Lösningar till tentamen Elektronik del 1 för E, 22 okober 2012

L1

Spänningsdelning ger $V_{\mathrm{Th}} = \dfrac{V_0}{2}$. Nollställs källan fås $R_{\mathrm{Th}} = R + \dfrac{R}{2} = \dfrac{3}{2}R$.
Svar: $V_{\mathrm{Th}} = \dfrac{V_0}{2}$ och $R_{\mathrm{Th}} = \dfrac{3}{2}R$

L2

KCL ger

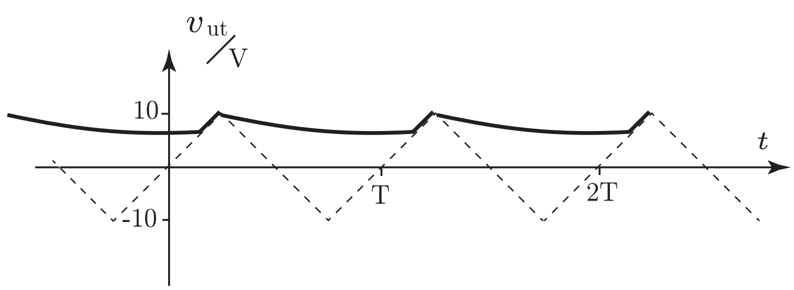
$$\begin{aligned} \frac{V_1 - V_A}{R_2} + \frac{V_1 - V_B}{R_3} + \frac{V_1 - V_2}{R_6} - I_0 = 0 \\ \frac{V_2 + V_C}{R_4} + \frac{V_2}{R_5} + \frac{V_2 - V_1}{R_6} + I_0 = 0 \end{aligned}$$

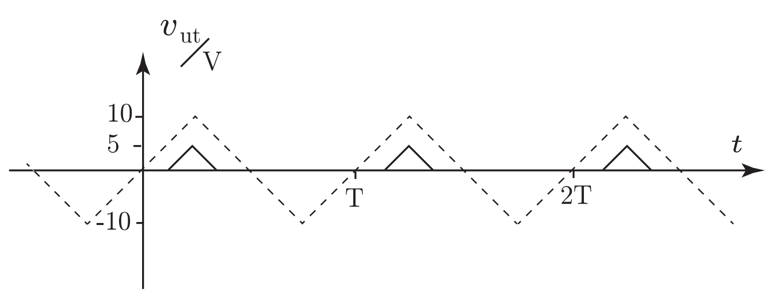
Detta ger

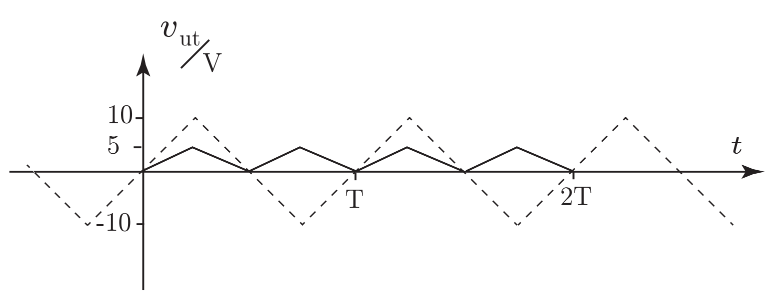
$$\begin{aligned} \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_6}\right) V_1 - \frac{1}{R_6} V_2 = \frac{V_A}{R_2} + \frac{V_b}{R_3} + I_0 \\ -\frac{1}{R_6} V_1 + \left(\frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_6}\right) V_2 = -\frac{V_C}{R_4} - I_0 \end{aligned}$$

L3

Kurvorna ges av de heldragna linjerna i diagrammen nedan.
a) Glättningskondensatorn gör att spänningen v_{ut} går ned långsamt.
b) Vi får en ström endast då $v_{\mathrm{in}} > 5$ V. För alla andra v_{in} är dioden backspänd.
c) Helvågslikriktare där $v_{\mathrm{ut}}(t) = 0.5|v_{\mathrm{in}}(t)|$ p.g.a. av spänningsdelning.


v_{ut}/V
10
-10
T
2T
t


v_{ut}/V
10
5
-10
T
2T
t


v_{ut}/V
10
5
-10
T
2T
t

L4

a) Högpassfilter.
b) Enligt diagrammet är brytvinkelfrekvensen ungefär $\omega_B = 10^6$ rad/s. Eftersom $\omega_b = \dfrac{R}{L}$ för ett RL-nät fås $L = \dfrac{R}{\omega_B} = \dfrac{10^3}{10^6} = 1$ mH. Vi har då antagit att vi kan försumma spolens resistans. I c) fås att spolens resistans är 10 Ω vilket endast är en procent av R. Den bör alltså kunna försummas.
Svar: $L \approx 1$ mH
c) Spolens impedans är $Z = R_L + \mathrm{j}\omega L$. För låga frekvenser är $\omega L \ll R_L$ och spolen kan ersättas med en resistans R_L. Utsignalen ges då approximativt av spänningsdelning

$$V_{\mathrm{ut}} = \frac{R_L}{R_L + R} V_{\mathrm{in}}$$

Det ger överföringsfunktionen $|H| \approx \dfrac{R_L}{R_L + R}$. Enligt diagrammet är $|H|_{\mathrm{dB}} \approx -40$ dB för låga frekvenser. Det motsvarar $|H| \approx 0.01$ vilket ger $\dfrac{R_L}{R_L + R} \approx 0.01$ och $\dfrac{R}{R_L} \approx 99$. Därmed gäller $R_L \approx \dfrac{R}{99} \approx 10\,\Omega$.
Svar: $R_L \approx 10\,\Omega$

L5

Vi börjar med att bestämma V_1, enligt figur, med spänningsdelning. Eftersom V_1 ligger över en parallellkoppling av $Z = R + \dfrac{1}{\mathrm{j}\omega C}$ med $Z = \dfrac{1}{\mathrm{j}\omega C} + R$, d.v.s. över impedansen $Z||Z = \dfrac{1}{2} Z = \dfrac{1}{2}\left(R + \dfrac{1}{\mathrm{j}\omega C}\right)$. Detta ger

$$V_1 = \frac{Z/2}{Z + Z/2} V_{\mathrm{in}} = \frac{1}{3} V_{\mathrm{in}}$$

Vi spänningsdelar nu V_1 för att få V_{ut}

$$V_{\mathrm{ut}} = \frac{\frac{1}{\mathrm{j}\omega C}}{R + \frac{1}{\mathrm{j}\omega C}} V_1 = \frac{1}{1 + \mathrm{j}\omega RC} V_1 = \frac{1}{3(1 + \mathrm{j}\omega RC)} V_{\mathrm{in}}$$

a) Svar: $H = \dfrac{1}{3(1 + \mathrm{j}\omega RC)}$
b) $H = \dfrac{1}{3\sqrt{1 + (\omega RC)^2}} e^{-\mathrm{j}\arctan(\omega RC)}$ Fasskillnaden är alltså $-\arctan(\omega RC)$. Denna är $-\pi/4$ då $\omega RC = 1$. Det ger
Svar: $\omega = \dfrac{1}{RC}$

L6

a) För likspänning är induktansen en kortslutning och kondensatorn ett avbrott. Av symmetriskäl är $i_2 = 0$. Vi kan alltså ta bort grenen där i_2 flyter. Det ger att resistansen är $R + 2R||2R = 2R$ sett från källan. Därmed är $i_1 = \frac{v_s}{2R} = \frac{V_0}{2R}$.
b) Då $\omega \to \infty$ är induktansen ett avbrott och kondensatorn en kortslutning. Det ger att $i_2 = 0$ och $i_1 = \frac{v_s}{2R} = \frac{V_0 \cos \omega t}{2R}$.
c) Vi analyserar kretsen i frekvensplanet. Då I är noll krävs att spänningen V_1 i figuren måste vara noll. Vi får $V_1 = V_2 - V_3$. Detta skall gälla för alla frekvenser. Spänningsdelning ger

$$V_2 = \frac{R||\frac{1}{j\omega C}}{R + R||\frac{1}{j\omega C}} V_4 = \frac{R}{2R + j\omega R^2 C} V_4$$

$$V_3 = \frac{R}{2R + j\omega L} V_4$$

där V_4 är given av figuren. Då $V_1 = 0$ gäller $\frac{R}{2R + j\omega R^2 C} V_4 = \frac{R}{2R + j\omega L} V_4$ och därmed $\omega R^2 C = \omega L$. Detta ger
<u>Svar:</u> $C = \frac{L}{R^2}$.