Lösningar till tentamen i Elektronik för E, del 1, 27 oktober 2014

L1

Resistansen som är parallellkopplad med en kortslutning saknar betydelse. Det ger
Svar: $V_{\mathrm{Th}} = \dfrac{V_0}{3}$ och $R_{\mathrm{Th}} = \dfrac{4}{3}R$.

L2

Kondensatorn fungerar som ett avbrott och induktansen som en kortslutning. Det ger

$$\begin{aligned} \frac{2}{R}V_1 - \frac{1}{R}V_2 &= \frac{V_{\mathrm{A}}}{R} + I_0 \\ -\frac{1}{R}V_1 + \frac{5}{2R}V_2 &= \frac{V_{\mathrm{B}}}{2R} \end{aligned}$$

L3

a) FILTER 1 är ett lågpassfilter med brytvinkelfrekvensen $\omega_{\mathrm{b}} \approx 10^5$ rad/s.

b) FILTER 2 är ett högpassfilter med brytvinkelfrekvensen $\omega_{\mathrm{b}} \approx 10^5$ rad/s.

c) Eftersom $\omega_{\mathrm{b}} = \dfrac{R_{\mathrm{A}}}{L}$ för RL-filtret är $R_{\mathrm{A}} = \omega_{\mathrm{b}} L = 10^5 \cdot 10^{-2} = 1\ \mathrm{k\Omega}$.

Eftersom $\omega_{\mathrm{b}} = \dfrac{1}{R_{\mathrm{B}} C}$ för RC-filtret är $R_{\mathrm{B}} = \dfrac{1}{\omega_{\mathrm{b}} C} = 10^{-5} \cdot 10^{9} = 10\ \mathrm{k\Omega}$.

d) Spolen sitter i FILTER 1. För låga frekvenser fungerar spolen som en resistans. Spänningsdelning ger

$$|H| = \frac{R_{\mathrm{A}}}{R_{\mathrm{A}} + R_{\mathrm{L}}}$$

där R_{L} är spolens resistans. Av tabellen framgår att $|H| = 0.97$ för låga frekvenser. Det ger
Svar: $R_{\mathrm{L}} = \dfrac{0.03}{0.97} R_{\mathrm{A}} \approx 0.03 R_{\mathrm{A}} = 30\,\Omega$

L4

Upprepade spänningsdelningar ger

$$v_{\mathrm{ut}} = \frac{R_1 R_{\mathrm{in}}^2 R_{\mathrm{b}}}{(R_{\mathrm{b}} + R_{\mathrm{ut}})(R_{\mathrm{ut}} R_1 + R_{\mathrm{ut}} R_{\mathrm{in}} + R_1 R_{\mathrm{in}})(R_{\mathrm{in}} + R_{\mathrm{s}})} A_{\mathrm{oc}}^2 v_{\mathrm{s}}$$

och

$$i_{\mathrm{ut}} = \frac{v_{\mathrm{ut}}}{R_b} = \frac{R_1 R_{\mathrm{in}}^2}{(R_{\mathrm{b}} + R_{\mathrm{ut}})(R_{\mathrm{ut}} R_1 + R_{\mathrm{ut}} R_{\mathrm{in}} + R_1 R_{\mathrm{in}})(R_{\mathrm{in}} + R_{\mathrm{s}})} A_{\mathrm{oc}}^2 v_{\mathrm{s}}$$

a) Utspänningen är maximal då $R_{\mathrm{b}} = \infty$, d.v.s. ett avbrott. Det ger

$$v_{\mathrm{ut,max}} = \frac{R_1 R_{\mathrm{in}}^2}{(R_{\mathrm{ut}} R_1 + R_{\mathrm{ut}} R_{\mathrm{in}} + R_1 R_{\mathrm{in}})(R_{\mathrm{in}} + R_{\mathrm{s}})} A_{\mathrm{oc}}^2 v_{\mathrm{s}}$$

b) Maximal ström fås när $R_{\mathrm{b}} = 0$. Det ger

$$i_{\mathrm{ut,max}} = \frac{R_1 R_{\mathrm{in}}^2}{R_{\mathrm{ut}}(R_{\mathrm{ut}} R_1 + R_{\mathrm{ut}} R_{\mathrm{in}} + R_1 R_{\mathrm{in}})(R_{\mathrm{in}} + R_{\mathrm{s}})} A_{\mathrm{oc}}^2 v_{\mathrm{s}}$$

c) Theveninekvivalenten kommer att ha spänningen $v_{\mathrm{Th}} = v_{\mathrm{ut,max}}$ och resistansen

$$R_{\mathrm{Th}} = \frac{v_{\mathrm{ut,max}}}{i_{\mathrm{ut,max}}} = R_{\mathrm{ut}}$$

Därmed skall man välja $R_{\mathrm{b}} = R_{\mathrm{ut}}$. Den maximala effekten blir

$$P_{\mathrm{max}} = \frac{1}{4} \frac{v_{\mathrm{ut,max}}^2}{R_{\mathrm{ut}}}$$

L5

a) Den ena modellen är en ideal diod och den andra en ideal diod i serie med 0.6 V spänningskälla, se föreläsningsanteckningar.

b) Om $V_1 = V_2 = 0$ är båda dioderna framspända och $V_{\mathrm{ut}} = 0$ V. Om en av V_1 och V_2 är 6 V är motsvarande diod framspänd medan den andra är backspänd. Det ger $V_{\mathrm{ut}} = 6$ V. Om $V_1 = V_2 = 6$ V är båda dioderna framspända och $V_{\mathrm{ut}} = 6$ V. Kretsen fungerar som en OR-krets med tabellen

V_1/V	V_2/V	V_{ut}/V
0	0	0
6	0	6
0	6	6
6	6	6

c) Om $V_1 = V_2 = 0$ är båda dioderna framspända och $V_{\mathrm{ut}} = 0$ V. Om en av V_1 och V_2 är 6 V är motsvarande diod backspänd medan den andra är framspänd. Det ger $V_{\mathrm{ut}} = 0$ V. Om $V_1 = V_2 = 6$ V är båda dioderna framspända och $V_{\mathrm{ut}} = 6$ V. Kretsen fungerar som en AND-krets med tabellen

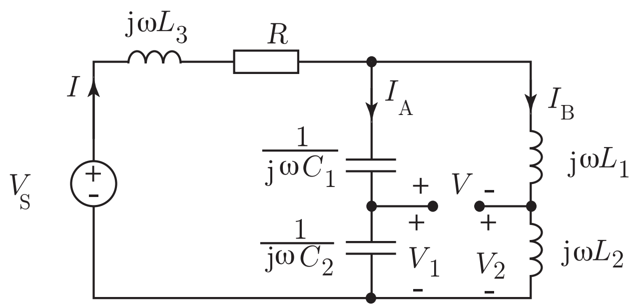
V_1/V	V_2/V	V_{ut}/V
0	0	0
6	0	0
0	6	0
6	6	6

L6

Kretsen är en parallellresonanskrets där frekvensen är resonansfrekvensen. Det ger

$$\omega = 1/\sqrt{CL}$$

där $L = L_1 + L_2$ och $C = \dfrac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$.



Vi transformerar kretsen till frekvensplanet, enligt figur. Spänningsdelning ger

$$V_1 = \frac{1/(\mathrm{j}\omega C_2)}{1/(\mathrm{j}\omega C_1) + 1/(\mathrm{j}\omega C_2)} V_\mathrm{S} = \frac{C_1}{C_1 + C_2} V_\mathrm{S},$$

där $V_\mathrm{S} = 10$ V, och

$$V_2 = \frac{\mathrm{j}\omega L_2}{\mathrm{j}\omega L_1 + \mathrm{j}\omega L_2} V_\mathrm{S} = \frac{L_2}{L_1 + L_2} V_\mathrm{S}$$

Då $V = V_1 - V_2 = 0$ måste gälla $\dfrac{C_1}{C_1 + C_2} = \dfrac{L_2}{L_1 + L_2}$ vilket ger $\dfrac{L_1}{L_2} = \dfrac{C_2}{C_1}$.

a) $C_2 = C_1 \dfrac{L_1}{L_2} = 1$ nF. Det ger $L = 10$ mH, $C = 0.9$ nF och $\omega = \dfrac{1}{3} \cdot 10^6$ rad/s.

Svar: $\omega = \dfrac{1}{3} \cdot 10^6$ rad/s

b) $I_\mathrm{B} = \dfrac{V_\mathrm{S}}{\mathrm{j}\omega(L_1 + L_2)} = \dfrac{V_\mathrm{S}}{\omega(L_1 + L_2)} e^{-\mathrm{j}\pi/2}$. I tidsplanet är strömmen

$$i_\mathrm{B}(t) = \frac{V_\mathrm{S}}{\omega(L_1 + L_2)} \cos(\omega t - \pi/2)$$

Eftersom $\omega(L_1 + L_2) = \frac{1}{3} \cdot 10^6 \cdot 10^{-2} = \frac{1}{3} \cdot 10^4$ V/A, och $V_\mathrm{S} = 10$ V fås

$$i_\mathrm{B}(t) = 3\cos(\omega t - \pi/2)\,\mathrm{mA}$$

Kirchhoffs strömlag ger att $i_\mathrm{A}(t) = -i_\mathrm{B}(t)$.

Svar: $i_\mathrm{A}(t) = -3\cos(\omega t - \pi/2)\,\mathrm{mA}$ och $i_\mathrm{B}(t) = 3\cos(\omega t - \pi/2)\,\mathrm{mA}$.

(vilket är detsamma som
$i_\mathrm{A}(t) = 3\cos(\omega t + \pi/2)\,\mathrm{mA}$ och $i_\mathrm{B}(t) = -3\cos(\omega t + \pi/2)\,\mathrm{mA}$