

F540, Prof. David M Soares

Teoria 1:

Parte 1- Potencial

Potencial de um ponto (em Volts, V) é definido como a quantidade de energia (em Joules, J) necessária para trazer uma carga unitária do infinito (em Coulombs, C) até esse ponto, dividida pelo valor da carga unitária. $1\text{Volt}=1\text{joule}/1\text{Coulomb}$.

A diferença de potencial entre os pontos 1 e 0 é dada por

$$V_{10}=V_1-V_0 \quad (1)$$

O ponto 0 é conectado à terra e assumido como tendo valor zero.

Corrente (I)

A corrente elétrica, I (em Amperes, A) é a quantidade de carga elétrica (C) atravessando a seção de um fio por unidade de tempo (segundos, s) Unidades: $1\text{Ampere}=1\text{Coulomb}/1\text{second}$.

$$I=\Delta Q/\Delta t \quad (2)$$

Na Fig. 1, a diferença de potencial V_{10} aplicada pela fonte V entre os terminais 1 e 0 da **Resistência**, R_1 , estabelece uma corrente I fluindo do terminal de potencial mais alto (1) para o terminal de potencial mais baixo (0):.

$$I=(V_1- V_0)/R_1=V_{10}/R_1 \quad (3)$$

A corrente é a mesma em todo o laço de corrente entre o + e o - da fonte.

Potencia: A potência entregue à resistência R_1 é obtida pelo produto $V_{10}*I$:

$$W=V_{10}.I \quad (4)$$

A unidade para expresser a potencia é o Watt! $1\text{W}=1\text{J}/1\text{s}$. Usando a lei de Ohm podemos escrever:

$$W=R_1 * I^2 \text{ ou } W=(V_{10})^2/R_1 \quad (5)$$

A energia suprida à resistência R_1 é convertida em calor aumentando sua temperatura. O calor é dissipado por convecção do ar e por irradiação da área do corpo físico da resistência. A área da resistência é indicadora da capacidade de dissipação de potencia da mesma: 1/8W, 1/4W, 1/2W, 1W, 2W, 10W.

(parte 2) - Propagação de sinais.

Um pulso elétrico é aplicado a uma linha de transmissão, alinhada com o eixo x . O sinal propaga-se como uma onda eletromagnética na direção positiva do eixo x conforme Eq.6. (figura 2). A frente de onda pode ser descrita como:

$$V_+ = F(\omega t - kx) \quad (6)$$

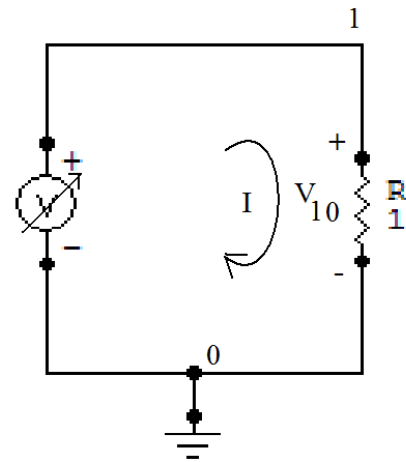


Figure 1 O potencial em 0 é a referencia (esta "aterrado", veja o símbolo). A corrente I flui de 1 para 0, através do resistor R_1

A amplitude da tensão V_+ é uma função F do tempo, t , e do espaço percorrido, x , através das constantes ω (s^{-1}) e k (m^{-1}). O pico da onda (amplitude e fase constante) ocorre em uma fase: $(\omega t - kx) = \text{constante}$. Portanto, propaga-se para a direita com a velocidade:

$$v = \frac{dx}{dt} = \frac{\omega}{k} \quad (7)$$

A velocidade é determinada pela geometria da linha (fios paralelos, barras paralelas, cabo coaxial, etc) e pelo material dielétrico entre os condutores. A máxima velocidade é $c = 3 \times 10^8 \text{m/s}$, a velocidade da luz. A corrente I_+ também é uma $f(x,t)$ cujo valor depende da razão entre a tensão V_+ e a impedância característica do cabo, Z_0 :

$$I_+ = \frac{V_+}{Z_0} \quad (8)$$

Z_0 é um número real. Se uma parte do sinal de tensão emitido for refletido no final da linha, conectada a uma carga Z_L , haverá uma onda refletida:

$$V_- = F(\omega t + kx) \quad (9).$$

A correspondente onda de corrente refletida, I_- , será dada por:

$$I_- = -\frac{V_-}{Z_0} \quad (10)$$

O sinal é negativo na Eq. 10 porque o sentido da corrente I_- é oposto ao da corrente I_+ . Na carga Z_L teremos a soma das ondas incidente e refletida:

$$V = V_+ + V_- \quad (11)$$

$$I = I_+ + I_- \quad (12)$$

A impedância de carga Z_L é definida pela relação entre os dois parâmetros, V e I , Fig.2:

$$Z_L = \frac{V}{I} = \frac{V_+ + V_-}{I_+ + I_-} \quad (13)$$

Usando as Eqs. 11, 12, 13, deduzimos o coeficiente de reflexão, ρ , razão entre a onda de tensão refletida pela carga e a tensão incidente:

$$\rho = \frac{V_-}{V_+} = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} \quad (14)$$

Também podemos calcular o coeficiente de transmissão, τ , razão entre a tensão na carga Z_L , V , e a onda de tensão incidente V_+ :

$$\tau = \frac{V}{V_+} = \frac{2Z_L}{Z_L + Z_0} \quad (15)$$

Observe que $\tau = 1 - \rho$.

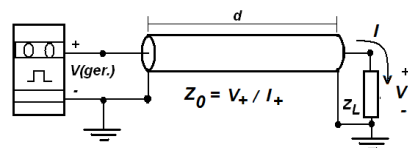


Figura 2. Linha de transmissão de comprimento d conectada a um gerador de ondas quadradas e a uma carga Z_L .

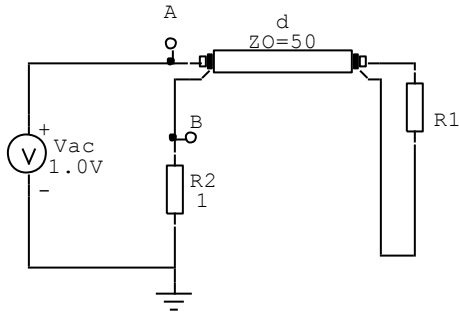
Parte 3. Corrente alternada regime permanente e linhas de transmissão.

Considerando uma LT conectada a uma fonte de tensão alternada e a uma carga. Esta terá uma impedância de entrada de:

$$Z_i = Z_0 \frac{Z_R + jZ_0 \tan \beta d}{Z_0 - jZ_R \tan \beta d} \quad (16)$$

Na eq. (1)7 Z_0 é a impedância característica da linha. Z_R é a impedância de carga. $\beta = 2\pi/\lambda$ é denominado constante de fase.

A figura mostra a LT acoplada a uma carga $Z_R=R_1$.



Se $R_1=0$, teremos : $Z_i = Z_0 \frac{0 + jZ_0 \tan \beta d}{Z_0 - j0 \tan \beta d} = jZ_0 \tan \beta d \quad (17)$

Se $R_1=\infty$, teremos: $Z_i = Z_0 \frac{1}{-j \tan \beta d} = -jZ_0 \cot \beta d \quad (18)$

Observe então que controlando o comprimento d da linha, pode-se fazer a mesma funcionar como indutor ou como capacitor.

Para ilustrar, um capacitor de valor C para uma linha em curto, teria o comprimento

$$d = -\frac{1}{\beta} \tan^{-1} \frac{1}{\omega C Z_0} \quad (20)$$

Para altas frequências, micro-ondas [0.3GHz (1m), 300GHz (1mm)] e UHF (0,3GH a 3GHz): rádio, transceptores, “bluetooth” e redes “wireless”, os elementos de circuitos reativos podem ser feitos com LT curto-circuitadas ou não. Esses elementos são chamados de “Stubs”.