

# WZMACNIACZ NAPIĘCIOWY RC

## 1. WSTĘP

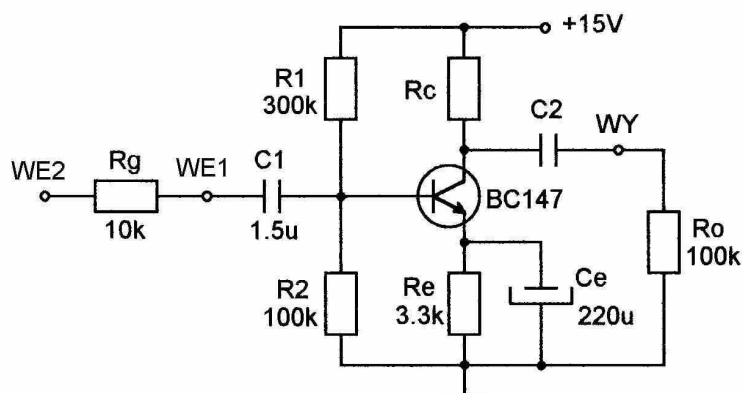
Tematem ćwiczenia są podstawowe właściwości jednostopniowego wzmacniacza pasmowego z tranzystorem bipolarnym.

Zadaniem ćwiczących jest dokonanie pomiaru częstotliwości granicznych oraz wzmocnienia w zakresie średnich częstotliwości jednotranzystorowego wzmacniacza RC z typowym układem zasilania i stabilizacji punktu pracy tranzystora.

Celem ćwiczenia jest zilustrowanie jakościowych i ilościowych związków między podstawowymi parametrami roboczymi wzmacniacza a parametrami elementów układu.

## 2. OPIS TECHNICZNY BADANEGO UKŁADU

W ćwiczeniu wykorzystuje się wkładkę DWT1 (DN011B). Schemat ideowy jednostopniowego tranzystorowego wzmacniacza pasmowego przedstawia Rys.1. Tranzystor pracuje w konfiguracji wspólnego emitera.

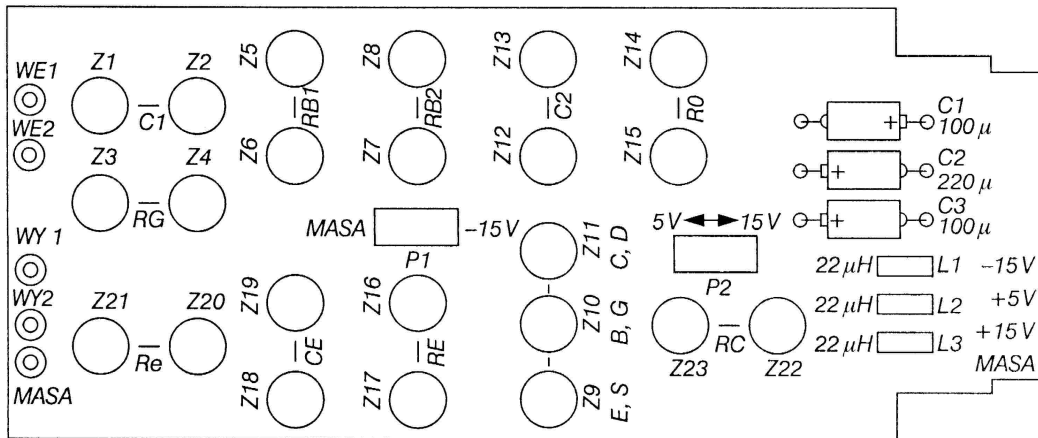


Rys.1. Schemat badanego układu wzmacniacza

Rezystancja  $R_g$  reprezentuje oporność wewnętrzną źródła sygnału wejściowego,  $R_o$  - rezystancję obciążenia układu, elementy  $R_1$  i  $R_2$  stanowią potencjometryczny układ polaryzacji bazy tranzystora, rezystor  $R_c$  jest obciążeniem tranzystora umożliwiającym zmianę napięcia na kolektorze,  $R_e$  - emiterowym (ustalającym wartość stałoprądową prądu emitera, a zatem i kolektora). Pojemności  $C_1$  i  $C_2$  sprzęgają badany układ ze źródłem sygnału sterującego (ew. poprzedni stopień) oraz obciążeniem wzmacniacza, separując te układy stałoprądowo. Kondensator  $C_e$  zwiera składową zmienną prądu emitera (może wpływać na przebieg charakterystyk częstotliwościowych w zakresie niskich częstotliwości).

Wkładka DWT1 umożliwia wymianę wszystkich elementów wzmacniacza dzięki czemu możliwe jest badanie układów z różnymi tranzystorami w różnych konfiguracjach układowych.

Rysunek 2 przedstawia rozmieszczenia zacisków układu od strony elementów. W przedstawianej wersji ćwiczenia przewiduje się wymianę rezystancji  $R_c$  oraz pojemności  $C_2$ .



Rys.2. Wygląd płytki drukowanej wkładki DWT1

### UWAGA !

We wkładce DN011B wejściu WE1 odpowiada wejście WE2 wkładki DWT1 i odpowiednio WE2(DN011B) jest równoważne WE1(DWT1).

### 3. WYKAZ APARATURY POMOCNICZEJ

- generator sinusoidalny przestrajany SGS1 (SN2013)
- wskaźnik poziomu napięcia ac SN6011

### 4. WYNIKI OBLICZEŃ WSTĘPNYCH

wpływ pojemności  $C_e$ :  $f_{dE}=13\text{Hz}$   
 wpływ pojemności  $C_1$ :  $f_1=1.25\text{Hz}$   
 dobór elementów:

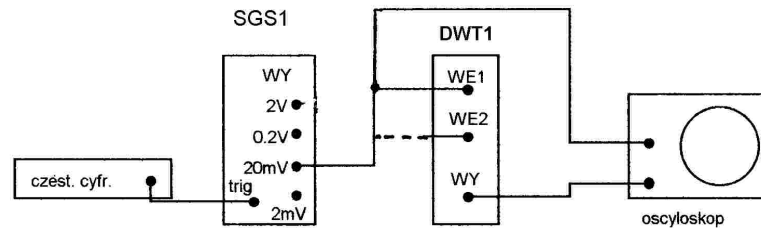
$R_c$	$C_2$	$F_d$	$f_g$	$K_{us}$
2.7k $\Omega$	68nF	23Hz	71kHz	44
470 $\Omega$	39nF	41Hz	---	8
4.7k $\Omega$	39nF	39Hz	41kHz	76

### 5. OBSERWACJE I POMIARY

#### 5.1 Pomiar wzmacnienia skutecznego

Schemat blokowy układu pomiarowego przedstawiono na Rys.3. Przełączniki: P1 ustawić w położeniu - masa a P2 na 15V (tylko wkładka DWT1). Wmontować wskazane przez prowadzącego wartości elementów wymiennych, rezystancji kolektorowej  $R_c$  zaciski Z23 - Z22 oraz pojemności sprzęgającej  $C_2$  zaciski Z12 - Z13. Określić wzmacnienie skuteczne  $k_{us}$  układu mierząc napięcia składowej zmiennej na wejściu WE2, linia przerywana, (WE1 -

DN011B) oraz wyjściu układu WY1 (WY - DN011B). Do pomiaru napięć należy wykorzystać oscyloskop. Amplitudę napięcia sinusoidalnego z generatora SGS1 (SN2013) należy tak dobrać, aby amplituda sygnału wyjściowego była rzędu 200-300mV, co zapewnia spełnienie warunku pracy małosygnałowej wzmacniacza.



Rys.3. Schemat połączeń do pomiaru wzmocnienia

Pomiary w tej części ćwiczenia należy wykonywać w zakresie średnich częstotliwości pasma przenoszenia wzmacniacza, przykładowo 1kHz. Częstotliwość może być mierzona przy pomocy częstotłomiomierza, a w przypadku jego braku musi być odczytana z oscyloskopu. Jaka jest wzajemna zależność wzmocnienia i wielkości rezystancji kolektorowej  $R_c$  ?

### 5.2 Pomiar impedancji wejściowej wzmacniacza

W układzie pomiarowym przedstawionym w poprzednim punkcie (Rys.3) podając napięcie z generatora SGS1 (SN2013) na wejście WE1 układu badanego dokonać pomiaru wzmocnienia  $k_u$  układu. Impedancję wejściową  $r_{we}$  wzmacniacza można obliczyć korzystając z poniższej zależności:

$$k_{us} = k_u \frac{r_{we}}{r_{we} + R_g}, \quad \text{gdzie: } k_{us} = \frac{u_{WY1}}{u_{WE2}}, \quad k_u = \frac{u_{WY1}}{u_{WE1}} \quad (5.2.1)$$

Rezystancję wejściową można również wyznaczyć drogą pośredniego pomiaru prądu wpływającego do wzmacniacza. Jeśli poprzez "trójnik" podać sygnał wejściowy na wejście WE2, to impedancja wejściowa jest ilorazem napięcia na wejściu WE1 i prądu płynącego przez rezystancję  $R_g$ . Należy zatem dokonać pomiaru napięcia na obu wejściach i posłużyć się zależnością 5.2.2.

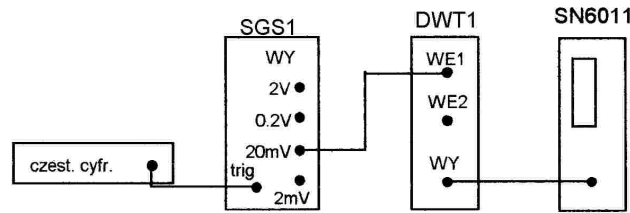
$$r_{we} = \frac{R_g u(WE1)}{u(WE2) - u(WE1)} \quad (5.2.2)$$

Wyznaczoną wartość porównać z teoretyczną wyliczoną z zależności  $r_{we} = R_B \parallel r_{b'e}$ , ( $R_B = R_1 \parallel R_2$ ,  $r_{b'e} = 12k\Omega$ ). (5.2.3)

### 5.3 Pomiar pasma przenoszenia wzmacniacza

Schemat połączeń układu pomiarowego przedstawiono na Rys.4. Częstotliwości graniczne wzmacniacza można wyznaczyć wykorzystując wskaźnik poziomu napięcia wyjściowego SN6011 - 3dB spadku wzmocnienia. Poziom 0dB na wskaźniku powinien być ustawiony przy

środkowej częstotliwości pasma, np. tej, przy której mierzone było wzmocnienie w punkcie 5.1. Należy



Rys.4. Schemat blokowy układu połączeń do pomiaru pasma przenoszenia wzmacniacza

ustawić największą czułość wskaźnika SN6011 (pokrętko maksymalnie w prawo), dzięki czemu wzmacniacz może być wysterowany możliwie najmniejszym sygnałem, co pozwoli na lepsze przybliżenie warunków pracy małosygnałowej.

Pomiaru częstotliwości granicznych dokonuje się przestrajając częstotliwość generatora sinusoidalnego aż do uzyskania spadków 3dB w zakresie dużych i małych częstotliwości. Amplituda sygnału z generatora podczas pomiarów, dla danej kombinacji elementów wzmacniacza, musi pozostawać **stała**. Częstotliwość może być mierzona na dowolnym wyjściu generatora.

W przypadku braku wkładki SN6011 do wyznaczenia pasma przenoszenia należy posłużyć się oscyloskopem. Zgodnie z definicją, częstotliwość połowy mocy  $\equiv$  graniczna jest wtedy, kiedy napięcie wyjściowe bądź współczynnik wzmocnienia zmniejszają się do  $\sim 0.7$  ich wartości dla częstotliwości średnich również przy stałej amplitudzie sygnału sterującego.

Szerokość pasma wzmacniacza oblicza się z zależności  $\Delta f = f_g - f_d$ .

Porównać zmierzone wartości górnych częstotliwości granicznych wzmacniacza z obliczonymi z zależności 5.3.1.

$$f_g = \frac{1}{2\pi(R_g \parallel R_b)(C_e + C_{jc} g_m R_L)} \quad (5.3.1)$$

gdzie:

$$R_b = R_B \parallel r_{b'e} = 10.3k\Omega \quad (R_B = R_1 \parallel R_2, \quad r_{b'e} = 12k\Omega),$$

$$R_L = R_C \parallel R_0,$$

$$g_m = 0.03S,$$

$$C_e = 11.5pF,$$

$$C_{jc} = 5.4pF,$$

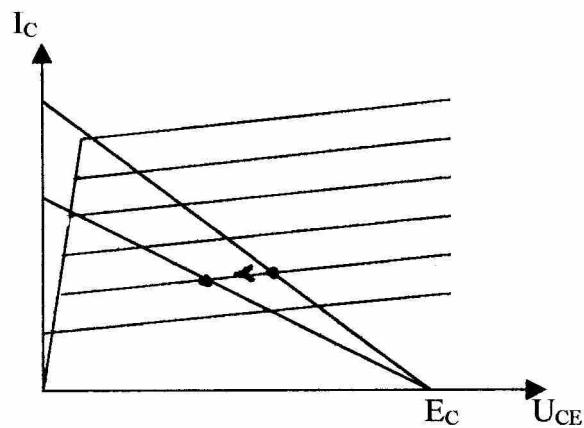
Pomiary przeprowadzić dla różnych wartości elementów  $R_c$  i  $C_2$  wskazanych przez prowadzącą ćwiczenie.

W tej części ćwiczenia, **tylko we wkładce DWT1**, można także obserwować wpływ pojemności równoległych na pasmo przenoszenia wzmacniacza, dołączając równolegle do rezystancji  $R_0$  (zaciski Z14 - Z15) pojemność 200pF.

#### 5.4 Obserwacja przebiegu napięcia wyjściowego przy przesterowaniu wzmacniacza

Schemat blokowy układu do realizacji tej części ćwiczenia przedstawia Rys.3. Sygnał sterujący podać na wejście WE1. W układzie zamontować rezystancję kolektorową  $R_c$ , zaciski Z23 - Z22, o wartości najmniejszej z dostępnych; pojemność sprzęgająca C2 może mieć wartość dowolną. Częstotliwość sygnału wejściowego należy ustawić w zakresie częstotliwości średnich pasma wzmacniacza tak jak w punktach 5.1, 5.2. Należy tak dobrać amplitudę sygnału wejściowego aby napięcie wyjściowe było wyraźnie zniekształcone tylko z jednej "strony". Wyłączyć napięcie zasilania i wymienić rezystancję kolektorową na tę o największej wartości. Włączyć napięcie zasilające i **nie zmieniając** amplitudy sygnału wejściowego zaobserwować kształt napięcia wyjściowego, przebieg naszkicować w protokóle. Czy są różnice w kształcie zniekształceń po obu "stronach" przebiegu ? Jaka była przyczyna powstania zniekształceń przed wymianą rezystancji  $R_c$ , a jaka tych, które pojawiły się po wymianie?. Do analizy posłużyć się Rys.5.

Zmniejszyć amplitudę sygnału wejściowego do tego stopnia aż znikną oba rodzaje zniekształceń i zanotować wartość napięcia wejściowego. Powrócić do pierwotnej wartości rezystancji  $R_c$  (najmniejszej) i doprowadzić do pojawienia się zniekształceń po obu stronach przebiegu. Porównać wartości poziomu napięcia wejściowego; jak można uzasadnić wynik ?.



Rys.5. Charakterystyki robocze dla dwóch różnych wartości  $R_c$

