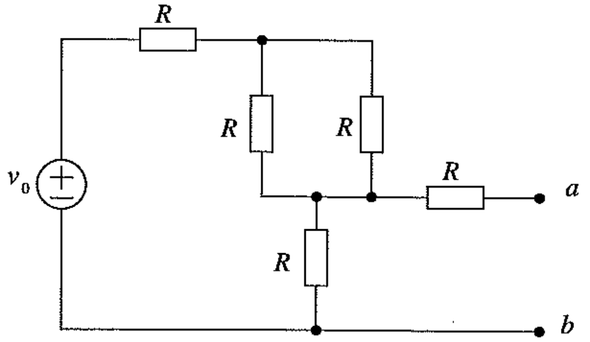
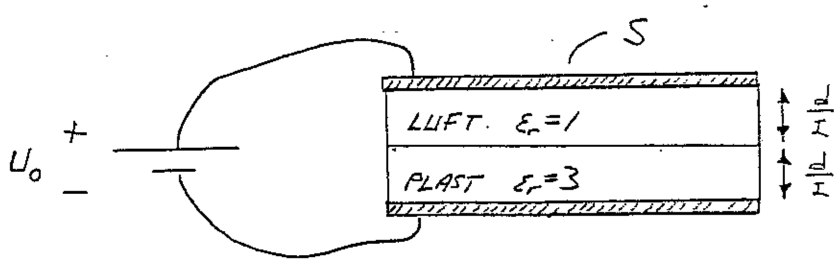
Ellära och elektronik, kurskod: ETE115, F2 och N2,
tisdag 2011-01-11, kl 14-19, MA:10.

1.



Bestäm Thévenin-ekvivalenten med avseende på polparet a och b. Kretsschemat för Thévenin-ekvivalenten ska ritas. Thévenin-spänningen V_{Th} ska beräknas. Thévenin-resistansen R_{Th} ska beräknas. Kända storheter är v_0 och R.

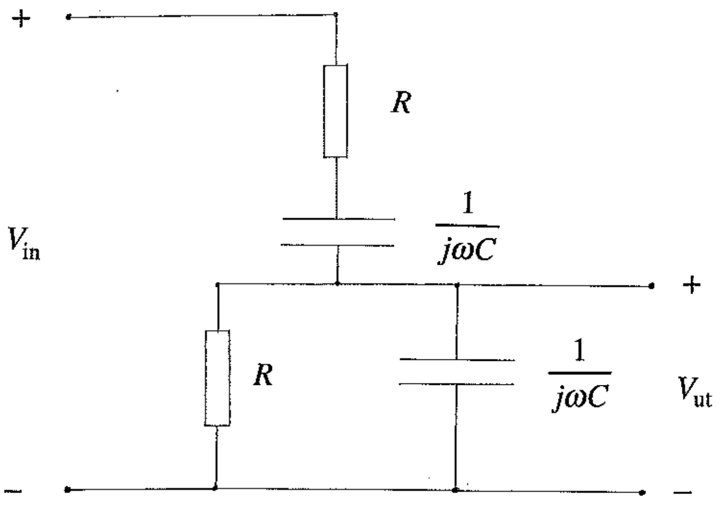
2.



En plattkondensator består av två ledande skivor. Avståndet mellan skivorna är d. Tvärsnittsytan är S (dvs ytan av en av skivorna är S). Området mellan skivorna är till hälften utfyllt med plast vars relativa permittivitet ε_r är lika med 3. Den andra hälften utgörs av luft med $\varepsilon_r = 1$ (se figuren ovan). Kondensatorn kopplas till en spänningskälla som ger den konstanta spänningen U_0.
Bestäm laddningen Q på övre skivan. Kända storheter är d, S och U_0.

Uppgift 3 finns på nästa sida.

3.



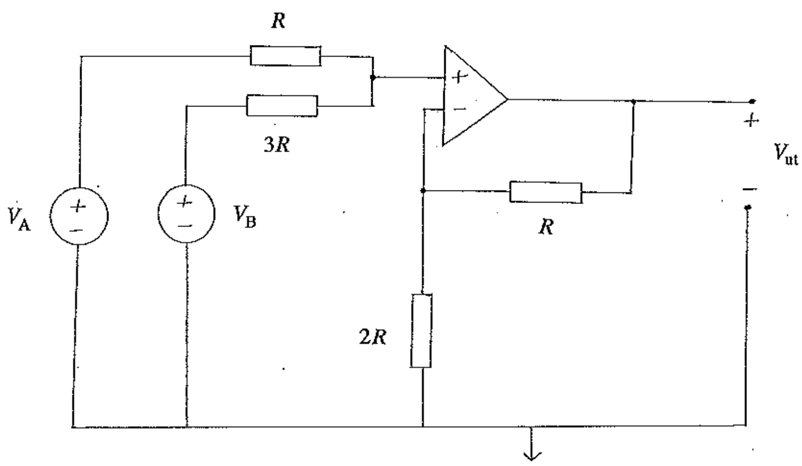
I ovanstående wienfilter är V_{in} den komplexa inspänningen och V_{ut} är den komplexa utspänningen. Kända storheter är ω, R och C.

a) Bestäm $\frac{V_{ut}}{V_{in}}$.

b) Bestäm den vinkelfrekvens ω för vilken V_{ut} och V_{in} är i fas.

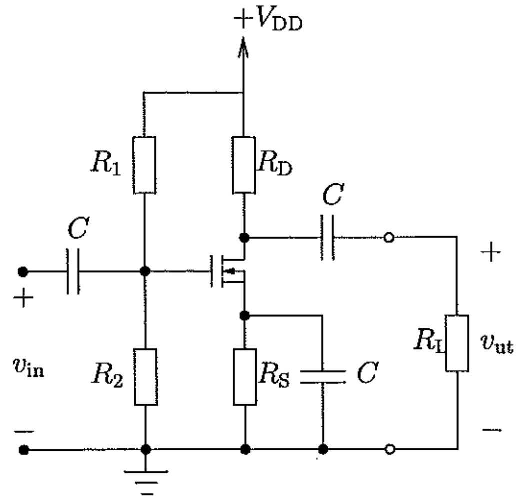
c) Bestäm $\frac{V_{ut}}{V_{in}}$ för ovannämda vinkelfrekvens (dvs när V_{ut} och V_{in} är i fas).

4.



Operationsförstärkaren i ovanstående koppling är ideal. Spänningarna V_A och V_B samt resistansen R är kända. Bestäm spänningen V_{ut}.

5.

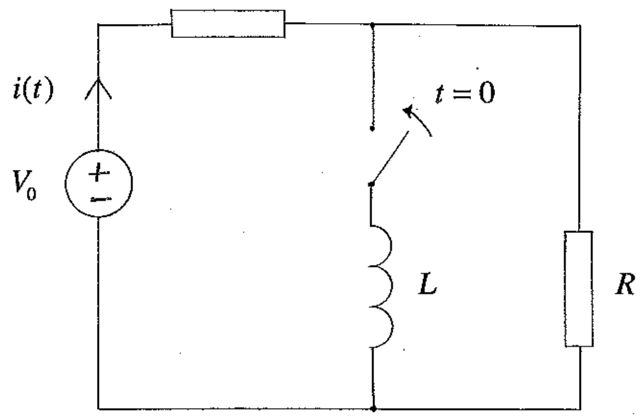


I ovanstående förstärkarkoppling så är följande givet och känt: R_1, R_2, R_D, R_L, V_{DD}, C, transistorns transkonduktans g_m, V_{GSQ} och I_{DQ}. Transistorns drain-resistans r_d kan antagas vara oändligt stor. Kapacitansen C kan anses vara stor.

a) Bestäm R_S.

b) Bestäm $v_{ut}(t)$ under förutsättning att $v_{in}(t) = V_0 \sin(\omega t)$ där V_0 och ω är kända. Toppvärdet V_0 är mycket mindre än matningsspänningen V_{DD}.

6.



I nätet ovan sluter switchen vid tiden $t = 0$. Strömmen genom spänningsgeneratorn är inte känd men betecknas $i(t)$. Kända storheter är V_0, R och L.

a) Bestäm strömmen strax efter det att switchen slutits dvs bestäm $i(0+)$.

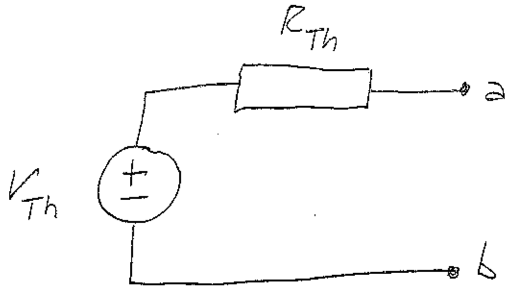
b) Bestäm strömmen långt efter det att switchen slutits dvs bestäm $i(+\infty)$.

c) Bestäm strömmen $i(t)$ för alla tider t.

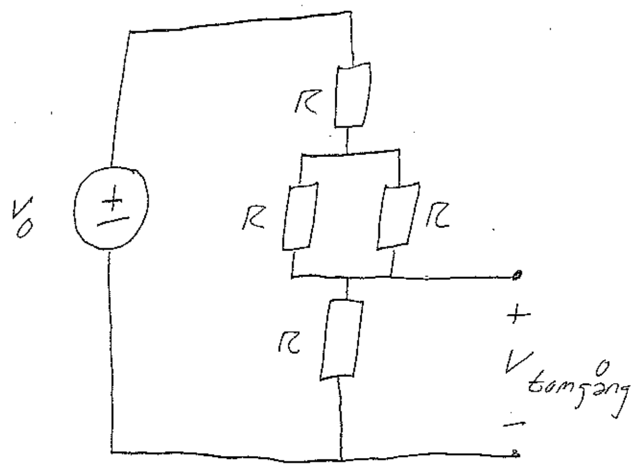
SLUT

Lösningar till tentamen i "Ellära och elektronik", 2011-01-11.

1

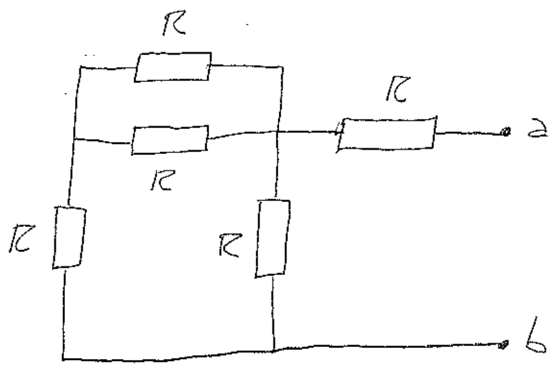


$V_{Th} = V_{tomgång}$



$$V_{tomgång} = \frac{R}{R + \frac{R}{2} + R} V_0 = \frac{R}{\frac{5R}{2}} V_0 = \frac{2}{5} V_0$$

$$\underline{\underline{V_{Th} = \frac{2}{5} V_0}}$$



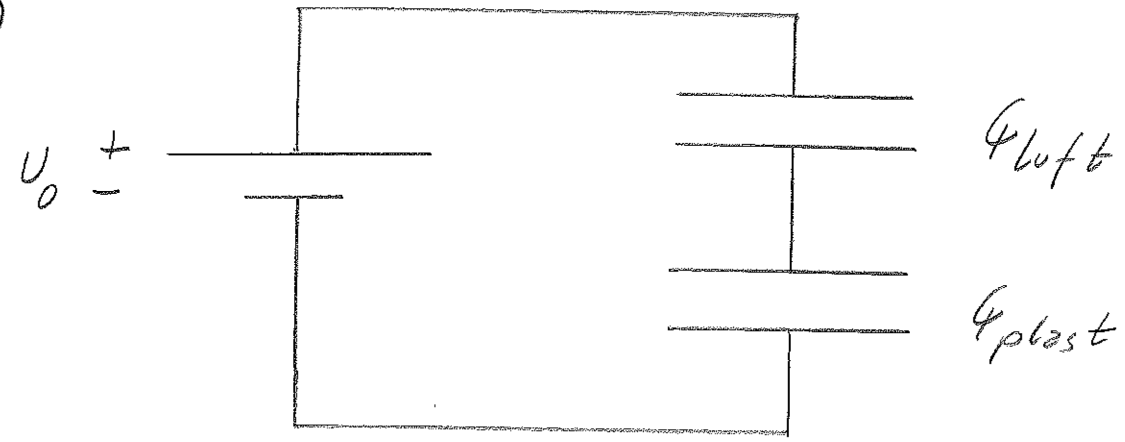
$$\underline{\underline{R_{Th}}} = R + \left(R + \frac{R}{2}\right) // R =$$

$$= R + \frac{3R}{2} // R =$$

$$= R + \frac{\frac{3R}{2} \cdot R}{\frac{3R}{2} + R} =$$

$$= R + \frac{3R}{5} = \underline{\underline{\frac{8R}{5}}}$$

2



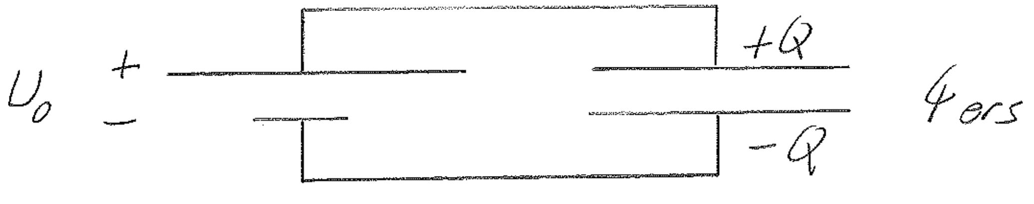
$$C = \varepsilon_r \varepsilon_0 \cdot \frac{A}{d}$$

$$C_{luft} = 1 \cdot \varepsilon_0 \frac{S}{\left(\frac{d}{2}\right)} = \frac{2\varepsilon_0 S}{d}$$

$$C_{plast} = 3 \cdot \varepsilon_0 \frac{S}{\left(\frac{d}{2}\right)} = \frac{6\varepsilon_0 S}{d}$$

$$C_{ers} = \frac{C_{luft} \cdot C_{plast}}{C_{luft} + C_{plast}} = \frac{\frac{2\varepsilon_0 S}{d} \cdot \frac{6\varepsilon_0 S}{d}}{\frac{2\varepsilon_0 S}{d} + \frac{6\varepsilon_0 S}{d}} =$$

$$= \frac{1 \cdot \frac{6\varepsilon_0 S}{d}}{1+3} = \frac{6\varepsilon_0 S}{4d} = \frac{3\varepsilon_0 S}{2d}$$



$$C_{ers} = \frac{+Q}{U_0} \Rightarrow \underline{Q} = C_{ers} \cdot U_0 = \underline{\underline{\frac{3\varepsilon_0 S U_0}{2d}}}$$

③ a) $Z_1 = R // \frac{1}{j\omega C} = \frac{R \cdot \frac{1}{j\omega C}}{R + \frac{1}{j\omega C}} = \frac{R}{1 + j\omega C R}$

$$\underline{\underline{\frac{V_{ut}}{V_{in}}}} = [\text{spännings delning}] = \frac{Z_1}{R + \frac{1}{j\omega C} + Z_1} =$$

$$= \frac{j\omega C Z_1}{j\omega C R + 1 + j\omega C Z_1} = \frac{\frac{j\omega C R}{1 + j\omega C R}}{j\omega C R + 1 + \frac{j\omega C R}{1 + j\omega C R}} =$$

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

$$= \underline{\underline{\frac{j\omega C R}{1 - \omega^2 C^2 R^2 + j3\omega C R}}}$$

b) $1 - \omega^2 C^2 R^2 = 0$

$1 = \omega^2 C^2 R^2$

$\omega C R = 1$

$\underline{\underline{\omega = \frac{1}{RC}}}$

c) $\underline{\underline{\frac{V_{ut}}{V_{in}}}} = \frac{j\omega C R}{0 + j3\omega C R} = \underline{\underline{\frac{1}{3}}}$

(4) V_1 = potentialen på plus-ingången =

= — " — — " — minus-ingången

KCL på plus-ingången ger:

$$\frac{V_1 - V_A}{R} + \frac{V_1 - V_B}{3R} = 0$$

$$3(V_1 - V_A) + V_1 - V_B = 0$$

$$3V_1 - 3V_A + V_1 - V_B = 0$$

$$4V_1 = 3V_A + V_B$$

$$V_1 = \frac{3V_A + V_B}{4}$$

Spänningsdelning ger:

$$V_1 = \frac{2R}{2R + R} V_{ut}$$

$$\underline{\underline{V_{ut}}} = \frac{3R}{2R} V_1 = \frac{3}{2} V_1 = \underline{\underline{\frac{9V_A + 3V_B}{8}}}$$

5

a) Vid räkning på arbetspunkten blir kondensatorerna avbrott. Potentialen på gaten beräknas:

$$V_{GQ} = \frac{R_2}{R_1+R_2} V_{DD}$$

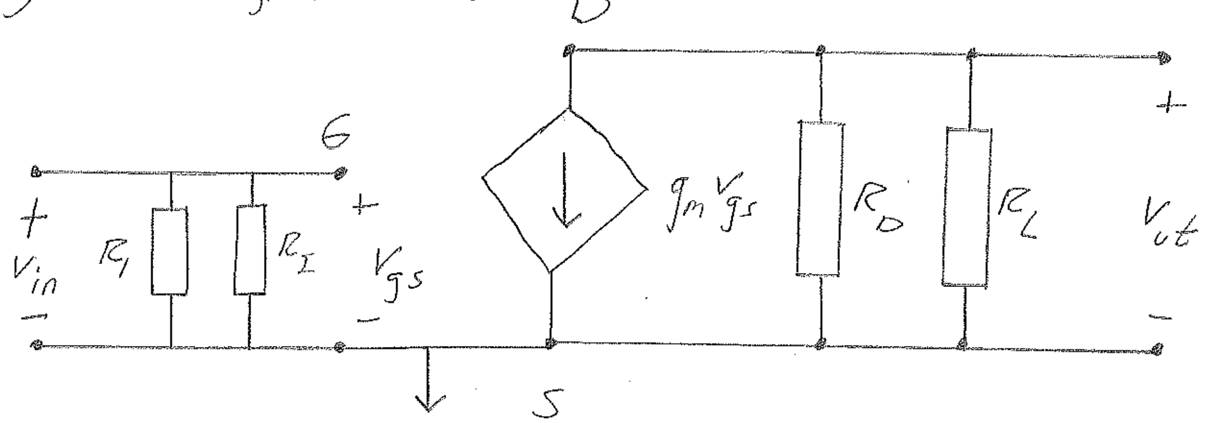
Spänningsvandring ger

$$+V_{GQ} - V_{GSQ} - R_S I_{DQ} = 0$$

$$R_S I_{DQ} = V_{GQ} - V_{GSQ}$$

$$\underline{\underline{R_S = \frac{1}{I_{DQ}} \left(\frac{R_2 V_{DD}}{R_1+R_2} - V_{GSQ} \right)}}$$

b) Småsignalschemat:



$$v_{ut} = -g_m v_{gs} \frac{R_D R_L}{R_D+R_L} = \left[v_{gs} = v_{in} \right] = -\frac{g_m R_D R_L}{R_D+R_L} v_{in}$$

$$\underline{\underline{v_{ut}(t) = -\frac{g_m R_D R_L}{R_D+R_L} V_0 \sin(\omega t)}}$$

⑥ a) För $t<0$ gäller $i(t) = \frac{V_0}{2R}$.

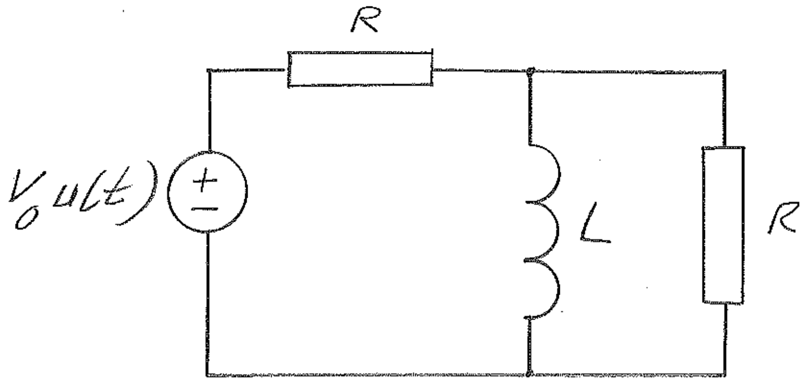
Spolen är strömtrög dvs $i_{spole}(0+) = i_{spole}(0-) = 0$.

$$\underline{\underline{i(0+) = \frac{V_0}{2R}}}$$

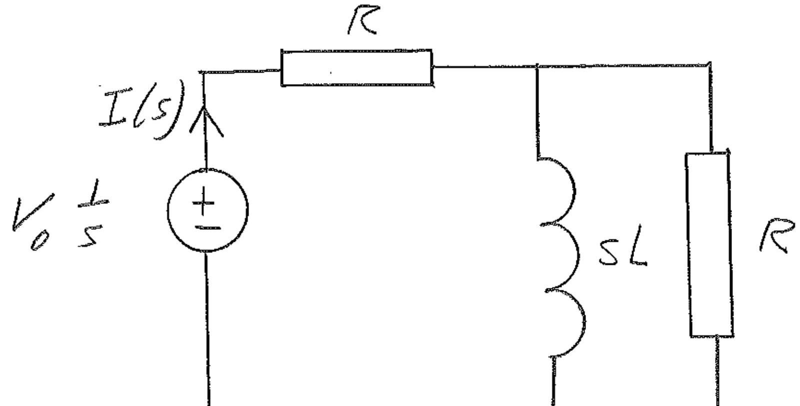
b) Efter lång tid fungerar spolen som en kortslutning. $\underline{\underline{i(+\infty) = \frac{V_0}{R}}}$

c) $\underline{\underline{i(t) = \frac{V_0}{2R} \qquad -\infty < t \leq 0}}$

För $t>0$ kan vi räkna på följande nät:



$$\xrightarrow{\mathcal{L}}$$



$$I(s) = \frac{\frac{V_0}{s}}{R + \frac{sLR}{sL+R}} = \frac{V_0}{s}\,\frac{sL+R}{R(sL+R)+sLR} =$$

$$= \frac{V_0}{s}\,\frac{sL+R}{R^2+s2LR} = \frac{V_0}{s}\,\frac{\frac{s}{2R}+\frac{1}{2L}}{s+\frac{R}{2L}} =$$

$$= \frac{\frac{V_0}{2L}+\frac{V_0}{2R}s}{s\left(s+\frac{R}{2L}\right)} = \frac{A}{s} + \frac{B}{s+\frac{R}{2L}} = *$$

Räkningar ger $A = \frac{V_0}{R}$ och $B = -\frac{V_0}{2R}$.

$$* = \frac{V_0}{R}\,\frac{1}{s} - \frac{V_0}{2R}\,\frac{1}{s+\frac{R}{2L}}$$

$$\xrightarrow{\mathcal{L}^{-1}}$$

$$\underline{\underline{i(t)}} = \frac{V_0}{R}\,u(t) - \frac{V_0}{2R}\,e^{-\frac{R}{2L}t}\,u(t) =$$

$$\underline{\underline{= \frac{V_0}{R}\left(1 - \frac{1}{2}e^{-\frac{Rt}{2L}}\right)u(t) \qquad 0 < t < +\infty}}$$