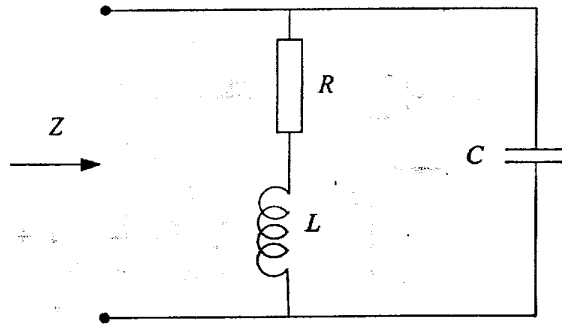


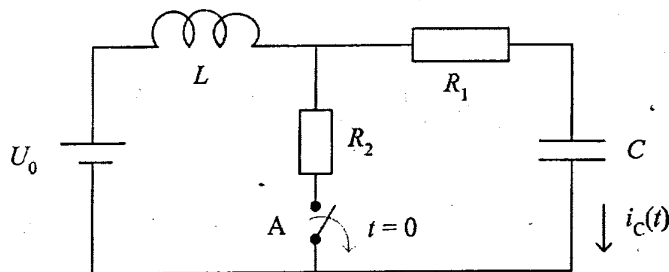
1. Beräkna resonansvinkelfrekvensen hos impedansen i figuren.

$$R = 20\ \Omega, L = 0.3\ \text{mH} \text{ och } C = 100\ \text{nF}.$$

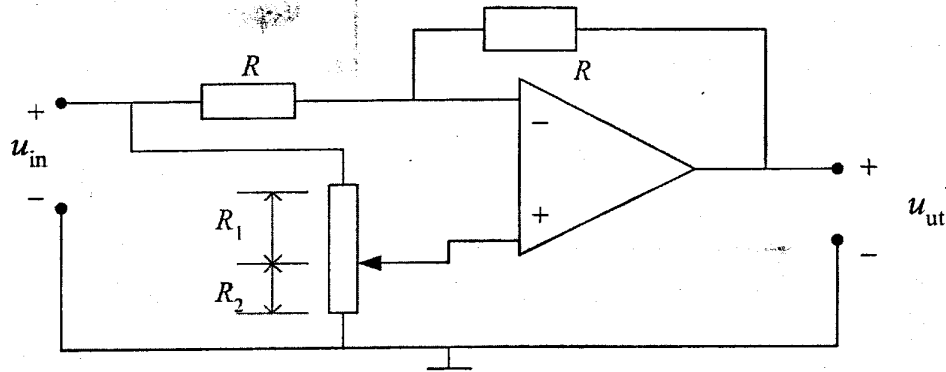


2. Beräkna strömmen $i_C(t)$ för $t \geq 0$ i kretsen nedan. Brytaren A har varit sluten under mycket lång tid innan den hastigt öppnas vid $t = 0$.

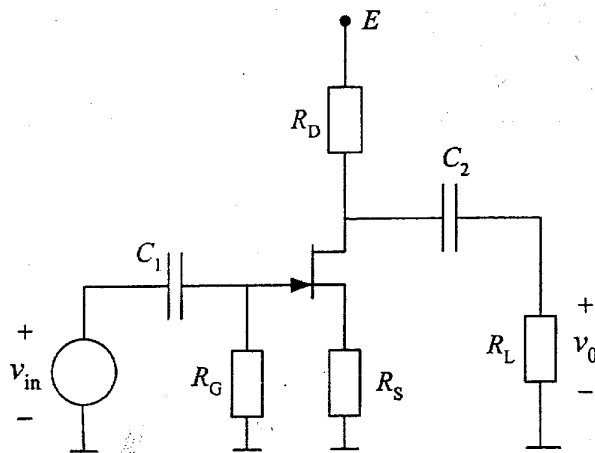
$$L = 1\ \text{H}, R_1 = 2\ \Omega, R_2 = 5\ \Omega, C = \frac{1}{5}\ \text{F}, U_0 = 10\ \text{V}$$



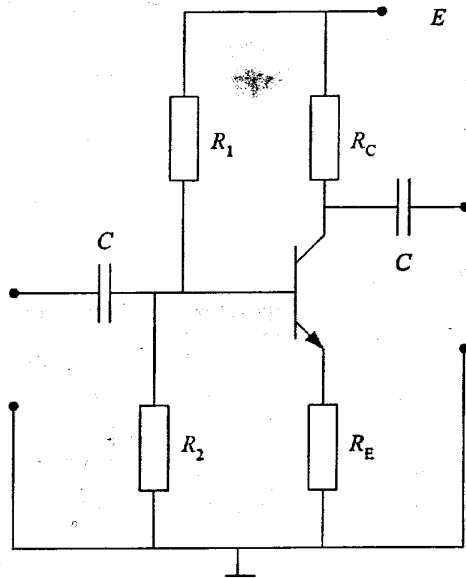
3. Beräkna spänningsförstärkningen u_{ut}/u_{in} som funktion av x vilket motsvarar läget hos en potentiometer. Notera att $R_1 + R_2 = R$ och att fördelningen av resistanser mellan R_1 och R_2 kan varieras och bestäms av x . Inom vilket intervall kan spänningsförstärkningen variera? Antag ideal operationsförstärkare.
- $$\{ R_1 = R(1-x), R_2 = Rx \}$$



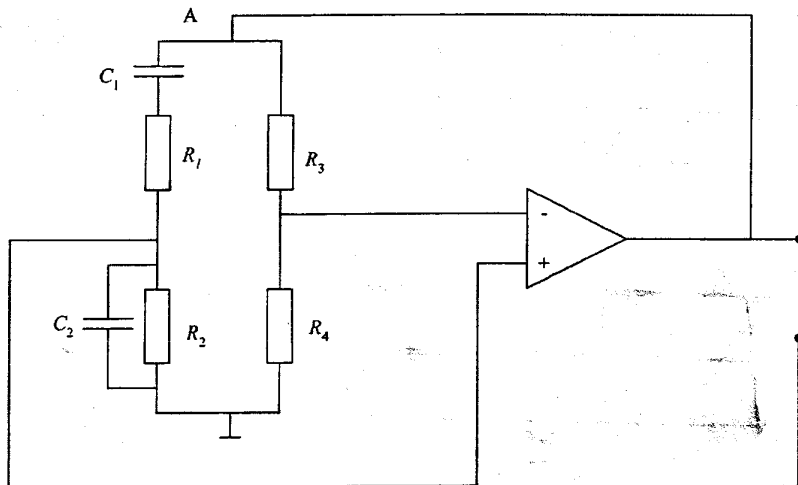
4. Beräkna förstärkningen $\frac{v_0}{v_{in}}$ i JFET förstärkaren nedan. För transistoren gäller att $I_{DSS} = 8 \text{ mA}$, $U_p = -4 \text{ V}$. Vidare är $R_D = 1.5 \text{ k}\Omega$, $R_S = 330 \Omega$, $R_L = 2.2 \text{ k}\Omega$, $R_G = 1.0 \text{ M}\Omega$ och $E = 12 \text{ V}$. För aktuella signalfrekvenser kan impedansbidragen från C_1 och C_2 försummas.

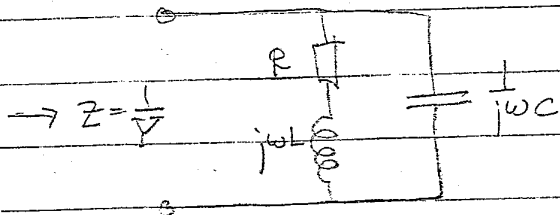


5. Hur mycket varierar arbetspunkten (kollektorström samt kollektor-emitter spänning) hos transistorn i kretsen nedan då transistorparametern β varierar mellan 100 och 300. I transistorns aktiva område är $U_{BE}=0.7\text{ V}$
 $R_C = 1.0\text{ k}\Omega$, $R_E = 1.0\text{ k}\Omega$, $R_1 = 10\text{ k}\Omega$, $R_2 = 5.0\text{ k}\Omega$ och $E = 15\text{ V}$.



6. Kretsen nedan kallas för en Wieneroscillator. Beräkna R_3 så att en sinusformad utsignal erhålls. Beräkna även oscillatorns svängningsfrekvens. Antag ideal operationsförstärkare samt att komponenterna R_1 , R_2 , C_1 , C_2 och R_4 är kända. (Tips: bryt upp kretsen vid A och beräkna slingförstärkningen)



j ω -transformera

$$R = 20 \, \Omega$$

$$L = 0.3 \, \text{mH}$$

$$C = 100 \, \text{nF}$$

Parallellkopplade admittanser

$$Y = \frac{1}{R + j\omega L} + j\omega C = \frac{R - j\omega L}{R^2 + (\omega L)^2} + j\omega C =$$

$$= \frac{R}{R^2 + (\omega L)^2} + j\omega \left(C - \frac{L}{R^2 + (\omega L)^2} \right)$$

$$\text{Resonans} \Rightarrow \text{Im}\{Y\} = 0$$

 $\omega = 0$ "trivial" lösning

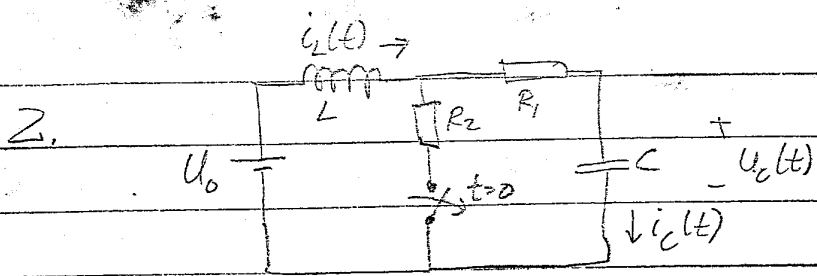
$$C - \frac{L}{R^2 + (\omega L)^2} = 0 \quad ; \quad R^2 + (\omega L)^2 = \frac{L}{C}$$

$$(\omega L)^2 = \frac{L}{C} - R^2 \quad ; \quad \omega^2 = \frac{1}{LC} - \frac{R^2}{L^2}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{L^2}}$$

$$= \sqrt{\frac{1}{0.3 \cdot 10^{-3} \cdot 100 \cdot 10^{-9}} - \frac{20^2}{(0.3 \cdot 10^{-3})^2}} = \underline{\underline{170 \cdot 10^3 \, \text{r/s}}}$$

030115
030230

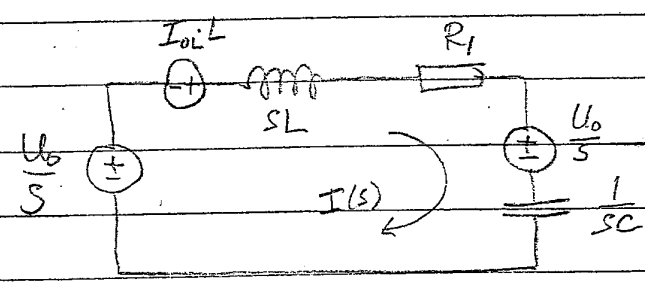


$R_1 = 2 \Omega$
 $L = 1 \text{ H}$
 $C = \frac{1}{5} \text{ F}$
 $U_0 = 10 \text{ V}$

$$t < 0 \quad i_L(t) = I_{0L} = \frac{U_0}{R_2} = \frac{10}{5} = 2 \text{ A}$$

$$U_C(t) = U_{0C} = U_0 = 10 \text{ V}$$

$t \geq 0$ Laplace transf. netz



$$I(s) = \frac{\frac{U_0}{s} + I_{0L}L - \frac{U_0}{s}}{sL + R_1 + \frac{1}{sC}} = \frac{sI_{0L}LC}{s^2LC + sRC + 1}$$

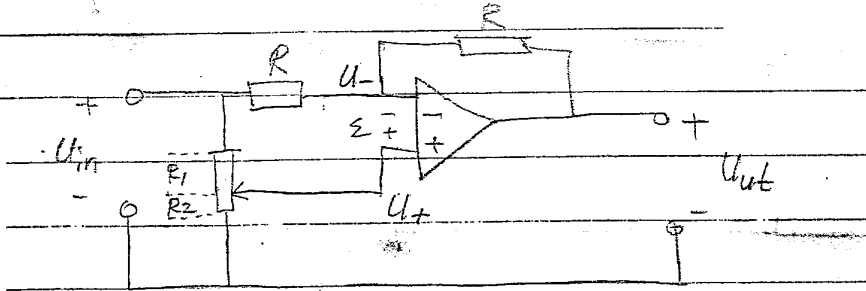
$$= \frac{sI_{0L}}{s^2 + s\frac{R_1}{L} + \frac{1}{LC}} = \frac{s \cdot 2}{s^2 + s2 + 5}$$

$$= \frac{2(s+1) - 2}{(s+1)^2 + 4} = 2 \frac{s+1}{(s+1)^2 + 4} - \frac{2}{(s+1)^2 + 4}$$

Inv. Laplace transf.

$$i(t) = i_C(t) = \left(2e^{-t} \cos 2t - e^{-t} \sin 2t \right) u(t)$$

3.



Ideal OP - först. Neg. återk. $\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} i_{op} = 0 \\ \Sigma = 0 \Rightarrow U_- = U_+ \end{array} \right.$

$U_- = U_{in} \frac{R}{R+R} + U_{out} \frac{R}{R+R}$ Spindelning + Superpos.

$U_- = \frac{1}{2} U_{in} + \frac{1}{2} U_{out}$

$U_+ = U_{in} \frac{R_2}{R_1+R_2} = U_{in} \frac{x \cdot R}{R} = U_{in} \cdot x$

$U_+ = U_-$

$U_{in} \cdot x = \frac{1}{2} U_{in} + \frac{1}{2} U_{out}$

$U_{in} (2x - 1) = U_{out}$

$\frac{U_{out}}{U_{in}} = 2x - 1 \quad , \quad 0 \leq x \leq 1$

$-1 \leq \frac{U_{out}}{U_{in}} \leq 1$

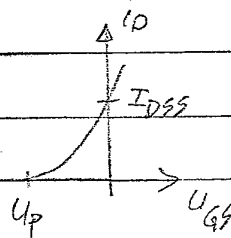
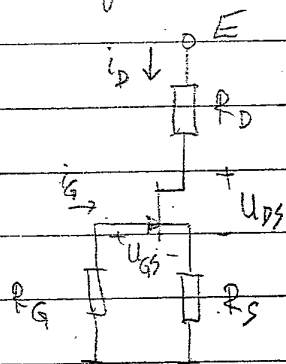
OBS
teckenbyte 0

"min", $x=0$

"max", $x=1$

4. DC-analyse

JFET n-Kanal



$$i_{GS} = 0 \quad U_{GS} + R_S i_D = 0$$

$$i_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{U_{GS}}{U_P} \right)^2 = - \frac{U_{GS}}{R_S}$$

$$1 + \frac{U_{GS}^2}{U_P^2} - \frac{2U_{GS}}{U_P} + \frac{1}{I_{DSS} R_S} U_{GS} = 0$$

$$U_{GS}^2 + U_{GS} \left(\frac{U_P^2}{I_{DSS} R_S} - 2U_P \right) + U_P^2 = 0$$

$$U_{GS}^2 + U_{GS} (8 \cdot 0,330 + 8) + 4^2 = 0$$

$$U_{GS}^2 + U_{GS} 14,06 + 16 = 0$$

$$U_{GS} = -7,03 \pm \sqrt{(7,03)^2 - 16} = \begin{cases} -1,25 \text{ V} \\ -12,8 \text{ V} \end{cases}$$

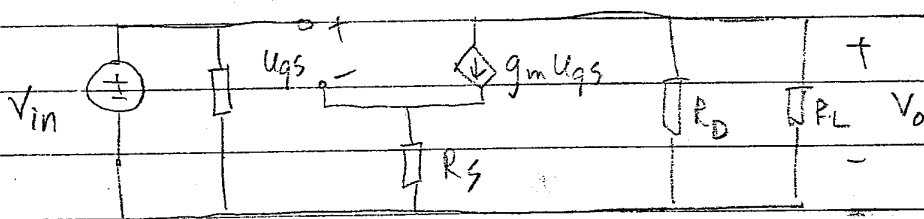
$$U_{GS} = -1,25 \text{ V} \Rightarrow i_D = 8 \cdot 10^{-3} \left(1 - \frac{-1,25}{4} \right)^2 = 3,78 \text{ mA}$$

/Poets 4

Småsignalberäkning

$$g_m = \frac{d I_D}{d U_{GS}} = 2 I_{DSS} \left(1 - \frac{U_{GS}}{U_P} \right) \left(\frac{1}{U_P} \right) =$$

$$= 2 \cdot 8 \cdot 10^{-3} \left(1 - \frac{1.25}{4} \right) \left(\frac{1}{4} \right) = 2.75 \cdot 10^{-3} \text{ } \Omega^{-1}$$



$$R' = R_D // R_L = \frac{1.5 \cdot 2.2 \cdot 10^3}{1.5 + 2.2} = 892 \Omega$$

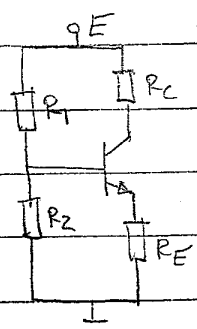
$$\begin{cases} V_{in} = U_{gs} + g_m U_{gs} R_s \\ V_o = -g_m U_{gs} R' \end{cases}$$

$$\frac{V_o}{V_{in}} = \frac{-g_m R'}{1 + g_m R_s} = \frac{2.75 \cdot 10^{-3} \cdot 892}{1 + 2.75 \cdot 0.33} = -1.3$$

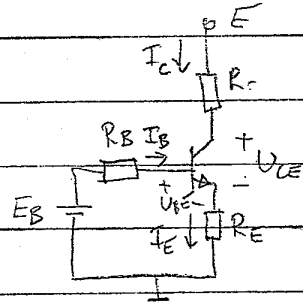
Svar: $\frac{V_o}{V_{in}} = -1.3$

5. DC-analys

- $R_1 = 10\text{ k}\Omega$
- $R_2 = 5\text{ k}\Omega$
- $R_C = 1\text{ k}\Omega$
- $R_E = 1\text{ k}\Omega$
- $E = 15\text{ V}$
- $U_{BE} = 0,7\text{ V}$



Thevenin
omvandla
ingångs-
sidan



$$R_B = R_1 \parallel R_2 = \frac{10 \cdot 5}{10 + 5} = \frac{50}{15} = \frac{10}{3} \text{ k}\Omega$$

$$E_B = E \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 15 \cdot \frac{5}{10 + 5} = 5\text{ V}$$

$$E_B = I_B R_B + U_{BE} + (1 + \beta) I_B R_E$$

$$I_B = \frac{E_B - U_{BE}}{R_B + (1 + \beta) R_E} \quad ; \quad I_C = \beta I_B = \beta \frac{E_B - U_{BE}}{R_B + (1 + \beta) R_E}$$

$$U_{CE} = E - I_C R_C - I_E R_E = E - I_B (\beta R_C + (1 + \beta) R_E)$$

$$\beta = 100 \quad I_B = \frac{5 - 0,7}{\frac{10}{3} + 101 \cdot 1} \cdot 10^{-3} = 41,21 \mu\text{A}$$

$$I_C = 4,12 \text{ mA}$$

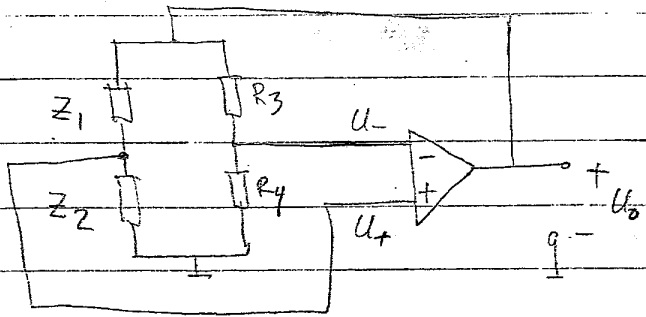
$$U_{CE} = 6,72 \text{ V}$$

$$\beta = 300 \quad I_B = \frac{5 - 0,7}{\frac{10}{3} + 301} \cdot 10^{-3} = 14,13 \mu\text{A}$$

$$I_C = 4,24 \text{ mA}$$

$$U_{CE} = 6,51 \text{ V}$$

6

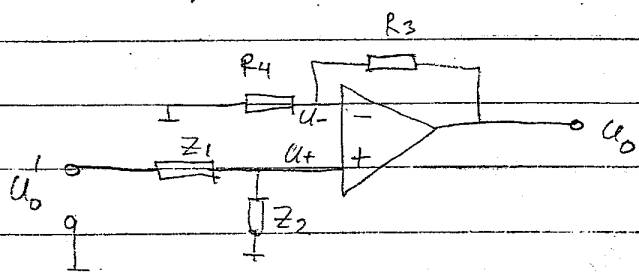


$$Z_1 = R_1 + \frac{1}{sC_1} = \frac{1 + sR_1C_1}{sC_1}$$

$$Z_2 = \frac{R_2 \frac{1}{sC_2}}{R_2 + \frac{1}{sC_2}} = \frac{R_2}{1 + sR_2C_2}$$

Ideal OP-först. } $\epsilon = 0$
Neg. återk.

Bryt upp kretsen, rita om, och
beräkna slingförst. $T = \frac{U_o}{U_o'}$



$$U_+ = U_o' \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2} \quad U_- = U_o \frac{R_4}{R_3 + R_4}$$

Osc $\Rightarrow T=1$ eller $U_o = U_o'$, dessutom $U_+ = U_-$ ty $\epsilon = 0$

$$\infty \quad \frac{R_3 + R_4}{R_4} = \frac{Z_1 + Z_2}{Z_2} \Rightarrow 1 + \frac{R_3}{R_4} = 1 + \frac{Z_1}{Z_2}$$

$$\frac{R_3}{R_4} = \frac{1 + sR_1C_1}{sC_1} \cdot \frac{1 + sR_2C_2}{R_2} \quad ; \quad \frac{R_3}{R_4} sR_2C_1 = 1 + s(R_1C_1 + R_2C_2) + s^2 R_1R_2C_1C_2$$

Sätt $s = j\omega$ $j\omega \frac{R_3}{R_4} R_2C_1 = 1 + j\omega(R_1C_1 + R_2C_2) - \omega^2 R_1R_2C_1C_2$

HL = VL $\infty \quad 1 - \omega^2 R_1R_2C_1C_2 = 0 \Rightarrow \omega = \frac{1}{\sqrt{R_1R_2C_1C_2}}$

och $\frac{R_3}{R_4} R_2C_1 = R_1C_1 + R_2C_2$

$$R_3 = R_4 \left(\frac{R_1}{R_2} + \frac{C_2}{C_1} \right)$$