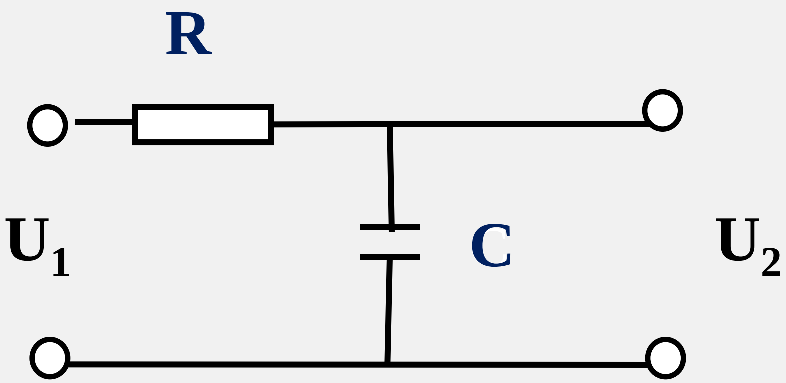
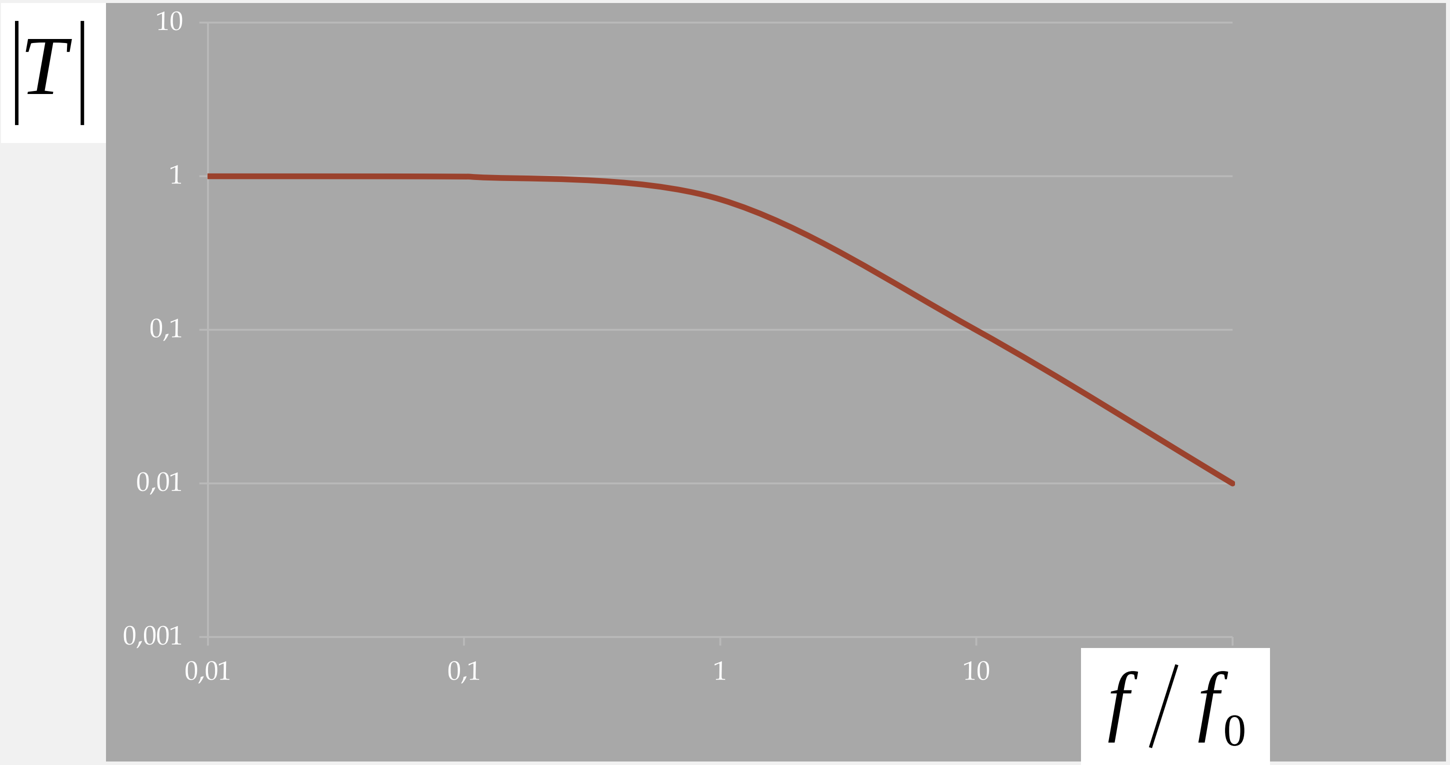
Czwórnik RC

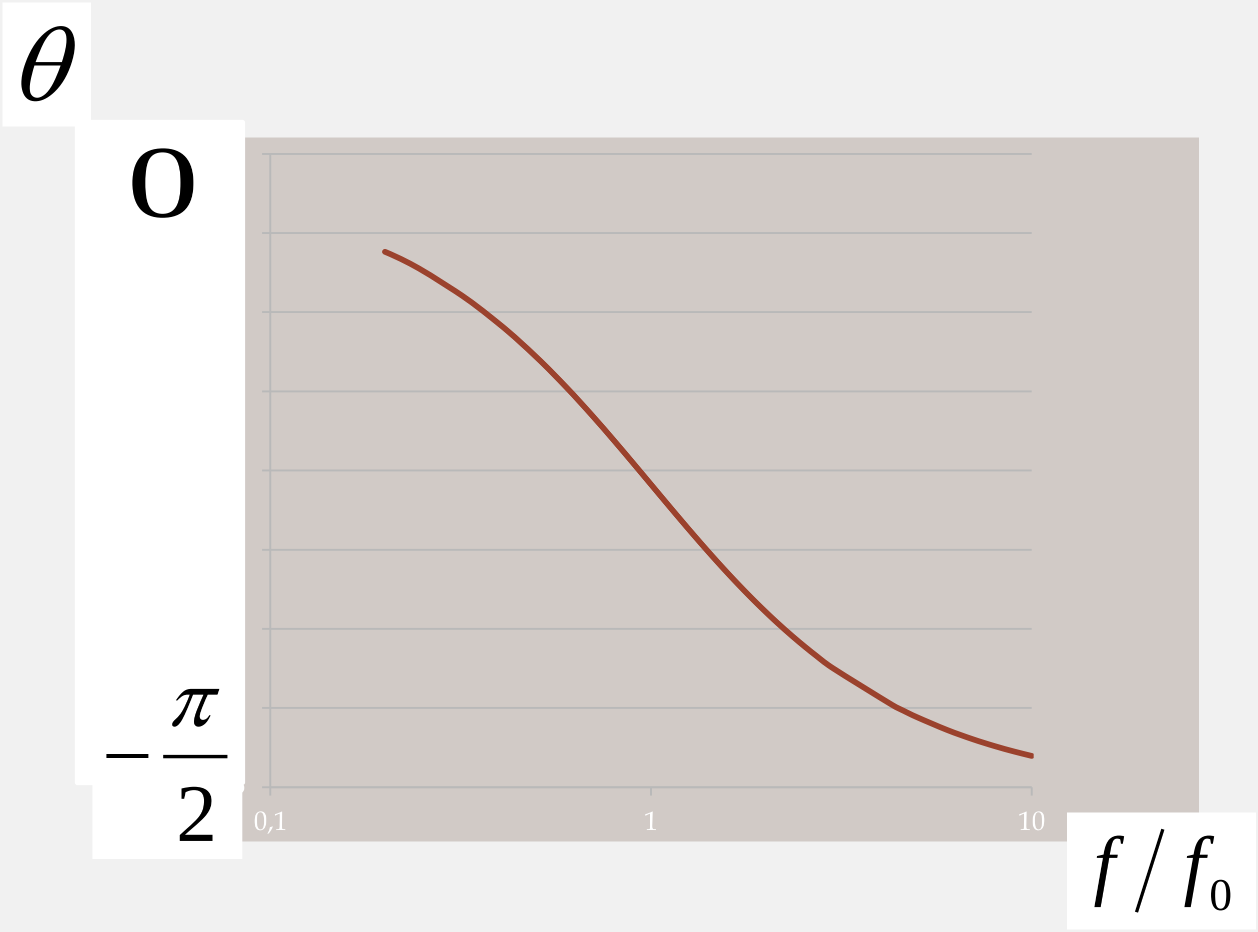


Układ całkujący
Filtr dolnoprzepustowy

$$T(j\omega) = \frac{U_2}{U_1} = \frac{\dfrac{1}{j\omega C}}{\dfrac{1}{j\omega C} + R}$$

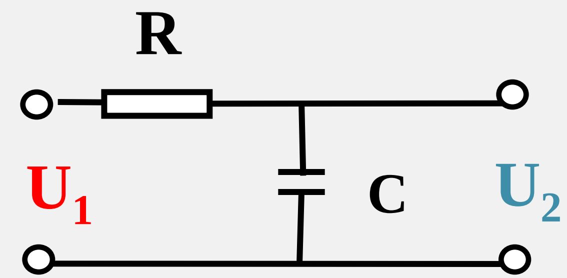


$$|T(f)| = \frac{1}{\sqrt{1+\left(\dfrac{f}{f_0}\right)^2}}$$



$$\theta(f) = arctg\left(\frac{f}{f_0}\right)$$

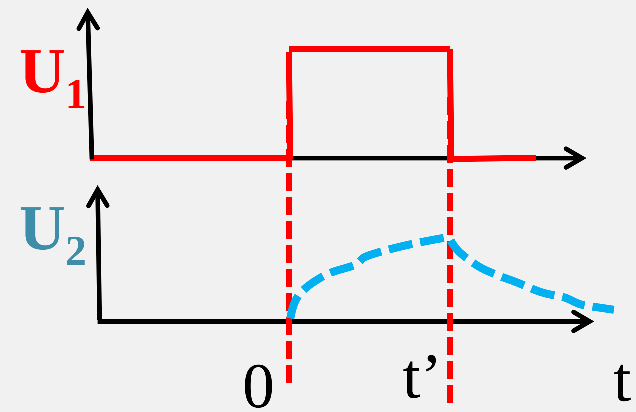
Odpowiedź układu całkującego na impulsy prostokątne



$$U_1 = IR + U_2 \qquad U_2 = \frac{1}{C}\int I dt$$

$$U_1 = IR + \frac{1}{C}\int I dt \quad /()' \quad /* \frac{1}{R}$$

$$0 = \frac{dI}{dt} + \frac{1}{t_0} I \qquad I = Ke^{-\frac{t}{t_0}}$$



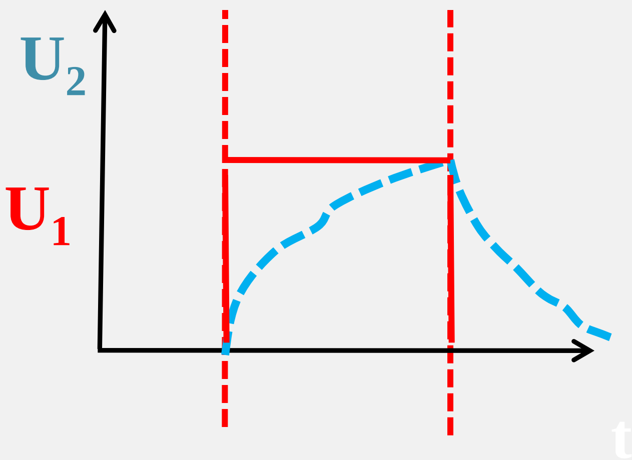
Dla t=0 $\quad I = \frac{U_1}{R} \Rightarrow K = \frac{U_1}{R}$

$$I = \frac{U_1}{R} e^{-\frac{t}{t_0}}$$

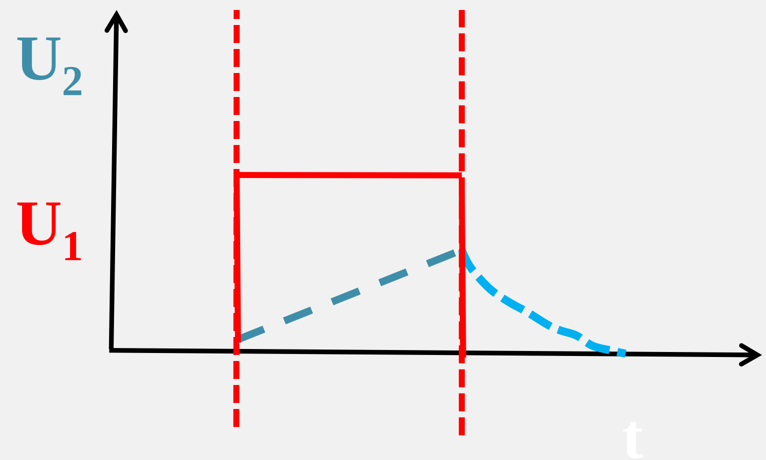
$$U_2 = \frac{1}{C}\int I dt = \frac{U_1}{t_0}\int e^{-\frac{t}{t_0}} dt = U_1(1-e^{-\frac{t}{t_0}})$$

$$dla\ t_0 \langle\langle\, t' \qquad U_2^{\max} = U_1$$

$$dla\ t_0 \rangle\, t' \qquad U_2^{\max} \langle\, U_1$$

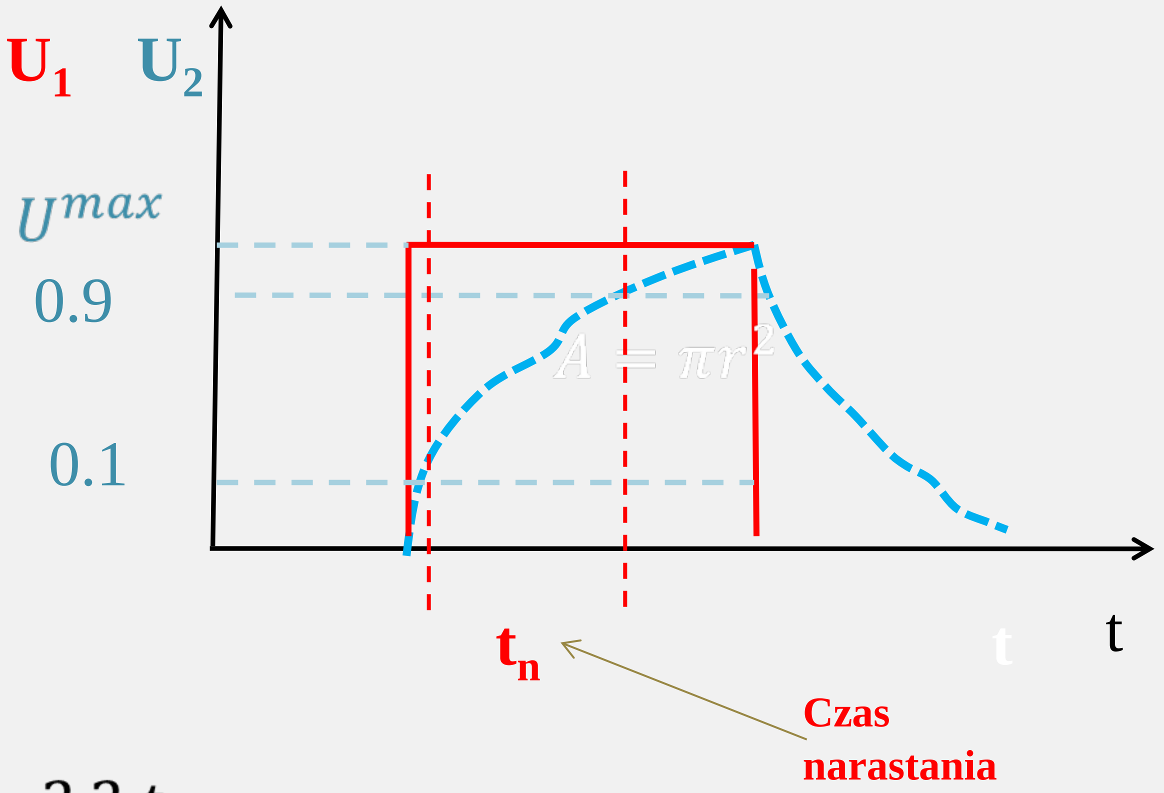


słabe całkowanie



silne całkowanie

Czas narastania impulsu



$$t_n = 2.2\ t_0$$

Dlaczego ten układ nazywa sie całkującym ?

$U_1(t)$ - napięcie wejściowe $U_2(t)$ - napięcie wejściowe

$$I(t) = \frac{U_1(t) - U_2(t)}{R}$$

$$U_2(t) = \int_0^t \frac{I(t')}{C} dt' = \int_0^t \frac{U_1(t') - U_2(t')}{RC} dt' \quad \Big/ \frac{d}{dt}$$

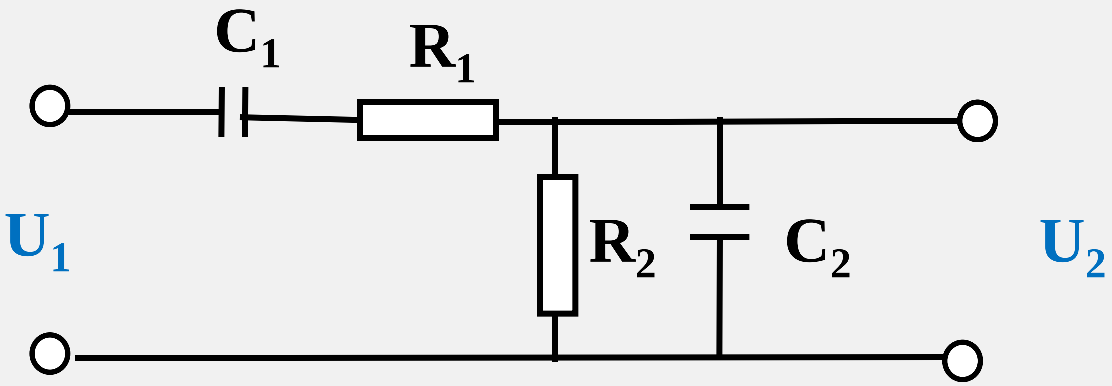
$$t_0 \frac{dU_2}{dt} = U_1(t) - U_2(t)$$

Jeśli $\left| t_0 \frac{dU_2}{dt} \right| \gg U_2(t)$ **to możemy zaniedbać** $U_2(t)$

otrzymujemy $U_2(t) = \frac{1}{t_0} \int U_1(t') dt'$

Czwórnik Wiena

Filtr pasmowy

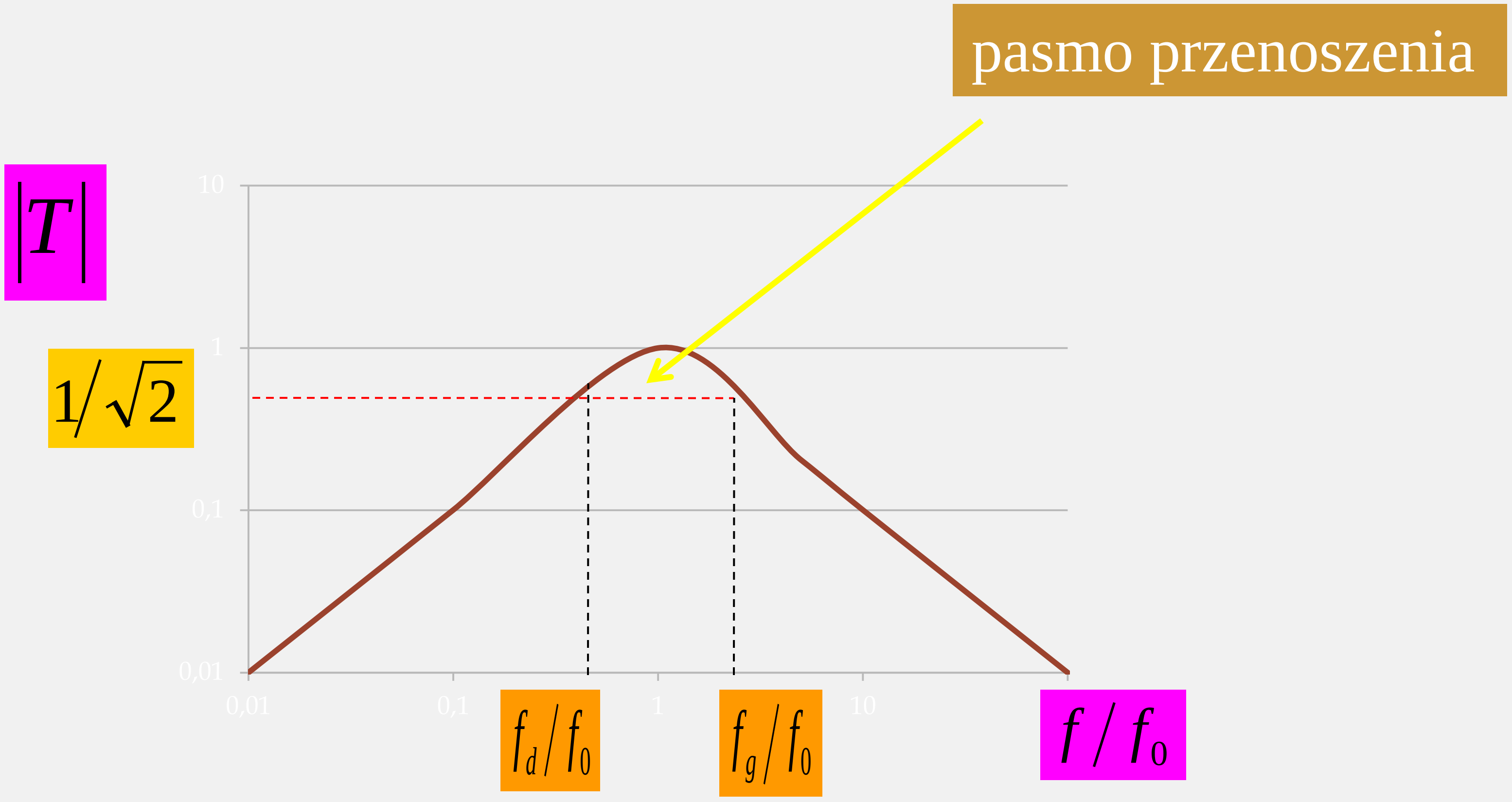


Dla czwórnika symetrycznego $C_1=C_2$ $R_1=R_2$

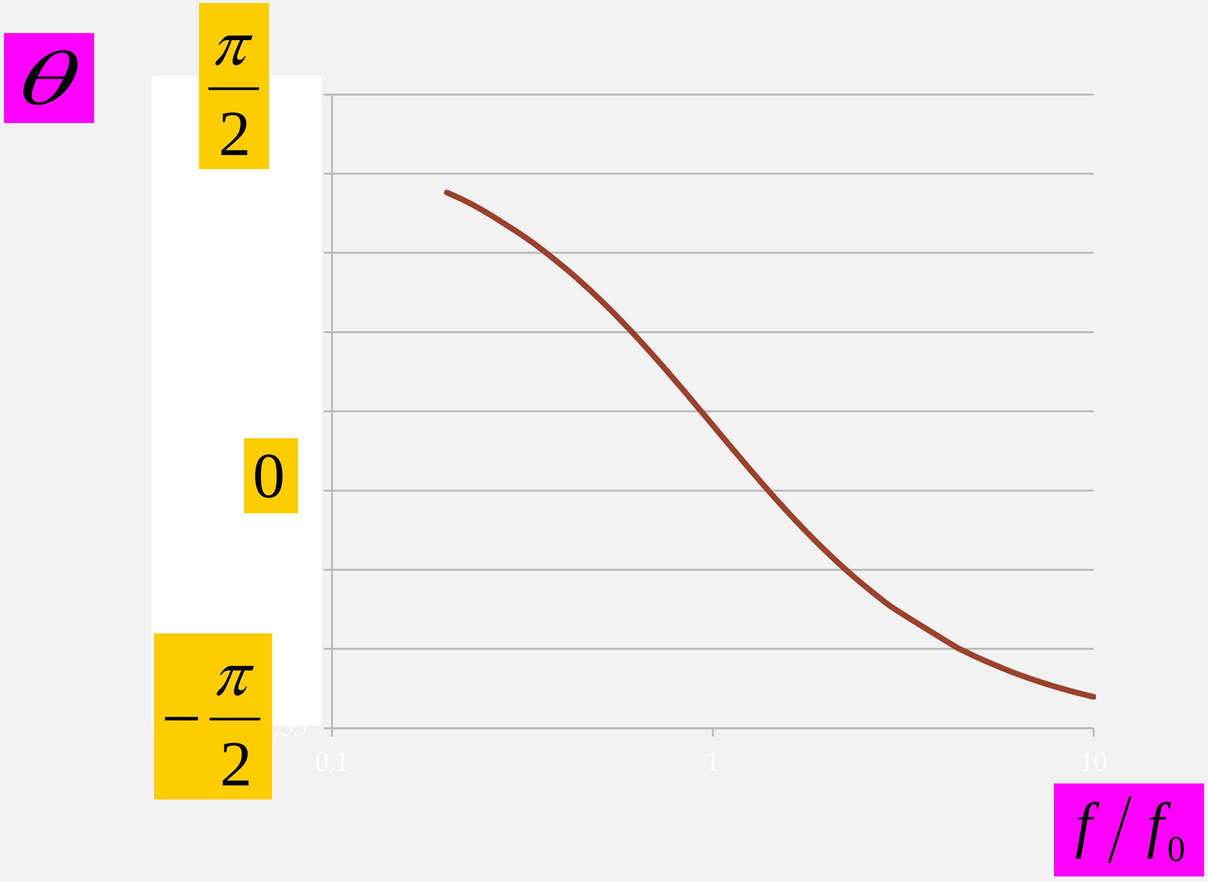
$$|T(f)|^2 = \frac{1}{1+(\frac{f}{f_0}-\frac{f_0}{f})^2}$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi R_1 C_1}$$

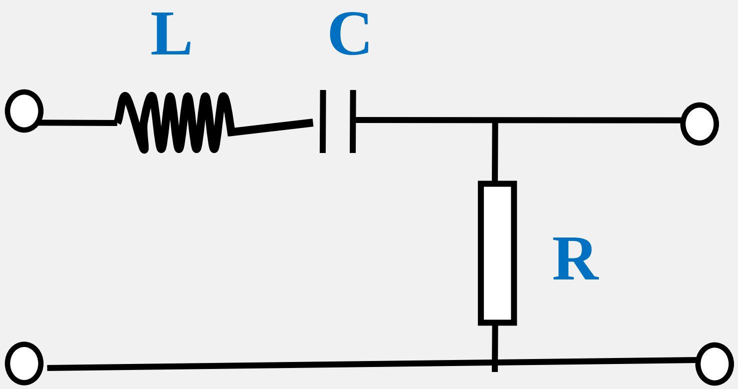
Czwórnik Wiena



Czwórnik Wiena



Układ RLC



$$T(j\omega) = \frac{U_2}{U_1} = \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2} = \frac{R}{j\omega L + \dfrac{1}{j\omega C} + R}$$

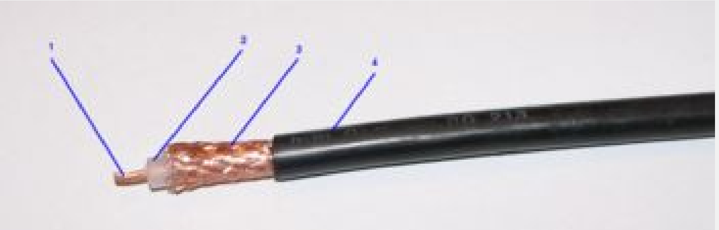
$$|T| = \frac{R}{\sqrt{R^2 + (\omega L - \dfrac{1}{\omega C})^2}}$$

Częstotliwość rezonansowa:

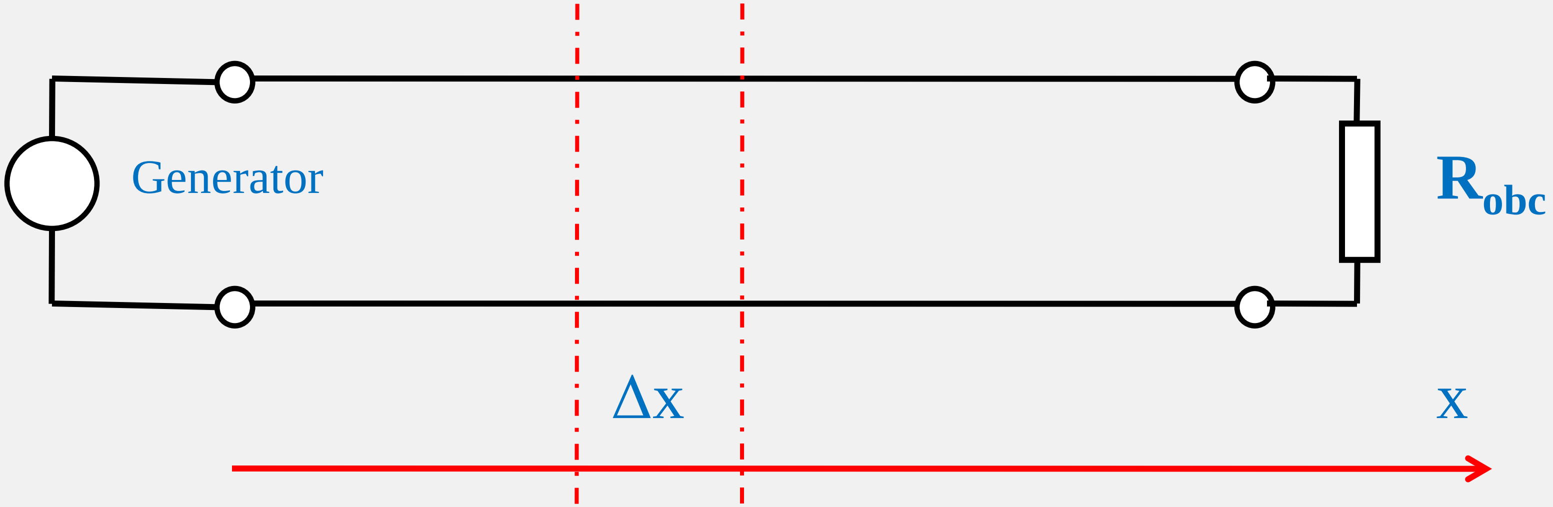
$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

Linia długa

linia długa służy do przesyłania sygnałów od układu generującego sygnały do układu odbiornika

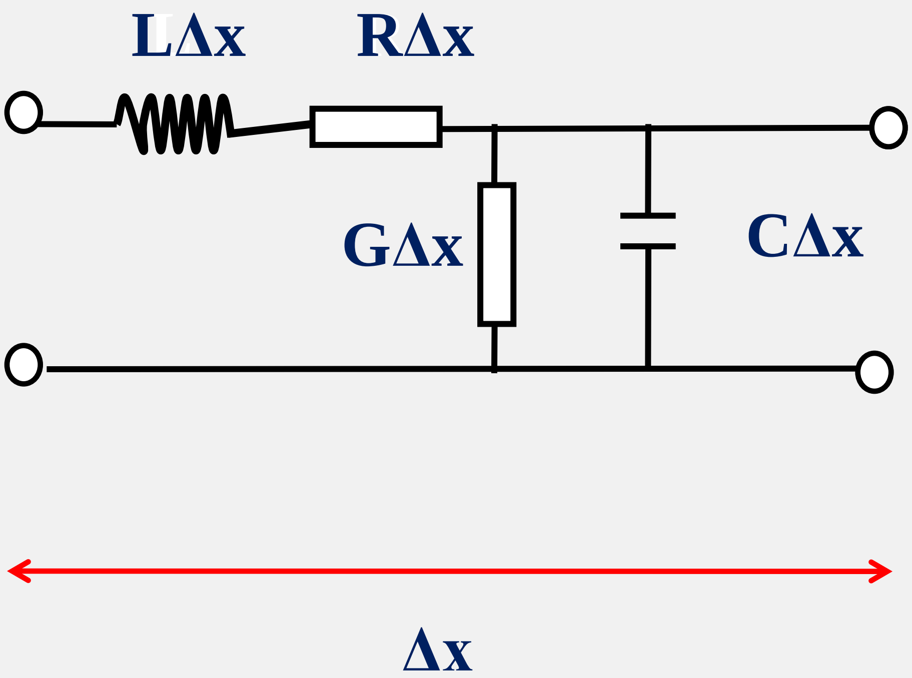


Kabel koncentryczny



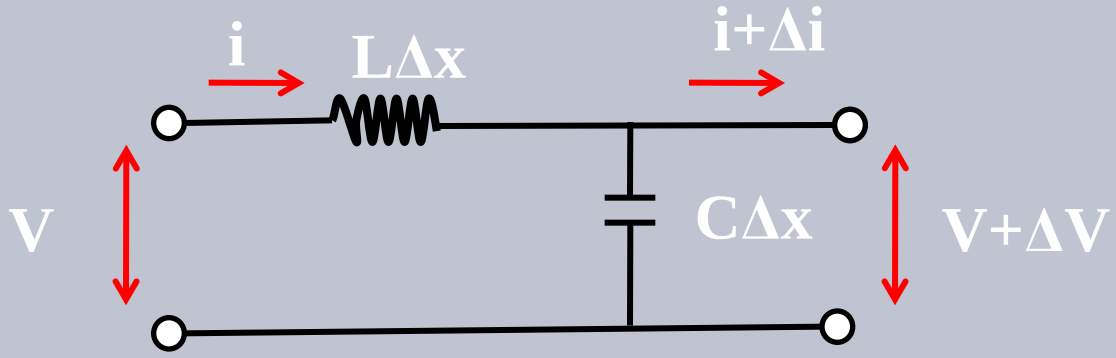
linia jednorodna – parametry na jednostkę długości nie zależą od współrzędnej x

Model odcinka linii długiej



R, L, G, C -parametry na jednostkę długości linii

Rozważmy odcinek Δx linii bez strat: R=0 i G=0



$$V(x,t) = L\Delta x \frac{\partial i(x,t)}{\partial t} + V(x+\Delta x, t)$$

$$Q = CV \,/\, \frac{d}{dt}$$

$$i(x,t) = C\Delta x \frac{\partial V(x,t)}{\partial t} + i(x+\Delta x, t)$$

$$i = C\frac{dV}{dt}$$

Po przekształceniach otrzymujemy

$$\frac{V(x+\Delta x,t)-V(x,t)}{\Delta x}=-L\frac{\partial i(x,t)}{\partial t}$$

$$\Delta x \to 0$$

$$\frac{i(x+\Delta x,t)-i(x,t)}{\Delta x}=-C\frac{\partial V(x,t)}{\partial t}$$

$$\frac{\partial V(x,t)}{\partial x}=-L\frac{\partial i(x,t)}{\partial t} \quad / \frac{\partial}{\partial x}$$

$$\frac{\partial i(x,t)}{\partial x}=-C\frac{\partial V(x,t)}{\partial t} \quad / \frac{\partial}{\partial t}$$

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} = -L\frac{\partial^2 i}{\partial x \partial t}$$

$$\frac{\partial^2 i}{\partial t \partial x} = -C\frac{\partial V^2}{\partial t^2}$$

Otrzymujemy:

Analogicznie możemy dostać:

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} = -LC\frac{\partial^2 V}{\partial t^2} \qquad (*)$$

$$\frac{\partial^2 i}{\partial x^2} = -LC\frac{\partial^2 i}{\partial t^2} \qquad (**)$$

Są to równania fali rozchodzącej się z prędkością

$$v_f = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

- prędkość fazowa

Rozwiązanie ogólne równań (*) i (**) ma postać dwóch fal rozchodzacych się w przeciwnych kierunkach

$$V(x,t) = V_{\leftarrow}(x + v_f t) + V_{\rightarrow}(x - v_f t)$$

$$i(x,t) = i_{\leftarrow}(x + v_f t) + i_{\rightarrow}(x - v_f t)$$

Definiujemy impedancje charakterystyczną linii długiej Z_0

$$Z_0 = \frac{V_{\rightarrow}}{i_{\rightarrow}} = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

Dla rzeczywistej linii zawierającej R i G (linii ze stratami) impedancja charakterystyczna wynosi:

$$Z_0 = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{G + j\omega C}}$$

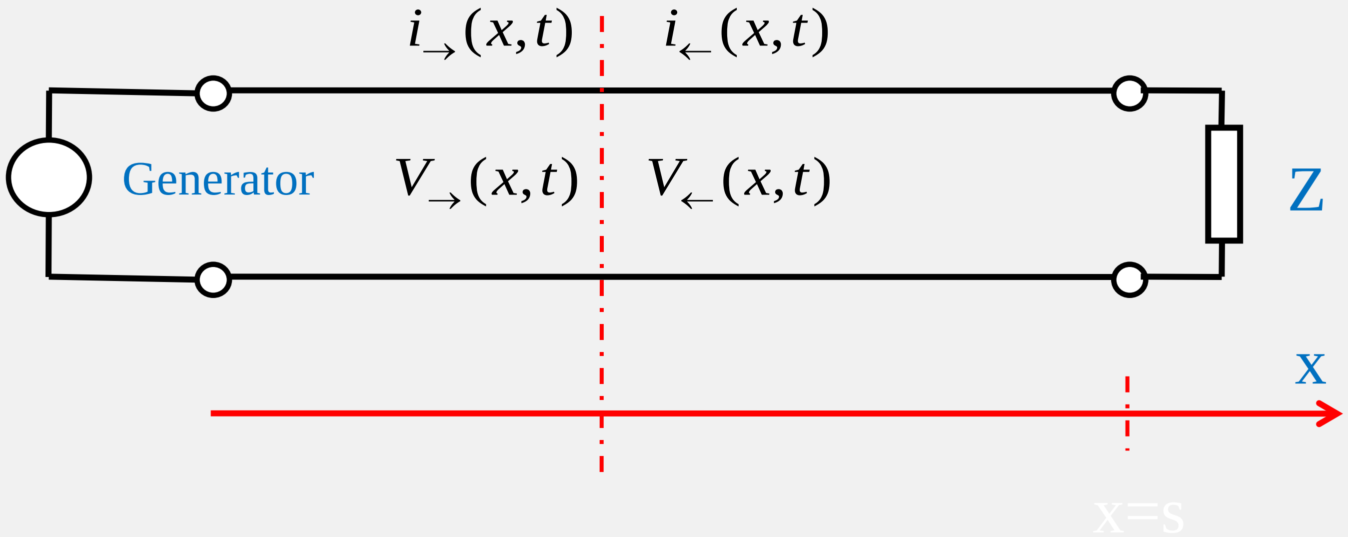
$$\frac{R}{L} = \frac{G}{C}$$

- linia zrównoważona

W tym szczególnym przypadku mamy:

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}\frac{\left(\frac{R}{L} + j\omega\right)}{\left(\frac{G}{C} + j\omega\right)}} = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

Rozważmy linię podłączoną do generatota i odbiornika



Dla punktu x=s

$$Z = \frac{V_{\rightarrow} + V_{\leftarrow}}{i_{\rightarrow} + i_{\leftarrow}} \qquad (*)$$

Definiujemy współczynnik odbicia:

$$\rho_x = \frac{V_{\leftarrow}}{V_{\rightarrow}}$$

Pomnóżmy (*) przez $\frac{1}{V_{\rightarrow}}$

$$Z = \frac{1 + \frac{V_{\leftarrow}}{V_{\rightarrow}}}{\frac{i_{\rightarrow}}{V_{\rightarrow}} + \frac{i_{\leftarrow}}{V_{\leftarrow}}\frac{V_{\leftarrow}}{V_{\rightarrow}}} = \frac{1+\rho_s}{\frac{1}{Z_0} - \frac{\rho_s}{Z_0}}$$

$$\rho_s = \frac{Z - Z_0}{Z + Z_0}$$

$Z = Z_0 \,, \rho_s = 0$

- linia zwarta prawidłowo, brak odbić na końcu linii

$Z = \infty \,, \rho_s = 1$

- linia rozwarta, sygnał odbija się z tą samą amplitudą nakładając się na falę padajacą

$Z = 0 \,, \rho_s = -1$

- linia „krótko” zwarta, całkowite odbicie sygnału z jego inwersją