

LABORATÓRIO DE MEDIDAS ELÉTRICAS  
**Experimento nº 9 – Reflexão de sinais em cabos**

Este experimento tem por objetivo a verificação de alguns conceitos referentes a casamento de impedâncias e reflexão de sinais em cabos. Quando as impedâncias entre cabo e carga ou cabo e fonte não estão “casadas”, a potência emitida pela fonte não é totalmente transferida à carga, de modo que uma parcela retorna à fonte, ocasionando uma reflexão.

**a) Impedância característica de um cabo em função da frequência:**

- aplique numa das extremidades de um cabo coaxial com impedância característica de  $50\Omega$  (mantendo a outra extremidade em aberto) um sinal senoidal com amplitude  $5V_{\text{pico}}$  (gerador de funções com  $Z_S=50\Omega$ )
- meça com o osciloscópio a tensão e a corrente no cabo coaxial para as frequências:  $f=100\text{Hz}$ ,  $1\text{kHz}$ ,  $10\text{kHz}$ ,  $100\text{kHz}$ ,  $1\text{MHz}$

Obs: Para medir a corrente no cabo utilize um resistor  $R_s$  em série com o “terra” e a malha externa do cabo. Para  $f < 2\text{kHz} \Rightarrow R_s = 1\text{k}\Omega$ ; para  $f > 2\text{kHz} \Rightarrow R_s = 1\Omega$

**b) Medida do comprimento do cabo pelo sinal refletido:**

- Com o auxílio de um gerador de pulsos rápido, aplique numa das extremidades do cabo (mantendo a outra extremidade em aberto) um pulso com amplitude  $5V_{\text{pico}}$  e largura inferior a  $5\text{ns}$
- meça com o osciloscópio o tempo de propagação entre o sinal incidente e o sinal refletido.

Obs: Utilize a menor base de tempo disponível no osciloscópio e “zoom” horizontal de 10X. Nestas condições o erro de linearidade na base de tempo do osciloscópio é considerável, de modo que a largura do sinal refletido não é necessariamente a mesma do sinal incidente. Essa não linearidade gera um erro de aproximadamente  $-10\text{ns}$  no tempo medido nos osciloscópios Minipa MO-1240A. Para compensar esse erro, adicione 10ns ao valor de tempo medido.

**c) Análise do coeficiente de reflexão em função da carga:**

- Utilize a mesma montagem do item anterior
- Conecte à outra extremidade do cabo diferentes cargas:  
 $Z_L = \infty$ ;  $Z_L = 0\Omega$ ;  $Z_L = 25\Omega$ ;  $Z_L = 50\Omega$ ;  $Z_L = 100\Omega$ ;  $Z_L = 150\Omega$   
e meça as amplitudes do sinal incidente e refletido.

Obs: Devido às perdas no cabo e ao fato de que a impedância de entrada do osciloscópio não é infinita, o sinal refletido sofre atenuações e retorna com uma amplitude inferior àquela esperada teoricamente.

**RELATÓRIO :**

- a) A partir dos valores de tensão e corrente, determine o módulo da impedância do cabo para cada frequência.
- b) Determine o comprimento do cabo a partir do tempo de reflexão obtido com o osciloscópio, considerando  $v = 1,94 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ .
- c) A partir de uma das medidas de impedância do cabo do item a) e do comprimento obtido em b), determine a capacitância e indutância por unidade de comprimento. Obs: considere que em baixa frequência ( $< 100\text{kHz}$ ) a impedância do cabo é definida essencialmente pela sua capacitância. Para o cálculo da indutância considere  $Z_{\text{OHF}} = 50\Omega$ .
- d) Calcule o coeficiente de reflexão a partir dos valores medidos e compare com os valores teóricos esperados a partir das impedâncias de carga utilizadas. Obs: Para compensar a atenuação do sinal refletido devido às perdas no cabo e no osciloscópio, normalize a sua amplitude pela amplitude do sinal incidente para  $Z_L = \infty$ , considerando que neste caso  $\Gamma_L = 1$ .

**OBS: Entrega do relatório até a próxima sexta-feira.**