

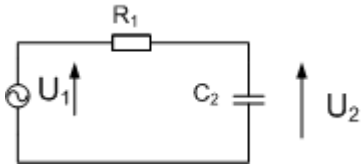
# ITD12011 Fysikk og kjemi

## Løsningsforslag til Frivillig øving 3

### Oppgave 1

Kretsen under har følgende komponentverdier:

$$R_1 = 2,0 \text{ K}\Omega \quad C_2 = 1,2 \text{ nF}$$



Hva blir grensefrekvensen?

Bruker Ohms lov for å finne overføringsfunksjonen  $U_2/U_1$ :

Setter først opp uttrykket for strømmen:

$$I = \frac{U_1}{R_1 + Z_C} = \frac{U_1}{R_1 + \left(\frac{1}{j\omega C_2}\right)} = \frac{U_1 \cdot j\omega C_2}{1 + R_1 j\omega C_2}$$

Finner så spenningen  $U_2$ :

$$U_2 = I \cdot Z_C = I \cdot \left(\frac{1}{j\omega C_2}\right)$$

Setter inn for I:

$$U_2 = \frac{U_1 \cdot j\omega C_2}{(1 + R_1 j\omega C_2)} \left(\frac{1}{j\omega C_2}\right) = \frac{U_1}{(1 + R_1 j\omega C_2)}$$

Finner så overføringsfunksjonen  $U_2/U_1$ :

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{1}{(1 + j\omega R_1 C_2)}$$

Grensefrekvensen, som vi kan kalle  $f_g$ , er der hvor imaginærdelen er lik real-delen:

$$\omega_g R_1 C_2 = 1$$

Setter inn for  $\omega_g = 2\pi f_g$ :

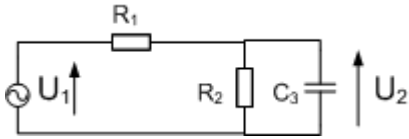
$2\pi f_g R_1 C_2 = 1$ , som igjen gir:

$$f_g = 1/(2\pi R_1 C_2) = 1/(2\pi \cdot 2000 \cdot 1,2 \cdot 10^{-9}) = \mathbf{66,3 \text{ KHz}}$$

## Oppgave 2

Kretsen under har følgende komponentverdier:

$$R_1 = 2,0 \text{ K}\Omega \quad R_2 = 1,2 \text{ K}\Omega \quad C_3 = 1,2 \text{ nF}$$



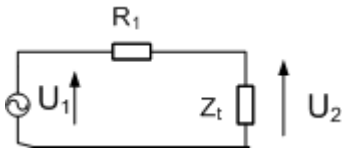
a. Hva blir grensefrekvensen?

Bruker Ohms lov for å finne overføringsfunksjonen  $U_2/U_1$ :

Regner da først ut parallellkoblingen av  $R_2$  og  $C_3$ , som vi gir navnet  $Z_t$ :

$$Z_t = \frac{R_2 Z_c}{R_2 + Z_c}$$

Det gir denne figuren, hvor  $Z_t$  er parallellkoblingen av  $R_2$  og  $Z_c$ :



Setter så opp uttrykket for strømmen:

$$I = \frac{U_1}{R_1 + Z_t} = \frac{U_1}{R_1 + \left( \frac{R_2 Z_c}{R_2 + Z_c} \right)} = \frac{U_1 (R_2 + Z_c)}{R_1 R_2 + R_1 Z_c + R_2 Z_c}$$

Finner så spenningen  $U_2$ :

$$U_2 = I \cdot Z_t = I \cdot \left( \frac{R_2 Z_c}{R_2 + Z_c} \right)$$

Setter inn for I:

$$U_2 = \frac{U_1 (R_2 + Z_c)}{(R_1 R_2 + R_1 Z_c + R_2 Z_c)} \left( \frac{R_2 Z_c}{R_2 + Z_c} \right) = \frac{U_1 R_2 Z_c}{(R_1 R_2 + R_1 Z_c + R_2 Z_c)} = \frac{U_1 R_2 Z_c}{(R_1 R_2 + (R_1 + R_2) Z_c)}$$

Finner så overføringsfunksjonen  $U_2/U_1$ :

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{R_2 Z_c}{(R_1 R_2 + (R_1 + R_2) Z_c)}$$

Setter så inn for  $Z_C = (1/j\omega C_3)$

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{R_2 Z_C}{(R_1 R_2 + (R_1 + R_2) Z_C)} = \frac{\frac{R_2}{j\omega C_3}}{\left( R_1 R_2 + \frac{(R_1 + R_2)}{j\omega C_3} \right)} = \frac{R_2}{((R_1 + R_2) + j\omega C_3 R_1 R_2)}$$

Grensefrekvenser er der hvor imaginærdelen er lik real-delen:

$$\omega_g C_3 R_1 R_2 = (R_1 + R_2)$$

$$\text{Setter inn } \omega_g = 2\pi f_g$$

$$2\pi f_g C_3 R_1 R_2 = (R_1 + R_2)$$

$$f_g = (R_1 + R_2) / 2\pi C_3 R_1 R_2$$

Setter inn verdien  $R_1 = 2,0 \text{ K}\Omega$ ,  $R_2 = 1,2 \text{ K}\Omega$  og  $C_3 = 1,2 \text{ nF}$

$$f_g = ((2,0 + 1,2) \cdot 10^3) / 2 \cdot \pi \cdot 2,0 \cdot 1,2 \cdot 10^{3+3} \cdot 1,2 \cdot 10^{-9} = (3,2 \cdot 10^{3-6+9}) / 5,76 \cdot \pi = 0,1768 \cdot 10^6 = \mathbf{176,8 \text{ KHz}}$$

*b. Tegn opp overføringsfunksjonen.*

Bruker tallverdien av uttrykket  $U_2/U_1$ , som vi fant over:

$$\left| \frac{U_2}{U_1} \right| = \left| \frac{R_2}{((R_1 + R_2) + j\omega C_3 R_1 R_2)} \right| = \frac{1}{\left( \sqrt{\left( \frac{(R_1 + R_2)}{R_2} \right)^2 + (2\pi f \cdot C_3 R_1)^2} \right)}$$

Setter inn verdien  $R_1 = 2,0 \text{ K}\Omega$ ,  $R_2 = 1,2 \text{ K}\Omega$  og  $C_3 = 1,2 \text{ nF}$  og regner ut:

$$\left| \frac{U_2}{U_1} \right| = \frac{1}{\left( \sqrt{\left( \frac{(2 \cdot 10^3 + 1,2 \cdot 10^3)}{1,2 \cdot 10^3} \right)^2 + (2\pi f \cdot 1,2 \cdot 10^{-9} \cdot 2 \cdot 10^3)^2} \right)} = \frac{1}{\sqrt{7,1 + 0,227 \cdot 10^{-9} \cdot f^2}}$$

f [KHz]	$U_2/U_1$ (ganger)	$U_2/U_1$ [dB]
10	0,37	-8,52
50	0,36	-8,85
70	0,35	-9,14
120	0,31	-10,15
176,8	0,265	-11,52
250	0,216	-13,28
1000	0,065	-23,69
2000	0,033	-29,61

Frekvensrespons, oppgave 2b

