



CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA  
ENGENHARIA INDUSTRIAL ELÉTRICA

DISCIPLINA ELETRÔNICA B – F5D300  
PROFESSOR Joaquim Miguel Maia

Nome: \_\_\_\_\_

Código \_\_\_\_\_

Avaliação I

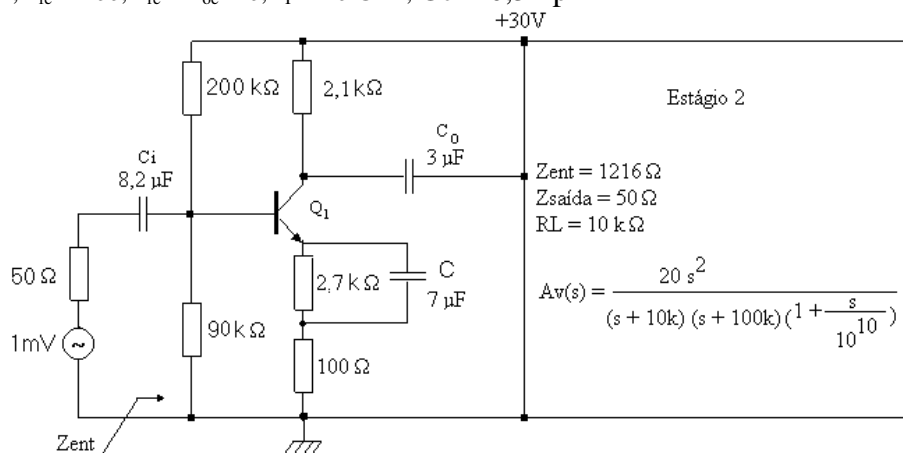
Data 07/11/2005

**1ª Questão (6,0 Pontos)**

Considere o diagrama em blocos do circuito amplificador de dois estágios abaixo:

- Determine a função de transferência global para o circuito (3.0 Pontos);
- Determine as frequências de corte inferior e superior em rad/s e em Hz (Justifique) (1.0 Ponto) ;
- Determine o ganho nas médias frequências (0.5 Ponto);
- Determine a impedância de entrada (0.5 Ponto);
- Monte o diagrama de Bode de módulo e fase (assíntotas e curva real aproximada) (1.0);

Dados Q1:  $h_{ie} = 5 \text{ k}\Omega$ ,  $h_{fe} = 100$ ,  $h_{re} = h_{oe} = 0$ ,  $f_T = 10 \text{ GHz}$ ,  $C_c = 0,31 \text{ pF}$



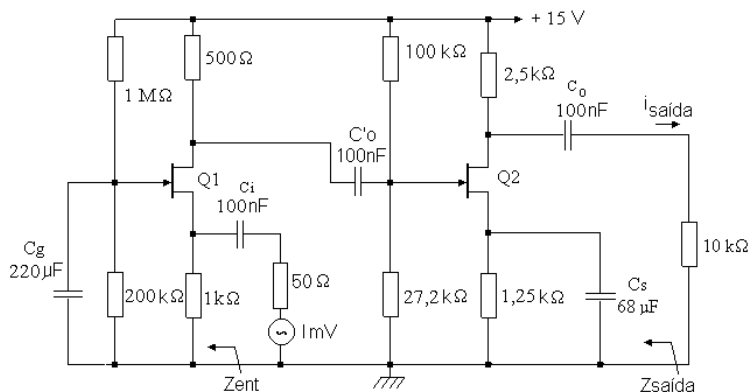
**2ª QUESTÃO (4,0 Pontos)**

Dado o circuito abaixo, determine:

- A Impedância de Saída ( $Z_{saida}$ ) (0.5 Ponto);
- A Impedância de Entrada ( $Z_{ent}$ ) (1.0 Ponto);
- O Ganho de Tensão Total  $A_{vs}$  (1.0 Ponto);
- O Ganho de Corrente Total  $A_{is}$  (0.5 Ponto);
- O Ganho de Transadmitância ( $A_{ys}$ ) e o Ganho de Transimpedância ( $A_{zs}$ ) (0.5 Ponto);
- As correntes  $I_D$  de Q1 e Q2 (0.5 Ponto).

Dados: Q1:  $g_m = 5,5 \text{ mS}$ ;  $g_{os} = 25 \text{ }\mu\text{S}$ ;  $f_T = 400 \text{ MHz}$ ;  $V_{GS} = -2,5 \text{ V}$ ;

Q2:  $g_m = 5,0 \text{ mS}$ ;  $g_{os} = 25 \text{ }\mu\text{S}$ ;  $f_T = 350 \text{ MHz}$ ;  $V_{GS} = -2,5 \text{ V}$ ;





MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DO PARANÁ

CÓDIGO Nº

Trabalho Escolar

Exame Final

da Disciplina:

Modalidade:

NOME DO ALUNO:

Nº DE REGISTRO:

DATA 07/11/2005

Professor:

NOTA:

Eletrônica B

Avaliação I

1) Estágio 1 - Resposta em Baixa

$$A_{v(s)} \approx \frac{A_{v(s)} s^3}{(s+p_1)(s+p_2)(s+p_3)}$$

$$P_E = \frac{1}{R_{eq1} \cdot C_E}$$

$$\therefore P_E \approx 10 \text{ rad/s}$$

$$P_0 = \frac{1}{R_{eq0} \cdot C_0}$$

$$\therefore P_0 \approx 100 \text{ rad/s}$$

$$P_E = \frac{1}{R_{eqE} \cdot C_E}$$

$$\therefore P_E \approx 1000 \text{ rad/s}$$

$$R_{eq1} = R_F + Z_{ent} = 50 + 12145 = 12195 \Omega$$

$$Z_{ent} = R_B // Z_{ent_{B1N}} = 200k // 90k // 15100 = 12145 \Omega$$

$$Z_{ent_{B1N}} = R_3(1+h_{fe}) + h_{ie} = 100(1+100) + 5000 = 15100 \Omega$$

$$R_{eq0} = Z_{s_{ide1}} + Z_{ent2} = 2,1k\Omega + 1216\Omega = 3316 \Omega$$

$$R_{eqE} = R_E // \left( R_3 + \frac{h_{ie} + R_F // R_B}{1+h_{fe}} \right) = 2700 // \left( 100 + \frac{5000 + 50 // 62,07k}{1+100} \right) = 142,1 \Omega$$

$$A_{v(s)} = \left( \frac{R_B}{R_B + R_F} \right) \frac{h_{fe} \cdot r_{L1}}{(R_3(1+h_{fe}) + h_{ie})} = \frac{-62,07k}{(50 + 62,07k)} \cdot \frac{100 \cdot 770}{100(1+100) + 5000}$$

$$r_{L1} = R_C // Z_{ent2} = 2,1k // 1216 = 770 \Omega$$

$$\therefore A_{v(s)} \approx -5$$

Estágio 1 - Resposta em Altas

$$A_{v(s)} \approx A_{v(s)} \frac{1}{1 + \frac{s}{p}}$$

$$\rho \approx \frac{1 + g_m R_3}{(r_x + R_3)(C_\pi + g_m r_L \cdot C_\mu)}$$

$$\rho \approx \frac{1 + 0,11993 \times 100}{(4166,2 + 100)(16 \times 10^{-12} + 0,11993 \cdot 770 \cdot 0,31 \times 10^{-12})}$$

$$\boxed{\rho \approx 1 \times 10^8}$$

c. Nos Altos

$$A_{vs}(s) = \frac{-5}{1 + \frac{s}{10^8}}$$

- Resposta Global da 1ª Estágio

$$A_{vs}(s) = \frac{A_{vs0} s^3}{(s + p_5)(s + p_6)(s + p_7)(1 + \frac{s}{p_8})}$$

$$g_m \approx 39 |I_c| = 119,93 \text{ mS}$$

$$I_c = \frac{30 \cdot 90k - 0,7}{290k} = 3 \text{ mA}$$

$$r_\pi = \frac{h_{fe}}{g_m} = \frac{100}{0,11993} = 833,82 \Omega$$

$$r_x = h_{ie} - r_\pi = 5000 - 833,8 = 4166,2 \Omega$$

$$C_\mu = C_c = 0,31 \text{ pF}$$

$$C_\pi = \frac{g_m}{2\pi f_T} - C_\mu = \frac{0,11993}{2\pi \cdot 10 \times 10^9} - 0,31 \text{ pF}$$

$$C_\pi = 4,6 \text{ pF}$$

$$r_L = r_{L1} = R_c // 2r_{L2} = 770 \Omega$$

$$= \frac{-5 s^3}{(s + 10^1)(s + 10^2)(s + 10^3)(1 + \frac{s}{10^8})}$$

- Resposta Global da 2ª Estágio

$$A_{vs}(s) = \frac{20 s^2}{(s + 10^4)(s + 10^5)(1 + \frac{s}{10^{10}})}$$

- Resposta Global da Associação

$$A_{vs}(s) = \frac{-100 s^5}{(s + 10^1)(s + 10^2)(s + 10^3)(s + 10^4)(s + 10^5)(1 + \frac{s}{10^8})(1 + \frac{s}{10^{10}})}$$

Justificativa  
Pólo Dominante

$$b) \omega_1 = 10^5 \text{ rad/s} \Rightarrow f_1 = \frac{10^5}{2\pi} \text{ Hz} = 15923,6 \text{ Hz}$$

$$\omega_2 = 10^8 \text{ rad/s} \Rightarrow f_2 = \frac{10^8}{2\pi} \text{ Hz} = 1,592 \times 10^7 \text{ Hz}$$

Pólo Dominante

$$c) A_{v \text{ nos m\u00e9dios}} = A_{v \text{ global}} = -100 \text{ V/V}$$

$$A_{v \text{ dB}} = 20 \log |-100| = 40 \text{ dB}$$

$$d) Z_{ent} = R_1 // R_2 // [R_3(1 + h_{fe}) + h_{ie}] = 12145 \Omega$$

Nome:

Gaberito

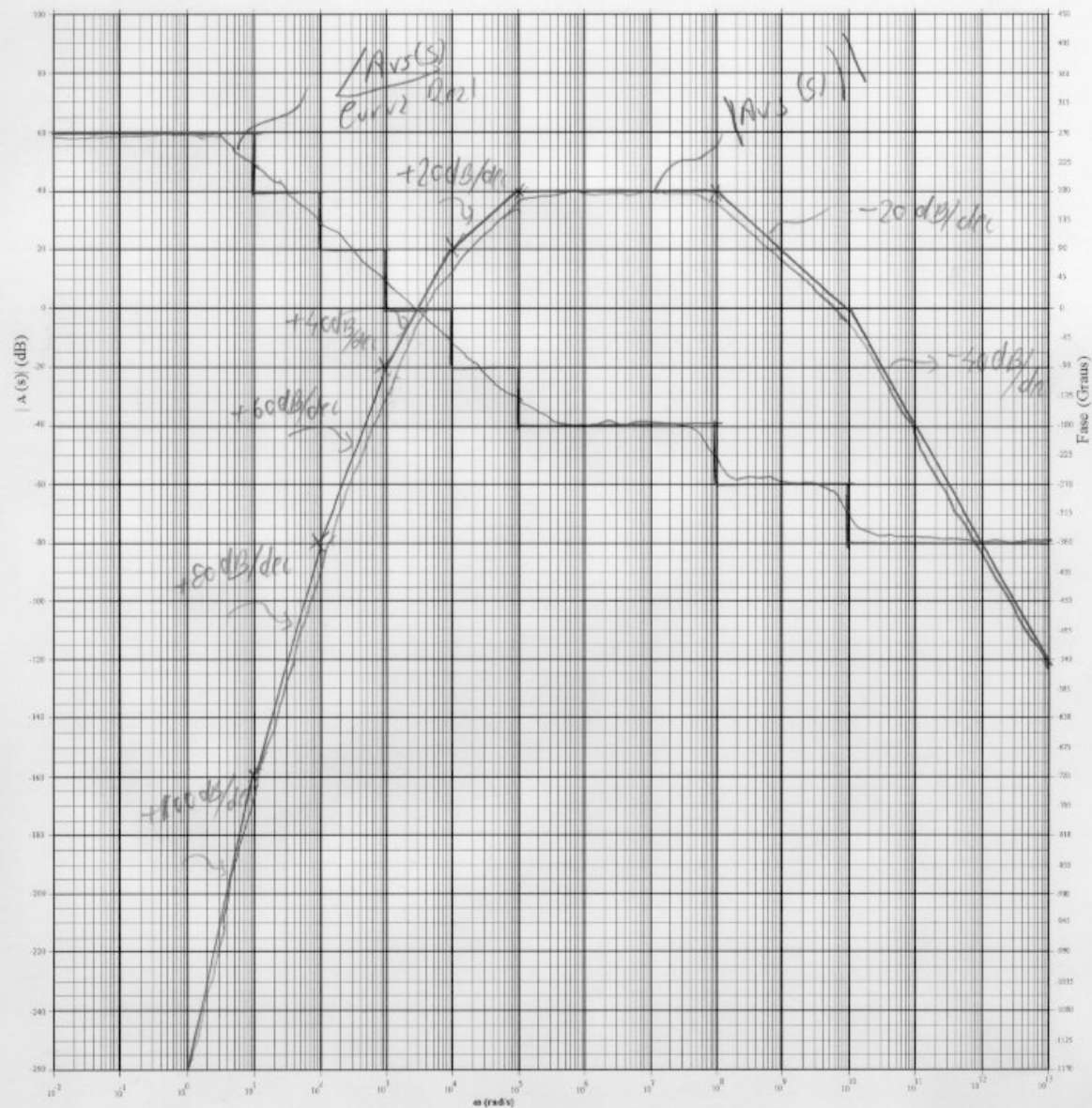
Avaliação I

Código

DATA 07/11/2005

2

Diagrama de Bode da 1ª Questão – Item E



e)  $A_{vo} = 40 \text{ dB}$

Fase Inicial

$$\left\{ \begin{array}{l} 5 \text{ Zeros na origem} = 5 \times 90^\circ = 450^\circ \\ \text{Constante Negativa} = \frac{-180^\circ}{270^\circ} \end{array} \right.$$

Fase Inicial

② a) A impedância de saída  $r_d$  da 2ª Estágio (Fonte Comum)

$$Z_{saída} = R_D \parallel r_d = 2,5K \parallel 40K \Rightarrow \boxed{Z_{saída} = 2,35K\Omega}$$

$$r_d = \frac{1}{g_{m2}} = \frac{1}{25\mu S} = 40K\Omega$$

b) A impedância de entrada  $r_{L1}$  da 1ª Estágio (Porta Comum)

$$Z_{ent} = \frac{(r_d + r_{L1}) R_S}{R_S + r_L + (1 + g_m R_S) r_d} = \frac{(40K + 488,6)}{1K + 488,6 + (1 + 5,5 \times 10^{-3} \cdot 1K) 40K} = 153,3$$

$$r_{L1} = R_{D1} \parallel Z_{ent2} = 500 \parallel 100K \parallel 27,2K = 488,6 \Omega$$

$$Z_{ent2} = R_G = 100K\Omega \parallel 27,2K\Omega =$$

$$\boxed{Z_{ent} = 153,3 \Omega}$$

$$c) A_{VS} = A_{VS1} \cdot A_{V2} = A_{V1} \cdot \frac{Z_{ent}}{Z_{ent} + R_{SS}} \cdot A_{V2}$$

$$A_{V1} = \frac{(1 + g_m r_d) r_{L1}}{r_d + r_{L1}} = \frac{(1 + 5,5 \times 10^{-3} \cdot 40K) \cdot 488,6}{40K + 488,6} = 2,67$$

$$A_{V2} = -g_m \cdot r_d \parallel r_{L2} = -5 \times 10^{-3} \cdot (40K \parallel 2K) = -9,52$$

$$r_{L2} = R_{D2} \parallel R_L = 2,5K \parallel 10K = 2K$$

$$\therefore \boxed{A_{VS} = \frac{2,67 \cdot 153,3}{153,3 + 50} \cdot 2,67 \cdot (-9,52) = -19,1}$$

$$d) A_{IS} = \frac{i_o}{i_s} = \frac{v_o / r_{L2}}{v_s / r_s} = \frac{v_o}{v_s} \cdot \frac{r_s}{r_{L2}} = \frac{A_{VS} \cdot R_{SS}}{r_{L2}} = \frac{-19,1 \times 50}{2K}$$

$$\therefore \boxed{A_{IS} = -0,48}$$

$$e) A_{2S} \equiv \frac{v_o}{i_s} = \frac{v_o}{v_s / r_s} = \frac{v_o}{v_s} \cdot r_s = A_{VS} \cdot R_{SS} = -19,1 \times 50$$

$$\therefore \boxed{A_{2S} = -957,2}$$

$$A_{YS} \equiv \frac{i_o}{v_s} = \frac{v_o / r_{L2}}{v_s} = \frac{v_o}{v_s} \cdot \frac{1}{r_{L2}} = \frac{A_{VS}}{r_{L2}} = \frac{-19,1}{2K} \Rightarrow \boxed{A_{YS} = -9,6 \times 10^{-3}}$$

$$f) I_{D1} = \frac{V_{DD} \cdot R_2 - V_{GS}}{R_1 + R_2} = \frac{15 \times 200K - (-2,5)}{1250K} \Rightarrow \boxed{I_{D1} = 5mA}$$

$$I_{D2} = \frac{15 \times 27,2K - (-2,5)}{127,2K} \Rightarrow$$

$$\boxed{I_{D2} = 4,6mA}$$