

Stanisław Chlebek | www.echlebek.pl

PODSTAWY ELEKTRONIKI I TECHNIKI CYFROWEJ

opracowanie zagadnieo

dwiczenie 1

Badanie wzmacniacza ze wspólnym emiterem

POLITECHNIKA KRAKOWSKA

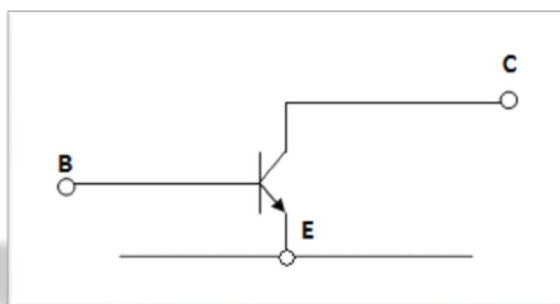


Wydział Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej

Kierunek informatyka

By Stanisław Chlebek


1. Schemat ideowy układu OE, działanie, rola elementów,



B – baza (wejście);

E – emiter (wyjście);

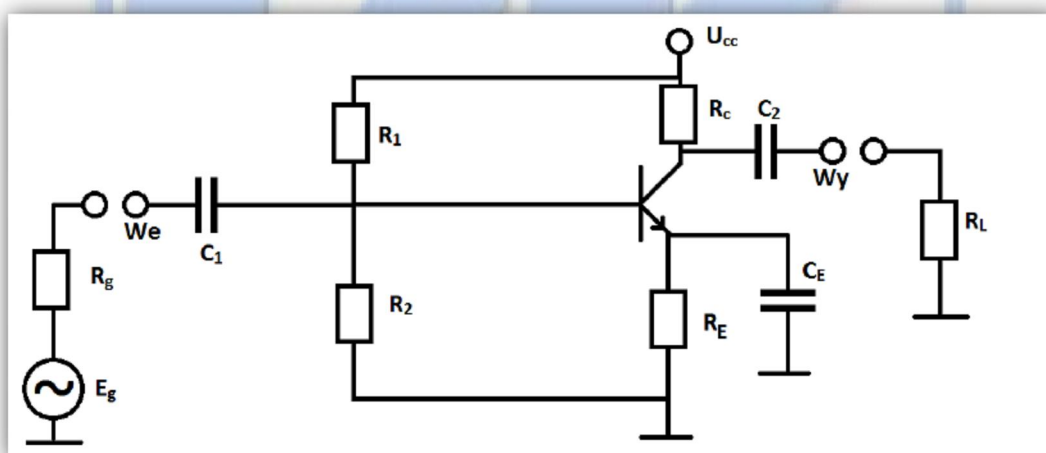
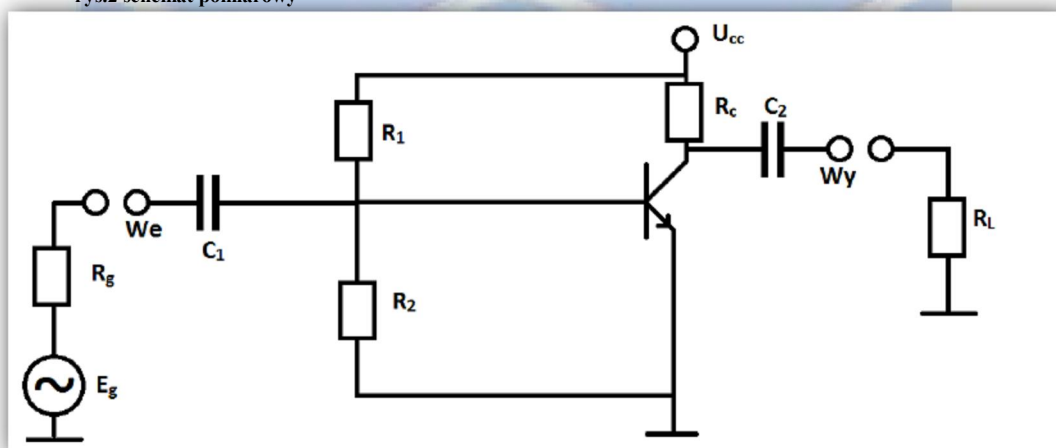
C – kolektor;

 – tranzystor.

rys.1 schemat ideowy

Poniżej znajdują się schematy pomiarowy (nie wymagane na kolokwium dopuszczeniowy - może być potrzebne przy przygotowywaniu sprawozdania).

rys.2 schemat pomiarowy



rys.3 schemat pomiarowy z wpiętym kondensatorem

Rola poszczególnych elementów:

R_C – rezystor kolektora – polaryzacja kolektora;

R_E – rezystor emitera – polaryzacja emitera;

R_1, R_2 – rezystory – polaryzacja bazy;

C_1, C_2 – kondensatory – eliminują składową stałą, zapobiegają zmianę punktu pracy od rezystancji źródła i wyjścia;

U_{CC} – źródło napięciowe stałe;

C_E – kondensator emitera – zapewnia sprzężenie zwrotne emiterowe;

E_g – źródło napięcia;

R_g – rezystancja wewnętrzna źródła napięcia;

R_L – rezystancja obciążenia.

2. Własności układów OE, OB, OC,

OE - Wspólny emiter - jeden z trzech podstawowych układów wzmacniaczy na tranzystorach bipolarnych, odpowiednik układów ze wspólnym źródłem na tranzystorach FET i ze wspólną katodą na lampach elektronowych; pozostałe dwa układy wzmacniaczy to układy ze wspólną bazą oraz ze wspólnym kolektorem.

Zasadniczą cechą tego rodzaju wzmacniaczy jest to, że wzmacniane napięcie sygnału wejściowego podawane jest pomiędzy bazę a emiter tranzystora, natomiast sygnał po wzmacnieniu odbierany jest pomiędzy kolektora a emitera. Emiter jest więc "wspólny" dla sygnałów wejściowego i wyjściowego - stąd nazwa układu.

Wzmacniacze ze wspólnym emiterem są najczęściej wykorzystywanym typem wzmacniaczy, szczególnie w zakresie niezbyt wysokich częstotliwości, np. we wzmacniaczach częstotliwości akustycznych. Zapewniają stosunkowo wysokie wzmocnienie napięciowe; wzmocnienie prądowe jest także znacznie większe od jedności.

OB - Wspólna baza - jeden z trzech podstawowych układów wzmacniaczy na tranzystorach bipolarnych, odpowiednik układów ze wspólną bramką na tranzystorach FET i ze wspólną siatką na lampach elektronowych; pozostałe dwa układy wzmacniaczy to układy ze wspólnym kolektorem oraz ze wspólnym emiterem.

Zasadniczą cechą tego rodzaju wzmacniaczy jest to, że wzmacniane napięcie sygnału wejściowego podawane jest pomiędzy bazę a emiter tranzystora, natomiast sygnał po wzmacnieniu odbierany jest pomiędzy bazy i kolektora. Baza jest więc "wspólna" dla sygnałów wejściowego i wyjściowego - stąd nazwa układu.

Wzmocnienie napięciowe układu ze wspólną bazą jest większe od jedności, charakteryzuje się natomiast niską impedancją wejściową. Często wykorzystywany jest tam, gdzie zachodzi potrzeba dopasowania do źródeł sygnału o małej impedancji

Stanisław Chlebek | www.echlebek.pl

wyjściowej, np. w przedwzmacniaczach do mikrofonów magnetoelektrycznych z ruchomą cewką. Inną cechą wzmacniaczy ze wspólną bazą to fakt, że wolne są one od efektu Millera (we wzmacniaczach ze wspólnym emiterem zwiększa on pojemność wejściową niekorzystnie wpływając na parametry w zakresie wyższych częstotliwości), dzięki czemu układ może być wykorzystywany we wzmacniaczach w.c.z., np. w głośnicach UKF i VHF.

OC - Wspólny kolektor - jeden z trzech podstawowych układów wzmacniaczy na tranzystorach bipolarnych, odpowiednik układów ze wspólnym drenem na tranzystorach FET i ze wspólną anodą na lampach elektronowych; pozostałe dwa układy wzmacniaczy to układy ze wspólną bazą oraz ze wspólnym emiterem.

Zasadniczą cechą tego rodzaju wzmacniaczy jest to, że wzmacniane napięcie sygnału wejściowego podawane jest pomiędzy bazę a kolektor tranzystora, natomiast sygnał po wzmocnieniu odbierany jest pomiędzy kolektora a emitera. Kolektor jest więc "wspólny" dla sygnałów wejściowego i wyjściowego - stąd nazwa układu.

Wzmacniacz ze wspólnym kolektorem ma wzmocnienie napięciowe równe jeden (ściślej: nieznacznie mniej, niż jeden), wobec czego na wyjściu wzmacniacza otrzymuje się "powtórzone" napięcie z wejścia, stąd druga powszechnie używana nazwa takich wzmacniaczy - wtórnik emiterowy. Pomimo braku wzmocnienia napięciowego, wtórnik emiterowy charakteryzują się wysokim wzmocnieniem prądowym. Impedancja wejściowa wzmacniacza w tym układzie jest wysoka, a wyjściowa - niska. Układ często wykorzystywany wszędzie tam, gdzie zachodzi potrzeba wysterowania następnych stopni wzmacniacza wymagających stosunkowo dużego sygnału prądowego, np. do sterowania stopni koocowych wzmacniaczy dużej mocy.

3. Wzmocnienie, rodzaje, sposób wyznaczania,

- **Wzmocnienie mocy**

Ogólna definicja

Wzmocnienie mocy w decybelach, jest definiowane jako:

$$G = 10 \log \left(\frac{P_{wy}}{P_{we}} \right) \text{ dB}$$

gdzie P_{we} i P_{wy} są mocami odpowiednio na wejściu i wyjściu mierzonego obwodu.

Stanisław Chlebek | www.echlebek.pl

Zaś **wzmocnienie mocy** w watach na wat:

$$G = \frac{P_{wy}}{P_{we}} \text{ W/W}$$

Czasami można spotkać się z innymi definicjami wzmocnienia mocy, mającymi inaczej przyjęte moce wejściowe i wyjściowe (np. w układach RF).

- **Wzmocnienie mocy średniej**

Wzmocnienie mocy średniej (z ang. Average Power Gain) dwuwrotnika (np. wzmacniacza mocy) jest definiowane jako:

$$G_P = \frac{P_{obc}}{P_{we}}$$

gdzie

- P_{obc} jest mocą średnią wydzieloną w obciążeniu
- P_{we} jest mocą średnią dostarczoną ze źródła do dwuwrotnika.

Używając parametrów macierzy rozproszenia można je przedstawić jako:

$$G_P = \frac{|S_{21}|^2(1 - |\Gamma_L|^2)}{|1 - \Gamma_L S_{22}|^2 - |S_{11} - \Gamma_L \Delta_s|^2}$$

gdzie

- S_{xy} są elementami macierzy rozproszenia dwuwrotnika
- Γ_L jest współczynnikiem odbicia mocy obciążenia
- $\Delta_s = S_{11} S_{22} - S_{12} S_{21}$

- **Wzmocnienie mocy przetwornika**

Wzmocnienie mocy przetwornika (z ang. Transducer Power Gain) jest definiowane jako:

$$G_T = \frac{P_{obc}}{P_{zr, maks}}$$

gdzie

- P_{obc} jest mocą średnią wydzieloną w obciążeniu
- $P_{zr, maks}$ jest dysponowaną mocą dostarczoną ze źródła do dwuwrotnika.

Źródło sygnału dostarcza do dwuwrotnika moc dysponowaną wtedy, gdy impedancja źródła równa się sprzężonej impedancji widzianej z wrót wejściowych dwuwrotnika.

Ta definicja wzmocnienia jest bardzo często stosowana w układach RF.

- **Dysponowane wzmocnienie mocy**

Dysponowane wzmocnienie mocy (z ang. Available Power Gain lub Maximum Available Gain (MAG)) definiowane jest jako:

$$G_A = \frac{P_{obc,maks}}{P_{zr,maks}}$$

gdzie

- $P_{obc,maks}$ jest dysponowaną mocą wydzieloną w obciążeniu
- $P_{zr,maks}$ jest dysponowaną mocą dostarczoną ze źródła do dwuwrotnika.

Na obciążeniu wydziela się moc dysponowana wtedy, gdy impedancja obciążenia równa się sprzężonej impedancji widzianej z wrót wyjściowych dwuwrotnika.

- **Wzmocnienie napięcia**

Wzmocnienie napięcia w decybelach wyraża się wzorem:

$$G = 10 \log \left(\frac{V_{wy}}{V_{we}} \right)^2 \text{ dB}$$

lub równoważnym mu:

$$G = 20 \log \left(\frac{V_{wy}}{V_{we}} \right) \text{ dB}$$

gdzie:

- V_{wy} jest napięciem na wyjściowych zaciskach układu
- V_{we} jest napięciem na wejściowych zaciskach układu

Moc można zapisać wzorem: $P = V^2 / R$. Zgodnie z tym, wzór na wzmocnienie mocy można zapisać jako:

$$G = 10 \log \frac{\left(\frac{V_{wy}^2}{R_{wy}} \right)}{\left(\frac{V_{we}^2}{R_{we}} \right)} \text{ dB}$$

Stanisław Chlebek | www.echlebek.pl

W przypadku gdy wejściowa i wyjściowa impedancja R_{we} i R_{wy} są sobie równe, wzór powyższy upraszcza się do podanej definicji wzmocnienia napięcia. Wynika z tego, że w przypadku równości podanych impedancji wzmocnienie napięciowe jest równe wzmocnieniu mocy (gdy oba wzmocnienia są podane w decybelach).

- **Wzmocnienie (natężenia) prądu**

Wzmocnienie prądu w decybelach wyraża się wzorem:

$$G = 10 \log \left(\frac{I_{wy}}{I_{we}} \right)^2 \text{ dB}$$

lub równoważnym mu:

$$G = 20 \log \left(\frac{I_{wy}}{I_{we}} \right) \text{ dB}$$

gdzie:

- I_{wy} jest natężeniem prądu na wyjściu układu
- I_{we} jest natężeniem prądu na wejściu układu

Analogicznie jak uprzednio moc można zapisać wzorem: $P = I^2 R$. Zgodnie z tym, wzór na wzmocnienie mocy można zapisać jako:

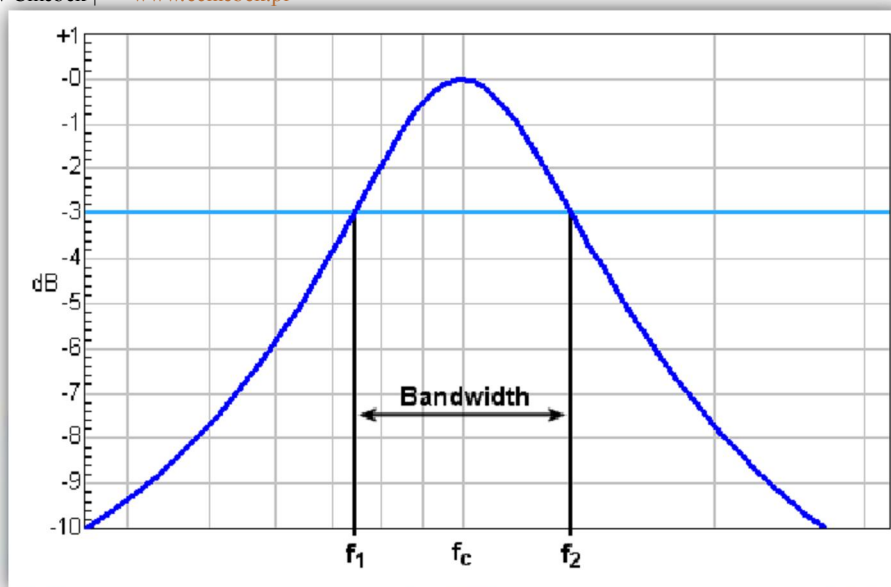
$$G = 10 \log \frac{(I_{wy}^2 R_{wy})}{(I_{we}^2 R_{we})} \text{ dB}$$

W przypadku gdy wejściowa i wyjściowa impedancja R_{we} i R_{wy} są sobie równe, wzór powyższy upraszcza się do podanej definicji wzmocnienia prądu. Wynika z tego, że w przypadku równości podanych impedancji wzmocnienie prądowe jest równe wzmocnieniu mocy (gdy oba wzmocnienia są podane w decybelach).

4. Wyznaczanie pasma przenoszenia,

Pasmo przenoszenia (także: *pasmo przepustowe*) – zakres częstotliwości, w którym tłumienie sygnału jest nie większe niż 3 dB (spadek amplitudy o 3 dB w stosunku do amplitudy wejściowej – amplituda osiąga wtedy nie mniej niż 70,7% amplitudy).

Przedstawiona definicja odwzorowuje zachowanie układów realizowalnych fizycznie, mających charakter filtru dolnoprzepustowego.



Pasmem dla filtru pasmowego określa się różnicę między górną i dolną częstotliwością graniczną.

5. Sposób odwracania fazy w układzie OE,

W układzie OE następuje odwrócenie fazy sygnału wyjściowego względem wejściowego. Wzrostowi napięcia wejściowego towarzyszy wzrost prądu bazy i wzrost prądu kolektora. Zwiększa to spadek napięcia na rezystancji i obciążenia i zmniejszenie napięcia na kolektorze.

Ujemne sprzężenie zwrotne stosuje się w celu poprawienia właściwości wzmacniaczy elektronicznych. Umożliwia ono:

- Rozszerzenie pasma przenoszenia,
- Zmianę impedancji wejściowej i wyjściowej wzmacniacza, a zatem osiągnięcie dopasowania energetycznego wzmacniacza do źródła sygnału wzmacnianego, a jednocześnie do odbiornika sygnału wzmacnianego
- Stabilizację wzmocnienia to znaczy uniezależnienie go od czynników zewnętrznych takich jak: wahania temperatury i napięcia zasilającego. Pogarszanie się parametrów elementów wzmacniających na skutek starzenia się ich itp. Czynnikiem.

6. Zastosowanie układów OE, OB, OC.

- **Zastosowanie układu OE**

Wzmacniacze ze wspólnym emiterem są najczęściej wykorzystywanym typem wzmacniaczy, szczególnie w zakresie niezbyt wysokich częstotliwości, np. we wzmacniaczach częstotliwości akustycznych. Zapewniają stosunkowo wysokie wzmocnienie napięciowe; wzmocnienie prądowe jest także znacznie większe od jedności.

Stanisław Chlebek | www.echlebek.pl

- **Zastosowanie układu OB**

Wzmocnienie napięciowe układu ze wspólną bazą jest większe od jedności, charakteryzuje się natomiast niską impedancją wejściową. Często wykorzystywany jest tam, gdzie zachodzi potrzeba dopasowania do źródeł sygnału o małej impedancji wyjściowej, np. w przedwzmacniaczach do mikrofonów magnetoelektrycznych z ruchomą cewką. Inną cechą wzmacniaczy ze wspólną bazą to fakt, że wolne są one od efektu Millera (we wzmacniaczach ze wspólnym emiterem zwiększa on pojemność wejściową niekorzystnie wpływając na parametry w zakresie wyższych częstotliwości), dzięki czemu układ może być wykorzystywany we wzmacniaczach w.cz., np. w głośnicach UKF i VHF.

- **Zastosowanie układu OC**

Wzmacniacz ze wspólnym kolektorem ma wzmocnienie napięciowe równe jeden (ściślej: nieznacznie mniej, niż jeden), wobec czego na wyjściu wzmacniacza otrzymuje się "powtórzone" napięcie z wejścia, stąd druga powszechnie używana nazwa takich wzmacniaczy - **wtórnik emiterowy**. Pomimo braku wzmocnienia napięciowego, wtórniki emiterowe charakteryzują się wysokim wzmocnieniem prądowym. Impedancja wejściowa wzmacniacza w tym układzie jest wysoka, a wyjściowa - niska. Układ często wykorzystywany wszędzie tam, gdzie zachodzi potrzeba wysterowania następnych stopni wzmacniacza wymagających stosunkowo dużego sygnału prądowego, np. do sterowania stopni koocowych wzmacniaczy dużej mocy.

