

### **Orientações para a prova NP2 de E203**

- A prova tem **início** às **21h30min** de hoje (quarta-feira 23/06/2021).
- O **tempo** é de **1h40min**.
- O horário de **término** da prova é às **23h10min** de hoje (quarta-feira 23/06/2021).
- Serão concedidos **mais 20min** para a organização do documento e o envio.
- Portanto, o prazo para a **entrega** é **até** às **23h30min** de hoje (quarta-feira 23/06/2021).
- Cumprimento rigoroso do prazo. Caso contrário terá nota 0 (zero).
- Enviar **um único arquivo pdf**. Pode utilizar uma impressora digitalizadora ou algum aplicativo que converta imagem em pdf. **Deve estar legível.**
- Enviar **apenas** para o **meu e-mail** ([antonioa@inatel.br](mailto:antonioa@inatel.br)) e **uma única vez.**
- **Conferir se realmente o e-mail foi enviado com o arquivo anexo.**
- Nomear o arquivo **EXATAMENTE** da seguinte forma:

E203-NP2-SEUCURSO-SEUNOME-SUAMATRÍCULA

SEUCURSO: EA para Eng. Controle e Automação

EB para Eng. Biomédica

EL para Eng. Elétrica

ET para Eng. Telecomunicações

- **Assinar e colocar a matrícula em TODAS as folhas e numerá-las.**
- Não serão prestados esclarecimentos. A interpretação faz parte da prova.
- As soluções devem ser manuscritas.
- Resolver e mostrar as soluções de forma clara e organizada.
- As respostas devem ser a caneta.
- A solução pode ser no próprio documento impresso ou em outra folha em branco.
- Se for identificada alguma semelhança ou cópia, os envolvidos receberão nota 0 (zero), além de estarem sujeitos às penalidades previstas no Regimento do Inatel.

**Instituto Nacional de Telecomunicações - INATEL**  
**2ª Prova de E203 – Circuitos Elétricos III**  
**Prof. Antonio Alves Ferreira Júnior**

**Aluno:** \_\_\_\_\_

**Matrícula:** \_\_\_\_\_ **Período:** \_\_\_\_\_ **Curso:** ( ) EA ( ) EB ( ) EL ( ) ET

**Data:** 23/06/2021 **Duração:** 100 minutos **Pontuação:** 100 pontos **Nota:** \_\_\_\_\_

**Formulário:**

$$\begin{aligned}
 i(t) &= \frac{dq(t)}{dt} & v(t) &= \frac{dw(t)}{dq} & p(t) &= \frac{dw(t)}{dt} & w(t) &= \int_{-\infty}^t p(t) dt & p(t) &= v(t)i(t) & v_R(t) &= Ri_R(t) & q(t) &= Cv(t) \\
 i_C(t) &= C \frac{dv_C(t)}{dt} & v_C(t) &= \frac{1}{C} \int_{t_0}^t i_C(t) dt + v_C(t_0) & w_C(t) &= \frac{Cv_C^2(t)}{2} & \frac{1}{C_{eq}} &= \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_N} \\
 C_{eq} &= C_1 + C_2 + \dots + C_N & N\phi(t) &= Li_L(t) & v_L(t) &= L \frac{di_L(t)}{dt} & i_L(t) &= \frac{1}{L} \int_{t_0}^t v_L(t) dt + i_L(t_0) & w_L(t) &= \frac{Li_L^2(t)}{2} \\
 L_{eq} &= L_1 + L_2 + \dots + L_N & \frac{1}{L_{eq}} &= \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \dots + \frac{1}{L_N} & \frac{dy(t)}{dt} + ay(t) &= A & y(t) &= K_1 + K_2 e^{-at} & y(t) &= y_p(t) + y_h(t) \\
 K_1 &= \frac{A}{a} & \tau &= \frac{1}{a}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 s &= \sigma + j\omega & V_R(s) &= RI_R(s) & I_R(s) &= \frac{V_R(s)}{R} & \frac{V_R(s)}{I_R(s)} &= R = Z_R(s) & I_C(s) &= sCV_C(s) - Cv_C(0) \\
 V_C(s) &= \frac{I_C(s)}{sC} + \frac{v_C(0)}{s} & \frac{V_C(s)}{I_C(s)} &= \frac{1}{sC} = Z_C(s) & V_L(s) &= sLI_L(s) - Li_L(0) & I_L(s) &= \frac{V_L(s)}{sL} + \frac{i_L(0)}{s} \\
 \frac{V_L(s)}{I_L(s)} &= sL = Z_L(s) & Z(s) &= \frac{V(s)}{I(s)} = R(s) \pm jX(s) & Y(s) &= \frac{1}{Z(s)} = \frac{I(s)}{V(s)} = G(s) \pm jB(s) & Z(\omega) &= R \pm jX(\omega) \\
 Z_L(\omega) &= j\omega L & Z_C(\omega) &= -j \frac{1}{\omega C} & Y(\omega) &= G \pm jB(\omega) & Y_L(\omega) &= -j \frac{1}{\omega L} & Y_C(\omega) &= j\omega C & Y(s) &= Y_f(s) + Y_n(s) \\
 f(t) &\xleftrightarrow{L} F(s) & \delta(t) &\xleftrightarrow{L} 1 & u(t) &\xleftrightarrow{L} \frac{1}{s} & e^{-at} &\xleftrightarrow{L} \frac{1}{s+a} & \text{sen}(\omega t) &\xleftrightarrow{L} \frac{\omega}{s^2 + \omega^2} & \cos(\omega t) &\xleftrightarrow{L} \frac{s}{s^2 + \omega^2} \\
 e^{-at} \text{sen}(\omega t) &\xleftrightarrow{L} \frac{\omega}{(s+a)^2 + \omega^2} & & & & & e^{-at} \cos(\omega t) &\xleftrightarrow{L} \frac{s+a}{(s+a)^2 + \omega^2} \\
 2 | K | e^{-\sigma_o t} \cos(\omega_o t + \phi) &\xleftrightarrow{L} \frac{K}{s + \sigma_o - j\omega_o} + \frac{K^*}{s + \sigma_o + j\omega_o}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_1 &= Z_{11}I_1 + Z_{12}I_2 & \det Z &= Z_{11}Z_{22} - Z_{12}Z_{21} & I_1 &= Y_{11}V_1 + Y_{12}V_2 & \det Y &= Y_{11}Y_{22} - Y_{12}Y_{21} & V_1 &= H_{11}I_1 + H_{12}I_2 \\
 V_2 &= Z_{21}I_1 + Z_{22}I_2 & & & I_2 &= Y_{21}V_1 + Y_{22}V_2 & & & I_2 &= H_{21}I_1 + H_{22}I_2 \\
 \det H &= H_{11}H_{22} - H_{12}H_{21} & Z_{11} &= \frac{Y_{22}}{\det Y} & Z_{12} &= -\frac{Y_{12}}{\det Y} & Z_{21} &= -\frac{Y_{21}}{\det Y} & Z_{22} &= \frac{Y_{11}}{\det Y} & Z_{11} &= \frac{\det H}{H_{22}} & Z_{12} &= \frac{H_{12}}{H_{22}} \\
 Z_{21} &= -\frac{H_{21}}{H_{22}} & Z_{22} &= \frac{1}{H_{22}} & Y_{11} &= \frac{Z_{22}}{\det Z} & Y_{12} &= -\frac{Z_{12}}{\det Z} & Y_{21} &= -\frac{Z_{21}}{\det Z} & Y_{22} &= \frac{Z_{11}}{\det Z} & Y_{11} &= \frac{1}{H_{11}} & Y_{12} &= -\frac{H_{12}}{H_{11}} \\
 Y_{21} &= \frac{H_{21}}{H_{11}} & Y_{22} &= \frac{\det H}{H_{11}} & H_{11} &= \frac{\det Z}{Z_{22}} & H_{12} &= \frac{Z_{12}}{Z_{22}} & H_{21} &= -\frac{Z_{21}}{Z_{22}} & H_{22} &= \frac{1}{Z_{22}} & H_{11} &= \frac{1}{Y_{11}} & H_{12} &= -\frac{Y_{12}}{Y_{11}} & H_{21} &= \frac{Y_{21}}{Y_{11}} \\
 H_{22} &= \frac{\det Y}{Y_{11}} & A_v &= \frac{V_2}{V_g} & A_{vZ} &= \frac{Z_L Z_{21}}{(Z_L + Z_{22})(Z_{11} + Z_g) - Z_{12}Z_{21}} & A_{vY} &= -\frac{Y_{21}}{(Y_L + Y_{22})(1 + Z_g Y_{11}) - Z_g Y_{12}Y_{21}}
 \end{aligned}$$

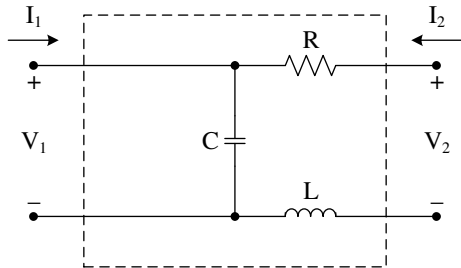
$$\begin{aligned}
A_{vH} &= -\frac{H_{21}}{(Y_L + H_{22})(Z_g + H_{11}) - H_{12}H_{21}} & A_i &= \frac{I_2}{I_1} & A_{iZ} &= -\frac{Z_{21}}{Z_L + Z_{22}} & A_{iY} &= \frac{Y_L Y_{21}}{Y_{11}(Y_L + Y_{22}) - Y_{12}Y_{21}} & A_{iH} &= \frac{Y_L H_{21}}{Y_L + H_{22}} \\
Z_{in} &= \frac{V_g}{I_1} & Z_{inZ} &= Z_g + Z_{11} - \frac{Z_{12}Z_{21}}{Z_L + Z_{22}} & Z_{inY} &= \frac{(1 + Z_g Y_{11})(Y_L + Y_{22}) - Z_g Y_{12}Y_{21}}{Y_{11}(Y_{22} + Y_L) - Y_{12}Y_{21}} & Z_{inH} &= Z_g + H_{11} - \frac{Z_L H_{12}H_{21}}{1 + Z_L H_{22}} & Z_{out} &= \frac{V_2}{I_2} \\
Z_{outZ} &= Z_{22} - \frac{Z_{12}Z_{21}}{Z_g + Z_{11}} & Z_{outY} &= \frac{1 + Z_g Y_{11}}{Y_{22}(1 + Z_g Y_{11}) - Z_g Y_{12}Y_{21}} & Z_{outH} &= \frac{Z_g + H_{11}}{H_{22}(Z_g + H_{11}) - H_{12}H_{21}} & A_p &= |A_v| |A_i|
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
y(t) &= h(t) * x(t) & Y(s) &= H(s)X(s) & H(s) &= \frac{Y(s)}{X(s)} & A_v(s) &= \frac{V_o(s)}{V_i(s)} & A_i(s) &= \frac{I_o(s)}{I_i(s)} & A_p(s) &= \frac{P_o(s)}{P_i(s)} \\
Z(s) &= \frac{V_o(s)}{I_i(s)} & Y(s) &= \frac{I_o(s)}{V_i(s)} & H(s) &= \frac{b_m s^m + b_{m-1} s^{m-1} + \dots + b_1 s + b_0}{a_n s^n + a_{n-1} s^{n-1} + \dots + a_1 s + a_0} & H(s) &= k \frac{(s - z_1)(s - z_2) \dots (s - z_m)}{(s - p_1)(s - p_2) \dots (s - p_n)} & k &= \frac{b}{a} \\
s &= \sigma + j\omega & H(s) &= H_1(s)H_2(s)H_3(s) \dots H_n(s) & H(s) &= H_1(s) + H_2(s) + H_3(s) + \dots + H_n(s) & \omega_{zi} &= |z_i| \\
\omega_{pj} &= |p_j| & \tau &= \frac{1}{\omega_{pj}} & H(s) &= \frac{N(s)}{s + \omega_{p1}} & H(s) &= \frac{As + B}{s + \omega_{p1}} = A + \frac{B - A\omega_{p1}}{s + \omega_{p1}} & y(t) &= y_f(t) + (B - A\omega_{p1})e^{-\omega_{p1}t} \\
H(s) &= \frac{N(s)}{(s + \omega_{p1})(s + \omega_{p2})} = \frac{N(s)}{s^2 + (\omega_{p1} + \omega_{p2})s + \omega_{p1}\omega_{p2}} & H(s) &= \frac{N(s)}{s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega_n^2} & \omega_n &= \sqrt{\omega_{p1}\omega_{p2}} \\
s &= -\xi\omega_n \pm \omega_n \sqrt{\xi^2 - 1} & y(t) &= y_f(t) + Ae^{-\omega_{p1}t} + Be^{-\omega_{p2}t} & s &= -\xi\omega_n \pm j\omega_n \sqrt{1 - \xi^2} = -\sigma_0 \pm j\omega_0 \\
y(t) &= y_f(t) + 2|K_1|e^{-\sigma_0 t} \cos(\omega_0 t + \phi) & H(j\omega) &= \frac{Y(j\omega)}{X(j\omega)} & H(j\omega) &= k \frac{(j\omega - z_1)(j\omega - z_2) \dots (j\omega - z_m)}{(j\omega - p_1)(j\omega - p_2) \dots (j\omega - p_n)} \\
H(j\omega) &= \text{Re}\{H(j\omega)\} + j\text{Im}\{H(j\omega)\} = |H(j\omega)|\angle\phi(\omega) = |H(j\omega)|e^{j\phi(\omega)} & |H(j\omega)| &= \sqrt{\text{Re}^2\{H(j\omega)\} + \text{Im}^2\{H(j\omega)\}} \\
\phi(\omega) &= \arctan\left[\frac{\text{Im}\{H(j\omega)\}}{\text{Re}\{H(j\omega)\}}\right] & BW &= \omega_{cs} - \omega_{ci} & BW &= \frac{\omega_n}{Q} = 2\xi\omega_n & Q &= \frac{\omega_n}{BW} = \frac{1}{2\xi}
\end{aligned}$$

### Questões

1) (40 pontos) Para o circuito quadripolo a seguir, determinar o parâmetro admitância de saída com a entrada em curto-circuito, em corrente contínua. Considerar  $R = 10\Omega$ ,  $L = 1\text{mH}$  e  $C = 1\text{mF}$ . Não serão aceitas respostas sem as soluções e as devidas justificativas.

Respostas a caneta	
--------------------	--



2) (60 pontos) Considerando a função de transferência em termos do ganho de tensão do circuito a seguir, determinar: a) o valor de  $L$  para  $\omega_n = 2000\text{rad/s}$  e uma capacitância de  $10\text{mF}$  (10 pontos); b) o valor da largura de faixa para um fator de mérito igual a 20 (10 pontos); c) o valor da resistência (10 pontos); d) o valor do módulo do ganho de tensão na frequência  $\omega_n$  (15 pontos); e) o tipo de filtro (15 pontos). Não serão aceitas respostas sem as soluções e as devidas justificativas.

Respostas a caneta	a)
	b)
	c)
	d)
	e)

