

# ELECTRONICA II

# 1

Guia do trabalho 1 – Par diferencial

1 sem. 2006-2007

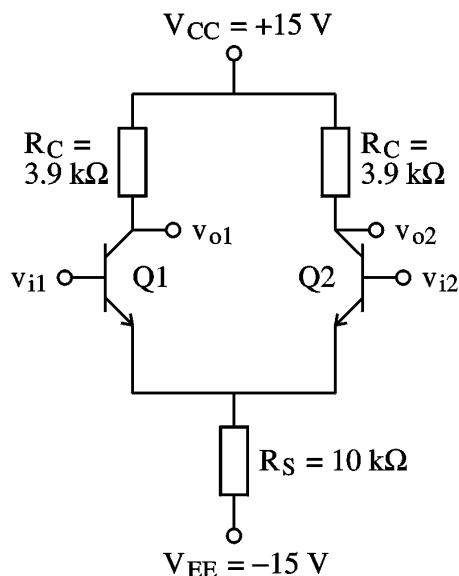
trab1.doc / trab1.pdf

**Objectivos:** Este trabalho tem como objectivos a familiarização do aluno com a configuração Par Diferencial observando as características principais do mesmo e identificação de possíveis alterações com vista ao melhoramento do seu desempenho. São ainda consideradas fontes de corrente.

**Componentos:** NPN – 2N2222, PNP – 2N2905, BJT array CA3096.

- Para os cálculos assume  $\beta = 200$ ,  $V_A = 200$  V.

1. Monte o circuito da figura 1 e ligue os terminais de entrada ao potencial terra.



**Figura 1:** Par diferencial

- (a) Calcule as correntes e tensões de polarização nos diversos pontos do circuito.
- (b) Meça as correntes e tensões de polarização. Compare estes valores com os valores teóricos.
- (c) Meça as correntes de entrada nas base dos transístores.
- (d) Determine a corrente de offset  $|I_{B1} - I_{B2}|$ , a corrente de polarização  $(I_{B1} + I_{B2})/2$  e a tensão de offset  $|v_{o1} - v_{o2}|$ .

2. Determine o (*single-ended*<sup>1</sup>) ganho em modo comum,  $A_{cm}$ , relativo ao um dos nós de saída  $v_{o1}$  ou  $v_{o2}$ ,  $A_{cm} = v_{o1}/v_i$ . Recorde que tal ganho pode ser medido aplicando o mesmo sinal a ambas as entradas. Compare este ganho medido com o seu valor obtido teoricamente.

3. Determine o (*single-ended*<sup>1</sup>) ganho diferencial,  $A_d$ , relativo ao um dos nós de saída  $v_{o1}$  ou  $v_{o2}$ . Recorde que tal ganho pode ser medido aplicando o sinal à entrada  $v_{i1}$  e colocando a entrada  $v_{i2}$  ao potencial terra. Compare este ganho medido com o seu valor obtido teoricamente.

<sup>1</sup> Note que os ganhos em modo comum e modo diferencial normalmente são definidos com o sinal de saída igual a  $v_{o2} - v_{o1}$ . Hoje usamos os *single-ended* ganhos.

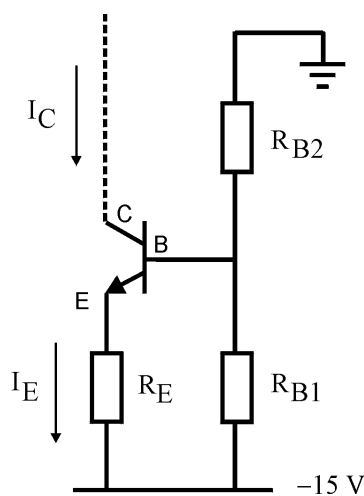
4. Determine agora a *common-mode rejection ratio*, “a relação de rejeição de modo comum” (CMRR):

$$\text{CMRR} = A_d / A_{cm}$$

Compare este valor com aquele obtido teoricamente, ou seja, usando os valores teóricos  $A_d$  e  $A_{cm}$ .

5. Substitua os dois transistores discretos pelos transistores do *array*. Repita as medições efectuadas anteriormente e tire conclusões.

O aumento do CMRR pode ser obtido aumentando a resistência  $R_S$ . Normalmente este aumento é conseguido substituindo  $R_S$  por uma fonte de corrente. Na figura 2 mostra-se uma possível fonte de corrente.



A corrente debitada por esta fonte de corrente –  $I_0$  – é, assumindo que o  $\beta$  do transistor é razoavelmente elevado<sup>2</sup>, aproximadamente igual à corrente de emissor,  $I_E$

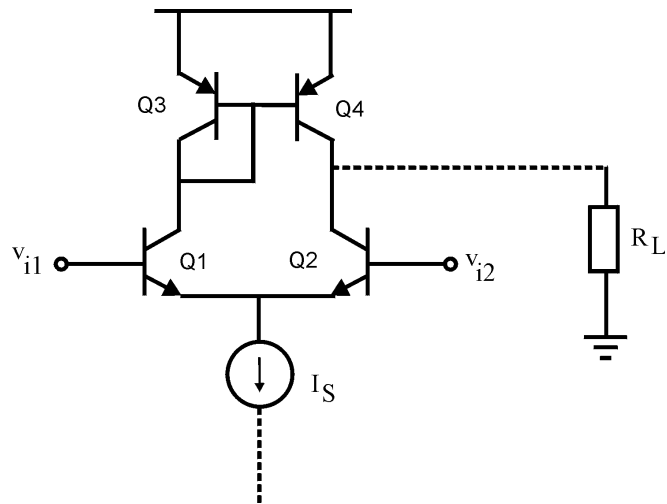
6. Substitua  $R_S$  pelo circuito da Figura 2 e dimensione as resistências por forma a que a corrente do colector seja aprox. 1.4 mA.

**Figura 2:** Fonte de corrente

7. Calcule a resistência equivalente  $R_S$  (resistência de saída,  $r_o$ ) da fonte de corrente da figura 2, calcule os vários ganhos, repita as medições efectuadas anteriormente e tire conclusões.

8. Substitua as duas resistências de colector pelos transistores, tal como se ilustra na figura 3, mantendo a fonte de corrente da figura 2. Note que, como o ganho vai aumentar imenso pode ser necessário aplicar sinais com amplitudes muito baixas e também colocar uma resistência de carga  $R_L$  de modo a poder ser possível a visualização do sinal de saída. Tenha em conta o efeito desta resistência no ganho do amplificador. Comente.

<sup>2</sup> Um  $\beta$  elevado implica que, para efeitos de cálculos DC,  $I_E \approx I_C$  e  $I_B \approx 0$  ( $\alpha \approx 1$ ).



**Figura 3:** Par diferencial com carga activa

9. Repita as medições efectuadas anteriormente e tire conclusões.

Agora comente:

- (1) Qual a vantagem de usar integrados em vez de transístores discretos?
- (2) Qual a vantagem da fonte de corrente em vez da resistência  $R_S$ ?
- (3) Porquê usamos a carga activa?

Mais informação:

Chapter 6 of Sedra and Smith, Microelectronic Circuits, 4<sup>th</sup> edition.

Chapter 12 of T.F. Bogart, Electronic Devices and Circuits, 4<sup>th</sup> edition.

Sebenta de Prof. L. Moura.

*Postulate 1: Knowledge is Power.*

*Postulate 2: Time is Money.*

*As every engineer knows: Power = Work / Time.*

*Since: Knowledge = Power,  
then Knowledge = Work / Time,  
and Time = Money,  
then Knowledge = Work / Money.*

*Solving for Money, we get: Money = Work / Knowledge.*

*Thus, as Knowledge approaches zero, money approaches infinity, regardless of the amount of work done*