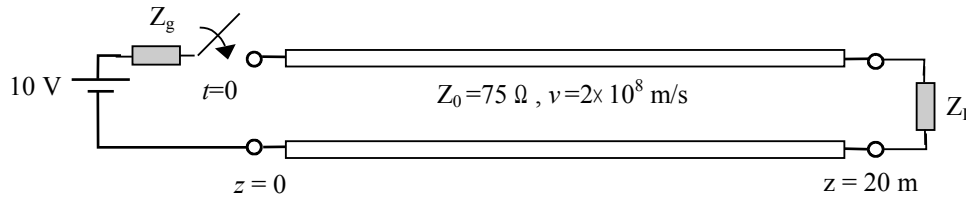


Lista de Exercícios no. 3

- 1) Considere a linha de transmissão sem perdas com $Z_0 = 75 \, \Omega$ e $v = 2 \times 10^8 \, \text{m/s}$, mostrada abaixo.

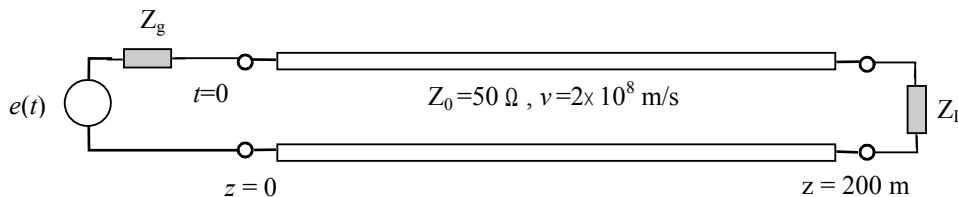


- Determine os coeficientes de reflexão na carga e no gerador.
- Esboce os gráficos cotados da tensão e da corrente em $z = 0$, em função do tempo.
- Esboce os gráficos cotados da tensão e da corrente em $z = 20 \, \text{m}$, em função do tempo.
- Determine os valores de regime da tensão e da corrente na linha.
- Esboce os gráficos cotados da tensão e da corrente em $t = 150 \, \text{ns}$, em função de z .

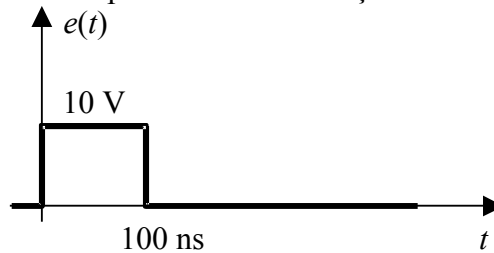
Para os seguintes valores de Z_g e Z_L :

- $Z_g = 75 \, \Omega$; $Z_L = 75 \, \Omega$.
- $Z_g = 75 \, \Omega$; $Z_L = 150 \, \Omega$.
- $Z_g = 150 \, \Omega$; $Z_L = 75 \, \Omega$.
- $Z_g = 150 \, \Omega$; $Z_L = 25 \, \Omega$.
- $Z_g = 25 \, \Omega$; $Z_L = 25 \, \Omega$.

- 2) Considere a linha de transmissão, sem perdas, com $Z_0 = 50 \, \Omega$ e $v = 2 \times 10^8 \, \text{m/s}$, mostrada abaixo.



onde $e(t)$ é um pulso retangular de amplitude 10 V e duração 100 ns:

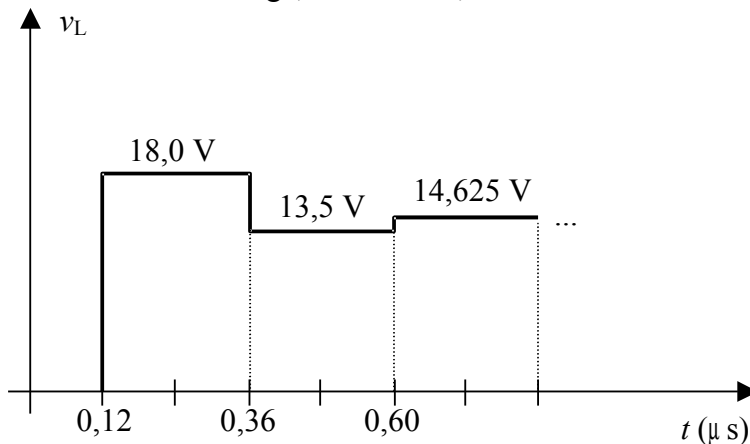


- Determine os coeficientes de reflexão na carga e no gerador.
- Esboce os gráficos cotados da tensão e da corrente em $z = 0$, em função do tempo.
- Esboce os gráficos cotados da tensão e da corrente em $z = 200 \, \text{m}$, em função do tempo.
- Esboce os gráficos cotados da tensão e da corrente em $z = 10 \, \text{m}$, em função do tempo.

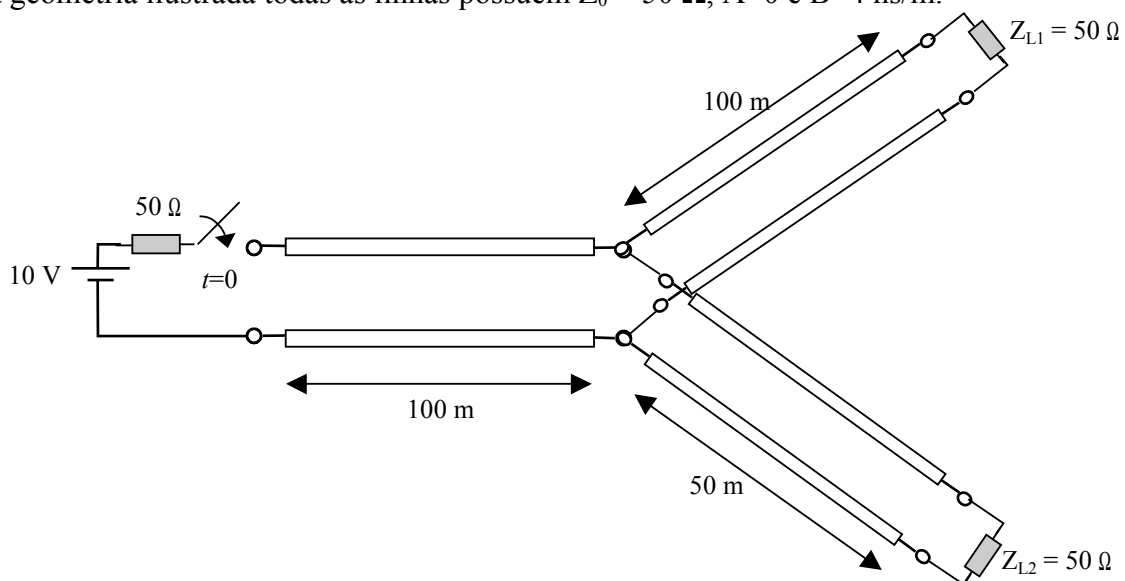
Para os seguintes valores de Z_g e Z_L :

- $Z_g = 50 \, \Omega$; $Z_L = 50 \, \Omega$.
- $Z_g = 50 \, \Omega$; $Z_L = 150 \, \Omega$.
- $Z_g = 150 \, \Omega$; $Z_L = 50 \, \Omega$.
- $Z_g = 150 \, \Omega$; $Z_L = 25 \, \Omega$.
- $Z_g = 25 \, \Omega$; $Z_L = 25 \, \Omega$.

- 3) Uma linha de transmissão, sem perdas, de comprimento 30 m, é excitada por um degrau de tensão fornecido por um gerador de impedância interna (real) 100Ω . A forma de onda da tensão observada na carga, $Z_L = 900 \Omega$, é:



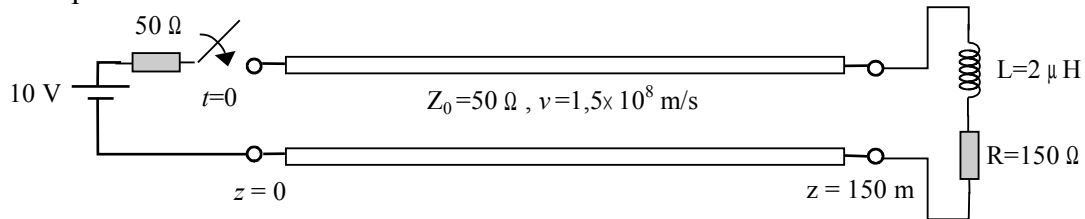
- Determine a velocidade de propagação na linha. ($2,5 \times 10^8$ m/s)
 - Determine os coeficientes de reflexão na carga e no gerador. (0,5; -0,5)
 - Calcule Z_0 e a tensão em aberto do gerador. (300Ω ; 16 V)
 - Desenhe o gráfico da corrente na entrada da linha entre 0 e $0,72 \mu s$ e explicita qual o valor de regime dessa corrente. (16 mA)
- 4) Na geometria ilustrada todas as linhas possuem $Z_0 = 50 \Omega$, $A=0$ e $B=4$ ns/m.



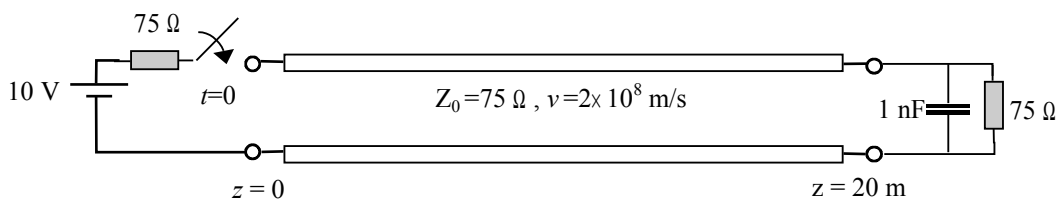
Pede-se:

- Desenhar o gráfico da tensão na entrada (próximo ao gerador) até o instante $t = 1 \mu s$.
- Determinar o valor de regime da tensão na entrada. (3,33 V)
- Desenhar os gráficos das correntes nas cargas e na entrada até o instante $t = 1 \mu s$.
- Determinar os valores de regime das correntes nas cargas. (66,67 mA; 66,67 mA)
- Repetir os itens (a) a (d) no caso da linha de 50 m estar em aberto ($Z_{L2} = \infty$). (5 V, 100 mA, 0)

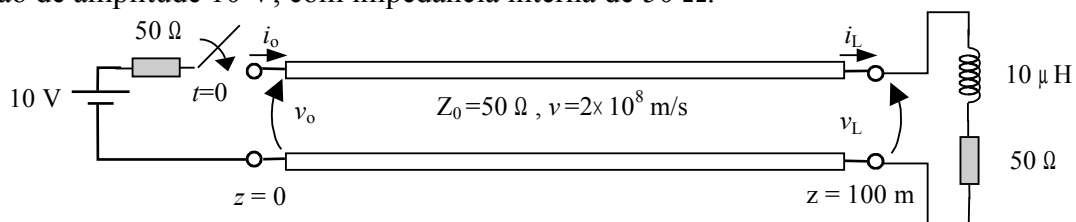
- 5) A figura abaixo representa uma linha sem perdas, com $Z_0 = 50 \, \Omega$, e $v = 1,5 \times 10^8 \, \text{m/s}$, com 150 m de comprimento.



- Determine os gráficos cotados das tensões na entrada e na terminação da linha, em função do tempo. Verifique os valores de regime. (7,5 V)
 - Quais os valores de L e C da linha (por metro) ? (0,33 $\mu\text{H/m}$; 133,3 pF/m)
 - Qual a energia armazenada na linha ao final do transitório? (625 nJ)
- 6) A linha de transmissão mostrada abaixo é sem perdas, com $Z_0 = 75 \, \Omega$, e $v = 2 \times 10^8 \, \text{m/s}$, sendo a chave fechada em $t=0$.

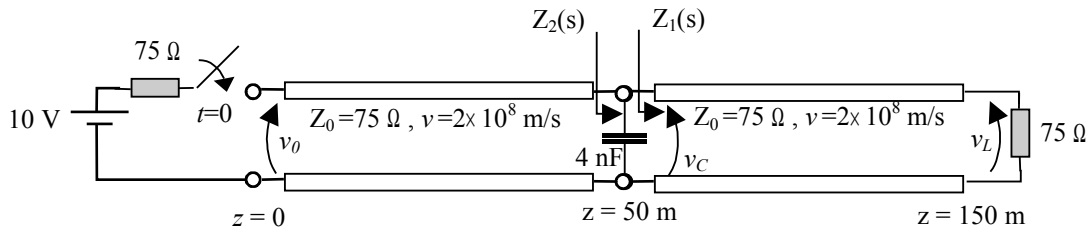


- Determine o coeficiente de reflexão em $z=20 \, \text{m}$, $\Gamma_L(s)$.
 - Esboce os gráficos cotados das tensões em $z=0$ e em $z=20 \, \text{m}$, em função do tempo. Indique o valor da constante de tempo.
 - Determine o valor de regime da tensão e da corrente na linha. (5 V; 0,067 A)
 - Determine L e C da linha, com unidades. (0,375 $\mu\text{H/m}$; 66,7 pF/m)
 - Calcule a energia armazenada total (na linha e no capacitor) após terminar o transitório. (46 nJ)
- 7) Considere a linha de transmissão sem perdas mostrada abaixo, onde um indutor, de valor 10 μH , em série com um resistor de 50 Ω são usados para modelar a impedância de carga dessa linha. A linha tem $Z_0 = 50 \, \Omega$, e $v = 2 \times 10^8 \, \text{m/s}$, e está alimentada por um gerador do tipo degrau de tensão de amplitude 10 V, com impedância interna de 50 Ω .

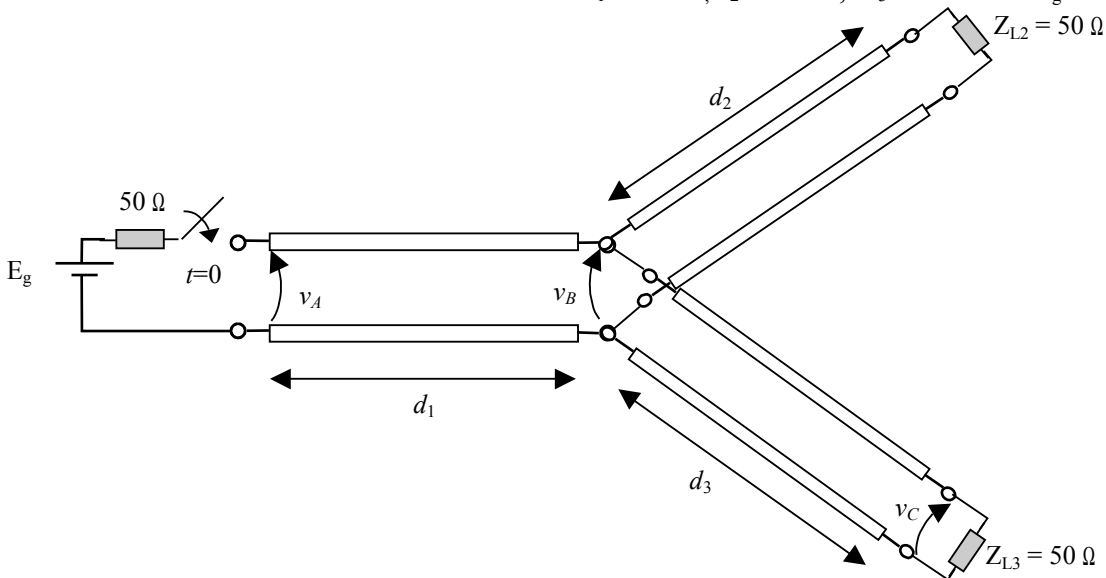


- Determine a constante dielétrica, ϵ , do dielétrico usado nessa linha de transmissão, sabendo que ele tem $\mu = \mu_0$. ($1,99 \times 10^{-11} \, \text{F/m}$)
- Faça os gráficos, cotados, de $v_0(t)$ e $v_L(t)$ para $0 \leq t \leq 1,5 \, \mu\text{s}$.
- Determine os valores de regime de v_0 , v_L , i_0 e i_L . (5 V; 5 V; 0,1 A; 0,1 A)
- Calcule o valor da energia armazenada total (linha + indutor) após o transitório. (0,25 μJ ; 0,05 μJ)

- 8) Considere a linha de transmissão mostrada abaixo, onde um capacitor, de valor 4 nF, foi colocado entre os dois condutores a uma distância de 50 m do gerador.

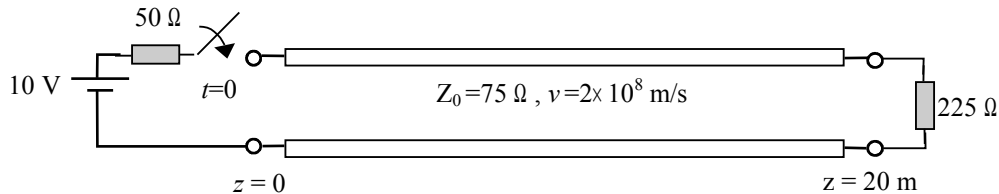


- Qual o valor da impedância, $Z_1(s)$, vista na entrada do segundo trecho de linha? Justifique. (75Ω)
 - Determine o valor da impedância, $Z_2(s)$, vista no final do primeiro trecho de linha e calcule o valor do coeficiente de reflexão nesse ponto, $\Gamma_2(s)$.
 - A chave no início da linha é fechada no instante $t=0$, gerando um transitório que se propaga na linha de transmissão.
 - Calcule a tensão no capacitor no domínio do tempo, $v_C(t)$, e faça seu gráfico para $0 < t < 1 \mu s$.
 - Qual o valor de regime da tensão no capacitor? ($5 V$).
- 9) As linhas da figura abaixo, supostas sem perdas, têm velocidade de propagação $v = 2 \times 10^8 \text{ m/s}$ e $Z_0 = 50 \Omega$. A chave é fechada em $t=0$. São dados $d_1 = 50 \text{ m}$, $d_2 = 50 \text{ m}$, $d_3 = 100 \text{ m}$ e $E_g = 10 \text{ V}$.



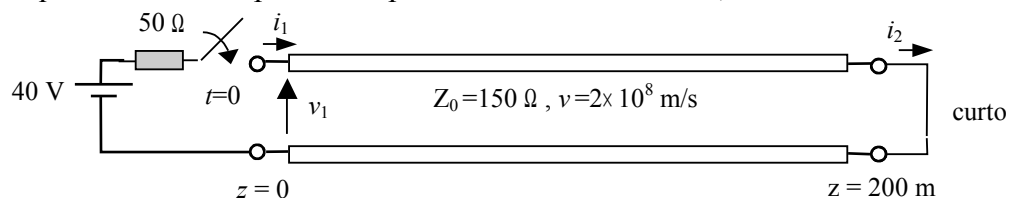
- Trace os gráficos das tensões $v_A(t)$, $v_B(t)$ e $v_C(t)$, para $0 < t < 0,8 \mu s$.
- Calcule os valores de L e C (por metro) das linhas. ($0,25 \mu H/m$; 100 pF/m)
- Substituindo-se, agora, todo o trecho de linha 3 por um capacitor de 10 nF, pede-se:
- Obtenha o gráfico de $v_A(t)$ para $0 < t < 1 \mu s$.
- Calcule a energia total armazenada ao final do transitório nas condições do item c.

10) Considere a linha de transmissão sem perdas com $Z_0 = 75 \Omega$, e $v = 2 \times 10^8$ m/s.



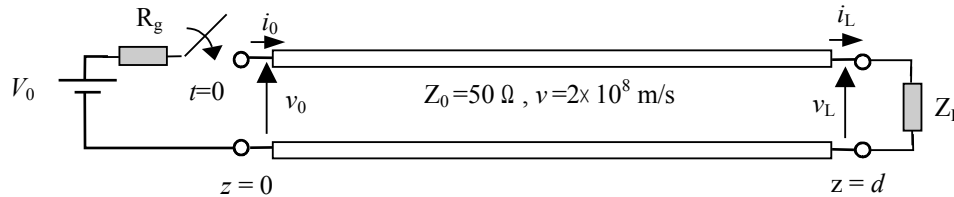
- Determine os coeficientes de reflexão na carga e no gerador. (0,5; -0,2)
- Esboce os gráficos cotados da tensão e da corrente em $z=0$.
- Determine o valor da tensão no ponto $z=10$ m no instante $t=0,16\mu\text{s}$. (9V)
- Supondo, agora, que a linha tenha perdas, mas que seja sem distorção, com $Z_0 = 75 \Omega$, e $v = 2 \times 10^8$ m/s e atenuação $A = 0,00527$ Np/m:
- Escreva as expressões de $Z_0(s)$ e $\gamma(s)$ em função de R, L, G e C dessa linha (sem distorção) e calcule R e G. ($R=0,395 \Omega/\text{m}$; $G=7,027 \times 10^{-5}$ S/m)
- Determine os valores de tensão nos pontos $z=0$ e $z=20$ m no instante $t=0,21 \mu\text{s}$. (7,94 V; 8,1 V)

11) Um cabo de sinalização apresenta um defeito (curto) no ponto correspondente a $z = 200$ m. Suponha que o cabo tenha perdas desprezíveis com $Z_0 = 150 \Omega$, e $v = 2 \times 10^8$ m/s.

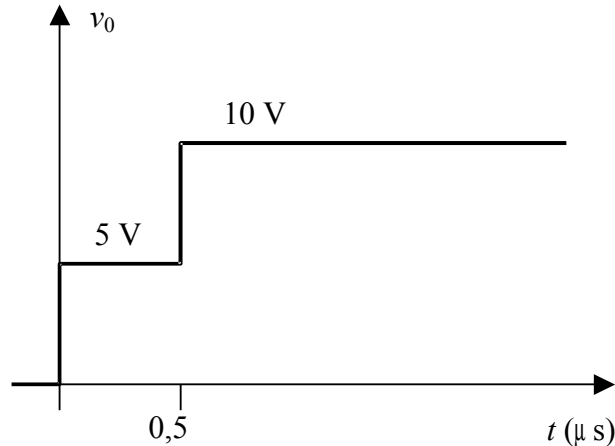


- Faça gráficos cotados de $v_1(t)$, $i_1(t)$ e $i_2(t)$, para $0 < t < 3,5 \mu\text{s}$. Verifique os valores de regime. (0 V; 0,8 A; 0,8 A)
- Explique, a partir dos resultados do item (a), como poderia ser localizada a posição de um defeito num cabo, bem como seu tipo (curto ou aberto).
- Calcule L e C por metro de cabo. ($0,75 \mu\text{H}/\text{m}$; $33,33 \text{ pF}/\text{m}$)
- Determine a permissividade do dielétrico do cabo (ϵ), sabendo que $\mu = \mu_0 \cdot (1,99 \times 10^{-11} \text{ F}/\text{m})$
- Ao final do transitório há energia armazenada no cabo? De que tipo?
- Se o cabo tivesse perdas não desprezíveis, com $\gamma(s) = A + sB$, sendo $e^{-200A} = 0,81$ e $B = 5 \text{ ns}/\text{m}$, determine o gráfico da tensão no ponto $z=100$ m, para $0 < t < 1,6 \mu\text{s}$. Sabe-se que $Z_0 = 150 \Omega$.

12) Dado o circuito abaixo, em que a linha pode ser suposta sem perdas,



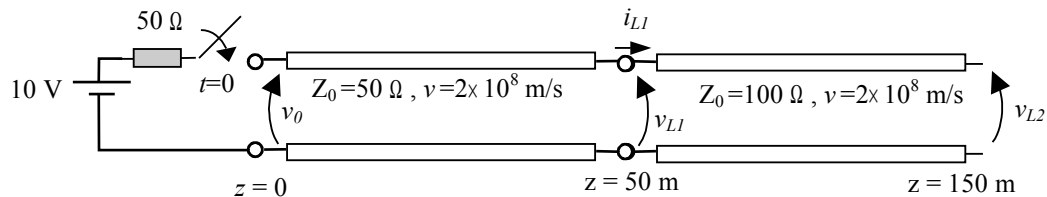
observou-se que $v_0(t)$ tinha o seguinte aspecto:



a) Determine d e R_g . (50 m; 50 Ω)

b) Determine V_0 e Z_L . (10 V; ∞)

Supondo, agora, que $R_g = 50 \Omega$, $d = 50$ m e $V_0 = 10$ V, liga-se, no lugar de Z_L , uma outra linha com $Z_0 = 100 \Omega$, e $v = 2 \times 10^8$ m/s, terminada em aberto, tendo 100 m de comprimento.



c) Faça o gráfico da tensão na terminação da segunda linha, v_{L2} , em função do tempo, para $0 \leq t \leq 2 \mu s$.

d) Calcule a tensão de regime na junção das linhas, v_{L1} . (10 V)

e) Faça o gráfico da corrente na junção das linhas, i_{L1} , para $0 \leq t \leq 1,5 \mu s$.

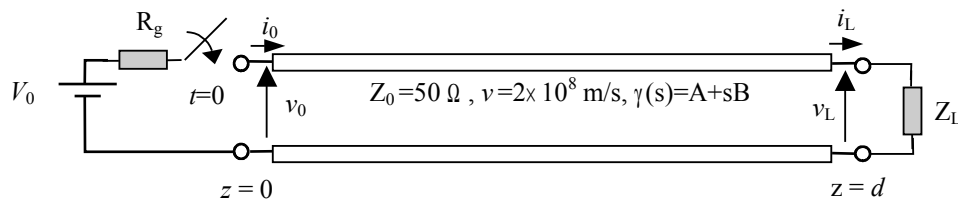
Suponha, finalmente, que a segunda linha tenha perdas, sendo sem distorção, de modo que $Z_0 = 100 \Omega$, e $v = 2 \times 10^8$ m/s e atenuação dada por $A = 0,001$ Np/m.

f) Explique, sem utilizar nenhuma fórmula, o que significa linha sem distorção.

g) Esboce o gráfico da tensão na terminação da segunda linha, v_{L2} , em função do tempo, para $0 \leq t \leq 0,8 \mu s$.

h) Determine a resistência por metro (R) da linha 2.

- 13) Dado o circuito abaixo, em que a linha pode ser suposta sem distorção e, inicialmente, sem perdas,



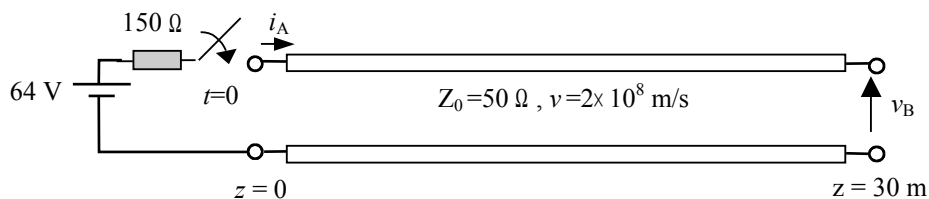
onde $d=32$ m, $R_g=150\ \Omega$, $V_0=12$ V, $Z_L=75\ \Omega$,

- Construa o diagrama do zig-zag de tensão para a linha mostrada acima, para $0 \leq t \leq 600$ ns.
- Trace o gráfico cotado da tensão na carga, v_L , para $0 \leq t \leq 600$ ns.
- Trace o gráfico cotado da corrente ao longo da linha (em função de z) no instante $t=240$ ns.
- Determine os valores de regime da corrente e da tensão em $z=16$ m. (4 V)

Observou-se, experimentalmente, que a amplitude da onda de tensão é atenuada de um fator 0,9 ao se propagar de um lado ao outro da linha. Utilizando, agora, essa informação:

- Determine o valor (em função de s) da constante de propagação $\gamma(s)=A+sB$, e explique o seu significado. O que aconteceria se B não fosse constante, mas dependesse de s .
- Trace o gráfico cotado da tensão ao longo da linha, em função de z , em $t=80$ ns, considerando as perdas na linha.

- 14) A linha da figura abaixo, suposta sem perdas, tem velocidade de propagação $v=2 \times 10^8$ m/s e $Z_0=50\ \Omega$. A chave é fechada em $t=0$.

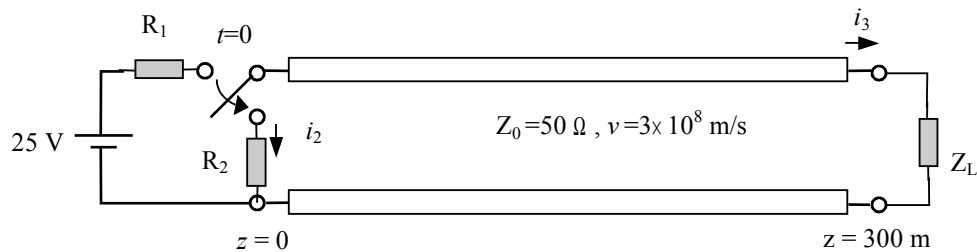


- Desenhe os gráficos cotados de $i_A(t)$ e $v_B(t)$ para $0 \leq t \leq 1,5\ \mu\text{s}$, explicitando os valores de regime.
- Calcule L e C por metro de linha e a constante ϵ do seu dielétrico, sabendo-se que $\mu=\mu_0$. ($0,25\ \mu\text{H/m}$; $100\ \text{pF/m}$)

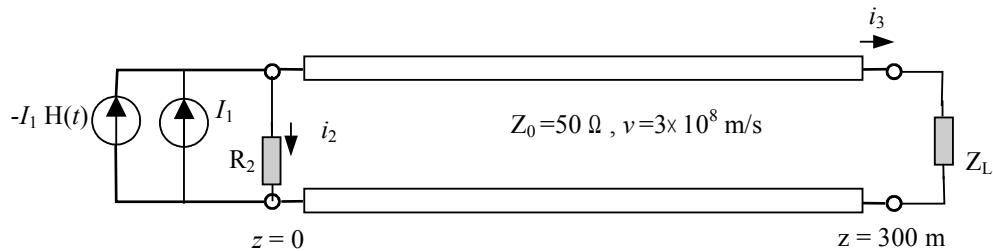
Uma vez atingida a situação de regime, a chave é aberta e, em seguida, na terminação (ponto B) é conectado um resistor $R_L=100\ \Omega$.

- Determine o valor inicial (no instante da conexão) da corrente em R_L . ($0,427$ A)
- Calcule a energia total dissipada nesse resistor. ($6,144\ \mu\text{J}$)

- 15)** Considere a linha de transmissão sem perdas mostrada abaixo, onde a chave é comutada entre as posições 1 e 2 em $t=0$ (após ficar muito tempo na posição 1). $R_1 = 150 \, \Omega$ e $R_2 = 50 \, \Omega$

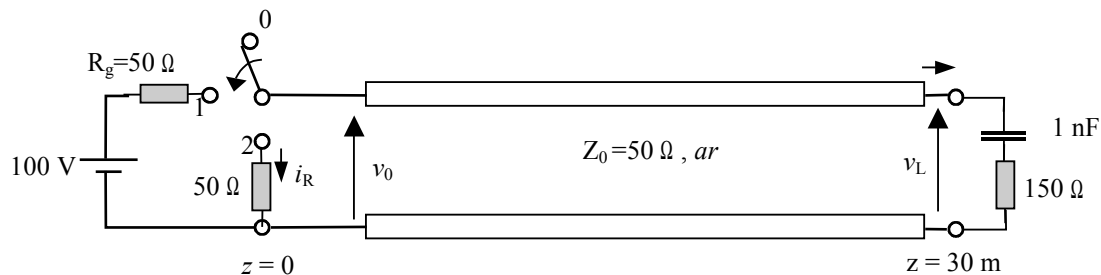


- a) Verifique que o modelo abaixo representa bem o sistema real para $t > 0$, e determine o valor de I_1 (0,3 A)



- b) Determine $i_3(t)$ e $i_2(t)$.
c) Calcule as energias dissipadas em R_2 e R_3 para $t > 0$ e identifique a origem dessa energia. Verifique. (0,25 μ J; 1 μ J)

- 16)** A linha da figura abaixo, suposta sem perdas, tem ar como dielétrico e $Z_0 = 50 \, \Omega$. A chave encontra-se na posição 0 e a linha e o capacitor estão descarregados.



Inicialmente, em $t=0$, a chave é passada para a posição 1.

- a) Determine $v_0(t)$ e $v_L(t)$, justificando a solução e verificando os valores de regime.
b) Calcule a energia total armazenada para $t > 20$ s.
c) Se o valor de R_g fosse alterado para $150 \, \Omega$, como seria o comportamento de $v_0(t)$ em torno de $t = 0,2 \, \mu$ s?

Estando a chave na posição 1 há muito tempo, ela é, então, passada à posição 2.

- d) Determine $i_R(t)$ a partir desse instante.