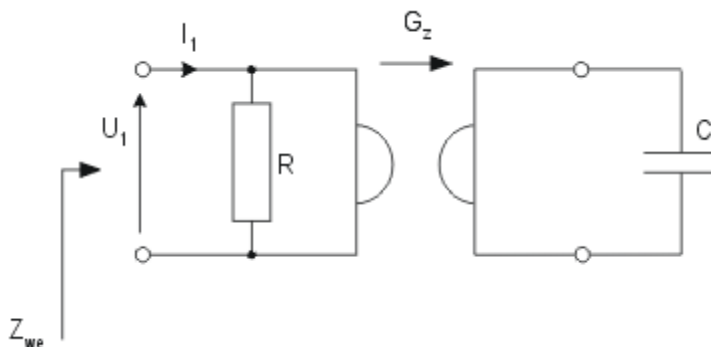


## Ćwiczenia do rozdziału 1.

### Ćwiczenie 1.1

Określić impedancję wejściową układu przedstawionego na rys. 1.15.

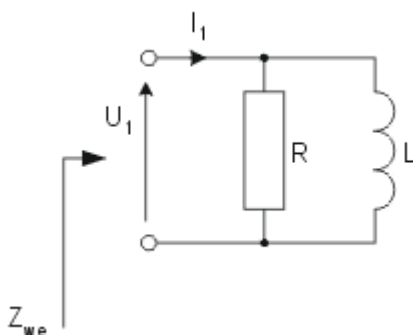


Rys. 1.15. Schemat układu do zadania 1.1.

### Rozwiązanie

Układ żyratora obciążonego pojemnością realizuje sobą indukcyjność  $L$ , przy czym  $L = R_z^2 C$ .

Schemat układu po zastąpieniu żyratora i pojemności jedną indukcyjnością  $L$  przedstawiony jest na rys. 1.16.



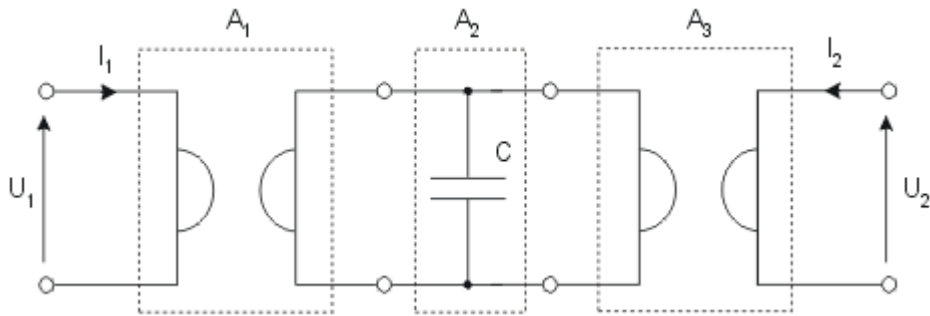
Rys. 1.16. Schemat układu zastępczego do rys. 1.15

Jest to układ połączenia równoległego rezystancji  $R$  i impedancji indukcyjnej  $Z_L = sL$ , wobec czego impedancja wejściowa całego układu jest równa

$$Z_{we} = \frac{R \cdot sL}{R + sL} = \frac{sR_z^2 RC}{sR_z^2 C + R}$$

### Ćwiczenie 1.2

Wyznaczyć macierz łańcuchową zastępczą układu przedstawionego na rys. 1.17, zawierającego dwa żyratory i kondensator C.



Rys. 1.17. Układ połączeń czwórników do zadania 1.2

#### Rozwiązanie

Układ przedstawiony na rysunku może być potraktowany jako połączenie łańcuchowe trzech czwórników, jak to przedstawiono na rys. 1.27. Dwa czwórniki są żyratorami o macierzy łańcuchowej

$$\mathbf{A}_1 = \mathbf{A}_3 = \begin{bmatrix} 0 & R_z \\ G_z & 0 \end{bmatrix}$$

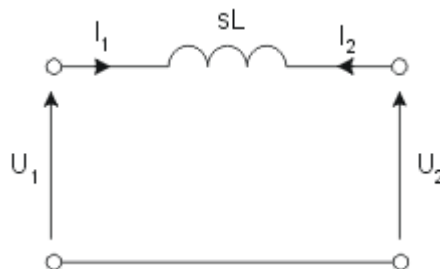
Trzeci czwórnik stanowi kondensator C. Macierz łańcuchowa tego czwórnika wyraża się wzorem

$$\mathbf{A}_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ sC & 1 \end{bmatrix}$$

Macierz łańcuchowa układu 3 czwórników połączonych kaskadowa wyraża się wzorem

$$\mathbf{A} = \mathbf{A}_1 \mathbf{A}_2 \mathbf{A}_3 = \begin{bmatrix} 0 & R_z \\ G_z & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ sC & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & R_z \\ G_z & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & sCR_z^2 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Łatwo można pokazać, że wynik końcowy odpowiada czwórnikowi o strukturze przedstawionej na rys. 1.18, z indukcyjnością nieziemioną równą  $L = CR_z^2$ .



Rys. 1.18. Schemat zastępczy połączenia czwórników z rys. 1.17

### Ćwiczenie 1.3

Zrealizować układ sumatora trójwejściowego z wykorzystaniem wzmacniacza operacyjnego o wzmocnieniach równych  $k_1 = -1$ ,  $k_2 = -5$ ,  $k_3 = 2$ .

#### Rozwiązanie

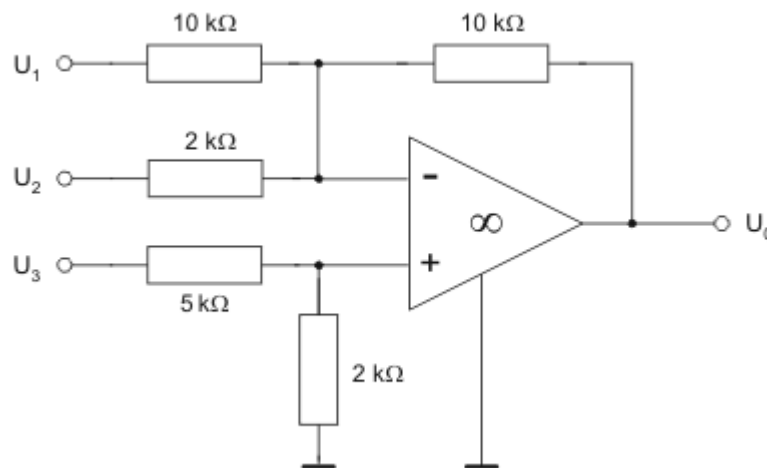
Wykorzystamy w realizacji schemat układu z rys. 1.9. Przyjmiemy arbitralnie wartość rezystancji  $R_f$  sprzężenia zwrotnego równą  $R_f = 10\text{k}\Omega$ , co odpowiada konduktancji  $G_f = 10^{-4}\text{S}$ . Dla uzyskania wzmocnienia  $k_1 = -1$  należy przyjąć  $G_1^- = 10^{-4}\text{S}$ , co odpowiada  $R_1^- = 10\text{k}\Omega$ . Realizacja  $k_2 = -5$  wymaga zastosowania  $G_2^- = 5 \cdot 10^{-4}\text{S}$  ( $R_2^- = 2\text{k}\Omega$ ). Uzyskanie  $k_3 = 2$  jest możliwe przy wyborze  $G_3^+ = 2 \cdot 10^{-4}\text{S}$  ( $R_3^+ = 5\text{k}\Omega$ ). Warunek zrównoważenia konduktancji w obu węzłach wejściowych wzmacniacza wymaga, aby

$$G_0^- + G_f + G_1^- + G_2^- = G_0^+ + G_3^+$$

Podstawiając odpowiednie wartości otrzymuje się następującą postać warunku zrównoważenia konduktancji

$$G_0^- + 7 \cdot 10^{-4} = G_0^+ + 2 \cdot 10^{-4}$$

Przyjmując  $G_0^- = 0$  (brak rezystora) oraz  $G_0^+ = 5 \cdot 10^{-4}\text{S}$  ( $R_0^+ = 2\text{k}\Omega$ ) otrzymuje się schemat układu sumatora przedstawiony na rys. 4.12.



Rys. 1.19. Schemat sumatora trójwejściowego do ćwiczenia 1.3