

Ćwiczenie 13

Temat: Wzmacniacz w układzie wspólnego kolektora.

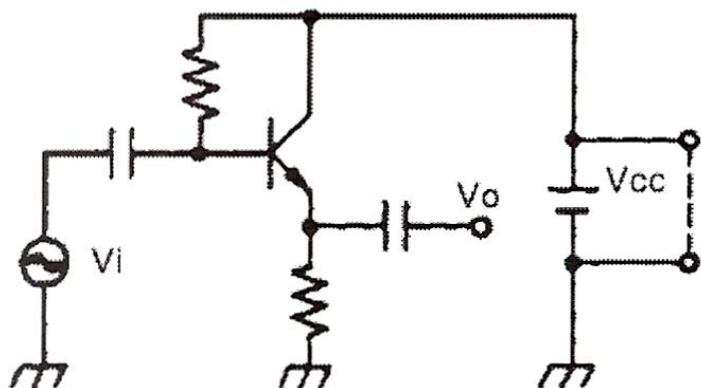
Cel ćwiczenia

1. Poznanie zasady pracy wzmacniacza w układzie OC.
2. Wyznaczenie charakterystyk wzmacniacza w układzie OC.

INSTRUKCJA DO WYKONANIA ZADANIA

Przestrzegaj zasad BHP przy pomiarach elektrycznych. Zachowaj ostrożność w czasie ćwiczenia. Sprawdź stan elementów zastosowanych w ćwiczeniu oraz narzędzi.

Wzmacniacz w układzie OC przedstawiono na rys. 6-3-1. Zgodnie z zasadą superpozycji napięcie V_{oc} może być widziane jako zwarcie układu dla sygnału przemiennego. C jest wyprowadzeniem wspólnym napięć V_i i V_o . Innymi słowy punkt C jest uziemiony. Ponieważ napięcie wyjściowe wyprowadzane z emitera podąża za napięciem wejściowym, zatem układ ten jest nazywany wtórnikiem emiterowym.

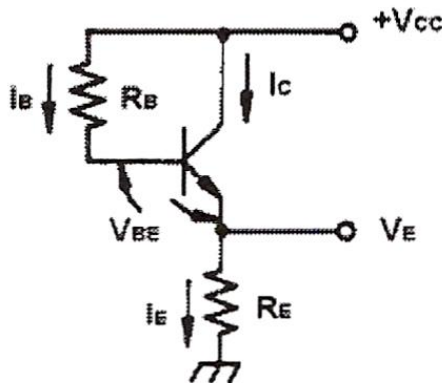


Gdy rozważa się napięcia V_i i V_o ,
To napięcie V_{CC} może być widziane
Jako zwarcie układu

Rys. 6-3-1 Podstawowy układ wzmacniacza pracującego w układzie OC

Projekt polaryzacji wstępnej dla wzmacniacza pracującego w układzie ze wspólnym kolektorem.

1. Układ polaryzacji z emiterowym sprzężeniem zwrotnym.



Rys. 6-3-2 Układ polaryzacji z emiterowym sprzężeniem zwrotnym

Układ polaryzacji wstępnej z emiterowym sprzężeniem zwrotnym przedstawiono na rys. 6-3-2. Rezystancja R_E zwiększa stabilność układu, który można zanalizować następująco:

$$V_{CC} = I_B R_E + V_{BE} + I_E R_E = I_E R_E + V_{BE} + (1 + \beta) I_B R_E$$

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B + (1 + \beta) I_B R_E} \approx \frac{V_{CC}}{R_B + \beta R_E}$$

$$I_E = I_B + I_C = (1 + \beta) I_B \approx \beta I_B$$

$$V_E = I_E R_E = (1 + \beta) I_B R_E \approx \beta I_B R_E$$

2. Układ polaryzacją stałą

Jak to przedstawiono na rys. 6-3-2, układ z polaryzacją stałą jest układem polaryzacji niezależnej od współczynnika wzmocnienia β .

Ponieważ w powyższych zależnościach β nie występuje, zatem ta konfiguracja polaryzowania odznacza się znaczną stabilnością.

Analiza wzmacniacza ze wspólnym kolektorem dla sygnału przemiennego

Układ zastępczy dla sygnału przemiennego układu przedstawionego na rys. 6-3-3(a) przedstawiono na rys. 6-3-3(b). Rezystancja R_{ac} z rys. 6-3-3(b) jest równa $R_e \parallel R_L$.

1. Ponieważ

$$\begin{aligned} V_i &= I_b \times R_i + (I_b + h_{fe} I_b) \times R_{ac} \\ &= I_b \times R_i + (1 + h_{fe}) I_b \times R_{ac} \\ &= I_b \times [R_i + (1 + h_{fe}) R_{ac}] \end{aligned}$$

oraz rezystancja wejściowa $R_{in}' = V_i / I_b$, zatem: $R_{in}' = R_i + (1 + h_{fe}) R_{ac}$

Rezystancja wejściowa $R_{in} = R_b \parallel R_{in}' \approx R_b \parallel h_{fe} R_{ac} \gg R_i$

2. $V_o = (I_b + h_{fe} I_b) \times R_{ac} = (1 + h_{fe}) I_b \times R_{ac}$

$R_i \div R_s$

3.

$$\begin{aligned} A_v &= V_o / V_i, \quad Z_o = R_{ac} \parallel \frac{R_i + R_s}{1 + h_{fe}} \\ &= \frac{(1 + h_{fe}) I_b R_{ac}}{I_b [R_i + (1 + h_{fe}) R_{ac}]} \\ &= \frac{(1 + h_{fe}) R_{ac}}{R_i + (1 + h_{fe}) R_{ac}} \end{aligned}$$

Ponieważ $R_i \ll (1 + h_{fe}) R_{ac}$, zatem $A_v \approx 1$, lecz jest mniejsze od 1

4. $A_i = (I_b + h_{fe} I_b) / I_b = 1 + h_{fe}$

Z powyższej analizy wynika, że wzmacniacz w układzie ze wspólnym kolektorem ma następujące parametry:

a) Bardzo duża impedancja wejściowa Z_i

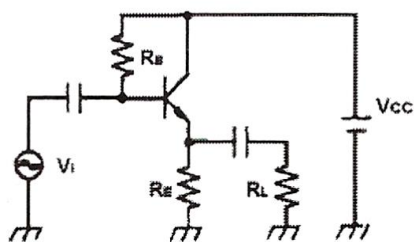
b) Wzmocnienia napięciowe $A_v \approx 1$

c) Wzmocnienie prądowe A_i wzmacniacza w układzie ze wspólnym kolektorem (OC) jest nieco większe od wzmocnienia prądowego A_i wzmacniacza w układzie ze wspólnym emiterem (OE). Wzmocnienie prądowe A_i wzmacniacza ze wspólnym kolektorem jest równe $1 + h_{fe}$.

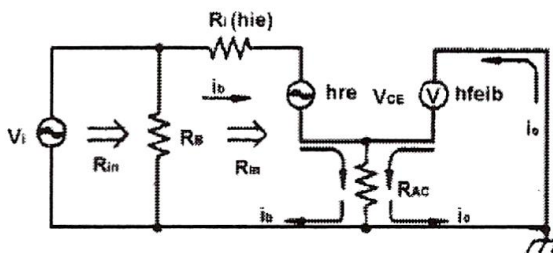
d) Impedancja wyjściowa Z_o jest bardzo mała.

e) Napięcie wyjściowe V_o jest takie same jak napięcie wejściowe V_i .

Wzmacniacz w układzie ze wspólnym kolektorem nie nadaje się do wzmacniania napięcia, lecz jest on przydatny do dopasowywania impedancji. Wzmacniacz w układzie ze wspólnym kolektorem jest czasem stosowany w aplikacjach wzmacniania prądowego.



(a)



(b) Układ zastępczy

Rys. 3-3-3 Użyty do analizy układ zastępczy wzmacniacza ze wspólnym kolektorem

NIEZBĘDNY SPRZĘT LABORATORYJNY

1. KL-22001 — podstawowy moduł edukacyjny z laboratorium układów elektrycznych.

2. KL-25003 — moduł układu wzmacniacza tranzystorowego.

3. Oscyloskop

4. Multimetr

PROCEDURA

1. Ustawić moduł KL-25003 na module KL-22001 (moduł edukacyjny laboratorium z podstawowych układów elektrycznych), poczym zlokalizować blok c. Wykonać połączenia posługując się układem pomiarowym przedstawionym na rys. 6-3-4 i schematem montażowym przedstawionym na rysunku 6-3-5. Dołączyć do układu za pomocą przewodów potencjometr VR2. Do modułu KL-25003 doprowadzić napięcie stałe +12V z zasilacza o napięciu ustawionym na stałe znajdującego się w module KL-22001.
2. Kręcąc potencjometrem VR2 (10 kΩ) zmieniać napięcie V_B . Mierzyć jednocześnie i zapisywać w tablicy 6-3-1 wartości napięć V_E i V_B .
3. Wykonać połączenia posługując się układem pomiarowym przedstawionym na rys. 6-3-6 i schematem montażowym przedstawionym na rysunku 6-3-7. Dołączyć do układu za pomocą przewodów potencjometr VR2. Do modułu KL-25003 doprowadzić napięcie stałe +12V z zasilacza o napięciu ustawionym na stałe znajdującego się w module KL-22001.
4. Ustawić potencjometr VR2 (10 kΩ) tak, aby $V_E = V_{CC}/2 = 6\text{ V}$.
5. Do wyprowadzeń wejściowych IN doprowadzić z generatora funkcyjnego znajdującego się w module KL-22001 sygnał sinusoidalny o częstotliwości 1 kHz. Do wyprowadzeń wyjściowych OUT dołączyć oscyloskop z ustawionym na nim typem sygnału wejściowego AC (sygnał przemienny).
6. Stopniowo zwiększać amplitudę sygnału sinusoidalnego aż do momentu, gdy przebieg wyświetlany przez oscyloskop jeszcze nie jest odkształcony.
7. Posługując się oscyloskopem zmierzyć i zapisać w tablicy 6-3-2 wartości napięcia sygnału V_i i napięcia wyjściowego V_o .
8. Posługując się oscyloskopem zmierzyć i zapisać w tablicy 6-2-2 wartości napięcia V_A i odpowiednio V_B .
9. Kręcąc potencjometrem VR2, obserwować, czy przebieg wyjściowy nie jest odkształcony.
10. Wypełnić tablicę 6-2-2 wartościami obliczonymi z poniższych wzorów:

$$I_e = \frac{V_o}{R_b}, \quad I_b = \frac{V_a - V_b}{R_b}, \quad A_v = \frac{V_o}{V_i}, \quad A_i = \frac{I_e}{I_b}, \quad A_p = A_v \times A_i, \text{ oraz } Z_{in} = \frac{V_b}{I_b}$$

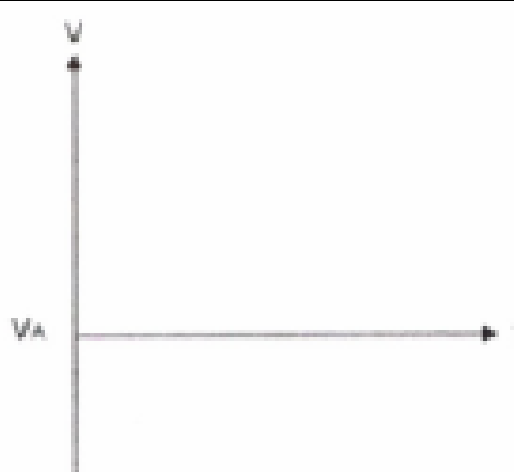
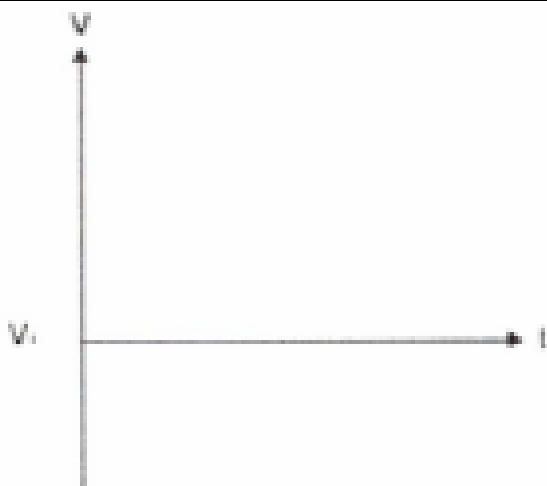
Tablica 6-3-1

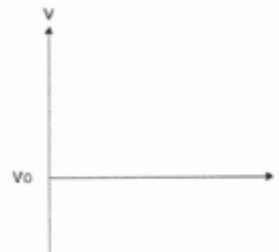
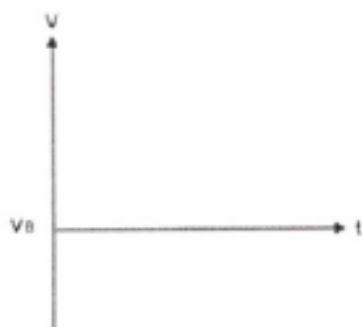
V_B	2V	3V	4V	5V
V_E				

Tablica 6-3-3

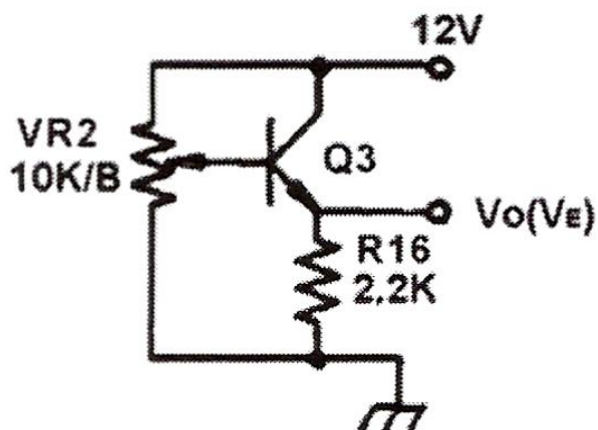
$V_{A(V_{pp})}$	$V_{B(V_{pp})}$	$V_{O(V_{pp})}$	I_e	I_b
A_v	A_i	A_p	Z_{in}	

Tablica 6-3-2

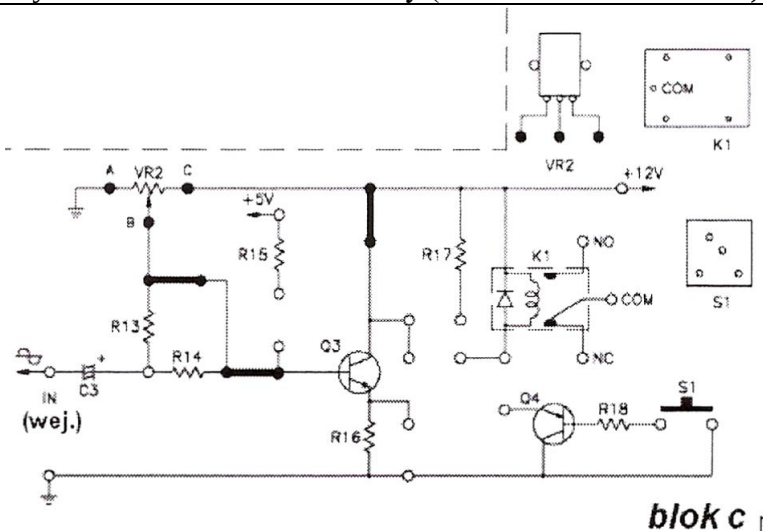




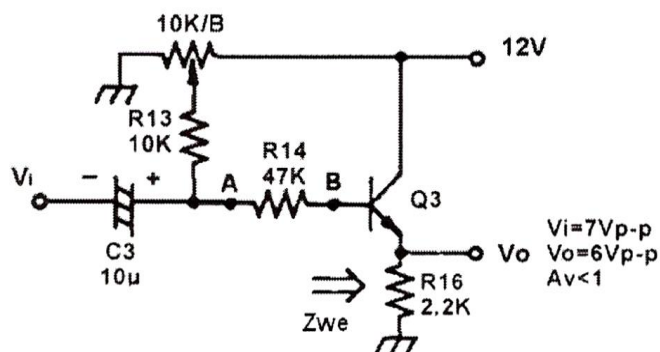
Rys. 6-3-4



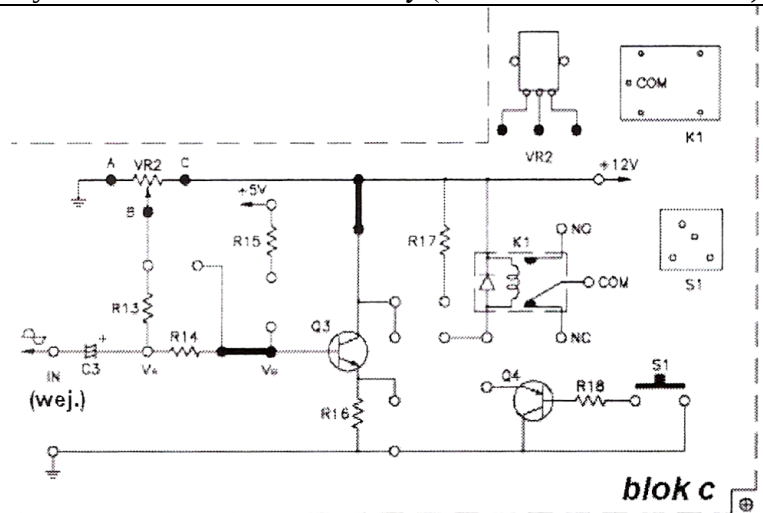
Rys. 6-3-5 Schemat montażowy (moduł KL-25003 blok c)



Rys. 6-3-6



Rys. 6-3-7 Schemat montażowy (moduł KL-25003 blok c)



PODSUMOWANIE

Wzmacniacz pracujący w układzie wspólnego kolektora (OC) ma następujące własności.

1. Duża impedancja wejściowa i mała impedancja wyjściowa.
2. Duże wzmocnienie prądowe i małe wzmocnienie napięciowe równe prawie 1 (układ ten jest też nazywany wtórnikiem emiterowym).
3. Sygnał wyjściowy jest w fazie z sygnałem wejściowym.
4. Nadaje się do dopasowywania impedancji, jest też stosowany jako prądowy układ sterujący.

Zespół Szkół Mechanicznych w Namysłowie Pomiary elektryczne i elektroniczne	Imię i nazwisko			
Temat ćwiczenia: Wzmacniacz w układzie wspólnego kolektora.	Nr ćw 13	Klasa 2TZ	Grupa	Zespół
	Data wykonania	OCENY		
		Samoocena	Wykonanie	Ogólna

CEL CWICZENIA;

Wykaz materiałów

Wykaz narzędzi i sprzętu

Wykaz aparatury kontrolno-pomiarowej.

1. Ustawić moduł KŁ-25003 na module KL-22001 (moduł edukacyjny laboratorium z podstawowych układów elektrycznych), poczym zlokalizować blok c. Wykonać połączenia posługując się układem pomiarowym przedstawionym na rys. 6-3-4 i schematem montażowym przedstawionym na rysunku 6-3-5. Dołączyć do układu za pomocą przewodów potencjometr VR2. Do modułu KL-25003 doprowadzić napięcie stałe +12V z zasilacza o napięciu ustawionym na stałe znajdującego się w module KL-22001.
2. Kręcąc potencjometrem VR2 (10 kΩ) zmieniać napięcie V_B . Mierzyć jednocześnie i zapisywać w tablicy 6-3-1 wartości napięć V_E i V_B .
3. Wykonać połączenia posługując się układem pomiarowym przedstawionym na rys. 6-3-6 i schematem montażowym przedstawionym na rysunku 6-3-7. Dołączyć do układu za pomocą przewodów potencjometr VR2. Do modułu KL-25003 doprowadzić napięcie stałe +12V z zasilacza o napięciu ustawionym na stałe znajdującego się w module KL-22001.
4. Ustawić potencjometr VR2 (10 kΩ) tak, aby $V_E = V_{cc}/2 = 6\text{ V}$.
5. Do wyprowadzeń wejściowych IN doprowadzić z generatora funkcyjnego znajdującego się w module KL-22001 sygnał sinusoidalny o częstotliwości 1 kHz. Do wyprowadzeń wyjściowych OUT dołączyć oscyloskop z ustawionym na nim typem sygnału wejściowego AC (sygnał przemienny).
6. Stopniowo zwiększać amplitudę sygnału sinusoidalnego aż do momentu, gdy prze bieg wyświetlany przez oscyloskop jeszcze nie jest odkształcony.
7. Posługując się oscyloskopem zmierzyć i zapisać w tablicy 6-3-2 wartości napięcia sygnału V_i i napięcia wyjściowego V_o .
8. Posługując się oscyloskopem zmierzyć i zapisać w tablicy 6-2-2 wartości napięcia V_A i odpowiednio V_B .
9. Kręcąc potencjometrem VR2, obserwować, czy przebieg wyjściowy nie jest odkształcony.
10. Wypełnić tablicę 6-2-2 wartościami obliczonymi z poniższych wzorów:

$$I_e = \frac{V_o}{R_b}, \quad I_b = \frac{V_a - V_b}{R_b}, \quad A_v = \frac{V_o}{V_i}, \quad A_i = \frac{I_e}{I_b}, \quad A_p = A_v \times A_i, \text{ oraz } Z_{in} = \frac{V_b}{I_b}$$

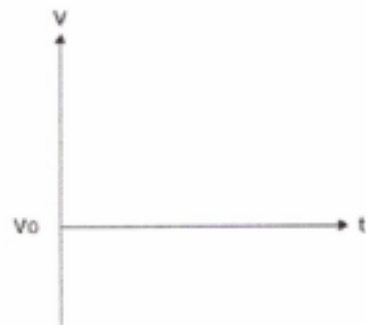
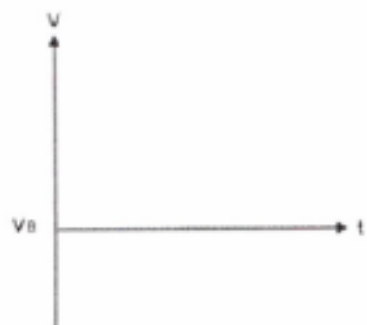
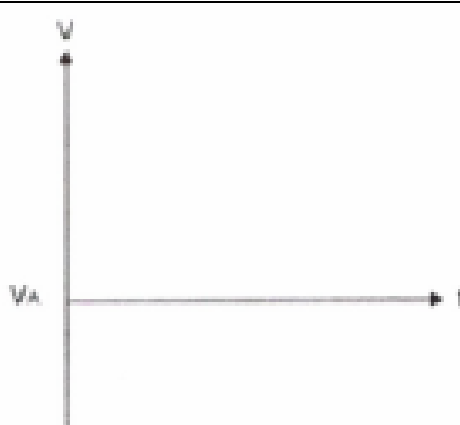
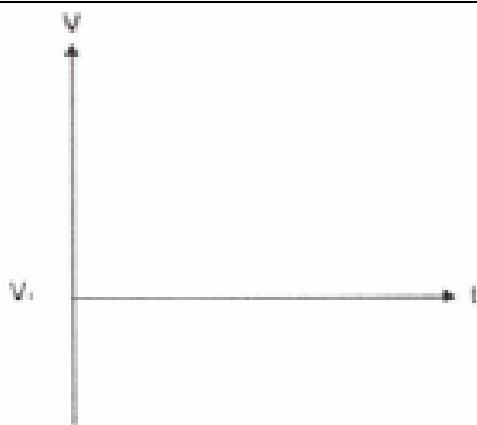
Tablica 6-3-1

V_B	2V	3V	4V	5V
V_E				

Tablica 6-3-3

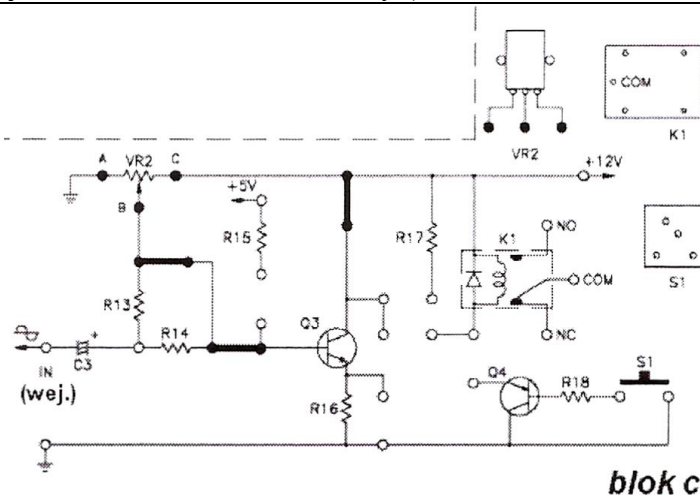
$V_{A(Vpp)}$	$V_{B(Vpp)}$	$V_{O(Vpp)}$	I_e	I_b
A_v	A_i	A_p	Z_{in}	

Tablica 6-3-2



Narysować schemat potrzebny do wykonania zadania

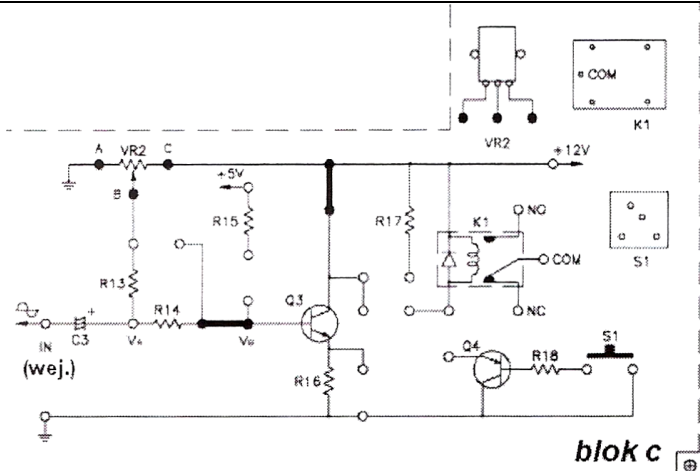
Rys. 6-3-5 Schemat montażowy (moduł KL-25003 blok c)



blok c

Narysować schemat potrzebny do wykonania zadania

Rys. 6-3-7 Schemat montażowy (moduł KL-25003 blok c)



blok c

WNIOSKI I SPOSTRZEŻENIA