



Universidade de São Paulo

Instituto de Física

4323202 Física Experimental B

NOTA
PROFESSOR

Equipe

1)..... No. USP Turma:.....

2)..... No. USP Data:.....

3)..... No. USP Mesa nº:

EXP 3- Linhas de Transmissão (cabos coaxiais)

Lista e identificação do material experimental a ser utilizado:

Antes de qualquer manipulação, identifique e confira a presença dos distintos elementos (equipamentos) que serão utilizados para a realização da experiência:

- gerador de pulsos ou ondas (AFG 2021) Tektronix;
- osciloscópio;
- linhas de transmissão (cabos coaxiais), em três comprimentos distintos (30, 40 e 50m), com suas respectivas terminações compostas por conectores do tipo BNC;
- dois cabos coaxiais de aproximadamente 1m de comprimento com terminações em conectores BNC;
- conectores BNC do tipo T;
- conector(terminação) BNC (50 Ω);
- conector BNC com terminação em curto circuito;

Primeira montagem experimental (Figura 1): Familiarização com os equipamentos.

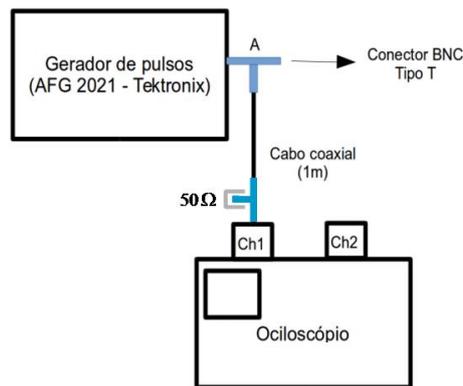


Figura 1. Montagem experimental inicial para teste dos equipamentos. Note a terminação de $50\ \Omega$ na entrada do osciloscópio para casar impedâncias.

Utilizando conectores BNC do tipo T, conecte em série os três segmentos de cabos coaxiais (de 30, 40 e 50m), fornecidos para formar uma linha de transmissão de 120m.

Utilizando um conector BNC do tipo T, conecte uma saída do gerador de pulsos (ponto A da Figura 1) ao canal de entrada (CH1) do osciloscópio previamente terminada com $50\ \Omega$.

Ligue o gerador e ajuste-o para fornecer uma onda quadrada com frequência da ordem (unidade) de KHz e amplitude da ordem de 10V pico a pico.

Ligue o osciloscópio e ajuste-o para medidas em escala de tempo inferiores a $1\ \mu\text{s}$ e tensões de 5V por divisão.

Prepare o osciloscópio para ser disparado (TRIGGER – MENU) em modo normal com o sinal do canal 1 (CH1) como referência. **(NÃO UTILIZE O BOTÃO AUTOSET (AUTO)!!!!)**

Anote os valores de trabalho ajustados no gerador e no osciloscópio.

Faça um esboço das formas de onda observadas na saída do gerador (ponto A da Figura 1) quando este está desconectado e quando está conectado à linha de transmissão.



Tomada de dados experimentais:

PARTE A: Medida e comparação entre sinais obtidos em distintos pontos de uma linha de transmissão, sob distintas condições de medida.

Com a linha de transmissão conectada ao gerador de sinais (mesma saída do ponto A da Figura 1 – utilizando o conector BNC do tipo T), observe simultaneamente os sinais nos pontos A e D (conforme indica a Figura 2 abaixo). Utilize para isso os dois cabos coaxiais de 1m, indicados na Figura 2 e disponíveis no laboratório, conectados (a partir dos pontos A e D) aos canais 1 (CH1) e 2 (CH2), respectivamente, do osciloscópio.

Segunda montagem experimental (Figura 2):

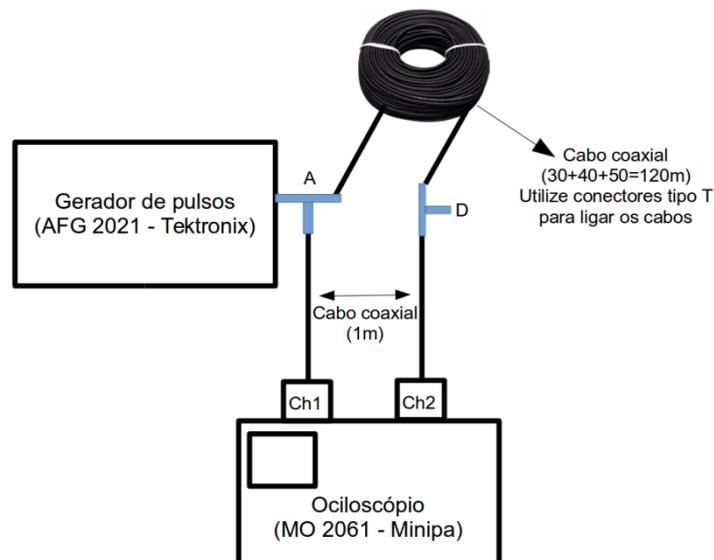


Figura 2. Montagem experimental da linha de transmissão de 120m. Note que a montagem do canal 1 permanece a mesma (canal de referência).

Realize estas medidas em três situações diferentes:

- 1) com a extremidade da linha (ponto D) em aberto (desconectada).
- 2) com a extremidade da linha (ponto D) em curto circuito (utilizando o conector BNC apropriado).
- 3) com a extremidade da linha (ponto D) conectada a uma terminação (conector BNC) de 50Ω .

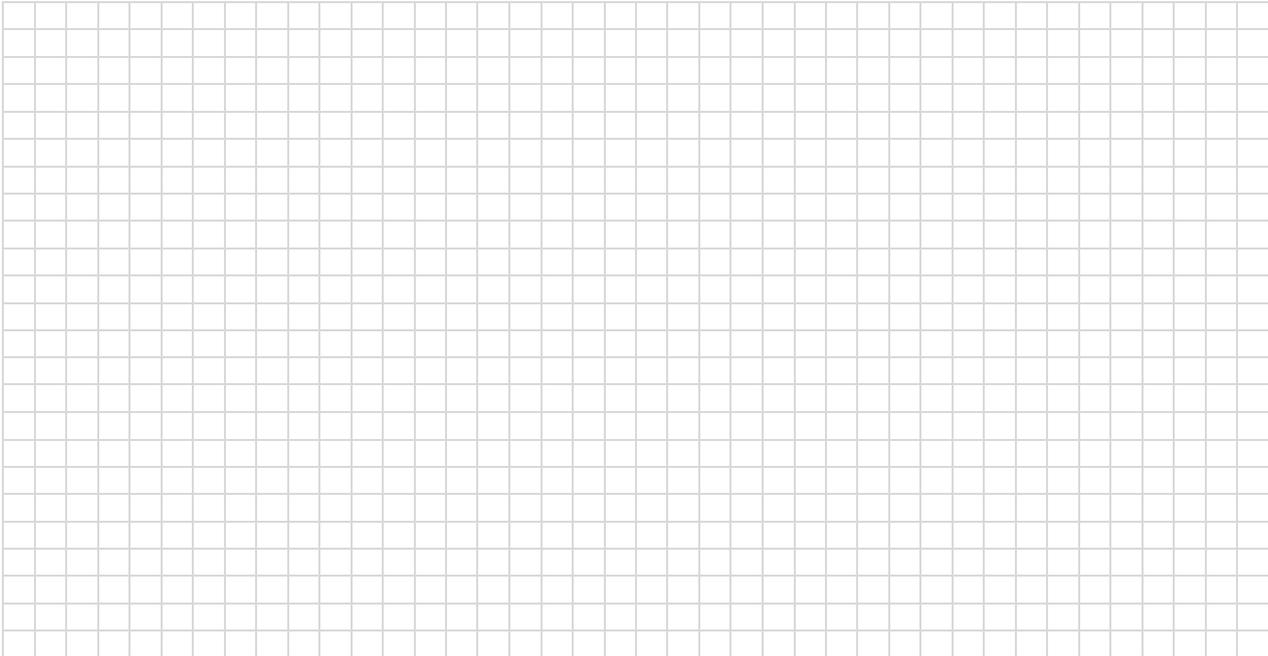
Use o ponto A, conectado ao canal 1 (CH1) do osciloscópio, como referência no tempo.

Faça um esboço dos pares de sinais observados (nos pontos A e D), nas três distintas configurações, e anote as escalas (de tempo e voltagem) utilizadas, assim como as tensões medidas (V). Para realizar as medidas utilize o modo cursor do osciloscópio.

Situação 1: Medida dos sinais nos pontos (A e D) com a extremidade da linha (ponto D) em aberto (desconectada);



Situação 2: Medida dos sinais nos pontos (A e D) com a extremidade da linha (ponto D) em curto circuito;



Tomada de dados experimentais

PARTE B: Determinação da velocidade de propagação da onda no cabo.

Utilizando a mesma montagem da figura 2, varie o comprimento da linha de transmissão (Δx) e meça o intervalo de tempo de percurso do pulso através da linha. Utilize a situação na qual a extremidade da linha de transmissão está conectada a uma terminação (conector BNC) de 50Ω (situação 3 de trabalho). Utilize também as distintas combinações entre os cabos de 30, 40 e 50m fornecidos para construir os novos trechos (Δx) da linha de transmissão.

Preencha os dados na tabela abaixo:

Δx (cm)	3000	4000	5000	7000	8000	9000	12000
Δt (ns)							

Tratamento e análise dos dados experimentais

- 1) Construa um gráfico de Δx em função de Δt .
- 2) Através do coeficiente angular da reta obtida, determine a velocidade de propagação da onda na linha de transmissão.

obs.: (utilize um computador para a construção e ajuste do gráfico)

- 3) Compare o resultado experimental com o valor fornecido pelo fabricante que é de: $v = 0.66 \cdot c$; onde c é a velocidade da luz no vácuo que é dada por $2.99792458 \times 10^8 \text{ m/s}$. Lembre que o índice de refração "n" de um meio é dado por: $n = \frac{c}{v}$

Questão 1: Supondo que a permeabilidade magnética do material isolante (polietileno) seja igual à do vácuo ($\mu = \mu_0$) e sendo a constante dielétrica k definida pelo quociente entre as permissividades desse meio e do vácuo $\left(k = \frac{\epsilon}{\epsilon_0}\right)$, determine k , a partir da velocidade de propagação que você mediu. Lembrando que $v = \frac{1}{\sqrt{\mu \cdot \epsilon}}$, onde v é a velocidade da onda no meio,

μ é a permeabilidade e ϵ é a permissividade do meio, e que no vácuo temos $c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \cdot \epsilon_0}}$.

Questão 2: O que você espera que aconteça com o valor da velocidade de propagação determinada experimentalmente, caso você utilize uma onda com frequência 5 vezes maior? Justifique sua resposta.
