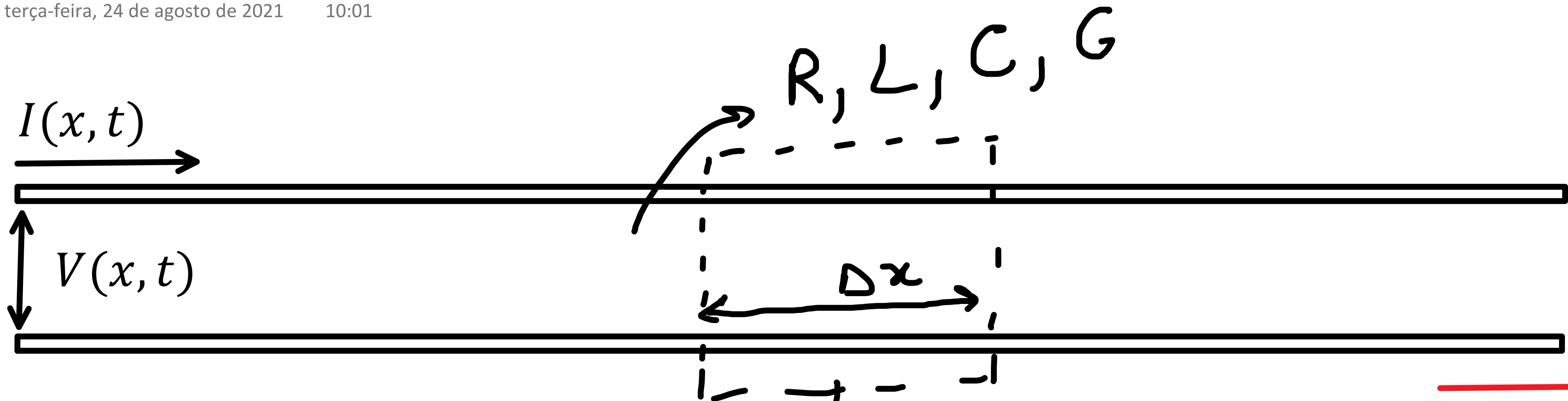
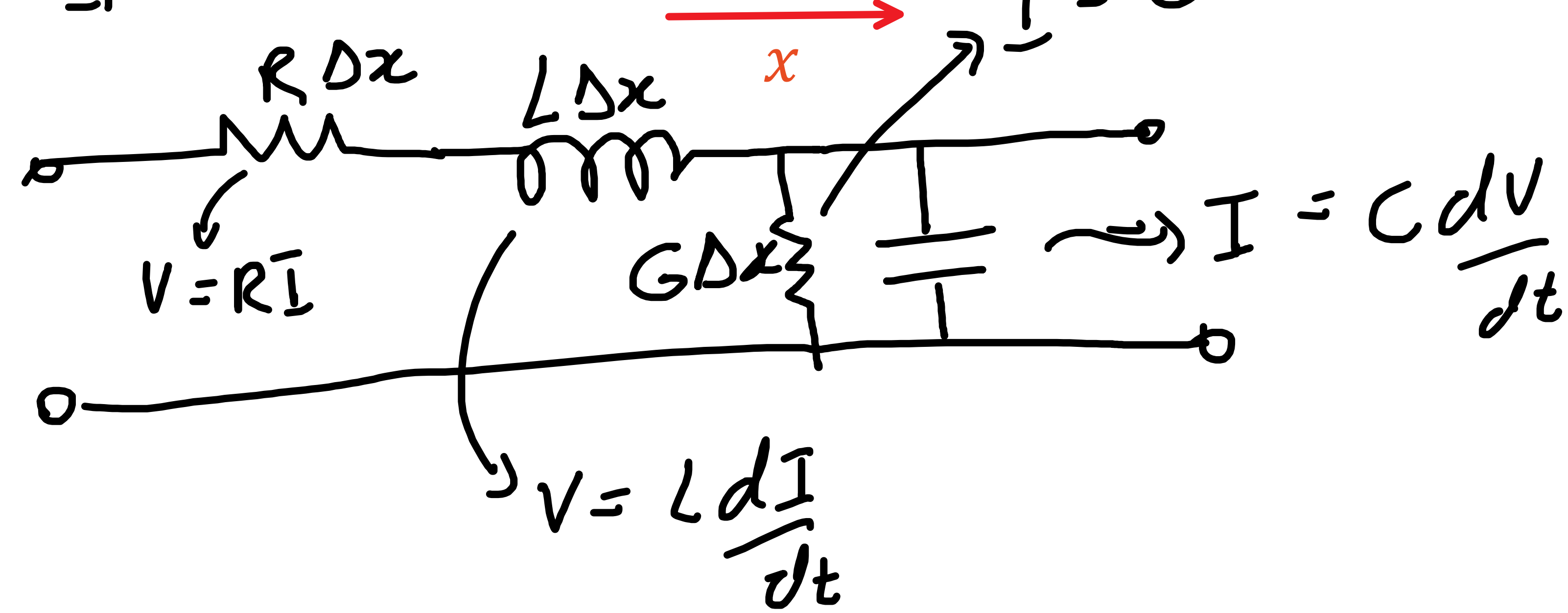
Aula passada

terça-feira, 24 de agosto de 2021 10:01





$$\frac{\partial V(x,t)}{\partial x} = -RI(x,t) - L\frac{\partial I(x,t)}{\partial t}$$

$$\partial I(x,t) = -G V(x,t) - C\frac{\partial V(x,t)}{\partial t}$$

$$V(x,t) = V(x)\, e^{i\omega t+\phi} \longrightarrow V(x)\, e^{i\phi} \rightarrow \bar{V}(x)$$

$$I(x,t) = I(x)\, e^{i\omega t+\theta} \qquad I(x)\, e^{i\theta} \qquad \bar{I}(x)$$

$$\boxed{\begin{aligned} &\frac{d^2 V(x)}{dx^2} - \gamma^2 V(x) = 0 \\ &\frac{d^2 I(x)}{dx^2} - \gamma^2 I(x) = 0 \end{aligned}}$$

$\gamma = \alpha + \beta i$

$\gamma = \sqrt{(R + i\omega L)(G + i\omega C)}$

SOLUÇÃO: $V(x) = V_0^+ e^{-\gamma x} + V_0^- e^{\gamma x}$

$I(x) = I_0^+ e^{-\gamma x} + I_0^- e^{\gamma x}$

SEM PERDAS

$R = G = 0$

$\gamma = i\omega\sqrt{LC} = i\beta$

$V(x) = V_0^+ e^{-i\beta x} + V_0^- e^{+i\beta x}$

$I(x) = \frac{V_0^+}{Z_0} e^{-i\beta x} - \frac{V_0^-}{Z_0} e^{i\beta x}$

$\Rightarrow Z_0 = \sqrt{\frac{R + i\omega L}{G + i\omega C}} \overset{R=G=0}{=} \sqrt{\frac{L}{C}}$

$$V(x) = V_0^+ e^{-i\beta x} + V_0^- e^{+i\beta x}$$

$$I(x) = \frac{V_0^+}{Z_0} e^{-i\beta x} - \frac{V_0^-}{Z_0} e^{i\beta x}$$

$$V_0^+ = |V_0^+| e^{i\omega t + \phi^+}, \quad V_0^- = |V_0^-| e^{i\omega t + \phi^-}$$

$$V(x,t) = |V_0^+| \cos(\omega t - \beta x + \phi^+) + |V_0^-| \cos(\omega t + \beta x + \phi^+)$$

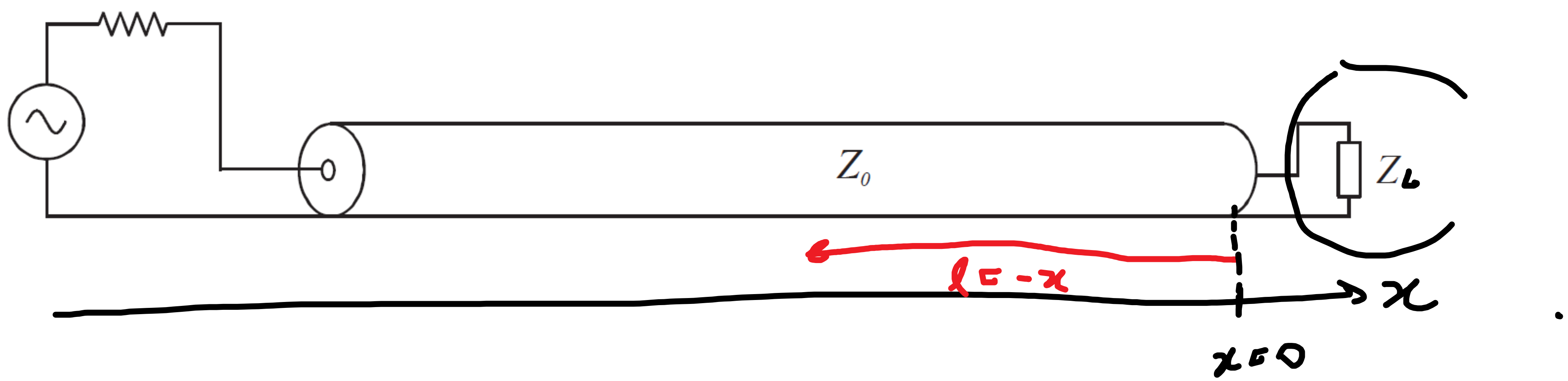
$$\frac{2\pi}{\lambda} \qquad \beta = \frac{2\pi}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{2\pi}{\omega\sqrt{LC}}$$

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

$$\beta = \omega\sqrt{LC}$$

Linha finita sem perdas

segunda-feira, 30 de agosto de 2021 15:00



$$V(x) = V_0^+ e^{-i\beta x} + V_0^- e^{+i\beta x}$$

$$I(x) = \frac{V_0^+}{Z_0} e^{-i\beta x} - \frac{V_0^-}{Z_0} e^{i\beta x}$$

$$\frac{V(x=0)}{I(x=0)} = Z_L = \frac{V_0^+ + V_0^-}{V_0^+ - V_0^-} Z_0$$

$$\frac{V_0^-}{V_0^+} = \boxed{\Gamma = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0}}$$

$$V(x) = V_0^+\left(e^{-i\beta x} + \Gamma e^{i\beta x}\right)$$

$$I(x) = \frac{V_0^+}{Z_0}\left(e^{-i\beta x} - \Gamma e^{i\beta x}\right)$$

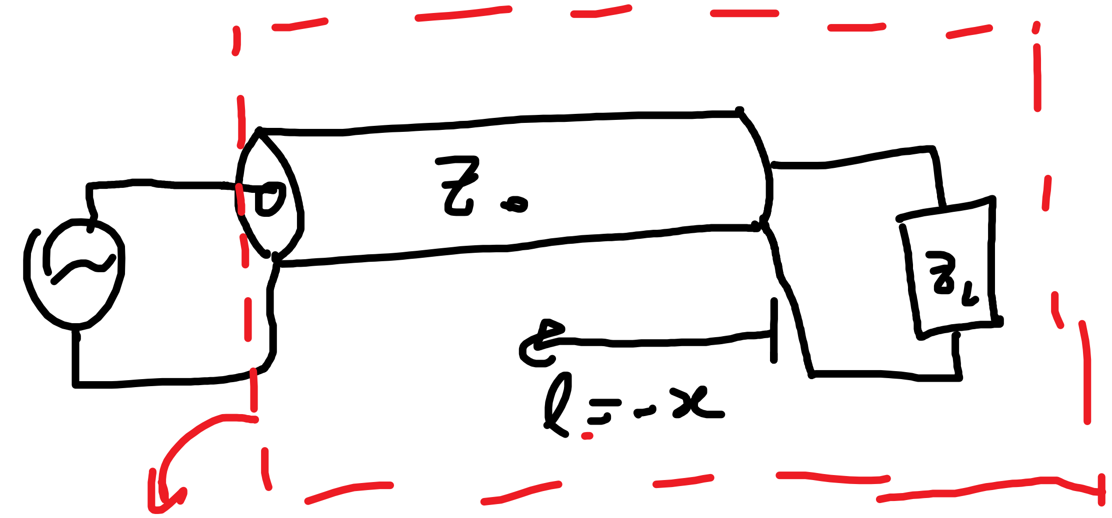
$$\rightarrow \bar{P} = \frac{1}{2} \mathrm{Re}\{V I^*\}$$

$$\bar{P} = \frac{1}{2} \frac{|V_0^+|}{Z_0}\left(1 - |\Gamma|^2\right)$$

Impedância de entrada

segunda-feira, 23 de agosto de 2021 18:04

$$\Gamma = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0}$$

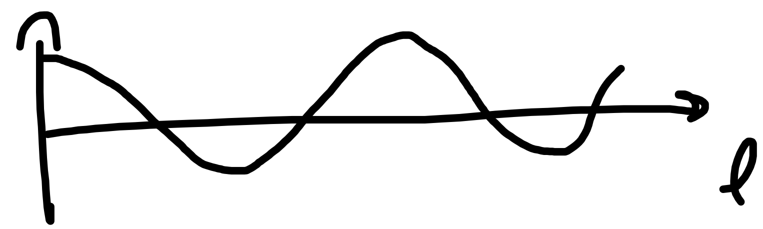


Z_{in}

$$V(x) = V_0^+ \left(e^{-i\beta x} + \Gamma e^{i\beta x}\right) = V_0^+ e^{-i\beta x}\left(1 + \Gamma e^{2i\beta x}\right)$$

$$|V(x)| = |V_0^+|\left|1 + |\Gamma| e^{i\beta x}\right| \rightarrow \Gamma = |\Gamma| e^{i\theta}$$

$$|V(l)| = |V_0^+|\left|1 + |\Gamma| e^{i(\theta - 2\beta l)}\right| \rightarrow$$



$$\theta - 2\beta l = 2n\pi \rightarrow V_{max} = |V_0^+|\left(1 + |\Gamma|\right)$$

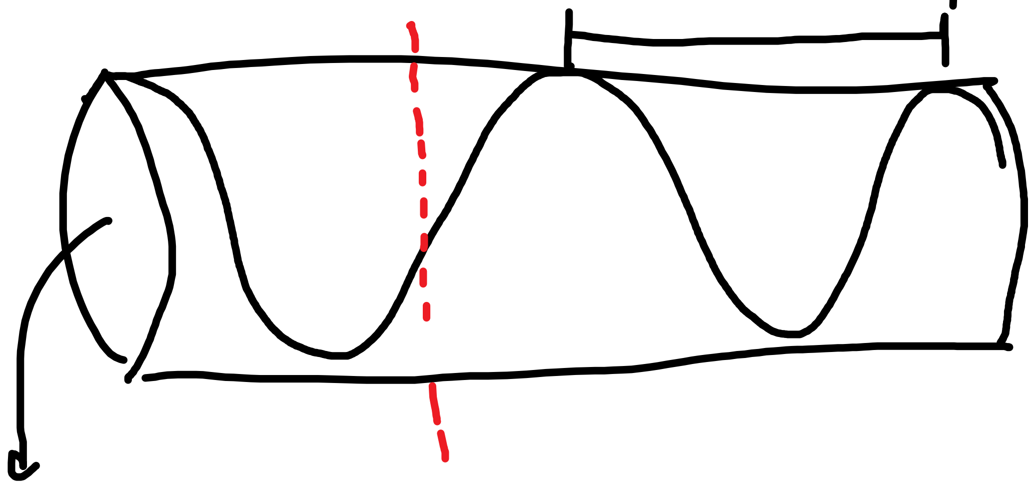
$$\theta - 2\beta l = (2n+1)\pi \rightarrow V_{min} = |V_0^+|\left(1 - |\Gamma|\right)$$

$$S = \frac{V_{max}}{V_{min}} = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|}$$

Taxa de onda estacionária

$\theta - 2\beta\ell_1 = 2\pi$

$\theta - 2\beta\ell_2 = 4\pi$



$$2\beta\Delta\ell = 2\pi$$

$$2\frac{\cancel{2\pi}}{\lambda} = \frac{\cancel{2\pi}}{\Delta\ell} \Rightarrow \boxed{\Delta\ell = \frac{\lambda}{2}}$$

$$Z_{in} = \frac{V(-\ell)}{I(-\ell)} = \frac{V_0^+\left(e^{i\beta\ell} + \Gamma e^{-i\beta\ell}\right)}{V_0^+\left(e^{i\beta\ell} - \Gamma e^{-i\beta\ell}\right)} Z_0 = \frac{1 + \Gamma e^{-2i\beta\ell}}{1 - \Gamma e^{-2i\beta\ell}} Z_0$$

$$\Gamma = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0}$$

$$Z_{in} = Z_0 \frac{(Z_L + Z_0)e^{i\beta\ell} + (Z_L - Z_0)e^{-i\beta\ell}}{(Z_L + Z_0)e^{i\beta\ell} - (Z_L - Z_0)e^{-i\beta\ell}} \Rightarrow Z_{in} = Z_0 \frac{Z_L \cos\beta\ell + i Z_0 \operatorname{sen}\beta\ell}{Z_0 \cos\beta\ell + i Z_L \operatorname{sen}\beta\ell}$$

$$Z_{in} = Z_0 \frac{Z_L + jZ_0 \tan\beta\ell}{Z_0 + jZ_L \tan\beta\ell}.$$

Casos especiais ($Z_L = 0$)

segunda-feira, 23 de agosto de 2021 18:05

$Z_L = 0$

$Z_L = 0$

$$Z_{IN} = Z_0 \frac{Z_L + jZ_0 \tan \beta \ell}{Z_0 + jZ_L \tan \beta \ell}.$$

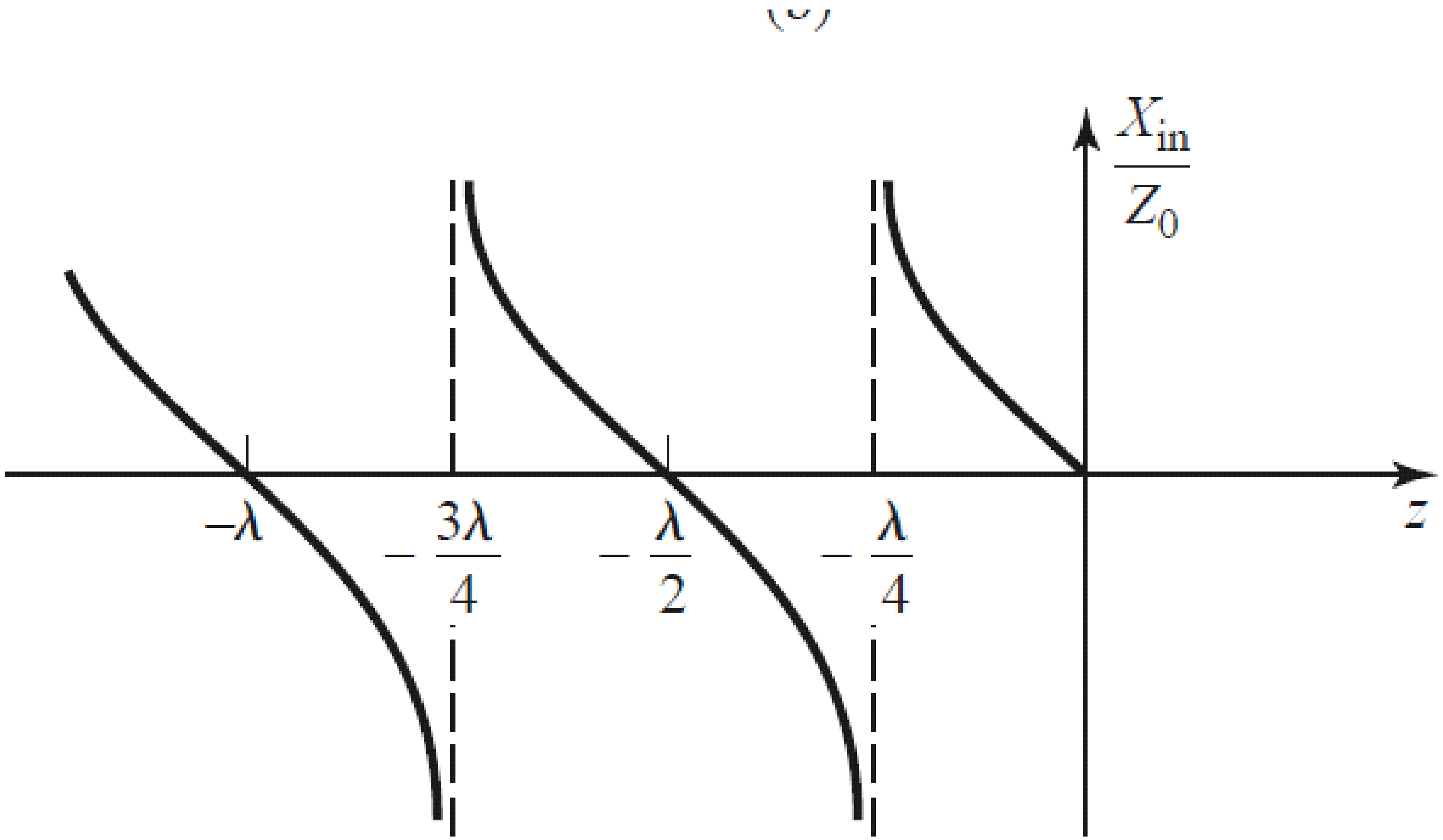
$$Z_{IN} = Z_0 \, j \, tg \beta \ell$$

$\beta = \frac{2\pi}{\lambda} \Rightarrow$ SE $\ell = \frac{\lambda}{4} \Rightarrow \beta \ell = \frac{\pi}{2} \Rightarrow Z_{IN} = \infty$

SE $\ell = \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \beta \ell = \pi \Rightarrow Z_{IN} = 0$

Impedância em função da posição

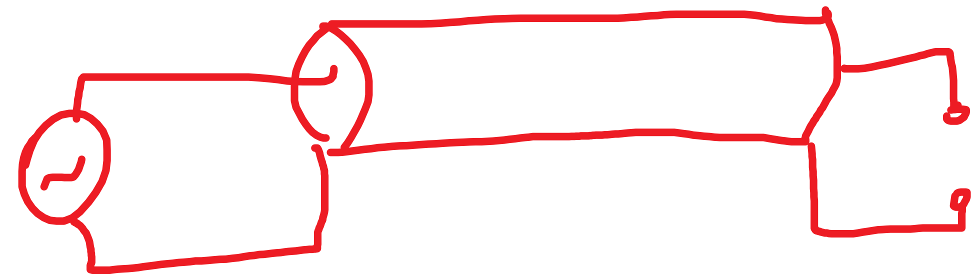
segunda-feira, 23 de agosto de 2021 18:06



Casos especiais ($Z_L = \infty$)

segunda-feira, 23 de agosto de 2021 18:07

$Z_L = \infty$



$$Z_{in} = Z_0 \frac{Z_L + jZ_0 \tan \beta \ell}{Z_0 + jZ_L \tan \beta \ell}.$$

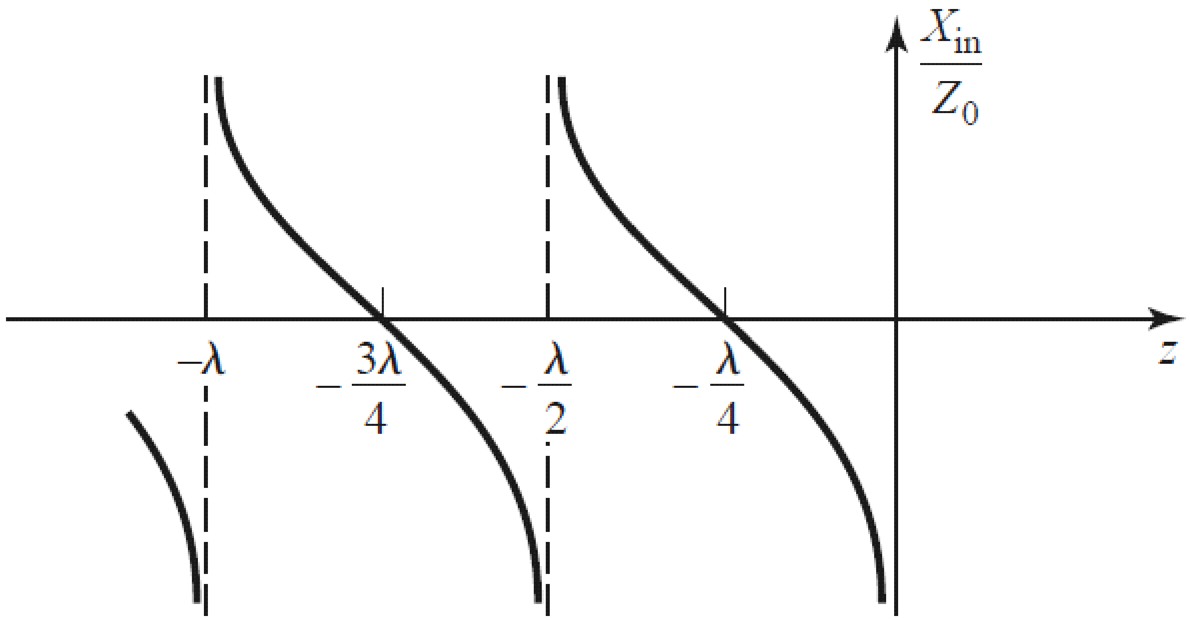
$$Z_{in} = Z_0 \frac{1}{i \, tg \beta l} = Z_0 (-i \cot g \beta l)$$

se $l = \lambda/2 \Rightarrow Z_{in} = \infty$

$l = \lambda/4 \Rightarrow Z_{in} = 0$

Impedância em função da posição

segunda-feira, 23 de agosto de 2021 18:07



Casos especiais, Z_L qualquer e $l = \frac{\lambda}{2}$ ou $\frac{\lambda}{4}$

segunda-feira, 23 de agosto de 2021   18:08

$$Z_{in} = Z_0 \frac{Z_L + jZ_0 \tan \beta \ell}{Z_0 + jZ_L \tan \beta \ell}.$$

SE $\ell = \lambda/2 \Rightarrow \boxed{Z_{in} = Z_L}$ ou $n\lambda/2$

SE $\ell = \lambda/4 \Rightarrow \boxed{Z_{in} = \frac{Z_0^2}{Z_L}}$ ou $\lambda/4 + n\lambda/2$

$\lambda/4$

$$Z_{in} = \frac{Z_0^2}{Z_{out}}$$

O duplexador

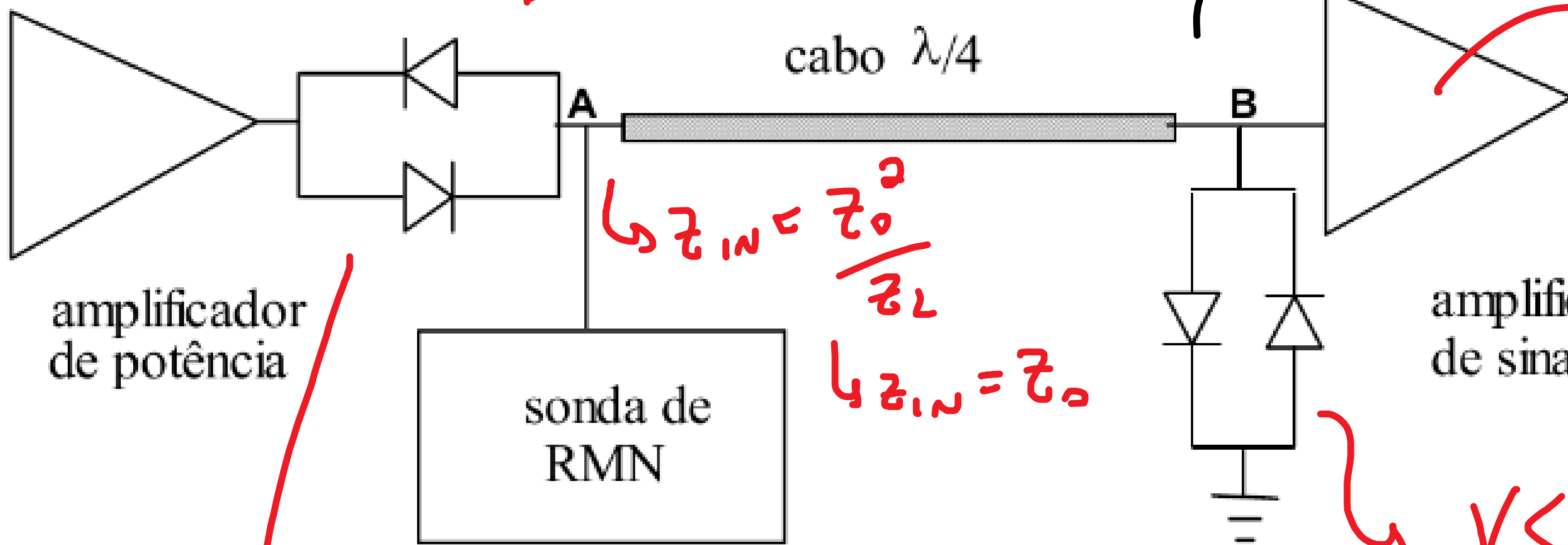
segunda-feira, 23 de agosto de 2021 18:09

$V > V_c\ ,\ Z = 0$

$V < V_c\ ,\ Z = \infty$

$Z_L = 0$

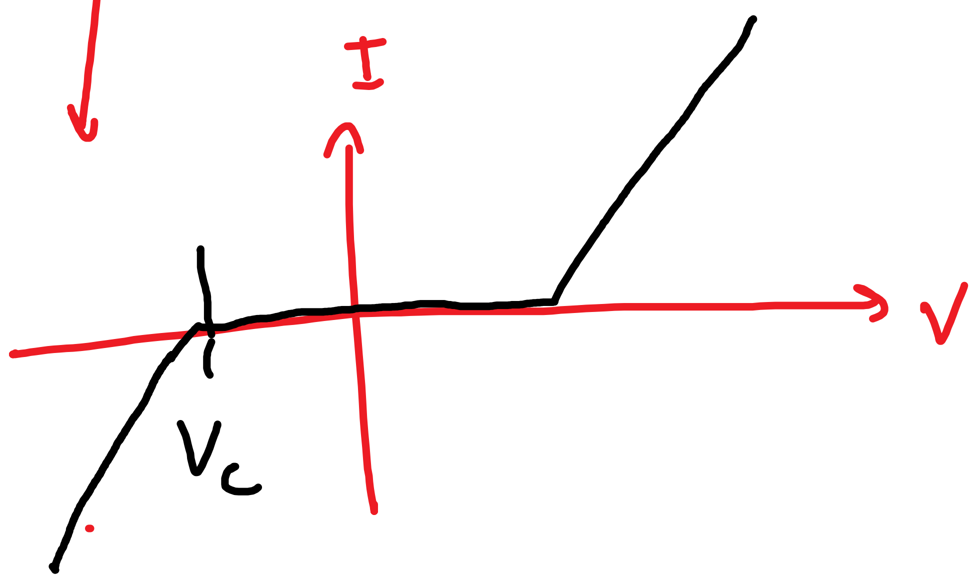
$Z_L = Z_0$



$Z_{IN} = \frac{Z_0^2}{Z_L}$

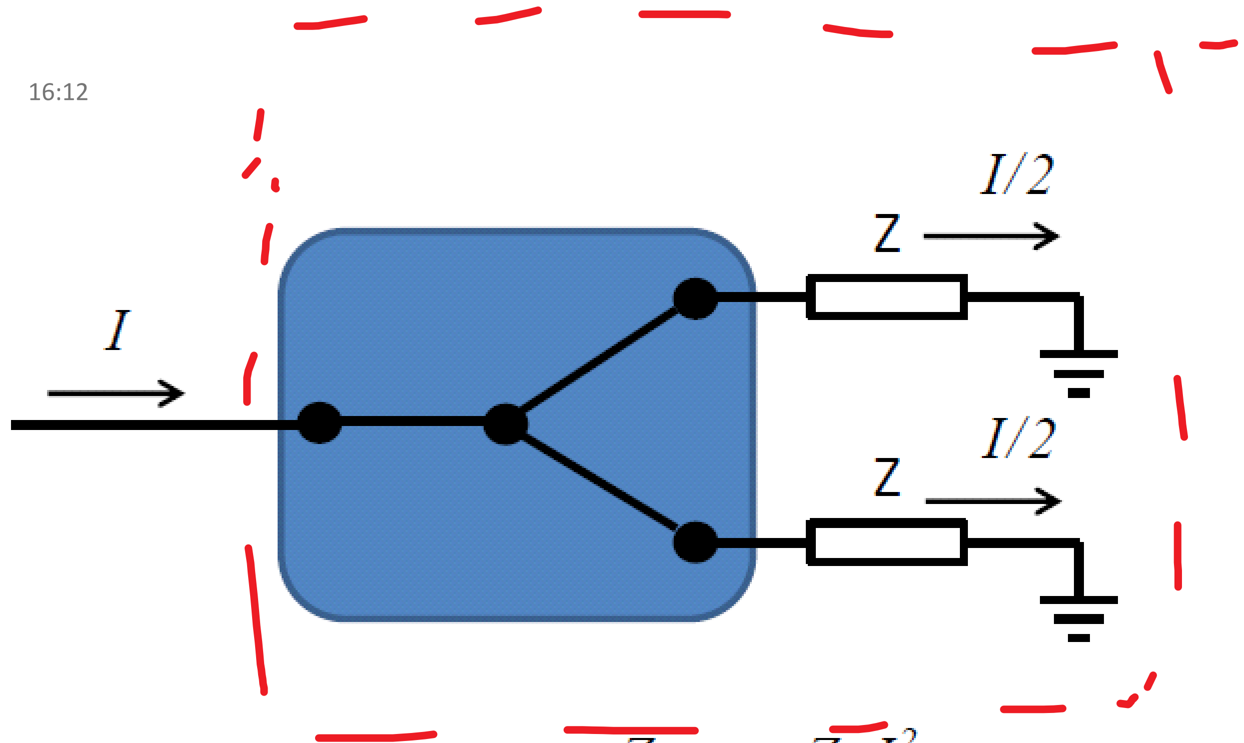
$Z_{IN} = Z_0$

$V < V_c\ ,\ Z = \infty$



Divisor de sinais

segunda-feira, 30 de agosto de 2021 16:12



Conexão simples com fios $Pin = \frac{Z}{2} \cdot I^2 = \frac{Z \cdot I^2}{2}$ $Pout = Z \cdot \left(\frac{I}{2}\right)^2 = Z \cdot \frac{I^2}{4}$

Teoricamente funciona em qualquer frequência

Perdas praticamente inexistentes

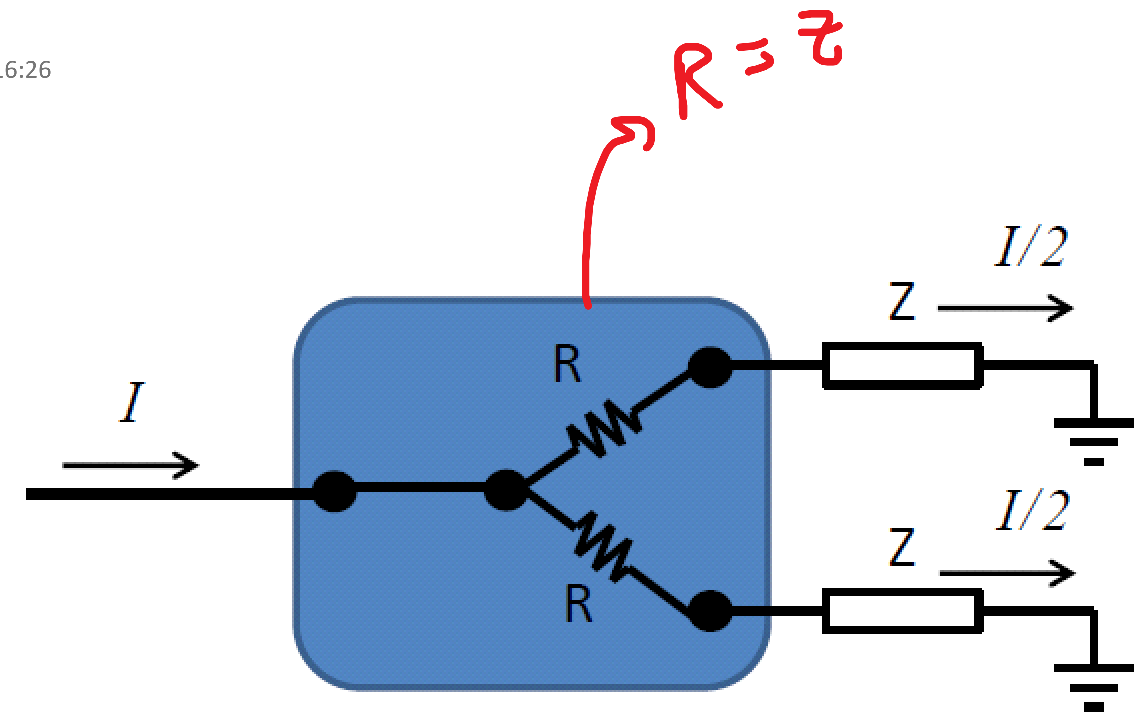
Muito simples de construir

Desvantagem – a impedância na entrada é diferente da impedância da carga

Usado em distribuição de potência em 60Hz e áudio em pequenos ambientes

Divisor de sinais

segunda-feira, 30 de agosto de 2021 16:26



Conexão com divisor resistivo

$$Pout = Z \cdot \left(\frac{I}{2}\right)^2 = Z \cdot \frac{I^2}{4} \qquad Pin = Z \cdot I^2$$

$$\text{para } Zin = Z \Rightarrow R = Z \qquad Pd = 2 \cdot R \cdot \left(\frac{I}{2}\right)^2 = Z \cdot \frac{I^2}{2} \qquad Pout = \frac{Pin}{4} \text{ e } Pd = \frac{Pin}{2}$$

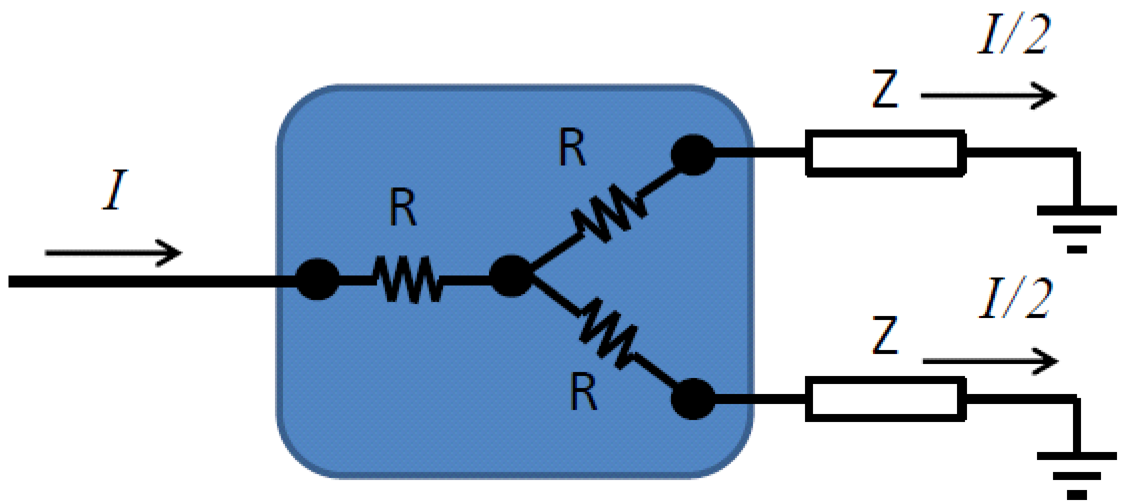
Teoricamente funciona em qualquer frequência

Dissipa metade da potência de entrada para manter a impedância constante

As saídas e a entrada não são intercambiáveis

Divisor de sinais

segunda-feira, 30 de agosto de 2021 16:26



Conexão com divisor resistivo simétrico $Pout = Z \cdot \left(\frac{I}{2}\right)^2 = Z \cdot \frac{I^2}{4}$ $Pin = Z \cdot I^2$

para $Zin = Z \Rightarrow R = \frac{Z}{3}$ $Pd = R \cdot I^2 + 2 \cdot R \cdot \left(\frac{I}{2}\right)^2$ $Pd = \frac{Z \cdot I^2}{2}$ $Pout = \frac{Pin}{4}$ e $Pd = \frac{Pin}{2}$

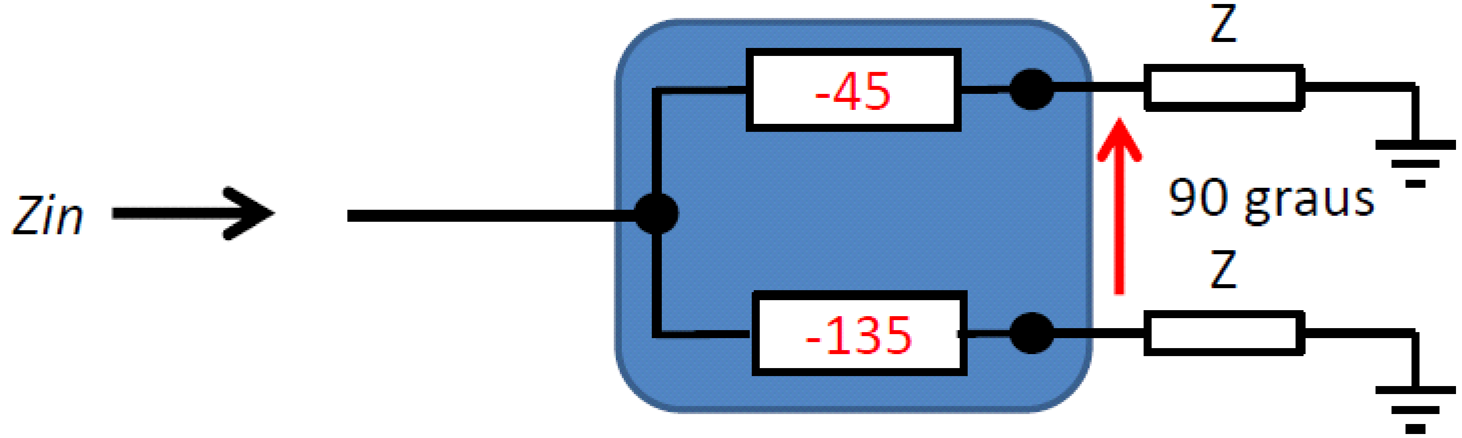
Teoricamente funciona em qualquer frequência

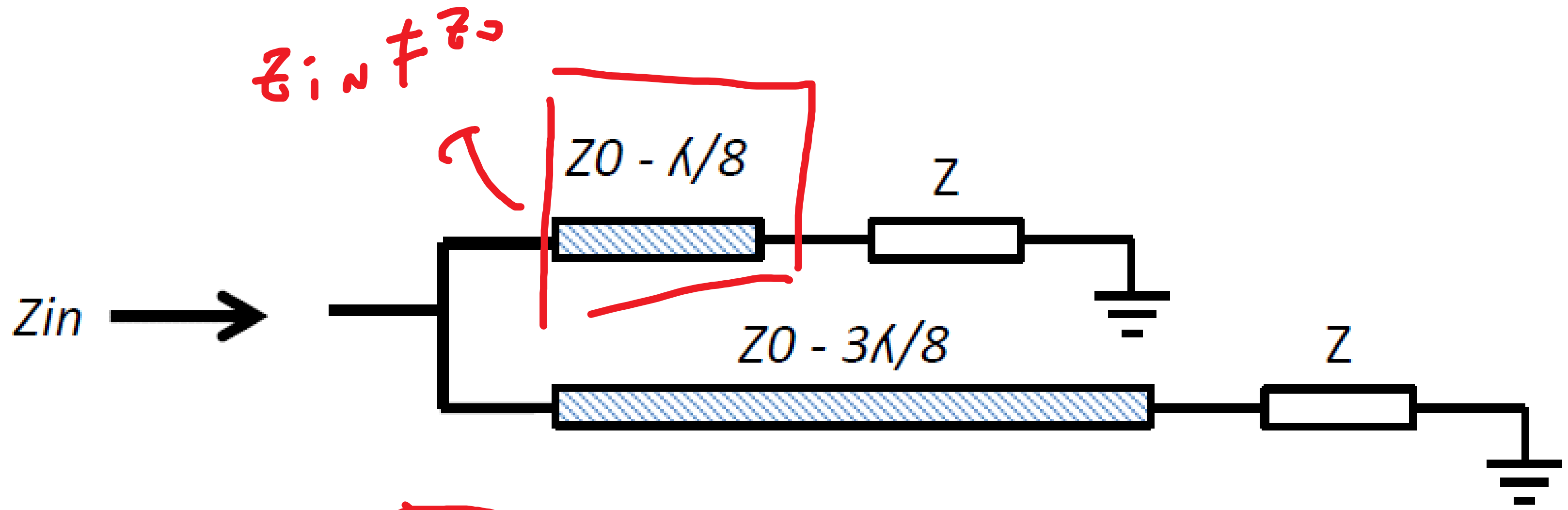
Dissipa metade da potência de entrada para manter a impedância constante e a simetria

As saídas e a entrada são intercambiáveis

Divisor em quadratura (0 - 90°)

segunda-feira, 30 de agosto de 2021 16:30



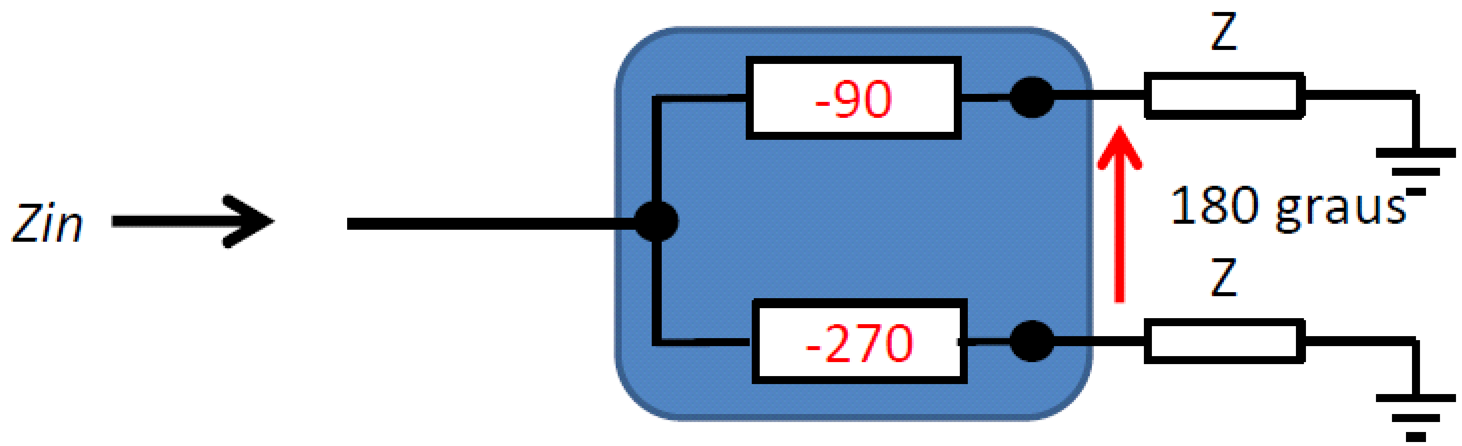


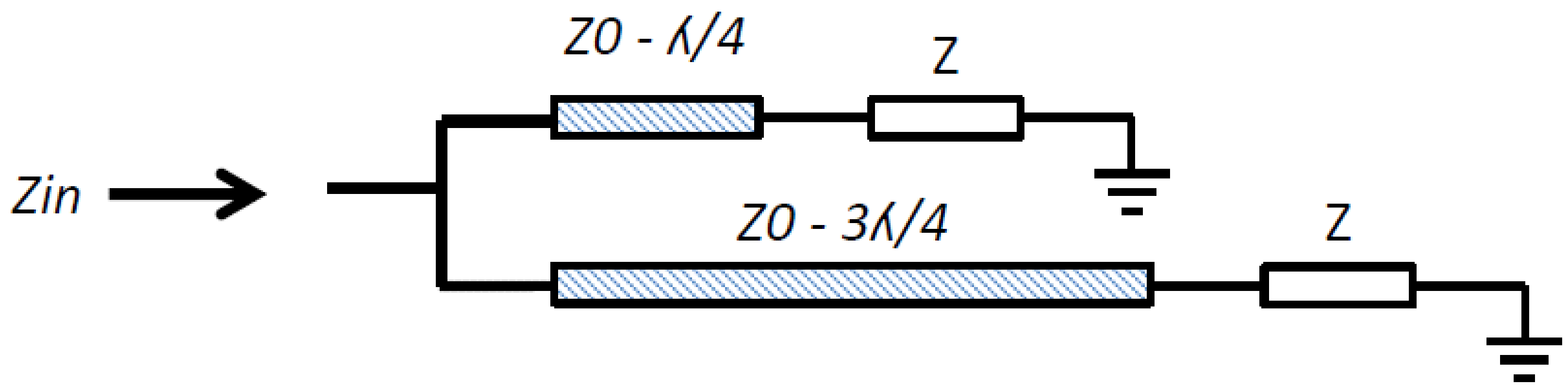
Para linhas com *Z0 = Z* a associação em paralelo na entrada resulta em uma impedância que é *Z/2.*

Para garantir na entrada (*Zin*) uma impedância igual a da carga (*Z*) a impedância da linha *Z0* deve ser de $\boxed{\sqrt{3}xZ.}$ Se *Z=50* Ω → *Z0=86.6* Ω

Divisor Inversor (0-180°)

segunda-feira, 30 de agosto de 2021 16:57



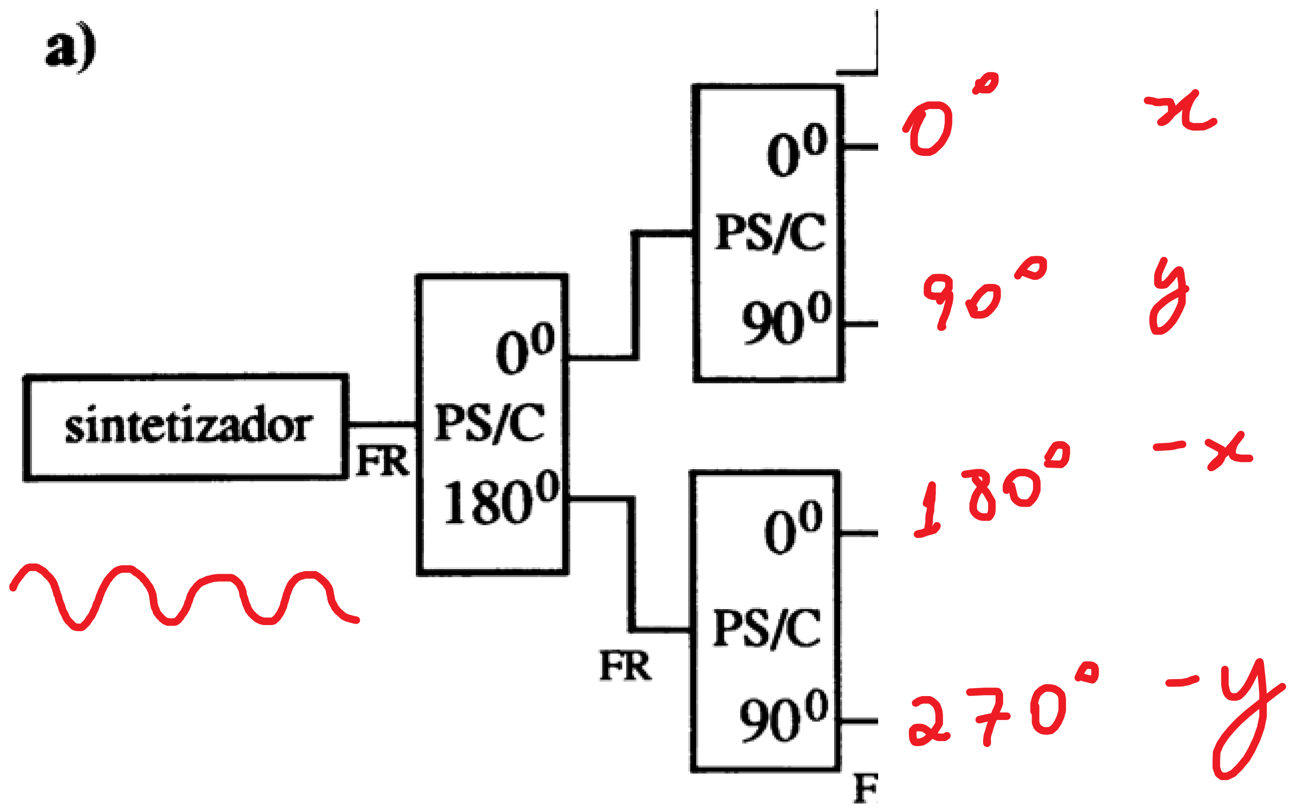


Para linhas com *Z0 = Z* a associação em paralelo na entrada resulta em uma impedância que é *Z/2.*

Para garantir na entrada (*Zin*) uma impedância igual a da carga (*Z*) a impedância da linha *Z0* deve ser de $\boxed{\sqrt{2}xZ.}$ Se *Z=50* Ω → *Z0=70.7* Ω

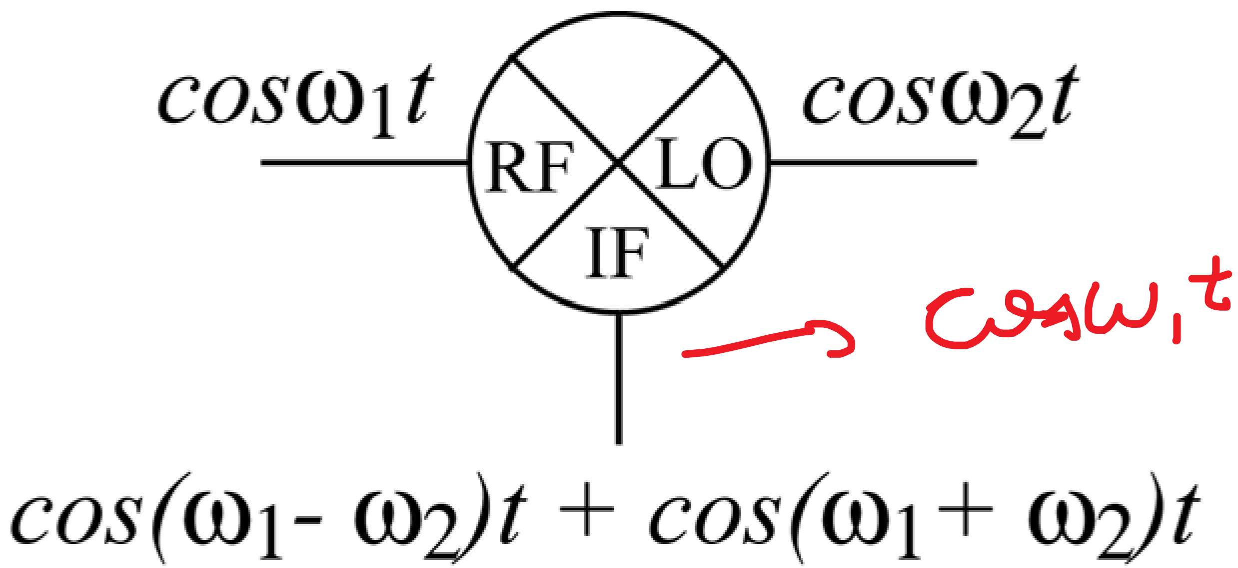
Aplicação

segunda-feira, 30 de agosto de 2021 17:02

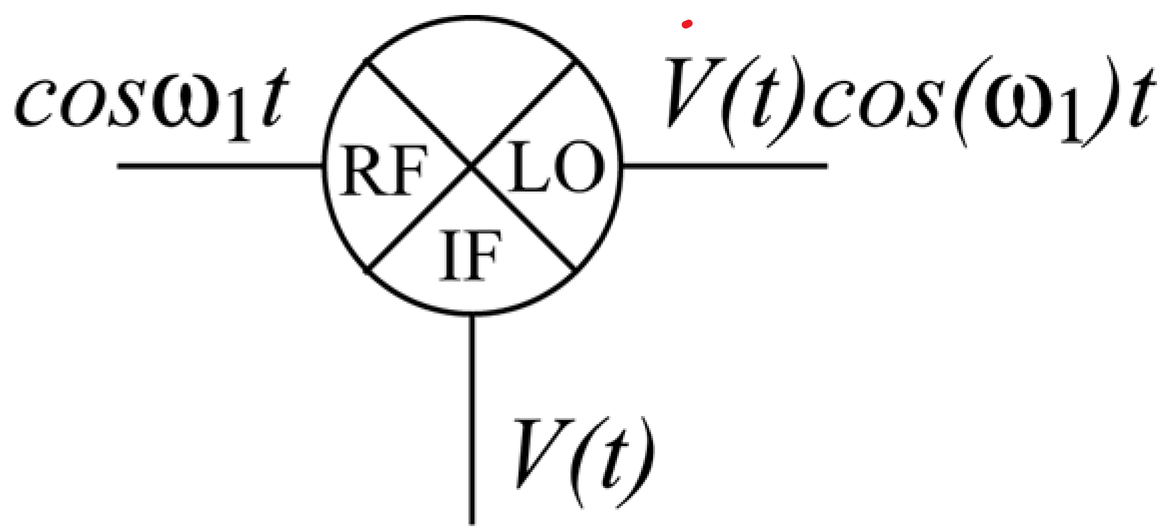


Mixers

segunda-feira, 30 de agosto de 2021 16:51



$\cos\omega_1 t \cos\omega_2 t$



Bibliografia

terça-feira, 24 de agosto de 2021 08:28