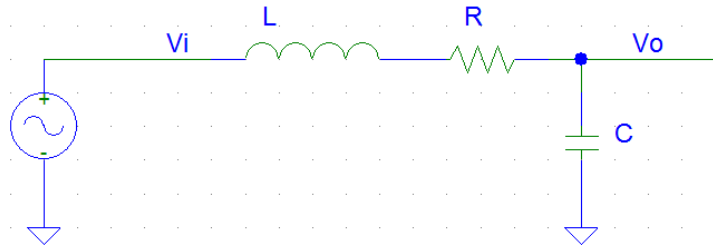


FYS3220 Eksamen H2013, oppgave 4, løsningsforslag.

Oppgave 4 Filter



$$H_{lp}(s) = \frac{1}{LCs^2 + RCs + 1}$$

Figur 1. 2-ordens lavpassfilter med tilhørende overføringsfunksjon.

- La R være 1 ohm og la filteret ha en knekkfrekvens $\omega_0 = 1$ rad/sec. Bestem L og C slik at vi får et Butterworth lavpassfilter. (Se Vedlegg)
- Skaler impedans og frekvens slik at vi får et nytt Butterworthfilter, men med $R = 100$ ohm og knekkfrekvens $\omega_1 = 10^4$ rad/sec. Vis hvordan du finner de nye verdiene for L og C .
- Gjør om $H_{lp}(s)$ til et høypassfilter. Tegn det nye skjemaet og vis hvordan du regner deg fra den opprinnelige $H_{lp}(s)$ til den nye overføringsfunksjonen $H_{hp}(s)$. Du skal **ikke** beregne verdiene til de nye komponentene i denne deloppgaven.

Vedlegg 5 Butterworth polynom koeffisienter

N	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4
1	1	1			
2	1	$2^{0.5}$	1		
3	1	2	2	1	
4	1	2.613	3.1414	2.613	1

Løsningsforslag

a) La R være 1 ohm og la filteret ha en knekkfrekvens $\omega_0 = 1$ rad/sec. Bestem L og C slik at vi får et Butterworth lavpassfilter. (Se

Jeg slår opp koeffisienten til et 2-ordens Butterworth filter i vedlegget og likner det gitte polynomet med tilsvarende Butterworth filter	$H_{lp}(s) = \frac{1}{LCs^2 + RCs + 1} = \frac{1}{\frac{s^2}{\omega_0^2} + \sqrt{2} \frac{s}{\omega_0} + 1}$
--	--

Så likner jeg ledd med lik potens for å finne L og C	$RCs = \sqrt{2} \frac{s}{\omega_0} \Leftrightarrow RC = \sqrt{2} \Leftrightarrow \underline{\underline{C = \sqrt{2}}}$ $LCs^2 = \frac{s^2}{\omega_0^2} \Rightarrow LC = \frac{1}{\omega_0^2} = 1 \Rightarrow L = \frac{1}{C\omega_0^2} = 2^{-0.5} = 0.707H$
--	---

b)Skaler impedans og frekvens slik at vi får et nytt Butterworthfilter, men med $R=100$ ohm og knekkfrekvens $\omega_1=10^4$ rad/sec. Vis hvordan du finner de nye verdiene for L og C.

Jeg finner den ohmske skaleringsfaktoren a	$a = \frac{R_{ny}}{R_g} = 100$
Likner den skalerte impedansen for spolen	$R_{ny} = 100$ $Z_{Lny} = aZ_{Lg}$ $sL_{ny} = a sL_g$ $j\omega_{ny}L_{ny} = a j\omega_g L_g$ $\underline{\underline{L_{ny} = a \frac{\omega_g}{\omega_{ny}} L_g = 100 \cdot \frac{1}{10^4} \cdot 2^{-0.5} = 7.07mH}}$
Likner den skalerte impedansen for kondensatoren	$Z_{Cny} = aZ_{Cg}$ $\frac{1}{sC_{ny}} = a \frac{1}{sC_g}$ $\frac{1}{j\omega_{ny}C_{ny}} = a \frac{1}{j\omega_g C_g}$ $\underline{\underline{C_{ny} = \frac{\omega_g}{a\omega_{ny}} C_g = \frac{1}{100 \cdot 10^4} \cdot 2^{0.5} = 14.14\mu F}}$

c)Gjør om $H_{lp}(s)$ til et høypassfilter. Tegn det nye skjemaet og vis hvordan du regner deg fra den opprinnelige $H_{lp}(s)$ til den nye overføringsfunksjonen $H_{hp}(s)$. Du skal ikke beregne verdiene til de nye komponentene i denne deloppgaven.

Overføringsfunksjonen

Jeg uttrykker lavpass funksjonen som en impedansfunksjon og bytter induktive og kapasitive impedanser mot hverandre.

Så setter jeg inn for disse og finner den nye overføringsfunksjonen for høypassfilteret. Jeg ser at den nye funksjonen nå har fått to 0 punkt i tillegg til polene, noe som tyder på at dette må være et høypassfilter.

$$H_{lp}(s) = \frac{1}{LCs^2 + RCs + 1}$$

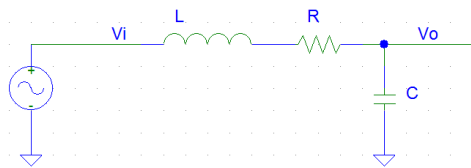
$$= \frac{1}{\frac{Z_L}{Z_C} + \frac{R}{Z_C} + 1}$$

$$H_{hp}(s) = \frac{1}{\frac{Z_C}{Z_L} + \frac{R}{Z_L} + 1}$$

$$H_{hp}(s) = \frac{1}{\frac{1}{s^2 LC} + \frac{R}{sL} + 1} \cdot \frac{s^2 LC}{s^2 LC}$$

$$H_{hp}(s) = \frac{LCs^2}{LCs^2 + RCs + 1}$$

Opprinnelig Lavpasskretsskjemaet



Jeg bytter alle kondensatorer mot spoler og omvendt og får et motsvarende høypassfilter.

