



ZJEDNOCZENIE PRZEMYSŁU

ELEKTRONICZNEGO

ITELETECHNICZNEGO



ELEMENTY

POŁPRZEWODNIKOWE
Z GERMANU

KATALOG 4-R



ZJEDNOCZENIE PRZEMYSŁU
ELEKTRONICZNEGO I TELETECHNICZNEGO
WARSZAWA

Katalog 4-R

ELEMENTY
PÓŁPRZEWODNIKOWE
Z GERMANU



STOWARZYSZENIE ELEKTRYKÓW POLSKICH
BIURO WYDAWNICTW

WARSZAWA

GRUDZIEŃ 1961

Opracowanie:

inż. Henryk Kaczmarzyk, inż. Julian Stasiewicz (diody)
inż. Filomena Rutkowska (tranzystory)

Opiniodawcy:

prof. Witold Rostkiński, inż. Rudolf Urich

Redaktorzy:

mgr inż. Józef Knysz, Józef Ratajski

WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE

„AGPOL“ Agencja Reklamy i Wydawnictw Handlu Zagranicznego
Warszawa, ul. Marszałkowska 124

Wydanie I. Format A5. 10,75 ark. druk. 12,9 ark. wyd. Nakład 5000 egz. Oddano do składania w marcu 1961. Podpisano do druku w grudniu 1961. Druk ukończono w styczniu 1962. Papier ilustrac. V kl. 70 g. Nr zam. druk. 3048 N-14

CIESZYŃSKA DRUKARNIA WYDAWNICZA CIESZYŃ, UL. POKOJU 1.

SPIS RZECZY

1. Wiadomości ogólne

Zakres i treść katalogu	5
Podział elementów półprzewodnikowych	5
Eksploracja elementów półprzewodnikowych	6
Zabezpieczanie przed uszkodzeniami mechanicznymi	6
Zabezpieczanie przed uszkodzeniami termicznymi	7
Zabezpieczanie przed uszkodzeniami elektrycznymi	7
Lutowanie zanurzeniowe schematów drukowanych	8
Charakterystyka ogólna diod	9
Określenia parametrów diod i stosowanych symboli	9
Sposoby oznaczania diod	14
Układy pomiarowe do określania parametrów diod	17
Charakterystyka ogólna tranzystorów	18
Określenia parametrów tranzystorów	18
Układ zastępczy tranzystora jako czwórnika	21
Parametry tranzystora przy małej częstotliwości	22
Układy połączeń tranzystora	23
Inne układy zastępcze tranzystora	26
Wskazówki dotyczące warunków pracy tranzystora	27
Symbole stosowane w technice tranzystorowej	28
Klasyfikacja tranzystorów	32
Metody pomiarów parametrów statycznych tranzystorów	34
Metody pomiarów parametrów tranzystorów przy prądach zmiennych	37
Producenci	42

2 Charakterystyki szczegółowe diod

Diody ostrzowe germanowe DOG-11 — DOG-14	43
Diody ostrzowe germanowe DOG-15 — DOG-17	46
Diody ostrzowe germanowe DOG-18 — DOG-20	49
Diody ostrzowe germanowe DOG-21 — DOG-22	52
Dioda ostrzowa germanowa DOG-31	54
Diody ostrzowe germanowe DOG-50 — DOG-54	57

Diody ostrzowe germanowe DOG-55 — DOG-57	62
Dioda ostrzowa germanowa DOG-58	65
Diody ostrzowe germanowe DOG-61 — DOG-63	68
Diody ostrzowe germanowe DOP-1 — DOP-3	72
Dioda ostrzowa germanowa DOG-101	76
Diody złączowe germanowe małej mocy DZG-1 — DZG-4	79
Diody złączowe germanowe małej mocy DZG-5 — DZG-7	83
Diody złączowe germanowe średniej mocy DMG-1 — DMG-5	88

3. Charakterystyki szczegółowe tranzystorów

Tranzystor warstwowy germanowy TG1	93
Tranzystor warstwowy germanowy TG2	100
Tranzystor warstwowy germanowy TG4	107
Tranzystor warstwowy germanowy TG5	115
Tranzystor warstwowy germanowy TG6	123
Tranzystor warstwowy germanowy TG10	131
Tranzystor warstwowy germanowy TG20	139
Tranzystor warstwowy germanowy TG50	147
Tranzystor warstwowy germanowy TG52	152
Tranzystor warstwowy germanowy TG70	157
Tranzystor warstwowy germanowy TG55	161
Tranzystor warstwowy germanowy TG60	161
Fotodioda germanowa FG2	162
Zagraniczne odpowiedniki wyrobów firmy „Tewa”	162

4. Typowe zastosowania tranzystorów

Multiwibrator astabilny (I)	163
Multiwibrator astabilny (II)	164
Symetryczny multiwibrator astabilny	165
Tranzystorowy układ sygnalizacyjny	167
Multiwibrator astabilny ze wzmacniaczem	168
Multiwibrator astabilny ze wzmacniaczem mocy	169
Generator RC-4 (I)	170
Generator RC-4 (II)	171

1. WIADOMOŚCI OGÓLNE

ZAKRES I TREŚĆ KATALOGU

W katalogu opisano elementy półprzewodnikowe w postaci diod i tranzystorów germanowych w asortymencie dotychczas produkowanym w kraju. Elementy te są usystematyzowane w katalogu według cech konstrukcyjnych i elektrycznych.

Z uwagi na młodą dziedzinę, jaką stanowią w technice elementy półprzewodnikowe, oraz stale rosnący zakres ich zastosowań w praktyce, w części ogólnej katalogu podano:

- wskazówki praktyczne dotyczące eksploatacji diod i tranzystorów,
- definicje zasadniczych parametrów tych elementów,
- metodykę pomiarów tych parametrów.

W części szczegółowej katalogu podano:

- wartości parametrów elektrycznych określone w warunkach statycznych,
- dane dopuszczalne dla parametrów elektrycznych, określające maksymalne warunki pracy, przy których dany element półprzewodnikowy może pracować bez zmiany swoich pierwotnie założonych właściwości,
- dotychczasowe zastosowanie elementów półprzewodnikowych w układach elektrycznych sprzętu elektronicznego.

PODZIAŁ ELEMENTÓW PÓŁPRZEWODNIKOWYCH

W elektronice półprzewodnikowej wykorzystuje się zjawisko ruchu swobodnych nośników w ciele stałym, podobnie jak w elektronice próżniowej wykorzystuje się analogiczne przebiegi w próżni lub w gazach rozrzedzonych. Przeznaczenie i eksploatacja wyrobów obu tych grup są takie same, natomiast zagadnienia konstrukcyjno-technologiczne należy rozważać oddzielnie.

W obecnie produkowanych diodach półprzewodnikowych i tranzystorach identyczność parametrów jest trudna do osiągnięcia. W końcowym efekcie produkcji otrzymuje się partie gotowych wyrobów, charakteryzujących się pewnym rozrzutem parametrów elektrycznych wokół uprzednio założonych. W związku z tym powszechnie stosuje się podział gotowych wyrobów na typy, w których pewna grupa parametrów elektrycznych ma wartość stałą, zaś pozostałe zmieniają się w nieznacznym zakresie.

Tak na przykład przy produkcji diod ostrzowych o wymaganej sprawności defekcji uzyskuje się pewien procent diod nie spełniających założonych wymagań. Jednakże diody te mogą być stosowane jako pełnowartościowy produkt w innych układach, w których sprawność jest parametrem drugorzędym.

W przypadku diod warstwowych o wymaganym napięciu wstecznym otrzymuje się w produkcji pewien procent diod o napięciach wstecznych niższych od założonego, które podzielone na grupy mogą być z powodzeniem stosowane w układach o niższych napięciach zasilających lub też mogą być łączone w zespoły szeregowo i równoległe.

W procesie produkcyjnym tranzystorów warstwowych małej mocy, średniej częstotliwości, otrzymuje się tranzystory o mniejszej od założonej częstotliwości granicznej, jak również przy produkcji tranzystorów warstwowych małej mocy, małej częstotliwości, otrzymuje się tranzystory o współczynniku wzmocnienia prądowego mniejszym od założonego. Te grupy niepożądanych tranzystorów znajdują jednak zastosowanie w innych układach elektronicznych.

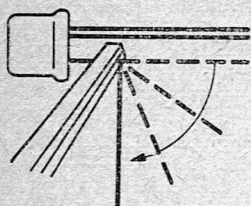
Wybór zakresów podstawowych parametrów elementu półprzewodnikowego jest podyktowany możliwościami produkcyjnymi zakładów oraz popytem. Optymalna granica parametrów elektrycznych elementów półprzewodnikowych produkowanych przez różne kraje nie musi być zatem jednakowa. Stąd też w wielu katalogach spotyka się szeroki asortyment różnych typów elementów półprzewodnikowych, niejednokrotnie różniących się między sobą tylko nieznacznie.

EKSPLLOATACJA ELEMENTÓW PÓLPRZEWODNIKOWYCH

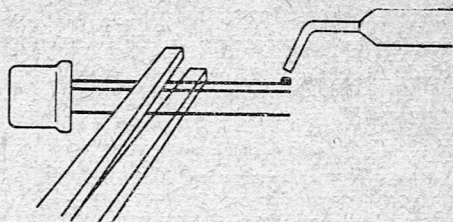
Diody i tranzystory półprzewodnikowe można bardzo łatwo uszkodzić przy montażu układów oraz podczas pomiarów. Konieczne jest więc podjęcie szeregu środków ostrożności niezbędnych dla zabezpieczenia tych elementów przed uszkodzeniem.

Zabezpieczanie przed uszkodzeniami mechanicznymi

Należy unikać zginania wyprowadzeń (elektrod diody czy tranzystora) w bezpośrednim sąsiedztwie miejsca wtopienia ich w szkło. Nieprzestrzeganie tej zasady powoduje często pęknięcia w szkłe na skutek powstającego naprężenia mechanicznego, a to prowadzi do szybkiego, czasami do natychmiastowego zniszczenia elementu półprzewodnikowego. Gdy nie można uniknąć zgięcia przewodów w pobliżu miejsca wtopienia ich w szkło, należy uchwycić zginany przewód płaskoszczypami tuż przy obudowie (rys. 1), nie dotykając jej jednak, i zgiąć go po przeciwnej, niż miejsce wtopienia, stronie płaskoszczypów.



Rys. 1. Sposób zginania wyprowadzenia tranzystora



Rys. 2. Sposób trzymania tranzystora podczas lutowania

Zabezpieczenie przed uszkodzeniami termicznymi

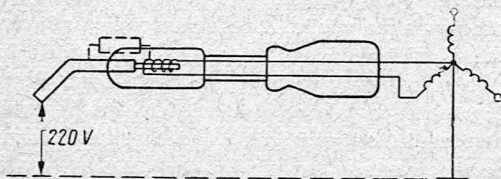
Ze względu na bardzo dużą wrażliwość termiczną elementów półprzewodnikowych nie należy wbudowywać ich w sąsiedztwie elementów wydzielających ciepło: transformatorów sieciowych, lamp, silnie obciążonych oporników itp.

Diodom i tranzystorom należy stworzyć dogodne warunki chłodzenia. Bardzo często zostaje uszkodzona dioda czy tranzystor wskutek silnego nagrzania podczas lutowania. Najlepiej jest lutować diody i tranzystory na końcach wyprowadzeń. Jeżeli jest to niemożliwe, należy uchwycić wyprowadzenie diody czy tranzystora między punktem lutowania a obudową za pomocą zimnych płaskoszczypów (rys. 2) w celu zapewnienia dostatecznego odprowadzenia ciepła. Zastosowanie tego środka bezpieczeństwa jest tym ważniejsze, im bardziej skrócono wyprowadzenia.

Należy nadmienić, że na ogół jest celowe użycie do lutowania niezbyt małej i dobrze nagrzonej lutownicy. Taka lutownica ma większą pojemność cieplną, więc lutowanie przebiega znacznie szybciej niż przy użyciu małej i średnio nagrzonej lutownicy. Dzięki temu ilość ciepła wydzielona w punkcie lutowania jest mniejsza, zatem mniej niebezpieczna dla elementu półprzewodnikowego.

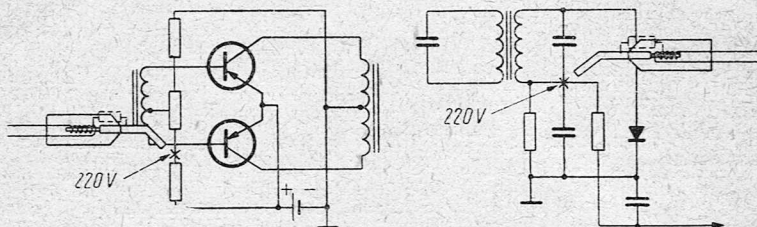
Zabezpieczenie przed uszkodzeniami elektrycznymi

Na ogół diody i tranzystory są przeznaczone do pracy przy niskich napięciach. Należy więc uważać, aby przy montażu lub pomiarach nie przekroczyć dopuszczalnych dla nich napięć. Przekroczenie takie może zdarzyć się podczas lutowania lutownicą, której grzejnik jest zwarty z masą (rys. 3).



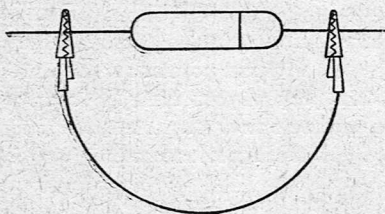
Rys. 3. Lutownica z grzejnikiem zwartym do masy

Jeżeli element lutowany za pomocą takiej lutownicy jest połączony z masą (ziemią), to w obwodzie — sieć, uszkodzone miejsce w lutownicy, lutowany układ, masa (ziemia) — płynie większy lub mniejszy prąd. Prąd ten uszkodzi



Rys. 4. Układy, w których może nastąpić zniszczenie elementu półprzewodnikowego w czasie lutowania lutownicą o zwartym do masy grzejniku

przede wszystkim elementy układu w bezpośrednim sąsiedztwie miejsca lutowania. Mogą jednak ulec uszkodzeniu lub zniszczeniu także dalej leżące elementy, jak w przykładzie podanym na rys. 4. Najpewniejszym środkiem zabezpieczającym jest uziemienie lutownicy. Gdy to jest niemożliwe, należy odizolować lutowany układ od masy (ziemi) lub zasilac lutownicę przez transformator izolujący. Inną niezawodną metodą ochrony elementów półprzewodnikowych przed zniszczeniem jest zabocznikowanie ich podczas lutowania kawałkiem przewodu lub za pomocą narzędzia pomocniczego (rys. 2 i 5).



Rys. 5. Sposób zabezpieczenia diody podczas lutowania

Do pomiarów elementów półprzewodnikowych, szczególnie w układzie prowizorycznym, należy użyć urządzenia pomiarowego, którego największe prądy lub napięcia nie przewyższają granicznych wartości badanych elementów półprzewodnikowych.

Lutowanie zanurzeniowe schematów drukowanych

Przy lutowaniu zanurzeniowym istotny wpływ na warunki termiczne elementów półprzewodnikowych ma wielkość pojemności cieplnej chassis i sąsiednich części metalowych. Z nich bowiem, po wyjęciu z kąpeli lutowniczej, przepływa do diod lub tranzystorów znaczna ilość ciepła. Powoduje to wzrost temperatury złącza także po zakończeniu właściwego procesu lutowania.

Dzięki przeprowadzeniu odpowiednich badań ustalono następujące zasadnicze zasady postępowania:

1. Odległość menisku kąpeli lutowniczej od miejsca wyprowadzenia elektrod diody lub tranzystora nie może być mniejsza niż 5 mm.

2. O ile powierzchnie lutowane przygotowano właściwie, w warunkach normalnych wystarczy 3-sekundowe zanurzenie dla uzyskania dobrego zlutowania.

3. Czas zanurzenia może wynosić najwyżej 5 sekund, gdy temperatura kąpieli lutowniczej wynosi około 230—250° C.

4. Po wyjęciu z kąpieli, cały element należy chłodzić strumieniem zimnego powietrza, tak aby po około 10 sekundach uzyskać znowu temperaturę pokojową.

5. Należy unikać wielokrotnych zanurzeń, gdyż temperatura złącza osiąga maksimum dopiero po pewnym czasie od zakończenia procesu lutowania, a więc powtórne zanurzenie w niedługim czasie po poprzednim powoduje dalszy jej wzrost.

CHARAKTERYSTYKA OGÓLNA DIOD

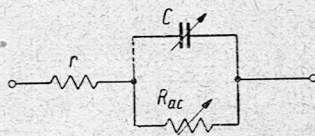
Określenie parametrów diod i stosowanych symboli

Diody półprzewodnikowe są to elementy wykonane z materiału półprzewodnikowego i mające dwie elektrody o asymetrycznej charakterystyce prądowo-napięciowej. Asymetrię przewodzenia otrzymuje się wskutek istnienia bariery potencjału w układzie metal-półprzewodnik lub na granicy warstwy o różnym typie przewodnictwa (elektronowe, dziurowe). Ze względu na to, dzielimy diody półprzewodnikowe na dwie zasadnicze grupy: diody ostrzowe i diody złączowe.

Pomijając upływność powierzchniową oraz indukcyjność, możemy przedstawić układ zastępczy diody jak na rys. 6.

Przy małych sygnałach prądu zmiennego w szczególnym punkcie polaryzacji prądem stałym pojemność złącza przedstawia równoległą reaktancję. Działanie jej przy wzroście wielkich częstotliwości zwiiera oporność bariery i w ten sposób prowadzi do zmniejszenia nieliniowych właściwości elementu.

Aby zbadać obniżenie impedancji w funkcji rosnącej częstotliwości należy przeanalizować równanie na zespoloną impedancję obwodu zastępczego diody.



Rys. 6. Schemat zastępczy diody

$$\hat{Z} = \frac{r + R_{ac} + R_{ac}^2 \cdot C^2 \cdot \omega^2 \cdot jR_{ac}^2 \cdot \omega}{R_{ac}^2 \cdot C^2 \cdot \omega^2 + 1}$$

gdzie ω — pulsacja.

Przy bardzo małych częstotliwościach wyrażenia zawierające ω są do pominięcia i $\hat{Z} \cong r + R_{ac}$.

Przy wielkich częstotliwościach równanie powyższe ma postać $\hat{Z} = r - \frac{1}{jC \cdot \omega}$, zaś przy bardzo wielkich częstotliwościach redukuje się do $\hat{Z} \cong r$.

W tych warunkach oporność bariery R_{ac} jest całkowicie zwarta i nieliniowe właściwości prostownika nie występują.

W odróżnieniu od lamp elektronowych próżniowych diody półprzewodnikowe są scharakteryzowane przez następujące parametry:

a. Prąd w kierunku przewodzenia (I_p) — jest to średnia wartość natężenia prądu, który przepływa przez diodę po przyłożeniu do jej zacisków napięcia w kierunku mniejszej oporności, o wartości zależnej od typu diody.

b. Spadek napięcia w kierunku przewodzenia (U_p) — jest to średnia wartość napięcia na zaciskach diody, mierzona przyrządem (magnetoelektrycznym) przy przepływie prądu przez diodę w kierunku przewodzenia. Wartość ta jest mierzona dla każdego typu diody przy największej wartości natężenia prądu w kierunku przewodzenia (I_p) i charakteryzuje oporność wewnętrzną diody w kierunku przewodzenia przy danym prądzie.

c. Napięcie wsteczne (U_w) — jest to najwyższa wartość napięcia na diodzie przy przepływie w kierunku wstecznym prądu o natężeniu zależnym od typu diody.

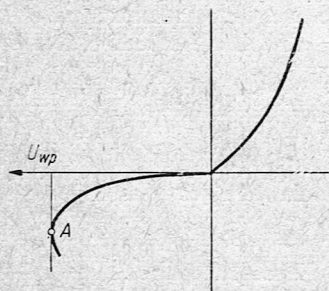
d. Prąd w kierunku wstecznym (I_w) — jest to średnia wartość natężenia prądu, który przepływa przez diodę po przyłożeniu do jej zacisków napięcia w kierunku wstecznym. Wielkość ta dla każdego typu diody jest mierzona przy najwyższej wielkości napięcia wstecznego. Wartość ta charakteryzuje oporność wewnętrzną diody w kierunku wstecznym.

e. Prąd wyprostowany (I_d) — jest to średnia wartość natężenia prądu płynącego przez diodę w jednopółkownikowym i jednofazowym układzie i określa dopuszczalną wartość natężenia prądu wyprostowanego dla danego typu diody, charakteryzując jej wytrzymałość na obciążenie. Prąd wyprostowany mierzy się miernikiem magnetoelektrycznym włączonym w obwód szeregowo.

f. Dopuszczalna wartość napięcia zmiennego (U_d) — jest to dopuszczalna skuteczna wartość sinusoidalnego napięcia zmiennego 50 Hz przyłożonego na diodę. Parametr ten charakteryzuje zdolność wytrzymywania przez diodę danej wartości napięcia wstecznego.

g. Szczytowa wartość amplitudy napięcia wstecznego (napięcia przebicia) (U_{wp}) — jest to wartość napięcia, przy której oporność diody staje się równa zero (punkt A na rys. 7).

W zależności od układu prostowniczego w jakim dioda ma być stosowana należy dobrać odpowiedni typ diody o odpowiednich dopuszczalnych parametrach napięcia zmiennego (U_d) oraz prądu wyprostowanego (I_d).



Rys. 7. Typowa charakterystyka diody

Podstawowe układy prostownicze i zależności między ich podstawowymi parametrami dla przypadku idealnego prostownika są przedstawione w tablicy 1.

Diody, w zależności od cechujących je parametrów elektrycznych i zastosowanej obudowy, są oznaczone symbolami literowymi i cyframi. Diody ostrzowe germanowe, w skrócie DOG, pod względem dopuszczalnych warunków pracy są podzielone na typy i oznaczone odpowiednimi cyframi. Diody ostrzowe germanowe oznaczone DOG-50 do DOG-58 oraz DOG-61 do DOG-63 są to diody miniaturowe w wykonaniu całoszklanym. Diody ostrzowe germanowe oznaczone DOG-11 do DOG-22, DOG-31 oraz DOP-1 do DOP-3 są to diody wykonane w obudowie szkło-metal. Diody DOP cechują się wysokim dopuszczalnym prądem obciążenia. Diody złączowe germanowe małej mocy, w skrócie DZG, są podzielone na siedem typów w zależności od dopuszczalnych warunków pracy i oznaczone od DZG-1 do DZG-7.

Diody złączowe germanowe średniej mocy, w skrócie DMG, są podzielone na pięć typów w zależności od dopuszczalnych parametrów elektrycznych i oznaczone od DMG-1 do DMG-5.

Przydatność diody charakteryzują następujące parametry elektryczne:

a. Dane statyczne określające znamionowe wartości napięć i prądów w kierunku wstecznym i przewodzenia, przy których dany element półprzewodnikowy jest badany.


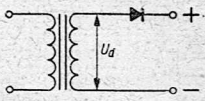
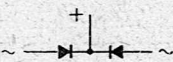
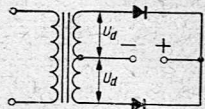
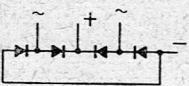
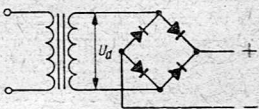

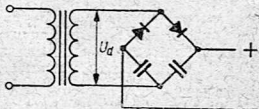

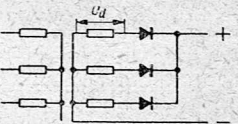
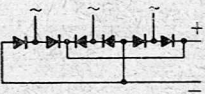
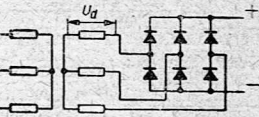
b. Dane dopuszczalne określające maksymalne warunki pracy, przy których dany element półprzewodnikowy może być eksploatowany bez zmiany swoich pierwotnie założonych właściwości.

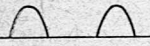

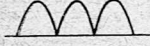
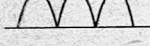



Dane statyczne obejmują:

— Prąd w kierunku przewodzenia	I_p
— Prąd w kierunku wstecznym	I_w
— Spadek napięcia w kierunku przewodzenia	U_p
— Napięcie wsteczne	U_w
— Najwyższa wartość amplitudy napięcia wstecznego (napięcie przebiecia)	U_{wp}

Dane dopuszczalne obejmują:

— Prąd wyprostowany	I_d
— Dopuszczalna wartość napięcia zmiennego	U_d
— Największa wartość prądu udarowego	I_u
— Częstotliwość graniczna	f_g
— Dopuszczalny zakres temperatury otoczenia	t_a

Rodzaj układu prostowania	Schemat połączeń elementów prostujących	Schemat prostownika	
Układ jedno-fazowy	Jedno-połówkowy 		
	Symetryczny (dwupołówkowy)		
	Mostkowy (Graetza)		
	Podwajacz napięcia		
Układ trój-fazowy	Jednopołówkowy		
	Mostkowy (Graetza)		

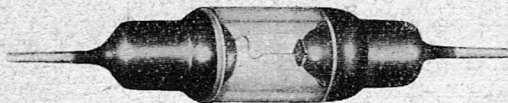
Przybliżony kształt napięcia wyprostowanego	Zależność między U_{ampl} U_{sk} U_{sr} .	Zależność między napięciem zmiennym a stałym	Amplituda napięcia wstecznego na diodzie
	$U_{ampl} = 3,14 \cdot U_{sr} = 2 \cdot U_{sk}$ $U_{sk} = 1,57 \cdot U_{sr} = 0,5 \cdot U_{ampl}$	$U_{sr} = 0,45 \cdot U_d$ $U_{ampl} = 1,42 \cdot U_d$	$U_w = 1,41 \cdot U_d = 4,14 \cdot U_{sr}$
	Jest zależna od indywidualnych parametrów układu	Bez obciążenia $U_{sr} = 1,41 \cdot U_d$	$U_w = 2,82 \cdot U_d$
	$U_{ampl} = 1,57 \cdot U_{sr} = 1,41 \cdot U_{sk}$ $U_{sk} = 1,11 \cdot U_{sr} = 0,707 \cdot U_{ampl}$	$U_{sr} = 0,9 \cdot U_d$ $U_{ampl} = 1,41 \cdot U_d$	$U_w = 2,82 \cdot U_d = 3,14 \cdot U_{sr}$
	$U_{ampl} = 1,57 \cdot U_{sr} = 1,41 \cdot U_{sk}$ $U_{sk} = 1,11 \cdot U_{sr} = 0,707 \cdot U_{ampl}$	$U_{sk} = 0,9 \cdot U_d$ $U_{ampl} = 1,41 \cdot U_d$	$U_w = 1,41 \cdot U_d = 1,57 \cdot U_{sr}$
	Jest zależne od indywidualnych parametrów układu	Bez obciążenia $U_{sr} = 2,82 \cdot U_d$	Bez obciążenia $U_w = 2,82 \cdot U_d$
	$U_{ampl} = 1,207 \cdot U_{sr} = 1,189 \cdot U_{sk}$ $U_{sk} = 1,017 \cdot U_{sr} = 0,84 \cdot U_{ampl}$	$U_{sr} = 1,17 \cdot U_d$ $U_{ampl} = 1,41 \cdot U_d$	$U_w = 2,44 \cdot U_d = 2,09 \cdot U_{sr}$
	$U_{ampl} = 1,047 \cdot U_{sr} = 1,046 \cdot U_{sk}$ $U_{sk} = 1,0009 \cdot U_{sr} = 0,955 \cdot U_{ampl}$	$U_{sr} = 2,34 \cdot U_d$ $U_{ampl} = 2,44 \cdot U_d$	$U_w = 2,44 \cdot U_d = 1,047 \cdot U_{sr}$

Dane ogólne:

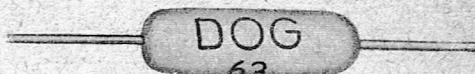
- Pojemność C_d
- Sprawność w układzie detekcyjnym η
- Wilgotność względna W_o
- Wytrzymałość na rozciąganie α
- Ciężar diody q

Sposoby oznaczania diod

Oznaczanie diod ostrzowych



**Dioda ostrzowa germanowa
w obudowie szkło-metal
(powiększenie 3-krotne)**



**Dioda ostrzowa germanowa
w obudowie całoszklanej
(powiększenie 3-krotne)**

Poszczególne typy diod ostrzowych są oznaczone symbolami za pomocą odpowiedniego nadruku oraz znaku przewodzenia i daty produkcji (lub odpowiednim kolorem na anodzie diody wg tablic 2 i 3). W przypadku oznaczenia typu diody nadrukiem strzałka jest skierowana w kierunku katody i wskazuje kierunek przepływu prądu, zaś w przypadku oznaczania diody kolorami katoda jest pomalowana na kolor czerwony.

Tablica 2

Oznaczenia diod w obudowie szkło-metal

Typ diody	Oznaczenie
DOG-11	kolor czarny
DOG-12	kolor zielony
DOG-13	kolor brązowy
DOG-14	kolor niebieski
DOG-15	kolor pomarańczowy
DOG-16	kolor biały

Typ diody	Oznaczenie
DOG-17	kolor szary
DOG-18	kolor żółty
DOG-19	kolor niebieski z czarną kropką
DOG-20	kolor szary z czarną kropką
DOG-21	kolor żółty z czarną kropką
DOG-22	kolor zielony z czarną kropką
DOG-31	kolor czarny z końcówką białą
DOP-1	kolor brązowy z końcówką czerwoną
DOP-2	kolor czarny z końcówką czerwoną
DOP-3	kolor niebieski z końcówką czerwoną

Oznaczenia diod w obudowie całoszklanej

Obecnie diody w obudowie całoszklanej są oznaczane za pomocą nadruku zawierającego: odpowiedni symbol (DOG-50), znak przewodzenia i datę produkcji. Dotychczasowe oznaczenia podano w tablicy 3.

Tablica 3

Typ diody	Oznaczenie
DOG-50	kolor niebieski z czarną kropką
DOG-51	kolor zielony
DOG-52	kolor żółty
DOG-53	kolor brązowy
DOG-54	kolor niebieski
DOG-55	kolor pomarańczowy
DOG-56	kolor szary
DOG-57	kolor biały
DOG-58	kolor czarny

Oznaczenie diod złączowych małej mocy



Dioda złączowa germanowa
małej mocy
(powiększenie 3-krotne)

Obecnie poszczególne typy diod są oznaczane za pomocą nadruku na korpusie diody. Nadruk zawiera: typ diody, znak przewodzenia i datę produkcji. Strzałka znaku przewodzenia wskazuje kierunek przepływu prądu.

Dawniej diody były malowane na kolor czarny z zaznaczeniem typu odpowiednim kolorem na anodzie diody (rurka izolatora) według tablicy 5.

Oznaczenie diod złączowych średniej mocy

Diody są malowane na kolor czarny z zaznaczeniem typu odpowiednim kolorem na anodzie diody (rurka izolatora) według tablicy 5.

Tablica 4

Dawne
oznaczenia diod złączowych małej mocy

Typ diody	Oznaczenie
DZG-1	kolor biały
DZG-2	kolor żółty
DZG-3	kolor czerwony
DZG-4	kolor zielony
DZG-5	kolor niebieski
DZG-6	kolor szary
DZG-7	kolor brązowy



Dioda złączowa germanowa
średniej mocy
(powiększenie nieznaczne)

Tablica 5

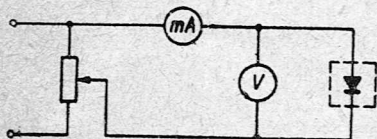
Oznaczenia diod złączowych średniej mocy

Typ diody	Oznaczenie
DMG-1	kolor szary
DMG-2	kolor niebieski
DMG-3	kolor zielony
DMG-4	kolor żółty
DMG-5	kolor czerwony

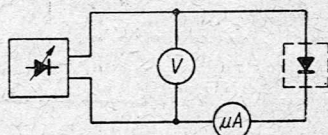
Układy pomiarowe do określania parametrów diod

W zależności od typu diody mierzy się prąd w kierunku przewodzenia lub spadek napięcia w kierunku przewodzenia w układzie prądu stałego względnie prądu tętniącego jednopółkowego.

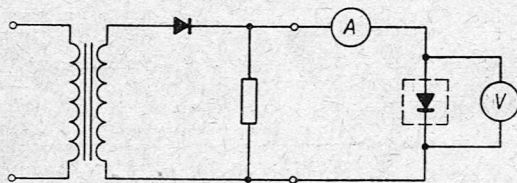
Dla diod ostrzowych przyjęto pomiar prądu w kierunku przewodzenia przy danym napięciu w układzie prądu stałego (rys. 12), zaś dla diod złączowych przyjęto mierzyć spadek napięcia w kierunku przewodzenia przy danym prądzie w układzie tętniącym jednopółkowym (rys. 13).



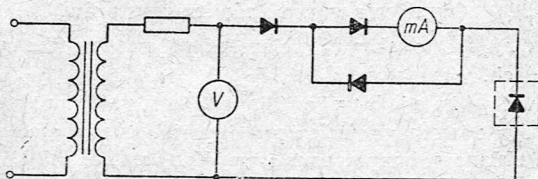
Rys. 12. Układ do pomiaru diod w kierunku przewodzenia prądem stałym



Rys. 14. Pomiar diod w kierunku wstecznym w układzie prądu stałego



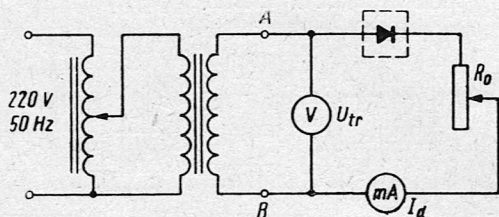
Rys. 13. Układ do pomiaru diod w kierunku przewodzenia prądem tętniącym jednopółkowym



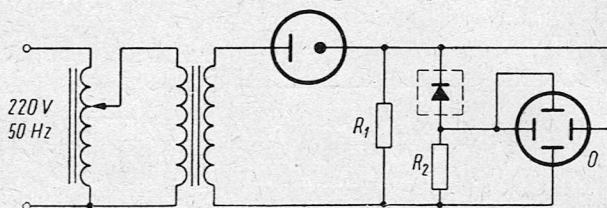
Rys. 15. Pomiar diod w kierunku wstecznym w układzie prądu tętniącego jednopółkowego

Pomiaru prądu wstecznego diod ostrzowych dokonuje się przy stałym napięciu w układzie prądu stałego (rys. 14). Pomiaru napięcia wstecznego diod złączowych dokonuje się przy danej wartości prądu wstecznego w układzie tętniącym jednofazowym (rys. 15).

Prąd wyprostowany diody jest badany w układzie prostowania jednopółokowego i jednofazowego przy obciążeniu rzeczywistym; pomiaru natężenia tego prądu dokonuje się miernikiem magnetoelektrycznym przy przyłożeniu dopuszczalnej wartości skutecznej napięcia zmiennego sinusoidalnego mierzonego na wyjściu transformatora (rys. 16). Pomiaru napięcia przebicia dokonuje się przy zasilaniu diody napięciem jednopółokowym przez obserwację charakterystyki diody w kierunku wstecznym na oscylografie (rys. 17).



Rys. 16. Układ do pomiaru prądu wyprostowanego diod



Rys. 17. Układ do pomiaru napięcia przebicia

CHARAKTERYSTYKA OGÓLNA TRANZYSTORÓW

Określenia parametrów tranzystorów

Tranzystor jest to aktywny element półprzewodnikowy o trzech lub więcej elektrodach.

Układ o wspólnej bazie OB, jest to układ tranzystorowy, w którym wspólną dla obwodu wejściowego i wyjściowego elektrodą jest baza. Odpowiada on układowi lampowemu o wspólnej siatce.

Układ o wspólnym emiterze OE, jest to układ tranzystorowy, w którym wspólną dla obwodu wejściowego i wyjściowego elektrodą jest emiter. Odpowiada on układowi lampowemu o wspólnej katodzie.

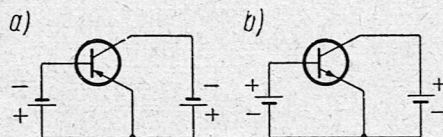
Układ o wspólnym kolektorze OC, jest to układ tranzystorowy, w którym wspólną dla obwodu wejściowego i wyjściowego elektrodą jest kolektor. Odpowiada on układowi lampowemu o wspólnej anodzie (wtórnik katodowy).

Obwód bazy jest to obwód wejściowy dla układu OE i OC.

Obwód emitera jest to obwód wejściowy dla układu OB lub obwód wyjściowy dla układu OC.

Obwód kolektora jest to obwód wyjściowy dla układu OB i OE.

Sposób zasilania napięciem stałym tranzystorów typu PNP i NPN jest przedstawiony na rys. 18.



Rys. 18. Sposób zasilania napięciem stałym
a) tranzystorów PNP b) tranzystorów NPN

Prąd zerowy kolektora I_{CB0} jest to prąd stały płynący w obwodzie kolektora pod wpływem przyłożonego napięcia stałego między kolektor a bazę przy otwartym obwodzie emitera ($I_E = 0$).

Prąd zerowy kolektora I_{CE0} jest to prąd stały płynący w obwodzie kolektora pod wpływem napięcia stałego przyłożonego między kolektor a emiter przy otwartym obwodzie bazy ($I_B = 0$).

Prąd zerowy kolektora I_{CK0} jest to prąd stały płynący w obwodzie kolektora pod wpływem napięcia stałego przyłożonego między kolektor a emiter przy zwartym obwodzie bazy ($U_{BE} = 0$).

Prąd zerowy emitera I_{EB0} jest to prąd stały płynący w obwodzie emitera pod wpływem napięcia stałego przyłożonego między emiter a bazę przy otwartym obwodzie kolektora ($I_C = 0$), przy czym do emitera przykłada się napięcie ujemne w przypadku tranzystora typu PNP, dodatnie — w przypadku tranzystora typu NPN.

Napięcie spoczynkowe kolektora U_{CE0} jest to napięcie stałe między kolektorem a emitrem przy $U_{CB} = 0$ ($U_{CE} = U_{BE}$) i określonym prądzie kolektora.

Moc strat kolektora i emitera P jest to całkowita moc tracona w obwodzie kolektora i emitera ($P_{CB} + P_{EB}$).

Współczynnik wzmocnienia prądowego dla małych sygnałów i przy zwartym dla prądu zmiennego obwodzie wyjściowym tranzystora:

$$\begin{aligned} \alpha &= -h_{21b} && \text{w układzie OB,} \\ \beta &= h_{21e} && \text{w układzie OE,} \end{aligned}$$

przy czym:

$$\beta = \frac{\alpha}{1 - \alpha} \quad \text{lub} \quad \alpha \approx \frac{\beta}{1 + \beta} \quad \text{lub} \quad 1 - \alpha \approx \frac{1}{1 + \beta}$$

Współczynnik wzmocnienia prądowego dla dużych sygnałów:

$$\bar{\beta} = \frac{I_C - I_{CE0}}{I_B} \approx \frac{I_C}{I_B}$$

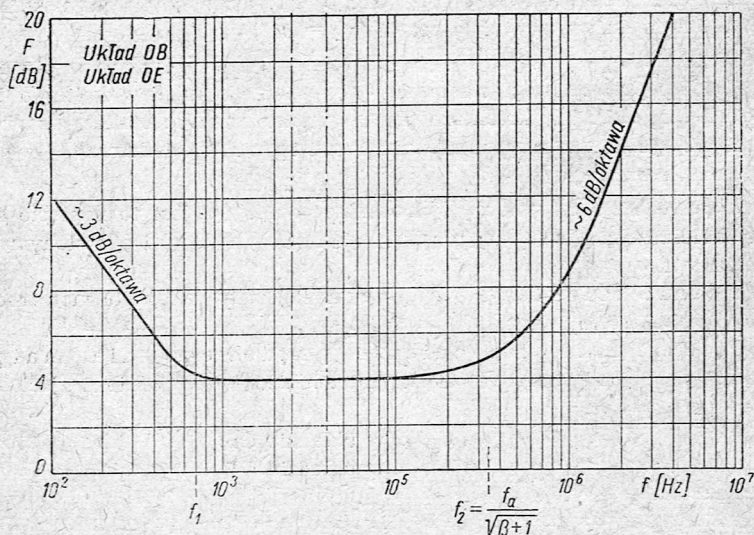
Częstotliwość graniczna f_α (lub f_β) jest to taka częstotliwość, przy której współczynnik wzmocnienia prądowego α (lub β) spada o 3 dB w porównaniu z jego wartością przy 1000 Hz, przy czym:

$$\frac{f_\alpha}{f_\beta} \approx \frac{\beta}{\alpha}$$

Współczynnik szumów F jest to wyrażony w dB stosunek całkowitej mocy szumów na wyjściu tranzystora w układzie wzmacniacza (nie uwzględniając szumu oporności obciążenia) do tej części mocy szumów na wyjściu tranzystora, która wynika z szumów cieplnych oporności źródła. Współczynnik szumów zwykle odnosi się do poziomu $(1 \mu V)^2$ dla określonej oporności źródła R_g , częstotliwości pomiarowej 1000 Hz i szerokości pasma 1 Hz.

$$F = 10 \lg \frac{P_t + P_r}{P_r}$$

Współczynnik szumów zmienia się w funkcji częstotliwości jak podano na rys. 19. Wielkość częstotliwości f_1 wynosi od 600 Hz do 50 kHz, zaś wielkość



Rys. 19. Zależność współczynnika szumów od częstotliwości

częstotliwości f_2 waha się od 100 kHz do 500 kHz. W tranzystorach małej częstotliwości można znacznie zmniejszyć wielkość f_{1r} , a w tranzystorach wielkiej częstotliwości można zwiększyć wielkość f_2 .

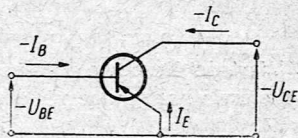
Konwencjonalnie przyjęty kierunek strzałkowania napięć i prądów w przypadku tranzystorów jest pokazany na rys. 20.

$$I_B + I_E + I_C = 0.$$

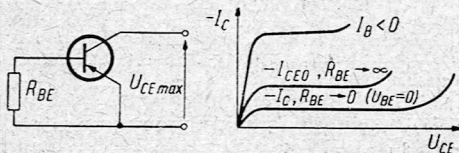
Prąd emitera I_E dla normalnego układu tranzystorów typu PNP wpływa jako dodatni ($I_E > 0$), dzieląc się na prąd bazy i kolektora, wobec tego:

$$I_B < 0, \quad I_C < 0.$$

Maksymalne napięcie U_{CE} zależy od wartości oporności między bazą a emiterem (rys. 21).



Rys. 20. Konwencjonalny kierunek strzałkowania napięć i prądów

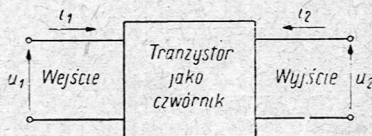


Rys. 21. Zależność maksymalnego napięcia kolektor-emiter od oporności R_{BE}

Dla oporności $R_{BE} \rightarrow 0$ bezwzględna wartość prądu kolektora I_C jest mniejsza od prądu zerowego kolektora I_{CE0} , a dopuszczalna wartość napięcia kolektor-emiter jest większa.

Układ zastępczy tranzystora jako czwórnika

Najbardziej rozpowszechnionym układem zastępczym tranzystora jest przedstawianie go w postaci czwórnika czynnego (rys. 22).



Rys. 22. Tranzystor w postaci czwórnika

Tranzystor jako czwórnik elektryczny ma cztery zaciski: dwa wejściowe i dwa wyjściowe, przy czym jeden zacisk jest wspólny dla obwodu wejściowego i wyjściowego. Właściwości tranzystora dla takiego układu zastępczego można określić za pomocą czterech wielkości charakterystycznych zwanych parametrami.

Parametry tranzystora przy małej częstotliwości

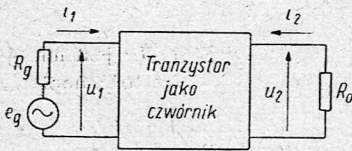
Przy małej częstotliwości i małym sygnale właściwości tranzystora charakteryzuje się za pomocą parametrów h . Równania opisujące czwórnik za pomocą parametrów h mają postać:

$$\begin{aligned} u_1 &= h_{11} \cdot i_1 + h_{12} \cdot u_2, \\ i_2 &= h_{21} \cdot i_1 + h_{22} \cdot u_2. \end{aligned}$$

Wartości liczbowe parametrów mieszanych h_{11} , h_{12} , h_{21} , h_{22} są określane na podstawie następujących wzorów:

$$\begin{aligned} h_{11} &= \frac{u_1}{i_1} \quad \left| \quad u_2 = 0 \right. && \text{— oporność wejściowa przy otwartym wyjściu,} \\ h_{12} &= \frac{u_1}{u_2} \quad \left| \quad i_1 = 0 \right. && \text{— współczynnik sprzężenia zwrotnego przy otwartym} \\ &&& \text{wejściu,} \\ h_{21} &= \frac{i_2}{i_1} \quad \left| \quad i_1 = 0 \right. && \text{— współczynnik wzmocnienia prądowego przy zwar-} \\ &&& \text{tym wyjściu,} \\ h_{22} &= \frac{i_2}{u_2} \quad \left| \quad u_2 = 0 \right. && \text{— przewodność wyjściowa przy otwartym wejściu.} \end{aligned}$$

Parametry tranzystora zależą od punktu pracy (zmieniają się wraz ze zmianą tego punktu) od układu połączeń itp. Normalnie tranzystor pracuje z generatorem o s.e.m. równej e_g i oporności wewnętrznej R_g na wejściu oraz



Rys. 23. Tranzystor z generatorem i obciążeniem

z opornością obciążenia R_o na wyjściu (rys. 23). Podstawowe właściwości takiego układu można określić za pomocą oporności wejściowej R_{we} , oporności wyjściowej R_{wy} , współczynnika wzmocnienia prądowego G_i , współczynnika wzmocnienia napięciowego G_u , współczynnika wzmocnienia mocy przy obustronnym dopasowaniu $G_p \text{ opt}$.

$$R_{we} = \frac{u_1}{i_1} = \frac{h_{11} + \Delta h \cdot R_o}{1 + h_{22} \cdot R_o} \quad \text{— oporność wejściowa,}$$

$$R_{wy} = \frac{u_2}{i_2} = \frac{h_{11} + R_g}{\Delta h + h_{22} \cdot R_g} \quad \text{— oporność wyjściowa,}$$

$$G_u = \frac{u_2}{u_1} = \frac{h_{21} \cdot R_o}{h_{11} + \Delta h \cdot R_o} \quad \text{— współczynnik wzmocnienia napięciowego,}$$

$$G_i = \frac{i_2}{i_1} = \frac{h_{21}}{1 + h_{22} \cdot R_o} \quad \text{— współczynnik wzmocnienia prądowego,}$$

$$G_D = G_u \cdot G_i = \frac{h_{21}^2 \cdot R_o}{(h_{11} + \Delta h \cdot R_o)(1 + h_{22} \cdot R_o)} \quad \text{— współczynnik wzmocnienia mocy,}$$

$$G_{D \text{ opt}} = \frac{h_{21}^2}{(\sqrt{\Delta h} + \sqrt{h_{11} \cdot h_{22}})^2} \quad \text{— optymalny współczynnik wzmocnienia mocy,}$$

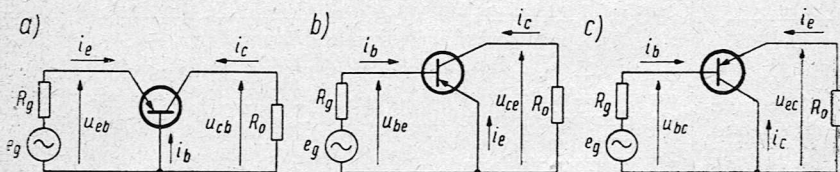
$$R_{o \text{ opt}} = \sqrt{\frac{h_{11}}{\Delta h \cdot h_{22}}} \quad \text{— optymalna oporność obciążenia,}$$

$$R_{g \text{ opt}} = \sqrt{\frac{\Delta h \cdot h_{11}}{h_{22}}} \quad \text{— optymalna oporność generatora.}$$

$$\Delta h = h_{11} \cdot h_{22} - h_{12} \cdot h_{21}$$

Układy połączeń tranzystora

W praktyce najczęściej stosuje się trzy sposoby połączenia tranzystora z generatorem i opornością obciążenia: układ o wspólnej bazie — OB, układ o wspólnym emiterze — OE i układ o wspólnym kolektorze — OC (rys. 24).



Rys. 24. Układy połączeń tranzystora:

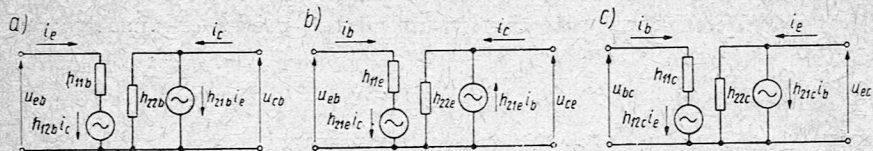
a) układ o wspólnej bazie, b) układ o wspólnym emiterze, c) układ o wspólnym kolektorze

Poszczególne układy połączenia tranzystora różnią się między sobą znacznie pod wieloma względami, przede wszystkim pod względem wartości R_{we} , R_{wy} , G_u , G_i i G_p . Najważniejsze ich cechy zostały zebrane w tablicy 6.

Najczęstsze zastosowanie praktyczne mają układy tranzystorowe o wspólnym emiterze. Układy te cechuje największe wzmocnienie mocy (zależne od stopnia dopasowania) oraz najbardziej zbliżone do siebie wartości oporności wejściowej i wyjściowej.

Układy o wspólnym kolektorze mają właściwości podobne do wtórników katodowych i mają podobne zastosowanie. Układy zastępcze tranzystora, wykorzystujące parametry h dla wszystkich trzech konfiguracji, są przedstawione na rys. 25. Parametry tranzystora w układach OB i OC można wyrazić za pomocą parametrów tranzystora w układzie OE. Dokładne wzory na

	Układ OB	Układ OE	Układ OC
Oporność wejściowa	Jest najmniejsza ze wszystkich układów. Wynosi od kilkudziesięciu do kilkuset omów. Oporność obciążenia R_o wpływa nieznacznie na wartość oporności wejściowej.	Większa niż w układzie OB, ale mniejsza niż w układzie OC. Wynosi od kilkuset do kilkudziesięciu tysięcy omów. Oporność wejściowa przy wzroście R_o maleje.	Jest najmniejsza ze wszystkich układów. Wynosi od kilkuset omów do kilku megaomów. Oporność wejściowa rośnie ze wzrostem R_o .
Oporność wyjściowa	Jest największa ze wszystkich układów. Wynosi od kilkudziesięciu kiloomów do kilku megaomów. Rośnie ze wzrostem R_g .	Większa niż w układzie OC, ale mniejsza niż w układzie OB. Wynosi od kilkudziesięciu do kilkuset kiloomów. Maleje ze wzrostem R_g .	Najmniejsza ze wszystkich układów. Wynosi od kilkudziesięciu omów do kilkudziesięciu kiloomów. Rośnie ze wzrostem R_g .
Współczynnik wzmocnienia napięciowego	Wynosi w przybliżeniu — jak dla OE — kilkadziesiąt decybeli. Rośnie ze wzrostem R_o . Nie ma odwrócenia fazy.	Wynosi kilkadziesiąt decybeli podobnie jak w układzie OB. Rośnie ze wzrostem R_o . Zachodzi odwrócenie fazy (ujemne wzmocnienie napięciowe).	Jest mniejszy od jedności (0 dB). Nie ma odwrócenia fazy.
Współczynnik wzmocnienia prądowego	Najmniejszy ze wszystkich układów. Jest mniejszy od jedności.	Podobnie jak w układzie OC, wynosi kilkadziesiąt decybeli. Maleje ze wzrostem R_o .	Podobnie jak w układzie OE wynosi kilkadziesiąt decybeli. Maleje ze wzrostem R_o .
Współczynnik wzmocnienia mocy	Mniejszy niż w układzie OE, a większy niż w układzie OC. Wynosi kilkadziesiąt decybeli.	Największy ze wszystkich układów, najłatwiejsze dopasowanie ze względu na najmniejsze różnice między R_{we} i R_{wy} . Wynosi kilkadziesiąt decybeli.	Najmniejszy ze wszystkich układów. Wynosi kilkanaście decybeli.



Rys. 25 Układy zastępcze tranzystora wykorzystujące parametry mieszane:
 a) układ o wspólnej bazie, b) układ o wspólnym emiterze, c) układ o wspólnym kolektorze

zależności między parametrami mieszanymi dla różnych układów połączenia tranzystora są zebrane w tabelcy 7, przy czym zostały zastosowane następujące oznaczenia parametrów h :

- h_{ijb} — tranzystor w układzie OB,
- h_{ije} — tranzystor w układzie OE,
- h_{ijc} — tranzystor w układzie OC.

Tabelca 7

OB	OE	OC
$h_{11b} = \frac{1 - h_{12e} + h_{21e} + \Delta h_e}{h_{11e}}$	h_{11e}	$h_{11c} = h_{11e}$
$h_{12b} = \frac{\Delta h_e - h_{12e}}{1 - h_{12e} + h_{21e} + \Delta h_e}$	h_{12e}	$h_{12c} = 1 - h_{12e}$
$h_{21b} = \frac{-\Delta h_e - h_{21e}}{1 - h_{12e} + h_{21e} + \Delta h_e}$	h_{21e}	$h_{21c} = -1 - h_{21e}$
$h_{22b} = \frac{h_{22e}}{1 - h_{12e} + h_{21e} + \Delta h_e}$	h_{22e}	$h_{22c} = h_{22e}$
$\Delta h_b = \frac{\Delta h_e}{1 - h_{12e} + h_{21e} + \Delta h_e}$	Δh_e	$\Delta h_c = 1 - h_{12e} + h_{21e} + \Delta h_e$
$\Delta h_e = h_{11e} \cdot h_{22e} - h_{12e} \cdot h_{21e}$		

Inne układy zastępcze tranzystora

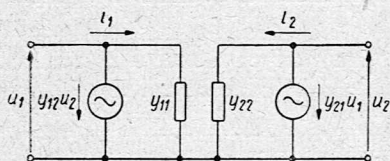
Równania dla układu zastępczego tranzystora w postaci czwórnika można wyrazić za pomocą parametrów impedancyjnych i admitancyjnych

$$i_1 = y_{11} \cdot u_1 + y_{12} \cdot u_2,$$

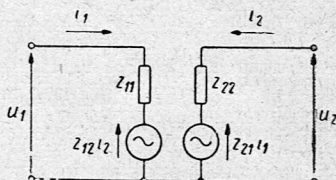
$$i_2 = y_{21} \cdot u_1 + y_{22} \cdot u_2,$$

gdzie: y_{11} , y_{12} , y_{21} , y_{22} są parametrami admitancyjnymi.

Równaniom tym odpowiadają układy pokazane na rys. 26 i 27.



Rys. 26. Układ zastępczy tranzystora wyrażony za pomocą parametrów y



Rys. 27. Układ zastępczy tranzystora wyrażony za pomocą parametrów z

Sens fizyczny tych parametrów jest następujący:

$$Y_{11} = \frac{i_1}{u_1} \quad \left| \quad u_2 = 0 \quad - \quad \text{admitancja wejściowa przy zwartym wyjściu,}$$

$$Y_{12} = \frac{i_1}{u_2} \quad \left| \quad u_1 = 0 \quad - \quad \text{admitancja zwrotna przy zwartym wejściu,}$$

$$Y_{21} = \frac{i_2}{u_1} \quad \left| \quad u_2 = 0 \quad - \quad \text{admitancja przejściowa przy zwartym wyjściu,}$$

$$Y_{22} = \frac{i_2}{u_2} \quad \left| \quad u_1 = 0 \quad - \quad \text{admitancja wyjściowa przy zwartym wejściu,}$$

$$u_1 = z_{11} \cdot i_1 + z_{12} \cdot i_2,$$

$$u_2 = z_{21} \cdot i_1 + z_{22} \cdot i_2.$$

Interpretacja fizyczna parametrów impedancyjnych z_{11} , z_{12} , z_{21} , z_{22} jest następująca:

$$Z_{11} = \frac{u_1}{i_1} \quad \left| \quad i_2 = 0 \quad - \quad \text{impedancja wejściowa przy otwartym wyjściu,}$$

$$Z_{12} = \frac{u_1}{i_2} \quad \left| \quad i_1 = 0 \quad - \quad \text{impedancja zwrotna przy otwartym wejściu,}$$

$$Z_{21} = \frac{u_2}{i_1} \quad \left| \quad i_2 = 0 \quad - \quad \text{impedancja przejściowa przy otwartym wyjściu,}$$

$$z_{22} = \frac{u_2}{i_2} \quad \Big| \quad i_1 = 0 \quad - \quad \text{impedancja wyjściowa przy otwartym wejściu.}$$

Zależności między parametrami z , y , h są podane w tablicy 8.

Tablica 8

na \ z	[z]	[y]	[h]
[z]	z_{11} z_{12}	$\frac{Y_{22}}{\Delta y}$ $-\frac{Y_{12}}{\Delta y}$	$\frac{\Delta^h}{h_{22}}$ $\frac{h_{12}}{h_{22}}$
	z_{21} z_{22}	$-\frac{Y_{21}}{\Delta y}$ $\frac{Y_{11}}{\Delta y}$	$-\frac{Y_{11}}{h_{22}}$ $\frac{1}{h_{22}}$
[y]	$\frac{z_{22}}{\Delta z}$ $-\frac{z_{12}}{\Delta z}$	Y_{11} Y_{12}	$\frac{1}{h_{11}}$ $-\frac{h_{12}}{h_{11}}$
	$-\frac{z_{21}}{\Delta z}$ $\frac{z_{11}}{\Delta z}$	Y_{21} Y_{22}	$\frac{h_{21}}{h_{11}}$ $\frac{\Delta^h}{h_{11}}$
[h]	$\frac{\Delta z}{z_{22}}$ $\frac{z_{12}}{z_{22}}$	$\frac{1}{Y_{11}}$ $-\frac{Y_{12}}{Y_{11}}$	h_{11} h_{12}
	$-\frac{z_{21}}{z_{22}}$ $\frac{1}{z_{22}}$	$\frac{Y_{21}}{Y_{11}}$ $\frac{\Delta y}{Y_{11}}$	h_{21} h_{22}
	z_{22} z_{22}	Y_{11} Y_{11}	
	$-\frac{z_{21}}{z_{22}}$ $\frac{1}{z_{22}}$	Y_{21} Y_{11}	

$$\Delta z = z_{11} \cdot z_{22} - z_{12} \cdot z_{21}$$

$$\Delta y = Y_{11} \cdot Y_{22} - Y_{12} \cdot Y_{21}$$

$$\Delta^h = h_{11} \cdot h_{22} - h_{12} \cdot h_{21}$$

Wskazówki dotyczące warunków pracy tranzystora

Na parametry tranzystorów ma bardzo duży wpływ temperatura. Dlatego układy tranzystorowe wymagają starannego zaprojektowania tak, aby podczas pracy przy określonej katalogowo temperaturze otoczenia, nie zostały przekroczone graficzne wartości temperatury złącza, mocy strat, napięć i prądów.

Temperatura złącza zależy od mocy traconej w tranzystorze. Wielkość zaś dopuszczalnej mocy strat zależy od temperatury otoczenia (warunków chłodzenia) i maleje ze wzrostem temperatury wg wzoru:

$$P_{max} = \frac{T_{jmax} - T_a}{R_t} = (T_{jmax} - T_a) K_t.$$

Przekroczenie, nawet krótkotrwałe, maksymalnej mocy strat powoduje przekroczenie maksymalnej temperatury złącza i może spowodować uszkodzenie tranzystora.

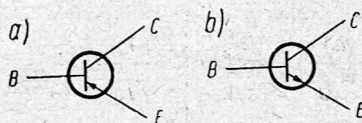
Temperaturowy zakres pracy tranzystorów jest ograniczony. W przypadku tranzystorów germanowych wynosi on od -40°C do $T_{j\text{max}}$ w przypadku tranzystorów krzemowych od -40°C do $+150^{\circ}\text{C}$.

Należy również zwracać uwagę na prawidłowe połączenie elektrod z biegunami źródeł zasilających. Wskutek niewłaściwego połączenia może nastąpić uszkodzenie tranzystora.

Bardzo niebezpieczne są dla tranzystora przepięcia, które mogą powstawać przypadkowo na różnych pojemnościach oraz indukcyjnościach układu. Przy przełączaniu i dokonywaniu wszelkich zmian w układzie jest wskazane odłączenie źródeł zasilania.

Symbole stosowane w technice tranzystorowej

Symbole graficzne



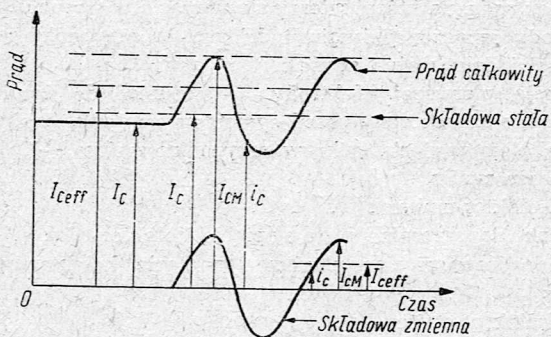
Rys. 28. Symbole tranzystora
a) typu PNP b) typu NPN

Symbole ogólne

Natężenie prądu	I lub i
Napięcie	U lub u
Moc	P lub p
Wartość szczytowa	indeks M
Wartość skuteczna	indeks $_{\text{eff}}$
Wartość średnia	bez indeksu
Wartość maksymalna	indeks $_{\text{max}}$
Wartości minimalne	indeks $_{\text{min}}$
Wejście	indeks $_1$
Wyjście	indeks $_2$
Baza	B lub b
Emiter	E lub e
Kolektor	C lub c
Wartości chwilowe (małe litery)	i, u, p

Wartości średnie (duże litery)	I, U, P	
Wartości skuteczne (duże litery z indeksem <i>eff</i>)	$I_{eff}, U_{eff}, P_{eff}$	
Wartości szczytowe (duże litery z indeksem <i>M</i>)	I_M, U_M, P_M	
Całkowity prąd	}	indeksy B', E', C
Całkowite napięcie		
Całkowita moc		
Składowe stałe		
Składowe zmienne		indeksy b, e, c

Zastosowanie praktyczne tych symboli w odniesieniu do prądu kolektora przedstawiono na rys. 29. Oznaczenia te obowiązują w odniesieniu do innych prądów, napięć i mocy.



Rys. 29. Praktyczne zastosowanie symboli do oznaczania prądów, napięć i mocy

I_C — składowa stała	}	całkowitego prądu kolektora,
I_{CM} — wartość szczytowa		
$I_{C\,eff}$ — wartość skuteczna		
i_C — wartość chwilowa		
I_{cM} — wartość szczytowa	}	składowej zmiennej prądu kolektora.
$I_{c\,eff}$ — wartość skuteczna		
i_c — wartość chwilowa		

Symbole prądów

Za dodatni uważa się prąd wpływający do elektrody.

Prąd bazy	I_B lub i_B
Maksymalny, dopuszczalny chwilowy prąd bazy (peak)	$I_{BM\,max}$
Prąd kolektora	I_C lub i_C
Prąd zerowy (spoczynkowy) kolektora (przy $I_E = 0$)	I_{CE0}
Prąd zerowy (spoczynkowy) kolektora (przy $I_B = 0$)	I_{CE0}

Maksymalny dopuszczalny stały prąd kolektora	$I_C \max$
Maksymalny dopuszczalny chwilowy prąd kolektora (peak)	$I_{CM} \max$
Prąd zerowy (spoczynkowy) kolektora (przy $U_{BE} = 0$)	I_{C0K}
Prąd emitera	I_E lub i_E
Prąd zerowy (spoczynkowy) emitera (przy $I_C = 0$)	I_{E0}
Maksymalny dopuszczalny stały prąd emitera	$I_E \max$
Maksymalny dopuszczalny chwilowy prąd emitera (peak)	$I_{EM} \max$
Wejściowy prąd zmienny	i_1
Wyjściowy prąd zmienny	i_2

Symbole napięć

Napięcie oznacza się symbolem U lub z dwoma indeksami. Pierwszy indeks oznacza elektrodę, na której mierzy się napięcie w stosunku do drugiej, wspólnej elektrody oznaczonej drugim indeksem. W przypadku wykluczającym pomyłkę drugi indeks można opuścić.

Polaryzację pierwszej elektrody w stosunku do drugiej wskazuje znak matematyczny umieszczony przed symbolem napięcia. Znak ten umieszcza się przed symbolem napięcia tylko w przypadku znaku „—”.

Napięcie baza-emiter	U_{BE} lub u_{be}
Napięcie kolektor-emiter	U_{CB} lub u_{cb}
Maksymalne dopuszczalne stałe napięcie kolektor-baza	$U_{CB} \max$
Maksymalne dopuszczalne chwilowe napięcie kolektor-baza (peak)	$U_{CBM} \max$
Napięcie kolektor-emiter	U_{CE} lub u_{ce}
Napięcie spoczynkowe kolektora	U_{CEK}
Maksymalne dopuszczalne stałe napięcie kolektor-emiter	$U_{CE} \max$
Napięcie spoczynkowe kolektora	U_{CEK}
Maksymalne dopuszczalne stałe napięcie kolektor-emiter	$U_{CE} \max$
Maksymalne dopuszczalne chwilowe napięcie kolektor-emiter (peak)	$U_{CEM} \max$
Napięcie emiter-baza	U_{EB} lub u_{eb}
Maksymalne wsteczne napięcie baza-emiter	$U_{EB} \max$
Maksymalne dopuszczalne, chwilowe wsteczne napięcie baza-emiter (peak)	$U_{EB} \max$
Wejściowe napięcie zmienne	u_1
Wyjściowe napięcie zmienne	u_2

Symbole mocy

Moc tracona w obwodzie kolektora	P_C
Maksymalna dopuszczalna moc strat kolektora	$P_C \max$
Moc tracona w obwodzie emitera	P_E
Maksymalna dopuszczalna całkowita moc strat ($P_C + P_E$)	P_{\max}

Moc szumów cieplnych oporności źródła pomnożona przez współczynnik wzmocnienia mocy G_p	P_r
Moc szumów tranzystora	P_t

Symbole oporności

Oporność zewnętrzna między bazą i emiterym	R_{BE} lub R_{be}
Oporność zewnętrzna w obwodzie bazy	R_B lub R_b
Oporność zewnętrzna w obwodzie kolektora	R_C lub R_c
Oporność zewnętrzna w obwodzie emitera	R_E lub R_e
Oporność generatora	R_g
Oporność obciążenia	R_o
Oporność wejściowa	R_{we}
Oporność wyjściowa	R_{wy}
Impedancja zewnętrzna między bazą i emiterym	Z_{BE}

Symbole temperatur

Temperatura otoczenia	T_a
Temperatura złącza	T_j
Maksymalna, dopuszczalna temperatura złącza	$T_{j\ max}$

Symbole parametrów h

Wspólna baza OB

Oporność wejściowa przy zwartym wyjściu	h_{11b}
Współczynnik sprzężenia zwrotnego przy otwartym wyjściu	h_{12b}
Współczynnik wzmocnienia prądowego przy zwartym wyjściu	$-h_{21b}$ lub a
Przewodność wyjściowa przy otwartym wyjściu	h_{22b}

Wspólny emiter OE

Oporność wejściowa przy zwartym wyjściu	h_{11e}
Współczynnik sprzężenia zwrotnego przy otwartym wyjściu	h_{12e}
Współczynnik wzmocnienia prądowego przy zwartym wyjściu	h_{21e} lub β
Przewodność wyjściowa przy otwartym wyjściu	h_{22e}

Symbole parametrów y

Admitancja wejściowa przy zwartym wyjściu	Y_{11}
Admitancja zwrotna przy zwartym wyjściu	Y_{12}

Admitancja przejściowa przy zwartym wyjściu	Y_{21}
Admitancja wyjściowa przy zwartym wejściu	Y_{22}

Symbole parametrów z

Impedancja wejściowa przy otwartym wyjściu	Z_{11}
Impedancja zwrotna przy otwartym wejściu	Z_{12}
Impedancja przejściowa przy otwartym wyjściu	Z_{21}
Impedancja wyjściowa przy otwartym wejściu	Z_{22}

Symbole częstotliwości

Częstotliwość	f
Szerokość pasma	Δf
Częstotliwość graniczna tranzystora w układzie OB	f_{β}
Częstotliwość graniczna tranzystora w układzie OE	f_{α}

Symbole różnych wielkości fizycznych tranzystora oraz jego układów

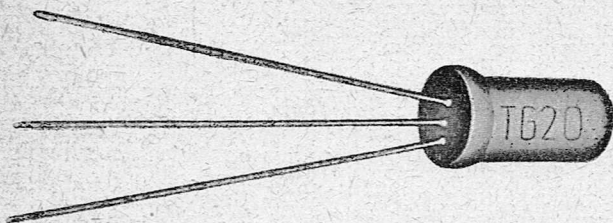
Bateria zasilania	E
Siła elektromotoryczna generatora	e_g
Współczynnik szumów przy $f = 1$ kHz, $\Delta f \neq 1$ Hz	F
Współczynnik wzmocnienia prądowego	G_i
Współczynnik wzmocnienia mocy	G_p
Współczynnik wzmocnienia mocy przy obustronnym dopasowaniu	$G_{p \max}$
Współczynnik wzmocnienia napięciowego	G_u
Oporność termiczna	R_t
Współczynnik redukcji mocy	K_t
Układ o wspólnej bazie	OB
Układ o wspólnym emiterze	OE
Układ o wspólnym kolektorze	OC
Staoprądowy współczynnik wzmocnienia prądowego (wspólny emiter)	$\beta = h_{21E}$

Klasyfikacja tranzystorów

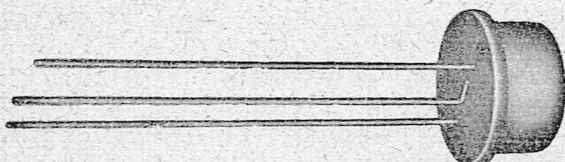
Ogólnie tranzystory warstwowe zostały sklasyfikowane ze względu na maksymalną moc strat kolektora i emitera przy $T_a = 45^\circ\text{C}$ oraz ze względu na częstotliwość graniczną tranzystorów w układzie OB (rys. 30).

Tranzystory warstwowe otrzymały oznaczenia:

- TG — tranzystor germanowy,
- TS — tranzystor krzemowy.

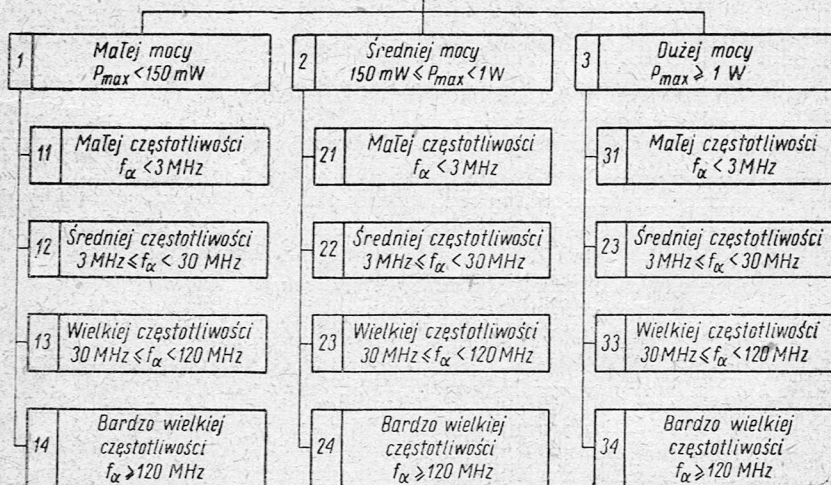


Tranzystor germanowy typu TG20
Tak samo wyglądają tranzystory typów TG-1 ÷ TG10
(powiększenie 2,5-krotne)



Tranzystor germanowy typu TG50 (lub TG52)
(powiększenie 2-krotne)

Tranzystory warstwowe



Rys. 30. Ogólny podział tranzystorów na grupy i podgrupy

Zastosowany w katalogu podział tranzystorów TG na grupy i oznaczenia grup ilustruje tablica 9.

Tablica 9

T y p	Częstotliwość graniczna dla układu OB MHz	Moc strat kolektora i emitera W
TG1 ÷ TG9	od 0,3 do 3	do 0,1
TG10 ÷ TG19	od 3 do 10	do 0,1
TG20 ÷ TG29	od 10 do 30	do 0,1
TG30 ÷ TG39	od 30 do 100	do 0,1
TG40 ÷ TG49	od 100	do 0,1
TG50 ÷ TG59	od 0,2	od 0,1 do 1
TG60 ÷ TG69	od 0,1	od 1 do 3
TG70 ÷ TG79	od 0,1	od 3 do 3
TG80 ÷ TG89	od 0,1	od 3 do 10
TG90 ÷ TG99		od 10

Oznaczenie typu tranzystorów TG jest wykonane w postaci nadruku na obudowie (tymczasowe oznaczenie numeru typu może być wykonane wg międzynarodowego kodu kolorów).

Rodzaj, wielkość i sylwetka obudowy tranzystorów różnych typów nie są dotąd znormalizowane. Należy się zatem liczyć z możliwością zmiany obudowy obecnie produkowanych tranzystorów. Zależy to między innymi od ustaleń komisji zajmującej się zagadnieniem normalizacji elementów półprzewodnikowych w krajach demokracji ludowej. Z wyżej wymienionych względów rysunki gabarytowe są podane osobno dla każdego typu tranzystorów w części szczegółowej niniejszego katalogu.

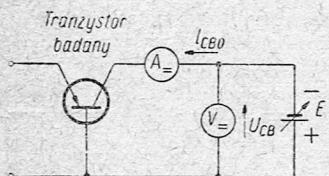
Metody pomiarów parametrów statycznych tranzystorów

Wszystkie pomiary parametrów elektrycznych wykonuje się, jeśli nie zaznaczono inaczej, przy temperaturze otoczenia $T_a = 25^\circ\text{C}$. Dopuszcza się zmiany temperatury otoczenia o $+0, -5^\circ\text{C}$ przy pomiarach parametrów, które nie zależą lub mało zależą od temperatury. Parametry, które są bardzo zależne od temperatury mierzy się przy temperaturze otoczenia z dokładnością $\pm 0, -2^\circ\text{C}$. Pomiaru parametrów należy dokonywać z błędem nie większym niż 5%. Zastosowane przyrządy pomiarowe powinny być takie, aby wyżej wymieniona dokładność pomiaru parametrów była zachowana.

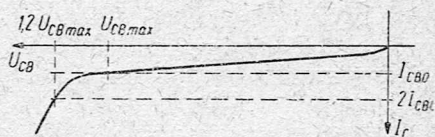
Wszystkie opisane poniżej metody dotyczą pomiarów tranzystorów typu PNP. Metody pomiarów tranzystorów typu NPN są analogiczne, z tą różnicą, że polaryzacja elektrod jest odwrotna.

Pomiar maksymalnego dopuszczalnego napięcia stałego kolektor-baza

Maksymalne stałe napięcie kolektor-baza $U_{CB\ max}$ określa się w układzie przedstawionym na rys. 31. Napięcie $U_{CB\ max}$ mierzy się przy określonym prądzie zerowym kolektora I_{CB0} i prądzie emitera równym zero. Napięcie kolektor-baza równa się $U_{CB\ max}$, jeżeli przy zwiększeniu napięcia kolektor-baza do wartości $1,2 \cdot U_{CB\ max}$ prąd zerowy kolektora I_{CB0} wzrośnie nie więcej niż dwukrotnie (rys. 32).



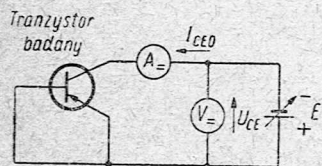
Rys. 31. Układ do pomiaru $U_{CB\ max}$



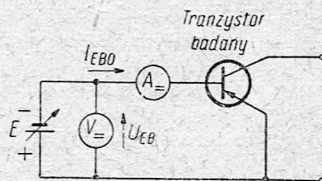
Rys. 32. Charakterystyka $I_C = f(U_{CB})$ przy $I_E = 0$

Pomiar maksymalnego dopuszczalnego napięcia stałego kolektor-emiter

Maksymalne stałe napięcie kolektor-emiter $U_{CE\ max}$ określa się w układzie przedstawionym na rys. 33. Napięcie $U_{CE\ max}$ mierzy się przy określonym prądzie zerowym kolektora I_{C0K} i przy napięciu baza-emiter równym zero. Napięcie kolektor-emiter równa się $U_{CE\ max}$, jeżeli przy zwiększeniu napięcia kolektor-emiter do wartości $1,2 \cdot U_{CE\ max}$ prąd zerowy kolektora I_{C0K} wzrośnie nie więcej niż dwukrotnie.



Rys. 33. Układ do pomiaru $U_{CE\ max}$



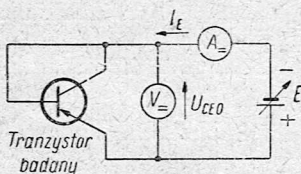
Rys. 34. Układ do pomiaru $U_{EB\ max}$

Pomiar maksymalnego wstecznego napięcia stałego baza-emiter

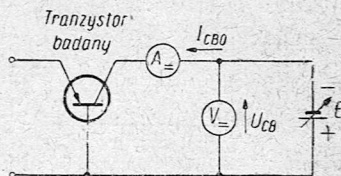
Maksymalne wsteczne napięcie stałe baza-emiter $U_{EB\max}$ określa się w układzie przedstawionym na rys. 34. Napięcie $U_{EB\max}$ mierzy się przy określonym prądzie zerowym emitera I_{EB0} i prądzie kolektora równym zero. Napięcie wsteczne baza-emiter U_{EB} równa się $U_{EB\max}$, jeżeli przy zwiększeniu napięcia wstecznego baza-emiter do wartości $1,2 \cdot U_{EB\max}$ prąd zerowy emitera I_{EB0} wzrośnie nie więcej niż dwukrotnie.

Pomiar spoczynkowego napięcia kolektora

Układ do pomiaru spoczynkowego napięcia kolektora U_{CE0} jest przedstawiony na rys. 35. Napięcie U_{CE0} mierzy się przy określonym maksymalnym prądzie kolektora i przy $U_{CB} = 0$ lub $U_{BE} = U_{CE}$. Prąd mierzony wg układu jak na rys. 35 uważa się za maksymalny prąd kolektora.



Rys. 35. Układ do pomiaru U_{CE0}



Rys. 36. Układ do pomiaru I_{CB0}

Pomiar prądu zerowego kolektora I_{CB0}

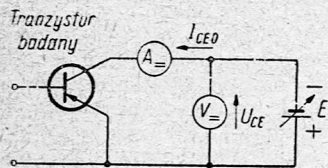
Układ do pomiaru prądu zerowego kolektora I_{CB0} jest przedstawiony na rys. 36. Prąd I_{CB0} mierzy się przy określonym napięciu kolektor-baza i prądzie emitera równym zero.

Pomiar prądu zerowego kolektora

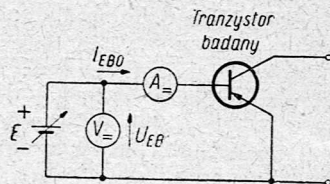
Układ do pomiaru prądu zerowego kolektora I_{CE0} jest przedstawiony na rys. 37. Prąd I_{CE0} mierzy się przy określonym napięciu kolektor-emiter i prądzie bazy równym zero.

Pomiar prądu zerowego emitera

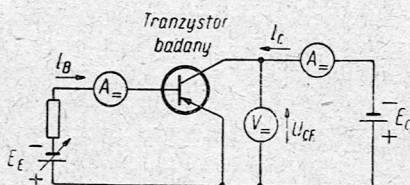
Układ do pomiaru prądu zerowego emitera I_{EB0} jest przedstawiony na rys. 38. Prąd I_{EB0} mierzy się przy określonym napięciu wstecznym baza-emiter i prądzie kolektora równym zero.



Rys. 37. Układ do pomiaru I_{CE0}



Rys. 38. Układ do pomiaru I_{EB0}



Rys. 39. Układ do pomiaru I_{CE0}

Pomiar stałoprądowego współczynnika wzmocnienia

Układ do pomiaru współczynnika wzmocnienia prądowego $\bar{\beta}$ jest przedstawiony na rys. 39. Wartość współczynnika wzmocnienia prądowego $\bar{\beta}$ wyznacza się z zależności:

$$\bar{\beta} = \frac{I_C - I_{CE0}}{I_B} \Big|_{U_{CE} = \text{const.}} \approx \frac{I_C}{I_B} \Big|_{U_{CE} = \text{const}}$$

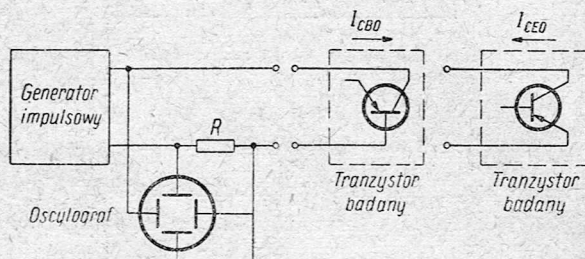
METODY POMIARÓW PARAMETRÓW TRANZYSTORÓW PRZY PRĄDACH ZMIENNYCH

Wszystkie pomiary parametrów elektrycznych wykonuje się, jeśli nie zaznaczono inaczej, przy temperaturze otoczenia $T_a = 25^\circ\text{C}$. Dopuszcza się zmiany temperatury otoczenia o $+0, -5$ C przy pomiarach parametrów, które nie zależą lub mało zależą od temperatury. Parametry, które są bardzo zależne od temperatury mierzy się przy temperaturze otoczenia ustalonej z dokładnością $+0, -2$ C. Pomiaru parametrów należy dokonywać z błędem nie większym niż 10%, jeżeli nie zaznaczono inaczej. Zastosowane przyrządy pomiarowe powinny być takie, aby wyżej wymieniona dokładność pomiaru parametrów była zachowana. Cała aparatura pomiarowa powinna być tak skonstruowana, aby wpływ zewnętrznych elektrycznych i magnetycznych pól był niewielki.

Przy pomiarach małym sygnałem wielkość sygnału powinna być tak dobrana, aby dalsze zmniejszenie sygnału nie wpływało na mierzoną wielkość. Wszystkie opisane poniżej metody dotyczą pomiarów tranzystorów typu PNP. Metody pomiarów tranzystorów typu NPN są analogiczne z tą różnicą, że polaryzacja elektrod jest odwrotna.

Pomiar prądów zerowych kolektora w podwyższonej temperaturze

Układy do pomiaru prądów zerowych kolektora I_{CB0} i I_{CE0} w podwyższonej temperaturze są przedstawione na rys. 40. Prądy I_{CB0} i I_{CE0} mierzy się przy określonym napięciu kolektora i określonej temperaturze otoczenia równej temperaturze złącza, gdyż przyrost temperatury złącza, spowodowany mocą traconą w tranzystorze, wynikającą z przepływu prądu zerowego i przyłożonego napięcia impulsowego, jest do pominięcia. Stosunek czasu trwania impulsu do czasu trwania przerwy powinien być nie mniejszy niż 1/100. Czas trwania impulsu powinien być nie większy niż 20 msec.



Rys. 40. Układ do pomiaru I_{CB0} i I_{CE0} w podwyższonej temperaturze

Pomiar prądów zerowych napięciem stałym nie jest wskazany w podwyższonej temperaturze. Wartość prądu zerowego w podwyższonej temperaturze może być kilkadziesiąt razy większa od wartości przy temperaturze 25°C. Wobec tego moc tracona w tranzystorze może być znaczna, powodując przyrost temperatury złącza o kilkanaście C. Można więc łatwo przekroczyć maksymalną temperaturę złącza i zniszczyć tranzystor. Zagadnienie to jest szczególnie krytyczne przy pomiarze I_{CE0} w podwyższonej temperaturze, co zilustrowano na przykładzie tranzystora TG50 (najgorszy przypadek). W przypadku tranzystora TG50 prąd zerowy kolektora $-I_{CE0\max} = 10$ mA przy napięciu kolektora $-U_{CE} = 6$ V i temperaturze złącza $T_j = 50^\circ\text{C}$. Oporność termiczna $R_t = 0,4$ C/mW. Maksymalna temperatura złącza $T_{j\max} = 75^\circ\text{C}$.

Przy pomiarze prądu I_{CE0} napięciem stałym, przy temperaturze otoczenia $T_a = 50^\circ\text{C}$ moc tracona w tranzystorze wynosi:

$$P = I_{CE0 \max} \cdot U_{CE} = 10 \cdot 6 = 60 \text{ mW},$$

zaś przyrost temperatury złącza spowodowany mocą strat P:

$$T = P \cdot R_t = 60 \cdot 0,4 = 24 \text{ C}.$$

Temperatura złącza jest więc wyższa od temperatury otoczenia o 24 C i wynosi 74°C. Nieznaczny wzrost temperatury otoczenia powoduje wzrost prądu zerowego i wzrost mocy traconej w tranzystorze i dalej wzrost temperatury złącza, a więc przekroczenie maksymalnej temperatury złącza.

Pomiar parametrów mieszanych

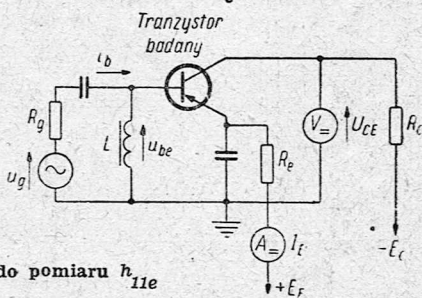
Parametry mieszane h_{ije} mierzy się w określonym punkcie pracy przy częstotliwości 1000 Hz.

Pod określeniem zwarty obwód rozumie się obwód o tak małej oporności, że dalsze jej zmniejszanie nie wpływa na wyniki pomiarów.

Pod określeniem otwarty obwód rozumie się obwód o tak dużej oporności, że dalsze jej zwiększanie nie wpływa na wyniki pomiarów.

Pomiar oporności wejściowej

Układ do pomiaru oporności wejściowej h_{11e} jest przedstawiony na rys. 41. Parametr h_{11e} mierzy się przy zwartym dla prądu zmiennego obwodzie wyjściowym. Aby warunek ten był spełniony oporność R_c powinna być mała w porównaniu z $1/h_{22e}$. Oporność samoindukcji L powinna być bardzo duża w porównaniu z h_{11e} (najłatwiej spełnić ten warunek przez włączenie do obwodu równoległej pojemności, aby wystąpił rezonans przy częstotliwości pomiarowej). Wartość h_{11e} wyznacza się ze wzoru:



Rys. 41. Układ do pomiaru h_{11e}

$$h_{11e} = \frac{u_{be}}{i_b}$$

$$i_b = \frac{u_g - u_{be}}{R_g}$$

$$h_{11e} = R_g \frac{u_{be}}{u_g - u_{be}}$$

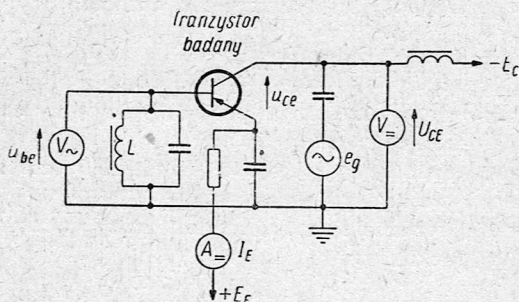
Jeżeli $R_g \gg h_{11e}$, to $u_g \gg u_{be}$, więc:

$$h_{11e} \approx R_g \cdot \frac{u_{be}}{u_g}$$

Napięcia u_g i u_{be} mierzy się woltomierzem napięcia zmiennego.

Pomiar współczynnika sprzężenia zwrotnego

Układ do pomiaru współczynnika sprzężenia zwrotnego h_{12e} jest przedstawiony na rys. 42. Parametr h_{12e} mierzy się przy otwartym dla prądu zmiennego obwodzie wejściowym. Aby warunek ten był spełniony oporność samoindukcji L powinna być bardzo duża w porównaniu z h_{11e} (rezonans równoległy z włączoną pojemnością przy częstotliwości pomiarowej).



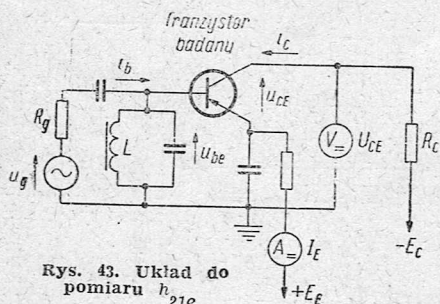
Rys. 42. Układ do pomiaru h_{12e}

Wartości h_{12e} wyznacza się ze wzoru:

$$h_{12e} = \frac{u_{be}}{u_{ce}}$$

Napięcie u_{be} i u_{ce} mierzy się woltmierzem napięcia zmiennego, przy czym oporność woltmierzowa u_{ce} powinna być dużo większa od $\frac{h_{22e}}{1}$

Pomiar współczynnika wzmocnienia prądowego



Rys. 43. Układ do pomiaru h_{21e}

Układ do pomiaru współczynnika wzmocnienia prądowego h_{21e} jest przedstawiony na rys. 43. Parametr h_{21e} mierzy się przy zwartym dla prądu zmiennego obwodzie wyjściowym. Aby warunek ten był spełniony, oporność powinna być bardzo mała w porównaniu z $\frac{1}{h_{22e}}$. Oporność samoindukcji L powinna być bardzo duża w porównaniu z h_{11e} (rezonans równoległy z włączoną pojemnością przy częstotliwości pomiarowej).

Wartość h_{21e} wyznacza się ze wzoru:

$$h_{21e} = \frac{i_c}{i_b}, \quad i_c = \frac{u_{ce}}{R_c}, \quad i_b = \frac{u_g - u_{be}}{R_g}, \quad h_{21e} = \frac{u_{ce}}{R_c} \cdot \frac{R_g}{u_g - u_{be}}$$

Jeżeli $R_g \gg h_{11e'}$ to $u_g \gg u_{be'}$ więc:

$$h_{21e} \approx \frac{R_g}{R_c} \cdot \frac{u_{ce}}{u_g}$$

Napięcie u_{ce} i u_g mierzy się woltomierzem napięcia zmiennego.

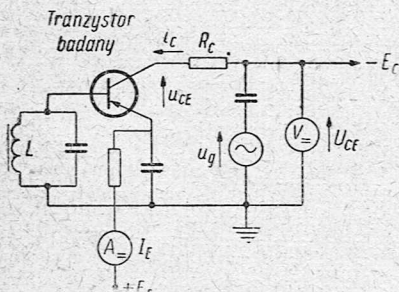
Pomiar przewodności wyjściowej

Układ do pomiaru przewodności wyjściowej h_{22e} jest przedstawiony na rys. 44. Parametr h_{22e} mierzy się przy otwartym dla prądu zmiennego obwodzie wejściowym. Aby warunek ten był spełniony oporność samoindukcji L powinna być bardzo duża w porównaniu z h_{1e} (rezonans równoległy z włączoną pojemnością przy częstotliwości pomiarowej).

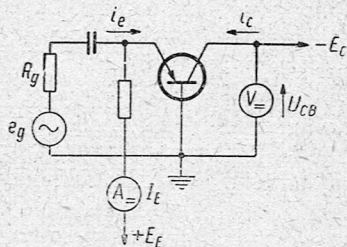
Wartość h_{22e} wyznacza się ze wzoru:

$$h_{22e} = \frac{i_c}{u_{ce}}, \quad i_c = \frac{u_g - u_{ce}}{R_c}, \quad h_{22e} = \frac{u_g - u_{ce}}{R_c \cdot u_{ce}}$$

Napięcie u_g i u_{ce} mierzy się woltomierzem napięcia zmiennego, przy czym oporność woltomierza u_{ce} powinna być dużo większa od $\frac{1}{h_{22e}}$.



Rys. 44. Układ do pomiaru h_{22e}



Rys. 45. Układ do pomiaru f_α

Pomiar częstotliwości granicznej

Układ do pomiaru częstotliwości granicznej f_α jest przedstawiony na rys. 45. Pomiar częstotliwości granicznej f_α sprowadza się do pomiaru współczynnika wzmocnienia prądowego h_{21b} przy zwartym dla prądu zmiennego obwodzie wyjściowym. Częstotliwość graniczna jest to taka częstotliwość, przy której

wartość h_{21b} maleje o 3 dB w porównaniu ze swoją wartością przy częstotliwości 1000 Hz. Oporność R_e powinna być duża. Wartość h_{21b} wyznacza się ze wzoru:

$$h_{21b} = \frac{i_c}{i_e}$$

Prądy i_c i i_b mierzy się amperomierzem prądu zmiennego.

PRODUCENCI

Diody i tranzystory opisane w katalogu są produkowane w dwóch warszawskich zakładach, organizacyjnie wyodrębnionych.*

Diody germanowe produkuje Zakład Produkcji Półprzewodników „PEWA” L-19, Warszawa, ul. Stepińskiego 13, tel. 47-401 do 404.

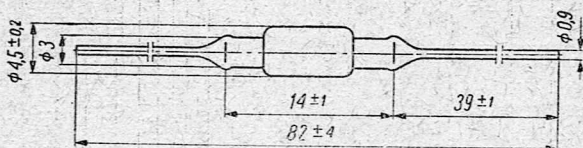
Tranzystory germanowe produkuje Fabryka Tranzystorów „TEWA” L-21, Warszawa-Służewiec, ul. Nowowołoska 5, tel. 23-14-31, 23-14-32 i 23-14-33.

Zakłady te mogą udzielić bliższych informacji technicznych i handlowych, dotyczących zakresu ich produkcji.

* W dniu 1. 10. 1961 r. obydwie zakłady połączono w jedno przedsiębiorstwo pod nazwą: Fabryka Półprzewodników „TEWA”. Główna siedziba przedsiębiorstwa mieści się w Warszawie przy ul. Nowowołoskiej 5.

2. CHARAKTERYSTYKI SZCZEGÓŁOWE DIOD

DIODY OSTRZOWE GERMANOWE DOG-11 — DOG-14



Szkic wymiarowy diod DOG-11 do DOG-14

Zastosowanie:

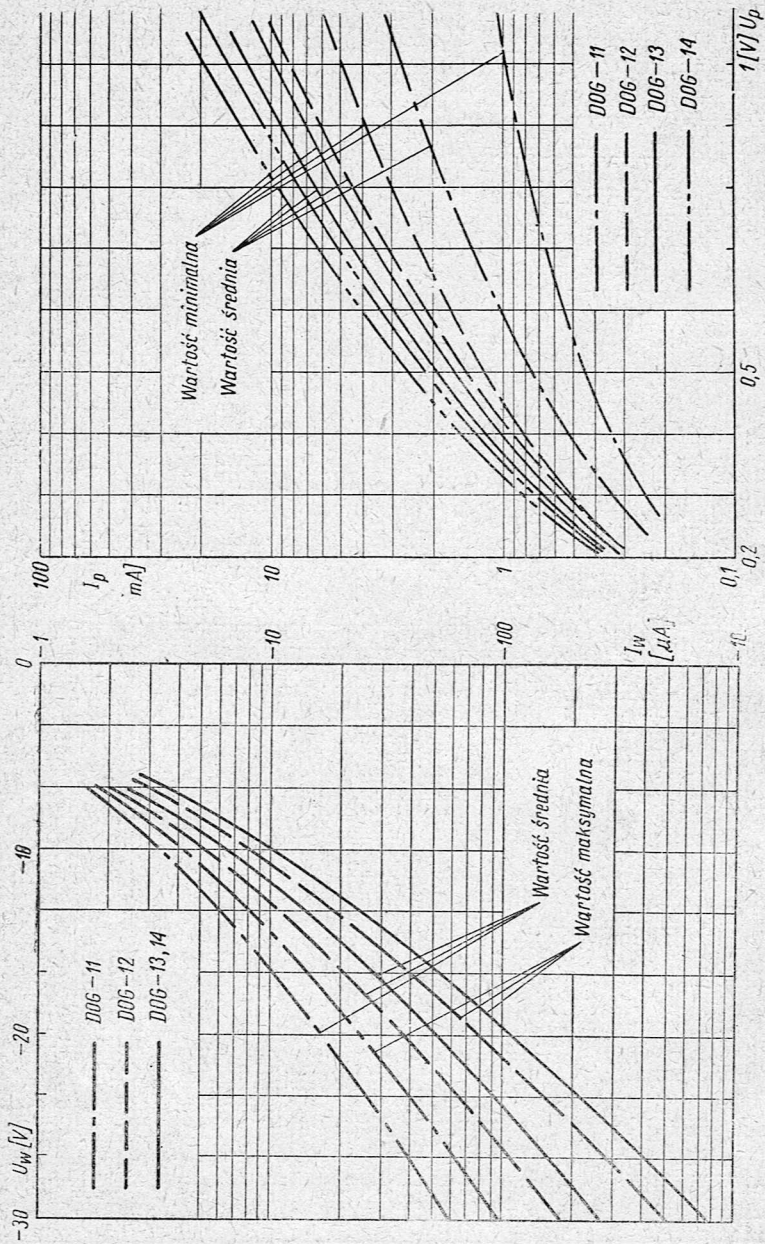
Diody są przeznaczone do pracy w układach detekcyjnych odbiorników radiofonicznych i telewizyjnych.

Dane ogólne:

Obudowa	szkło — metal
Dopuszczalny zakres temperatury otoczenia	od -50 do $+50^{\circ}\text{C}$
Wilgotność względna otoczenia	do 98%
Wytrzymałość na rozciąganie	1 kG
Ciężar	1 G

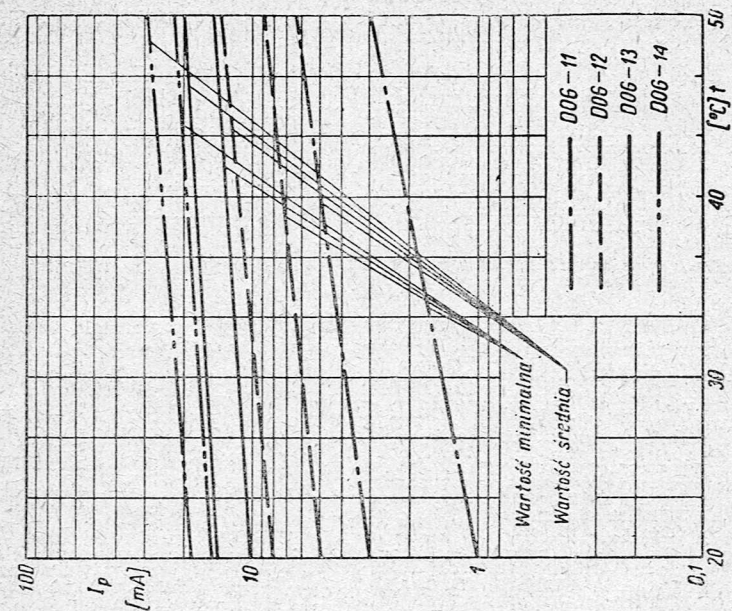
Dane elektryczne w temperaturze otoczenia $+20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$

Typ diody		DOG-11	DOG-12	DOG-13	DOG-14	
Parametry statyczne:						
Prąd w kierunku przewodzenia przy $+1\text{ V}$						
wartość minimalna	I_p	1	5	10	15	mA
„ średnia	I_p	2,5	9	13	20	mA
Prąd w kierunku wstecznym przy -30 V						
wartość średnia	I_w	60	200	250	300	μA
„ maksymalna	I_w	100	500	800	800	μA
Napięcie przebicia, wartość minimalna						
	U_{wp}	45	45	45	45	V
Parametry dopuszczalne:						
Prąd wyprostowany, wartość maksymalna						
	I_d	16	16	16	16	mA
Prąd udarowy w czasie 0,1 sec przy $f = 50\text{ Hz}$						
	I_u	150	150	150	150	mA
Częstotliwość graniczna						
	f_g	100	100	100	100	MHz
Pojemność						
	C_d	1	1	1	1	pF

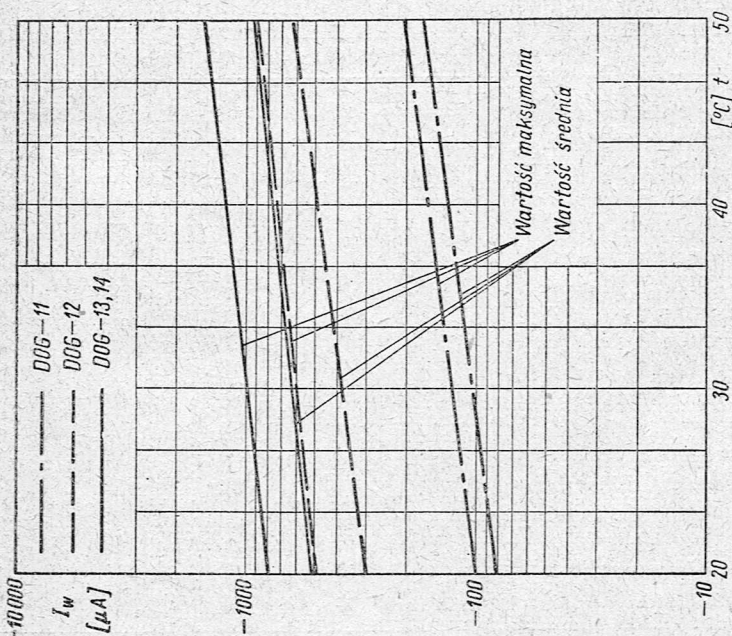


Charakterystyka prądu przewodzenia w funkcji napięcia diod typu DOG-11 do DOG-14

Charakterystyka prądu przewodzenia w funkcji napięcia wstępnego diod typu DOG-11 do DOG-14

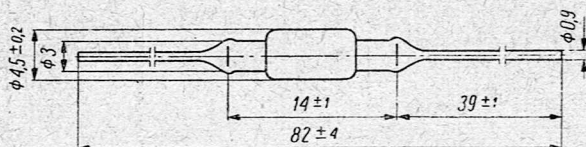


Charakterystyka prądu przewodzenia w funkcji temperatury otoczenia diod typu DOG-11 do DOG-14



Charakterystyka prądu wstecznego w funkcji temperatury otoczenia diod typu DOG-11 do DOG-14

DIODY OSTRZOWE GERMANOWE DOG-15 — DOG-17



Szkic wymiarowy diod DOG-15 do DOG-17

Zastosowanie:

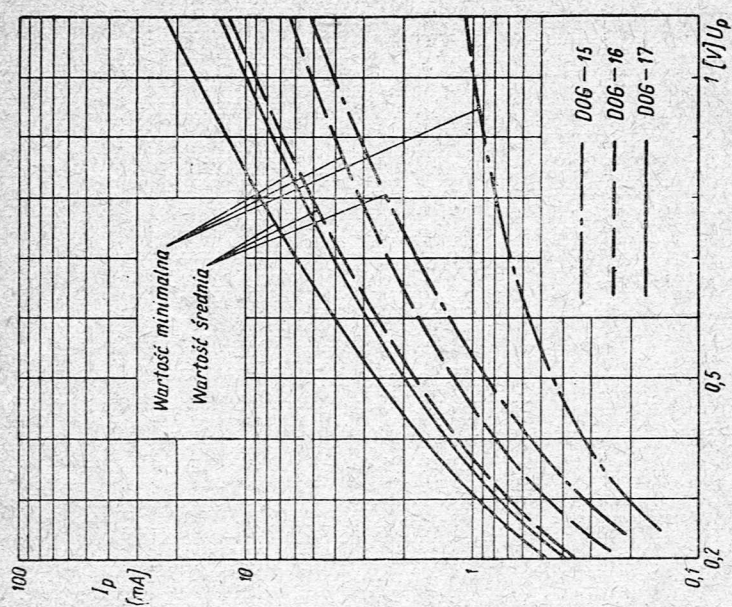
Diody są przeznaczone do pracy w układach detekcyjnych odbiorników radiofonicznych i telewizyjnych.

Dane ogólne:

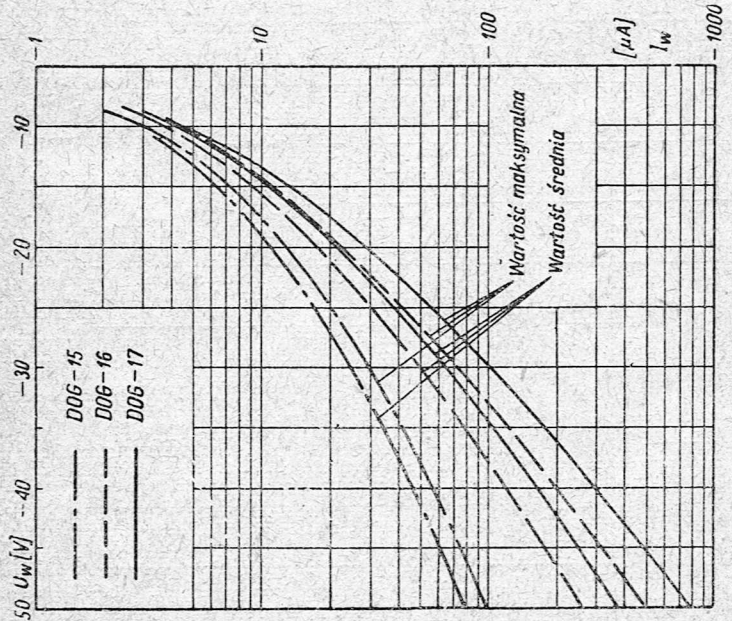
Obudowa	szkło — metal
Dopuszczalny zakres temperatury otoczenia	od -50 do $+70^{\circ}\text{C}$
Wilgotność względna otoczenia	do 98%
Wytrzymałość na rozciąganie	1 kG
Ciężar	1 G

Dane elektryczne w temperaturze otoczenia $+20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$

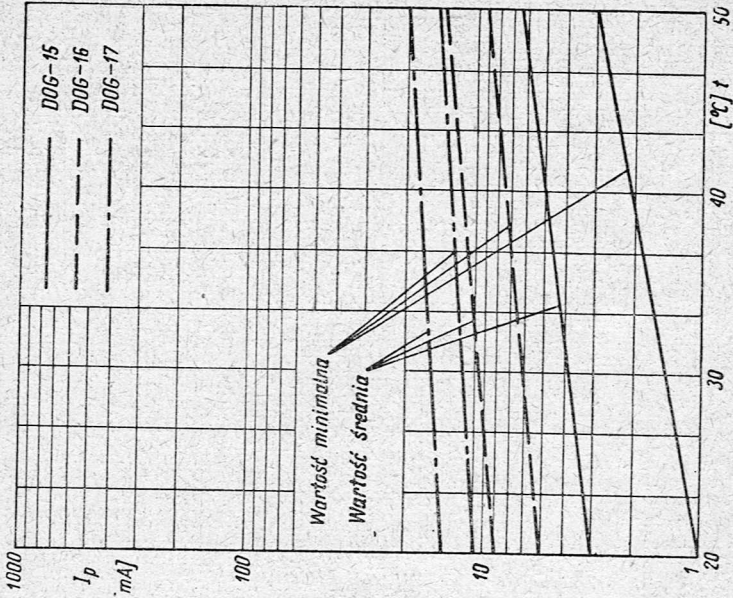
Typ diody		DOG-15	DOG-16	DOG-17	
Parametry statyczne:					
Prąd w kierunku przewodzenia przy $+1\text{ V}$					
wartość minimalna	I_p	1	5	10	mA
„ średnia	I_p	4	9	17	mA
Prąd w kierunku wstecznym przy -50 V					
wartość średnia	I_w	30	200	400	μA
„ maksymalna	I_w	100	500	800	μA
Napięcie przebicia					
wartość minimalna	U_{wp}	65	65	65	V
Parametry dopuszczalne:					
Prąd wyprostowany					
wartość maksymalna	I_d	16	16	16	mA
Prąd udarowy w czasie 0,1 sec przy $f = 50\text{ Hz}$					
	I_u	150	150	150	mA
Częstotliwość graniczna	f_D	100	100	100	MHz
Pojemność	C_d	1	1	1	pF



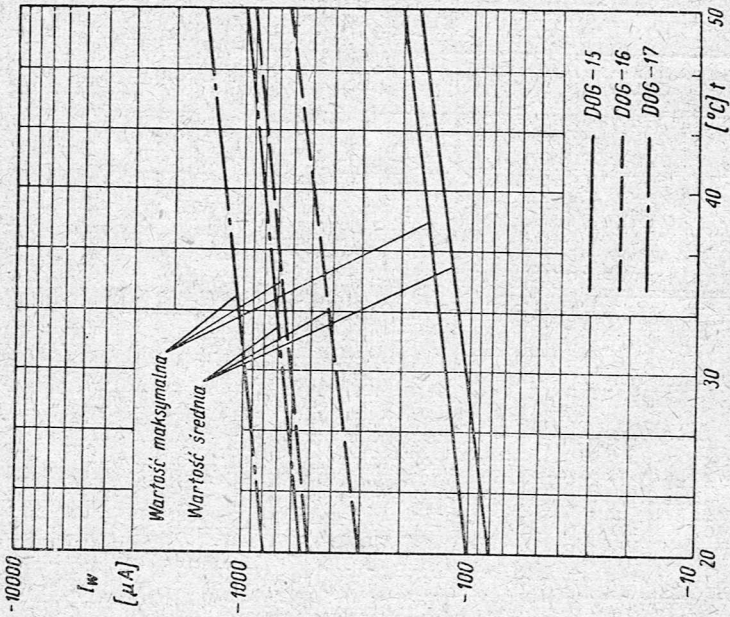
Charakterystyka prądu przewodzenia w funkcji napięcia diod typu DOG-15 do DOG-17



Charakterystyka prądu wstecznego w funkcji napięcia diod typu DOG-15 do DOG-17

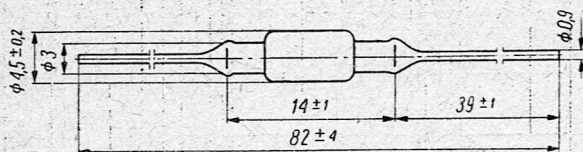


Charakterystyka prądu przewodzenia w funkcji temperatury otoczenia diod typu DOG-15 do DOG-17



Charakterystyka prądu wstecznego w funkcji temperatury otoczenia diod typu DOG-15 do DOG-17

DIODY OSTRZOWE GERMANOWE DOG-18 — DOG-20



Szkic wymiarowy diod DOG-18 do DOG-20

Zastosowanie:

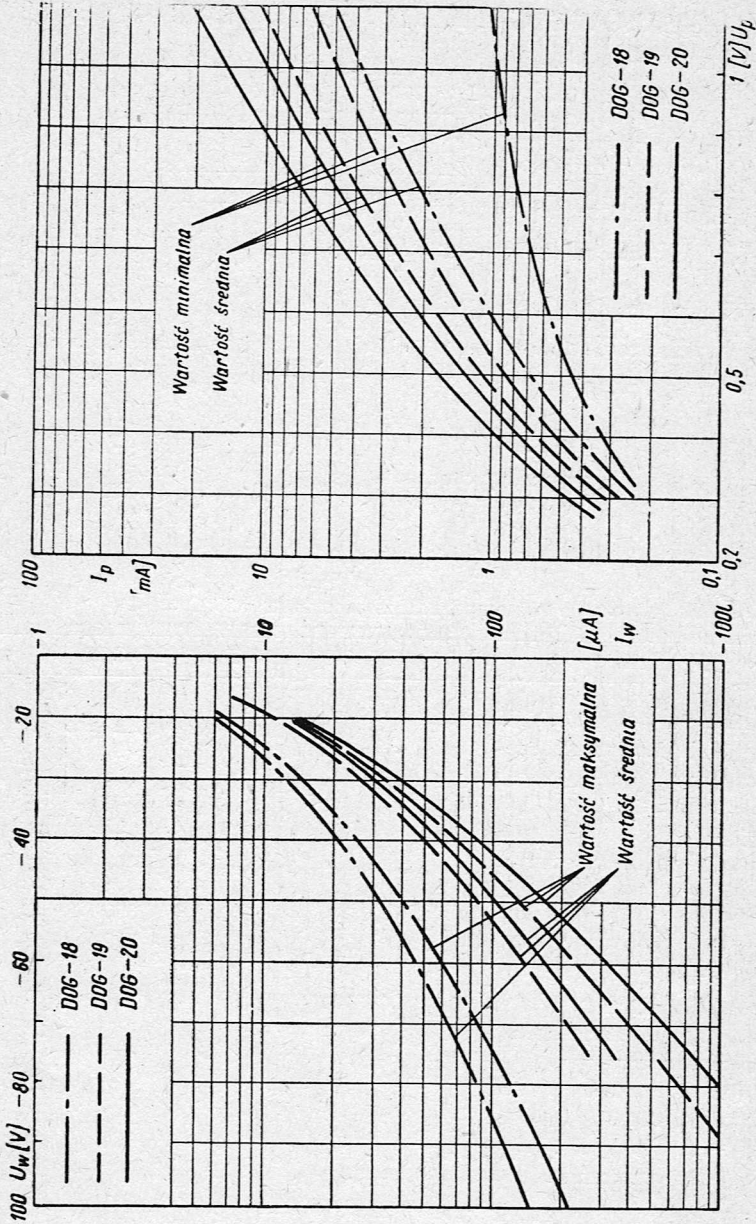
Diody są przeznaczone do pracy w układach detekcyjnych odbiorników radiofonicznych i telewizyjnych.

Dane ogólne:

Obudowa	szkło — metal
Dopuszczalny zakres temperatury otoczenia	od -50 do $+50^{\circ}\text{C}$
Wilgotność względna otoczenia	do 98%
Wytrzymałość na rozciąganie	1 kG
Ciężar	1 G

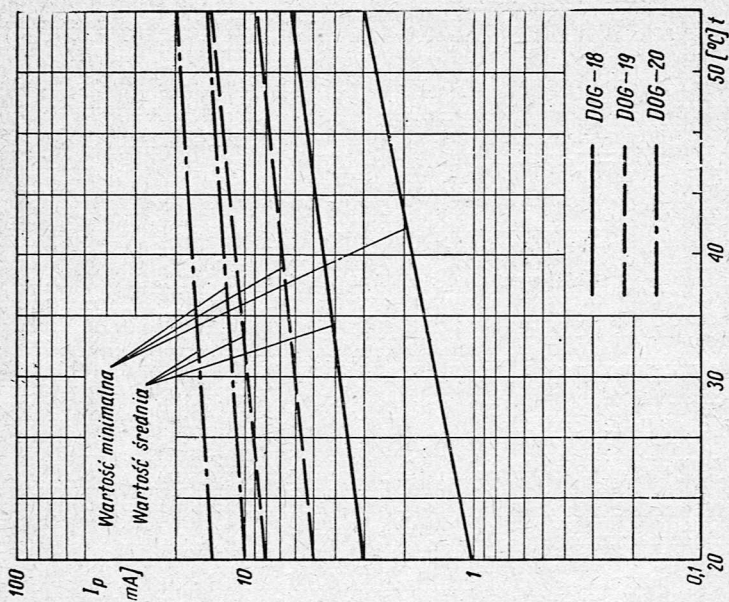
Dane elektryczne w temperaturze otoczenia $+20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$

Typ diody		DOG-18	DOG-19	DOG-20	
Parametry statyczne:					
Prąd w kierunku przewodzenia przy $+1\text{ V}$					
wartość minimalna	I_p	1	5	10	mA
„ średnia	I_p	4	8	15	mA
Prąd w kierunku wstecznym przy -75 V					
wartość średnia	I_w	80	300	350	μA
„ maksymalna	I_w	100	500	800	μA
Napięcie przebicia					
wartość minimalna	U_{wp}	90	90	90	V
Parametry dopuszczalne:					
Prąd wyprostowany					
wartość maksymalna	I_d	16	16	16	mA
Prąd udarowy w czasie 0,1 sec przy $f = 50\text{ Hz}$	I_u	150	150	150	mA
Częstotliwość graniczna	f_g	100	100	100	MHz
Pojemność	C_d	1	1	1	pF

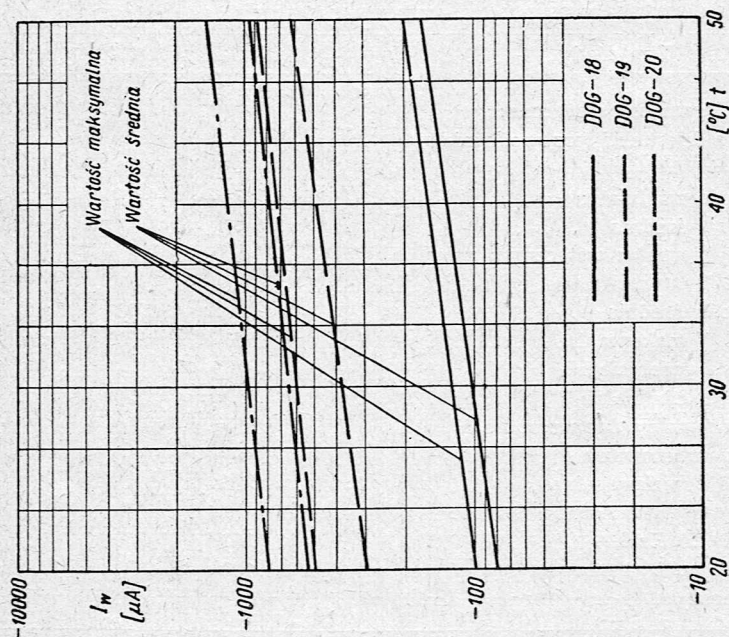


Charakterystyka prądu przewodzenia w funkcji napięcia diod typu DOG-18 do DOG-20

Charakterystyka prądu wstecznego w funkcji napięcia wstecznego diod typu DOG-18 do DOG-20

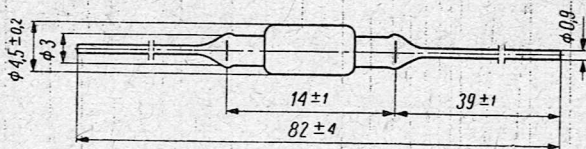


Charakterystyka prądu przewodzenia w funkcji temperatury otoczenia diod typu DOG-18 do DOG-20



Charakterystyka prądu wstecznego w funkcji temperatury otoczenia diod typu DOG-18 do DOG-20

DIODY OSTRZOWE GERMANOWE DOG-21 i DOG-22



Szkic wymiarowy diod DOG-21 i DOG-22

Zastosowanie:

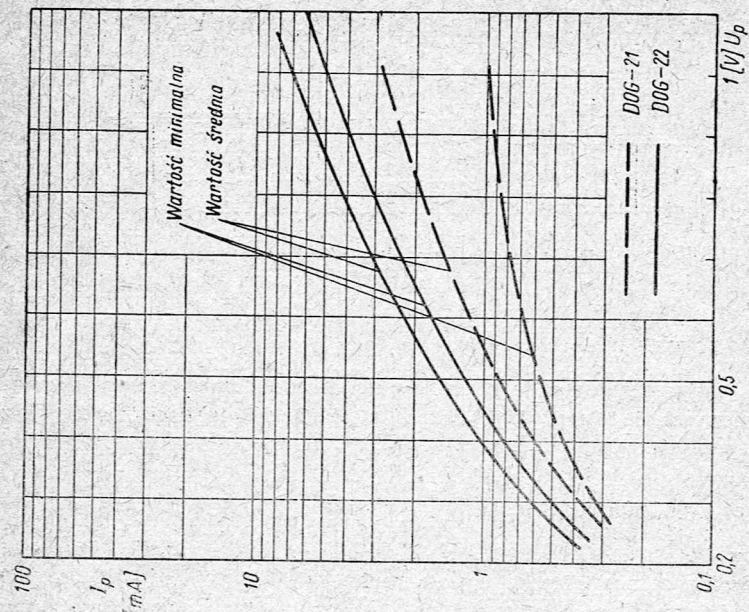
Diody są przeznaczone do pracy w układach detekcyjnych odbiorników radiofonicznych i telewizyjnych.

Dane ogólne:

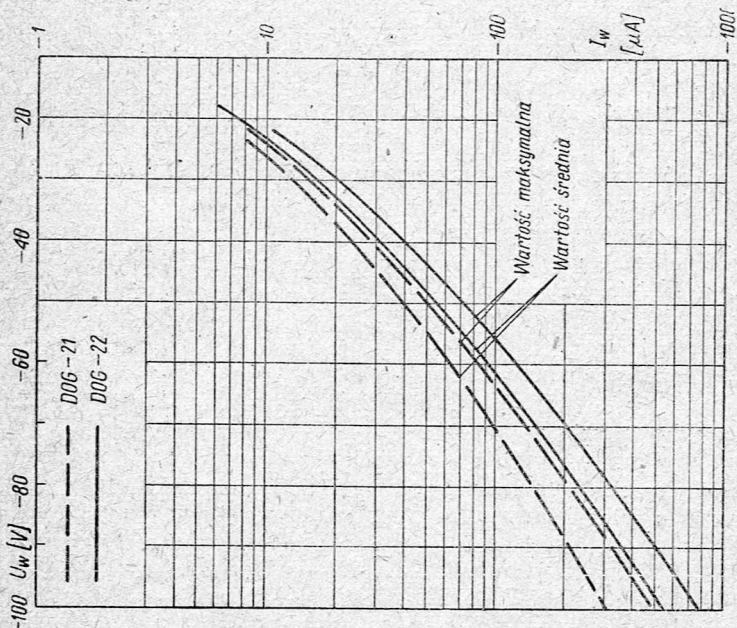
Obudowa	szkło — metal
Dopuszczalny zakres temperatury otoczenia	od -50 do $+50^{\circ}\text{C}$
Wilgotność względna otoczenia	do 98%
Wytrzymałość na rozciąganie	1 kG
Ciężar	1 G

Dane elektryczne w temperaturze otoczenia $+20^{\circ}\text{C} \pm 5\text{C}$

Typ diody		DOG-21	DOG-22	
Parametry statyczne:				
Prąd w kierunku przewodzenia przy +1 V				
wartość minimalna	I_p	1	5	mA
" średnia	I_p	3	7	mA
Prąd w kierunku wstecznym przy -100 V				
wartość średnia	I_w	300	500	μA
" maksymalna	I_w	500	800	μA
Napięcie przebicia				
wartość minimalna	U_{wp}	120	120	V
Parametry dopuszczalne				
Prąd wyprostowany				
wartość maksymalna	I_d	16	16	mA
Prąd udarowy w czasie 0,1 sec przy $f = 50\text{ Hz}$	I_u	150	150	mA
Częstotliwość graniczna	f_g	100	100	MHz
Pojemność	C_d	1	1	pF

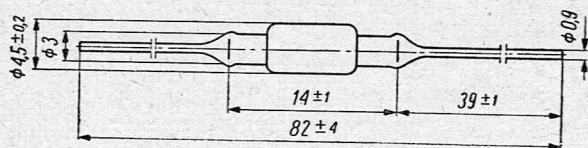


Charakterystyka prądu przewodzenia w funkcji napięcia diod typu DOG-21 i DOG-22



Charakterystyka prądu wstecznego w funkcji napięcia wstecznego diod typu DOG-21 i DOG-22

DIODA OSTRZOWA GERMANOWA DOG-31



Szkic wymiarowy diody DOG-31

Zastosowanie:

Dioda jest przeznaczona do pracy w układach detekcyjnych w odbiornikach radiofonicznych i telewizyjnych oraz w układach elektronicznych maszyn matematycznych.

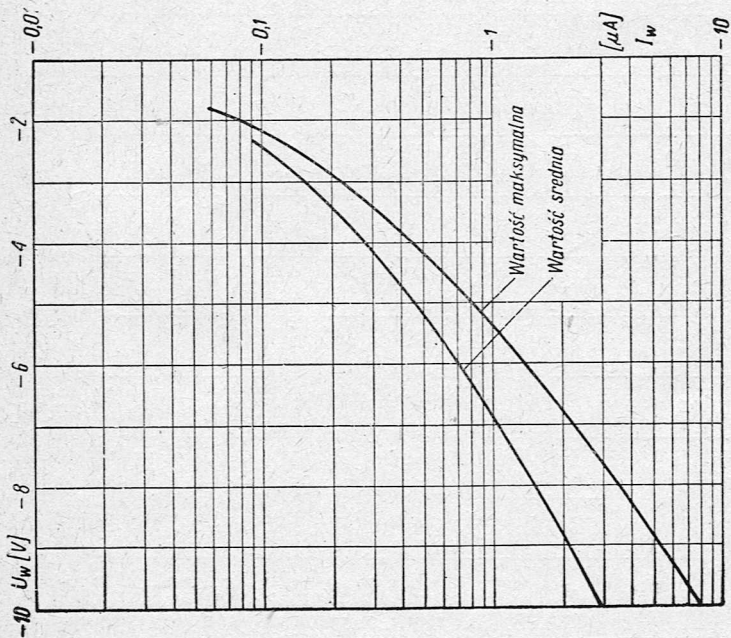
Dane ogólne:

Obudowa	szkło — metal
Dopuszczalny zakres temperatury otoczenia	od -50 do $+60^{\circ}\text{C}$
Wilgotność względna otoczenia	do 98%
Wytrzymałość na rozciąganie	1 kG
Ciężar	1 G
Sprawność w układzie detekcyjnym przy $f = 35 \text{ MHz}$, $R = 100 \text{ k}\Omega$, $C = 150 \text{ pF}$	$\eta \leq 65\%$

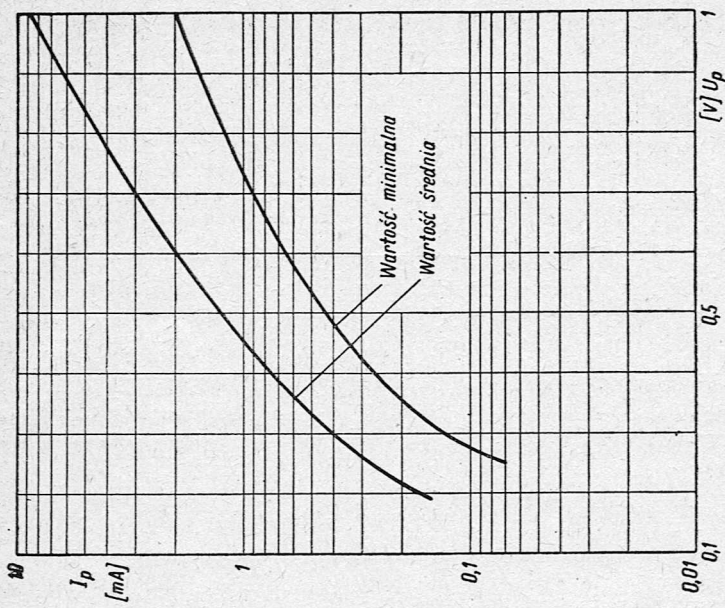
Dane elektryczne w temperaturze otoczenia $+20^{\circ}\text{C} \pm 5\text{C}$

Parametry statyczne:

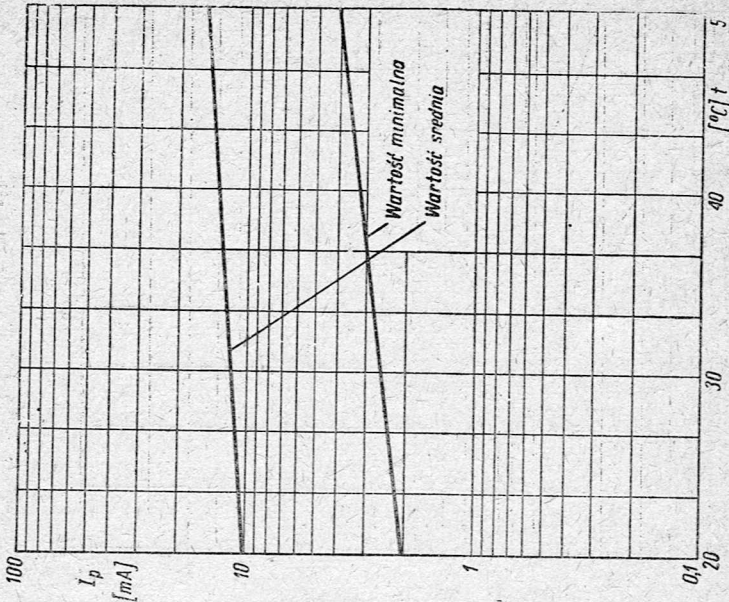
Prąd w kierunku przewodzenia przy $+1 \text{ V}$	
wartość minimalna	$I_p = 2 \text{ mA}$
" średnia	$I_p = 9 \text{ mA}$
Prąd w kierunku wstecznym przy -10 V	
wartość średnia	$I_w = 3 \mu\text{A}$
" maksymalna	$I_w = 8 \mu\text{A}$
Napięcie przebicia — wartość minimalna	$U_{wp} = 45 \text{ V}$
Parametry dopuszczalne:	
Prąd wyprostowany — wartość maksymalna	$I_d = 16 \text{ mA}$
Prąd udarowy w czasie 0,1 sec przy $f = 50 \text{ Hz}$	$I_u = 150 \text{ mA}$
Częstotliwość graniczna	$f_g = 35 \text{ MHz}$
Pojemność	$C_d = 1 \text{ pF}$



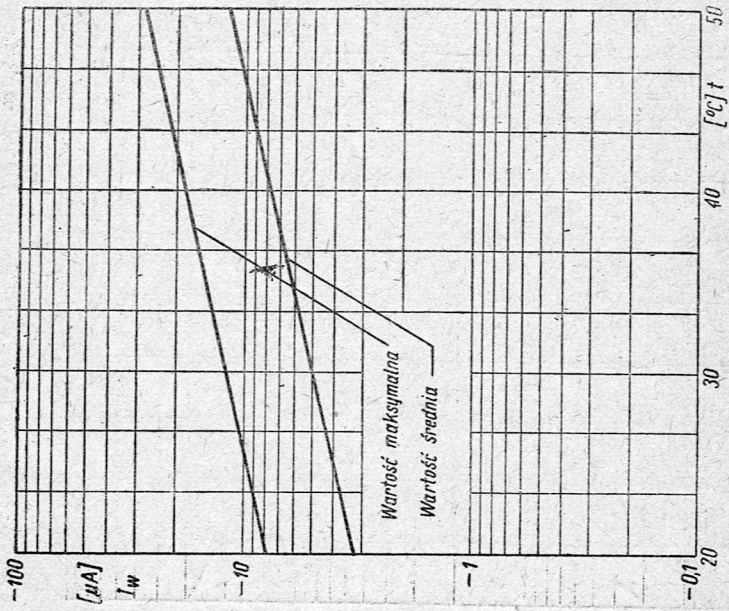
Charakterystyka prądu wstecznego w funkcji napięcia wstecznego diody typu DOG-31



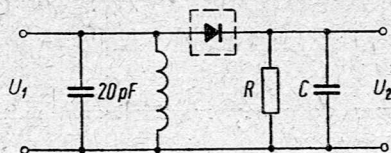
Charakterystyka prądu przewodzenia w funkcji napięcia diody DOG-31



Charakterystyka prądu przewodzenia w funkcji temperatury otoczenia diody typu DOG-31



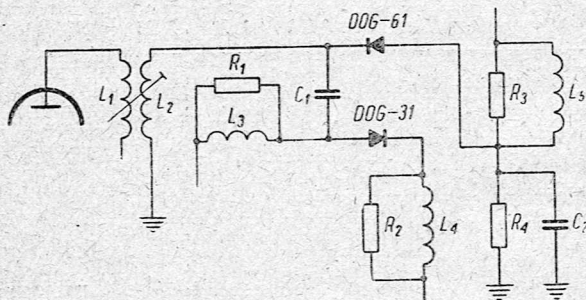
Charakterystyka prądu wstecznego w funkcji temperatury otoczenia diody typu DOG-31



Pomiar sprawności diod ostrzowych w układzie detekcyjnym

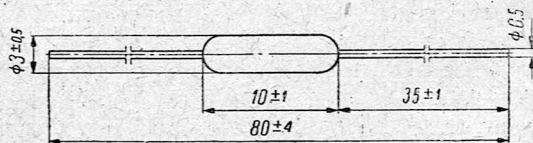
U_1 — napięcie 1 V (wartość skuteczna) o częstotliwości $f = 35$ MHz, U_2 — napięcie wyprostowane (wartość średnia), η — sprawność detekcji, czyli stosunek wartości średniej U_2 do wartości maksymalnej U_1 , oblicza się ze wzoru:

$$\eta = \frac{U_2}{\sqrt{2} \cdot U_1}$$



Układ detekcji sygnału wizji i automatycznej regulacji wzmacnienia odbiornika telewizyjnego „Turkus“ i „Smaragd“

DIODY OSTRZOWE GERMANOWE DOG-50 — DOG-54



Szkic wymiarowy diod typu DOG-50 do DOG-54

Zastosowanie:

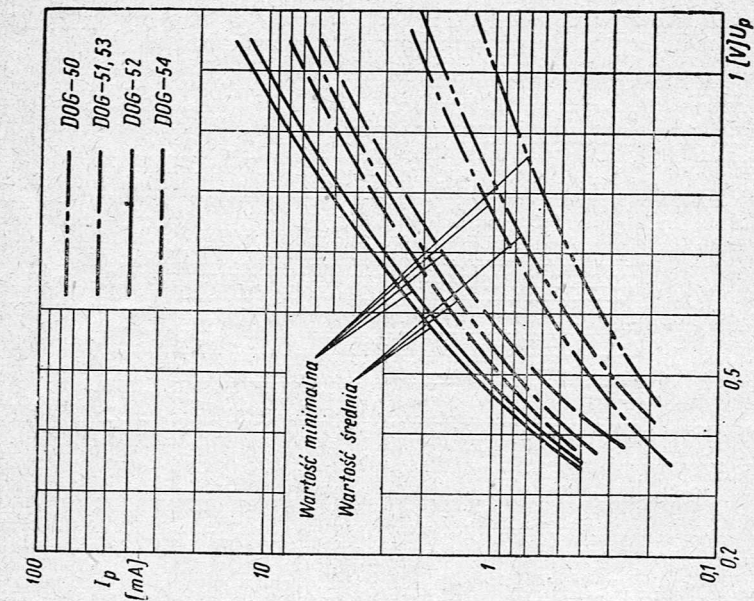
Diody są przeznaczone do pracy w układach detekcyjnych odbiorników radiofonicznych i telewizyjnych.

Dane ogólne:

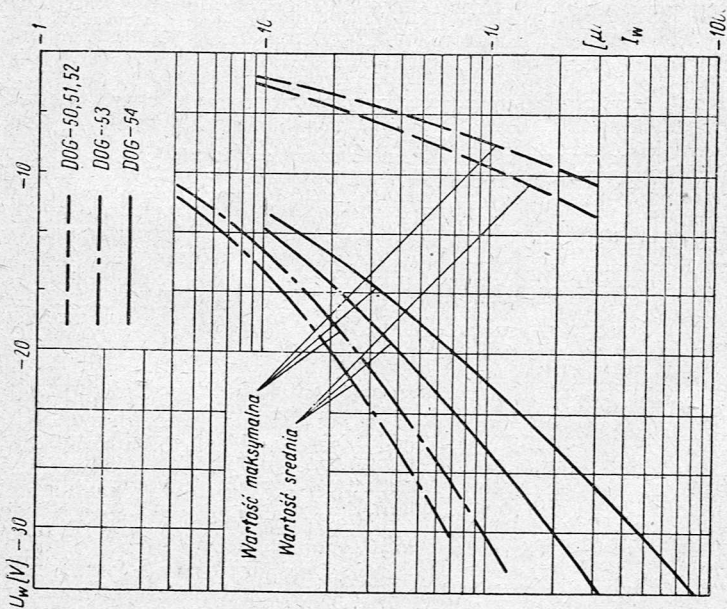
Obudowa	całozkłana
Dopuszczalny zakres temperatury otoczenia	od -50 do $+60^{\circ}\text{C}$
Wilgotność względna otoczenia	do 98%
Wytrzymałość na rozciąganie	1 kG
Ciężar	0,5 G

Dane elektryczne w temperaturze otoczenia $+20^{\circ}\text{C} \pm 5\text{C}$

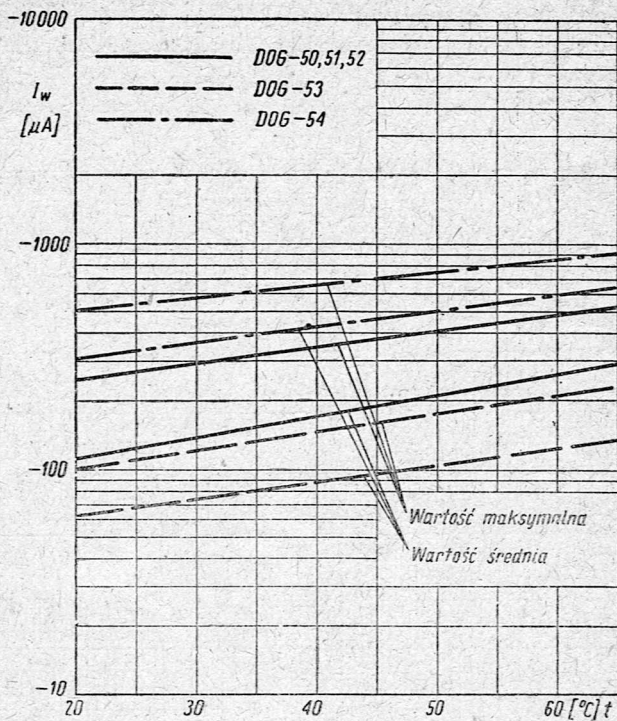
Typ diody		DOG-50	DOG-51	DOG-52	DOG-53	DOG-54	
Parametry statyczne:							
Prąd w kierunku przewodzenia przy $+1\text{ V}$							
wartość minimalna	I_p	1	2	10	2	5	nA
„ średnia	I_p	1,8	6	12	6	9	mA
Prąd w kierunku wstecznym przy -10 V							
wartość średnia	I_w	150	150	150	—	—	μA
„ maksymalna	I_w	250	250	250	—	—	μA
Prąd w kierunku wstecznym przy -30 V							
wartość średnia	I_w	—	—	—	30	200	μA
„ maksymalna	I_w	—	—	—	100	500	μA
Napięcie przebicia							
wartość minimalna	U_{wp}	45	45	45	45	45	V
Parametry dopuszczalne:							
Prąd wyprostowany							
wartość maksymalna	I_d	16	16	16	16	16	mA
Prąd udarowy w czasie 0,1 sec przy $f = 50\text{ Hz}$	I_u	150	150	150	150	150	mA
Częstotliwość graniczna	f_g	100	100	100	100	100	MHz
Pojemność	C_d	1	1	1	1	1	pF



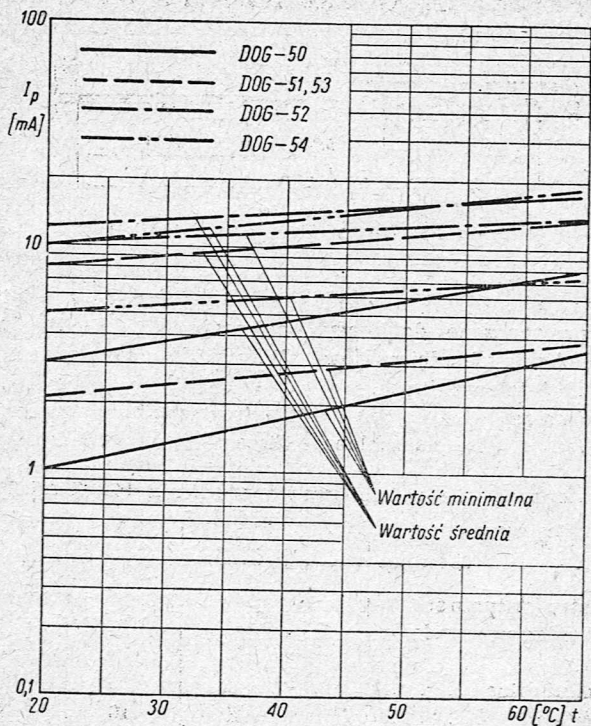
Charakterystyka prądu przewodzenia w funkcji napięcia diod typu DOG-50 do DOG-54



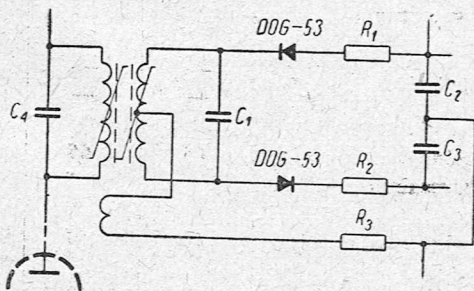
Charakterystyka prądu wstecznego w funkcji napięcia wstecznego diod typu DOG-50 do DOG-54



Charakterystyka prądu wstecznego w funkcji temperatury otoczenia diod typu DOG-50 do DOG-54

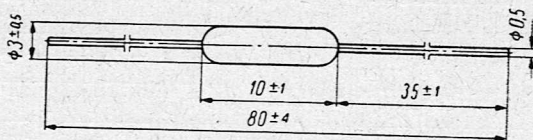


Charakterystyka prądu przewodzenia w funkcji temperatury otoczenia diod typu DOG-50 do DOG-54



Układ detekcyjny odbiornika „Bolero“ z zastosowaniem diody DOG-53

DIODY OSTRZOWE GERMANOWE DOG-55 — DOG-57



Szkic wymiarowy diod DOG-55 DOG-57

Zastosowanie: Diody są przeznaczone do pracy w układach detekcyjnych odbiorników radiofonicznych i telewizyjnych.

Dane ogólne: Obudowa: całoszklana

Dopuszczalny zakres temperatury otoczenia: od -50 do $+60^\circ\text{C}$

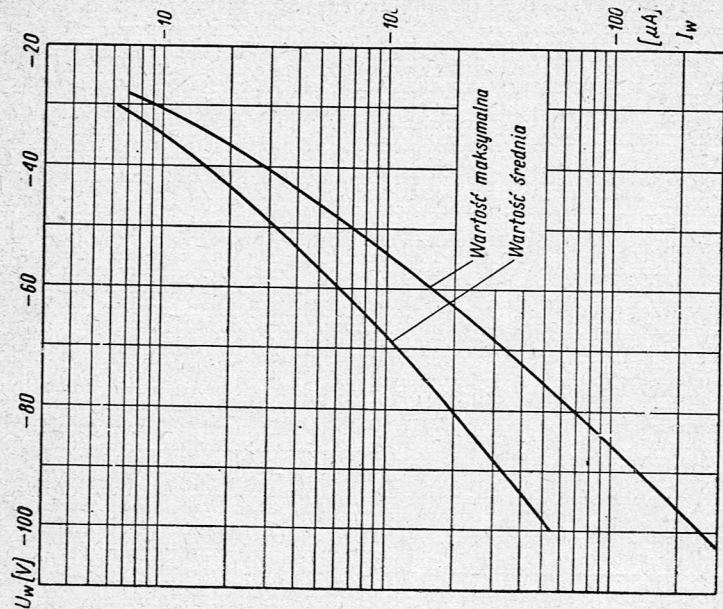
Wilgotność względna otoczenia: do 98%

Wytrzymałość na rozciąganie: 1 kG

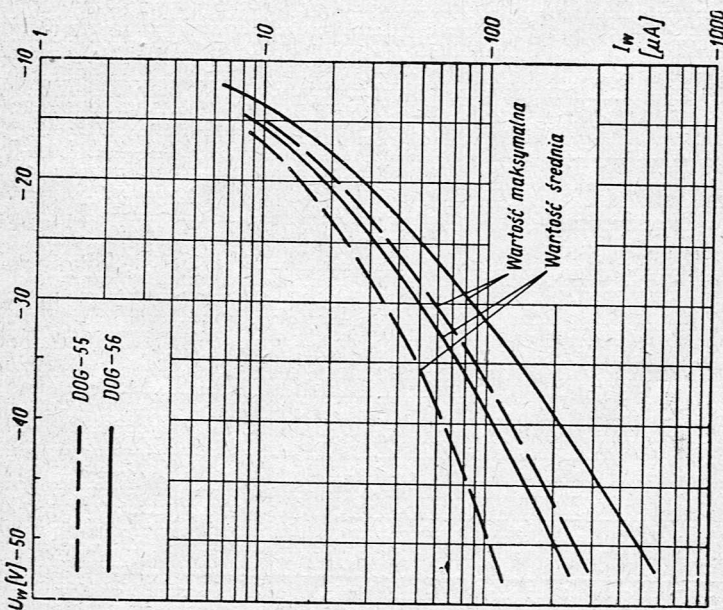
Ciężar: $0,5\text{ G}$

Dane elektryczne w temperaturze otoczenia $+20^\circ\text{C} \pm 5\text{ C}$

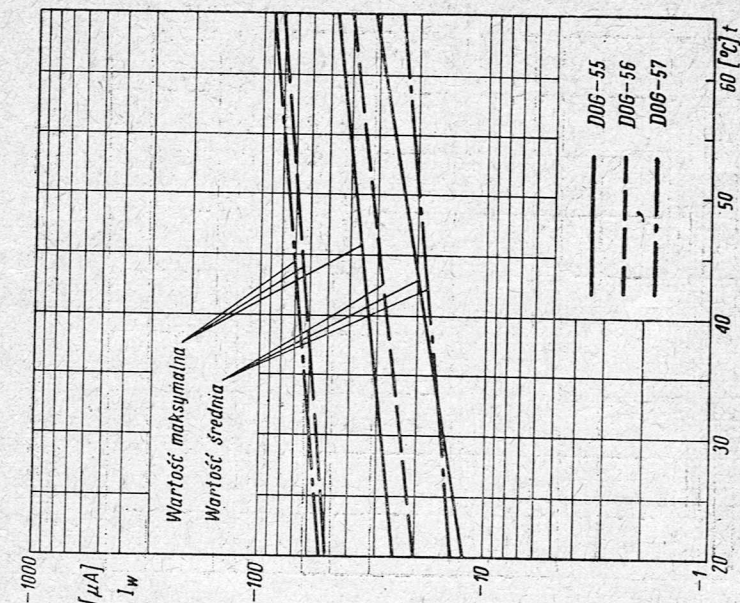
Typ diody		DOG-55	DOG-56	DOG-57	
Parametry statyczne:					
Prąd w kierunku przewodzenia przy $+1\text{ V}$					
wartość minimalna	I_p	2	5	2	mA
" średnia	I_p	10	10	8	mA
Prąd w kierunku wstecznym przy -50 V					
wartość średnia	I_w	120	200	—	μA
" maksymalna	I_w	250	500	—	μA
Prąd w kierunku wstecznym przy -75 V					
wartość średnia	I_w	—	—	150	μA
Napięcie przebicia	I_w	—	—	500	μA
wartość minimalna					
" maksymalna	U_{wp}	65	65	90	V
Parametry dopuszczalne:					
Prąd wyprostowany					
wartość maksymalna	I_d	16	16	16	mA
Prąd udarowy w czasie $0,1\text{ sec}$ przy $f = 50\text{ Hz}$	I_u	150	150	150	mA
Częstotliwość graniczna	f_g	100	100	100	MHz
Pojemność	C_d	1	1	1	pF



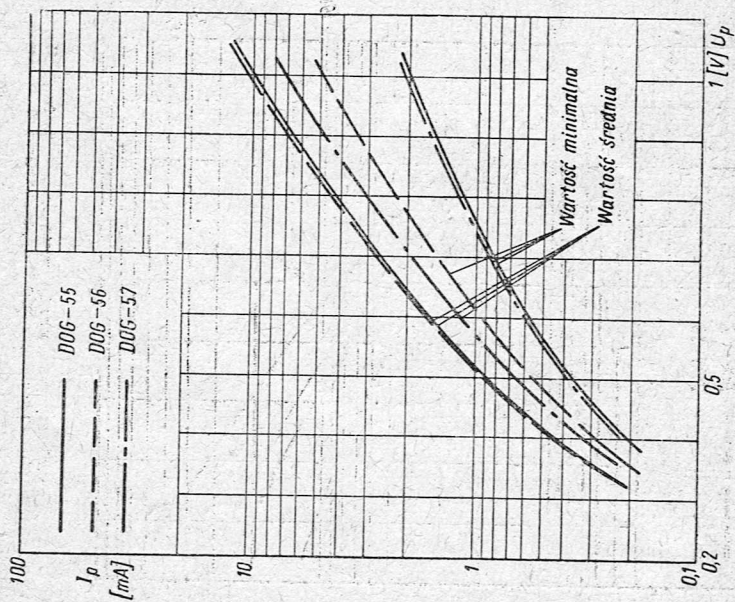
Charakterystyka prądu wstecznego w funkcji napięcia wstecznego diody DOG-57



Charakterystyka prądu wstecznego w funkcji napięcia wstecznego diod typu DOG-55 i DOG-56

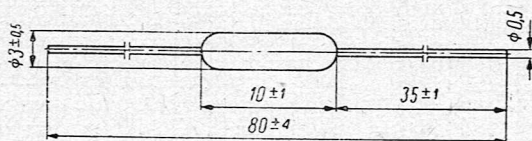


Charakterystyka prądu wstecznego w funkcji temperatury otoczenia diod DOG-55 i DOG-56



Charakterystyka prądu przewodzenia w funkcji napięcia diod DOG-55 do DOG-57

DIODA OSTRZOWA GERMANOWA DOG-58



Szkic wymiarowy diody DOG-58

Zastosowanie:

Dioda jest przeznaczona do pracy w układach detekcyjnych odbiorników radiofonicznych i telewizyjnych.

Dane ogólne:

Obudowa	całoszklana
Dopuszczalny zakres temperatury otoczenia	od -50 do $+60$
Wilgotność względna otoczenia	98% /d
Wytrzymałość na zerwanie	1 kG
Ciężar	0,5 G

Dane elektryczne w temperaturze otoczenia $+20^{\circ}\text{C} \pm 5\text{C}$

Parametry statyczne:

Prąd w kierunku przewodzenia przy $+1\text{ V}$

wartość minimalna	$I_p = 2\text{ mA}$
wartość średnia	$I_p = 8\text{ mA}$

Prąd w kierunku wstecznym przy -100 V

wartość średnia	$I_w = 250\ \mu\text{A}$
wartość maksymalna	$I_w = 500\ \mu\text{A}$

Napięcie przebicia

wartość minimalna	$U_{wp} = 120\text{ V}$
-------------------	-------------------------

Parametry dopuszczalne:

Prąd wyprostowany

wartość maksymalna	$I_d = 16\text{ mA}$
--------------------	----------------------

Prąd uderowy w czasie 0,1 sec przy $f = 50\text{ Hz}$

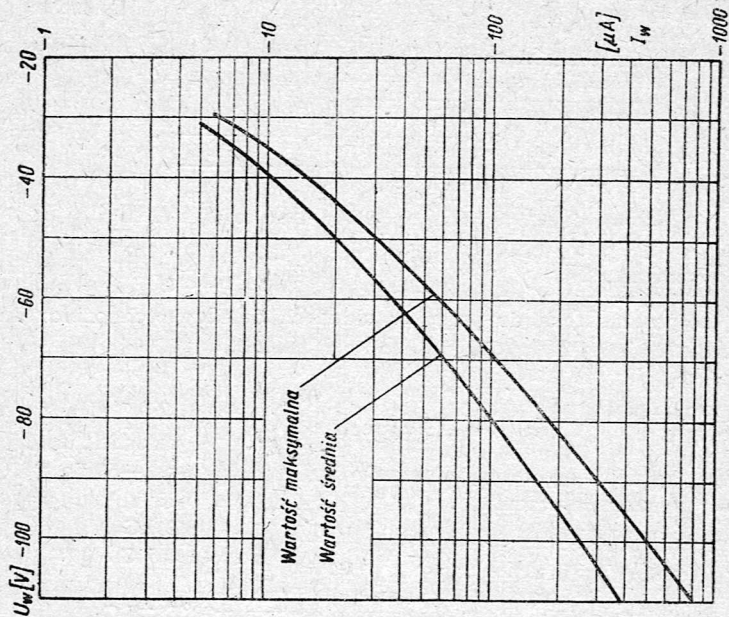
$$I_u = 150\text{ mA}$$

Częstotliwość graniczna

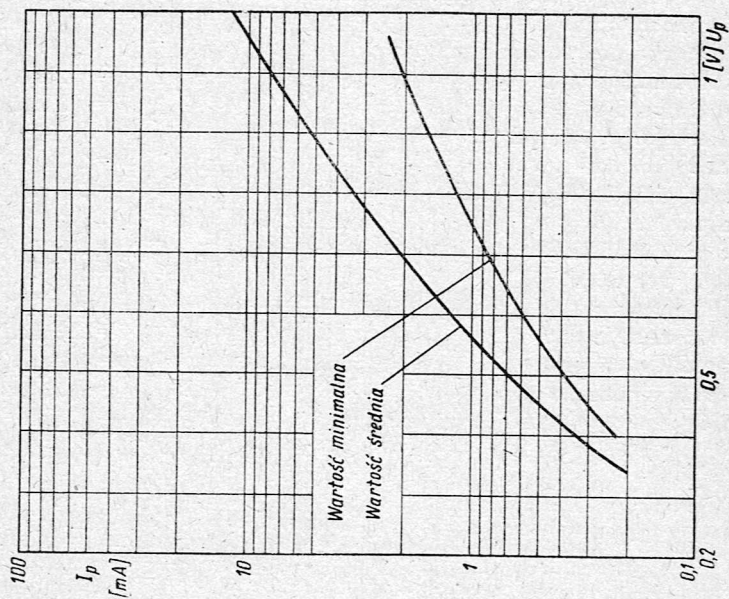
$$f_g = 100\text{ MHz}$$

Pojemność

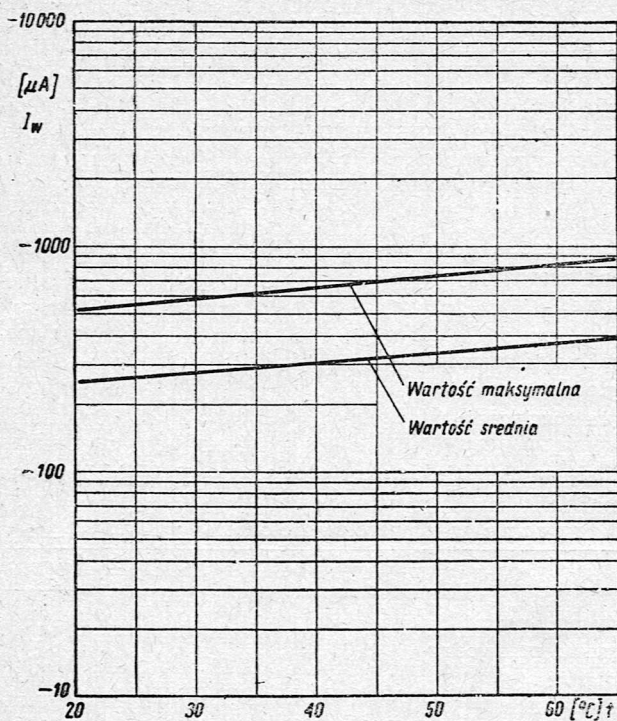
$$C_d = 1\text{ pF}$$



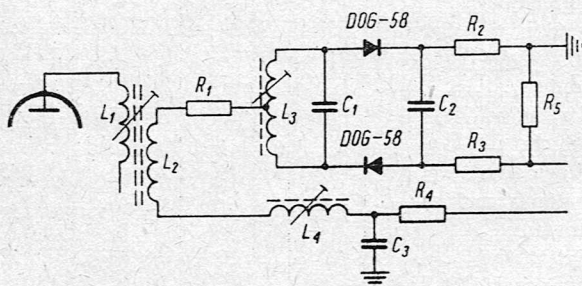
Charakterystyka prądu wstecznego w funkcji napięcia wstecznego diody DOG-58



Charakterystyka prądu przewodzenia w funkcji napięcia diody DOG-58

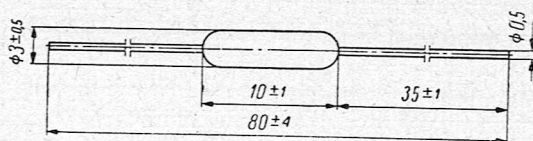


Charakterystyka prądu wstecznego w funkcji temperatury otoczenia diody DOG-58



Układ detekcyjny odbiornika radiowego „Calypso” z zastosowaniem diody DOG-58

DIODY OSTRZOWE GERMANOWE DOG-61 — DOG-63



Szkic wymiarowy diod DOG-61 do DOG-63

Zastosowanie:

Diody są przeznaczone do pracy w układach detekcyjnych odbiorników radiofonicznych i telewizyjnych.

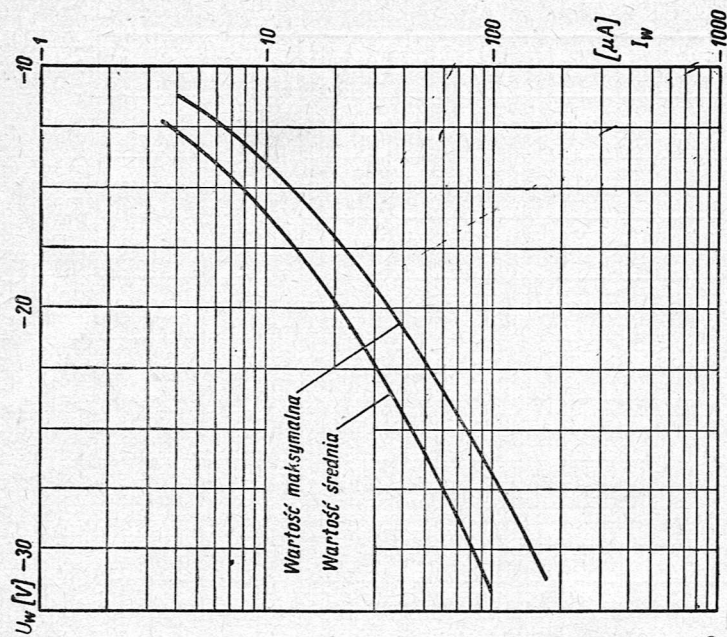
Dane ogólne:

Obudowa	całozklana
Dopuszczalny zakres temperatury otoczenia	od -50 do $+70^{\circ}\text{C}$
Wilgotność względna otoczenia	do 98%
Wytrzymałość na rozciąganie	1 kG
Ciężar	0,5 G

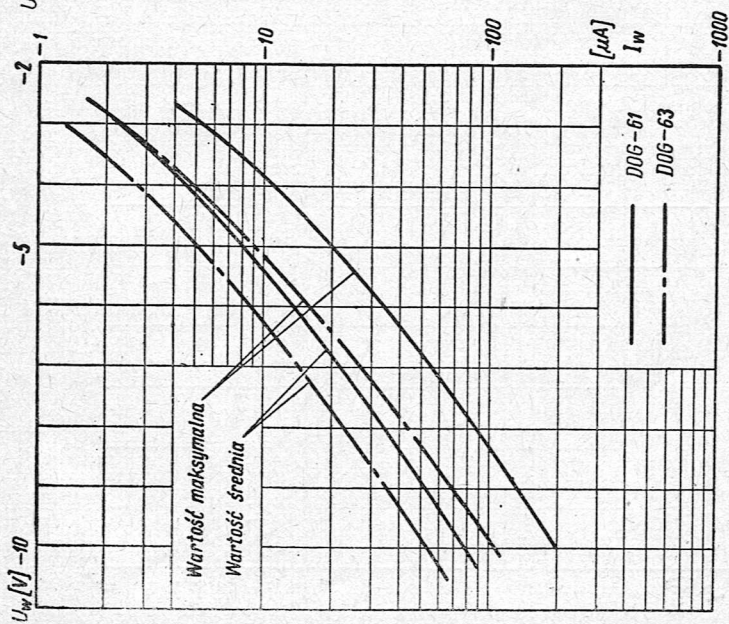
Sprawność diody w układzie detekcyjnym przy $f = 35$ MHz, $R = 3,3$ k Ω , $C = 10$ pF : $\eta \leq 45\%$.

Dane elektryczne w temperaturze otoczenia $+20 \pm 5^{\circ}\text{C}$

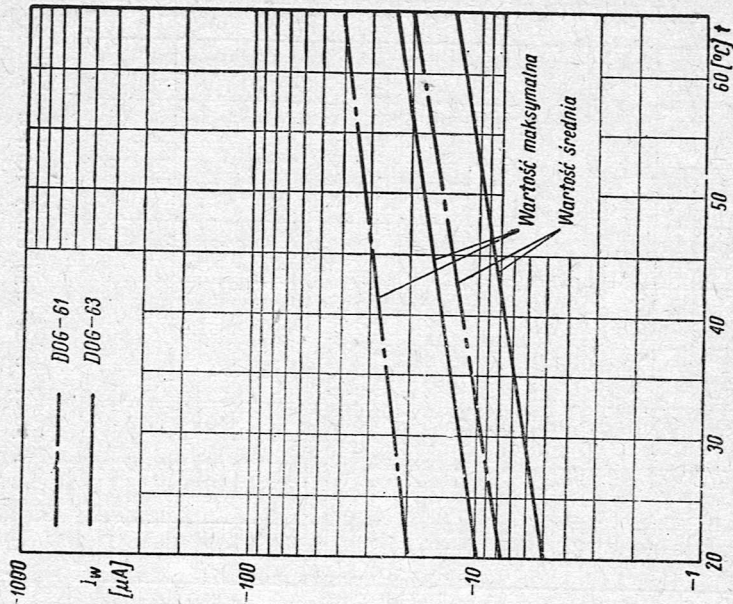
Typ diody		DOG-61	DOG-62	DOG-63	
Parametry statyczne:					
Prąd w kierunku przewodzenia					
wartość minimalna	I_p	5	2	2	mA
„ średnia	I_p	14	9	9	mA
Prąd w kierunku wstecznym przy -10 V					
wartość średnia	I_w	80	—	50	μA
„ maksymalna	I_w	200	—	100	μA
Prąd w kierunku wstecznym przy -30 V					
wartość średnia	I_w	—	80	—	μA
„ maksymalna	I_w	—	150	—	μA
Napięcie przebicia					
wartość maksymalna	U_{wp}	45	65	45	V
Parametry dopuszczalne:					
Prąd wyprostowany					
wartość maksymalna	I_d	16	16	16	mA
Prąd udarowy w czasie 0,1 sec. przy $f = 50$ Hz	I_u	150	35	150	mA
Częstotliwość graniczna	f_g	35	150	35	MHz
Pojemność	C_d	1	1	1	pF



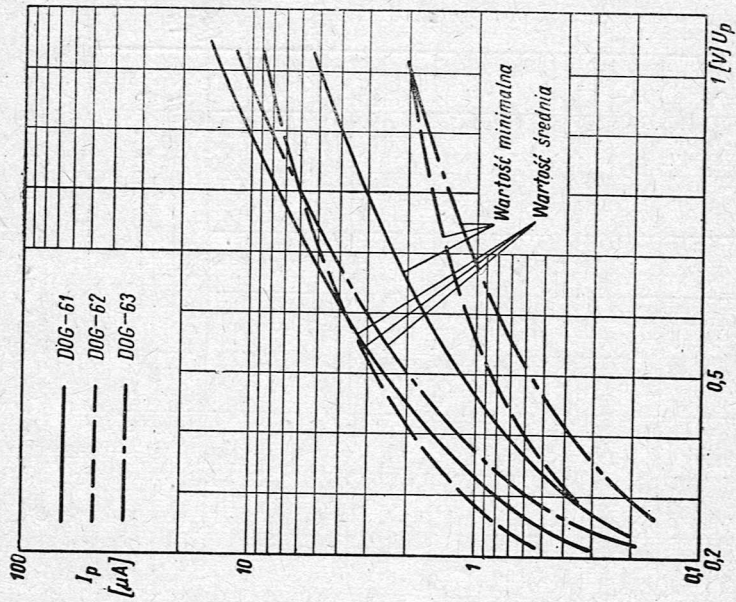
Charakterystyka prądu wstecznego w funkcji napięcia wstecznego diody DOG-62



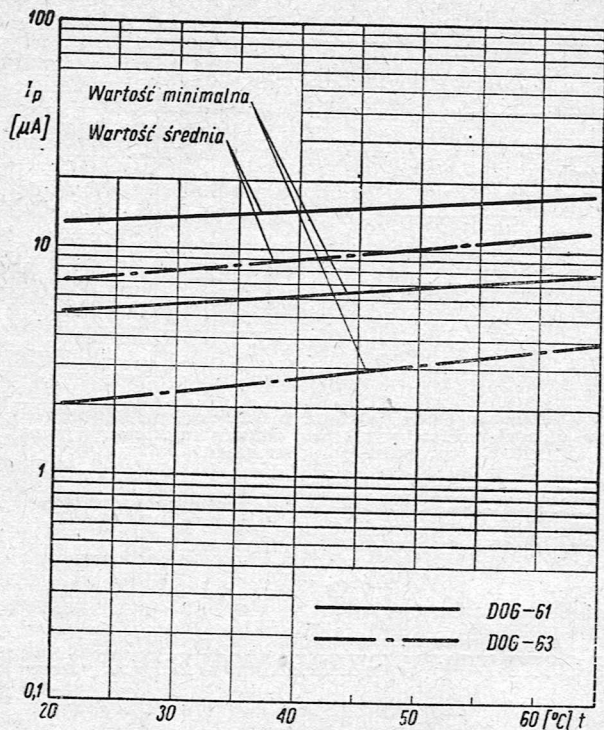
Charakterystyka prądu wstecznego w funkcji napięcia wstecznego diod DOG-61 i DOG-63



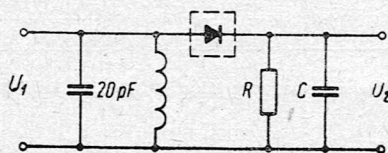
Charakterystyka prądu wstecznego w funkcji temperatury otoczenia diod DOG-61 i DOG-63



Charakterystyka prądu przewodzenia w funkcji napięcia diod DOG-61 do DOG-63



Charakterystyka prądu przewodzenia w funkcji temperatury otoczenia diod DOG-61 i DOG-63

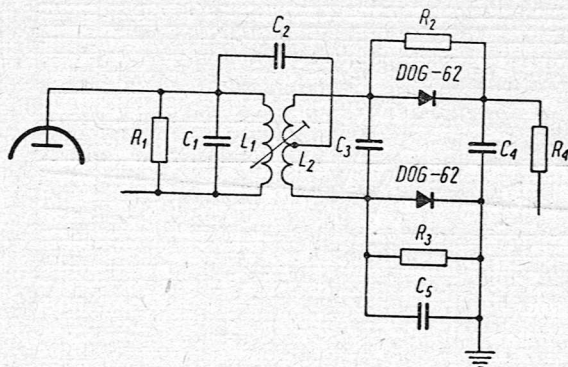


Układ do badania sprawności detekcji diod.

Sprawność oblicza się wg wzoru:

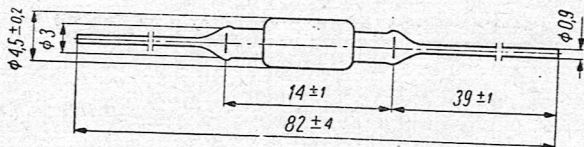
$$\eta = \frac{U_2}{U_1 \cdot \sqrt{2}} \quad [0/\circ]$$

$U_1 = 1 \text{ V}_{sk}, f = 35 \text{ MHz}$



Zastosowanie diody DOG-62 w detekcji częstotliwości w układzie różnicowym w odbiorniku telewizyjnym „Turkus” i „Smaragd”

DIODY OSTRZOWE GERMANOWE DOP-1 — DOP-3



Szkic wymiarowy diod DOP-1 — DOP-3

Zastosowanie:

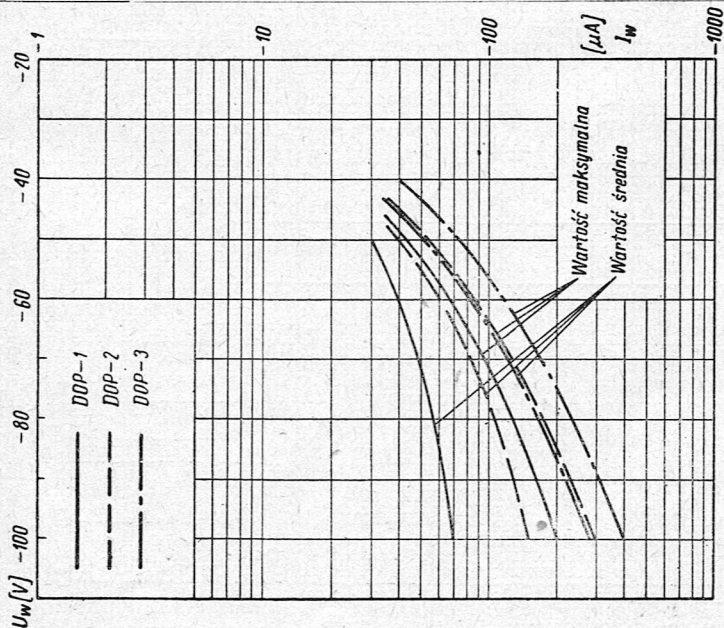
Diody są przeznaczone do pracy w odbiornikach radiofonicznych, telewizyjnych, przyrządach pomiarowych, urządzeniach liczących i zasilających, w układach detekcyjnych, modulacyjnych, prostowniczych i innych.

Dane ogólne:

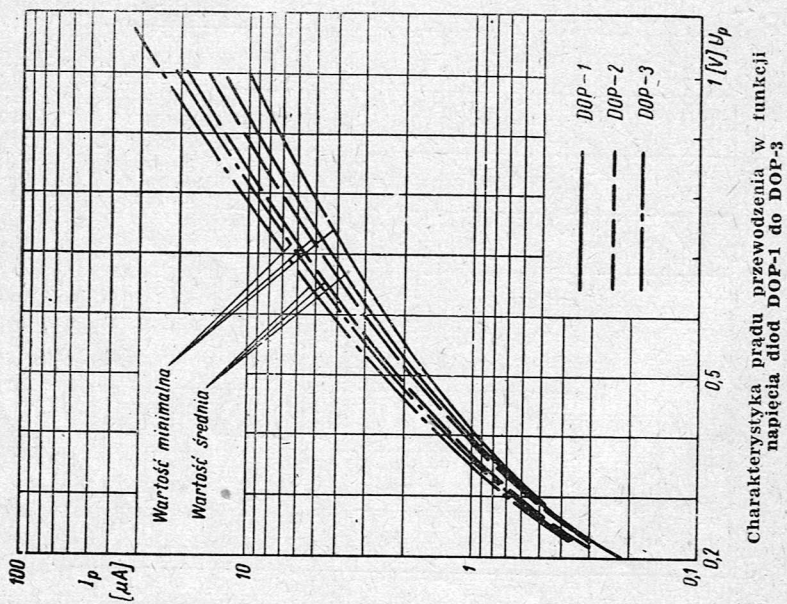
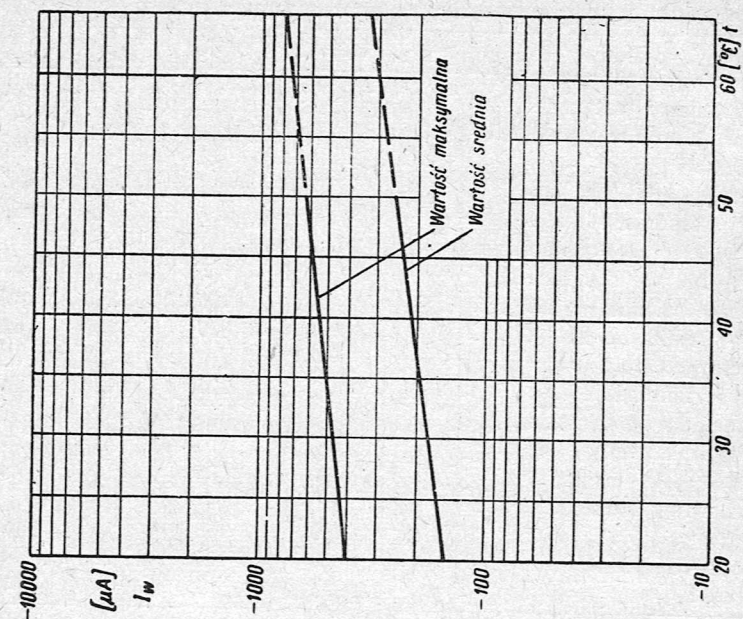
Obudowa	szkło — metal
Dopuszczalny zakres temperatury otoczenia	od -40 do $+50^{\circ}\text{C}$
Wilgotność względna otoczenia	do 98%
Wytrzymałość na rozciąganie	1 kG
Ciężar	1 G

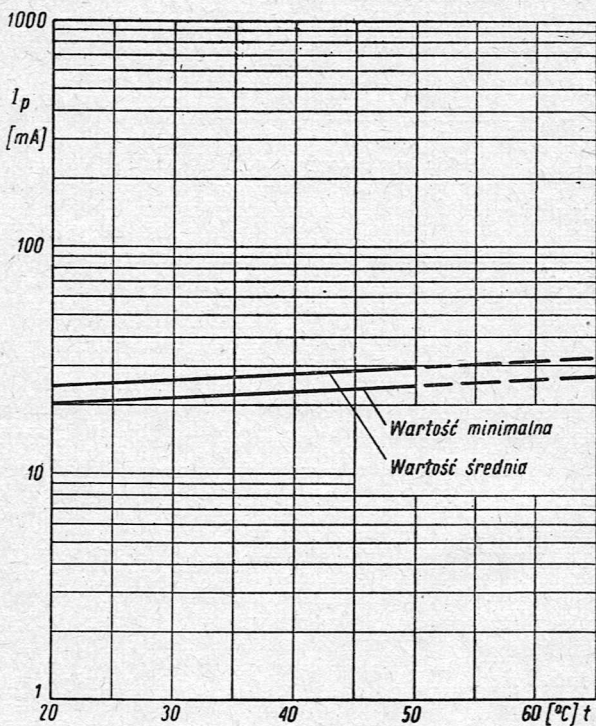
Dane elektryczne w temperaturze otoczenia +20°C ±5 C

Typ diody		DOP-1	DOP-2	DOP-3	
Parametry statyczne:					
Prąd w kierunku przewodzenia przy +1 V					
wartość minimalna	I_p	10	15	20	mA
" średnia	I_p	13	17	23	mA
Prąd w kierunku wstecznym przy -100 V					
wartość średnia	I_w	80	150	200	μA
" maksymalna	I_w	200	300	400	μA
Napięcie przebicia					
wartość minimalna	U_{wp}	120	125	120	V
Parametry dopuszczalne:					
Prąd wyprostowany					
wartość maksymalna	I_d	30	30	30	mA
Prąd udarowy w czasie 0,1 sec przy $f = 50$ Hz					
	I_u	150	150	150	mA
Częstotliwość graniczna					
	f_g	100	100	100	MHz
Pojemność					
	C_d	1	1	1	pF



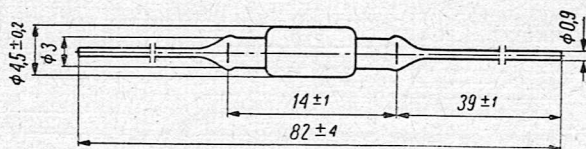
Charakterystyka prądu wstecznego w funkcji napięcia wstecznego diody DOP-1 do DOP-3





Charakterystyka prądu przewodzenia w funkcji temperatury otoczenia diody DOP-3

DIODA OSTRZOWA GERMANOWA DOG-101



Szkic wymiarowy diody DOG-101

Zastosowanie:

Dioda jest przeznaczona do pracy w układach modulacyjnych w urządzeniach telekomunikacyjnych.

Dane ogólne:

Obudowa	szkło — metal
Dopuszczalny zakres temperatury otoczenia	od -40 do $+50^{\circ}\text{C}$
Wilgotność względna otoczenia	do 98%
Wytrzymałość na rozciąganie	1 kG
Ciężar	1 G

Dane elektryczne w temperaturze otoczenia $+25^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ C}$

Parametry statyczne:

Prąd w kierunku przewodzenia przy $+0,3\text{ V}$

wartość minimalna	$I_p = 4,5\text{ mA}$
„ średnia	$I_p = 5\text{ mA}$
„ maksymalna	$I_p = 9\text{ mA}$

Prąd w kierunku przewodzenia przy $+1\text{ V}$

wartość średnia	$I_p \cong 100\text{ mA}$
---------------------------	---------------------------

Prąd w kierunku wstecznym przy -1 V

wartość średnia	$I_w = 40\text{ }\mu\text{A}$
„ maksymalna	$I_w = 100\text{ }\mu\text{A}$

Parametry dopuszczalne:

Prąd wyprostowany

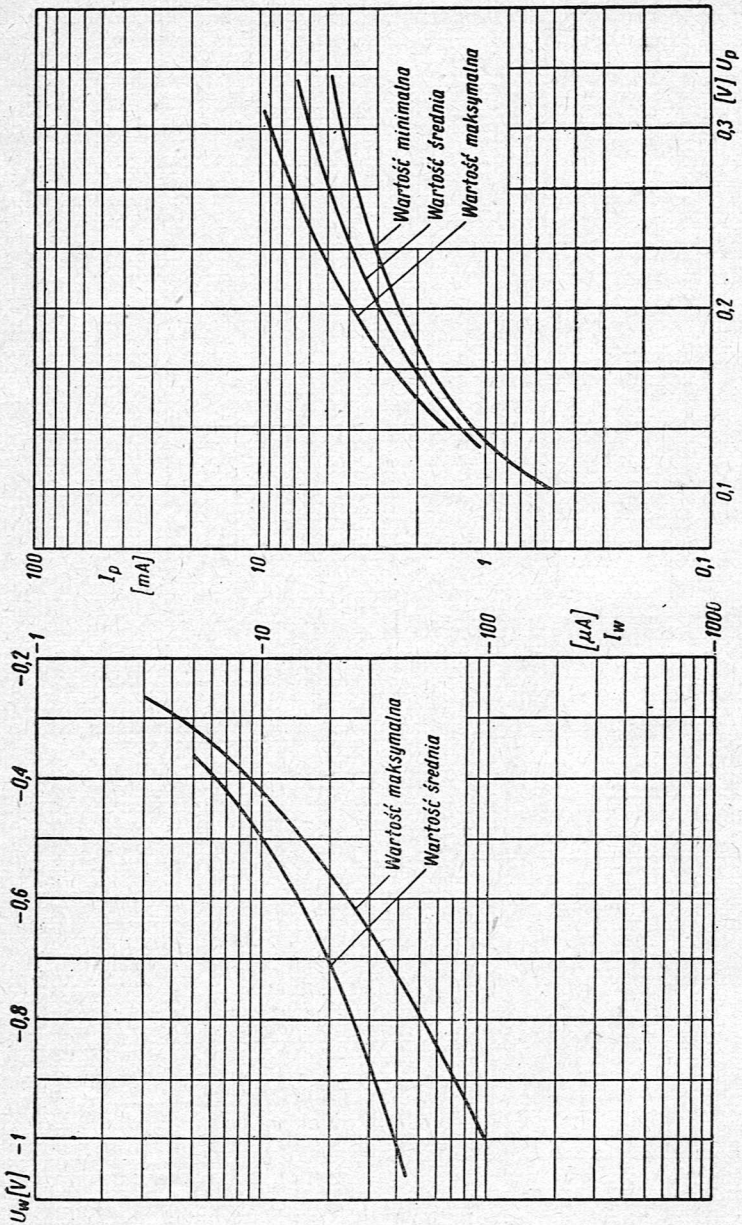
wartość maksymalna	$I_d = 90\text{ mA}$
------------------------------	----------------------

Prąd uderowy w czasie $0,1\text{ sec}$ przy $f = 50\text{ Hz}$

$$I_u = 200\text{ mA}$$

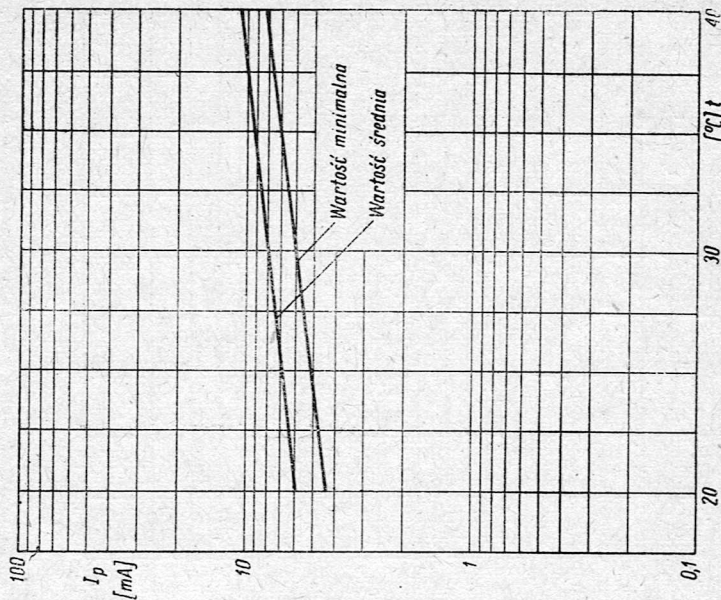
Pojemność

$$C_d = 5\text{ pF}$$

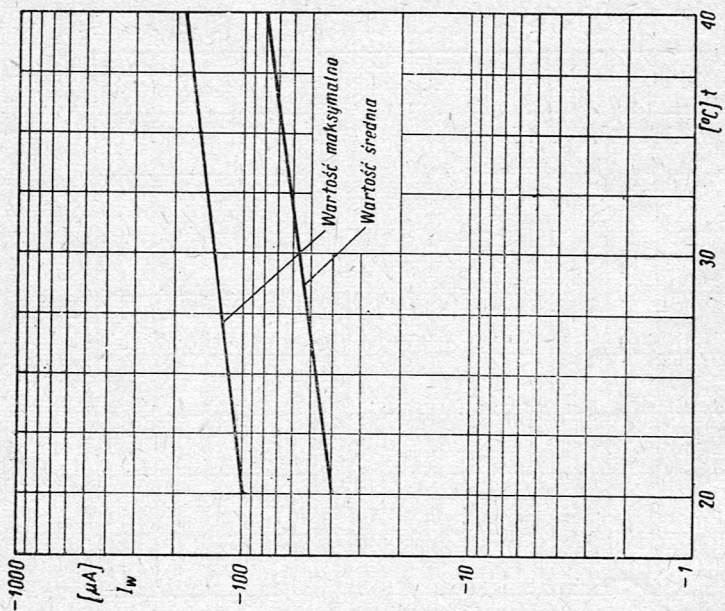


Charakterystyka prądu przewodzenia w funkcji napięcia diody DOG-101

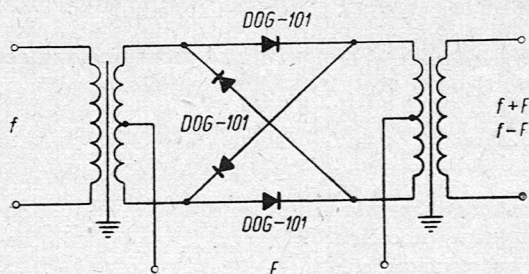
Charakterystyka prądu wstecznego w funkcji napięcia wstecznego diody DOG-101



Charakterystyka prądu przewodzenia w funkcji temperatury otoczenia diody DOG-101

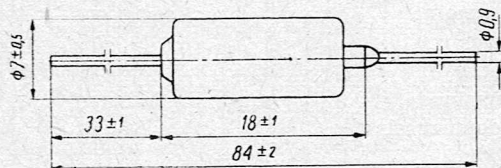


Charakterystyka prądu wstecznego w funkcji temperatury otoczenia diody DOG-101



Układ modulatora kołowego telefonii wielokrotnej z zastosowaniem diod germanowych DOG-101

DIODY ZŁĄCZOWE GERMANOWE MAŁEJ MOCY DZG-1 — DZG-4



Szkic wymiarowy diod DZG-1 do DZG-4

Zastosowanie:

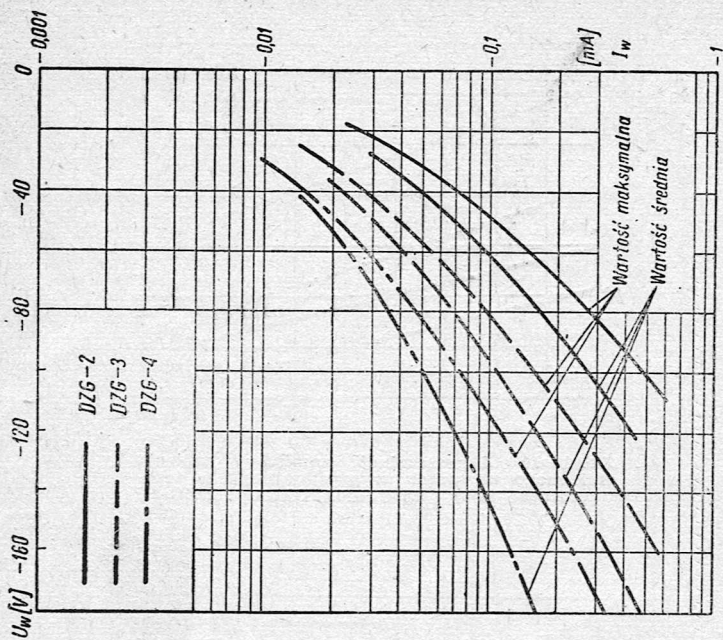
Diody są przeznaczone do pracy w układach prostowniczych do zasilania odbiorników małej mocy oraz w urządzeniach telekomunikacyjnych.

Dane ogólne:

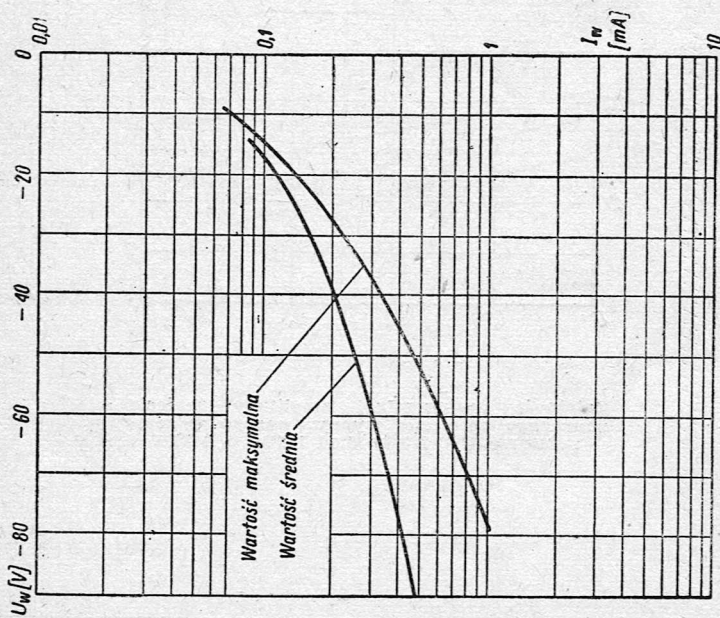
Obudowa	metalowa
Dopuszczalny zakres temperatury otoczenia	od —40 do +50°C
Wilgotność względna otoczenia	do 98%
Wytrzymałość na rozciąganie	1,5 kG
Ciężar	2 G

Dane elektryczne w temperaturze otoczenia +20°C ±5 C

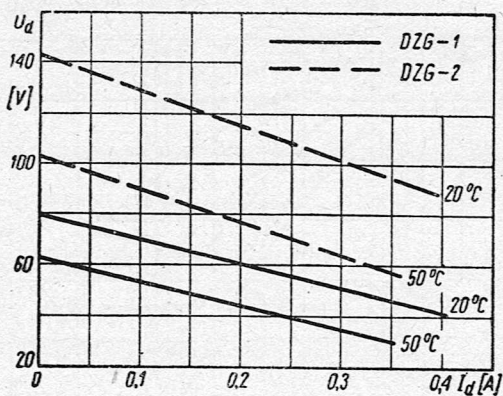
Typ diody		DZG-1	DZG-2	DZG-3	DZG-4	
Parametry statyczne:						
Prąd w kierunku przewodzenia:						
wartość minimalna	I_p	300	300	300	300	mA
Spadek napięcia w kierunku przewodzenia:						
wartość średnia	U_p	0,36	0,35	0,34	0,34	V
„ maksymalna	U_p	0,5	0,5	0,5	0,5	V
Prąd w kierunku wstecznym:						
wartość średnia	I_w	300	300	300	250	μA
„ maksymalna	I_w	500	500	500	500	μA
Napięcie wteczne	U_w	50	100	150	200	V
Napięcie przebicia						
wartość minimalna	U_{wp}	75	150	225	225	V
Parametry dopuszczalne:						
Prąd wyprostowany						
wartość maksymalna	I_d	300	300	300	300	mA
Napięcie zmienne	U_d	35	70	105	140	V
Prąd udarowy w czasie 0,1 sec przy $f = 50$ Hz						
	I_u	20	20	20	20	A
Częstotliwość graniczna	f_g	50	50	50	50	kHz
Pojemność	C_d	25	25	25	25	pF



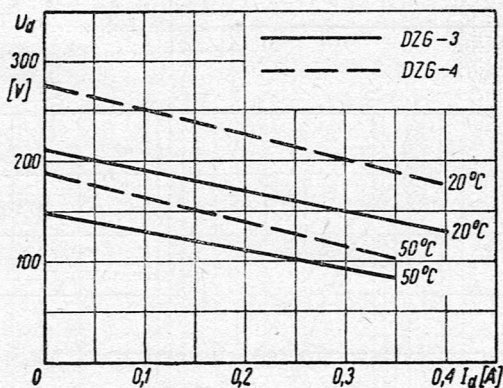
Charakterystyka prądu wstecznego w funkcji napięcia wstecznego diod DZG-2 do DZG-4



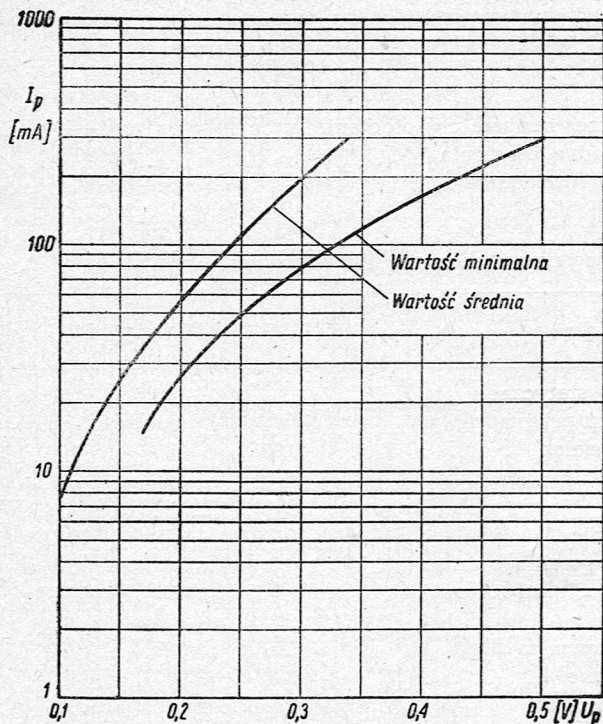
Charakterystyka prądu wstecznego w funkcji napięcia wstecznego diody DZG-1



Zależność dopuszczalnej amplitudy napięcia zmiennego od prądu wyprostowanego w temperaturze 20°C i 50°C diod DZG-1 i DZG-2

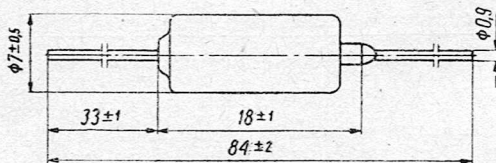


Zależność dopuszczalnej amplitudy napięcia zmiennego od prądu wyprostowanego w temperaturze 20°C i 50°C diod DZG-3 i DZG-4



Charakterystyka prądu przewodzenia w funkcji napięcia diod DZG-1 do DZG-4

DIODY ZŁĄCZOWE GERMANOWE MAŁEJ MOCY DZG-5 — DZG-7



Szkie wymiarowy diod DZG-5 do DZG-7

Zastosowanie:

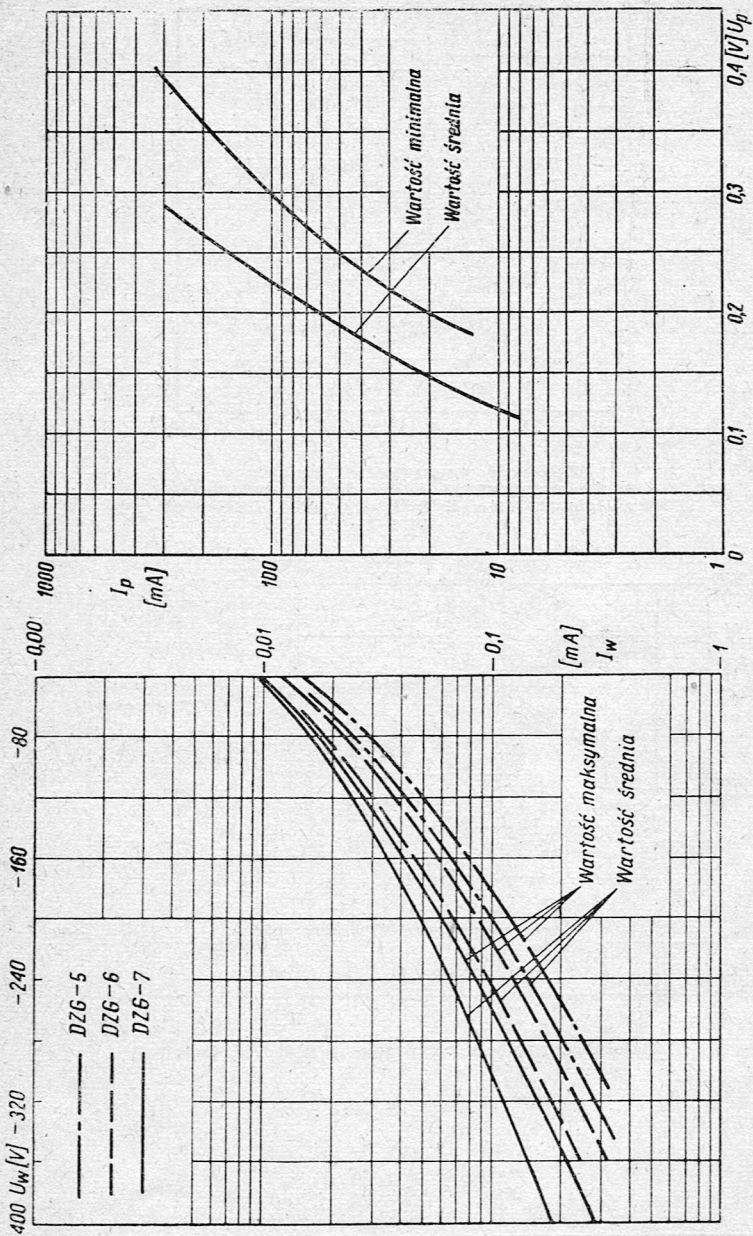
Diody są przeznaczone do pracy w układach zasilających małej mocy w odbiornikach radiofonicznych i telewizyjnych.

Dane ogólne:

Obudowa	metalowa
Dopuszczalny zakres temperatury otoczenia	od -40 do $+50^{\circ}\text{C}$
Wilgotność względna otoczenia	do 98%
Wytrzymałość na rozciąganie	1,5 kG
Ciężar	2 G

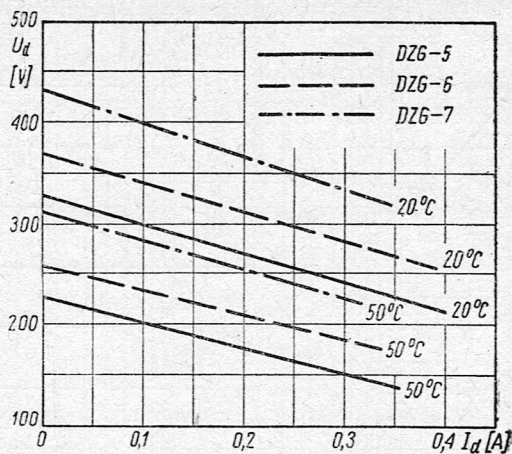
Dane elektryczne w temperaturze otoczenia $+20^{\circ}\text{C} \pm 5\text{C}$

Typ diody		DZG-5	DZG-6	DZG-7	
Parametry statyczne:					
Prąd w kierunku przewodzenia:					
wartość minimalna	I_p	100	100	100	mA
Spadek napięcia w kierunku przewodzenia					
wartość średnia	U_p	0,23	0,22	0,21	V
„ maksymalna	U_p	0,3	0,3	0,3	V
Prąd w kierunku wstecznym					
wartość średnia	I_w	200	200	200	μA
wartość maksymalna	I_w	300	300	300	μA
Napięcie wsteczne	U_w	300	350	400	V
Napięcie przebicia					
wartość minimalna	U_{wp}	450	525	600	V
Parametry dopuszczalne:					
Prąd wyprostowany					
wartość maksymalna	I_d	100	100	100	mA
Napięcie zmienne	U_d	210	245	280	V
Prąd udarowy w czasie 0,1 sec przy $f = 50$ Hz	I_u	20	20	20	A
Częstotliwość graniczna	f_g	50	50	50	kHz
Pojemność	C_d	25	25	25	pF

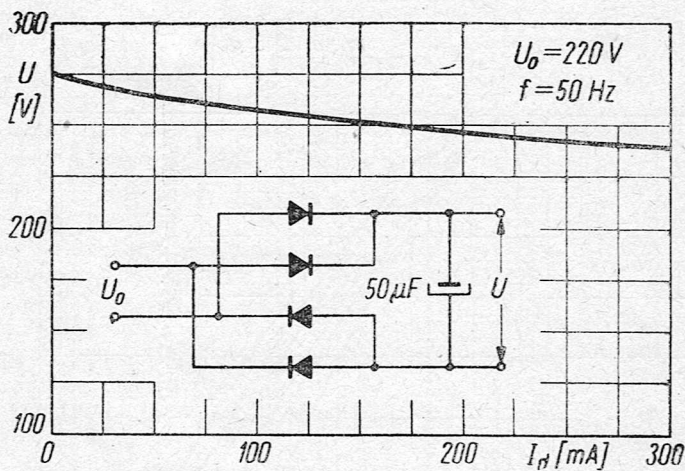


Charakterystyka prądu przewodzenia w funkcji napięcia diod ZŁĄCZOWE DZG-5 do DZG-7

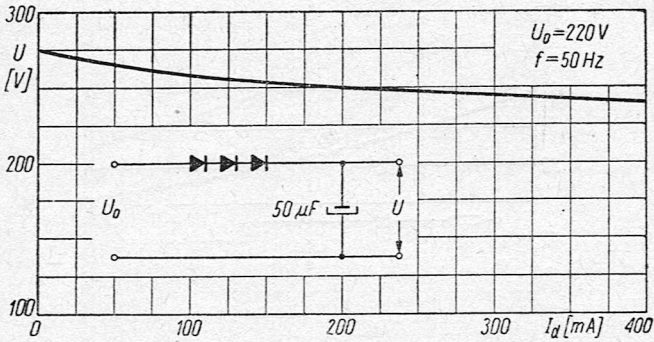
Charakterystyka prądu wstecznego w funkcji napięcia wstecznego diod ZŁĄCZOWE DZG-5 do DZG-7



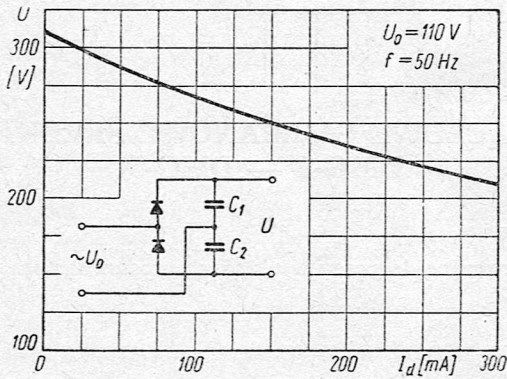
Zależność dopuszczalnej amplitudy napięcia zmiennego od prądu wyprostowanego w temperaturze 20°C i 50°C diod DZG-5 do DZG-7



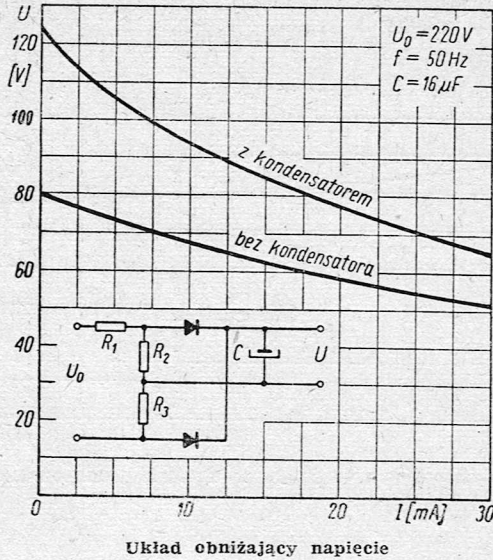
Zależność napięcia od prądu w układzie Graetza



Zależność napięcia od prądu w układzie jednopółprzewodnikowym



Układ podwyższający napięcie



DIODY ZŁĄCZOWE GERMANOWE ŚREDNIEJ MOCY DMG-1 — DMG-5

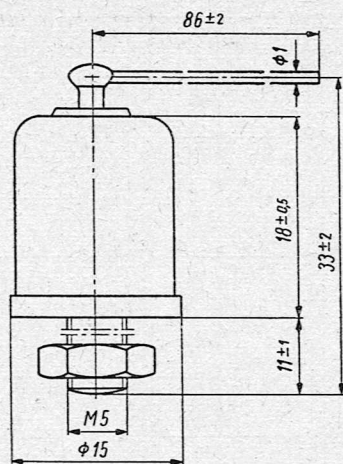
Zastosowanie:

Diody są przeznaczone do pracy w układach prostowniczych jedno- i wielofazowych.

Dane ogólne:

Obudowa	metalowa
Dopuszczalny zakres temperatury otoczenia	od -40 do $+50^\circ\text{C}$
Wilgotność względna otoczenia	do 98%
Wytrzymałość na rozciąganie	2 kG
Ciężar (bez radiatora)	18 G

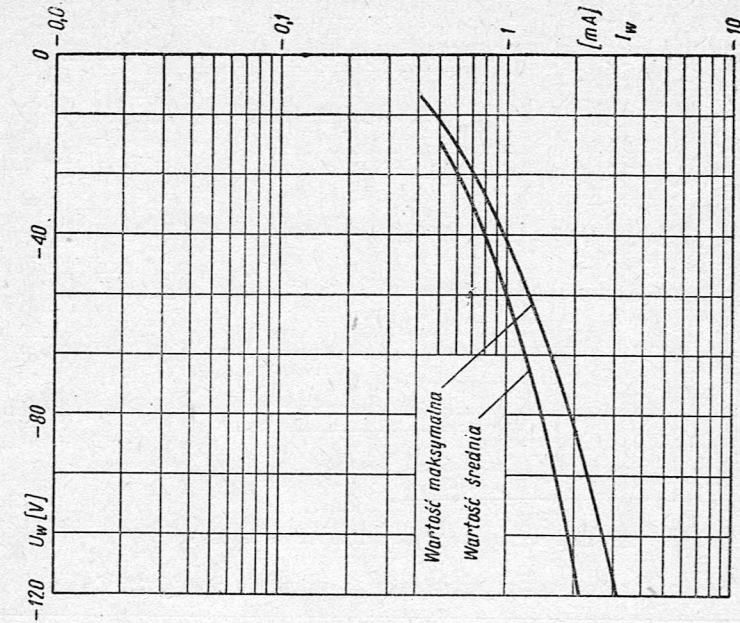
Diody należy montować na płytce chłodzącej z blachy aluminiowej lub miedzianej o wymiarach $100 \times 100 \times 1$ mm.



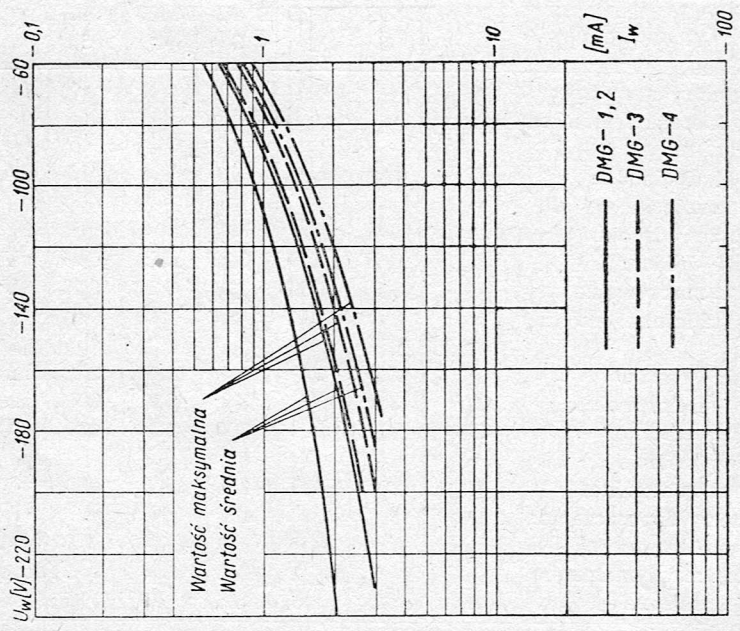
Szkic wymiarowy diod DMG-1 do DMG-5

Dane elektryczne w temperaturze otoczenia $+20^{\circ}\text{C} \pm 5\text{C}$

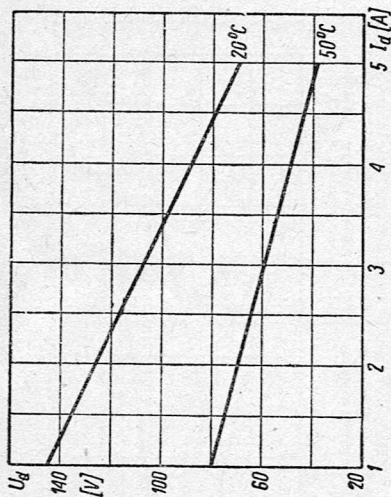
Typ diody		DMG-1	DMG-2	DMG-3	DMG-4	DMG-5	
Parametry statyczne:							
Prąd w kierunku przewodzenia:							
wartość minimalna	I_p	1	2	3	4	5	A
Spadek napięcia w kierunku przewodzenia:							
wartość średnia	U_p	0,17	0,19	0,22	0,23	0,25	V
" maksymalna	U_p	0,18	0,21	0,24	0,26	0,28	V
Prąd w kierunku wstecznym:							
wartość średnia	I_w	2,2	2,0	2,4	2,4	2,0	mA
" maksymalna	I_w	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	mA
Napięcie wsteczne	U_w	230	230	200	170	115	V
Napięcie przebicia							
wartość minimalna	U_{wp}	300	300	250	200	150	V
Parametry dopuszczalne:							
Prąd wyprostowany							
wartość maksymalna	I_d	1	2	3	4	5	A
Napięcie zmienne	U_d	145	125	105	75	35	V



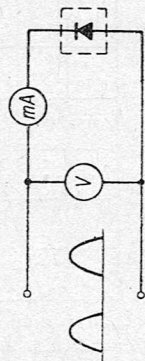
Charakterystyka prądu wstecznego w funkcji napięcia wstecznego diody DMG-5



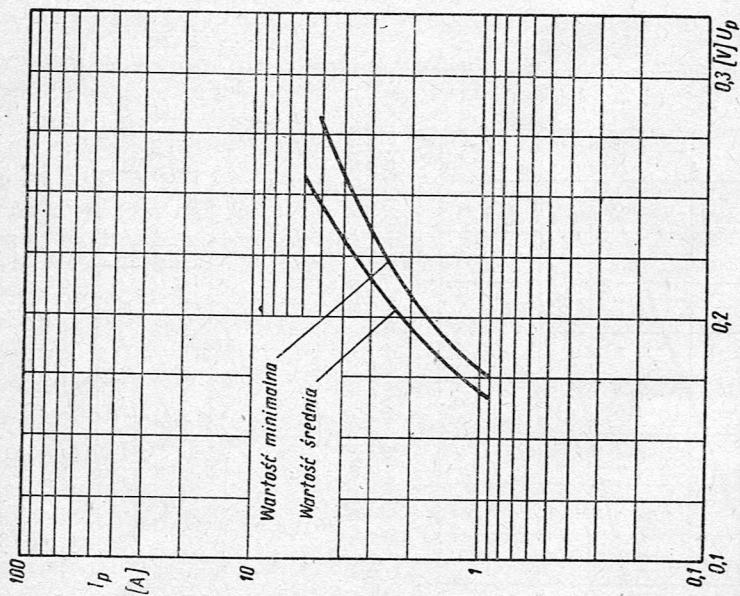
Charakterystyka prądu wstecznego w funkcji napięcia wstecznego diod DMG-1 do DMG-4



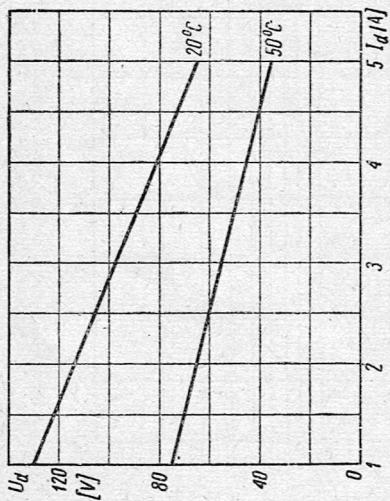
Zależność dopuszczalnej wartości napięcia zmiennego od prądu wyprostowanego w temperaturze 20°C i 50°C diod DMG-1 i DMG-2



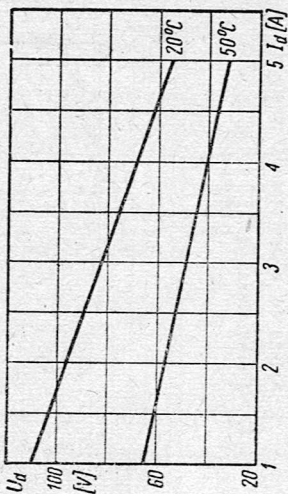
Układ do pomiaru diod złączowych w kierunku wstępnym



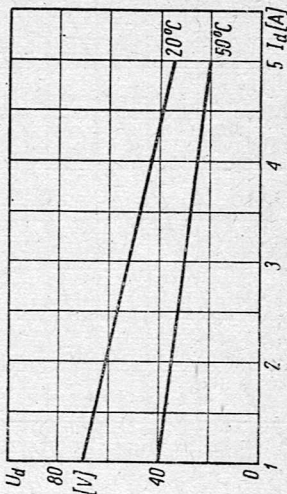
Charakterystyka prądu przewodzenia w funkcji napięcia diod DMG-1 do DMG-5



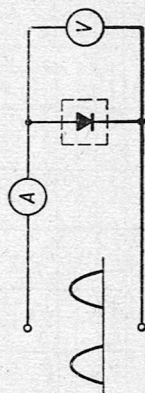
Zależność dopuszczalnej wartości napięcia zmiennego od prądu wyprostowanego w temperaturze 20°C i 50°C diody DMG-3



Zależność dopuszczalnej wartości napięcia zmiennego od prądu wyprostowanego w temperaturze 20°C i 50°C diody DMG-1



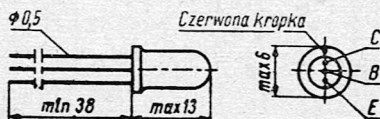
Zależność dopuszczalnej wartości napięcia zmiennego od prądu wyprostowanego w temperaturze 20°C i 50°C diody DMG-5



Układ do pomiaru diod złączowych w kierunku przewodzenia

3. CHARAKTERYSTYKI SZCZEGÓŁOWE TRANZYSTORÓW

TRANZYSTOR WARSTWOWY GERMANOWY TG1 (PNP)



Szkic wymiarowy tranzystora TG1

Zastosowanie:

Tranzystor warstwowy TG1 pracuje w układach małej mocy i małej częstotliwości.

Dane ogólne:

Obudowa	metalowa
Oznaczenie	nadruk na obudowie
Dopuszczalny zakres temperatury otoczenia	$T_a \min = -40^\circ\text{C}$
	$T_a \max = +60^\circ\text{C}$
Dopuszczalna temperatura złącza	$T_j \max = +65^\circ\text{C}$
Ciężar	0,9 G

Dane elektryczne

Dane maksymalne (wartości graniczne)

$-U_{CBM \max}$	= 15 V	
$-U_{CB \max}$	= 15 V	
$-U_{CEM \max}$	} — patrz rys. na str. 99.	
$-U_{CE \max}$		
$-U_{EBM \max}$	= 10 V	
$-I_{CM \max}$	= 50 mA	przez max 20 msec
$-I_C \max$	= 10 mA	

TRANZYSTOR WARSTWOWY TG1

$I_{EM\ max}$	$= 55\ \text{mA}$	przez max 20 msec
$I_{E\ max}$	$= 11\ \text{mA}$	
$-I_{BM\ max}$	$= 5\ \text{mA}$	przez max 20 msec
P_{max}	— patrz rys. na str. 98.	
K_t	$= 2\ \text{mW/C}$	

Dane statyczne ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

$-I_{CB0} \leq 15\ \mu\text{A}$	przy $-U_{CB} = 5\ \text{V}$
$-I_{CE0} \leq 400\ \mu\text{A}$	przy $-U_{CE} = 5\ \text{V}$
$-I_{EB0} \leq 20\ \mu\text{A}$	przy $-U_{EB} = 5\ \text{V}$

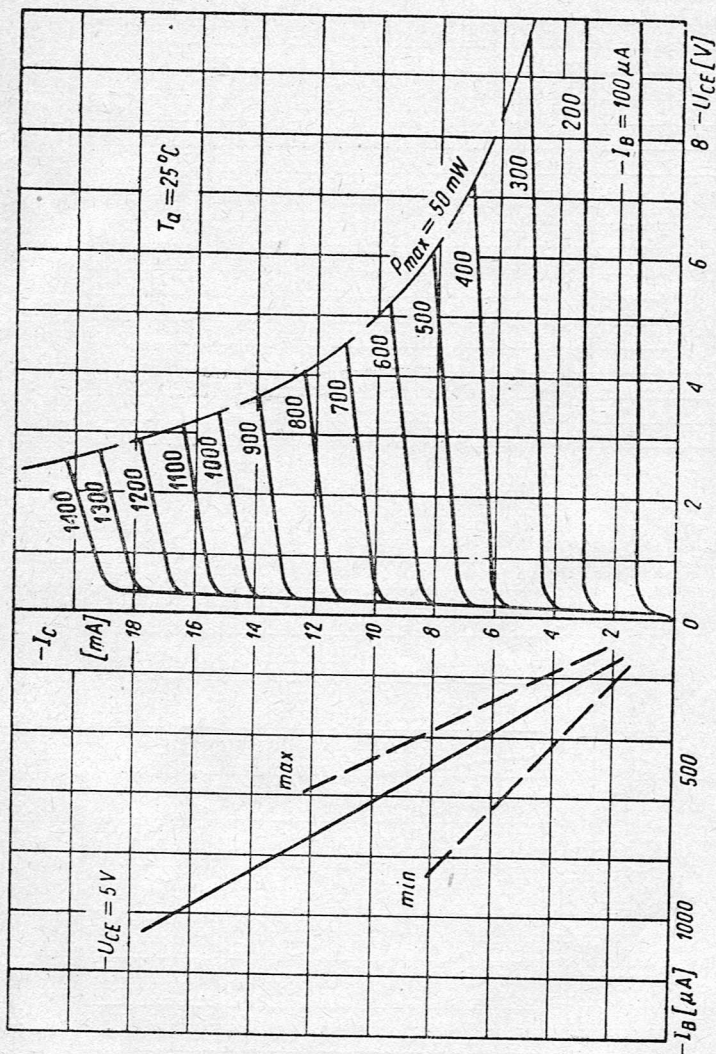
Dane dynamiczne ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

Układ OE ($f = 1000\ \text{Hz}$)

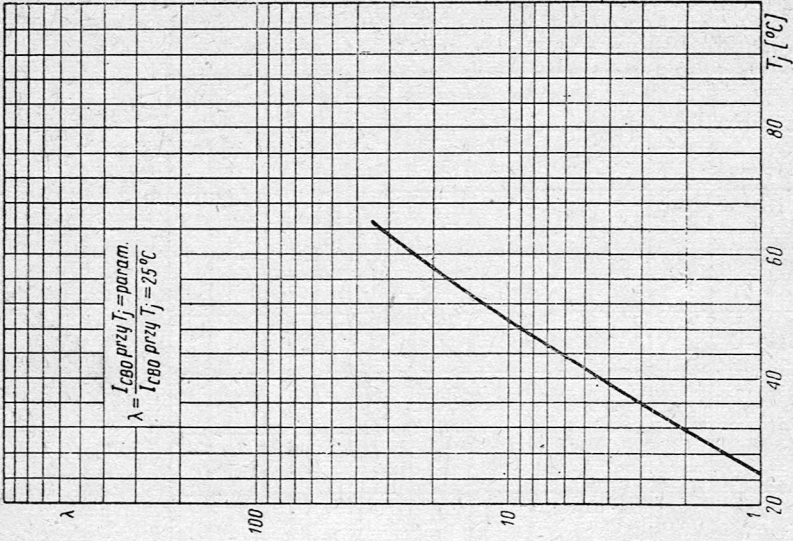
$h_{11e} = 300 \div 1000\ \Omega$	}	przy $-U_{CE} = 5\ \text{V}, -I_C = 1\ \text{mA}$
$h_{12e} \leq 25 \cdot 10^{-4}$		
$h_{21e} = 9 \div 20$		
$h_{22e} \leq 50\ \mu\text{S}$		
$F \geq 30\ \text{dB}$		przy $-U_{CE} = 1\ \text{V}, -I_C = 0,2\ \text{mA}, R_g = 600\ \Omega$

Układ OB

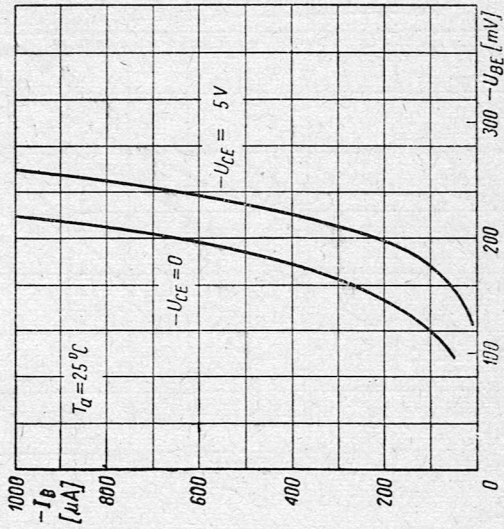
$i_\alpha \geq 300\ \text{kHz}$	przy $-U_{CB} = 5\ \text{V}, -I_C = 1\ \text{mA}$
---------------------------------	---



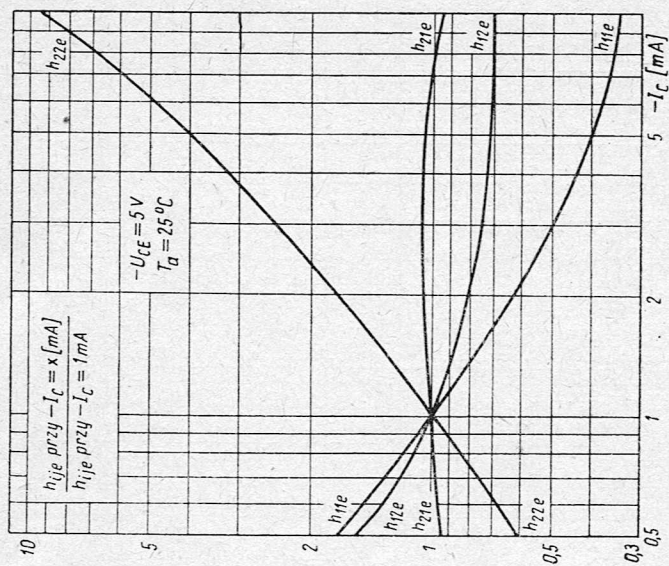
Charakterystyki statyczne tranzystora TG1 w układzie OE



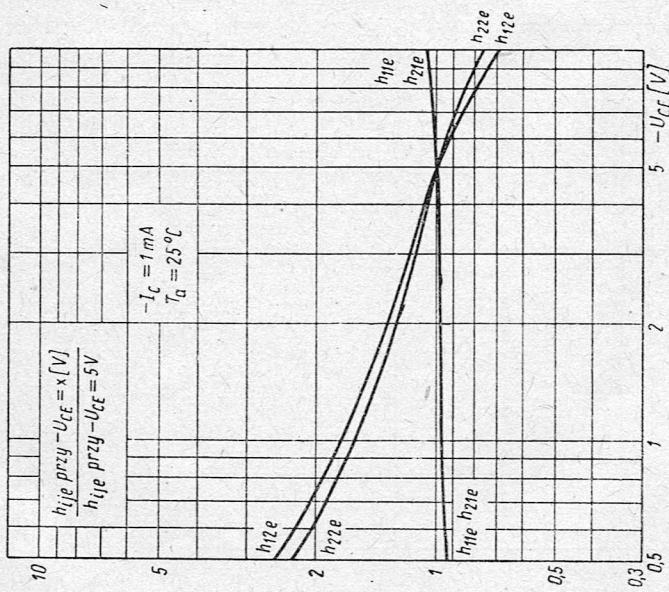
Zależność prądu zerowego kolektora tranzystora TG1 od temperatury złącza



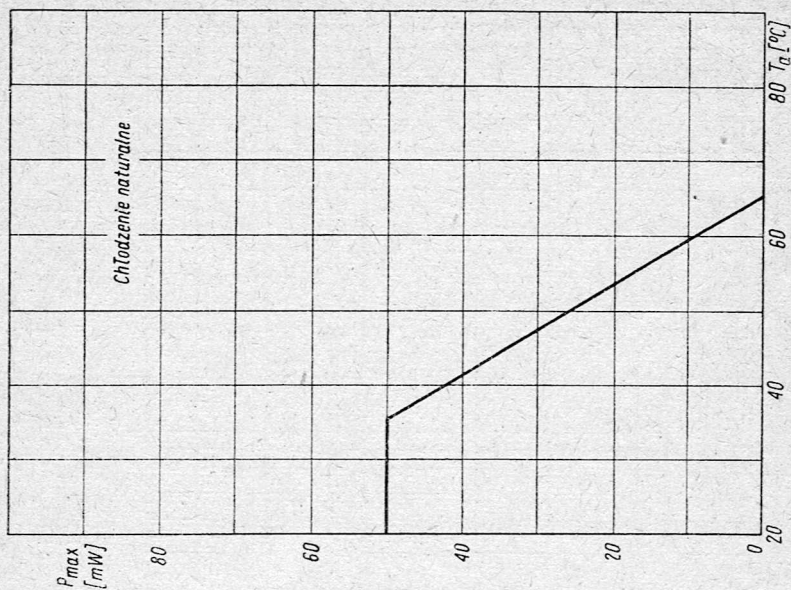
Charakterystyka wejściowa tranzystora TG1 w układzie OE



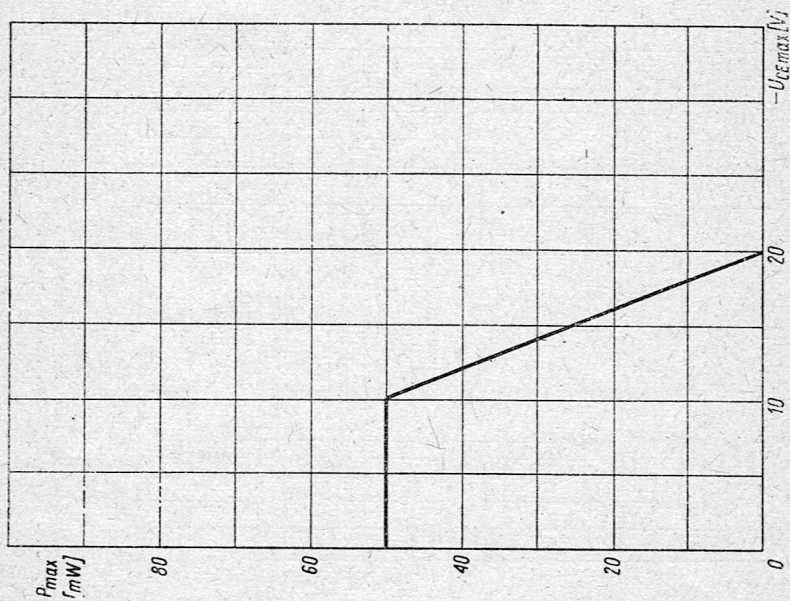
Zależność parametrów tranzystora TG1 od prądu kolektora w układzie OE



Zależność parametrów tranzystora TG1 od napięcia kolektora w układzie OE

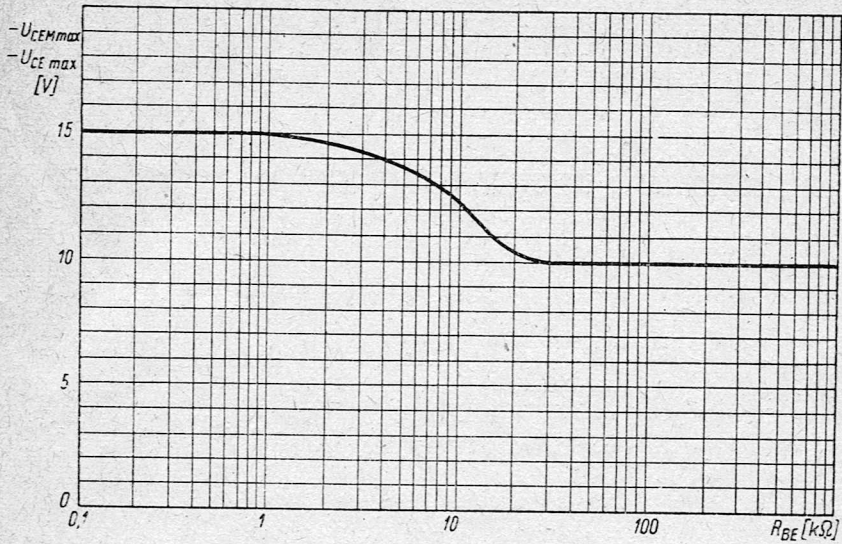


Zależność maksymalnej mocy strat tranzystora TG1 od temperatury otoczenia



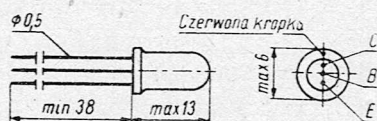
Zależność maksymalnego napięcia kolektor-emitery tranzystora TG1 od maksymalnej mocy strat

TRANZYSTOR WARSTWOWY TG1



Zależność maksymalnego napięcia kolektor-emiter tranzystora TG1 od oporności między emiterem a bazą

TRANZYSTOR WARSTWOWY GERMANOWY TG2 (PNP)



Szkic wymiarowy tranzystora TG2

Zastosowanie

Tranzystor warstwowy TG2 pracuje w układach małej mocy i małej częstotliwości.

Dane ogólne

Obudowa	metalowa
Oznaczenie	nadruk na obudowie
Dopuszczalny zakres temperatury otoczenia	$T_{a\ min} = -40^{\circ}\text{C}$
	$T_{a\ max} = +60^{\circ}\text{C}$
Dopuszczalna temperatura złącza	$T_{j\ max} = +65^{\circ}\text{C}$
Ciężar	0,9 G

Dane elektryczne

Dane maksymalne (wartości graniczne)

$-U_{CBM\ max}$	= 15 V	
$-U_{CB\ max}$	= 15 V	
$-U_{CEM\ max}$	} patrz rys. na str. 105.	
$-U_{CE\ max}$		
$-U_{EBM\ max}$	= 10 V	
$-I_{CM\ max}$	= 50 mA	przez max 20 msec
$-I_{C\ max}$	= 10 mA	

$I_{EM\ max}$	= 55 mA	przez max 20 msec
$I_{E\ max}$	= 11 mA	
$-I_{BM\ max}$	= 5 mA	przez max 20 msec
P_{max}	— patrz rys. na str. 106.	
K_t	= 2 mW/C	

Dane statyczne ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

$-I_{CB0} \leq 15\ \mu\text{A}$	przy $-U_{CB} = 5\ \text{V}$
$-I_{CE0} \leq 400\ \mu\text{A}$	przy $-U_{CE} = 5\ \text{V}$
$-I_{EB0} \leq 20\ \mu\text{A}$	przy $-U_{EB0} = 5\ \text{V}$

Dane dynamiczne ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

Układ OE ($f = 1000\ \text{Hz}$)

$$h_{11e} = 700 - 2800\ \Omega \quad \text{przy } -U_{CE} = 5\ \text{V}, -I_C = 1\ \text{mA}$$

$$h_{12e} \leq 25 \cdot 10^{-4} \quad \text{" " " " " "}$$

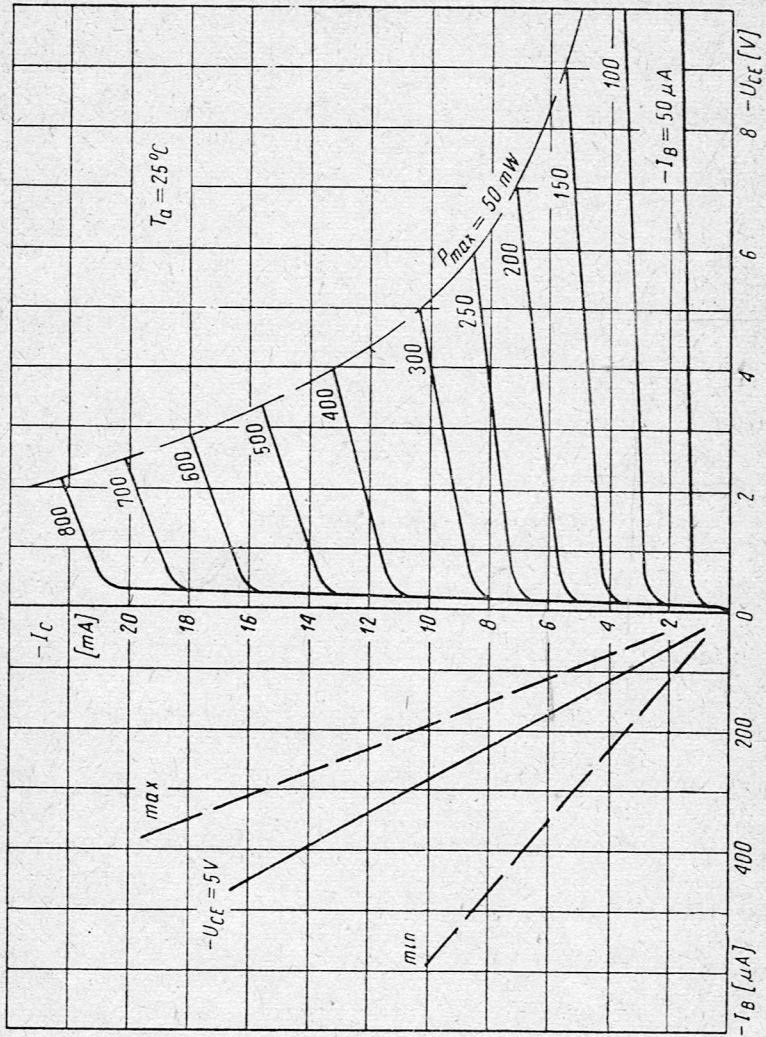
$$h_{21e} = 20 - 80 \quad \text{" " " " " "}$$

$$h_{22e} \leq 100\ \mu\text{S}$$

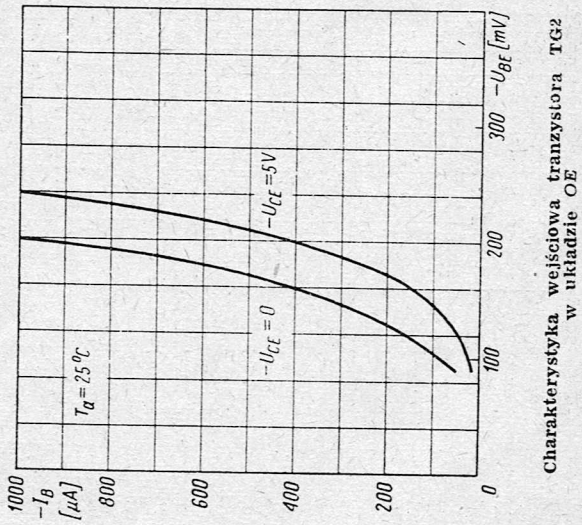
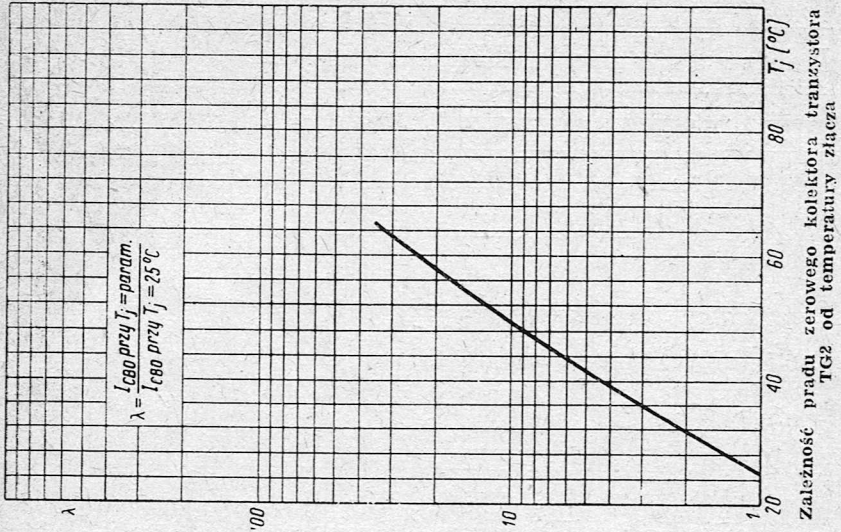
$$F \leq 30\ \text{dB} \quad \text{przy } -U_{CE} = 1\ \text{V}, -I_C = 0,2\ \text{mA}, R_g = 600\ \Omega$$

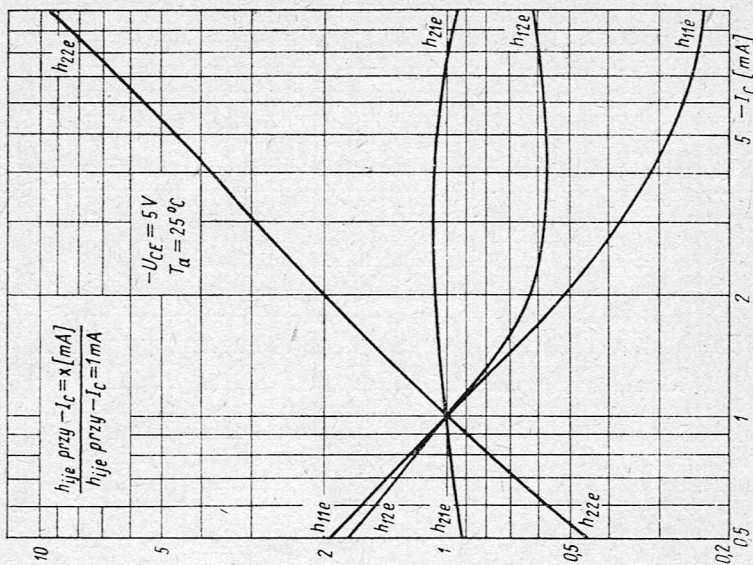
Układ OB

$$i_u \geq 300\ \text{kHz} \quad \text{przy } -U_{CB} = 5\ \text{V}, -I_C = 1\ \text{mA}$$

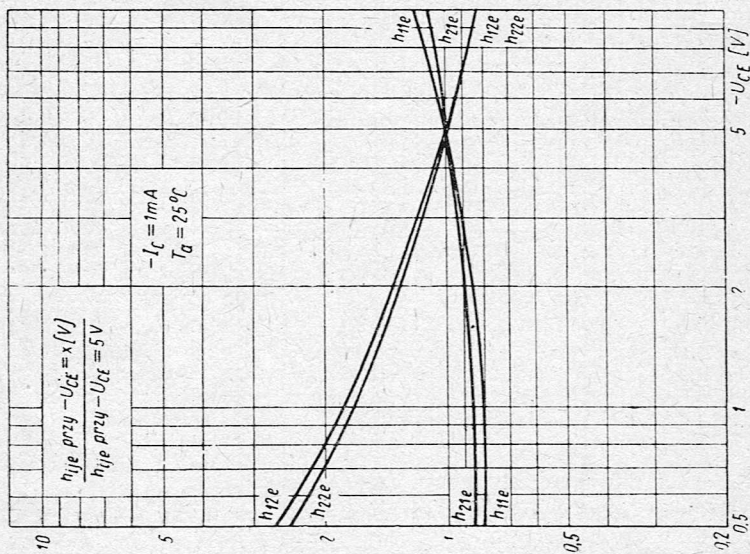


Charakterystyki statyczne tranzystora TG2 w układzie OE

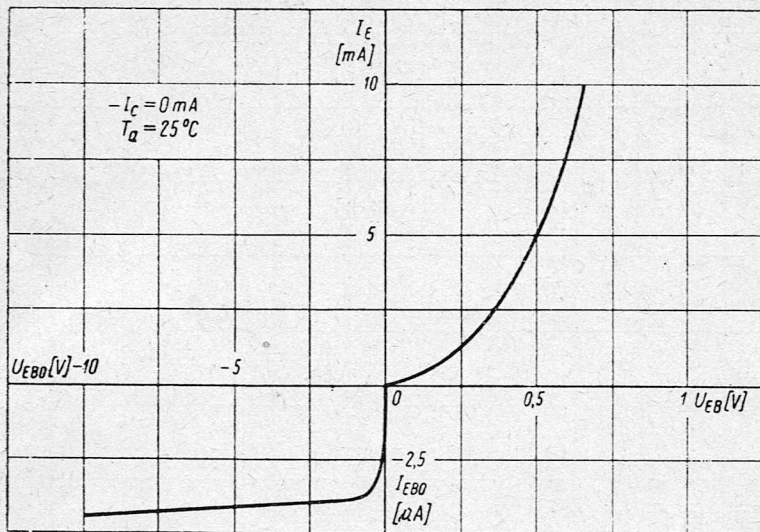




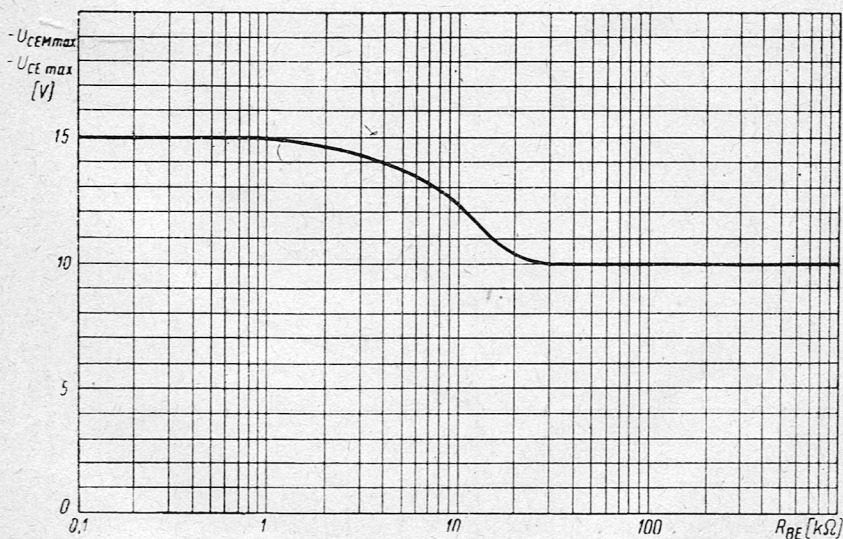
Zależność parametrów tranzystora TG2 od prądu kolektora w układzie OE



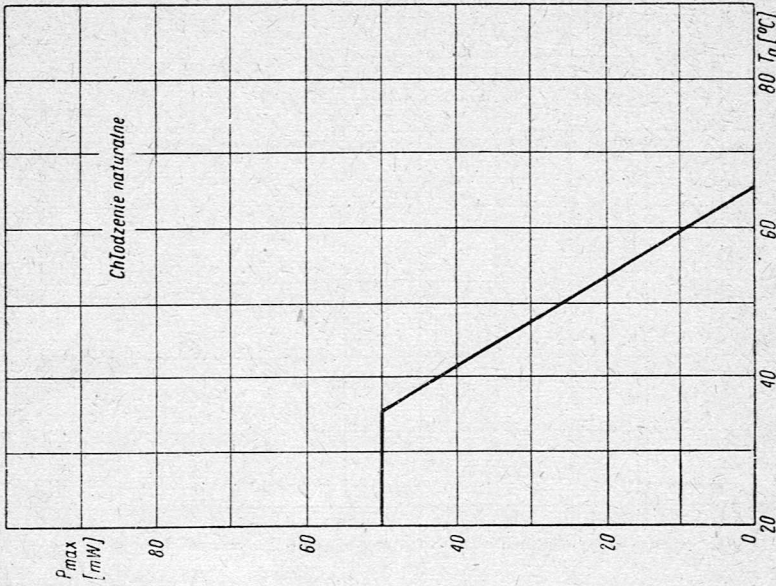
Zależność parametrów tranzystora TG2 od napięcia kolektora w układzie OE



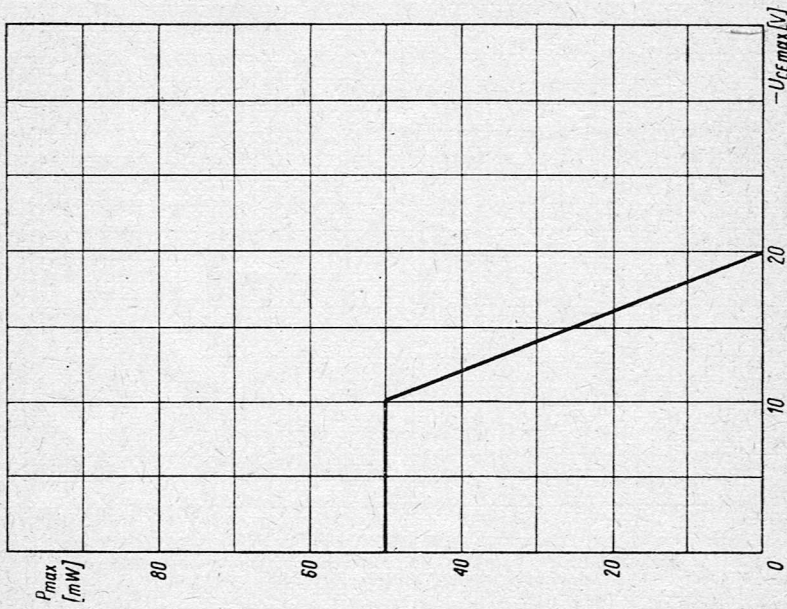
Charakterystyka diody emiterowej tranzystora TG2



Zależność maksymalnego napięcia kolektor-emiter tranzystora TG2 od oporności między emiterem a baza

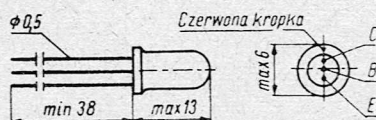


Zależność maksymalnej mocy strat tranzystora TG2 od temperatury otoczenia



Zależność maksymalnego napięcia kolektor-emitery tranzystora TG2 od maksymalnej mocy strat

TRANZYSTOR WARSTWOWY GERMANOWY TG4 (PNP)



Szkic wymiarowy tranzystora TG4

Zastosowanie

Tranzystor warstwowy TG4 stosuje się w układach małej mocy i małej częstotliwości.

Dane ogólne

Obudowa	metalowa
Oznaczenie	nadruk na obudowie
Dopuszczalny zakres temperatury otoczenia	$T_a^{min} = -40^{\circ}\text{C}$ $T_a^{max} = +60^{\circ}\text{C}$
Dopuszczalna temperatura złącza	$T_j^{max} = +65^{\circ}\text{C}$
Ciężar	0,9 G

Dane elektryczne

Dane maksymalne (wartości graniczne)

$-U_{CBM\ max}$	$= 15\ \text{V}$	} patrz rys. na str. 112.
$-U_{CB\ max}$	$= 15\ \text{V}$	
$-U_{CEM\ max}$		
$-U_{CE\ max}$		
$-U_{EBM\ max}$	$= 10\ \text{V}$	
$-I_{CM\ max}$	$= 50\ \text{mA}$	przez max 20 msec
$-I_{C\ max}$	$= 10\ \text{mA}$	

$I_{EM\ max}$	= 55 mA	przez max 20 msec
$I_{E\ max}$	= 11 mA	
$-I_{BM\ max}$	= 5 mA	przez max 20 msec
P_{max}	— patrz rys. na str. 113 i 114.	
K_t	= 2 mW/C	

Dane statyczne ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

$-I_{CB0} \leq 10\ \mu\text{A}$	przy $-U_{CB} = 5\ \text{V}$	
$-I_{CE0} \leq 250\ \mu\text{A}$	przy $-U_{CE} = 5\ \text{V}$	
$-I_{EB0} \leq 20\ \mu\text{A}$	przy $-U_{EB} = 5\ \text{V}$	

Dane dynamiczne ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

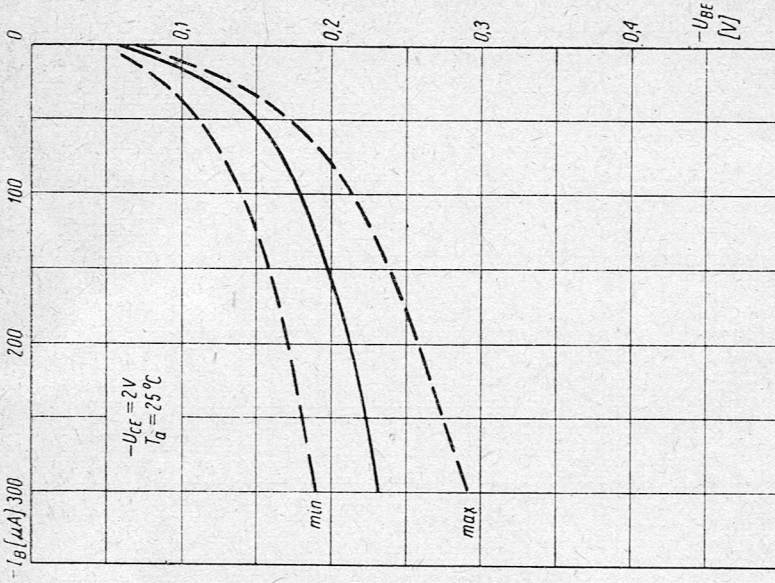
Układ OE ($f = 1000\ \text{Hz}$)

$h_{11e} = 700 - 3500\ \Omega$	}	
$h_{12e} \leq 30 \cdot 10^{-4}$		przy $-U_{CE} = 1\ \text{V}, -I_C = 0,5\ \text{mA}$
$h_{21e} = 20 - 50$		
$h_{22e} \leq 60\ \mu\text{S}$		
$F \leq 10\ \text{db}$		przy $-U_{CE} = 1\ \text{V}, -I_C = 0,2\ \text{mA}, R_g = 600\ \Omega$

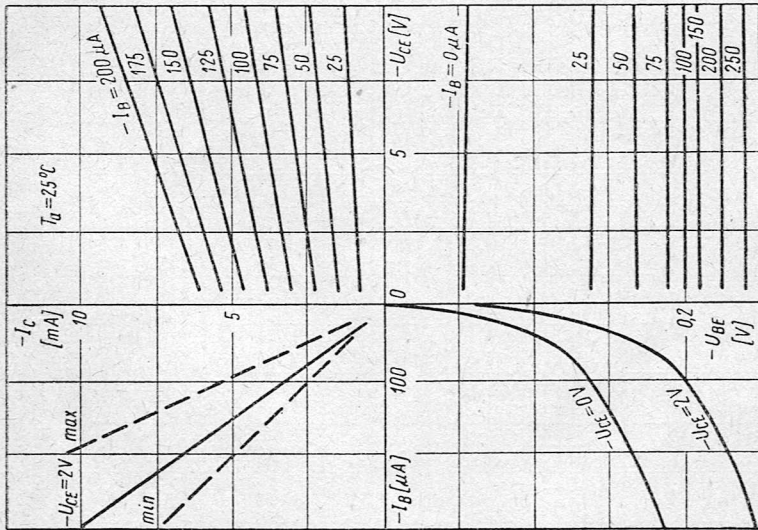
Układ OB

$i_a \geq 300\ \text{kHz}$	przy $-U_{CB} = 2\ \text{V}, -I_C = 0,5\ \text{mA}$
----------------------------	---

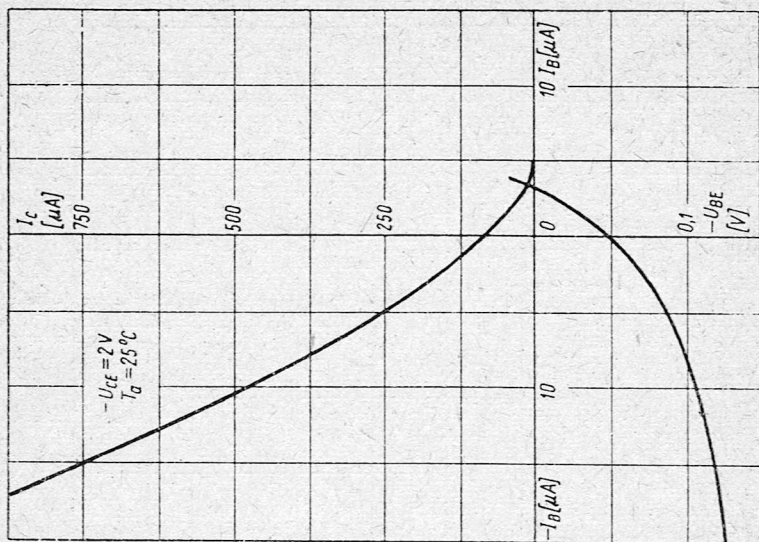
TRANZYSTOR WARSTWOWY TG4



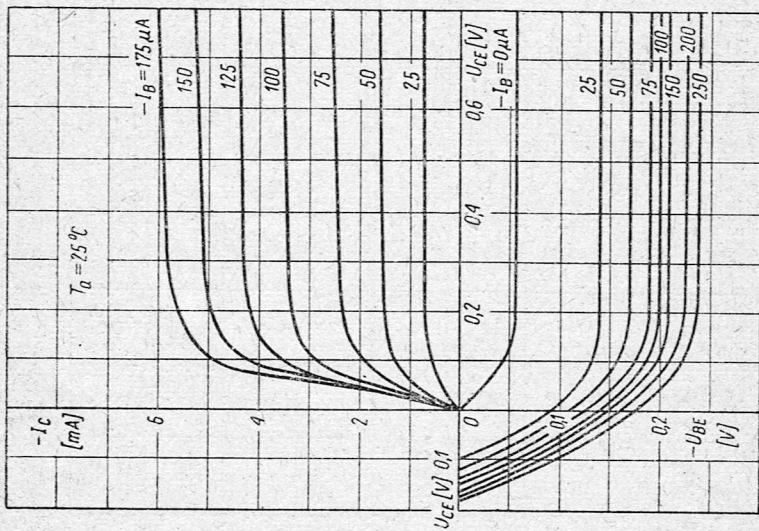
Charakterystyka wejściowa tranzystora TG4 w układzie OE



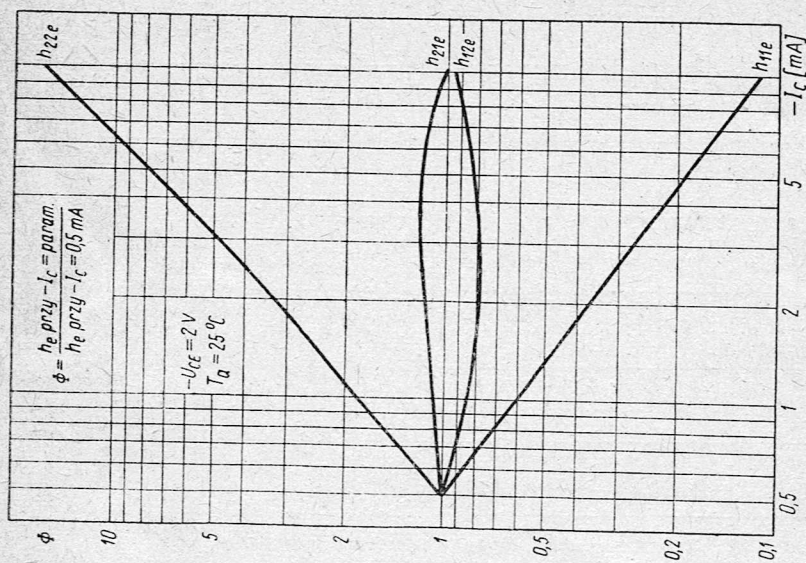
Charakterystyki statyczne tranzystora TG4 w układzie OE



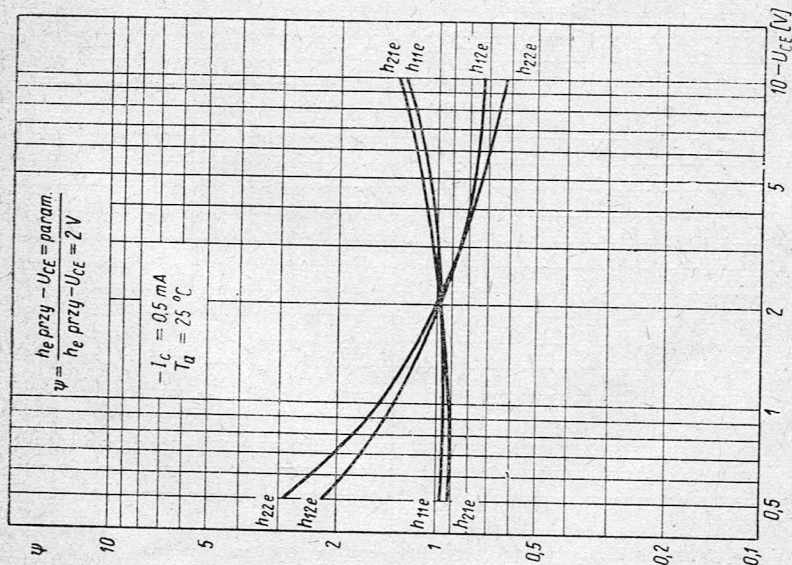
Charakterystyki statyczne tranzystora TG4 przy małych wartościach prądu bazy w układzie OE



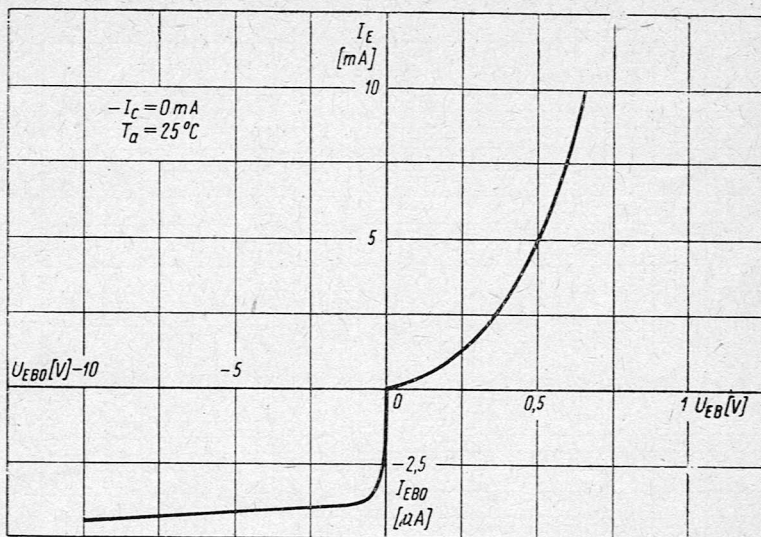
Charakterystyki statyczne tranzystora TG4 w układzie OE przy małych wartościach napięcia kolektora



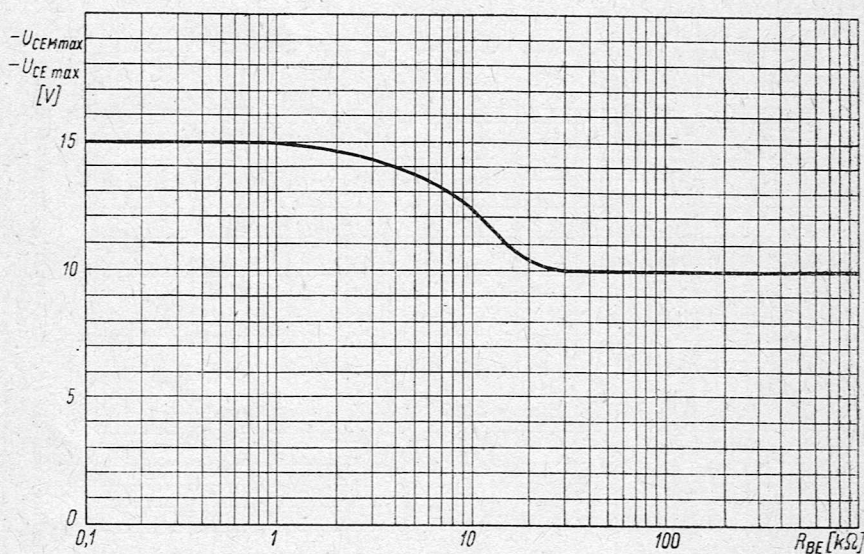
Zależność parametrów tranzystora TG4 od prądu kolektora w układzie OE



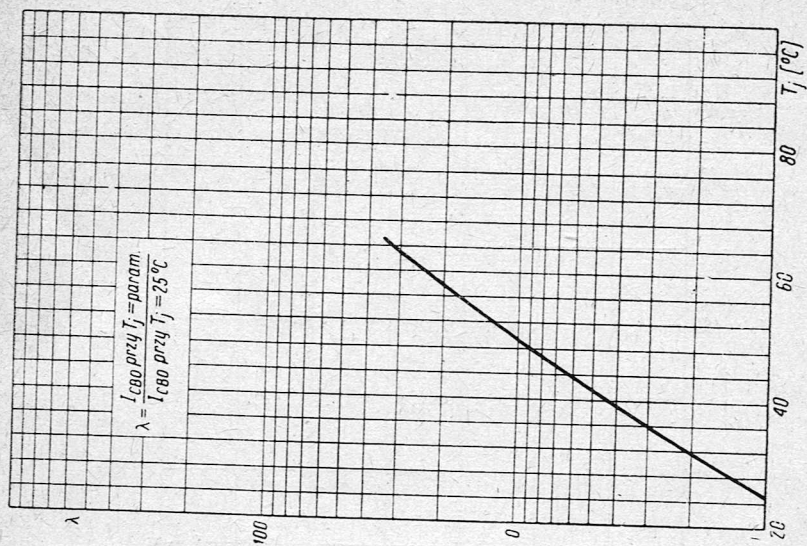
Zależność parametrów tranzystora TG4 od napięcia kolektora w układzie OE



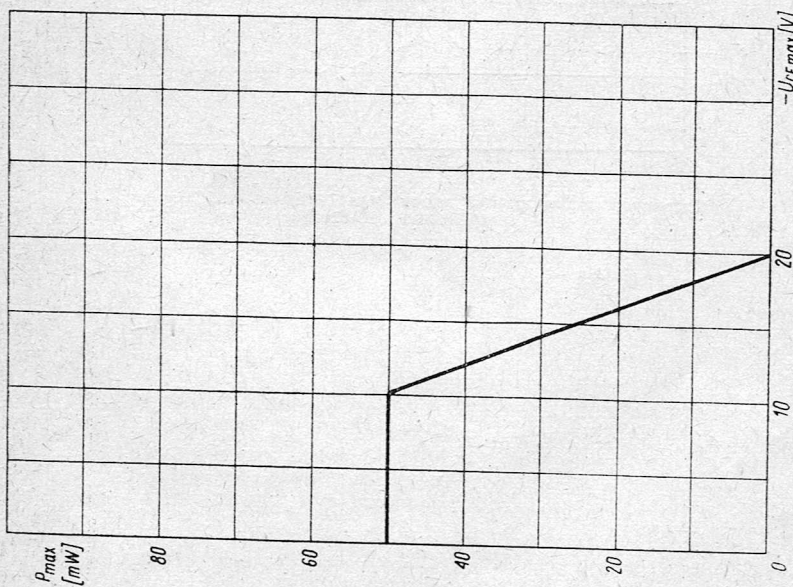
Charakterystyka diody emiterowej tranzystora TG4



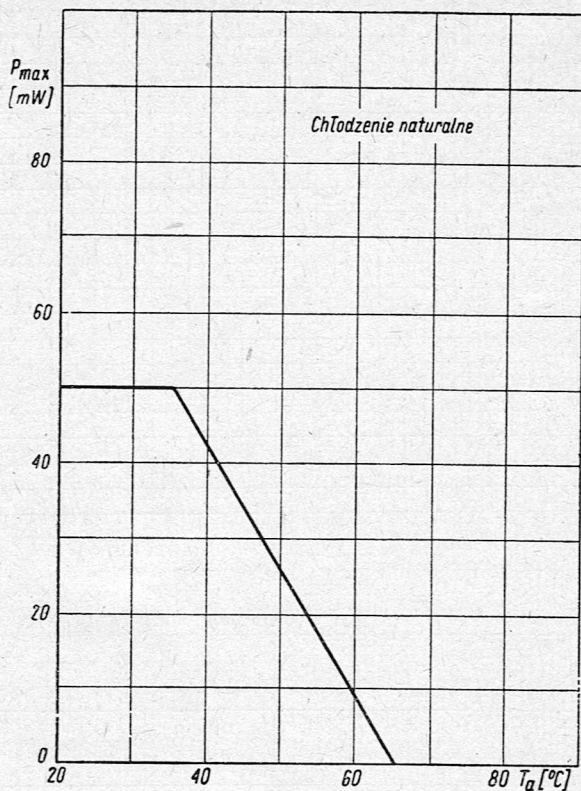
Zależność maksymalnego napięcia kolektor-emiter tranzystora TG4 od oporności między emiterem a bazą



Zależność prądu zerowego kolektora tranzystora TG4 od temperatury złącza

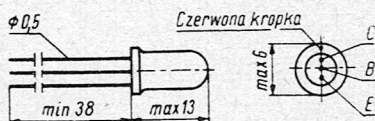


Zależność maksymalnego napięcia kolektor-emiter tranzystora TG4 od maksymalnej mocy strat



Zależność maksymalnej mocy strat tranzystora TG4 od temperatury otoczenia

TRANZYSTOR WARSTWOWY GERMANOWY TG5 (PNP)



Szkic wymiarowy tranzystora TG5

Zastosowanie

Tranzystor warstwowy TG5 pracuje w układach małej mocy i małej częstotliwości.

Dane ogólne

Obudowa	metalowa
Oznaczenie	nadruk na obudowie
Dopuszczalny zakres temperatury otoczenia	$T_{a \min} = -40^{\circ}\text{C}$
Dopuszczalna temperatura złącza	$T_{a \max} = +60^{\circ}\text{C}$
	$T_{j \max} = +65^{\circ}\text{C}$
Ciężar	0,9 G

Dane elektryczne

Dane maksymalne (wartości graniczne)

$-U_{CBM \max}$	= 30 V	} patrz rys. na str. 120.	
$-U_{CB \max}$	= 30 V		
$-U_{CEM \max}$			
$-U_{CE \max}$			
$-U_{EB0M \max}$	= 10 V		
$-I_{CM \max}$	= 50 mA		przez max 20 msec
$-I_{C \max}$	= 10 mA		

TRANZYSTOR WARSTWOWY TG5

$I_{EM\ max}$	= 55 mA	przez max 20 msec
$I_E\ max$	= 11 mA	
$-I_{BM\ max}$	= 5 mA	przez max 20 msec
P_{max}	— patrz rys. na str. 121 i 122.	
K_f	= 2 mW/C	

Dane statyczne ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

$-I_{CB0} \leq 15\ \mu\text{A}$	przy $-U_{CB} = 5\ \text{V}$
$-I_{CE0} \leq 400\ \mu\text{A}$	przy $-U_{CE} = 5\ \text{V}$
$-I_{EB0} \leq 20\ \mu\text{A}$	przy $-U_{EB} = 5\ \text{V}$

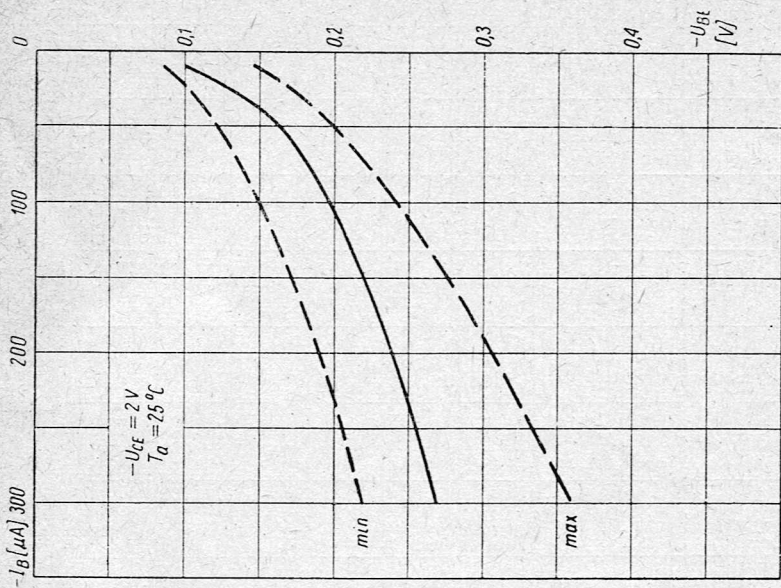
Dane dynamiczne ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

Układ OE ($f = 1000\ \text{Hz}$)

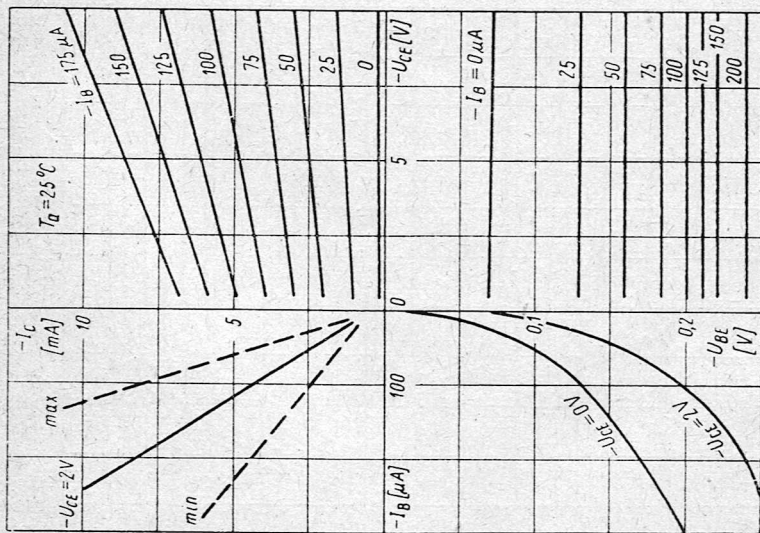
$h_{11e} = 300 - 1500\ \Omega$	}	przy $-U_{CE} = 2\ \text{V}$, $-I_C = 3\ \text{mA}$
$h_{12e} \leq 20 \cdot 10^{-4}$		
$h_{21e} = 25 - 80$		
$h_{22e} \leq 300\ \mu\text{S}$		
$F \leq 15\ \text{dB}$		przy $-U_{CE} = 1\ \text{V}$, $-I_C = 0,2\ \text{mA}$, $R_g = 600\ \Omega$

Układ OB

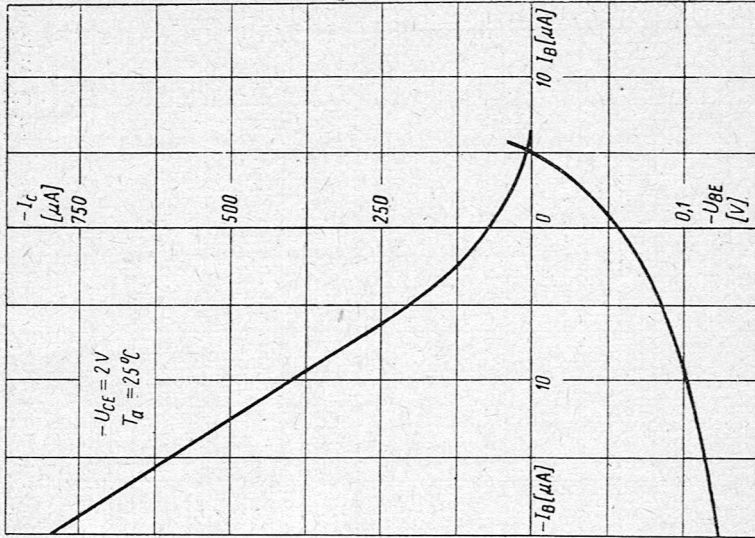
$f_\alpha \geq 300\ \text{kHz}$	przy $-U_{CB} = 2\ \text{V}$, $-I_C = 3\ \text{mA}$
---------------------------------	--



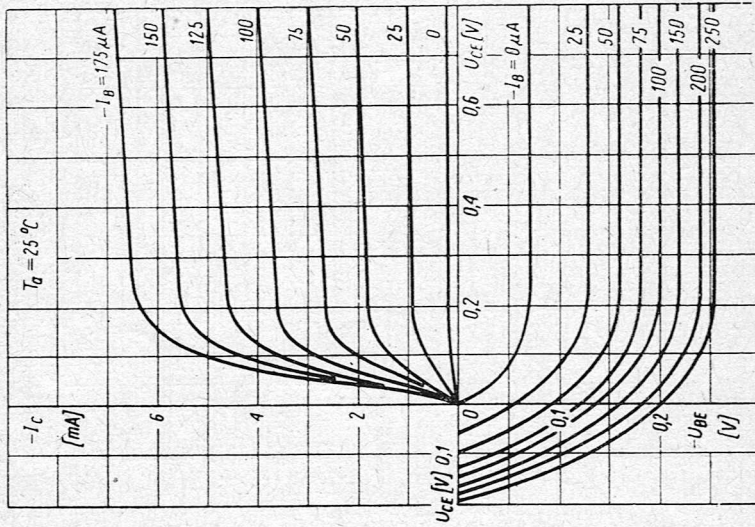
Charakterystyki statyczne tranzystora TG5 w układzie OE przy małych wartościach prądu kolektora



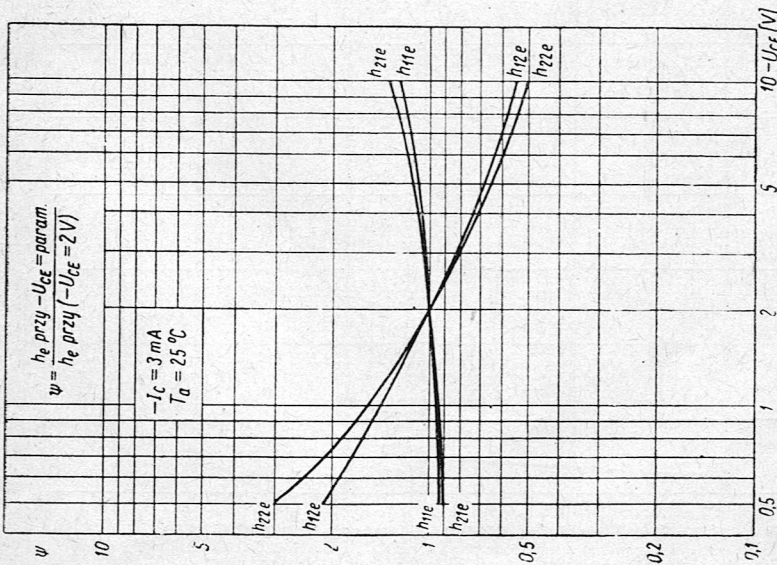
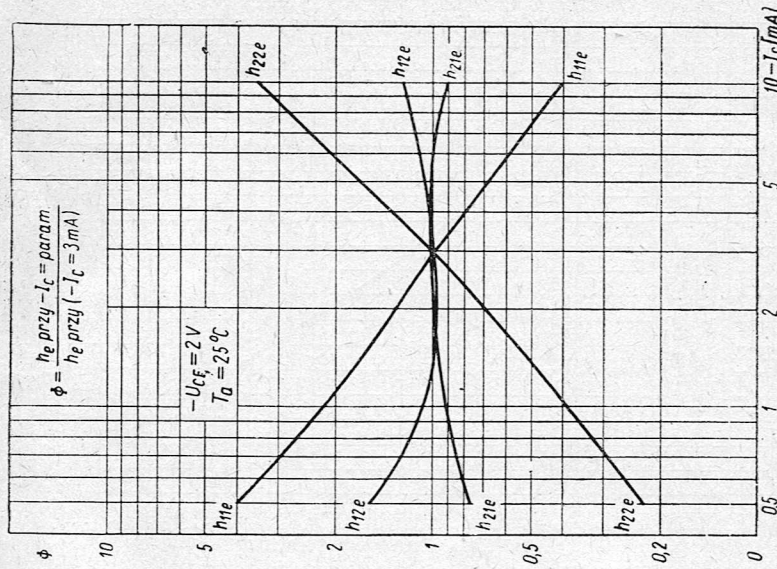
Charakterystyki statyczne tranzystora TG5 w układzie OE

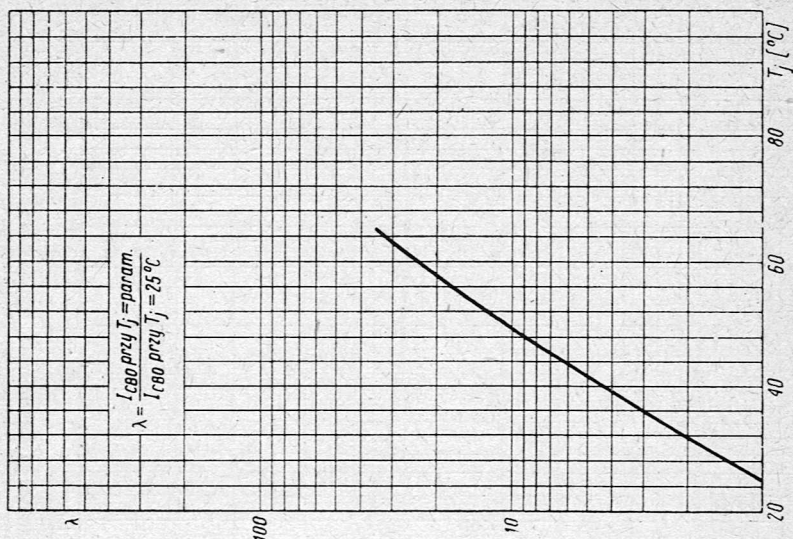


Charakterystyki statyczne tranzystora TG5 w układzie OE przy małych wartościach prądu bazy

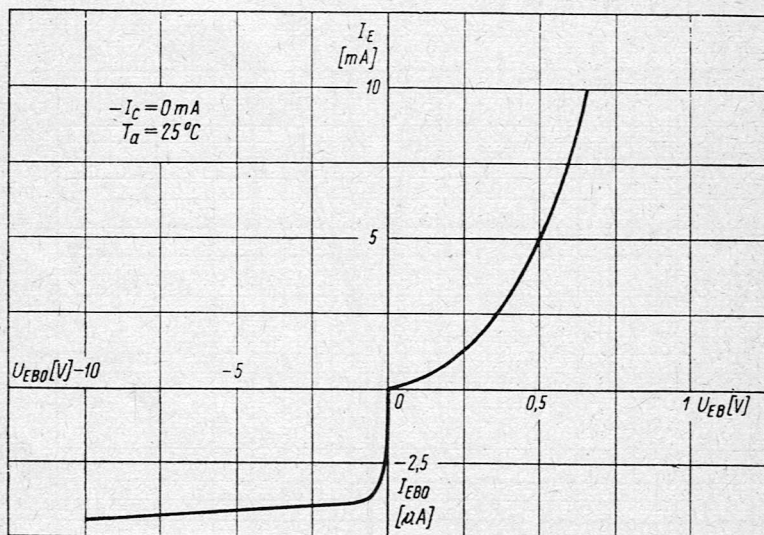


Charakterystyki statyczne tranzystora TG5 w układzie OE przy małych wartościach napięcia kolektora

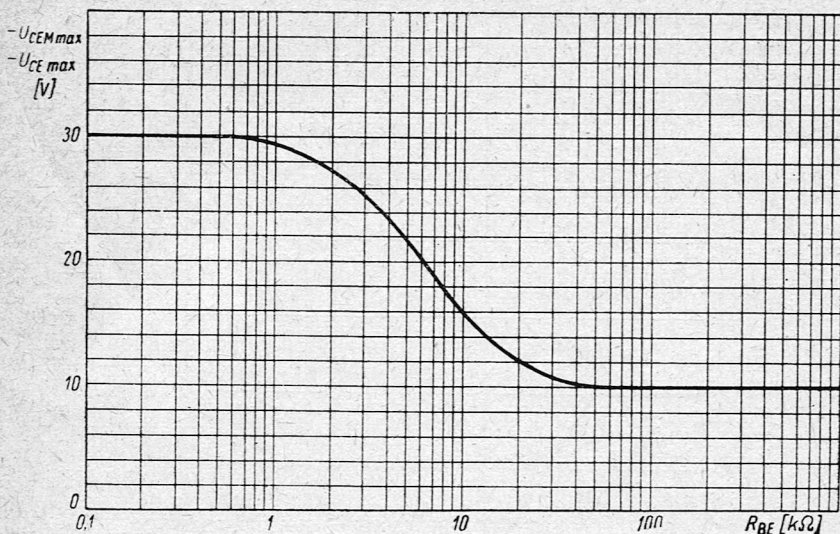




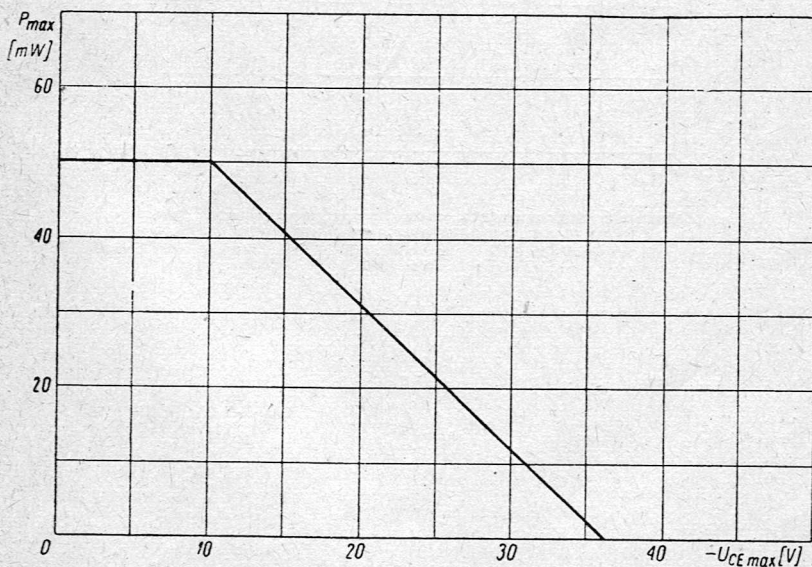
Zależność prądu zerowego tranzystora TG5 od temperatury złącza



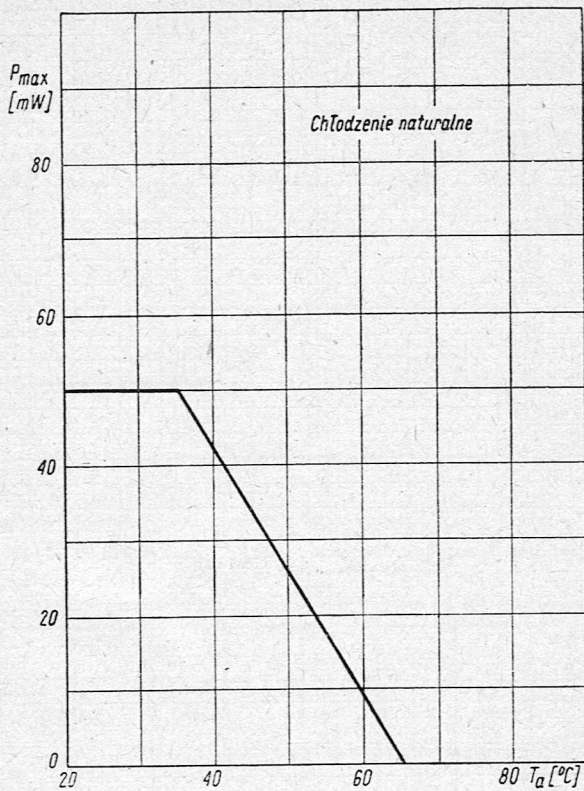
Charakterystyka diody emiterowej tranzystora TG5



Zależność maksymalnego napięcia kolektor-emiter tranzystora TG5 od oporności między emiterem a bazą

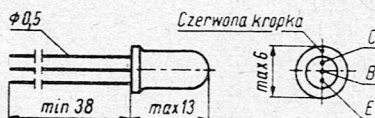


Zależność maksymalnego napięcia kolektor-emiter tranzystora TG5 od maksymalnej mocy strat



Zależność maksymalnej mocy strat tranzystora TG5 od temperatury otoczenia

TRANZYSTOR WARSTWOWY GERMANOWY TG6 (PNP)



Szkic wymiarowy tranzystora TG6

Zastosowanie

Tranzystor warstwowy TG6 pracuje w układach małej mocy i małej częstotliwości.

Dane ogólne

Obudowa	metalowa
Oznaczenie	nadruk na obudowie
Dopuszczalny zakres temperatury otoczenia	$T_{a\ min} = -40^{\circ}\text{C}$ $T_{a\ max} = +60^{\circ}\text{C}$
Dopuszczalna temperatura złącza	$T_{j\ max} = +65^{\circ}\text{C}$
Ciężar	0,9 G

Dane elektryczne

Dane maksymalne (wartości graniczne)

$-U_{CBM\ max}$	= 30 V	
$-U_{CB\ max}$	= 30 V	
$-U_{CEM\ max}$	} patrz rys. na str. 129.	
$-U_{CE\ max}$		
$-U_{EBM\ max}$	= 10 V	
$-I_{CM\ max}$	= 50 mA	przez max 20 msec
$-I_{C\ max}$	= 10 mA	

$$\begin{aligned}
 I_{EM \max} &= 55 \text{ mA} \text{ przez max 20 msec} \\
 I_E \max &= 11 \text{ mA} \\
 -I_{BM \max} &= 5 \text{ mA} \text{ przez max 20 msec} \\
 P_{\max} &\text{ — patrz rys. na str. 129 i 130.} \\
 K_t &= 2 \text{ mW/C}
 \end{aligned}$$

Dane statyczne ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

$$\begin{aligned}
 -I_{CB0} &\leq 15 \text{ } \mu\text{A} & \text{przy } -U_{CB} &= 5 \text{ V} \\
 -I_{CE0} &\leq 400 \text{ } \mu\text{A} & \text{przy } -U_{CE} &= 5 \text{ V} \\
 -I_{EB0} &\leq 20 \text{ } \mu\text{A} & \text{przy } -U_{EB} &= 5 \text{ V}
 \end{aligned}$$

Dane dynamiczne ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

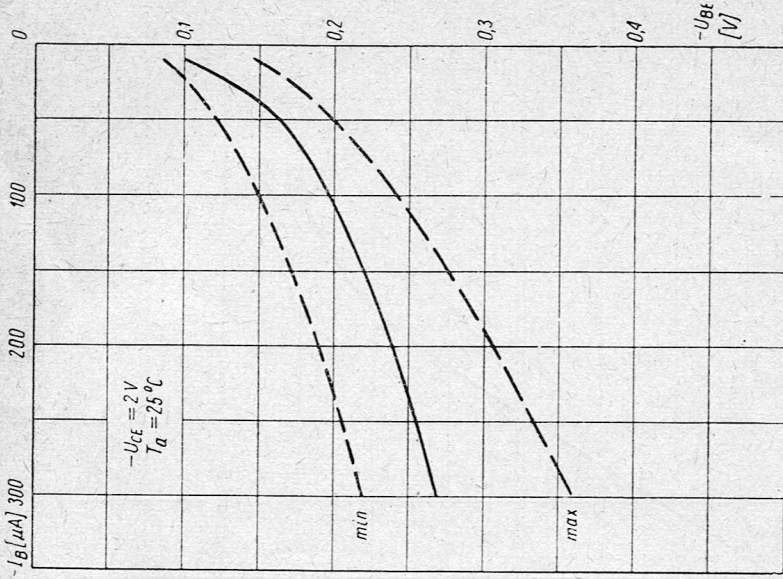
Układ OE ($f = 1000 \text{ Hz}$)

$$\left. \begin{aligned}
 h_{11e} &= 300 - 1500 \text{ } \Omega \\
 h_{12e} &\leq 20 \cdot 10^{-4} \\
 h_{21e} &= 25 - 80 \\
 h_{22e} &\leq 300 \text{ } \mu\text{S} \\
 F &\leq 30 \text{ dB}
 \end{aligned} \right\} \begin{aligned}
 &\text{przy } -U_{CE} = 2 \text{ V, } -I_C = 3 \text{ mA} \\
 &\text{przy } -U_{CE} = 1 \text{ V, } -I_C = 0,2 \text{ mA,} \\
 &R_g = 600 \text{ } \Omega
 \end{aligned}$$

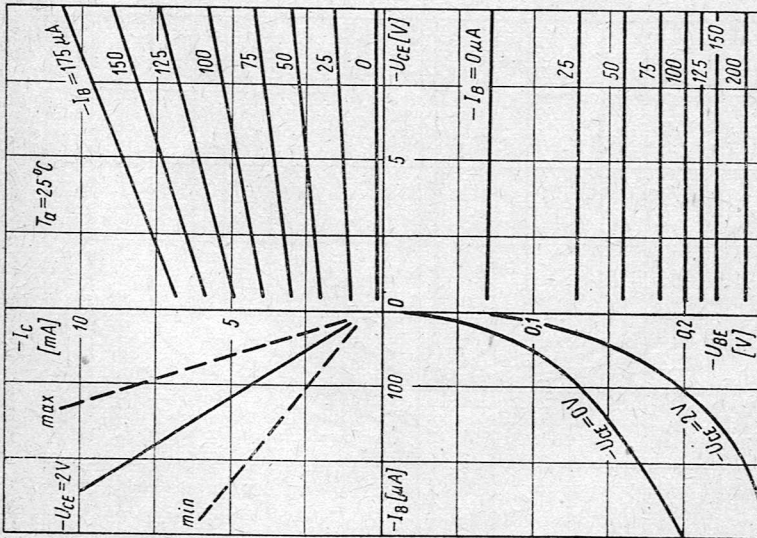
Układ OE

$$f_a \geq 300 \text{ kHz} \quad \text{przy } -U_{CB} = 2 \text{ V, } -I_C = 3 \text{ mA}$$

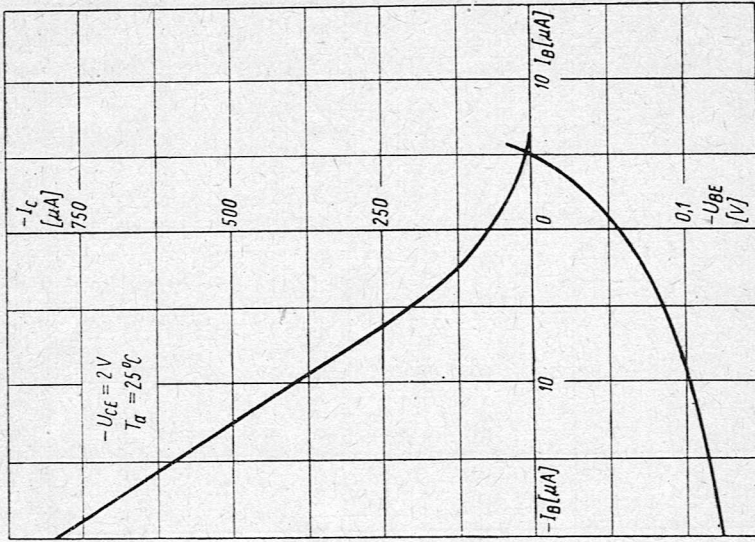
TRANZYSTOR WARSTWOWY TG6



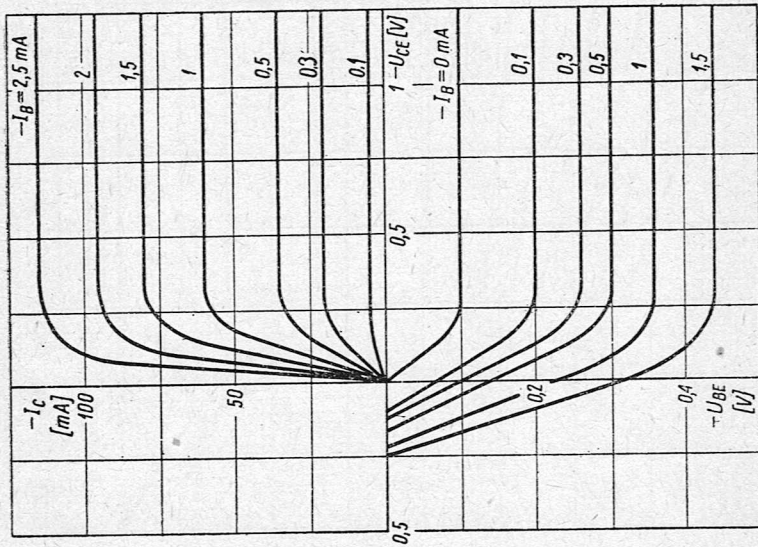
Charakterystyka wejściowa tranzystora TG6 w układzie OE



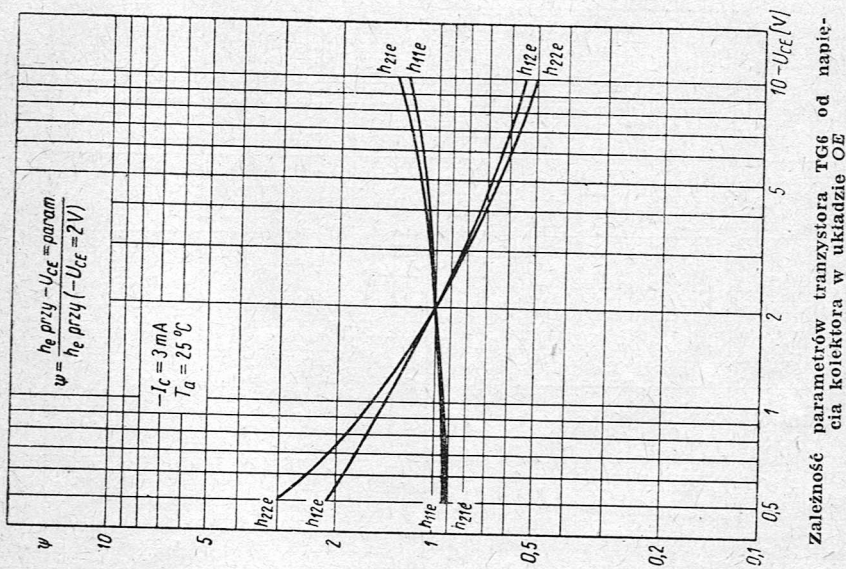
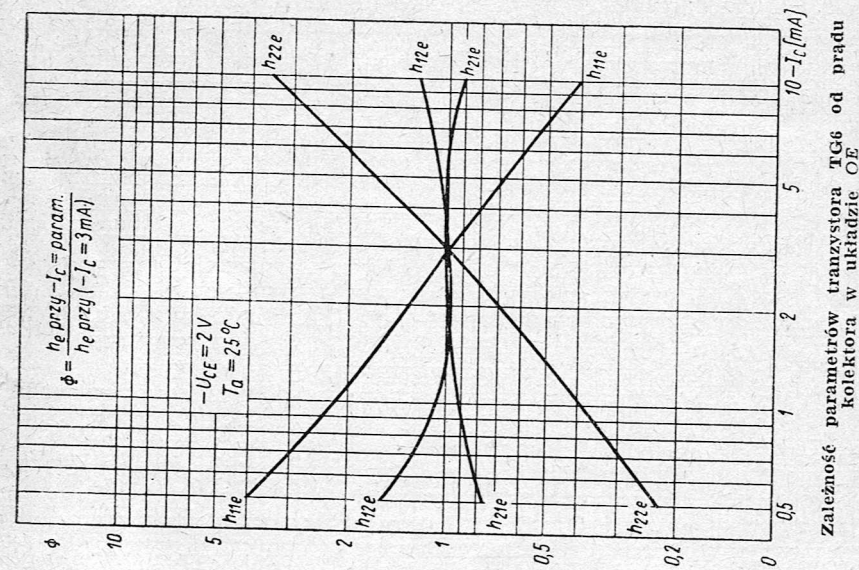
Charakterystyki statyczne tranzystora TG6 w układzie OE

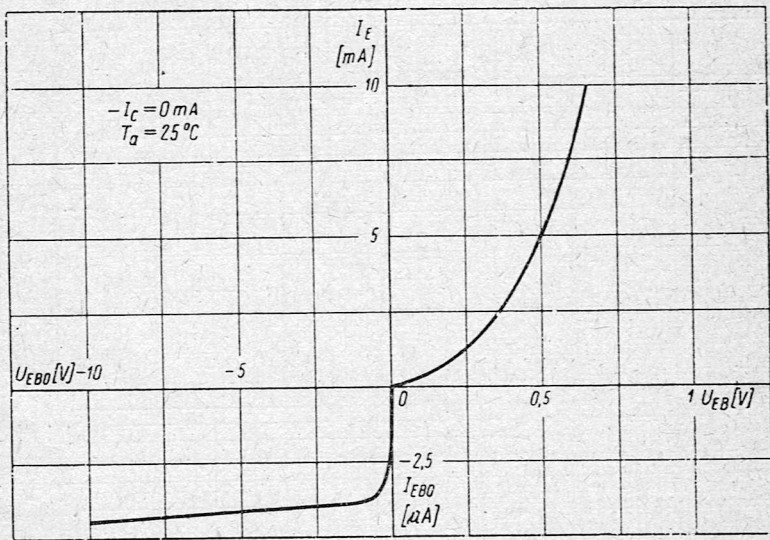
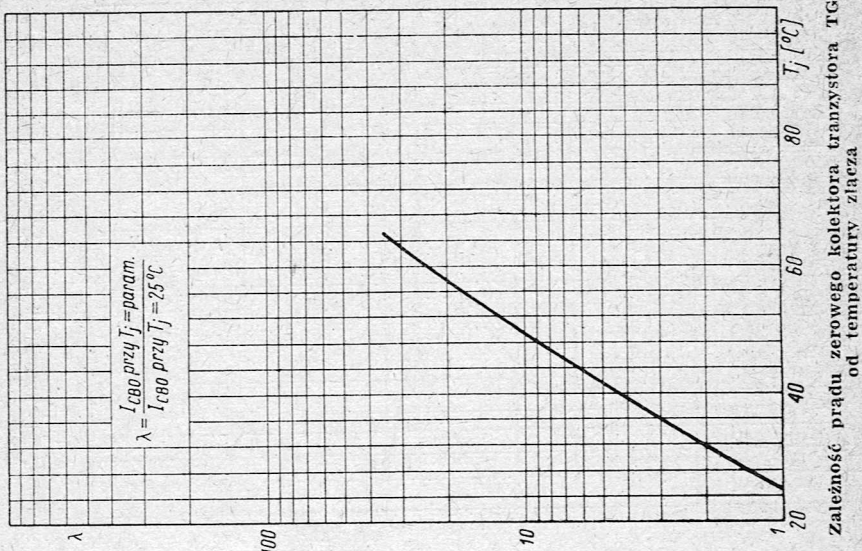


Charakterystyki statyczne tranzystora TG6 w układzie OE przy małych wartościach prądu bazy



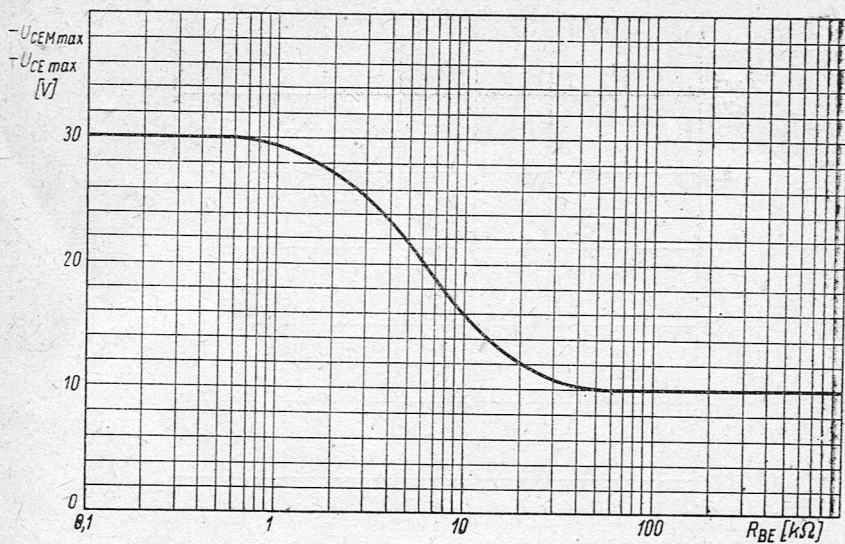
Charakterystyki statyczne tranzystora TG6 w układzie OE przy małych wartościach napięcia kolektora



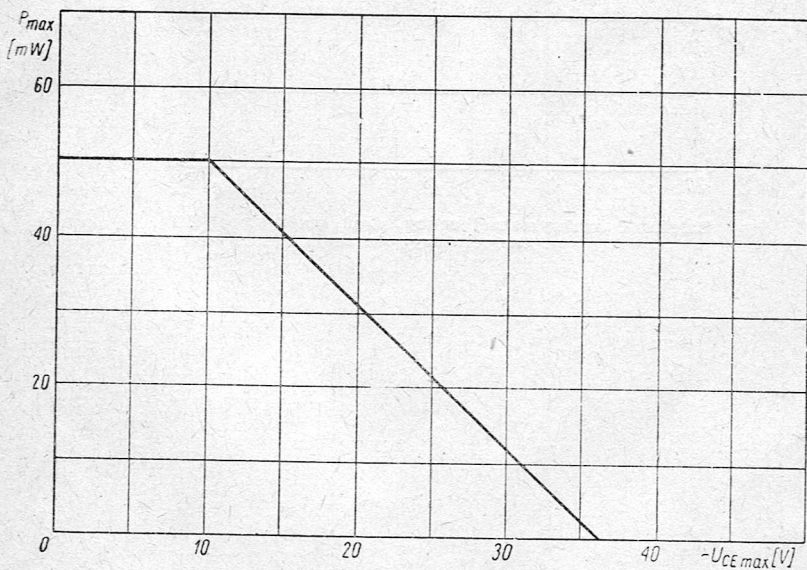


Charakterystyka diody emiterowej tranzystora TG6

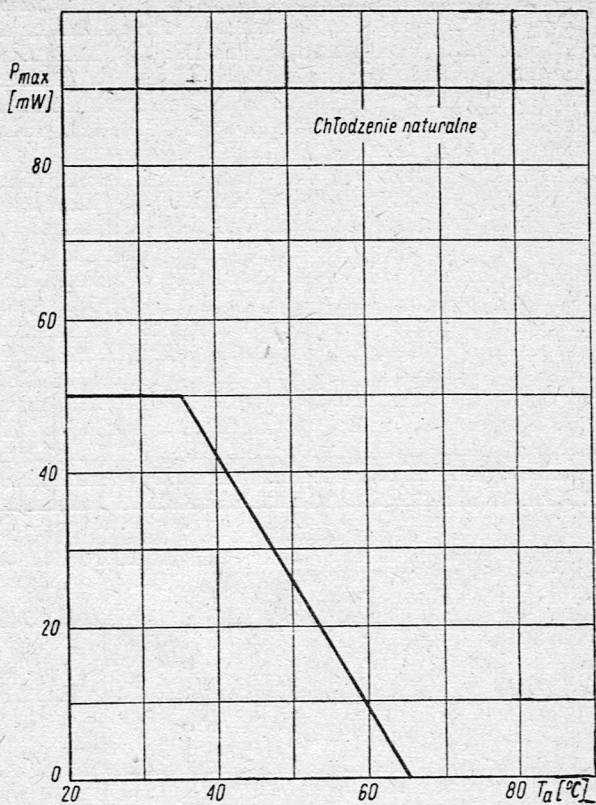
TRANZYSTOR WARSTWOWY TG6



Zależność maksymalnego napięcia kolektor-emiter tranzystora TG6 od oporności między emiterem a bazą

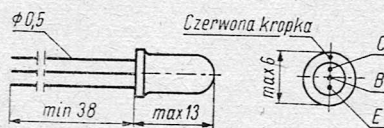


Zależność maksymalnego napięcia kolektor-emiter tranzystora TG6 od oporności między emiterem a bazą



Zależność maksymalnej mocy strat tranzystora TG6 od temperatury otoczenia

TRANZYSTOR WARSTWOWY GERMANOWY TG10 (PNP)



Szkic wymiarowy tranzystora TG10

Tranzystor warstwowy TG10 jest tranzystorem małej mocy, średniej częstotliwości wykonanym w obudowie metalowej, przeznaczonym do pracy w układach wzmacniaczy pośredniej częstotliwości i w układach generacyjnych. Jego ciężar wynosi max. 0,9 G.

Dane maksymalne (wartości graniczne)

$-U_{CBM\ max}$	= 15 V	
$-U_{CB\ max}$	= 15 V	
$-U_{CEM\ max}$	} patrz rys. na str. 134.	
$-U_{CE\ max}$		
$-U_{EBM\ max}$	= 6 V	
$-I_{CM\ max}$	= 10 mA	
$-I_C\ max$	= 5 mA	
$I_{EM\ max}$	= 10 mA	
$I_E\ max$	= 5 mA	
P_{max}	— patrz rys. na str. 134 i 135.	
$T_j\ max$	= 65°C	
K_t	= 2 mW/C	

Dane statyczne ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

$-I_{CB0} \leq 15\ \mu\text{A}$	przy $-U_{CB} = 6\ \text{V}$
$-I_{CE0} \leq 600\ \mu\text{A}$	przy $-U_{CE} = 6\ \text{V}$
$-I_{EB0} \leq 30\ \mu\text{A}$	przy $-U_{EB} = 6\ \text{V}$

Dane dynamiczne ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

f_a	$\geq 3 \text{ MHz}$	przy $-U_{CB} = 6 \text{ V}$,	$-I_C = 0,5 \text{ mA}$,	
h_{21e}	≥ 20	przy $-U_{CE} = 6 \text{ V}$,	$-I_C = 0,5 \text{ mA}$,	$f = 1 \text{ kHz}$
$r_{bb'}$	$\leq 200 \Omega$	przy $-U_{CB} = 6 \text{ V}$,	$-I_C = 1 \text{ mA}$,	$f = 0,5 \text{ MHz}$

Parametry przy małym sygnale

($T_a = 25^\circ\text{C}$, $-U_{CE} = 6 \text{ V}$, $-I_C = 0,5 \text{ mA}$, $f = 0,5 \text{ MHz}$)

$$1/g_{11e} = 0,5 - 3,5 \text{ k}\Omega$$

$$c_{11e} \leq 1000 \text{ pF}$$

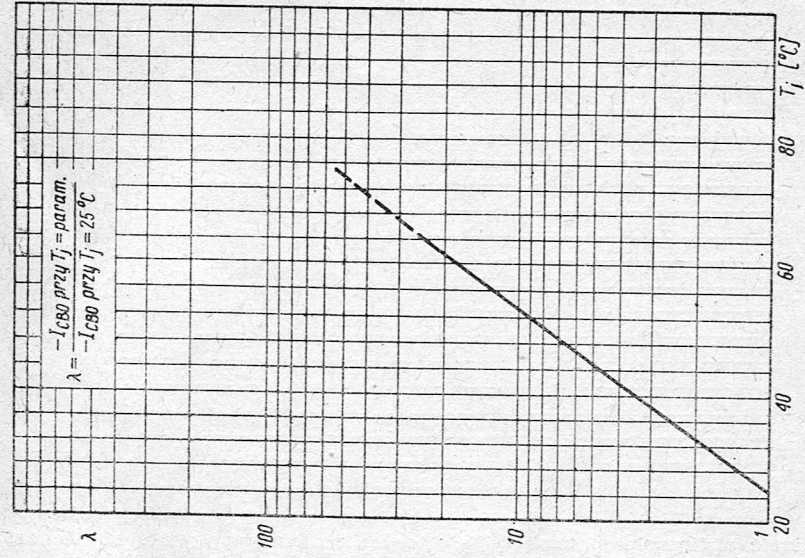
$$1/g_{12e} \geq 75 \text{ k}\Omega$$

$$c_{12e} \leq 15 \text{ pF}$$

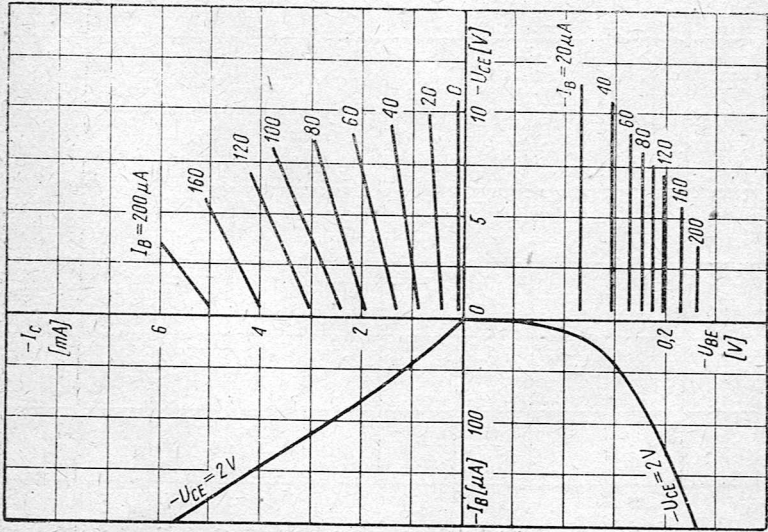
$$|Y_{21e}| \geq 13 \text{ mA/V}$$

$$1/g_{22e} \geq 25 \text{ k}\Omega$$

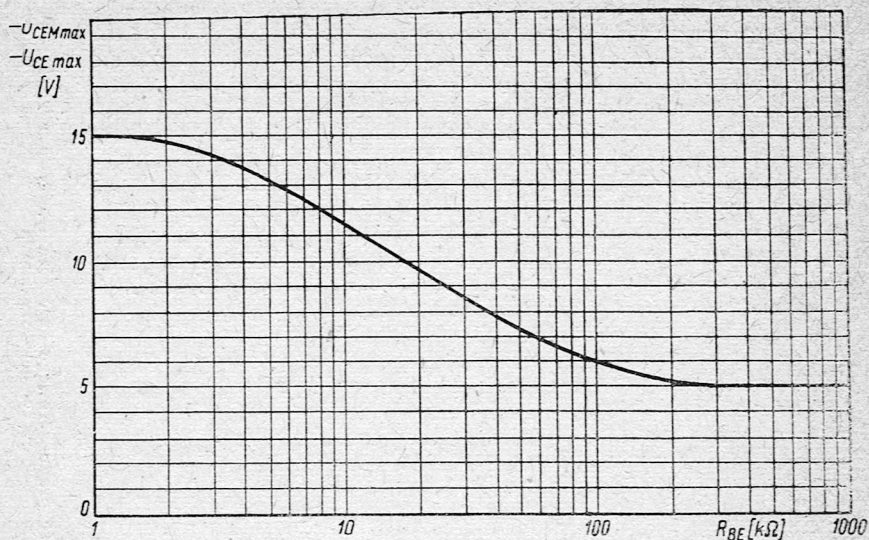
$$c_{22e} \leq 40 \text{ pF}$$



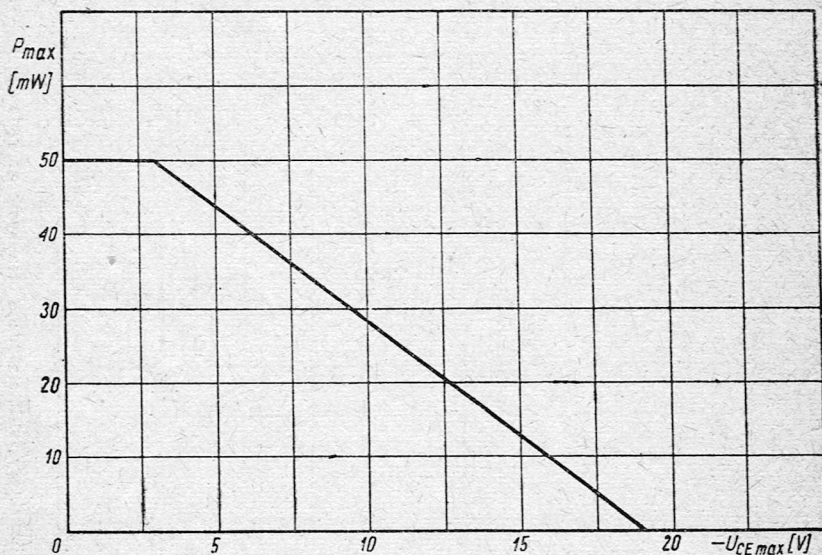
Zależność prądu zerowego kolektora tranzystora TG10 od temperatury złącza



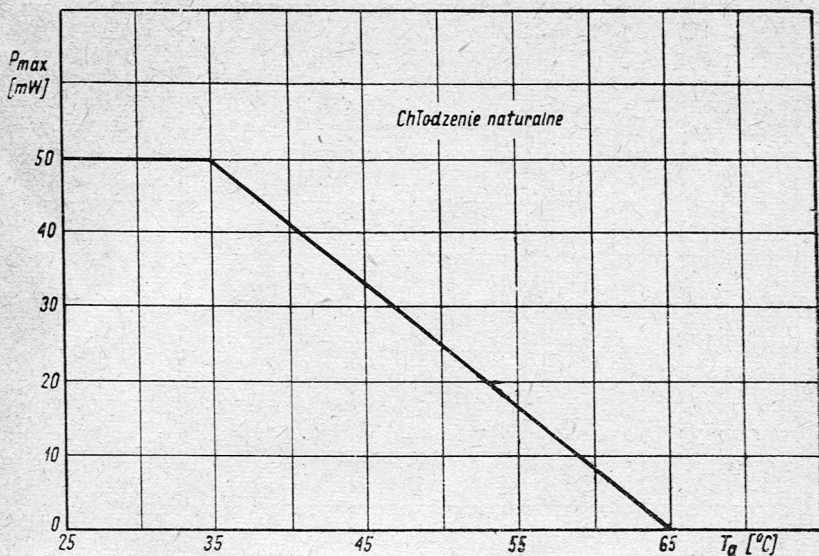
Charakterystyki statyczne tranzystora TG10



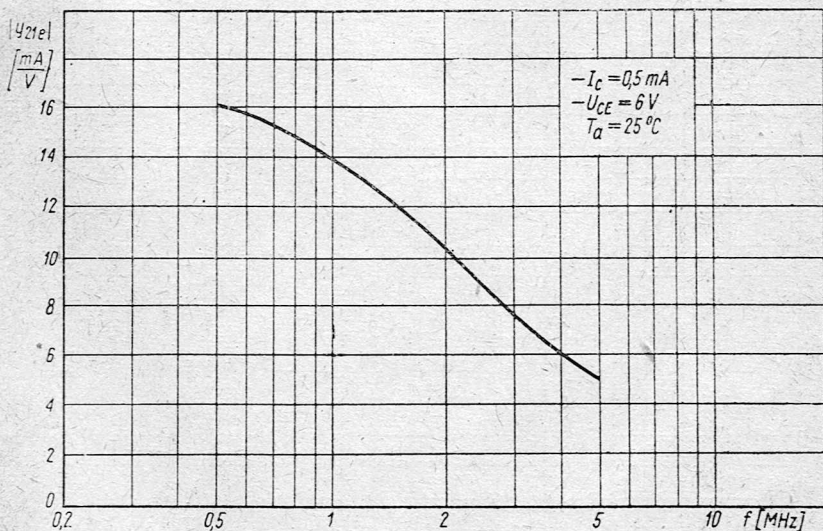
Zależność maksymalnego napięcia kolektor-emiter tranzystora TG10 od oporności między emiterem a baza



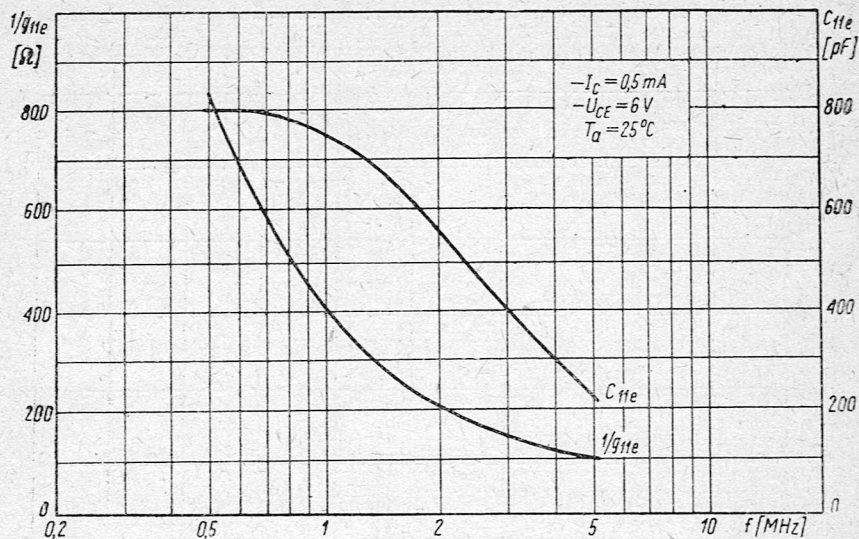
Zależność maksymalnego napięcia kolektor-emiter tranzystora TG10 od maksymalnej mocy strat



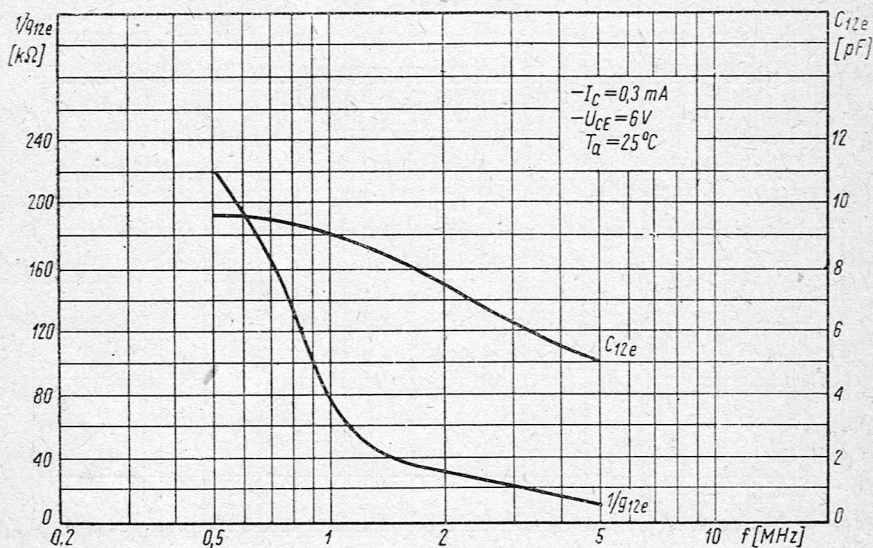
Zależność maksymalnej mocy strat tranzystora TG10 od temperatury otoczenia



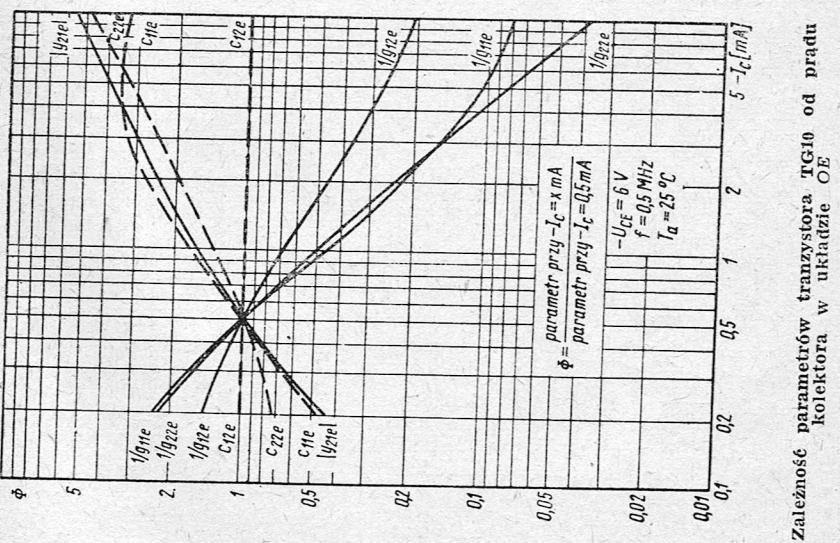
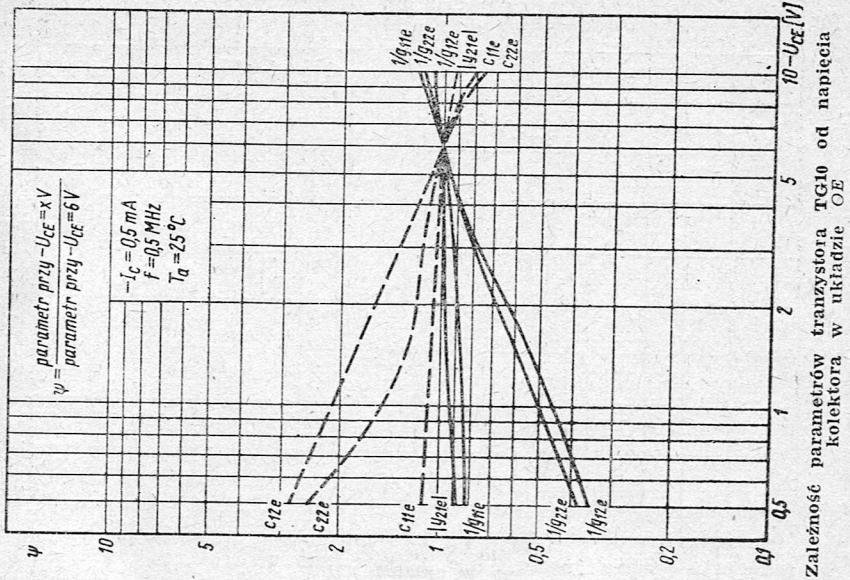
Zależność parametru $|y_{21e}|$ tranzystora TG10 od częstotliwości w układzie OE

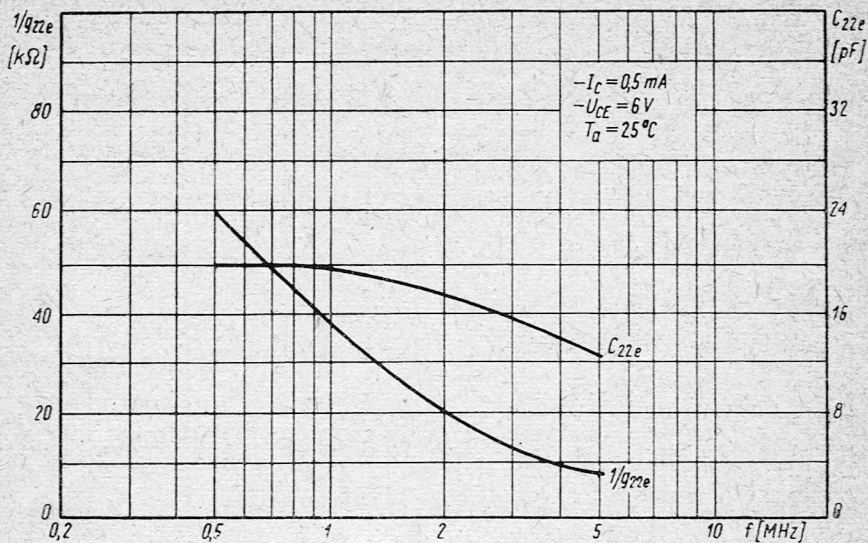


Zależność parametrów $1/g_{11e}$ i C_{11e} tranzystora TG10 od częstotliwości w układzie OE



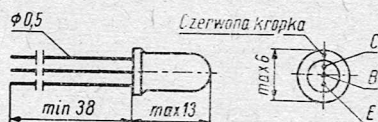
Zależność parametrów $1/g_{12e}$ i C_{12e} tranzystora TG10 od częstotliwości w układzie OE





Zależność parametrów $1/g_{22e}$ i C_{22e} tranzystora TG10 od częstotliwości w układzie OE

TRANZYSTOR WARSTWOWY GERMANOWY TG20 (PNP)



Szkic wymiarowy tranzystora TG20

Tranzystor germanowy TG20 jest tranzystorem małej mocy, średniej częstotliwości wykonanym w obudowie metalowej, przeznaczonym do pracy w układach wzmacniających pośredniej częstotliwości oraz do mieszaczy. Jego ciężar wynosi max. 0,9 G.

Dane maksymalne (wartości graniczne)

$-U_{CBMmax}$	= 15 V	
$-U_{CBmax}$	= 15 V	
$-U_{CEMmax}$	} patrz rys. na str. 142.	
$-U_{CEmax}$		
$-U_{EBMmax}$	= 6 V	
$-I_{CMmax}$	= 10 mA	
$-I_{Cmax}$	= 5 mA	
I_{EMmax}	= 10 mA	
I_{Emax}	= 5 mA	
P_{max}	— patrz rys. na str. 142 i 143.	
T_{jmax}	= 65°C	
K_f	= 2 mW/C	

Dane statyczne ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

$-I_{CB0} \leq 15 \mu\text{A}$	przy $-U_{CB} = 6 \text{ V}$
$-I_{CE0} \leq 800 \mu\text{A}$	przy $-U_{CE} = 6 \text{ V}$
$-I_{EB0} \leq 30 \mu\text{A}$	przy $-U_{EB} = 6 \text{ V}$

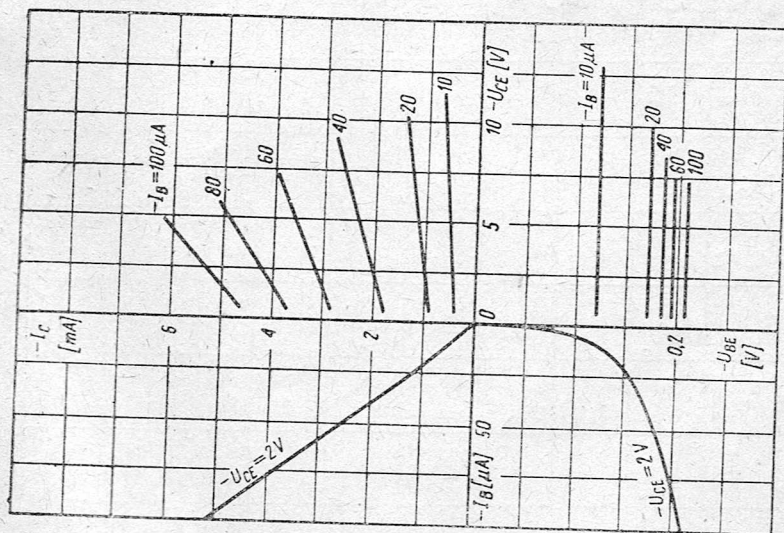
Dane dynamiczne ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

f_a	≥ 7 MHz	przy $-U_{CB} = 6$ V,	$-I_C = 0,5$ mA,	
h_{21e}	≥ 20	przy $-U_{CE} = 6$ V,	$-I_C = 0,5$ mA,	$f = 1$ kHz
$r_{bb'}$	≤ 250 Ω	przy $-U_{CB} = 6$ V,	$-I_C = 1$ mA,	$f = 0,5$ MHz

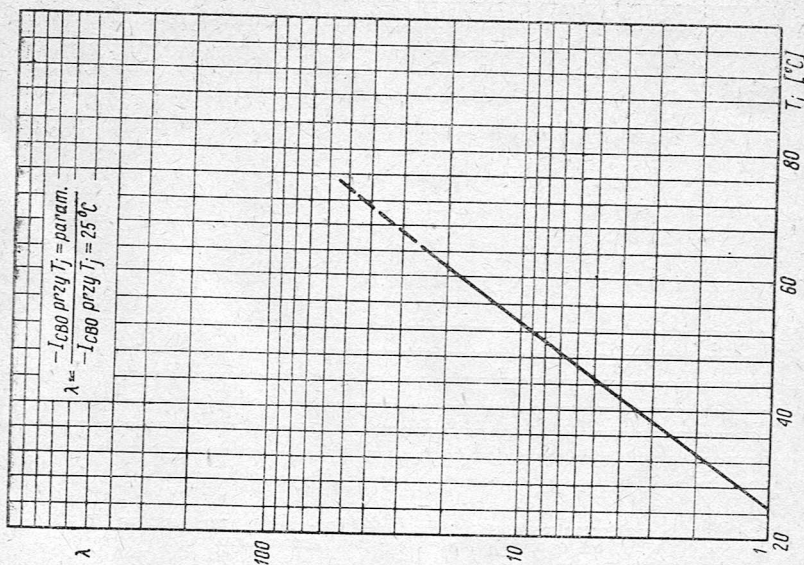
Parametry przy małym sygnale

($T_a = 25^\circ\text{C}$, $-U_{CE} = 6$ V, $-I_C = 0,5$ mA, $f = 2$ MHz)

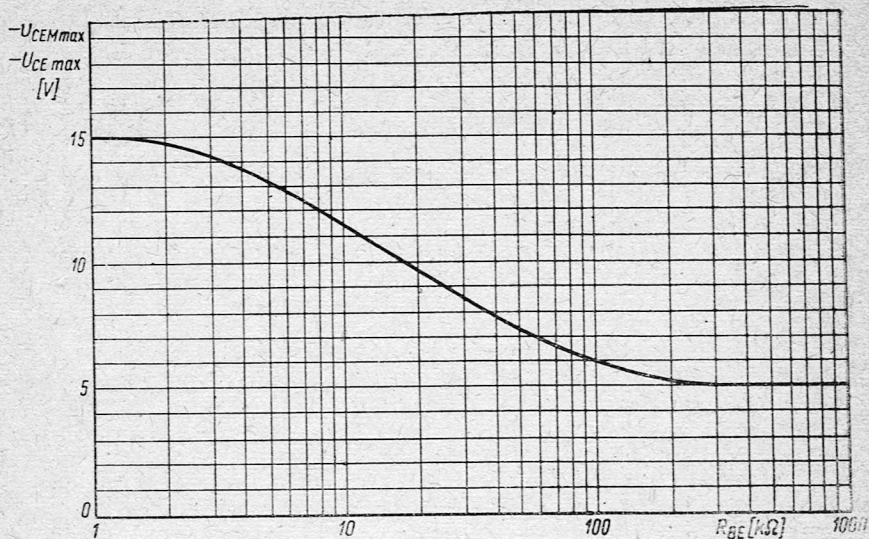
$1/g_{11e}$	$\geq 0,3$ k Ω
c_{11e}	≤ 400 pF
$1/g_{12e}$	≥ 15 k Ω
c_{12e}	≤ 15 pF
$ Y_{21e} $	≥ 11 mA/V
$1/g_{22e}$	≥ 5 k Ω
c_{22e}	≤ 40 pF



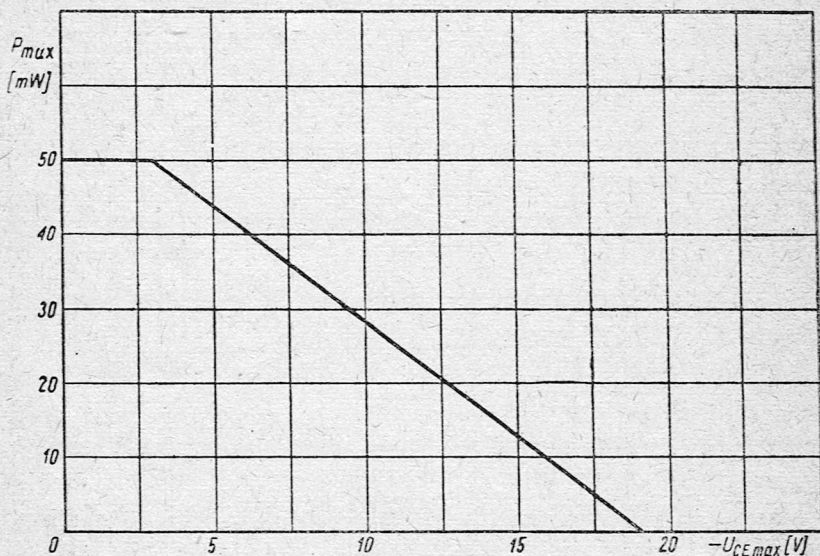
Charakterystyki statyczne tranzystora TG20



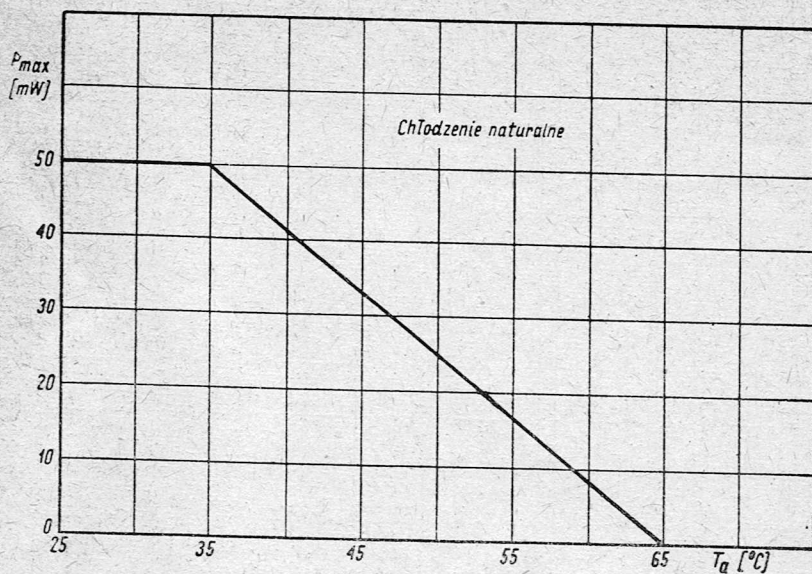
Zależność prądu zerowego kolektora tranzystora TG20 od temperatury złącza



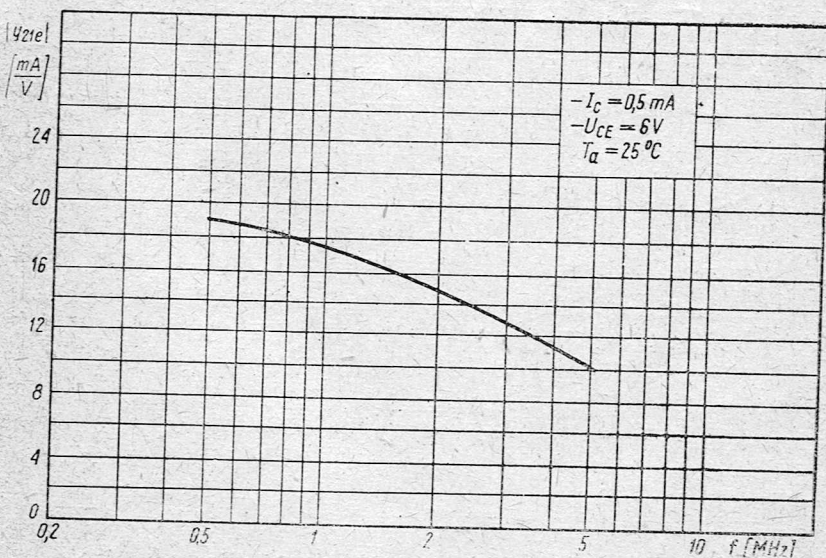
Zależność maksymalnego napięcia kolektor-emiter tranzystora TG20 od oporności między emiterem a bazą



Zależność maksymalnego napięcia kolektor-emiter tranzystora TG20 od maksymalnej mocy strat

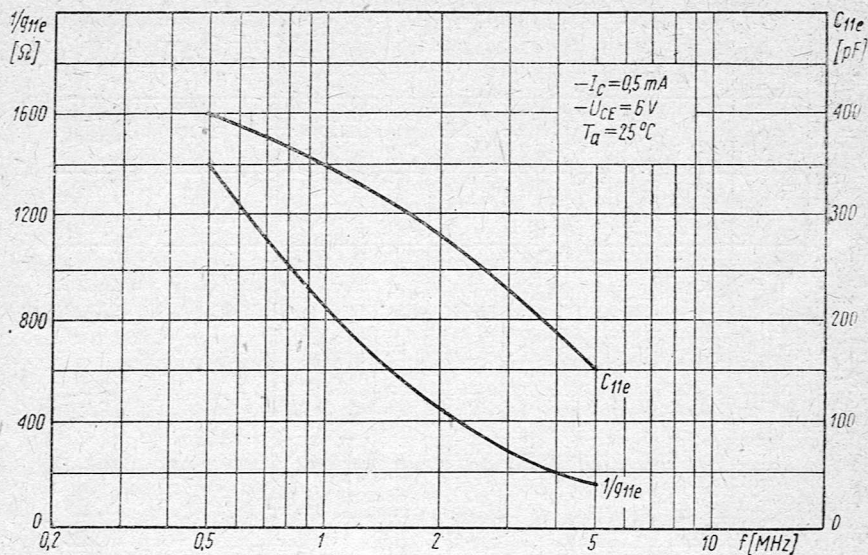


Zależność maksymalnej mocy strat tranzystora TG20 od temperatury otoczenia

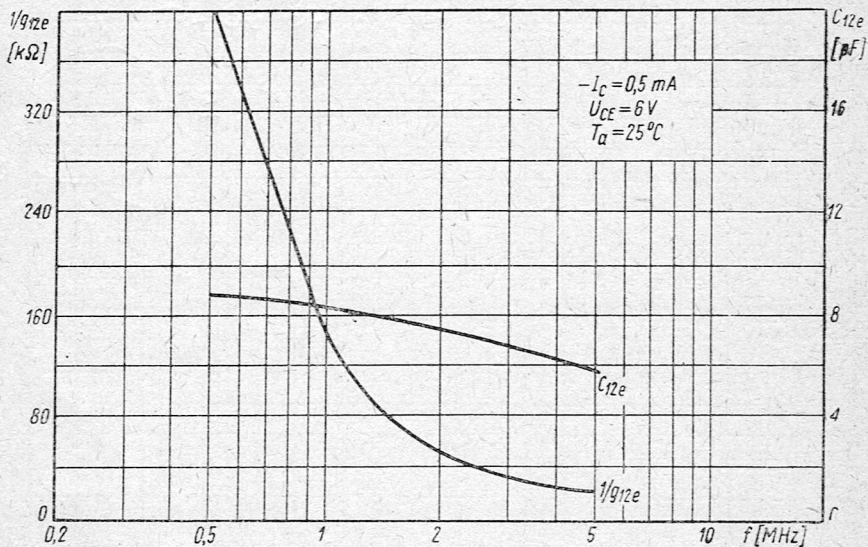


Zależność parametru $|y_{21e}|$ tranzystora TG20 od temperatury otoczenia w układzie OE

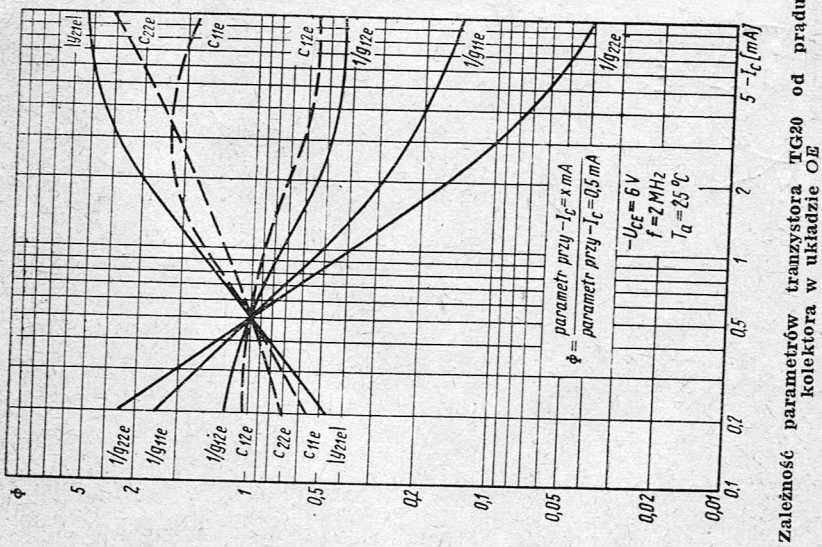
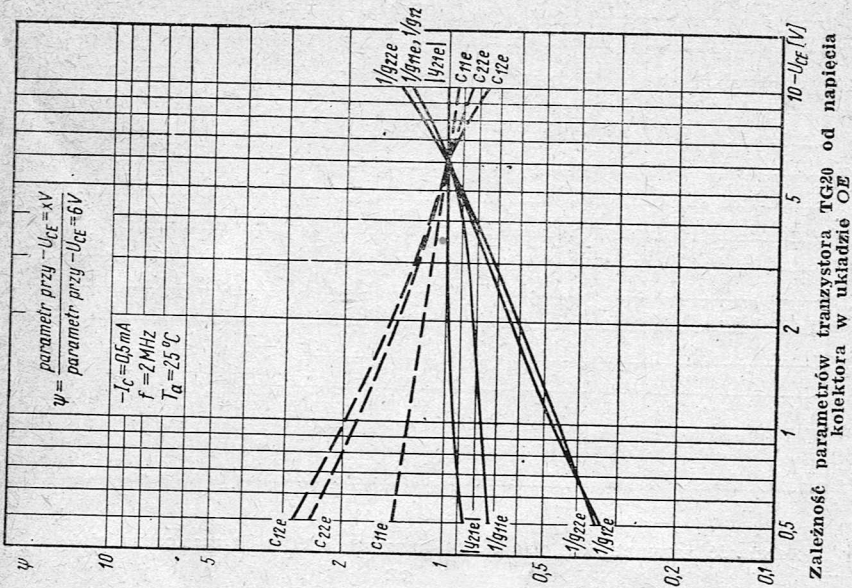
TRANZYSTOR WARSTWOWY TG20

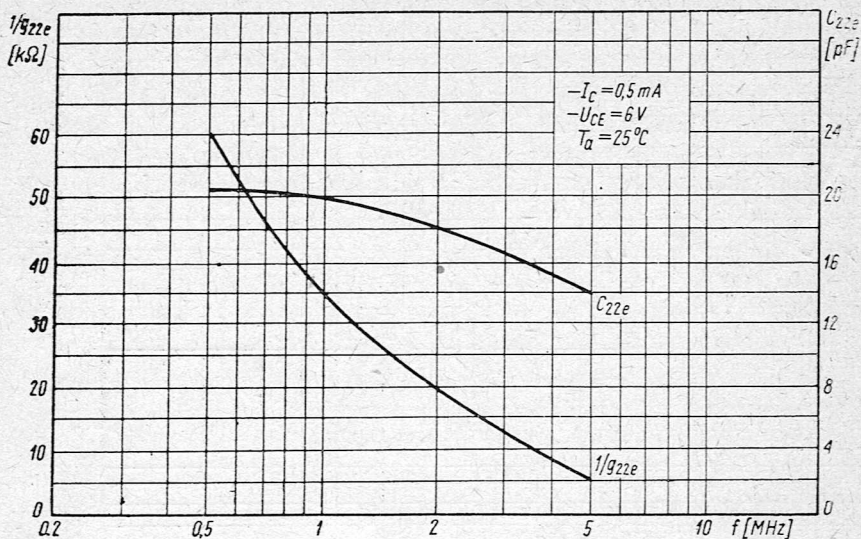


Zależność parametrów $1/g_{11e}$ i c_{11e} tranzystora TG20 od częstotliwości w układzie OE



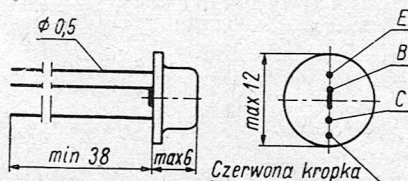
Zależność parametrów $1/g_{12e}$ i c_{12e} tranzystora TG20 od częstotliwości w układzie OE





Zależność parametrów $1/g_{22e}$ i c_{22e} tranzystora TG20 od częstotliwości w układzie OE

TRANZYSTOR WARSTWOWY GERMANOWY TG50 (PNP)



Szkic wymiarowy tranzystora TG50

Zastosowanie

Tranzystor warstwowy TG50 pracuje w układach średniej mocy i małej częstotliwości (stopnie wyjściowe).

Dane ogólne

Obudowa	metalowa
Oznaczenie	nadruk na obudowie
Dopuszczalny zakres temperatury otoczenia	$T_a \min = -40^\circ\text{C}$
	$T_a \max = +75^\circ\text{C}$
Dopuszczalna temperatura złącza	$T_j \max = +75^\circ\text{C}$

Dane elektryczne

Dane maksymalne (wartości graniczne)

$-U_{CEM \max}$	} patrz rys. na str. 150.	
$-U_{CE \max}$		
$-U_{EB0M \max}$	= 10 V	
$-I_{CM \max}$	= 250 mA	przez max 20 msec
$-I_{C \max}$	= 125 mA	
$-I_{BM \max}$	= 25 mA	przez max 20 msec
P_{\max}	— patrz rys. na str. 151.	
K_t	= 3 mW/C	

Dane charakterystyczne ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

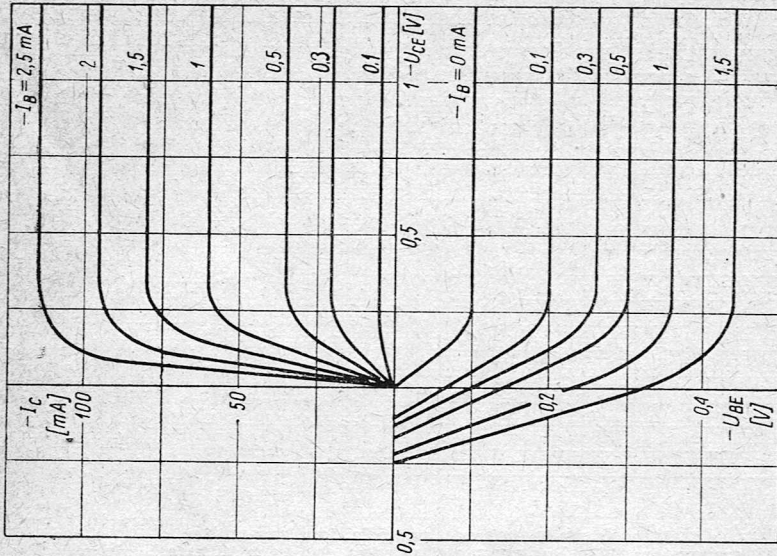
$$\begin{aligned} -I_{CB0} &\leq 20 \mu\text{A} & \text{przy } -U_{CB} &= 12 \text{ V} \\ -I_{CE0} &\leq 400 \mu\text{A} & \text{przy } -U_{CE} &= 6 \text{ V} \end{aligned}$$

Układ OE

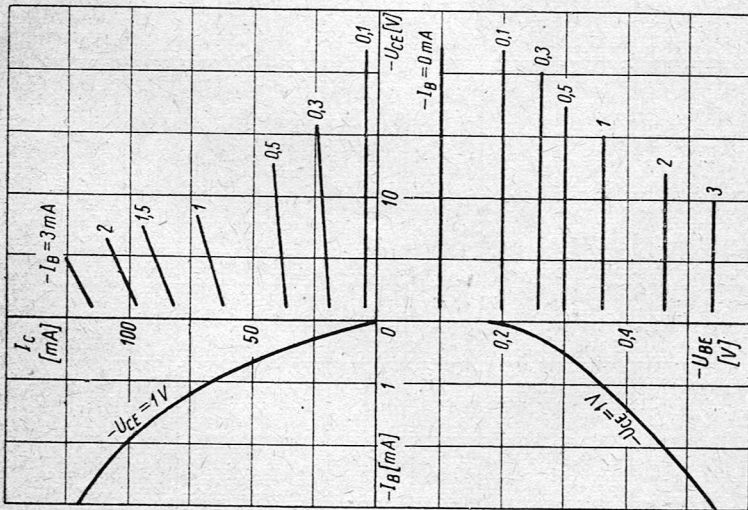
$$\begin{aligned} \bar{\beta} &= 30 - 120 & \text{przy } -U_{CE} &= 6 \text{ V, } -I_C = 10 \text{ mA} \\ \bar{\beta} &\geq 20 & \text{przy } -U_{CE} &= 1 \text{ V, } -I_C = 125 \text{ mA} \end{aligned}$$

Układ OB

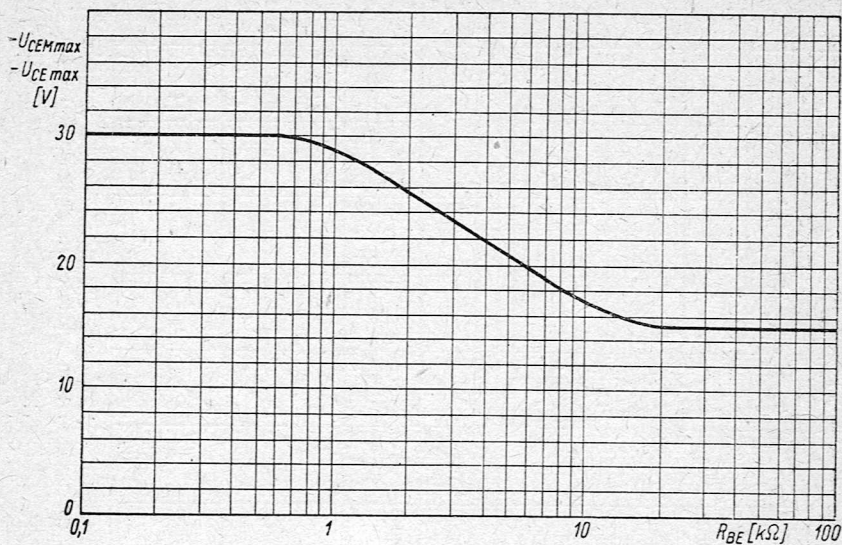
$$i_a \geq 250 \text{ kHz} \quad \text{przy } -U_{CB} = 6 \text{ V, } -I_C = 10 \text{ mA}$$



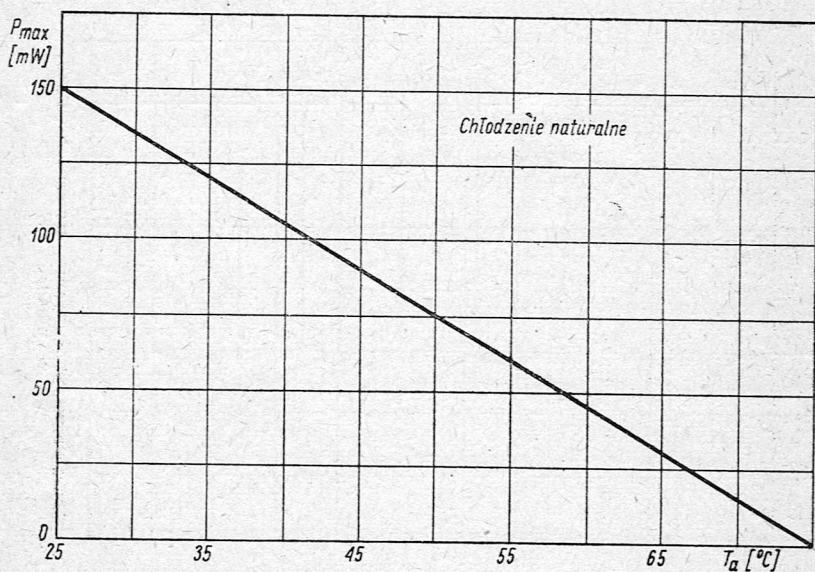
Charakterystyki statyczne tranzystora TG50 w układzie OE przy małych wartościach napięcia kolektora



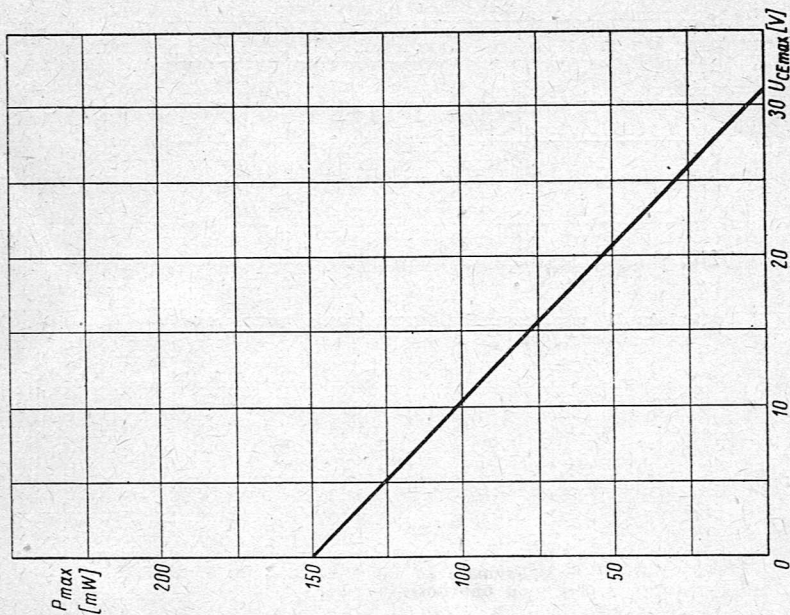
Charakterystyki statyczne tranzystora TG50 w układzie OE



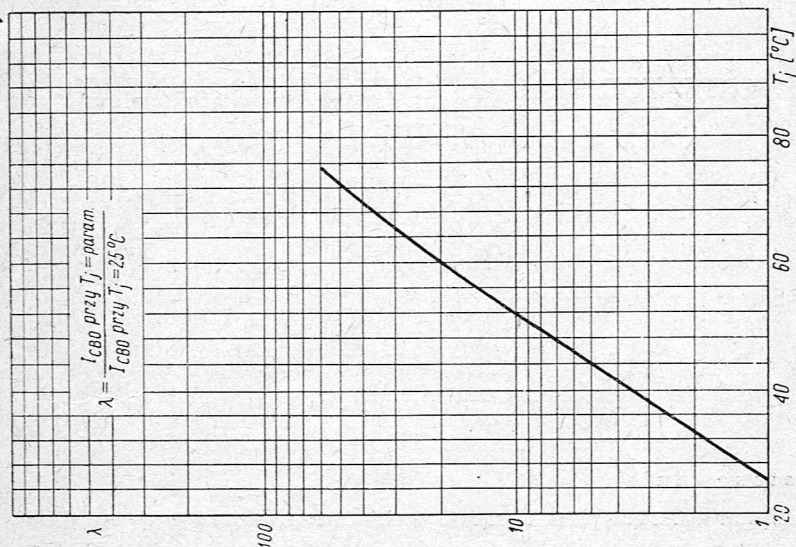
Zależność maksymalnego napięcia kolektor-emitery tranzystora TG50 od oporności między emiterym a bazą



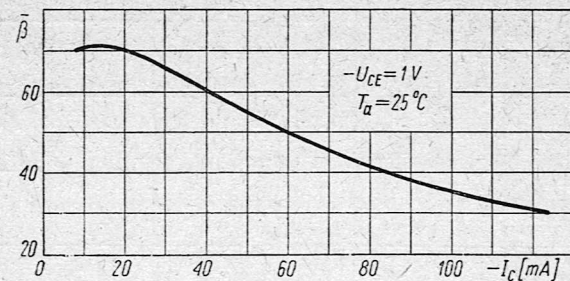
Zależność maksymalnej mocy strat tranzystora TG50 od temperatury otoczenia



Zależność maksymalnego napięcia kolektor-emitor tranzystora TG50 od maksymalnej mocy strat

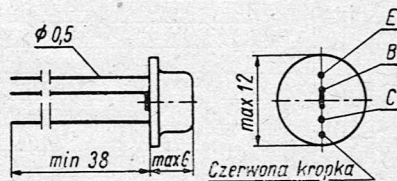


Zależność prądu zerowego tranzystora TG50 od temperatury złącza



Zależność współczynnika wzmocnienia prądowego $\bar{\beta}$ tranzystora TG52 od prądu kolektora

TRANZYSTOR WARSTWOWY GERMANOWY TG52 (PNP)



Szkic wymiarowy tranzystora TG52

Zastosowanie

Tranzystor warstwowy TG52 pracuje w układach przełączających małej mocy oraz w przetwornicach.

Dane ogólne

Obudowa	metalowa
Oznaczenie	nadruk na obudowie
Dopuszczalny zakres temperatury otoczenia	$T_a \min = -40^\circ\text{C}$
	$T_a \max = +75^\circ\text{C}$
Dopuszczalna temperatura złącza	$T_j \max = +75^\circ\text{C}$

Dane maksymalne (wartości graniczne)

$-U_{CEM \max}$	patrz rys. na str. 155.
$-U_{CE \max}$	
$-U_{EB0M \max}$	= 10 V
$-I_{CM \max}$	= 250 mA przez max 20 msec
$-I_{C \max}$	= 125 mA
$-I_{BM \max}$	= 25 mA przez max 20 msec
P_{\max}	— patrz rys. na str. 155 i 156.
K_t	= 3 mW/C

Dane charakterystyczne ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

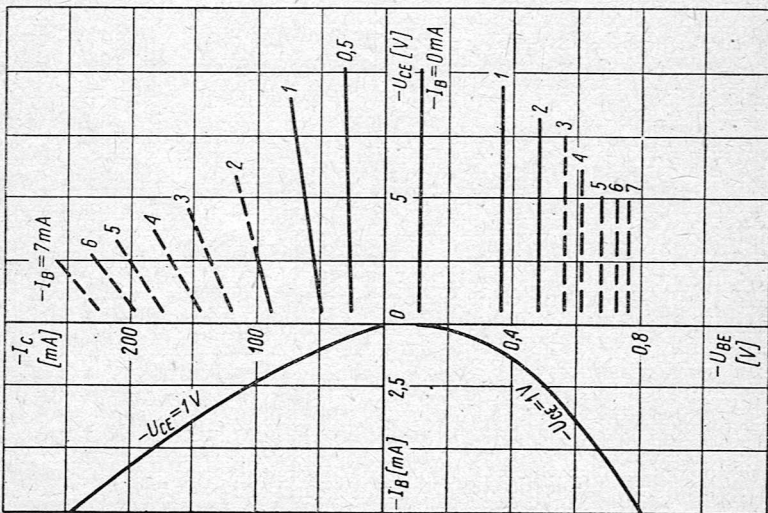
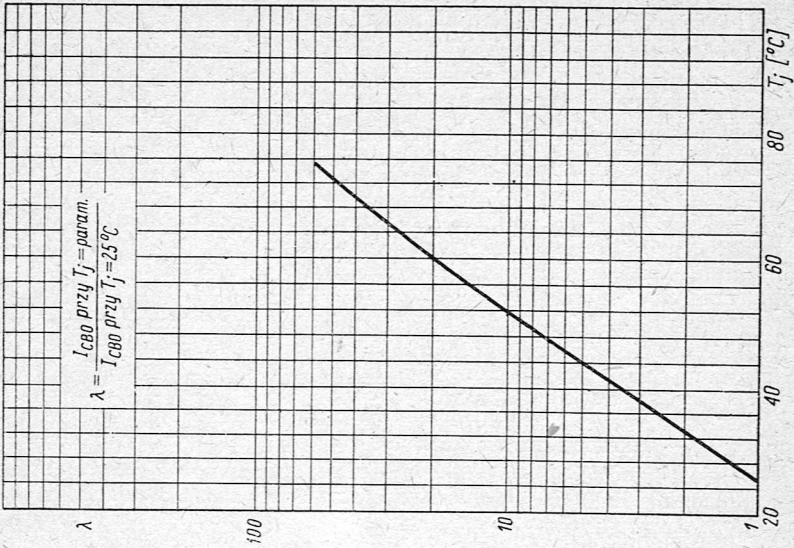
$-I_{CB0} \leq 20 \mu\text{A}$	przy $-U_{CB} = 12 \text{ V}$
$-I_{CE0} \leq 600 \mu\text{A}$	przy $-U_{CE} = 6 \text{ V}$

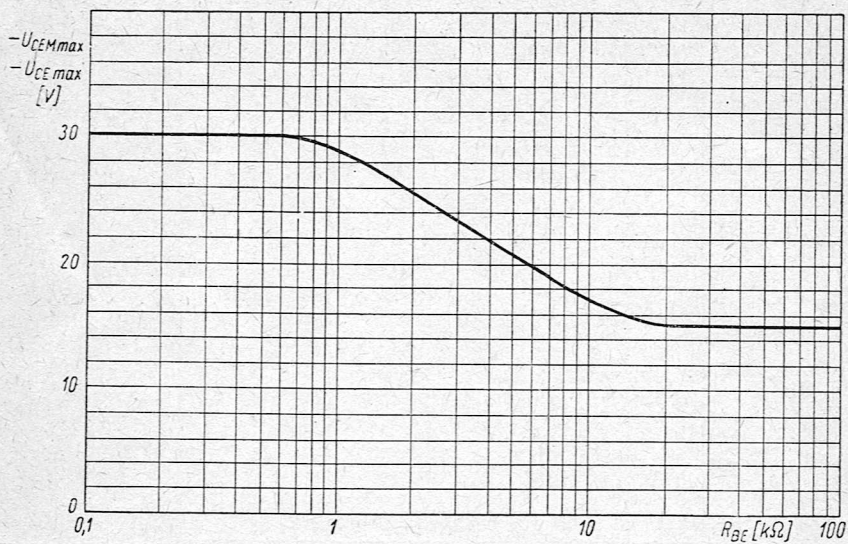
Układ OE

$$\bar{\beta} \geq 15 \quad \text{przy } -U_{CE} = 0,7 \text{ V, } I_C = 250 \text{ mA}$$

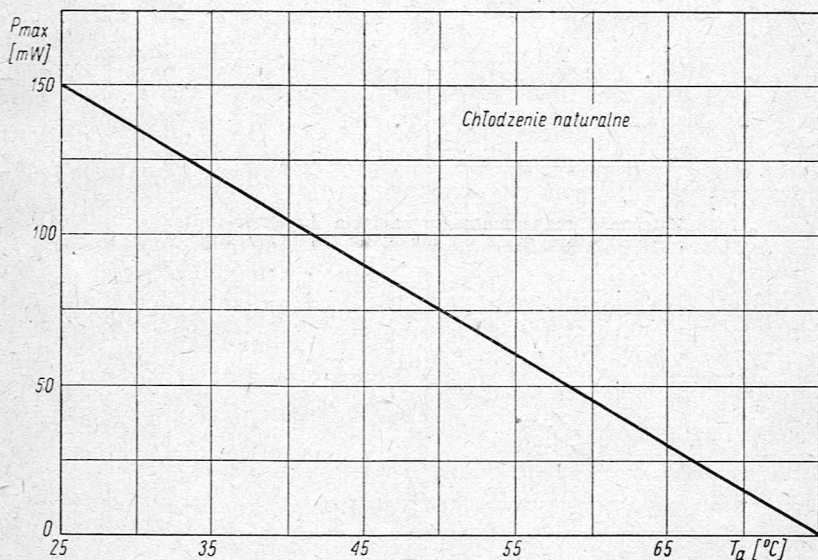
Układ OB

$$i_\alpha \geq 250 \text{ kHz} \quad \text{przy } -U_{CB} = 6 \text{ V, } I_C = 10 \text{ mA}$$

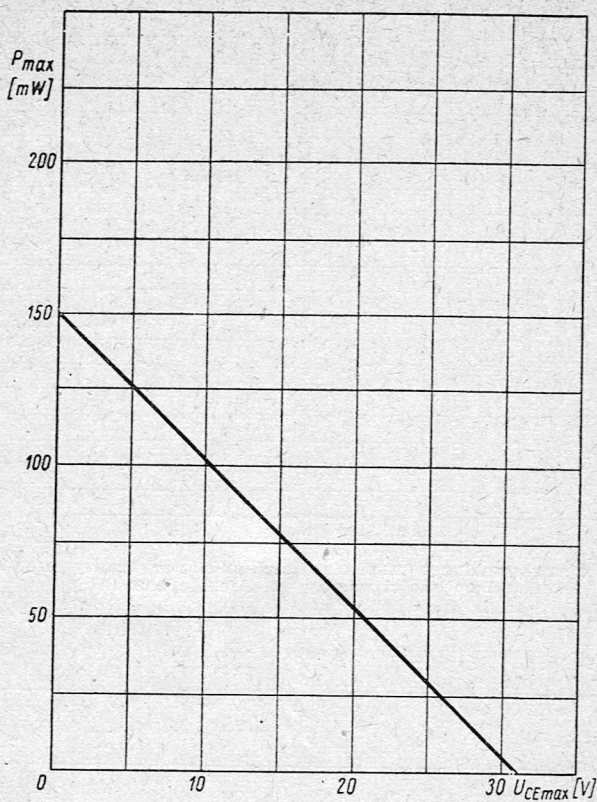




Zależność maksymalnego napięcia kolektor-emiter tranzystora TG52 od oporności między emiterem a bazą

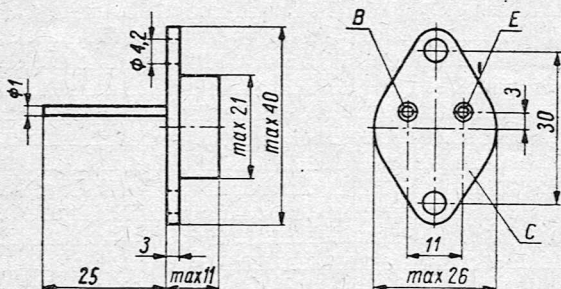


Zależność maksymalnej mocy strat tranzystora TG52 od temperatury otoczenia



Zależność maksymalnego napięcia kolektor-emiter tranzystora TG52 od maksymalnej mocy strat

TRANZYSTOR WARSTWOWY GERMANOWY TG70 (PNP)



Szkic wymiarowy tranzystora TG70

Tranzystor warstwowy TG70 jest tranzystorem dużej mocy, małej częstotliwości w obudowie metalowej, przeznaczonym do pracy w układach wzmacniających dużej mocy, przełącznikowych i przetwornicach. Jego ciężar wynosi max. 20 G.

Dane maksymalne (wartości graniczne)

$-U_{CBMmax} = 30 \text{ V}$	$-I_{Cmax} = 1,5 \text{ A}$
$-U_{CBmax} = 30 \text{ V}$	$I_{EMmax} = 3,3 \text{ A}$
$-U_{CEMmax}$	$I_{Emax} = 1,6 \text{ A}$
$-U_{CEmax}$	$-I_{BMmax} = 0,5 \text{ A}$
$-U_{EBMmax} = 10 \text{ V}$	P_{max} — patrz rys. na str. 159.
$-I_{CMmax} = 3 \text{ A}$	$T_{jmax} = 75^\circ\text{C}$

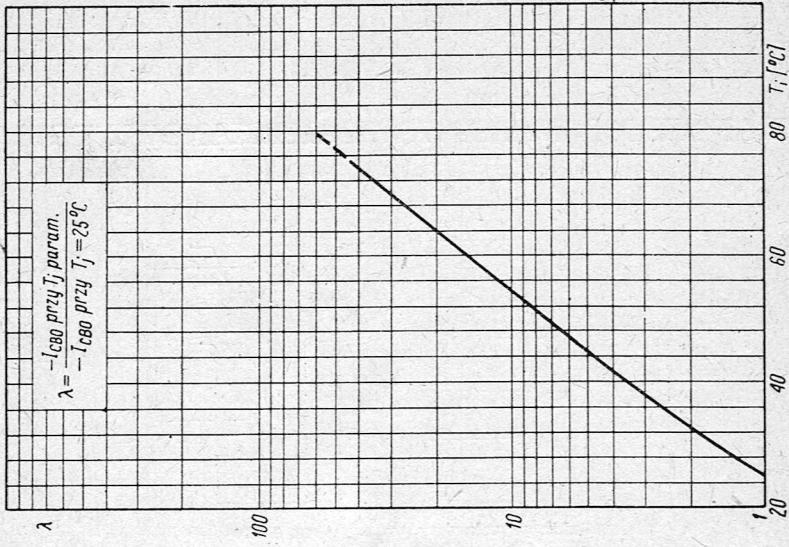
} patrz rys. na str. 160.

Dane statyczne ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

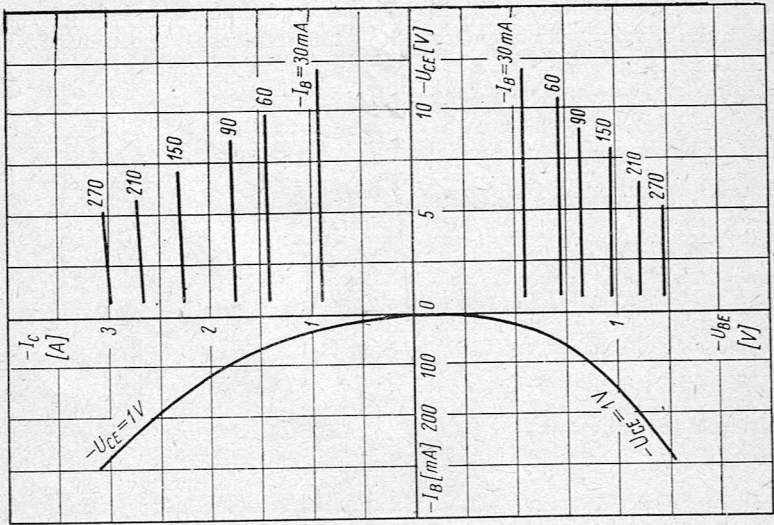
$-I_{CB0} \leq 100 \text{ }\mu\text{A}$	przy $-U_{CB} = 14 \text{ V}$
$-I_{CE0} \leq 2,5 \text{ mA}$	przy $-U_{CE} = 14 \text{ V}$
$-I_{EB0} \leq 50 \text{ }\mu\text{A}$	przy $-U_{EB} = 7 \text{ V}$

Dane charakterystyczne ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

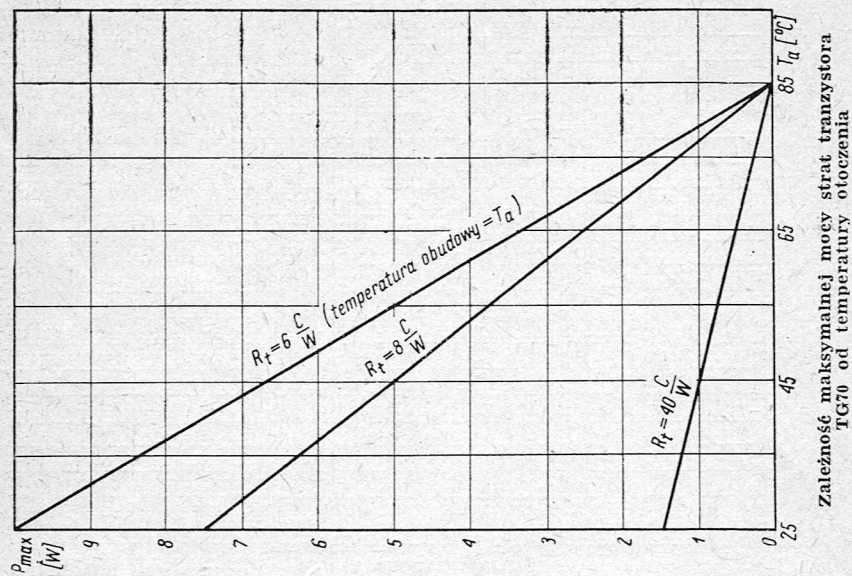
β_1	= 16—90	przy $-U_{CE} = 7 \text{ V}$,	$-I_C = 0,3 \text{ A}$
β_2	$\geq 6,5$	przy $-U_{CE} = 1 \text{ V}$,	$-I_C = 3 \text{ A}$
i_α	$\geq 100 \text{ kHz}$	przy $-U_{CB} = 7 \text{ V}$,	$-I_C = 0,3 \text{ A}$
$-U_{CEs}$	$\leq 0,8 \text{ V}$	— patrz rys. na str. 160.	



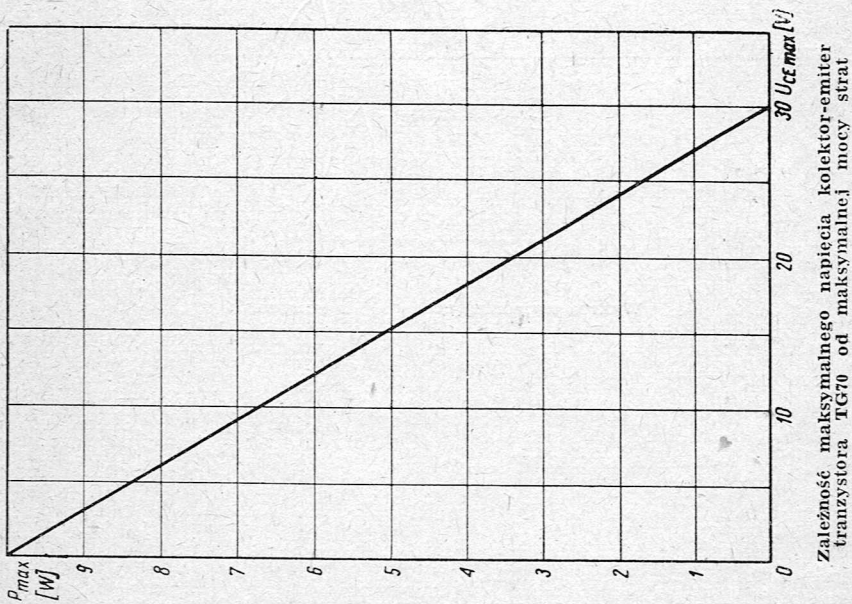
Zależność prądu zerowego kolektora TG70 od temperatury złącza



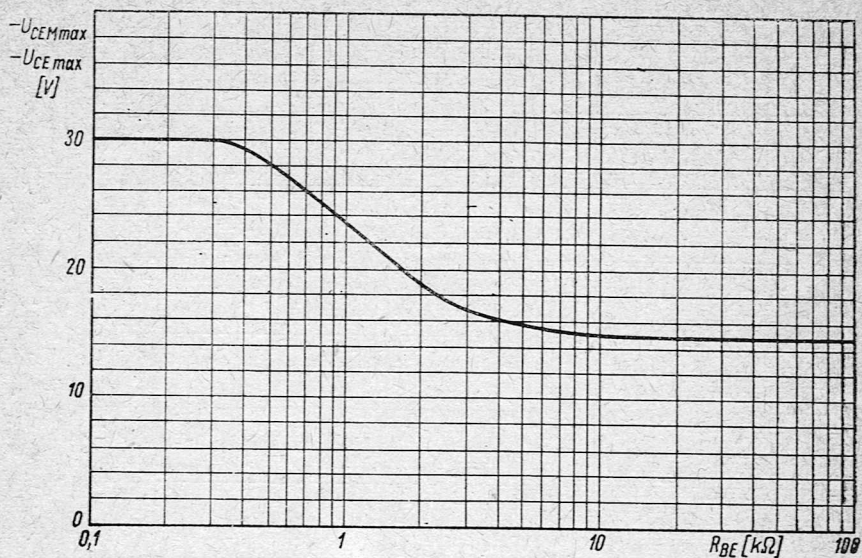
Charakterystyki statyczne tranzystora TG70 w układzie OE



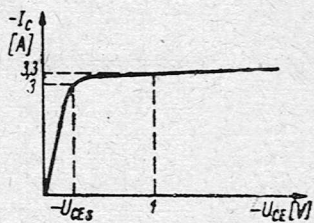
Zależność maksymalnej mocy strat tranzystora TG70 od temperatury otoczenia



Zależność maksymalnego napięcia kolektor-emitier tranzystora TG70 od maksymalnej mocy strat



Zależność maksymalnego napięcia kolektor-emiter tranzystora TG70 od oporności między emiterem a bazą



Wykres wyjaśniający sposób wyznaczania U_{CEs}

TRANZYSTOR WARSTWOWY GERMANOWY TG55 (PNP)

Tranzystor warstwowy TG55 jest tranzystorem średniej mocy, małej częstotliwości wykonanym w obudowie metalowej, przeznaczonym do pracy w układach wzmacniających (stopnie końcowe).

Dane tymczasowe

$$\begin{aligned} -U_{CF\ max} &= 20\ \text{V} & \text{przy } R_{BE} &= 0 \\ -U_{EB\ max} &= 6\ \text{V} \\ -I_{C\ max} &= 300\ \text{mA} \\ P_{max} &= 200\ \text{mW} & \text{przy } T_a &= 25^\circ\text{C} \\ \beta_1 &= 30-150 & \text{przy } -U_{CE} &= 6\ \text{V}, -I_C = 10\ \text{mA} \\ \beta_2 &\geq 15 & \text{przy } -U_{CE} &= 1\ \text{V}, -I_C = 300\ \text{mA} \end{aligned}$$

TRANZYSTOR WARSTWOWY GERMANOWY TG60 (PNP)

Tranzystor warstwowy TG60 jest tranzystorem mocy, małej częstotliwości wykonanym w obudowie metalowej, przeznaczonym do pracy w układach wzmacniających (stopnie końcowe).

Dane tymczasowe

$$\begin{aligned} -U_{CE\ max} &= 15\ \text{V} & \text{przy } R_{BE} &= 0 \\ -I_{C\ max} &= 1,4\ \text{A} \\ P_{max} &= 0,5\ \text{W} & \text{przy } T_a &= 25^\circ\text{C}, \text{ bez radiatora} \\ \beta &\geq 20 & \text{przy } -U_{CE} &= 7\ \text{V}, -I_C = 0,1\ \text{A} \end{aligned}$$

FOTODIODA GERMANOWA FG2

Fotodioda germanowa FG2 jest fotodiodą wykonaną z germanu typu N w obudowie całoszklanej. Zasadniczo jest ona przeznaczona do pracy z napięciem polaryzującym. Może być stosowana w układach licznikowych, urządzeniach sygnalizacyjnych itp.

Dane tymczasowe ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

Czułość przy $U_{KA} = 10 \text{ V}$ i $E = 1000 \text{ lx}$	S	= min $0,05 \mu\text{A/lx}$
Prąd ciemny przy $U_{KA} = 10 \text{ V}$	I_{KA}	$\leq 15 \mu\text{A}$
Maksymalne napięcie polaryzacji	$U_{KA \text{ max}}$	= 30 V
Maksymalna moc strat	P_{max}	= 5 mW

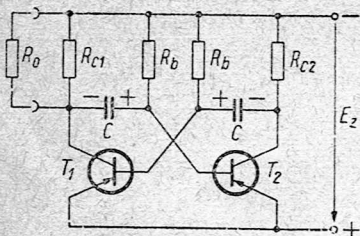
ZAGRANICZNE ODPOWIEDNIKI WYROBÓW FIRMY „TEWA”

Typ tranzystora f-my „Tewa”	Najbliższy odpowiednik zagraniczny	
	f-my Philips	f-my Telefunken
TG2, TG4	OC70	OC602
TG5, TG6	OC71	OC603
TG10	OC45	OC612
TG20	OC44	OC613
TG50	OC72	—
TG52	OC76	—
TG55 *	OC74	OC602 spec.
TG60 *	OC30	—
TG70	OC16	OC603

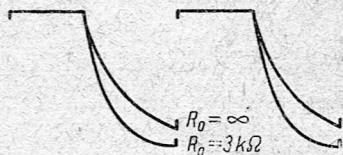
* Tranzystory w opracowaniu

TYPOWE ZASTOSOWANIA TRANZYSTORÓW

MULTIWIBRATOR ASTABILNY I



Schemat multiwibratora astabilnego



Przebieg napięcia na oporności obciążenia R przy różnych jej wartościach

Wykaz elementów:

- C — kondensator (patrz wykaz poniżej) *
- E_z — napięcie zasilania 4 — 7,5 V prądu stałego
- R_b — opornik 12 k Ω \pm 5% 0,05 W 2 szt.
- R_{c1} — „ 4,7 k Ω \pm 20% 0,05 W 1 szt.
- R_{c2} — „ 2,2 k Ω \pm 20% 0,05 W 1 szt.
- R_o — oporność obciążenia \geq 3 k Ω
- $T_{1,2}$ — tranzystory TG1 2 szt.

Przybliżona wartość częstotliwości f przy różnych wartościach pojemności C :

f	C
0,64 Hz	100 μ F/20 V
6,4 Hz	10 μ F
64 Hz	1 μ F
640 Hz	0,1 μ F
7000 Hz	10 nF
15000 Hz	5 nF

Stosunek różnicy częstotliwości przy napięciu zasilania 4 V i 7,5 V do częstotliwości przy napięciu zasilania 7,5 V

$$\frac{f_4 - f_{7,5}}{f_{7,5}} \leq 5\%$$

Stosunek różnicy częstotliwości przy temperaturze 25 i 50°C do częstotliwości przy temperaturze 25°C

$$\frac{f_{25} - f_{50}}{f_{25}} \leq 10\%$$

* W układzie można zastosować kondensatory elektrolityczne.

Stosunek różnicy częstotliwości przy oporności obciążenia $R_o = 3 \text{ k}\Omega$ i $R_o = \infty$ do częstotliwości przy oporności $R_o = \infty$

$$\frac{f_3 - f_\infty}{f_\infty} \leq 6\%$$

Amplituda generowanych przebiegów zniekształconych przy oporności obciążenia $R_o = 3 \text{ k}\Omega$

równa E_z

Stosunek różnicy amplitudy przy oporności obciążenia $R_o = 3 \text{ k}\Omega$ i $R_o = \infty$ do amplitudy przy $R_o = 3 \text{ k}\Omega$:

$$\frac{U_3 - U_\infty}{U_3} \leq 15\%$$

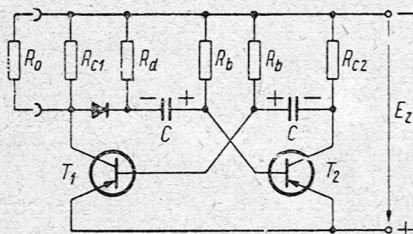
Moc na oporności obciążenia

$$P_{wy} \leq 8 \text{ mW}$$

Czas narastania impulsu (od 0,1 do 0,9 amplitudy)

$$\leq 1 \text{ }\mu\text{sec}$$

MULTIWIBRATOR ASTABILNY II



Schemat multiwibratora astabilnego



Przebieg napięcia na oporności R_o przy różnych jej wartościach

Wykaz elementów:

- C — kondensatory (patrz wykaz poniżej)*
- D — dioda DOG50
- E_z — napięcie zasilania 4 — 7,5 V prądu stałego
- R_b — opornik 12 $\text{k}\Omega \pm 5\%$ 0,05 W 2 szt.
- R_{c1} — " 4,7 $\text{k}\Omega \pm 20\%$ 0,05 W 1 szt.
- R_{c2} — " 2,2 $\text{k}\Omega \pm 20\%$ 0,05 W 1 szt.
- R_d — " " " " 1 szt.
- R_o — oporność obciążenia $\geq 3 \text{ k}\Omega$
- $T_{1,2}$ — tranzystory TG1 2 szt.

Przybliżona wartość częstotliwości f przy różnych wartościach pojemności C:

f	C
0,64 Hz	100 $\mu\text{F}/20 \text{ V}$
6,4 Hz	10 μF

* W układzie można zastosować kondensatory elektrolityczne.

64	Hz	1	μF
640	Hz	0,1	μF
7000	Hz	10	nF
15000	Hz	5	nF

Stosunek różnicy częstotliwości przy napięciu zasilania 4 V i 7,5 V, do częstotliwości przy napięciu zasilania 7,5 V $\frac{f_4 - f_{7,5}}{f_{7,5}} \leq 5\%$

Stosunek różnicy częstotliwości przy temperaturze 25 i 50°C do częstotliwości przy temperaturze 25°C $\frac{f_{25} - f_{50}}{f_{25}} \leq 10\%$

Stosunek różnicy częstotliwości przy oporności obciążenia $R_o = 3 \text{ k}\Omega$ i $R_o = \infty$ do częstotliwości przy oporności $R_o = \infty$ $\frac{f_3 - f_\infty}{f_\infty} < 1\%$

Amplituda generowanych przebiegów o kształcie prostokątnym równa E_z

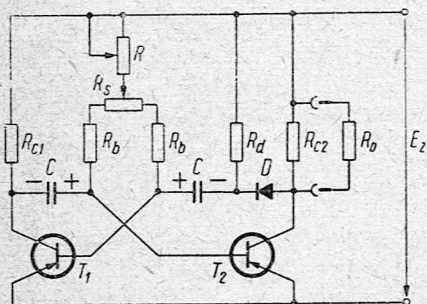
Stosunek różnicy amplitudy przy oporności obciążenia $R_o = 3 \text{ k}\Omega$ i $R_o = \infty$ do amplitudy przy oporności $R_o = 3 \text{ k}\Omega$ $\frac{U_3 - U_\infty}{U_3} < 1\%$

Moc na oporności obciążenia $\leq 8 \text{ mW}$

Czas narastania impulsu (od 0,1 do 0,9 amplitudy) $\leq 1 \mu\text{sec}$

Czas opadania impulsu (od 0,1 do 0,9 amplitudy) $\leq 1 \mu\text{sec}$

SYMETRYCZNY MULTIWIATOR ASTABILNY



Schemat multiwiatora astabilnego



Przebieg napięcia na oporności obciążenia R_o

Wykaz elementów:

C	— kondensatory (patrz wykaz poniżej)*	
D	— dioda DOG50	1 szt.
E_z	— napięcie zasilania 4 — 7,5 V prądu stałego	
R	— opornik nastawny 2,5 k Ω $\pm 20\%$ 0,05 W	1 szt.
R_b	— oporniki 6,8 k Ω $\pm 5\%$ 0,05 W	2 szt.
R_{c1}	— opornik 2,2 k Ω $\pm 20\%$ 0,05 W	1 szt.
R_{c2}	— „ 4,7 k Ω $\pm 20\%$ 0,05 W	1 szt.
R_d	— „ 2,2 k Ω $\pm 20\%$ 0,05 W	1 szt.
R_o	— oporność obciążenia ≥ 3 k Ω	
R_s	— opornik nastawny 2,5 k Ω $\pm 20\%$ 0,05 W	1 szt.
$T_{1,2}$	— tranzystory TG1	2 szt.

Przybliżona wartość częstotliwości f przy różnych wartościach pojemności C:

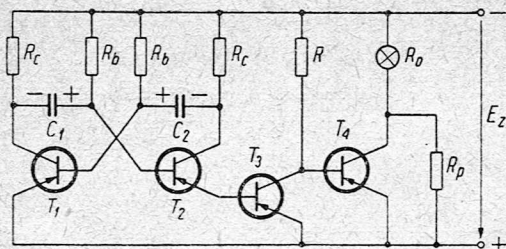
f	C
0,83 Hz	100 μ F/20 V
8,3 Hz	10 μ F/20 V
83 Hz	1 μ F/20 V
830 Hz	0,1 μ F/20 V
8500 Hz	10 nF/20 V
20000 Hz	5 nF/20 V

Opornikiem nastawnym R_s nastawia się symetrię przebiegu, a opornikiem R żadaną wartość częstotliwości.

Zakres regulacji częstotliwości (R)	ok. 25%
Zakres regulacji czasu impulsu do czasu przerwy	$\frac{(T_1/T_2)_{max}}{(T_1/T_2)_{min}} = 1,5$
Czas narastania lub opadania impulsu (0,1 — 0,9 amplitudy)	1 μ sec
Amplituda gęgowanych przebiegów o kształcie prostokątnym	równa E_z
Moc na oporności obciążenia	$P_{wv} \leq 8$ mW
Maksymalna temperatura otoczenia	50°C

* W układzie można zastosować kondensatory elektrolityczne.

TRANZYSTOROWY UKŁAD SYGNALIZACYJNY



Schemat tranzystorowego układu sygnalizacyjnego

Wykaz elementów:

- $C_{1, 2}$ — kondensatory (patrz wykaz poniżej)*
- E_2 — napięcie zasilania 3—5 V prądu stałego
- R — opornik 250 $\Omega \pm 10\%$ 0,25 W 1 szt.
- R_b — oporniki 10 k $\Omega \pm 10\%$ 0,05 W 2 szt.
- R_c — „ 2,2 k $\Omega \pm 10\%$ 0,1 W 2 szt.
- R_o — oporność obciążenia, żarówka 2,5 V, 0,2 A 1 szt.
- R_p — opornik 25 $\Omega \pm 20\%$ 0,5 W 1 szt.
- $T_{1, 2, 3}$ — tranzystory TG1 3 szt.
- T_4 — tranzystor TG52 1 szt.

Orientacyjne wartości czasu świecenia (lub przerwy) dla różnych wartości pojemności C:

przy założeniu $\frac{1}{5} \leq \frac{C_1}{C_2} \leq 5$

T [sec]	C [μ F]	T [sec]	C [μ F]
0,06	10	1,3	200
0,15	20	3	500
0,3	50	6	1000
0,6	100		

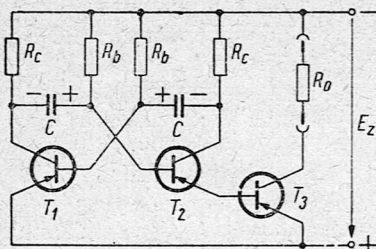
Dolna granica czasów jest ograniczona bezwładnością żarówki. Czas świecenia jest określony pojemnością C_1 , a czas przerwy pojemnością C_2 .

W układzie należy użyć kondensatory o napięciu roboczym $U_p \geq 10$ V. Kondensatory elektrolityczne należy przyłączyć do układu zgodnie z kierunkiem polaryzacji podanym na schemacie.

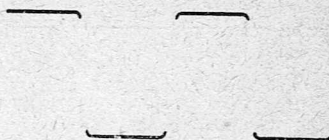
Maksymalna temperatura otoczenia: 50°C.

* W układzie można zastosować kondensatory elektrolityczne.

MULTIWIBRATOR ASTABILNY ZE WZMACNIACZEM



Schemat multiwibratora astabilnego ze wzmacniaczem



Przebieg napięcia na oporności obciążenia R_o

Wykaz elementów:

- C — kondensatory (patrz wykaz poniżej)*
- E_z — napięcie zasilania 4—7,5 V prądu stałego
- R_b — oporniki $10 \text{ k}\Omega \pm 5\%$ 0,05 W 2 szt.
- R_c — „ „ $1,5 \text{ k}\Omega \pm 10\%$ 0,1 W 2 szt.
- R_o — oporność obciążenia 250Ω do $50 \text{ k}\Omega$
- $T_1, 2, 3$ — tranzystor TG1 3 szt.

Przybliżona wartość częstotliwości dla różnych wartości pojemności C:

f	C
0,77 Hz	100 $\mu\text{F}/20 \text{ V}$
7,7 Hz	10 $\mu\text{F}/20 \text{ V}$
77 Hz	0,1 $\mu\text{F}/20 \text{ V}$
770 Hz	10 nF/20 V
8000 Hz	1 nF/20 V

Stosunek różnicy częstotliwości przy napięciu zasilania 4 V i 7,5 V do częstotliwości przy napięciu zasilania 7,5 V

$$\frac{f_4 - f_{7,5}}{f_{7,5}} \leq 5\%$$

Stosunek różnicy częstotliwości przy temperaturze 25 i 50°C do częstotliwości przy temp. 25°C

$$\frac{f_{25} - f_{50}}{f_{25}} \leq 10\%$$

Najwyższa temperatura otoczenia

$$50^\circ\text{C}$$

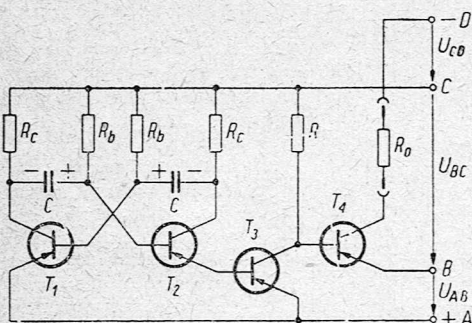
Amplituda generowanych przebiegów o kształcie prostokątnym równa

Moc na oporności obciążenia

$$\frac{E_z}{P_{wy}} \leq 100 \text{ mW}$$

* W układzie można zastosować kondensatory elektrolityczne.

MULTIWIBRATOR ASTABILNY ZE WZMACNIACZEM MOCY



Schemat multiwibratora astabilnego ze wzmacniaczem mocy

Przebieg napięcia na oporności obciążenia R_o



Wykaz elementów:

C	— kondensator (patrz wykaz poniżej)*	
R	— oporniki $1,5 \text{ k}\Omega \pm 10\%$ $0,1 \text{ W}$	2 szt.
R_b	— „ $10 \text{ k}\Omega \pm 5\%$ $0,05 \text{ W}$	2 szt.
R_c	— „ $1,5 \text{ k}\Omega \pm 10\%$ $0,1 \text{ W}$	2 szt.
R_o	— oporność obciążenia 100Ω do 50Ω	
$T_{1,2,3}$	— tranzystory TG1	3 szt.
T_4	— tranzystor TG52	1 szt.
U_{AB}	— napięcie zasilania 1 — $1,5 \text{ V}$ prądu stałego	
U_{BC}	— napięcie zasilania 3 — $4,5 \text{ V}$ prądu stałego	
U_{CD}	— napięcie zasilania 0 — 20 V prądu stałego	

Przybliżona wartość częstotliwości dla różnych wartości pojemności C :

f	C
0,8 Hz	100 $\mu\text{F}/20 \text{ V}$
7,7 Hz	10 $\mu\text{F}/20 \text{ V}$
77 Hz	1 $\mu\text{F}/20 \text{ V}$
770 Hz	0,1 $\mu\text{F}/20 \text{ V}$
8000 Hz	10 nF/20 V

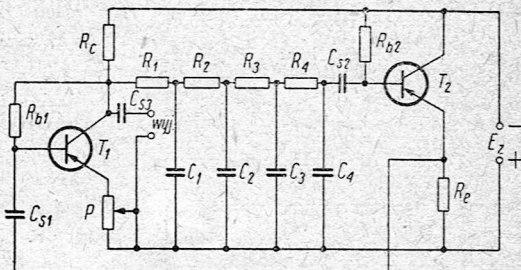
Stosunek różnicy częstotliwości przy napięciu

$$U_{AC} = 4 \text{ V} \text{ i } U_{AC} = 6 \text{ V} \text{ do częstotliwości przy napięciu } U_{CA} = 6 \text{ V} \quad \frac{f_4 - f_6}{f_6} \leq 5\%$$

* W układzie można zastosować kondensatory elektrolityczne.

Stosunek różnicy częstotliwości przy temperaturze 25 i 50°C do częstotliwości przy temp. 25°C	$f_{25} - f_{50}$
Maksymalna temperatura otoczenia	$\leq 10^{0/0}$
Amplituda generowanych przebiegów o kształcie prostokątnym równa	50°C
Moc na oporności obciążenia	$P_{wy} \leq 2 \text{ W}$

GENERATOR RC-4 (I)



Schemat generatora RC-4 na tranzystorach TG1

Wykaz elementów:

$C_{1, 2, 3, 4}$ — kondensatory (patrz wykaz poniżej)	
C_{s1} — kondensator 2 μF	1 szt.
C_{s2} — „ 1 μF	1 szt.
C_{s3} — „ 1 μF	1 szt.
E_z — napięcie zasilania 10 V prądu stałego	
p — potencjometr 470 Ω	1 szt.
$R_{1, 2, 3, 4}$ — oporniki 6 $\text{k}\Omega$	4 szt.
R_{b1} — opornik 270 $\text{k}\Omega$	1 szt.
R_{b2} — „ 120 $\text{k}\Omega$	1 szt.
R_c — „ 20 $\text{k}\Omega$	1 szt.
R_e — „ 10 $\text{k}\Omega$	1 szt.
$T_{1, 2}$ — tranzystory TG1	2 szt.

Przy zmianie napięcia zasilania od 11,5 V do 8 V zmiana częstotliwości drgań generatora RC wynosi 1,5^{0/0}.

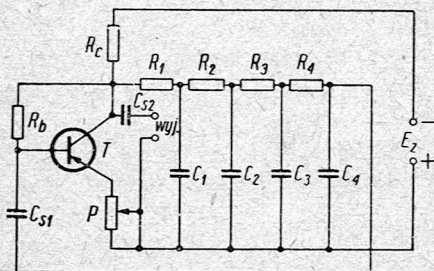
Przy zmianie temperatury otoczenia od 19°C do 50°C maksymalna zmiana częstotliwości wynosi 3^{0/0}.

Przy wymianie 10 szt. tranzystorów maksymalna zmiana częstotliwości drgań generatora wynosi 5,3%.

Częstotliwość generatora przy różnych wartościach pojemności:

$C_1=C_2=C_3=C_4$ [pF]	f [Hz]
200000	195
95000	380
70000	505
50000	675
20000	1540
10000	3100
5000	6100
2000	11800
1000	20700
500	33000
250	47500
50	85000

GENERATOR RC-4 (II)



Schemat generatora RC-4 na tranzystorze TG3A

Wykaz elementów:

- $C_1, 2, 3, 4$ — kondensatory (patrz wykaz poniżej)
- C_{s1} — kondensator 4 μ F 1 szt.
- C_{s2} — „ 4 μ F 1 szt.

E_z	— napięcie zasilania 10,5 V prądu stałego	
P	— potencjometr 470 Ω	1 szt.
$R_{1' 2' 3' 4}$	— oporniki 3 k Ω	4 szt.
R_b	— opornik 250 k Ω	1 szt.
R_c	— " 20 k Ω	1 szt.
T	— tranzystor TG3A	1 szt.

Częstotliwość generatora przy różnych wartościach pojemności:

$C_1=C_2=C_3=C_4$ [pF]	f [Hz]
200000	425
100000	900
75000	1080
50000	1660
25000	3000
10200	7000
5100	13000
2000	25200
1000	44000
510	78000

Przy zmianie napięcia zasilania od 12 V do 7,5 V zmiana częstotliwości generatora wynosi 5⁰/₀.

Przy zmianie temperatury otoczenia od 18°C do 40°C maksymalna zmiana częstotliwości wynosi 3⁰/₀.

Przy wymianie 10 szt. tranzystorów maksymalna zmiana częstotliwości generatora wynosi 2,1⁰/₀.