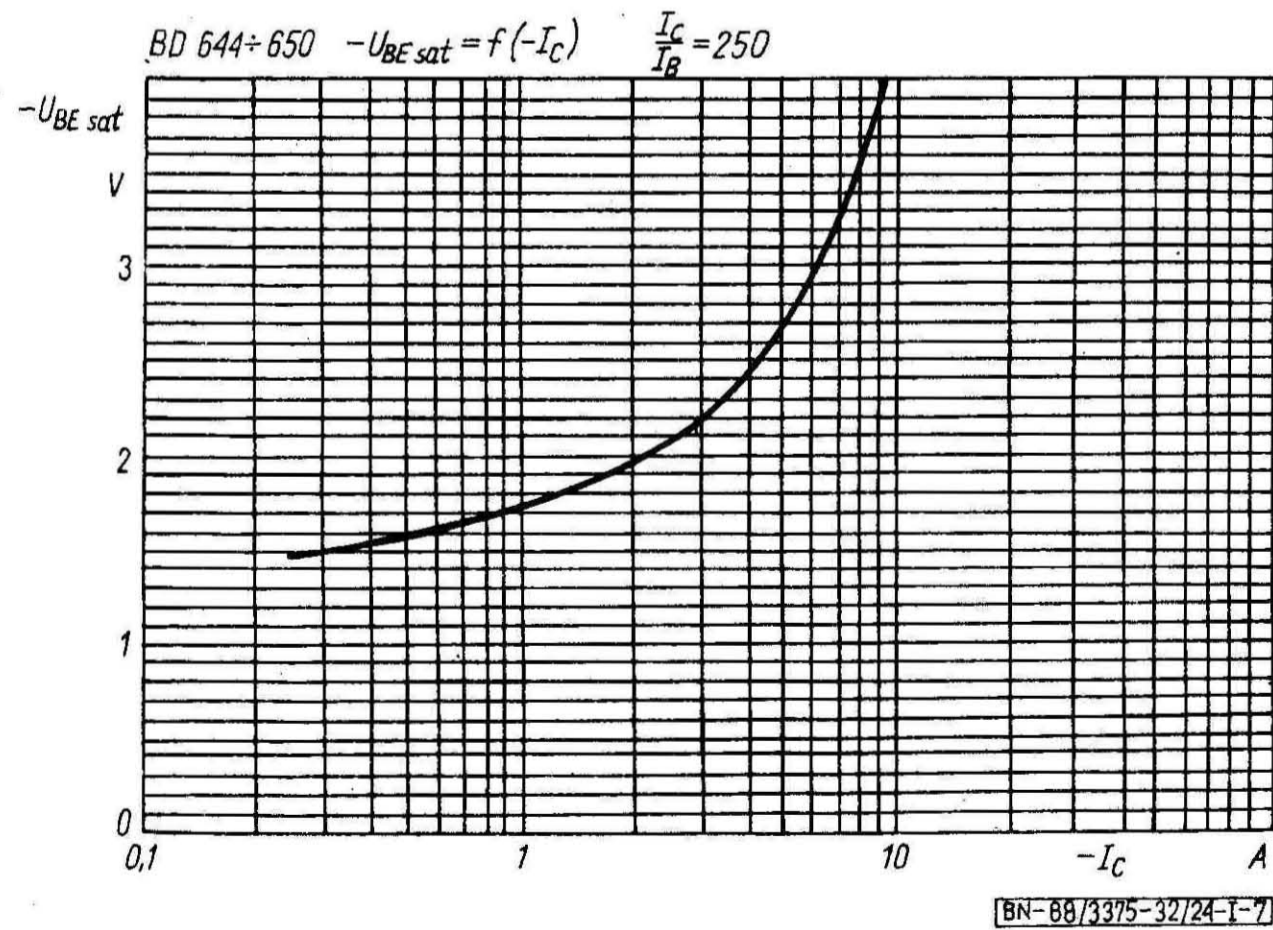
$$P_{tot} = f(t_{case})$$



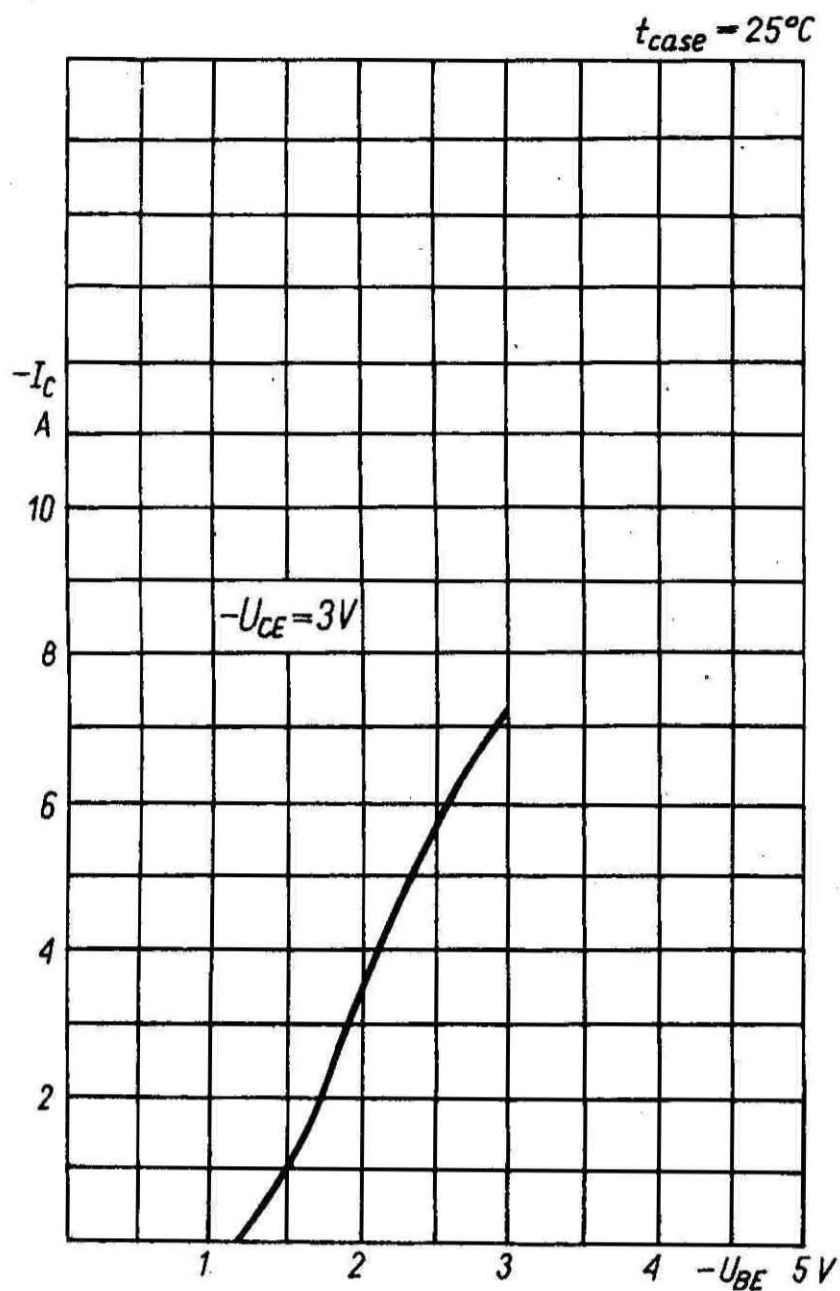
Rys. 1-5. Charakterystyka statycznego współczynnika wzmacnienia prądowego w funkcji prądu kolektora



Rys. 1-6. Napięcie nasycenia kolektor - emiter w funkcji prądu kolektora

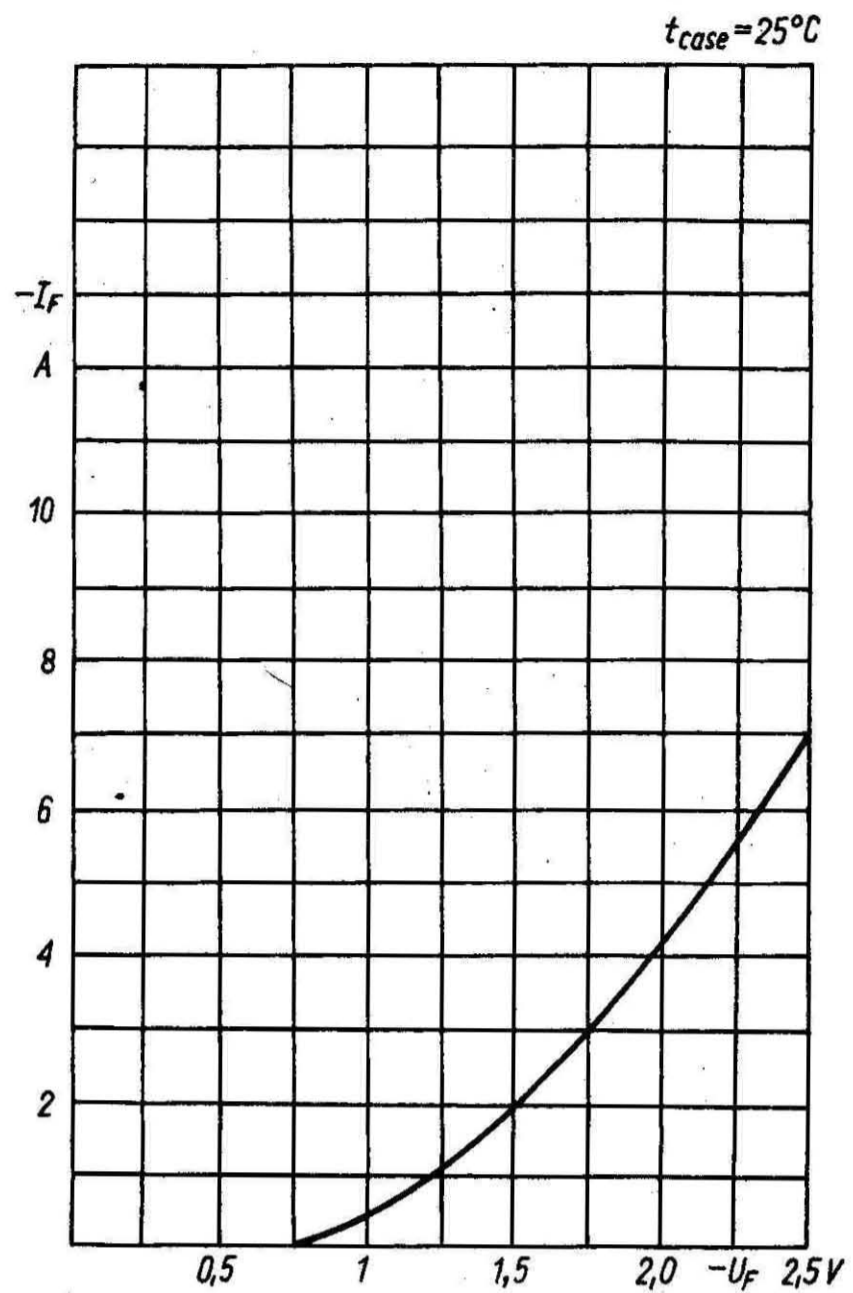


Rys. 1-7. Napięcie nasycenia baza - emiter w funkcji prądu kolektora



BN-88/3375-32/24-[8]

Rys. I-8. Charakterystyka przejściowa  $-I_C = f(-U_{BE})$



BN-88/3375-32/24-[9]

Rys. I-9. Prąd przewodzenia w funkcji napięcia przewodzenia diody  $-I_F = f(-U_F)$