

W lipcowym numerze „Młodego Technika” zamieszczony został opis budowy amatorskiego przyrządu do badania tranzystorów. Ponieważ praktyczne dokonywanie pomiarów wspomnianym przyrządem wymaga wielu wiadomości teoretycznych, pragniemy zapoznać Czytelników z metodami pomiarów, nieodpowiednie bowiem użycie przyrządu może zniszczyć diodę czy tranzystor.

Prócz tego w artykule omówione zostaną sposoby pomiarów przyrządów półprzewodnikowych za pomocą zwykłego omomierza.



Najprostsze, wstępne badanie tranzystora na dobroć złącz p-n można przeprowadzić za pomocą omomierza.

Wystarczy przy tym sprawdzić (sprawdzanie krótkotrwałe) złącza: baza-emiter i baza-kolektor.

Przy badaniach złącz baza-kolektor w tranzystorach typu p-n-p, dodatni biegun przyrządu pomiarowego (omomierza) powinien być podłączony do bazy tranzystora, a ujemny biegun — do kolektora.

Omomierz winien wykazywać duży opór, rzędu kilku megaomów, dla tranzystorów małej mocy i kilkadziesiąt kiloohmów dla tranzystorów dużej mocy.

Następnie, po zmianie biegunowości przyłączonego omomierza, przyrząd powinien wykazywać opór kilkadziesiąt razy mniejszy w porównaniu z wartościami mierzonymi poprzednio.

Jeśli w pierwszym i drugim przypadku omomierz będzie pokazywał nieskończenie wielką oporność, będzie oznaczało to, że złącze jest przerwane, a gdy przyrząd wykaże zero, to tranzystor jest zwarty.

Badanie złącza baza-emiter jest aktualne tylko dla tranzystorów małej mocy i przy użyciu omomierza należy zwrócić uwagę na to, aby napięcie badania (użytkiwane z omomierza) było znacznie niższe od dopuszczalnego, maksymalnego napięcia zwrotnego baza-emiter.

Przy ocenie przydatności tranzystora typu n-p-n, połączenie z zaciskami omomierza jest odwrotne niż w przypadku opisywanym poprzednio, chociaż zgodnie z polaryzacją tranzystora.

Przeprowadzanie pomiarów tego typu umożliwia ustalenie z grubsza przydatności tranzystora.

We właściwych miernikach tranzystorów, przed pomiarem poszczególnych parametrów, przewidziano próbę na przebicie w tranzystorze.

W tym celu stosuje się oporniki ograniczające, włączane w szereg z badanym złączem.

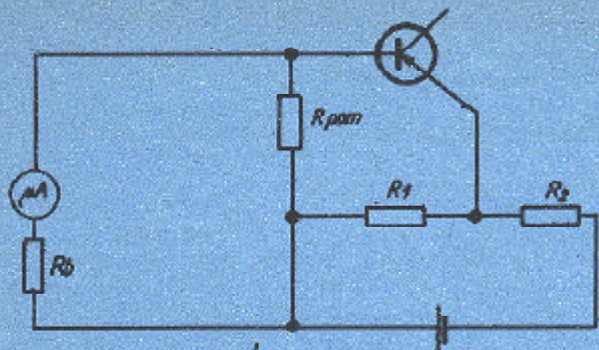
Jeśli struktura złącza jest nienaruszona, to na tych opornikach powstaje niewielkie napięcie i strzałka przyrządu pomiarowego wychyli się nieznacznie.

Jeśli złącze jest przebite, to całe napięcie baterii odłoży się na oporniku, co będzie zasygnalizowane całkowitym wychyleniem wskazówki.

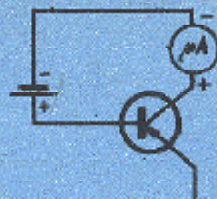
Oporność opornika dodanego do mikroamperomierza dobiera się w taki sposób, aby pełne wychylenie wskazówki przyrządu nastąpiło przy napięciu równym napięciu baterii zasilającej.

Próby na przebicie złącza baza-emiter tranzystorów w. cz. dokonuje się przez podanie na złącze odpowiednio zmniejszonego napięcia, aby uniknąć zniszczenia tranzystora.

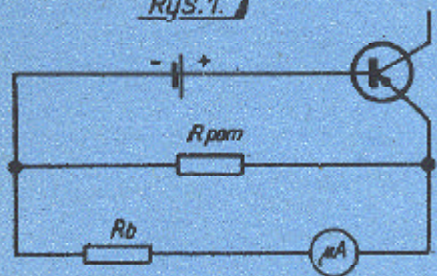
Według danych technicznych tranzystorów radzieckich prąd I_{EO} w tranzystorze typu GT 303 można mierzyć przy napięciu 1,6 V, 2 T 301 przy 3 V, P 401 — 1 V, P 416 — 2 V, P 501 — 1 V, P 605 i P 606 — 1 V, P 701 — 3 V itd.



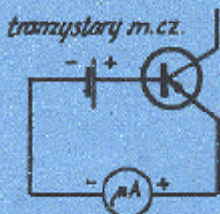
Rys. 1



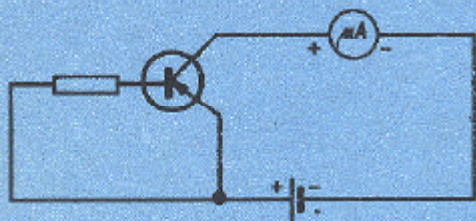
Rys. 4



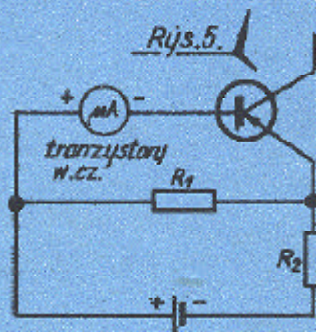
Rys. 2



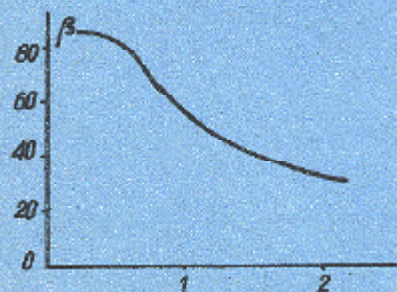
Rys. 5



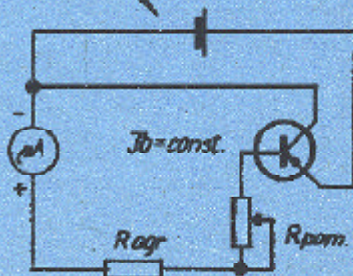
Rys. 3

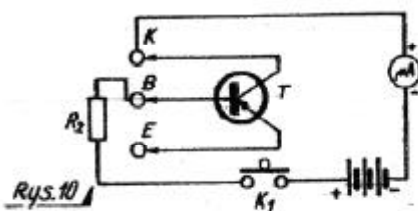
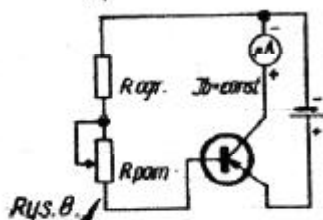
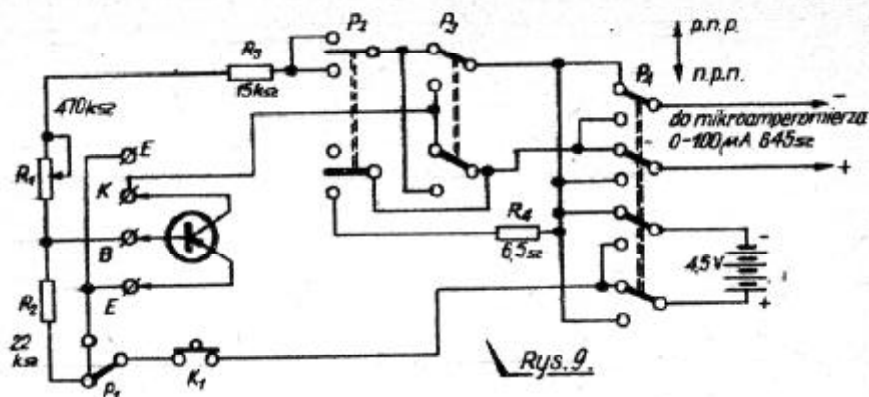


Rys. 7



Rys. 6





Napięcie to zdejmujemy z opornika R_1 (rys. 1) w dzielniku R_1, R_2 , podłączonym do źródła prądu i podaje na złącze baza-emiter tranzystora w. cz.

Schemat pomiarowego układu baza-emiter tranzystorów m.cz. pokazany został na rys. 2.

Jeśli niezależnie od tego tranzystor ma być badany na przebicie złącza, można pomierzyć prądy zwrotne złącza i współczynnik wzmocnienia.

Prąd kolektora mierzy się wg schematu przedstawionego na rys. 3, zwrotny prąd kolektora — wg schematu rys. 4, a zwrotny prąd emitera — wg schematu przedstawionego na rys. 5.

Na rys. 6 przedstawiony został wykres zależności od I_k w tranzystorze typu P 203.

Pomiar przy $I_b = \text{const.}$ polega na ustaleniu stałej wartości prądu w obwodzie bazy i dokonania przy tej wartości pomiaru prądu kolektora.

Według schematu przedstawionego na rys. 7 ustala się prąd stały bazy, a wg

schematu rys. 8 mierzy się współczynnik wzmocnienia prądu stałego, który w przybliżeniu może być określony jako stosunek $I_k : I_b$.

Przy $I_b = \text{const.}$ $\beta = k \cdot I_k$ (k — jest wielkością stałą) i z tego powodu skala przyrządu pomiarowego dla wartości współczynnika β jest liniowa.

Bardziej precyzyjne określenie współczynnika zapewnia oddzielne odczytanie prądu bazy i przy tym prądzie płynącego prądu kolektora I_k .

Przy pomiarze współczynnika β prąd kolektora dla tranzystorów małej mocy powinien mieć natężenie około 5 mA, a dla tranzystorów dużej mocy — około 250 mA.

Schemat podany na rys. 9 przedstawia przystawkę do uniwersalnego przyrządu pomiarowego, umożliwiającą przeprowadzanie mniej skomplikowanych pomiarów i badań tranzystorów małej i średniej mocy.

Przystawka zaopatrzona jest w przewody z wtyczkami, umożliwiającymi

połączenie z miernikiem uniwersalnym (gniazda 100 μ A), którego przełącznik zakresów pomiarowych winien być ustawiony na zakres pomiarowy napięć (V).

Wybór rodzaju pracy przystawki umożliwiają przełączniki oznaczone na schemacie jako P 1, P 2, P 3, P 4. Przełącznik P 1 służy do połączenia ze źródłem zasilania bazy badanego tranzystora (przy pomiarze I_k , I_b i β), przełącznik P 2 — do doprowadzenia ujemnego napięcia do obwodu bazy, a także do równoległego podłączenia opornika R 4 do zacisków mikroamperomierza (jako bocznika), przy pomiarach współczynnika wzmocnienia prądowego β . Przy pomocy przełącznika P 3, dokonuje się podłączenia mikroamperomierza albo do obwodu bazy (przy pomiarze I_b) albo do obwodu kolektora (przy pomiarze I_k , I_{EOI} i β).

Przełącznik P 4 przeznaczony jest do zmiany biegunowości źródła zasilania i mikroamperomierza w zależności od rodzaju budowy badanego tranzystora.

Do zamykania obwodu pomiarowego służy przycisk K 1, umożliwiający szybkie przerwanie dopływu prądu w przypadku nieprawidłowego włączenia tranzystora.

Przy pomiarze prądu zwrotnego kolektora przełączniki P 1, P 2 i P 3 powinny znajdować się w położeniu, jak pokazano na schemacie (rys. 9), a przełącznik P 4 w położeniu odpowiadającym budowie tranzystora.

Prąd zwrotny (I_o) mierzy się wg układu przedstawionego na rys. 10.

Opornik R 2, włączony między bazę tranzystora i baterię zasilającą ogranicza wielkość prądu płynącego przez mikroamperomierz w przypadku niewłaściwego podłączenia tranzystora.

W sprawnych tranzystorach prąd I_{o0} najczęściej nie przekracza 3—5 mikroamperów w tranzystorach w. cz. i 20—30 mikroamperów w tranzystorach m. cz.

Prąd kolektora I_k mierzy się również wg tego samego schematu.

W tym celu emiter badanego tranzystora połączony jest ze źródłem prądu, a między zaciski E i B włączony został dodatkowy opornik o oporze 510—1000 omów (w miejsce opornika R 2).

Zakres pomiarowy przyrządu umożliwia wtedy odczytanie wartości prądu do 100 mikroamperów.

Do określenia wielkości współczynnika wzmocnienia prądowego β , potrzebny jest dokładny pomiar prądu bazy I_b .

W tym celu przełącznik P 2, należy przełączyć w położenia górne (tak, jak to pokazano na schemacie), a przełącznik P 3 — w położenie dolne.

Mikroamperomierz jest połączony szeregowo z opornikami R 1 i R 3.

Wielkość prądu bazy można regulować zmiennym opornikiem R1, po przyścisnięciu przycisku K1.

Opornik R 3 ogranicza wielkość prądu w obwodzie bazy badanego tranzystora, przy ustawieniu ślizgacza potencjometru R 1 na zero.

Opornik R 1 i R 3 został tak dobrany, aby można ustalić w obwodzie bazy prąd w granicach 10 do 100 μ A.

Przy pomiarach β do obwodu kolektora, za pomocą przełączników P 2 i P 3, włącza się mikroamperomierz z bocznikiem R 4, przy czym pełne wychylenie przyrządu pomiarowego oznacza 10 miliamperów.

Jeżeli prąd bazy, przy którym mierzy się β był ustalony na 100 mikroamperów, to na skali miliamperomierza można odczytać β tranzystora równe 100.

Przy prądzie bazy równym 50 μ A, współczynnik wzrośnie dwukrotnie i będzie wynosił 200.

Jeśli chodzi o sam montaż przyrządu-przystawki, to jest on prosty i nie wymaga specjalnych wyjaśnień.

Przełącznik P 4 może być wykorzystany od starego radioodbiornika, względnie mogą to być dwa podwójne przełączniki błyskawiczne połączone mechanicznie.

Inż. Jerzy Brdulak