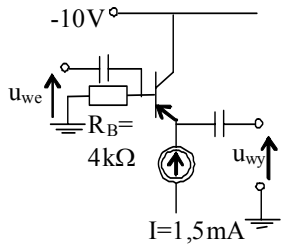


<p>1.</p>		<p>Odp.</p> $g_m = \frac{I_A}{U_V} = 50\text{mS}$	<p>W układzie jak na rysunku wykonano pomiary dla częstotliwości sygnału takiej, że kondensatory można uznać za zwarcia. Zanotowano wskazania przyrządów: $I_A = 1\text{mA}_{\text{rms}}$ oraz $U_V = 20\text{mV}_{\text{rms}}$. Jaki parametr małosygnałowy można wyznaczyć na podstawie tych pomiarów. Oblicz jego wartość. [1p]</p>											
<p>2.</p>		<p>Odp. Przy rozwartym wyjściu</p> $I_{R_{\text{max}}} = I_{Z_{\text{max}}} = \frac{P_{Z_{\text{max}}}}{U_Z} = 0.1\text{A}$ $U_{W_{\text{Emax}}} = U_Z + R I_{R_{\text{max}}} = 40\text{V}$	<p>Wyznacz maksymalną wartość napięcia wejściowego jeśli moc admysyjna diody wynosi $P_{Z_{\text{max}}} = 1\text{W}$ a rezystancja obciążająca może się zmieniać w granicach $100\Omega < R_O < \infty$. W obliczeniach przyjmij następujące parametry diody Zenera: $U_Z = 10\text{V}$, $r_Z = 0\Omega$. (Moc admysyjna to maksymalna moc, która może wydzielić się w przyrządzie.) [2p]</p>											
<p>3.</p>		<p>Oblicz wartości napięcia U_{CE} odpowiadające wartościom napięcia u_{WE}. [3p]</p> <table border="1" data-bbox="513 831 1465 1070"> <thead> <tr> <th>u_{WE} [V]</th> <th>0</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>U_{CE} (wzór)</td> <td>$U_{CE} = U_{CC} - U_E$ (zatkany)</td> <td>$U_{CE} = U_{CC} - R_C \beta (u_{WE} - 0.7\text{V} - U_E) / R_B - U_E$ (aktywny)</td> <td>$U_{CE_{\text{Enas}}}$ (nasycony)</td> </tr> <tr> <td>U_{CE} [V] (wartość)</td> <td>4</td> <td>1</td> <td>0.2</td> </tr> </tbody> </table>	u_{WE} [V]	0	2	3	U_{CE} (wzór)	$U_{CE} = U_{CC} - U_E$ (zatkany)	$U_{CE} = U_{CC} - R_C \beta (u_{WE} - 0.7\text{V} - U_E) / R_B - U_E$ (aktywny)	$U_{CE_{\text{Enas}}}$ (nasycony)	U_{CE} [V] (wartość)	4	1	0.2
u_{WE} [V]	0	2	3											
U_{CE} (wzór)	$U_{CE} = U_{CC} - U_E$ (zatkany)	$U_{CE} = U_{CC} - R_C \beta (u_{WE} - 0.7\text{V} - U_E) / R_B - U_E$ (aktywny)	$U_{CE_{\text{Enas}}}$ (nasycony)											
U_{CE} [V] (wartość)	4	1	0.2											
<p>4.</p>		<p>Uzupełnij zdanie: Tranzystor T_3 pracuje w układzie [0.5p].....wzmacniacza WB (OB)....</p> <p>Oblicz $u_{wy}(t)$ jeśli $u_{we}(t) = 15\sin(\omega t)\text{mV}$. Obliczenia przeprowadź dla średnich częstotliwości (przyjmij $\eta = 1$, $U_T = 25\text{mV}$) [2p]</p> $u_{wy}(t) = g_m R_C u_{we}(t) = 40 [(-E - 0.7)/R] R_C u_{we}(t) = 1.5\sin(\omega t)\text{V}$ <p>Oblicz rezystancję wejściową wzmacniacza [1p]</p> $R_{we} = 1/g_m = 25\Omega$												
<p>5.</p>		<p>Zmierzone wartości prądu drenu $I_D = 9/4\text{mA}$. Oblicz transkonduktancję g_m tranzystora w punkcie pracy [2p] a następnie wzmocnienie na środku pasma k_{u0} [1p] oraz górną częstotliwość graniczną f_g [1p]. W obliczeniach przyjmij $r_{ds} = \infty$, $C_{gs} = C_{gd} = 200\text{pF}$, oraz że rezystancja wewnętrzna źródła napięcia zmiennego E_g jest równa $R_g = 600\Omega$. W obliczeniach przyjmij napięcie odcięcia tranzystora $U_P = -4\text{V}$.</p> $U_{GS} = -I_D R_Z = -2\text{V}$ $I_{DSS} = I_D / (1 - U_{GS} / U_P) = 9\text{mA}$ $g_m = -2 I_{DSS} (1 - U_{GS} / U_P) / U_P = 2.25\text{mS}$ $k_{u0} = -g_m R_D R_0 = -9$ $C_{we} = C_{gs} + (1 - k_{u0}) C_{gd} = 2.2\text{nF}$ $f_g \approx 1 / (2\pi C_{we} R_g) = 124\text{kHz}$												

6.



Odp.
Wtórnik emiterowy:

$$k_{u0} \approx 1$$

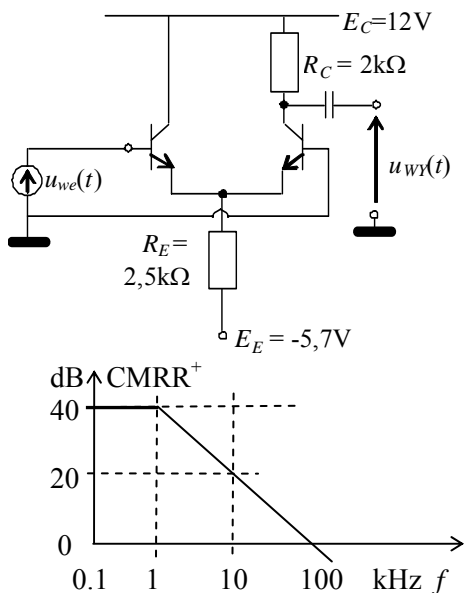
$$g_m = 40I = 60\text{mS}$$

$$h_{11} = h_{21}/g_m = 2\text{k}\Omega$$

$$r_{we} = h_{11} + R_0(1 + h_{21}) = 123\text{k}\Omega$$

Oblicz (w przybliżeniu) wzmacnienie k_{u0} [1p] oraz rezystancję wejściową r_{we} [2p] stopnia wzmacniającego jeśli do zacisków wyjściowych dołączono obciążenie $R_0 = 1\text{k}\Omega$. Obliczenia przeprowadź dla średnich częstotliwości. Przyjmij wartość $h_{21} = 120$.

7.



Oblicz w przybliżeniu napięcie $u_{wy}(t)$ jeśli $u_{we}(t) = 20\sin(2\pi ft)$ mV przy czym częstotliwość sygnału wynosi $f = 10\text{kHz}$. W obliczeniach uwzględnij zależność wartości współczynnika CMRR^+ od częstotliwości. [4p]

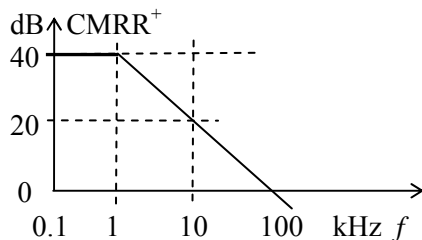
Odp.

$$I_E = 2\text{mA}, k_{ur}^+ = \frac{1}{2} g_m R_C = 40 \frac{I_E}{4} R_C = 40,$$

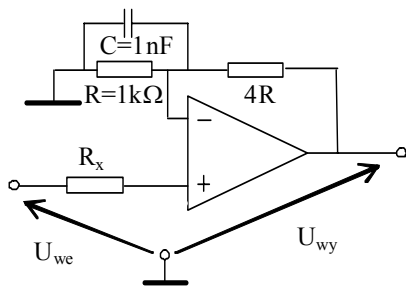
$$k_{us}^+ = k_{ur}^+ / 10^{\text{CMRR}^+ / 20} = 4$$

$$u_r = u_{we}, u_s = u_{we}/2,$$

$$u_{wy}(t) = k_{ur}^+ u_r(t) + k_{us}^+ u_s(t) = (k_{ur}^+ + k_{us}^+ / 2) u_{we}(t) = 0.84\sin(\omega t) \text{ V},$$



8.



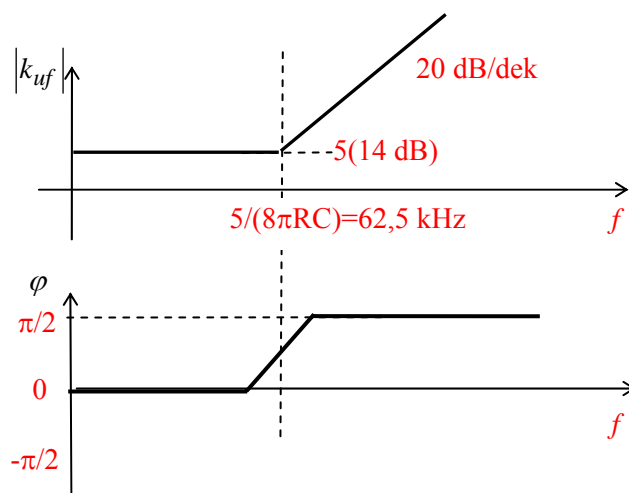
Odp.

$$k_{uf}(j\omega) = 1 + \frac{Z_2}{Z_1} =$$

$$1 + \frac{4R}{R \parallel (1/j\omega C)} =$$

$$5 (1 + j\omega 4RC/5)$$

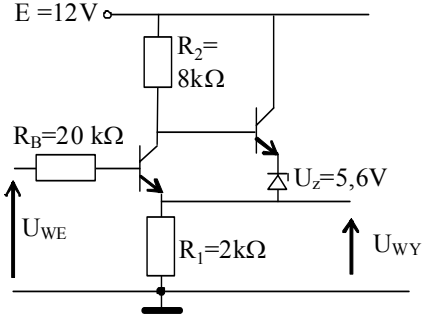
Oblicz [1p] i narysuj logarytmiczną charakterystykę amplitudową [1p] i fazową wzmacniacza [1p]. Na wykresie zaznacz istotne wielkości: wzmacnienie i fazę dla $\omega \rightarrow \infty$ i $\omega \rightarrow 0$, częstotliwość graniczną f_g , nachylenie charakterystyki amplitudowej. Przyjmij, że wzmacniacz operacyjny jest idealny.



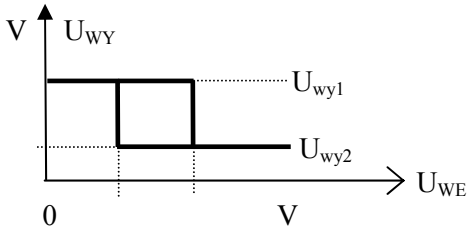
Oblicz górną częstotliwość graniczną jeśli zastosowany WO ma pole wzmacnienia $\text{GB} = 1\text{MHz}$ [2p]

$$\beta = 1/k_{uf}, \text{GB}/f_g = 1/\beta_{\text{w.cz.}} = k_{uf}(f \rightarrow \infty) = 8RC\pi f_g,$$

$$f_g = [\text{GB}/(8RC\pi)]^{1/2} = 141\text{kHz}$$

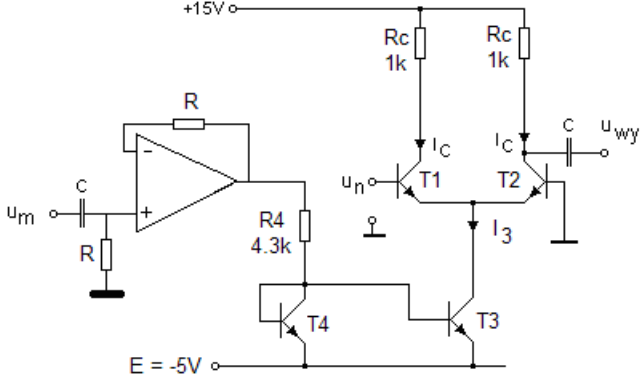
9. 

Oblicz wartości U_{wy1} i U_{wy2} napięcia wyjściowego odpowiadające dwóm stanom przerzutnika (rysunek). W obliczeniach przyjmij, że dla obu tranzystorów współczynnik $\beta \gg 1$. [2p]



$U_{wy1} \cong E - 0.7V - 5.6V = 5.7V$

$U_{wy2} \cong (E - 0.2V)R_1 / (R_1 + R_2) = 2.36V$

10. 

(a) Oblicz wartość składowej stałej prądu I_3 (podaj wzór i wartość) [2p]

(b) Oblicz amplitudę U_{wy} napięcia na wyjściu modulatora jeśli amplituda napięcia modulowanego (nośnej) na wejściu układu $U_n = 0.1V$, a amplituda sygnału modulującego $U_m = 0$. [0.5p]

(c) Oblicz głębokość modulacji m jeśli $U_m = 2.15V$. [Wskazówka: głębokość modulacji jest równa stosunkowi amplitudy składowej zmiennej do składowej stałej prądu I_3 , $m = I_{3ac} / I_{3dc}$]. [2p].

Odp.
 (a) T3 T4 tworzą lustro prądowe
 $I_{3dc} = I_{4dc} = (5V - 0.7V) / R_4 = 1mA$
 (b)
 $k_{ur}^+ = g_m R_C / 2 = 40 I_3 R_C / 4 = 10$
 $U_{wy} = k_{ur}^+ U_n = 1V$
 (c)
 $I_{3ac} = I_{4ac} \cong U_m / R_4 = 0.5mA$
 (WO - wtórnik napięciowy $|k_{uf}| = 1$),
 $m \cong I_{3ac} / I_{3dc} \cong 0,5$.

11. Zmierzono charakterystyki częstotliwościowe wzmacniacza.

a) Która z podanych niżej transmitancji członu sprzężenia zwrotnego β zapewni, że układ stanie się generatorem po zamknięciu pętli s.z.? [1p]

$\beta = 0$	$\beta = -1$	$\beta = 1$	$\beta = -1/20$	$\beta = 1/20$
-------------	--------------	-------------	-----------------	----------------

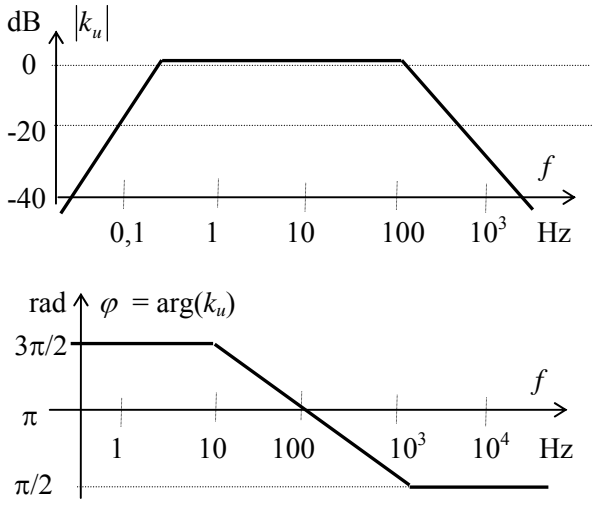
b) Który z poniższych warunków będzie spełniać częstotliwość f_g powstałego generatora [0.5p]

$f_g \gg 10^3 Hz$	$f_g \cong 10^3 Hz$	$f_g \cong 10^2 Hz$
-------------------	---------------------	---------------------

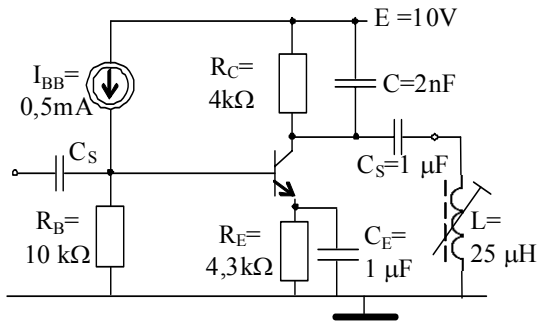
c) Jaki w przybliżeniu będzie kształt generowanego sygnału [0.5p]

wykładniczy	logarytmiczny
sinusoidalny	prostokątny

(zaznacz odpowiednią odpowiedź)



12.



Oblicz przybliżoną wartość częstotliwości rezonansowej f_0 oraz 3dB szerokość pasma B wzmacniacza selektywnego. W obliczeniach przyjmij, że cewka jest idealna ($Q_L = \infty$), a konduktancja wyjściowa tranzystora $g_{ce} = 0$. [2p]

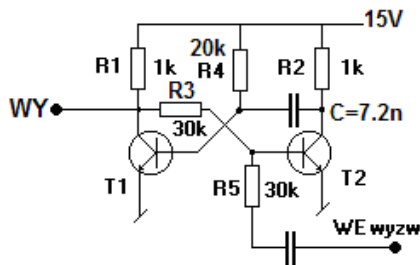
Odp.

$$f_0 \cong \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \cong 712\text{kHz}$$

$$Q = 2\pi f_0 C R_C \cong 35.8,$$

$$B = 2\Delta f_{3\text{dB}} = f_0/Q \cong 20\text{kHz}.$$

13.



Uzupełnij zdania:

-Układ na rysunku to [0.5p].....przerzutnik monostabilny

-W stanie spoczynku (brak impulsów wyzwalających) napięcie wyjściowe ma wartość [0.5p]..... $U_{WY} = 0.2V$

-Warunki bistabilności układu są spełnione jeśli wartość współczynnika β tranzystorów jest [1p]..... > 31

14.

W układzie pętli PLL zastosowano detektor fazy o charakterystyce $U_d = 3\sin(\varphi)$ V, filtr pętlowy proporcjonalno całkujący z elementami $R_1 = 9k\Omega$, $R_2 = 1k\Omega$, $C = 2nF$ oraz generator VCO o częstotliwości własnej $f_0 = 10,7\text{ MHz}$ i współczynniku przestrajania $K_g = 100\text{kHz/V}$. Oblicz zakres trzymania Δf_L synchronizacji jeśli wiadomo, że wejście generatora VCO nie obciąża filtru (rysunek). [1p]

Transmitancja filtru pętlowego

$$H(j\omega) \equiv \frac{U_g}{U_d} = \frac{1 + j\omega R_2 C}{1 + j\omega(R_1 + R_2)C}$$

$$H(0) = 1$$

zakres trzymania synchronizacji:

$$\Delta f_L = U_{d\text{max}} H(0) K_g = 300\text{kHz},$$

