Engenharia Elétrica

**Disciplina: Circuitos Eletrônica II (Sel0314)**

Professor: João Navarro Soares Jr.

***Questão 1 (1,5)***

Considere o par diferencial com resistor de degeneração **rS** da **Figura 1, onde os transistores M1 e M2 são iguais** e **VP1** é uma tensão constante (**desconsidere r0** dos transistores **M1 e M2)**.

**1.1** Determine **o ganho diferencial (v01 – v02)/(vi1 – vi2)** **(1,0).**

**1.2** Determine **o ganho de modo comum (v01/vi1**) **(0,5)**.

**

**Figura 1.** Par diferencial

***Questão 2 (1,0)***

Considere o **amplificador OTA** da **Figura 2** onde foram utilizados resistores no par diferencial. Calcule o **ganho diferencial** aproximado da saída () em função dos valores de **gm e go** dos transistores e de **R**. Ainda, considere que:

(W/L)N1 = (W/L)N2; (W/L)P1 = (W/L)P2; (W/L)P3 = (W/L)P4 = **N**(W/L)P1; (W/L)N3 = (W/L)N4



**Figura 2.** Amplificador OTA.

***Questão 3 (1,5)***

Considere o **amplificador OTA** da **Figura 3**, onde (W/L)N1 = (W/L)N2, (W/L)P1 = (W/L)P2, (W/L)N3 = (W/L)N4 e (W/L)P3 = (W/L)P4 = N(W/L)P1. Mostre que a expressão da **tensão na saída**, para entradas *v1* e *v2* em DC, é (os elementos com índices Ni e Pi se referem as transistores MNi e MPi):





**Figura 3.** Amplificador OTA.

***Questão 4 (2,5)***

Considere o par diferencial com resistor de degeneração **rS** da **Figura 4a, onde os transístores M1 e M2 são iguais** e **VP1** é uma tensão constante (**desconsidere g0** dos transístores **M1 e M2 e o *gmb* de todos os transístores)**.

**4.1** Determine **o ganho diferencial (v01 – v02) ∕ (vi1 – vi2)** DC em função dos ***gms*** e ***gds*****(1,0).**

**4.2** Determine **o ganho de modo comum (v01/vi1**) DC **(0,5)**.

Considere agora o AmpOP da **Figura 4b.** Nele mos **M1=M2** e **M3=M4.**

**4.3** Estime **o ganho diferencial**, Vout/(Vi1 -Vi2), do **AmpOp** em função dos ***gms*** e ***gds* (1,0).**

** 

1. b)

**Figura 4.** Par diferencial, a), e amplificador operacional, b).

***Questão 5 (1,0)***

Considere o par diferencial da **Figura 5,** onde os **transistores M1 e M2 são iguais.** Determine **o ganho de modo comum v01(s)/vCM(s) (considere o rO dos transistores)(0,5).**



**Figura 5.** Par diferencial.

***Questão 6******(2,0)***

O amplificador diferencial da **Figura 6.**

**6.1** Encontre o **ganho diferencial** e o **ganho de modo comum** para **freqüências médias** **(0,5)**.

**6.2** Determine a impedância de entrada (vista por *Vi1* ou *Vi2*), para entrada diferencial (considere na entrada metade d sinal aplicado a cada lado)

**6.3** Determine a impedância de entrada (vista por *Vi1* ou *Vi2*), para entrada em modo comum (considere na entrada o mesmo sinal de cada lado)

**6.4** Determine a impedância de saída (vista entre *Vo1* e *Vo2*), para sinal diferecial (considere uma fonte de tensão ligada entre os dois terminais de saída e calcule a corrente que passa por ela).



**Figura 6**. Amplificador diferencial.

***Questão 7******(2,5)***

O amplificador diferencial da **figura 7** utiliza transístores com ****= 200, Vcesat = 0,1V e Vbe = 0,6**V. No projeto foram utilizadas resistências de coletor ***RC*** = 1,0 K e uma fonte de corrente ***I0*** = 2mA com resistência interna ***Ri*** = 1 Meg.

**7.1** Determine os valores de ***gm er*** dos transístores **(0,5)**.

**7.2** Para **entrada de modo comum *Vi1=Vi2=1,0 V*** determine o **valor de *Vo1=Vo2*** e da tensão no emissor dos transístores**(0,5)**.

**7.3** Qual **a maior entrada de modo comum** que se pode aplicar ao par diferencial para que continue funcionando **(0,5)**.

**7.4** Encontre o **ganho diferencial** e o **ganho de modo comum** **(0,5)**.

**7.5** Considere que há um **erro de descasamento em RC de 1%** (um Rc é 1005 , o outro 995 ). Determine o **erro de *offset* na saida na entrada** **(0,5).**



Figura 7. Amplificador diferencial.