Lösningar till tentamen i Elektronik för E, del 1, 21 oktober 2013

1

Använd nodanalys. Inför V_1 som nodpotential. KVL på den övre noden ger

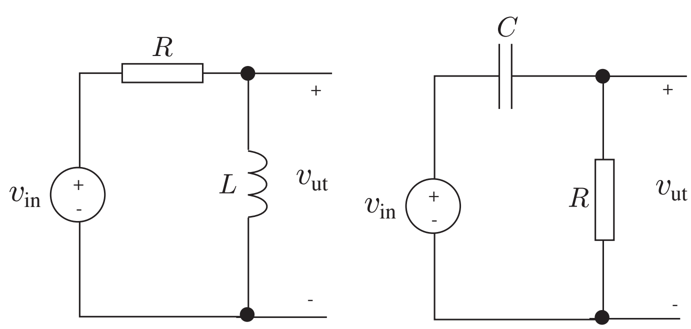
$$\frac{V_1 - V_0}{R} + \frac{V_1}{2R} + \frac{V_1 - \alpha V_2}{R} - I_0 = 0$$

Spänningsdelningen ger $V_1 = 2V_2$ och om detta sätts in i ekvationen ovan fås
Svar: $V_2 = \dfrac{V_0 + RI_0}{5 - \alpha}$

2

Vi gör om tvåpolen till dess Theveninekvivalent med $V_{\text{Th}} = \dfrac{V_0}{2}$ och $R_{\text{Th}} = \dfrac{5R}{2}$. Det är nu enklare att svara på frågorna:
a) Maximal ström fås då R_b är noll. Strömmen ges av $I_b = \dfrac{V_{\text{Th}}}{R_{\text{Th}}} = \dfrac{V_0}{5R}$.
b) Maximal spänning fås då R_b är oändlig. Spänningen ges av $V_b = V_{\text{Th}} = \dfrac{V_0}{2}$.
c) Maximal effekt fås då $R_b = R_{\text{Th}}$. Det ger $P_b = R_b I^2 = R_{\text{Th}} \dfrac{V_{\text{Th}}^2}{4R_{\text{Th}}^2} = \dfrac{V_0^2}{40R}$.

3



a) De båda filtren ges i figuren. Det är lämpligt att välja brytvinkelfrekvens $\omega_b = 100$ krad/s. För RL-nätet gäller $\omega_b = \dfrac{R}{L}$ och för RC-nätet är $\omega_b = \dfrac{1}{RC}$. Det ger $L = 10$ mH och $C = 10$ nF.
b) Se föreläsningsanteckningar om filter.
c) Signalgeneratorn har en inre resistans som gör att utsignalen dämpas en aning relativt signalgeneratorns tomgångsspänning vid höga frekvenser i RC-nätet. Utsignalen från RL-nätet påverkas däremot inte eftersom strömmen i kretsen är noll för höga frekvenser. Spänningsdelning för RC-nätet ger

$$V_{\mathrm{ut}} = \frac{R}{R_i + R} V_{\mathrm{tomgång}}$$

Det ger $R_i = R\left(\frac{V_{\mathrm{tomgång}}}{V_{\mathrm{ut}}} - 1\right) = \frac{100}{1.9} \approx 50\,\Omega$.

4

a)

- Högpassfilter $\Rightarrow$ BC
- Lågpassfilter $\Rightarrow$ AB
- Bandpassfilter $\Rightarrow$ CD
- Bandspärrfilter $\Rightarrow$ AC

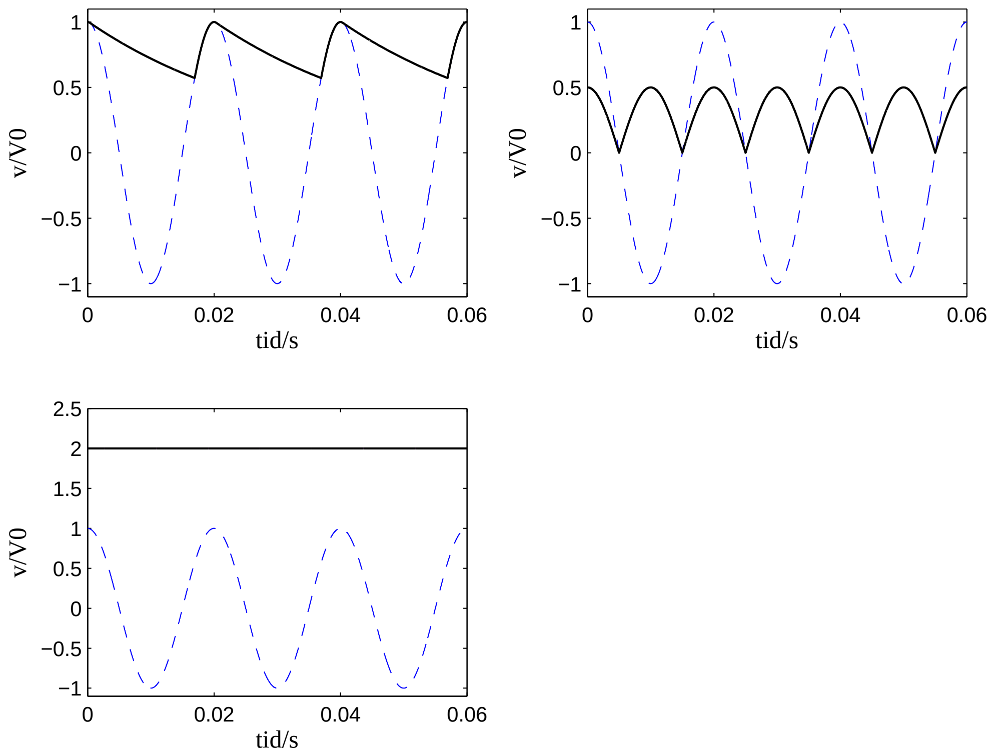
b) $H = \dfrac{\mathrm{j}\omega L + 1/(\mathrm{j}\omega C)}{R + \mathrm{j}\omega L + 1/(\mathrm{j}\omega C)}$

c) $f_0 = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

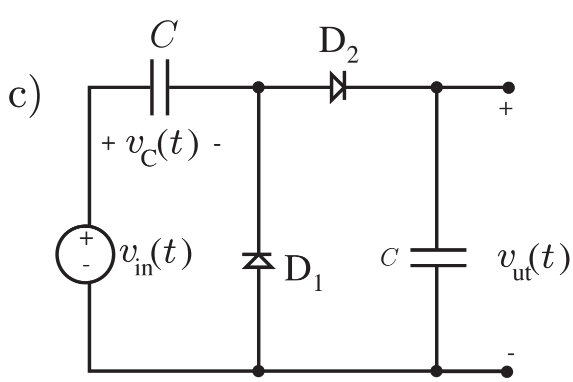
d) För lågpassfiltret gäller $H = \dfrac{1/(\mathrm{j}\omega C)}{R + \mathrm{j}\omega L + 1/(\mathrm{j}\omega C)}$. Vid f_0 förenklas detta till $H = \dfrac{1}{\mathrm{j}\omega RC}$. Vi skall därmed välja $R = \dfrac{1}{\omega C} = \sqrt{\dfrac{L}{C}}$.

e) För högpassfiltret gäller vid frekvensen f_0 att $H = \mathrm{j}\dfrac{\omega L}{R} = e^{\mathrm{j}\pi/2}\dfrac{\omega L}{R}$ medan för lågpassfiltret gäller $H = e^{-\mathrm{j}\pi/2}\dfrac{1}{\omega RC}$. Fasvridningen är alltså $\pi/2$ för högpassfiltret och $-\pi/2$ för lågpassfiltret. Det gör att det är 180 graders fasskillnad mellan utsignalerna för hög- och lågpassfiltren.

5



a) Halvvågslikriktare med glättning. Den vänstra övre figuren visar utspänningen.
b) Helvågslikriktare. Den övre högra figuren visar utspänningen. Utspänningen är halverad p.g.a. de båda resistanserna.



c) Spänningsfördubblare. Efter det att spänningen slagits på kommer så småningom de båda kondensatorerna att ha laddats upp till konstanta spänningar och det kommer inte att gå några strömmar genom dioderna. När $v_{\text{in}}(t) = -V_0$ måste då gälla att spänningen över den vänstra kondensatorn är $v_C(t) = -V_0$, annars skulle det bli en uppåtgående ström genom dioden D1. Därmed är $v_C(t) = -V_0$ efter en tid. När $v_{\text{in}}(t) = V_0$ måste därmed $v_{\text{ut}}(t) = 2V_0$, annars kommer det att gå en ström åt höger genom dioden D_2. Observera att den högra kondensatorn inte kan laddas ur p.g.a. dioden D_2 och att den vänstra kondensatorn endast kan laddas ur genom att skicka en ström åt höger genom D_2. Det kan den dock bara göra fram till dess att $v_{\mathrm{ut}} = 2V_0$.

6

Då $i(t) = 0$ kan vi frikoppla den vänstra delen av kretsen från den högra. I frekvensplanet ges då spänningen över spolen av

$$V_L = \frac{\mathrm{j}\omega L}{R_1 + \mathrm{j}\omega L} V_A = \frac{\omega L}{\sqrt{R_1^2 + (\omega L)^2}} V_A e^{\mathrm{j}(\pi/2 - \arctan{(\omega L/R_1)})}$$

och spänningen över R_2 av

$$V_{R_2} = \frac{R_2}{R_2 + 1/(\mathrm{j}\omega C)} V_B e^{\mathrm{j}\phi} = \frac{\omega R_2 C}{\sqrt{1 + (\omega R_2 C)^2}} V_B e^{\mathrm{j}(\phi + \pi/2 - \arctan{(\omega R_2 C)})}$$

a) Om $i(t) = 0$ måste $V_L = V_{R_2}$ och då krävs att både amplitud och fas skall stämma

$$\frac{\omega L}{\sqrt{R_1^2 + (\omega L)^2}} V_A = \frac{\omega R_2 C}{\sqrt{1 + (\omega R_2 C)^2}} V_B$$
$$\pi/2 - \arctan{(\omega L/R_1)} = \phi + \pi/2 - \arctan{(\omega R_2 C)}$$

Det ger svaret:

$$V_B = \frac{\omega L}{\sqrt{R_1^2 + (\omega L)^2}} \frac{\sqrt{1 + (\omega R_2 C)^2}}{\omega R_2 C} V_A$$
$$\phi = \arctan{(\omega R_2 C)} - \arctan{(\omega L/R_1)}$$

b) Om vi väljer $\omega L/R_1 = \omega R_2 C$ kommer $V_L = V_{R_2}$ för alla frekvenser då $v_1(t) = v_2(t)$.
Det ger svaret $R_2 = \dfrac{L}{R_1 C}$.