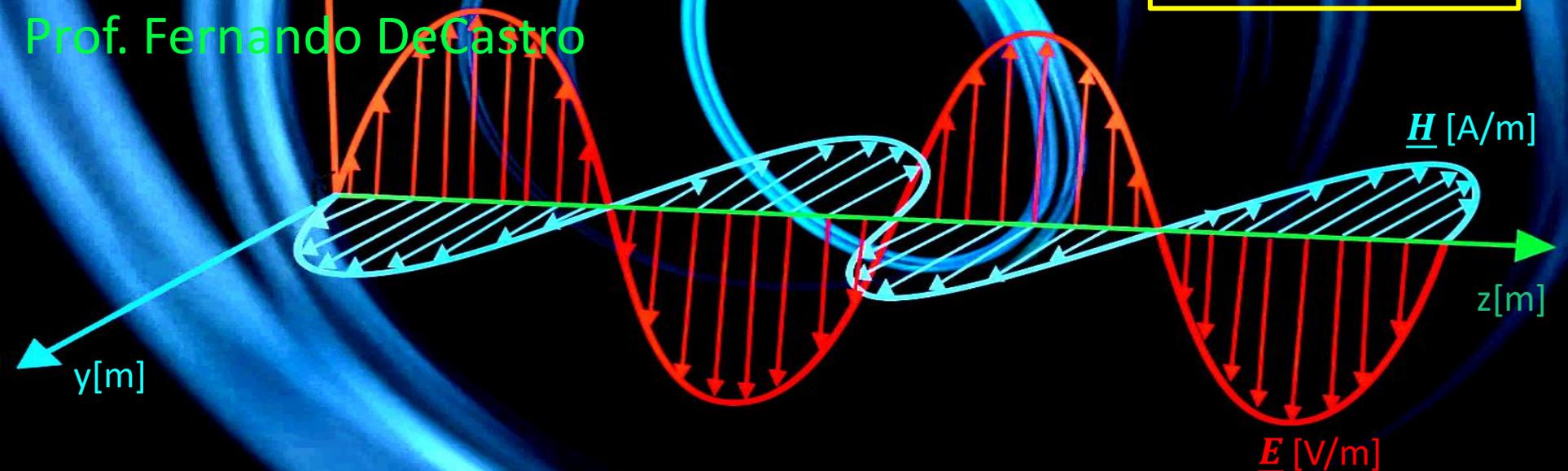


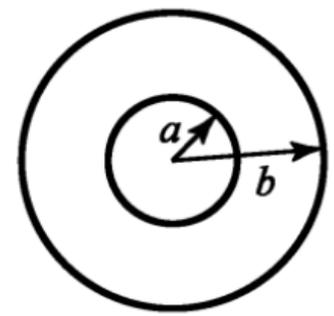
Homework 2 referente às aulas do Capítulo V de  
“Ondas e Linhas de Transmissão – UFSM00258”,  
aulas disponibilizadas em  
<http://www.fccdecastro.com.br/download.html>

Departamento de Eletrônica e Computação  
Centro de Tecnologia  
UFSM00258 – Ondas e Linhas de Transmissão  
Prof. Fernando DeCastro

A solução deste homework deve ser enviada por e-mail em 21/06.

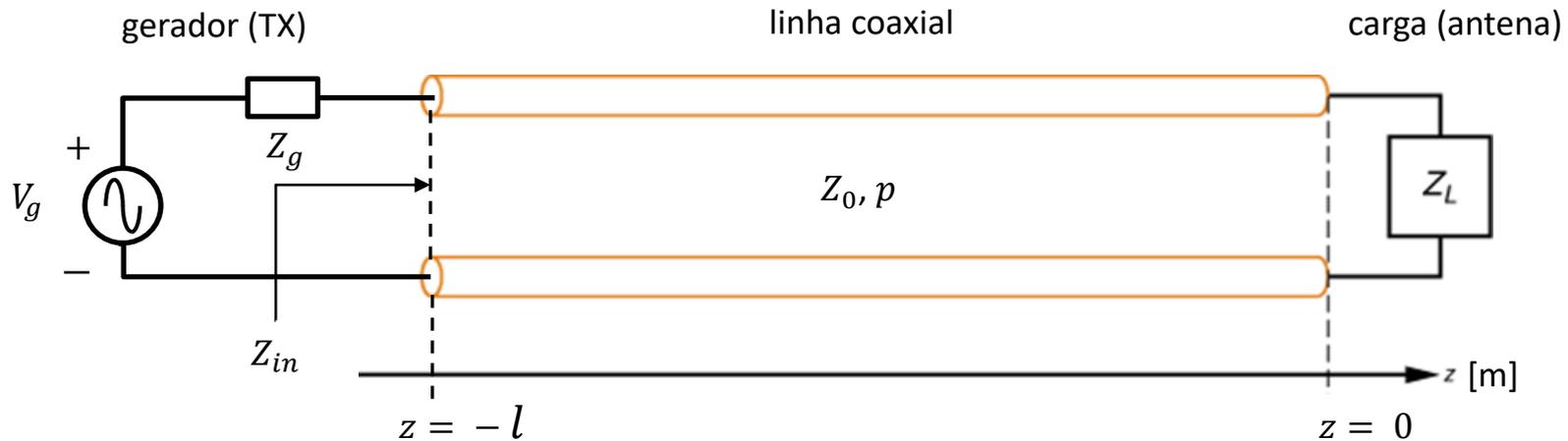


## Homework 2



Uma linha de transmissão coaxial de comprimento  $l = 5.0$  m conecta um transmissor (TX) a uma antena conforme mostra a figura abaixo. Os raios  $a$  e  $b$  respectivamente dos condutores cilíndricos interno e externo da linha de transmissão coaxial são  $a = 1.00$  [mm] e  $b = 3.35$  [mm], conforme mostra a figura ao lado. O material dos condutores cilíndricos interno e externo é o cobre ( $\sigma = 5.813 \times 10^7$  [S/m]) e o material dielétrico que preenche os espaço entre os dois condutores cilíndricos é o PTFE (Teflon), material que apresenta  $\epsilon_r = 2.1$  e  $\tan\delta = 0.00028$ .

O TX opera na frequência  $f = 2.4$  [GHz] e o equivalente de Thévenin de seu amplificador de potência é mostrado na figura abaixo, sendo definido pelo gerador de tensão  $V_g = 100$  [V<sub>(pk)</sub>] e de impedância interna  $Z_g = 50 - j22$  [ $\Omega$ ]. A impedância de carga da linha de transmissão é  $Z_L = 75 + j35$  [ $\Omega$ ] e corresponde à impedância de entrada da antena.



### Pede-se:

- Determine os parâmetros distribuídos  $L'$  [H/m],  $C'$  [F/m],  $R'$  [ $\Omega$  /m] e  $G'$  [mho/m] para esta linha de transmissão coaxial (ver tabela no slide 28 do Cap V.6).
- Determine a impedância característica  $Z_0$  [ $\Omega$ ] da linha de transmissão coaxial.
- Determine a constante de propagação  $\gamma$  [1/m] da onda EM que se propaga na linha de transmissão.
- Determine o fator de velocidade  $p$  da linha de transmissão.
- Determine o comprimento de onda  $\lambda_g$  da onda EM guiada pela linha de transmissão.
- Determine a atenuação em [dB] desta linha de transmissão de comprimento  $l$  para a situação operacional em que a linha opera sob ROE = 1.0.

## Homework 2

(g) Determine novamente os parâmetros distribuídos  $L'$  [H/m],  $C'$  [F/m],  $R'$  [ $\Omega$ /m] e  $G'$  [mho/m] p/ esta linha de transmissão coaxial, mas agora assumindo que a mesma é uma linha sem perdas, i.e., considere a condutividade dos condutores infinita ( $\sigma \geq 10^{100}$  [S/m]) e a tangente de perdas do dielétrico nula ( $\tan\delta = 0$ ) – suposição válida p/ este caso dado que a condutividade do cobre é alta e a  $\tan\delta$  do PTFE é pequena.

Para a condição operacional do item (g):

(h) Determine o coeficiente de reflexão  $\Gamma_L$  na carga e a ROE na linha de transmissão.

(i) Determine a impedância de entrada  $Z_{in}$  [ $\Omega$ ] da linha de transmissão.

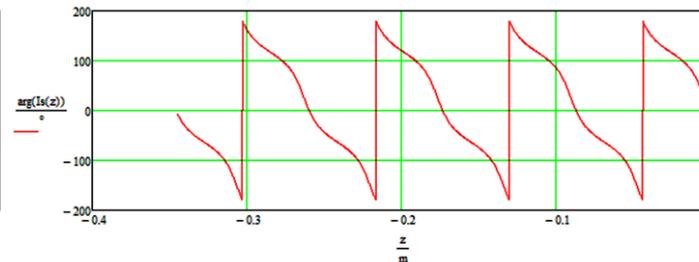
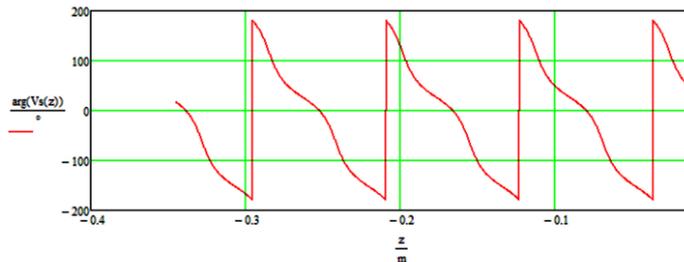
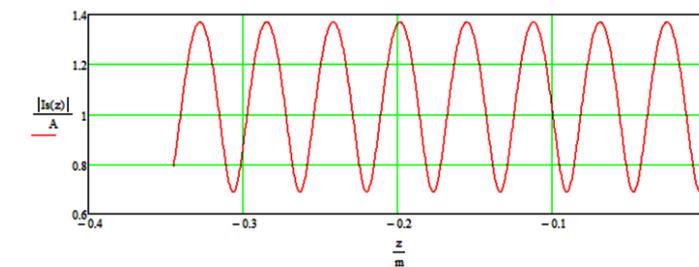
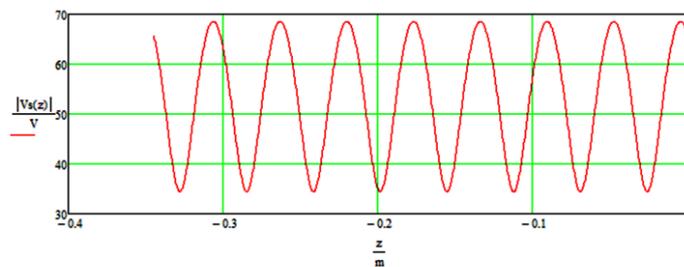
(j) Plote a amplitude de pico e fase [ $^\circ$ ] da onda estacionária de tensão  $V_s(z)$  [V] e corrente  $I_s(z)$  [A] ao longo da linha de transmissão coaxial p/  $-4\lambda g \leq z \leq 0$  [m], sendo  $\lambda g$  o comprimento de onda da onda EM guiada pela linha coaxial.

(k) Plote a tensão  $V_z(t)$  [V] no intervalo  $0 \leq t \leq 4T$  [ns],  $T = 1/f$ , sendo  $V_z(t)$  medida por um osciloscópio cuja ponteira e garra são conectados respectivamente nos condutores interno e externo da linha coaxial na coordenada  $z = -\lambda g/4$ . Utilize a abordagem  $V_z(t) = \text{Re}\{e^{j2\pi ft} V_s(z)\}$  indicada no slide 13 do Cap II.3, sendo  $V_s(z)$  dada pela equação (39) do Cap V.8.

(l) Determine a potência útil  $P_{out}$  [W] entregue à impedância de carga  $Z_L$  conectada aos terminais de saída da linha de transmissão coaxial

**Dica 1:** Utilize o *script* MathCad disponível em [https://www.fccdecastro.com.br/ZIP/Parametros\\_L'C'R'G'\\_cabo\\_coaxial.zip](https://www.fccdecastro.com.br/ZIP/Parametros_L'C'R'G'_cabo_coaxial.zip) p/ obter os parâmetros  $L'$ ,  $C'$ ,  $R'$  e  $G'$  da linha coaxial. A seguir, modifique adaptando convenientemente para o presente *homework* o *script* MathCad referente à solução do Exemplo 3 no slide 59 do Cap V.8.

**Dica 2:** A resposta da questão (j) para efeito de balizamento da solução do *homework* é indicada nos gráficos de baixa resolução mostrados ao lado. A resposta do aluno deve ser apresentada em gráficos de resolução normal (i.e., não será aceita a cópia dos gráficos mostrados ao lado).



## Homework 2

**Dica 3:** A resposta da questão (k) para efeito de balizamento da solução do *homework* é indicada no gráfico de baixa resolução mostrado ao lado. A resposta do aluno deve ser apresentada em gráfico de resolução normal (i.e., não será aceita a cópia do gráfico mostrado ao lado).

