Лабораторно упражнение 3

April 8, 2021

1 Пропроционално регулатор

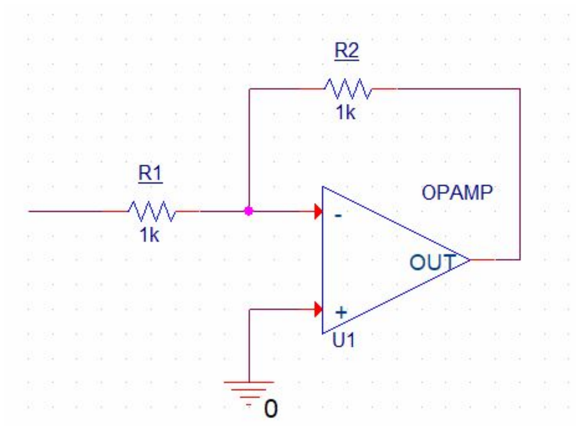

Figure 1: Анализирана схема

$$\frac{U_o(p)}{U_i(p)} = -\frac{R_2}{R_1} \tag{1}$$

Въвеждам $K_p = \frac{R_2}{R_1}$

$$U_o(t) = -K_p U_i(t) \tag{2}$$

2 Пропроционално-интегрален регулатор

2.1 Предавателна функция

Стъпките за получаване на предавателна функция са:

- Преобразуваме схемата чрез Лаплас,т.е $C \rightarrow^{L} Z_C = \frac{1}{pC}$,$L \rightarrow^{L} Z_L = pL$

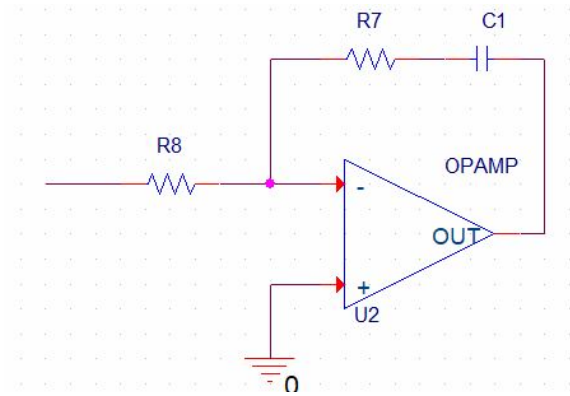

Figure 2: Анализирана схема

- Опростявам получената верига чрез прилагане на правила за последователно и паралелно свързване на съпротивления
- Намира се предавателната функция $W = \frac{U_o(p)}{U_i(p)}$

За схемата

$$Z_{eq} = \frac{1}{pC_1} + R_7 = \frac{1 + pC_1R_7}{pC_1} \tag{3}$$

$$W = \frac{U_o(p)}{U_i(p)} = -\frac{Z_{eq}}{R_8} = -\frac{\frac{1+pC_1R_7}{pC_1}}{R_8} = -\frac{1 + pC_1R_7}{pC_1R_8} = -\left(\frac{1}{pC_1R_8} + \frac{R_7}{R_8}\right) \tag{4}$$

Въвеждаме коефициенти $K_p = \frac{R+7}{R_8}$,$T_i = C_1R_8\,[s]$

$$W = \frac{U_o(p)}{U_i(p)} = -\left(\frac{1}{pT_i} + K_p\right) \tag{5}$$

2.2 Диференциално уравнение

За намирането на диференциалното уравнение

- Преобразувам предавателната функция във вида $U_o(p) = f(p)\,U_i(p)$
- Прилага се обратно Лапласово преобразуване $px(p) \rightarrow^{L^{-1}} \frac{dx(t)}{dt}$, $\frac{x(p)}{p} \rightarrow^{L^{-1}} \int xdt$

$$U_o(p) = -\left(\frac{1}{pT_i}U_i(p) + K_pU_i(p)\right) \tag{6}$$

След обратно преобразуване се получава:

$$U_o(t) = -\left(\int \frac{1}{T_i}U_i(t)\,dt + K_pU_i(t)\right) = -\left(\frac{1}{T_i}\int U_i(t)\,dt + K_pU_i(t)\right) \tag{7}$$

3 Пропроционално-интегрално-диференциален регулатор

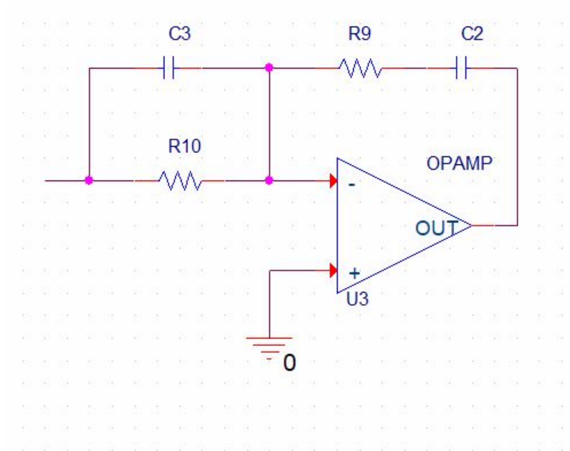

Figure 3: Анализирана схема

3.1 Предавателна функция

$$Z_{eq_2} = R_9 + \frac{1}{pC_2} = \frac{1 + pC_2R_9}{pC_2} \tag{8}$$

$$Z_{eq_1} = R_{10}||\frac{1}{pC_3} = \frac{\frac{1}{pC_3}R_{10}}{R_{10} + \frac{1}{pC_3}} = \frac{R_{10}}{1 + pC_3R_{10}} \tag{9}$$

$$W = \frac{U_o\left(p\right)}{U_i\left(p\right)} = -\frac{Z_{eq_2}}{Z_{eq_1}} = -\frac{\frac{1+pC_2R_9}{pC_2}}{\frac{R_{10}}{1+pC_3R_{10}}} = -\frac{\left(1 + pC_2R_9\right)\left(1 + pC_3R_{10}\right)}{pC_2R_{10}} \tag{10}$$

$$W = \frac{U_o\left(p\right)}{U_i\left(p\right)} = -\frac{1 + p\left(C_2R_9 + C_3R_{10}\right) + p^2C_2R_9C_3R_{10}}{pC_2R_{10}} = -\left(\frac{1}{pC_2R_{10}} + \frac{C_2R_9 + C_3R_{10}}{C_2R_{10}} + pC_3R_9\right) \tag{11}$$

Въвеждаме коефициенти $T_i = C_2R_{10}\,[s]$,$T_d = C_3R_9\,[s]$,$K_p = \frac{C_2R_9+C_3R_{10}}{C_2R_{10}}$

$$W = -\left(\frac{1}{pT_i} + K_p + pT_d\right) \tag{12}$$

3.2 Диференциално уравнение

$$U_o\left(p\right) = -\left(\frac{1}{pT_i}U_i\left(p\right) + K_pU_i\left(p\right) + pT_dU_i\left(p\right)\right) \rightarrow^{L^{-1}} U_o\left(t\right) = -\left(\frac{1}{T_i}\int U_i\left(t\right)dt + K_pU_i\left(t\right) + T_d\frac{dU_i\left(t\right)}{dt}\right) \tag{13}$$