

# Experimento 7

## Linha de transmissão

Analisar transporte de tensões elétricas em linhas de transmissão

Gerador de onda quadrada

Osciloscópio

Cabos coaxiais BNC ( $50\Omega$ )

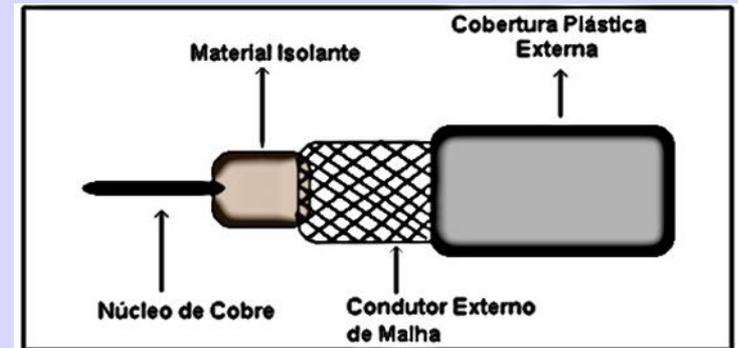
30m, 40m, 50 m, 2 x 0,5m

Conectores BNC

Tipo T

Terminador em curto

Terminador carga resistiva ( $50\Omega$ )

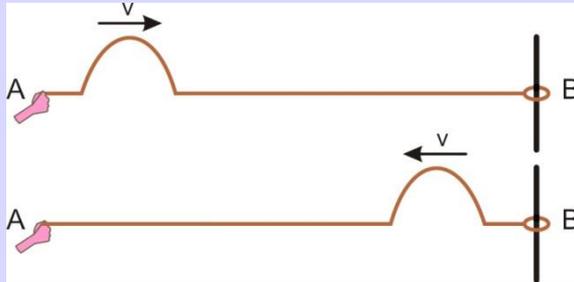


O que acontece no transporte de energia em linhas de transmissão?

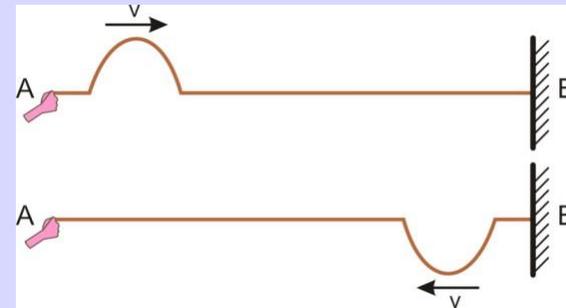
# Linhas de transmissão

## Analogia com ondas mecânicas

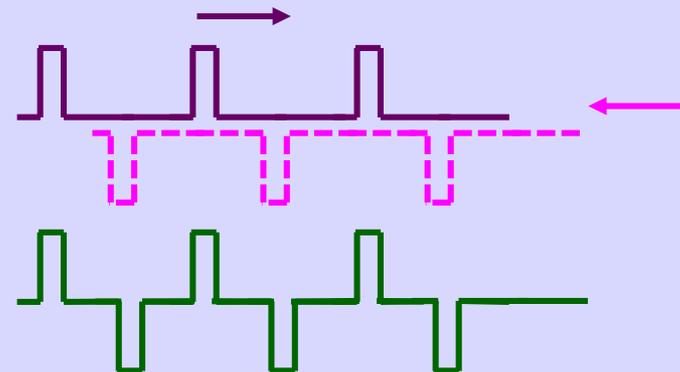
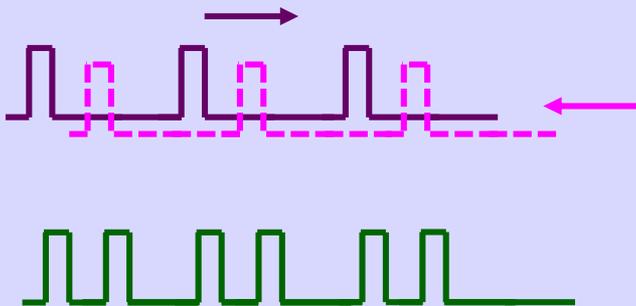
Extremidade solta



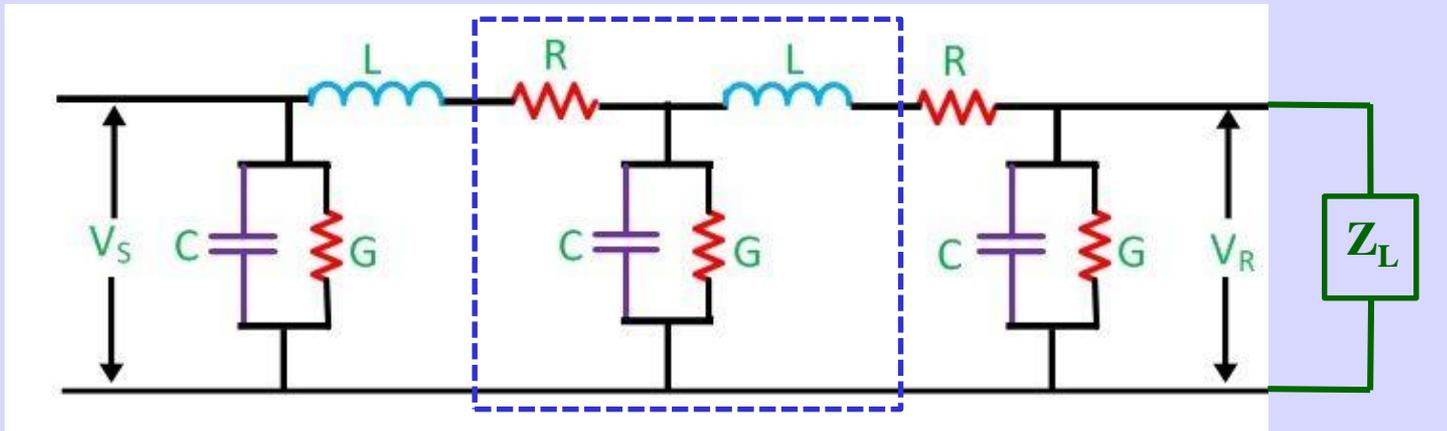
Extremidade fixa



## Pulsos de tensão com determinada frequência



# Linhas de transmissão



## Equações de contorno

$$V_i - R \Delta Z I - L \Delta Z \frac{\partial I}{\partial t} - V_R = 0$$

$$I_i - G \Delta Z V_r - C \Delta Z \frac{\partial V}{\partial t} - I_R = 0$$

## Velocidade de propagação

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

## Solução das ondas

$$V_z = V_0^+ e^{-\gamma z} + V_0^- e^{\gamma z}$$

## Impedância da linha

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

## Onda refletida

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

$$Z_L \gg Z_0 \quad V_0^- = V_0^+$$

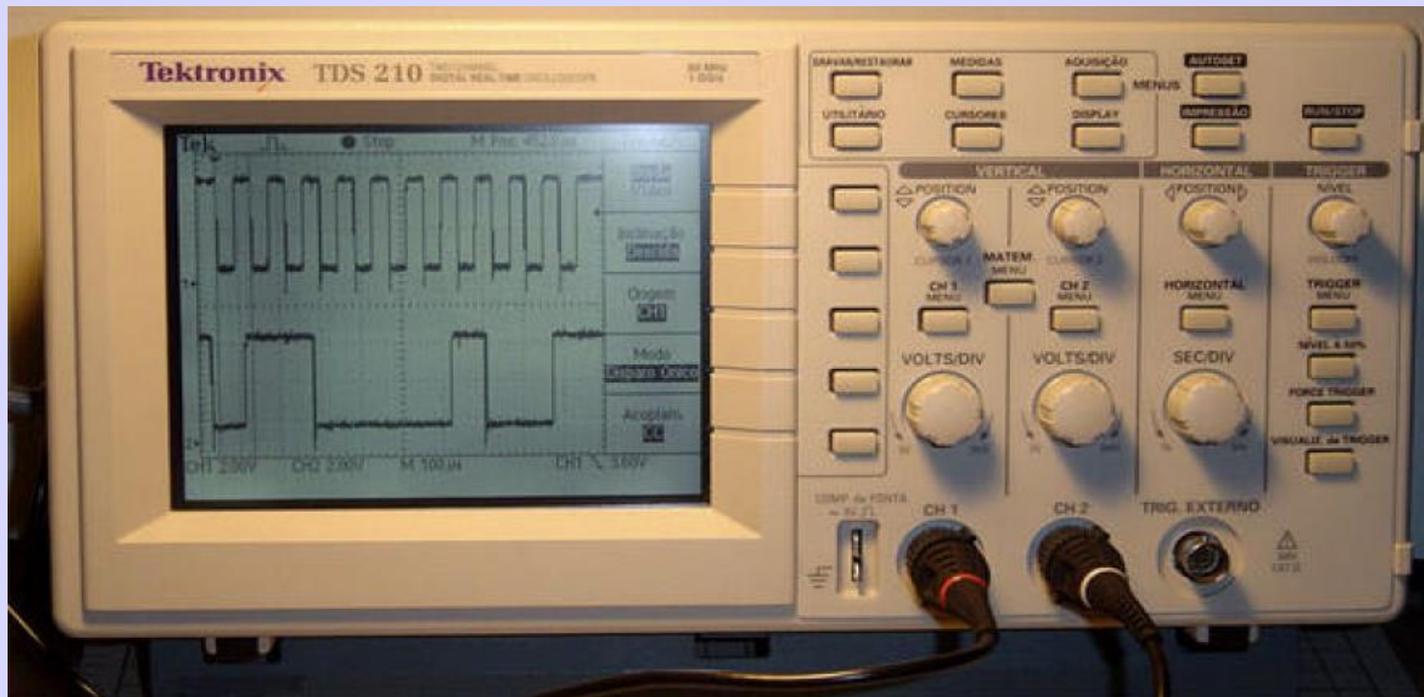
$$Z_L = Z_0 \quad V_0^- = 0$$

$$Z_L = 0 \quad V_0^- = -V_0^+$$

# Osciloscópio

## Amostragem de tensão em função do tempo

Usualmente medidas para tempos pequenos (seg a nseg)

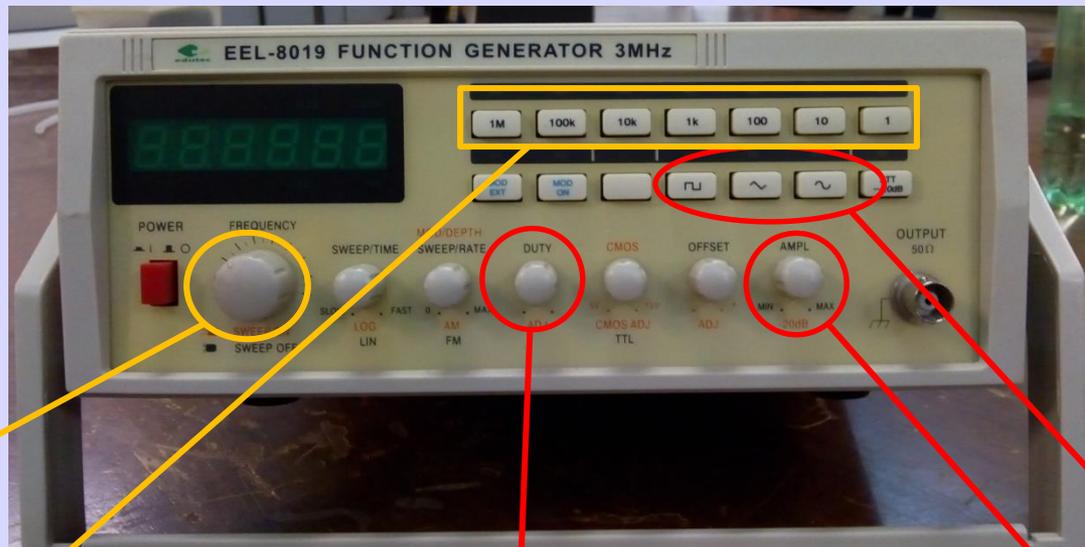
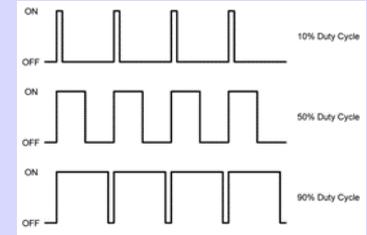


# Gerador de onda

Estudar interferência para tempos pequenos

Ondas nas duas direções do cabo

Onda quadrada com “duty cycle”



Ajuste  
Intervalo  
Frequência

Relação tempo on x tempo off

Forma da função  
Altura do sinal de saída

# Atividades

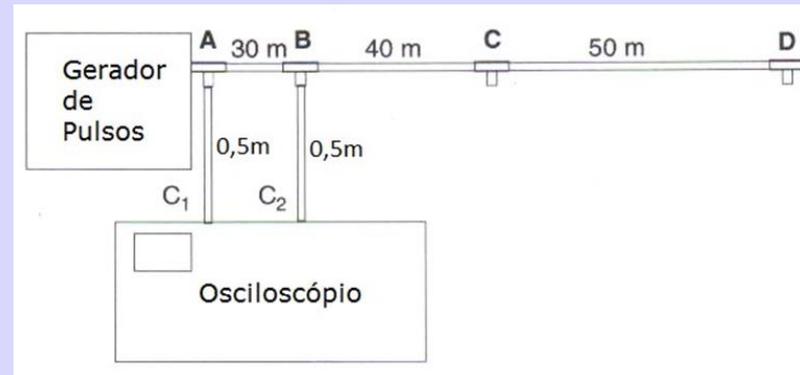
## Etapa 1

**Analisar diferenças devido comprimento**

**Osciloscópio + gerador + linhas de transmissão**

**Avaliar atenuação e atrasos (sem terminação)**

**Desenhar curvas**



## Etapa 2

**Verificar comportamento de ondas**

**Osciloscópio + gerador + linhas de transmissão**

**Desenhar curvas para as diferentes terminações**

**Medir atrasos entre diferentes pontos da linha de transmissão**

**Calcular velocidade de propagação**