

ELECTRONICA II

1

Guia do trabalho 1 – Par diferencial

1 sem. 2004-2005

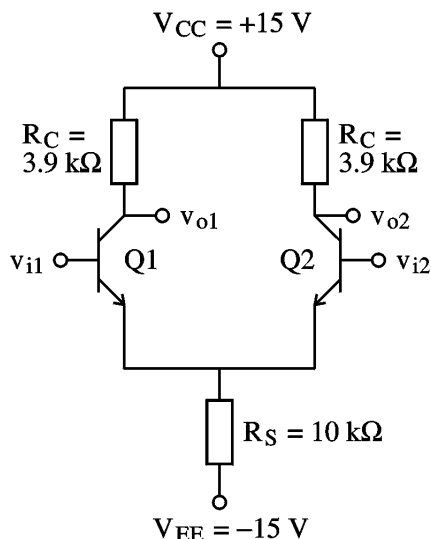
trab1.doc / trab1.pdf

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.



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

Figura 1: Par diferencial

2. Determine o (*single-ended*¹) 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*¹) 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.

¹ 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.

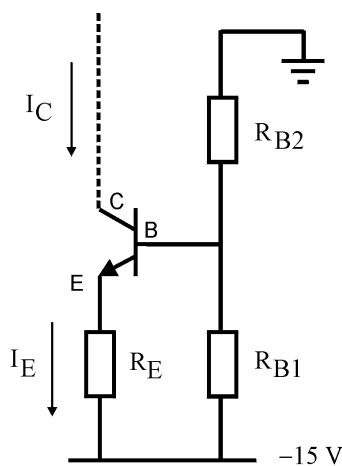
4. Determine agora a *common-mode rejection ratio*, “a relação de rejeição de modo comum” (CMRR):

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

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

5. Substitua os dois transístores discretos pelos transístores 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 β do transistor é razoavelmente elevado², 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 transístores, 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.

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

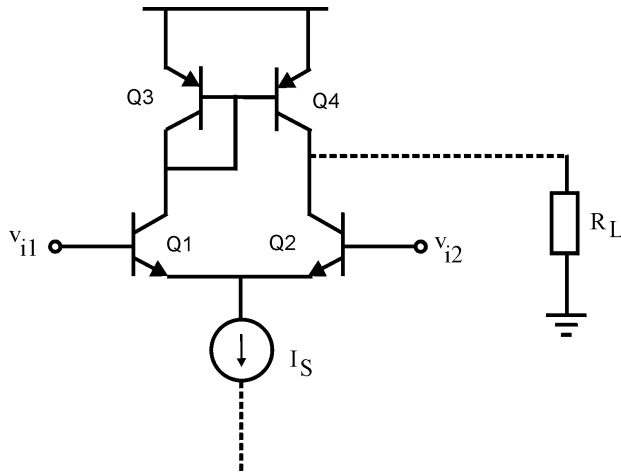


Figura 3: Par diferencial com carga activa

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, 4th edition.
 Chapter 12 of T.F. Bogart, Electronic Devices and Circuits, 4th 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