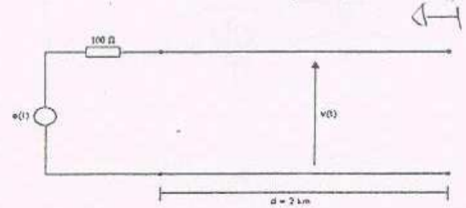
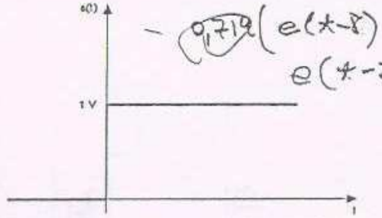
EE 754 ONDAS GUIADAS

Prova n° 1   9/10/2006   com consulta   Prof. Pissolato

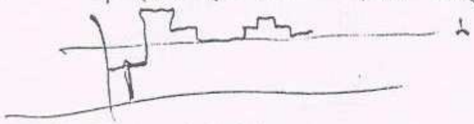
1. Considere a linha de transmissão com $r = g = 0$, $L = 2$ mH/km $c = 32$ nF/km

   a) calcule a forma de onda da tensão $v(t)$ no centro da linha
   b) calcule $\lim_{t \to \infty} v(t)$



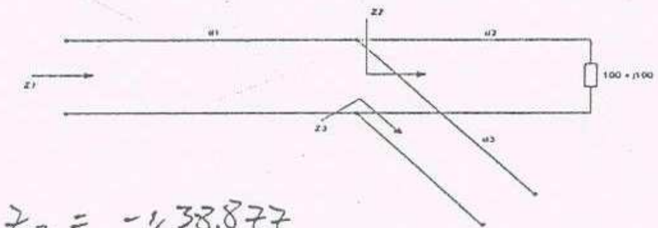


$-0{,}719\,(e(t-8) - 0{,}428\, e(t-40) + 0{,}428^2 e(t-72 \ldots$
$e(t-24) - 0{,}428\, e(t-56 + 0{,}428^2 e(t-88) \ldots$



2. Usando matriz ABCD determine Z 1 Z2 Z 3 para a linha abaixo

a) d1=800 m	ß1= 2 rd/km	α1=0.1 nep/km	
b) d2=900 m	ß2= 2.5 rd/km	α2= 0	
c) d3=400 m	ß3= 3.0 rd/km	α3= 0	$Zo_1=Zo_2=Zo_3= 100\ \Omega$



$Z_3 = -j\,38{,}877$

$Z_2 = 38{,}71 + j\,10{,}76$

$Z_1 = 239 + j\,127{,}94$

Questão.3

O barramento de uma rede de computadores é composto de um cabo coaxial de 400 m de comprimento. Esse cabo tem impedância característica de 50 Ω e velocidade de propagação de 200×10^6 m/s. A rede não está funcionando apropriadamente. Medindo-se a impedância em um dos terminais (o outro está terminado com 50 Ω), obteve-se o seguinte resultado:

freqüência kHz	Módulo da impedância Ω
100	100

Considerando a possibilidade de o cabo estar em curto-circuito, determine a provável localização desse defeito. (valor: 10,0 pontos)

Dados/Informações Técnicas:

O cabo coaxial pode ser considerado uma linha de transmissão sem perdas.

$Z_0 = \sqrt{\dfrac{L}{C}}$ - Impedância Característica

$v = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}$ - Velocidade de Propagação

$\gamma = j\omega\sqrt{LC}$ - Constante de Propagação

ω - freqüência angular, $j = \sqrt{-1}$, L e C - Indutância e Capacitâncias distribuídas da linha, respectivamente

$Z_1 = Z_0 \dfrac{Z_2 \cos h(\gamma d) + Z_0 \operatorname{sen} h(\gamma d)}{Z_2 \operatorname{sen} h(\gamma d) + Z_0 \cos h(\gamma d)}$

Z1 é a impedância vista do lado "1" a uma distância d da carga Z2 colocada na extremidade "2".

$\tan h(j\varphi) = j \tan(\varphi)$

357,6 m de

1) 3
2) 4
3) 3
10

Daniel da Costa Picchi RA:031962

1) a) $Z_0 = \sqrt{\frac{l}{c}} = 250\,\Omega \quad \bar{\theta} = j\omega\sqrt{lC} = j\omega\, 8 \cdot 10^{-6}$

$$\rho_r = \frac{Z_2^{\infty} - Z_0}{Z_2^{\infty} + Z_0} = 1$$

$$\rho_t = \frac{Z_1 - Z_0}{Z_1 + Z_0} = \frac{100-250}{100+250} = \frac{-150}{350} = -3/7$$

$$E_x = \frac{Z_0}{Z_1+Z_0} E \left[\frac{\exp(-\bar{\theta}(d-x)) + \rho_r \exp(-\bar{\theta}(d+x))}{1 - \rho_r \rho_t \exp(-2\bar{\theta} d)} \right]$$

$$= \frac{5}{7} E \left(e^{-\bar{\theta}} + e^{-3\bar{\theta}} \right) \cdot \frac{1}{1 - \left(\frac{-3}{7} e^{-4\bar{\theta}} \right)}$$

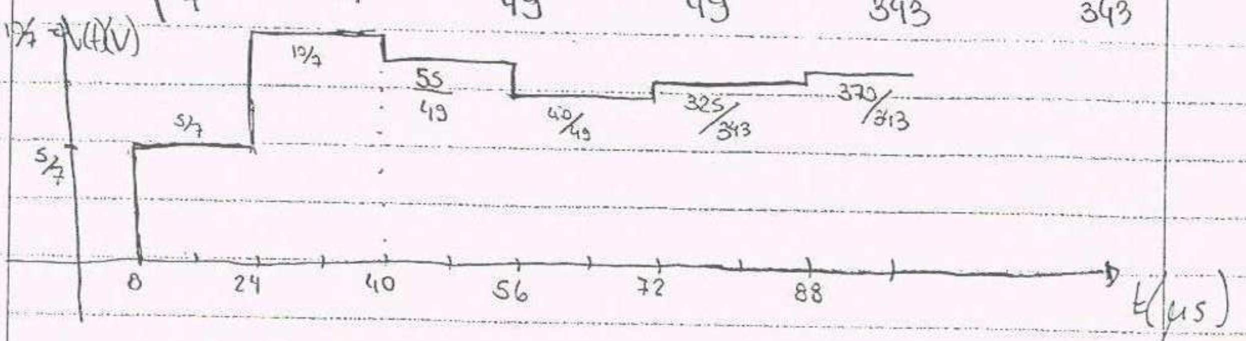
$$= \frac{5}{7} \left(e^{-\bar{\theta}} + e^{-3\bar{\theta}} \right) \left(1 - \frac{3}{7} e^{-4\bar{\theta}} + \left(\frac{3}{7}\right)^2 e^{-8\bar{\theta}} - \left(\frac{3}{7}\right)^3 e^{-12\bar{\theta}} + \left(\frac{3}{7}\right)^4 e^{-16\bar{\theta}} \dots \right)$$

$$= \frac{5E}{7} \left(e^{-\bar{\theta}} - \frac{3}{7} e^{-5\bar{\theta}} + \left(\frac{3}{7}\right)^2 e^{-9\bar{\theta}} - \left(\frac{3}{7}\right)^3 e^{-13\bar{\theta}} + \dots + e^{-3\bar{\theta}} - \frac{3}{7} e^{-7\bar{\theta}} + \left(\frac{3}{7}\right)^2 e^{-11\bar{\theta}} - \dots \right)$$

tempo em μs

$$v(t) = \frac{5E}{7} \left(e(t-8) + e(t-24) - \frac{3}{7} e(t-40) - \frac{3}{7} e(t-56) + \frac{9}{49} e(t-72) + \frac{9}{49} (t-88) \dots \right)$$

$$= E \left(\frac{5}{7} e(t-8) + \frac{5}{7} e(t-24) - \frac{15}{49} e(t-40) - \frac{15}{49} e(t-56) + \frac{45}{343} e(t-72) + \frac{45}{343} e(t-88) \dots \right)$$



b) Quando $t \to \infty$ temos que:

$$v(t) = \frac{5}{7}\left(2\sum_{n=0}^{\infty}\left(\frac{3}{7}\right)^{2n} - 2\sum_{n=0}^{\infty}\left(\frac{3}{7}\right)^{2n+1}\right)$$

$$= \frac{10}{7}\left(\sum_{n=0}^{\infty}\left(\frac{9}{49}\right)^{n} - \frac{3}{7}\sum_{n=0}^{\infty}\left(\frac{9}{49}\right)^{n}\right)$$

$$= \frac{10}{7}\cdot\frac{4}{7}\cdot\sum_{n=0}^{\infty}\left(\frac{9}{49}\right)^{n}$$

$$= \frac{40}{49}\cdot\frac{1}{1-9/49} = 1$$

$$\lim_{t\to\infty} v(t) = 1\,V$$

(2) Trecho 3:

$$\bar{\theta} = \alpha + j\beta = j3 \quad d = 0{,}4\,km$$
$$Z_0 = 100\,\Omega$$

$$\theta = \bar{\theta} d = j1{,}2$$

$$A = D = \cosh\theta = 0{,}36236$$
$$B = Z_0 \operatorname{senh}\theta = j93{,}2039$$

$$C = \frac{\operatorname{senh}\theta}{Z_0} = j9{,}32039 \cdot 10^{-3}$$

$$Z_3 = \frac{A\cancel{Z}^{\infty} + B}{C\cancel{Z}^{\infty} + D} = \frac{A}{C} = -j38{,}878\,\Omega$$

Trecho 2:

$$\bar{\theta} = j2{,}5 \quad \bar{\theta} d = \theta = j2{,}25$$

$$A = D = \cosh\theta = -0{,}62817$$

$$B = Z_0 \operatorname{senh}\theta = j77{,}8073$$

$$C = \frac{\operatorname{senh}\theta}{Z_0} = j7{,}78073 \cdot 10^{-3}$$

$$Z_2 = \frac{AZ + B}{CZ + D} = \frac{A(100 + j100) + B}{C(100 + j100) + D} = 38{,}72 + j10{,}76\,\Omega$$

Trecho 1:

$\bar{\theta} = 0,1 + j2 \quad \theta = \bar{\theta} d = 0,08 + j1,6$

$A = D = \cosh\theta = -2,9293 \cdot 10^{-2} + j0,08005$

$B = Z_0 \operatorname{senh}\theta = -0,23385 + j100,2774$

$C = \dfrac{\operatorname{senh}\theta}{Z_0} = -2,3385 \cdot 10^{-5} + j1,002774 \cdot 10^{-2}$

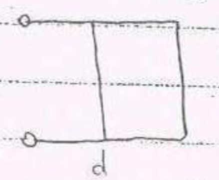
$Z_1 = \dfrac{AZ + B}{CZ + D} = \dfrac{A(Z_2 // Z_3) + B}{C(Z_2 // Z_3) + D}$

$Z_2 // Z_3 = \dfrac{Z_2 Z_3}{Z_2 + Z_3} = 25,5584 - j20,3178\ \Omega$

$Z_1 = 242,059 + j123,03\ \Omega$

(3) $\dfrac{1}{\sqrt{lc}} = 200 \cdot 10^{6} \Rightarrow \sqrt{lc} = 5 \cdot 10^{-9}$

$\bar{\theta} = j\omega\sqrt{lc} = j2\pi(100 \cdot 10^{3}) 5 \cdot 10^{-9} = j\pi \cdot 10^{-3}$



$Z_1 = Z_0 \dfrac{\cancel{Z_2}^{0} \cosh(\bar{\theta} d) + Z_0 \operatorname{senh}(\bar{\theta} d)}{\cancel{Z_2}^{0} \operatorname{senh}(\bar{\theta} d) + Z_0 \cosh(\bar{\theta} d)}$

$Z_1 = Z_0 \cdot \operatorname{tgh}(\bar{\theta} d) \Rightarrow |Z_1| = |Z_0| \cdot \operatorname{tg}(\pi \cdot 10^{-3} d)$

$d = \dfrac{\operatorname{tg}^{-1}(2)}{\pi \cdot 10^{-3}} = 352,42\,m$