

# Politechnika Wrocławska

Katedra Teorii Pola, Układów  
elektronicznych i Optoelektronicznych

Zespół Układów Elektronicznych

Data: 28.04.2015r	Dzień: Wtorek	
Grupa: VII	Godzina: 12:15-15:00	
<b>Temat ćwiczenia:</b> <i>Wzmacniacz tranzystorowy</i>		
<b>Dane projektowe:</b> $I_{CQ} = 3.5mA$ $K_{u12} = 100\frac{V}{V}$ $R_w = 1.596k\Omega$ $R_g = 1.196k\Omega$		
$R_{B1} = 49.718k\Omega$ $R_{B2} = 15.077k\Omega$ $R_C = 557\Omega$		
$U_{cc} = 12V$ $C_E = 144\mu F$ $C_1 = C_2 = 0.9464nF$		
<b>l.p</b>	<b>Nazwisko i imię</b>	<b>Oceny</b>
1	Arkadiusz Ziółkowski	
2	Jakub Koban	

# 1 Zadanie projektowe

Zaprojektować wzmacniacz tranzystorowy o zadanych parametrach:

- $I_{CQ} = 3.5mA$
- $K_{U12} = 100\frac{V}{V}$
- $R_w = 1.6k\Omega$
- $R_g = 1.2k\Omega$

# 2 Obliczenia projektowe

- Dane katalogowe tranzystora (BC527 II)

$$\beta_0 = 200$$

$$\varphi_T = 26.5mV$$

$$U_{BEQ} = 0.65V$$

$$U_{CEsat} = 0.25V$$

$$U_Y = 100V$$

- Obliczenia

$$g_m = \frac{I_{CQ}}{\varphi_T} = \frac{3. * 10^{-3}}{26.5 * 10^{-3}} = 0.1321S \quad (1)$$

$$r_{ce} = \frac{U_Y}{I_{CQ}} = \frac{100}{3.5 * 10^{-3}} = 28.571k\Omega \quad (2)$$

$$\mathbf{R_C} = (\frac{g_m}{K_{U12}} - r_{ce}^{-1} - R_w^{-1})^{-1} = (\frac{0.1321}{100} - (28.571^3)^{-1} - 1600^{-1})^{-1} \approx \mathbf{1.5k\Omega} \quad (3)$$

$$\text{Przyjmujemy } U_{RE} = 3 * U_{BEQ} = 3 * 0.65 = 1.95V, \quad \text{oraz } U_{CEQ} = 1.753V \quad (4)$$

$$\mathbf{U_{cc}} = I_{CQ} * R_C + U_{CEQ} + U_{RE} = 3.5 * 10^{-3} * 1500 + 1.753 + 1.95 = \mathbf{12V} \quad (5)$$

$$\mathbf{R_E} = \frac{U_{RE}}{I_{CQ}} = \frac{1.95}{3.5 * 10^{-3}} \approx \mathbf{557\Omega} \quad (6)$$

$$I_{BQ} = \frac{I_{CQ}}{\beta_0} = \frac{3.5 * 10^{-3}}{200} = 1.75 * 10^{-5} A \quad (7)$$

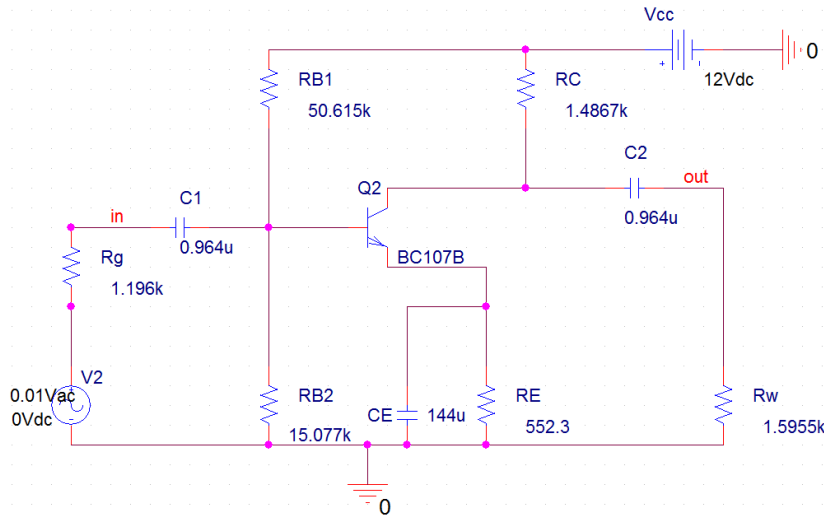
$$\text{Przyjmujemy } I_{RB2} = 10 * I_{BQ} = 10 * 1.75 * 10^{-5} = 1.75 * 10^{-4} A \quad (8)$$

$$I_{RB1} = I_{RB2} + U_{BQ} = 1.75 * 10^{-4} + 1.75 * 10^{-5} = 1.925 * 10^{-4} A \quad (9)$$

$$R_{B1} = \frac{U_{CC} - U_{BEQ} - U_{RE}}{I_{RB1}} = \frac{12 - 0.65 - 1.95}{1.925 * 10^{-4}} \approx \mathbf{48.83k\Omega} \quad (10)$$

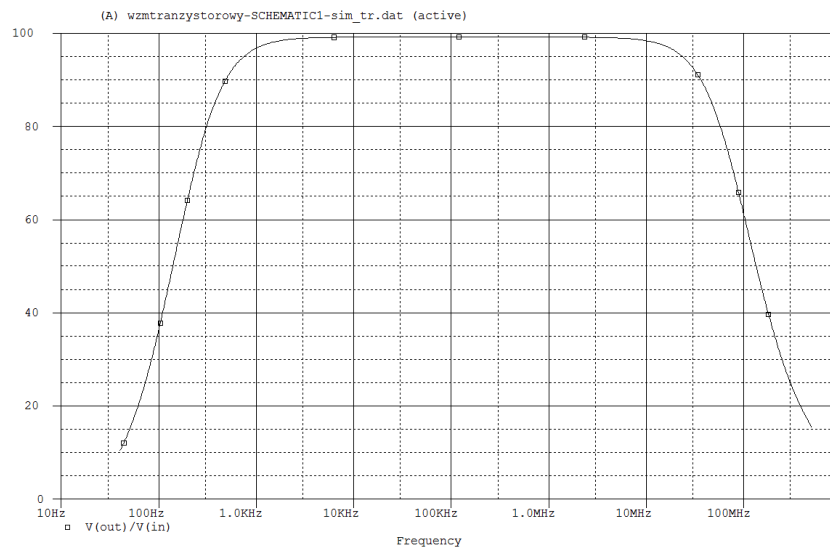
$$R_{B2} = \frac{U_{BEQ} + U_{RE}}{I_{RB2}} = \frac{0.65 + 1.95}{1.75 * 10^{-4}} \approx \mathbf{14.86k\Omega} \quad (11)$$

### 3 Schemat projektowy

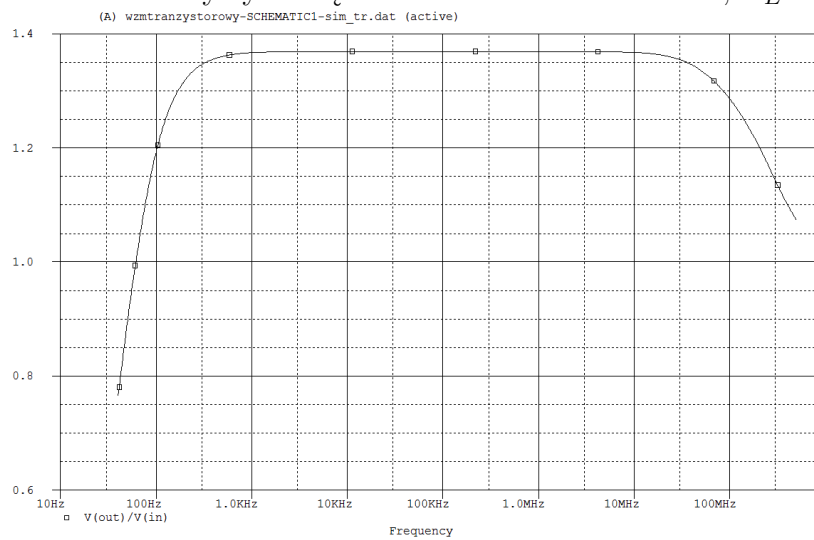


Rysunek 1: Schemat do symulacji projektowanego układu

## 4 Wyniki symulacji



Rysunek 2: Charakterystyka częstotliwościowa wzmacniacza,  $C_E = 144\mu F$

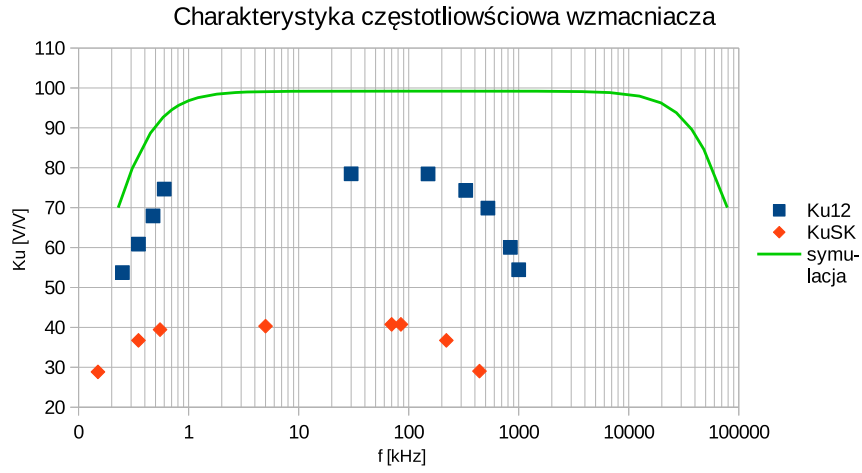


Rysunek 3: Charakterystyka częstotliwościowa wzmacniacza,  $C_E = 0$

## 5 Część laboratoryjna

### 5.1 Charakterystyka częstotliwościowa wzmacniacza

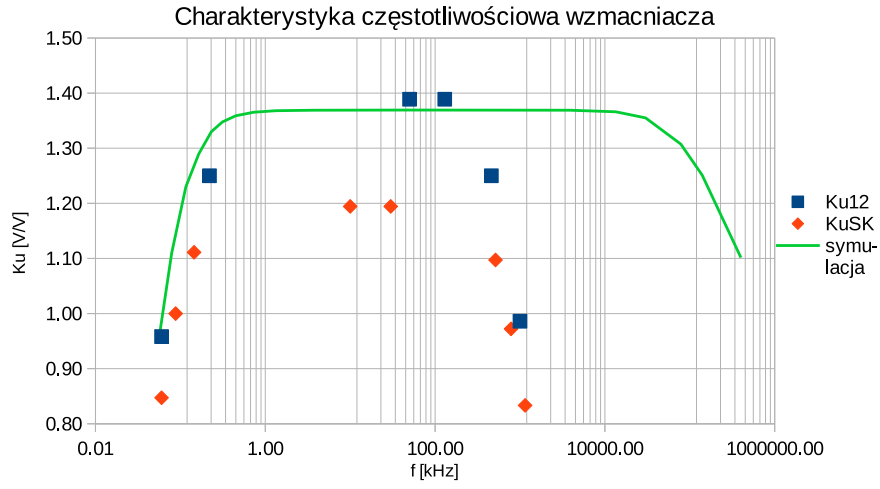
$C_E = 144\mu F, \quad R_w = 1.596[k\Omega]$							
$R_g = 1.196[k\Omega]$				$R_g = 0$			
f[kHz]	$U_{we}[mV]$	$U_{wy}[V]$	$K_{U12}[\frac{V}{V}]$	f[kHz]	$U_{we}[mV]$	$U_{wy}[V]$	$K_{USK}[\frac{V}{V}]$
0,25	74,0	0,398	53,73	0,15	72,8	0,210	28,85
0,35	73,6	0,448	60,87	0,35	74,0	0,272	36,76
0,48	73,6	0,500	67,93	0,55	73,0	0,288	39,45
0,60	73,0	0,545	74,66	5,00	74,4	0,300	40,32
30,00	72,5	0,569	78,48	70,00	73,6	0,300	40,76
150,00	72,4	0,568	78,48	85,00	73,6	0,300	40,76
330,00	74,0	0,550	74,32	220,00	74,0	0,272	36,76
525,00	72,4	0,506	69,89	440,00	73,0	0,212	29,04
840,00	73,6	0,442	60,05	-			
1000,00	72,0	0,392	54,44	-			
$R_w = \infty$							
150,00	72,2	1,050	-	85,00	73,0	0,544	-
$C_E = 0, \quad R_w = 1.596[k\Omega]$							
0,06	1,44	0,138	0,96	0,06	1,44	0,122	0,85
0,22	1,44	0,180	1,25	0,09	1,44	0,144	1,00
50,00	1,44	0,200	1,39	0,15	1,44	0,160	1,11
130,00	1,44	0,200	1,39	10,00	1,44	0,172	1,19
460,00	1,44	0,180	1,25	30,00	1,44	0,172	1,19
1000,00	1,44	0,142	0,99	515,00	1,44	0,158	1,10
-				785,00	1,44	0,140	0,97
-				1150,00	1,44	0,120	0,83
$R_w = \infty$							
130,00	1,46	0,60	-	30	1,44	0,330	-



Rysunek 4: Charakterystyka częstotliwościowa wzmacniacza przy  $C_E = 144\mu F$

Z danych pomiarowych zamieszczonych w tabeli oraz powyższego wykresu możemy odczytać:

- $K_{U12} = 78.48 \frac{V}{V}$
- $K_{USK} = 40.76 \frac{V}{V}$
- Otrzymane na podstawie symulacji  $K_{U12} = K_{USK} \approx 100 \frac{V}{V}$
- $fd_{12} \approx 0.25[kHz]$
- $fd_{SK} \approx 0.15[kHz]$
- $fd_{sim} \approx 0.2[kHz]$
- $fg_{12} \approx 1000[kHz]$
- $fg_{SK} \approx 440[kHz]$
- $fg_{sim} \approx 80000[kHz]$



Rysunek 5: Charakterystyka częstotliwościowa wzmacniacza przy  $C_E = 0$

Z danych pomiarowych zamieszczonych w tabeli oraz powyższego wykresu możemy odczytać:

- $K_{U12} = 1.39 \frac{V}{V}$
- $K_{USK} = 1.19 \frac{V}{V}$
- Otrzymane na podstawie symulacji  $K_{U12} = K_{USK} \approx 1.37 \frac{V}{V}$
- $f_{d12} \approx 0.06 [kHz]$
- $f_{dSK} \approx 0.06 [kHz]$
- $f_{d_{sim}} \approx 0.06 [kHz]$
- $f_{g12} \approx 1000 [kHz]$
- $f_{gSK} \approx 1150 [kHz]$
- $f_{g_{sim}} > 40000 [kHz]$

## 6 Wnioski

- Na podstawie Rysunku nr 4 widzimy, iż zasilacz pracuje zgodnie z oczekiwaniami teoretycznymi, ponieważ dla napięcia nominalnego  $U_{we} = 9V$  na wyjściu otrzymujemy zadane napięcie ok. 6V.
- Wykres z rysunku nr 5 wskazuje na to, że układ został zaprojektowany i wykonany zgodnie z założeniami projektowymi, gdyż dla wartości od kilkudziesięciu mA do ok. 225mA natężenia prądu wyjściowego układ utrzymuje zadane napięcie wyjściowe na poziomie ok. 6V. Zakres ten jest o ok. 25mA mniejszy od założonego  $I_{max} = 250mA$ . Wynika to najprawdopodobniej z użycia nieco innych wartości elementów niż zakładają obliczenia projektowe.
- Sprawność wyrysowana w zależności od natężenia prądu wyjściowego na rysunku nr 6 przyjmuje wartości na poziomie 0.7 - 0.8 co możemy uznać za wartości mieszczące się w normach tego typu układów.