

POLSKA  
RZECZPOSPOLITA  
LUDOWA



URZĄD  
PATENTOWY  
PRL

# OPIS PATENTOWY

51050

Patent dodatkowy  
do patentu \_\_\_\_\_

Zgłoszono: 05.X.1964 (P 105 896)

Pierwszeństwo: \_\_\_\_\_

Opublikowano: 25.V.1966

Kl.

21e 31/26

~~21e, 30/10~~

MKP

G 01 r

31/26

UKD



Twórca wynalazku

i

Jerzy Szerszeń, Warszawa (Polska)

właściciel patentu:

## Układ tranzystorowego miernika częstotliwości charakterystycznej $f_t$ i współczynnika wzmocnienia prądowego tranzystorów

1

Wynalazek dotyczy układu tranzystorowego miernika częstotliwości charakterystycznej  $f_t$  i współczynnika wzmocnienia prądowego tranzystorów.

Znane układy mierników częstotliwości charakterystycznych tranzystorów budowane są w kilku wersjach różniących się przede wszystkim układem blokowym. Pierwsza wersja to przyrządy zawierające przestrajane, kilkuzakresowe generatory częstotliwości pomiarowych i szerokopasmowe wzmacniacze pomiarowe zakończone wskaźnikiem wychyłowym. Pomiar odbywa się kolejno na różnych częstotliwościach, przy czym mierzy się współczynnik wzmocnienia prądowego przy danej częstotliwości i w chwili gdy z pomiaru wynika charakterystyczna wartość współczynnika wzmocnienia prądowego np.  $\beta = 1$ , ze skali generatora odczytuje się częstotliwość charakterystyczną  $f_t$ . Układ takich mierników jest wysoce skomplikowany a pomiar bardzo pracochłonny.

Drugi rodzaj mierników zawiera jak i poprzedni kilkuzakresowy generator przestrajany wielkiej częstotliwości oraz oddzielny generator małej częstotliwości, modulujący drgania generatora pierwszego. W tym przypadku nie stosuje się już szerokopasmowego wzmacniacza lecz znacznie prostszy wzmacniacz małej częstotliwości z detektorem na wejściu, a pomiar musi się przeprowadzać przy stosunkowo dużych amplitudach sygnału pomiaro-

2

wego ze względu na właściwości detektorów tak, że pomiary obarczone są znacznym błędem.

Trzeci rodzaj znanych mierników częstotliwości charakterystycznej  $f_t$  oparty jest na zasadzie podobnej jak układ według wynalazku tzn. pomiar odbywa się przy stałej wybranej wartości wielkiej częstotliwości wytworzonej w generatorze lampowym, a napięcie pomiarowe mierzone jest przy pomocy wzmacniacza selektywnego wielkiej częstotliwości z wskaźnikiem wychyłowym na wejściu. Znane układy pomiarowe tego typu nie posiadają jednak możliwości pomiaru współczynnika wzmocnienia prądowego przy małej częstotliwości, co nie pozwala na kontrolę prawidłowości pomiaru częstotliwości  $f_t$ . Przy pomiarze pewnych typów tranzystorów może to doprowadzić do błędów nawet znacznie przekraczającego kilkaset procent.

Wszystkie znane układy mierników częstotliwości charakterystycznych wykonane są przy użyciu lamp elektronowych. Stopień trudności przy usiłowaniu wykonania szerokopasmowych i przestrajanych układów wielkiej częstotliwości przy zostawianiu tranzystorów byłby znacznie większy.

Zasada pomiaru częstotliwości charakterystycznej  $f_t$  jest następująca: jedną z kilku częstotliwości charakterystycznych tranzystorów jest częstotliwość  $f_1$ , przy której współczynnik wzmocnienia prądowego w układzie wspólnego emitera-Beta równa się jedności. Częstotliwość ta może być określona metodą kolejnych pomiarów Beta przy

różnych częstotliwościach, jednakże taki sposób pomiaru jest bardzo pracochłonny.

W znacznej większości typów tranzystorów spadek modułu współczynnika Beta w funkcji częstotliwości, w obszarze, gdzie wartość tego modułu spada już więcej niż o 4 dB względem jego wartości przy małych częstotliwościach, ma stałe nachylenie 6 dB na oktawę, czyli spada wprost proporcjonalnie do częstotliwości. Na tej podstawie można założyć, że:  $(\beta) \cdot f_1 = f_t$ , gdzie Beta jest to wartość modułu współczynnika wzmocnienia prądowego mierzona przy częstotliwości  $f_1$ , zaś  $f_t$  jest to częstotliwość odpowiadająca wartości modułu Beta równej jedności.

Jeżeli więc prawo proporcjonalnego spadku Beta jest dobrze spełnione,  $f_t = f_1$ . Częstotliwość  $f_t$ , określona wzorem jest jednym z często podawanych w katalogach parametrów tranzystorów. Celem wynalazku jest zapewnienie kontroli prawidłowości pomiaru częstotliwości charakterystycznej  $f_t$  przy pomocy prostego układu opartego na tranzystorach.

Istotą wynalazku jest takie rozwiązanie układu pomiarowego, które umożliwia oprócz zasadniczego pomiaru przy wielkiej częstotliwości także pomiar kontrolny przy małej częstotliwości przy użyciu tego samego generatora i wzmacniacza. Uzyskuje się przy tym dodatkowo wartość bardzo ważnego parametru — współczynnika wzmocnienia prądowego tranzystora przy małej częstotliwości.

Układ według wynalazku przedstawiony na rysunku, oparty jest na znanej zasadzie pomiaru częstotliwości charakterystycznej  $f_t$  przy jednej, z góry wybranej, wartości wielkiej częstotliwości. Składa się on z generatora G wielkiej i małej częstotliwości, tłumika At, obwodów sterowania, obciążenia i polaryzacji tranzystora badanego D, wzmacniacza pomiarowego o jednakowym wzmocnieniu dla sygnału małej i wielkiej częstotliwości W i zasilacza Z.

Układ generatora G, wykonanego na tranzystorze T1, wyróżnia się tym, że zapewnia pracę na dwóch częstotliwościach zmienianych za pomocą przełącznika jednobiegunowego Pg, przy czym obwody rezonansowe małej LmCm i wielkiej LwCw częstotliwości połączone są ze sobą szeregowo i nie są w ogóle odłączane od tranzystora w przeciwieństwie do znanych generatorów tranzystorowych.

Dzięki temu przełączanie częstotliwości może być dokonane w prosty sposób, zaś dobieranie wartości amplitudy obu sygnałów generatora odbywa się niezależnie dla małej i wielkiej częstotliwości za pomocą oporników regulowanych P1, i P2 w obwodach sprzężenia zwrotnego odpowiednio małej i wielkiej częstotliwości.

Generator G, dostarcza sygnał pomiarowy poprzez tłumik regulowany At na elektrodę wejściową B tranzystora badanego. Napięcie z opornika pomiarowego umieszczonego w obwodzie kolektora K tranzystora badanego, jest proporcjonalne do

prądu kolektora i tym samym do współczynnika wzmocnienia prądowego tranzystora. Napięcie to, wzmocnione we wzmacniaczu W, powoduje wychylenie wskazówki miernika wychyłowego M. Z dwóch skal na mierniku odczytywane są jednocześnie: wartość Beta przy wielkiej częstotliwości i wartość częstotliwości charakterystycznej  $f_t$ . Wzmacniacz pomiarowy W, wykonany na tranzystorze T9, wyróżnia się z pośród znanych układów tym, że posiada połączone na stałe szeregowo obciążenia dla wielkiej (rzędu megacykli) i małej (około 1 kHz) częstotliwości, odpowiednio-obwód rezonansowy LC i opornik czynny P3. Pozwala to na uniknięcie jakiegokolwiek przełączania w układzie wzmacniacza przy zmianie częstotliwości pracy. Wartości wzmocnienia dla małej częstotliwości dobiera się za pomocą opornika regulowanego P3 tak, by zapewnić jednakowe wzmocnienie dla obu rodzajów pracy. Dla sprawdzenia prawidłowości pomiaru  $f_t$ , układ przełącza się za pomocą przełącznika P na zakres małej częstotliwości gdzie z miernika wychyłowego M odczytuje się wartość  $\beta_0$ . Otrzymana z poprzedniego pomiaru wartość częstotliwości  $f_t$  nie jest obciążona znaczącym błędem jeżeli wartość współczynnika Beta jest mniejsza od  $0,6 \beta_0$ . W ten sposób za pomocą dwóch operacji pomiarowych zmierzone zostają trzy bardzo ważne parametry tranzystora:  $\beta_0$ ,  $\beta$  i  $f_t$ .

Całość układ zasilana jest z zasilacza Z.

Odmiana układu według wynalazku może zawierać generator i wzmacniacz przełączany dodatkowo na kilka częstotliwości pomiarowych wielkich, co umożliwi pomiar wszystkich rodzajów i typów tranzystorów przy użyciu tego samego przyrządu.

#### Zastrzeżenia patentowe

1. Układ tranzystorowego miernika częstotliwości charakterystycznej  $f_t$  i współczynnika wzmocnienia prądowego tranzystorów **znamienny tym**, że zawiera jednotranzystorowy generator (G) napięć pomiarowych małej i wielkiej częstotliwości z obwodami rezonansowymi dla obu częstotliwości (LmCm, LwCw) połączonymi na stałe w szereg i nieodłączalnymi od tranzystora przy zmianie częstotliwości roboczych oraz wzmacniacz pomiarowy (W), mający w jednym ze stopni końcowych opornik (P3), stanowiący obciążenie dla małej częstotliwości i obwód rezonansowy (L,C), stanowiący obciążenie dla wielkiej częstotliwości połączone na stałe w szereg tak, że wzmocnienie dla małej i wielkiej częstotliwości jest jednakowe.
2. Układ według zastrz. 1 **znamienny tym**, że zawiera oporniki regulowane (P1) i (P2) w obwodach sprzężenia zwrotnego generatora (G) napięć małej i wielkiej częstotliwości, za pomocą których niezależnie od siebie nastawia się precyzyjnie amplitudy drgań małej i wielkiej częstotliwości.

