

| | | | |
|---|--|--------------|--------------------------|
| Uniwersytet Zielonogórski WEiT | | Grupa | Sprawozdanie nr.4 |
|---|--|--------------|--------------------------|

Wtórnik źródłowy

1. Cel ćwiczenia

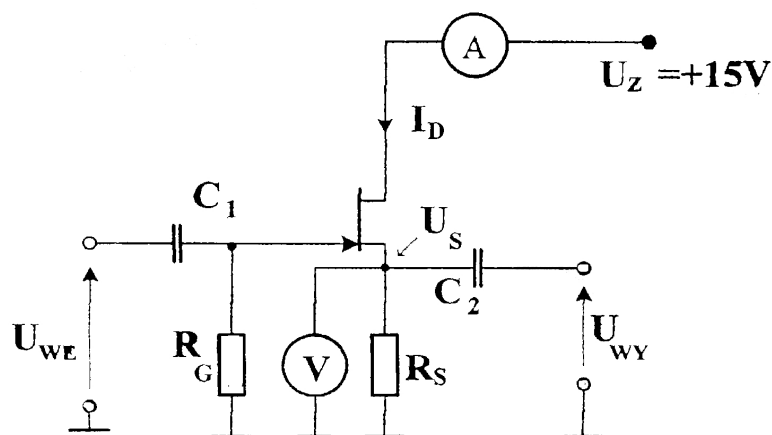
Celem ćwiczenia nr.4 było zaprojektowanie wtórnika źródłowego na tranzystorze polowym **BF245B**, a następnie uruchomienie i zbadanie jego właściwości.

2. Wykaz przyrządów:

- Zasilacz stabilizowany
- Amperomierz cyfrowy prądu stałego
- Tranzystor polowy BF 245
- Generator sygnału sinusoidalnego
- Oscyloskop

3. Projektowanie.

3a. Wybór schematu.



Układ zasilania wtórnika źródłowego z tranzystorem unipolarnym.

3b. Dobieranie wartości napięć, prądów i parametrów elementów.

3b.1. Wybór prądu tranzystora I_D .

Biorąc pod uwagę, że napięcie graniczne tranzystora BF 245B $U_{DSmax}=30V$ oraz przy $U_{GS}=0$ maksymalny prąd drenu $I_{DSS} = 6...15 mA$, to napięcie zasilanie układu zakładamy równym $U_Z=15V$, a prąd drenu w punkcie pracy żeby wynosił $I_D=3mA$.

3b.2. Wybór napięcia sprzężenia zwrotnego U_{GS} :

$$U_{GS} = U_P \left(1 - \sqrt{\frac{I_D}{I_{DSS}}}\right)$$

Zakładając $U_P=-3V$ oraz $I_D=10mA$ i $I_{DSS}=6mA$, wyznaczamy na podstawie wzoru

$$U_{GS} = -3 \left(1 - \sqrt{\frac{3mA}{10mA}}\right) = -1,36V$$

Zatem obliczamy rezystancje źródła R_S :

$$R_S = \frac{|U_{GS}|}{I_D} = \frac{1,36}{3 \cdot 10^{-3}} = 452\Omega$$

3b.3. Wybór rezystancji w obwodzie wejściowym R_G .

Spadek napięcia wynikający od przepływu prądu upływu ($I_D \approx 5nA$) przez R_G musi być znacznie mniejszym w porównaniu z napięciem $U_{gs0}=1,36V$, czyli:

zakładając $R_G=1M\Omega$, sprawdza się podstawowe założenie: $U_{RG}=5 \cdot 10^{-9} \cdot 1 \cdot 10^6 = 5 \cdot 10^{-3}V \ll 1,36V$.

3b.4. Wybór pojemności kondensatora w obwodzie wejściowym C_1 .

Biorąc pod uwagę, że pojemność C_1 wspólnie z rezystorem R_G stwarza dzielnik napięciowy (filtr górnoprzepustowy), to reaktancja pojemnościowa kondensatora musi być choćby dziesięciokrotnie mniejszą od rezystancji R_G na częstotliwości dolnej pasma przepustowego filtru wejściowego (np. $f_d=20\text{Hz}$):

$$X_{C_1} = \frac{1}{2\pi f_d C_1} \ll R_G, \text{ skąd obliczamy } C_1 \gg \frac{1}{2\pi f_d R_G} = \frac{1}{2\pi \cdot 20 \cdot 10^6} = 790 \text{ pF}$$

I ostatecznie wybieramy: $C_1 = 7900 \text{ pF} = 0,008 \mu\text{F} \approx 0,01 \mu\text{F}$

3b.5. Przy wyborze rezystancji obciążenia zakładamy, aby pobierany sygnał odbiornikiem był dziesięciokrotnie mniejszy od prądu drenu I_D , zatem:

$$R_0 \geq 10 \cdot R_D = 10 \cdot 2700 \Omega \approx 27 \text{ k}\Omega$$

i ostatecznie wybieramy $R_0 = 54 \text{ k}\Omega$.

3b.6. Wybór pojemności kondensatora w obwodzie wyjściowym C_2 . Biorąc pod uwagę, że pojemność C_2 z rezystorem R_0 stwarza dzielnik napięciowy (filtr górnoprzepustowy), to:

$$X_{C_2} = \frac{1}{2\pi f_d C_2} \ll R_0, \text{ skąd obliczamy } C_2 \gg \frac{1}{2\pi f_d R_0} = \frac{1}{2\pi \cdot 20 \cdot 5,1 \cdot 10^3} = 1,56 \cdot 10^{-6} \text{ F}$$

Wszystkie wartości poszczególnych elementów zostały umieszczone w tabeli:

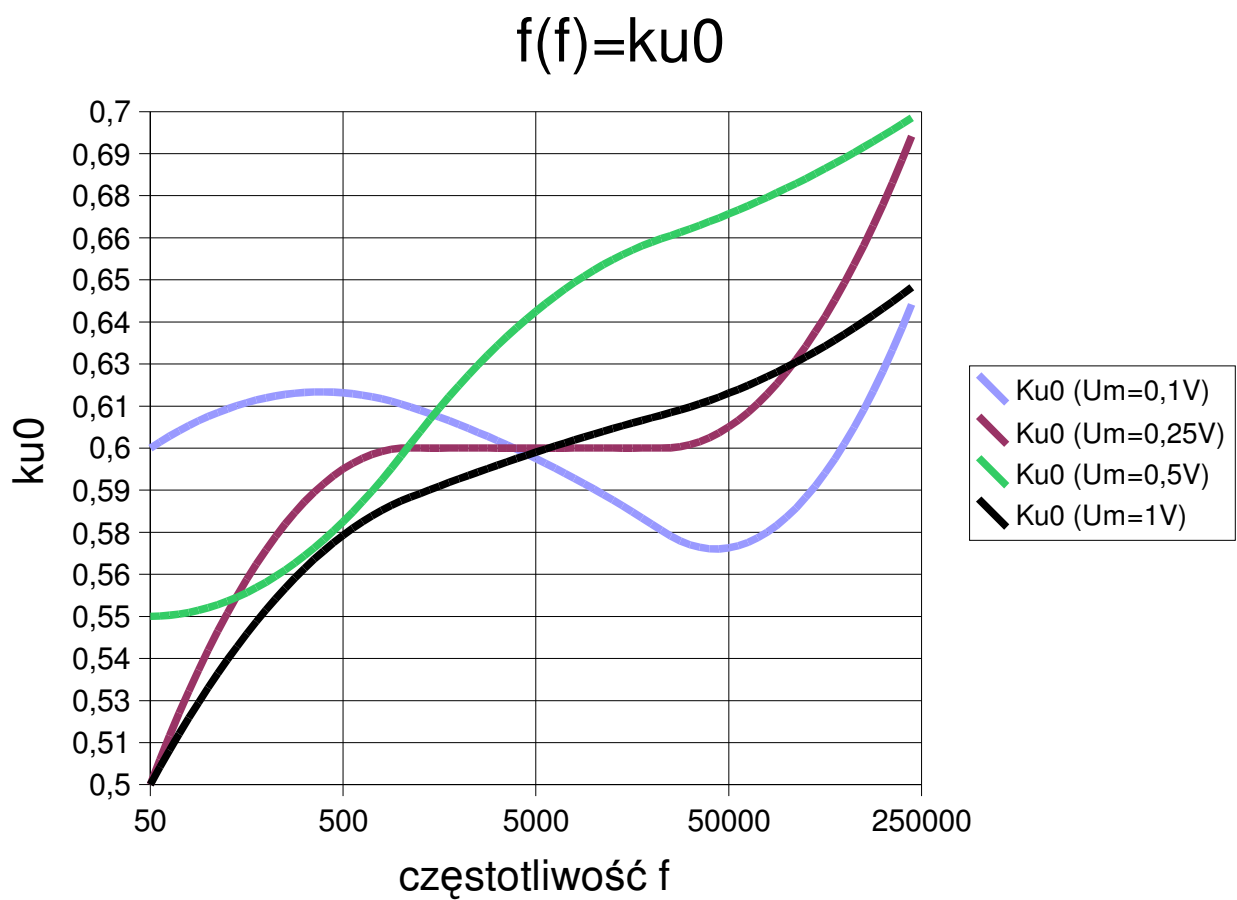
| Wartości napięć, prądów i parametrów elementów | | | |
|--|-------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| $I_{DSS} = 6 \dots 15 \text{ mA}$ | $U_{DD} = +15 \text{ V}$ | | $R_S = 452 \Omega$ |
| $I_D = 3 \text{ mA}$ | $U_{DSO} \approx 7 \text{ V}$ | $C_1 = 0,01 \mu\text{F}$ | $R_D = 2,7 \text{ k}\Omega$ |
| | $U_{GS} = -1,36 \text{ V}$ | $C_2 = 14,7 \mu\text{F}$ | $R_G = 1 \text{ M}\Omega$ |
| | $U_P = -3 \text{ V}$ | | |

Tabela nr 1. Dane dotyczące pomiarów :

| $U_{we}(t)=U_m \sin 2\pi ft$ | | $u_{wy}(t)$ | | k_{U0} | g_m/r_{wy} |
|------------------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------------------|---------------------------------|--|
| Częstotliwość | Amplituda sygnału wejściowe | Amplituda $u_{wy}(t)$ | U_s (woltomierz -skl. stała) | Wzmocnienie napięciowe | Transkonduktancja/ rezystancja wyj. |
| f=50Hz | $U_m=0,1V$ | 0,06 | 1,26V | 0,6 | $3,319 \cdot 10^{-3}/181\Omega$ |
| | $U_m=0,25V$ | 0,125 | | 0,5 | $2,212 \cdot 10^{-3}/226\Omega$ |
| | $U_m=0,5V$ | 0,275 | | 0,55 | $2,704 \cdot 10^{-3}/203\Omega$ |
| | $U_m=1V$ | 0,5 | | 0,5 | $2,212 \cdot 10^{-3}/226\Omega$ |
| f=500Hz | $U_m=0,1V$ | 0,0625 | | 0,625 | $3,687 \cdot 10^{-3}/170\Omega$ |
| | $U_m=0,25V$ | 0,15 | | 0,6 | $3,319 \cdot 10^{-3}/181\Omega$ |
| | $U_m=0,5V$ | 0,275 | | 0,55 | $2,704 \cdot 10^{-3}/203\Omega$ |
| | $U_m=1V$ | 0,57 | | 0,57 | $2,933 \cdot 10^{-3}/184\Omega$ |
| f=5kHz | $U_m=0,1V$ | 0,06 | | 0,6 | $3,319 \cdot 10^{-3}/181\Omega$ |
| | $U_m=0,25V$ | 0,15 | | 0,6 | $3,319 \cdot 10^{-3}/181\Omega$ |
| | $U_m=0,5V$ | 0,325 | | 0,65 | $4,109 \cdot 10^{-3}/152\Omega$ |
| | $U_m=1V$ | 0,6 | | 0,6 | $3,319 \cdot 10^{-3}/181\Omega$ |
| f=50kHz | $U_m=0,1V$ | 0,055 | | 0,55 | $2,704 \cdot 10^{-3}/203\Omega$ |
| | $U_m=0,25V$ | 0,15 | | 0,6 | $3,319 \cdot 10^{-3}/181\Omega$ |
| | $U_m=0,5V$ | 0,3375 | | 0,68 | $4,701 \cdot 10^{-3}/145\Omega$ |
| | $U_m=1V$ | 0,62 | | 0,62 | $3,610 \cdot 10^{-3}/172\Omega$ |
| f=250kHz | $U_m=0,1V$ | 0,065 | 0,65 | $4,109 \cdot 10^{-3}/152\Omega$ | |
| | $U_m=0,25V$ | 0,175 | 0,7 | $5,162 \cdot 10^{-3}/136\Omega$ | |
| | $U_m=0,5V$ | 0,35 | 0,7 | $5,162 \cdot 10^{-3}/136\Omega$ | |
| | $U_m=1V$ | 0,65 | 0,65 | $4,109 \cdot 10^{-3}/152\Omega$ | |

Wykres zależności współczynnika wzmocnienia k_{u0} w funkcji częstotliwości

$f = 50 \text{ Hz} \div 250 \text{ KHz}$ dla $U_m = 0,1\text{V}; 0,25\text{V}; 0,5\text{V}; 1\text{V}$.



4. Określenie parametrów wtórnika źródłowego:

4a. Obliczanie transkonduktancji:

wykorzystując $k_{u0} = \frac{U_{wy}}{U_m}$ obliczamy g_m :

$$(g_m) \simeq \frac{k_{u0}}{(R_s(1-k_{u0}))}$$

4b. Obliczamy rezystancję wejściową dla poszczególnych pomiarów:

$$r_{wy} = R_s \parallel \frac{1}{g_m} \implies r_{wy} = R_s \parallel \frac{1}{g_m} = \frac{(R_s \frac{1}{g_m})}{(R_s + \frac{1}{g_m})}$$

5. Wnioski

Ponieważ potencjał źródła US nadąża za potencjałem bramki, układ ze wspólnym drenem jest nazywany wtórnikiem źródłowym. Wynika stąd, że wzmocnienie napięciowe jest bliskie jedynki, choć zawsze mniejsze jedności.