

## PARTE 3

### 3. AMPLIFICADOR DE POTÊNCIA

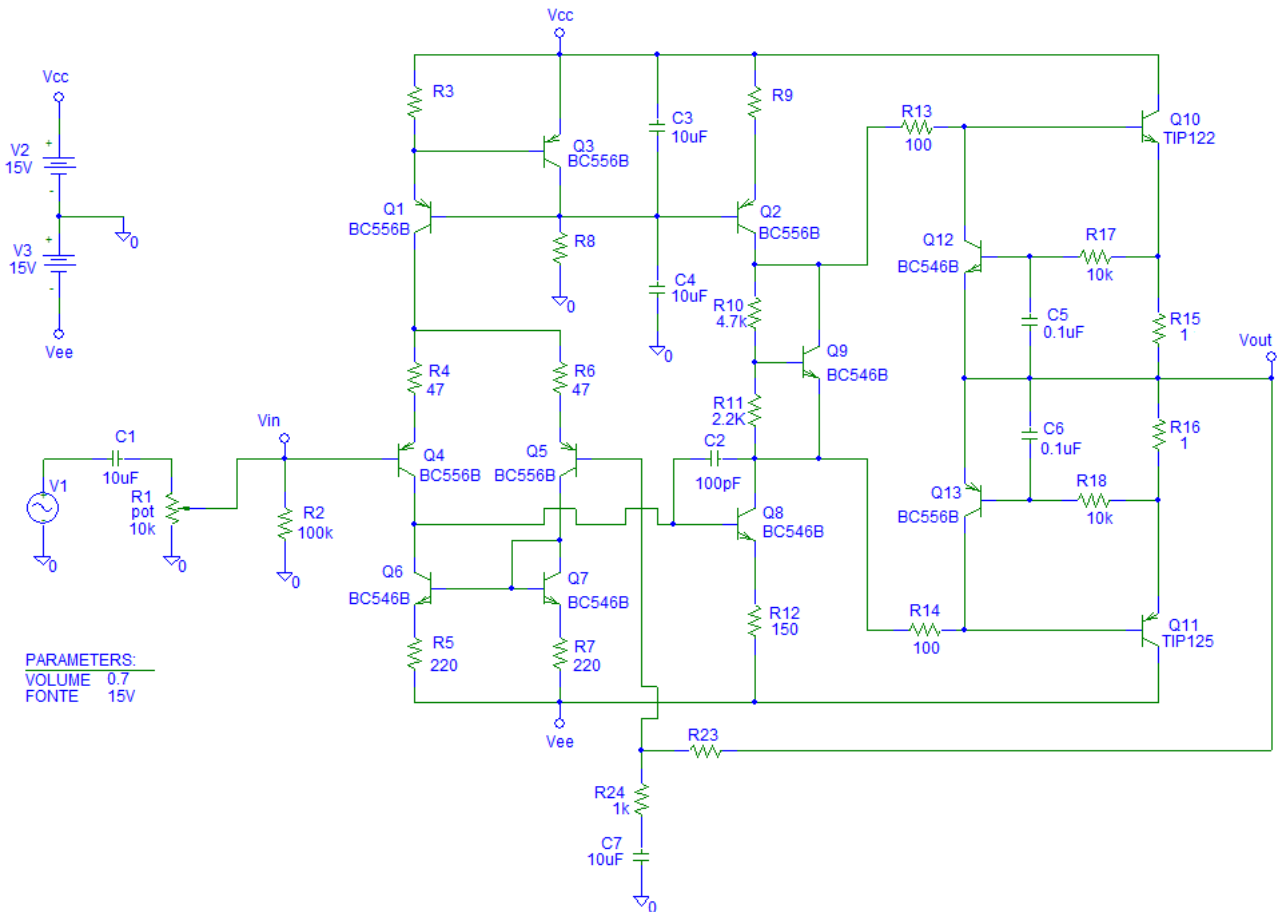


Fig.3.1 – Esquema do AmpOp discreto com realimentação.

### 3.1 ESPELHO DE CORRENTE

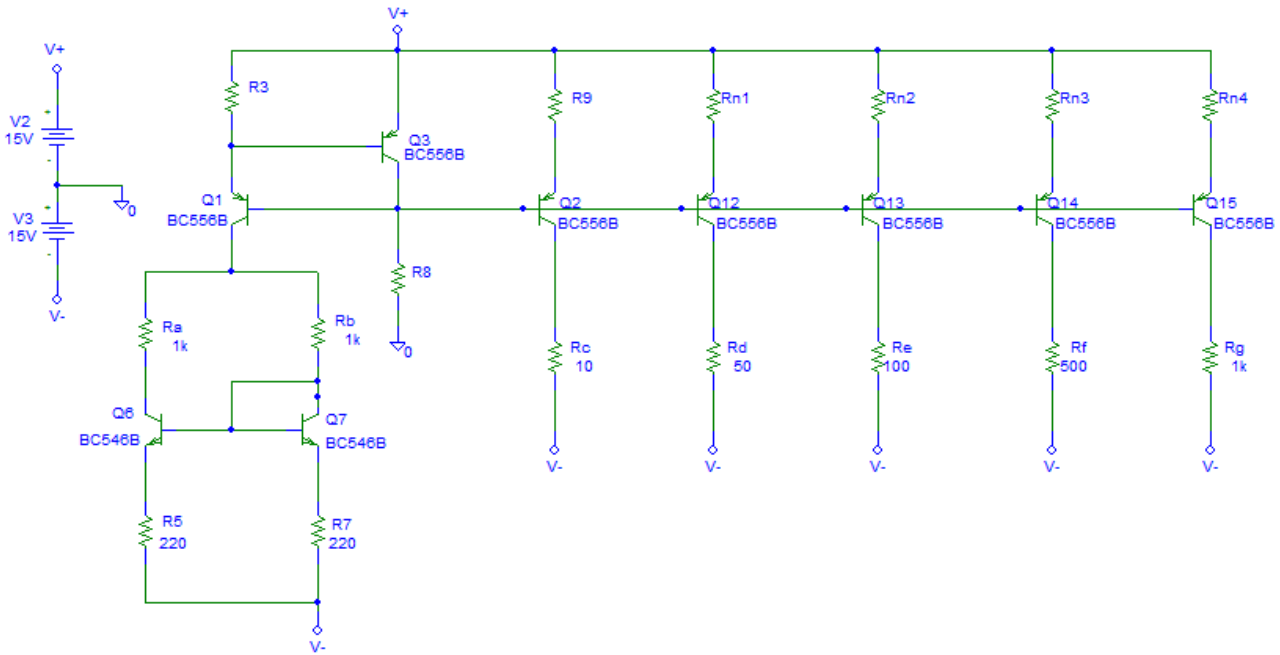


Fig.3.2 – Esquema dos espelhos de corrente.

3.1.1 Calcule R8 para que  $I_{R8}$  seja aproximadamente 1 mA. Considerar  $V_{BE} = 0,7$  V.

$$R8 = \frac{V^+ - 2V_{BE}}{I_{R8}} =$$

3.1.2 Calcule R3 para que a corrente  $I_{Q1}$  seja aproximadamente 4mA. Considerar  $V_{BE} = 0,7$  V.

$$R3 = \frac{V_{BEQ3}}{I_{Q1}} =$$

3.1.3 Os transistores  $Q_1$ ,  $Q_2$  e  $Q_3$  formam um espelho de corrente com compensação de corrente de base. Neste caso, se considerarmos que os transistores possuem mesma área, a corrente de referência  $I_{Q1}$  pode ser espelhada para  $I_{Q2}$ ,  $I_{Q12}$ ,  $I_{Q13}$ ,  $I_{Q14}$  e  $I_{Q15}$  se  $R9$ ,  $Rn1$ ,  $Rn2$ ,  $Rn3$ ,  $Rn4$  forem iguais à  $R3$ .

Como  $Q6$  e  $Q7$  formam um espelho de corrente simples, também possuem mesma área e estão igualmente degenerados por  $R5$  e  $R7$ , eles dividem a corrente  $I_{Q1}$  por igual. Ou seja, a corrente em  $R4$  é igual a corrente em  $R7$  que são iguais a  $I_{Q1}/2$ .

Substitua os valores calculados no arquivo de simulação “Espelho\_de\_corrente.sch” e execute uma simulação de Bias. Confira o resultado encontrado.

3.1.4 Quais são os valores comerciais mais próximos de R8 e R3?

$$R8 = \qquad R3 =$$

3.1.5 Substitua os valores dos resistores calculados por valores comerciais na simulação.

3.1.6 Remova da simulação os componentes  $Rn1$ ,  $Rn2$ ,  $Rn3$ ,  $Rn4$ ,  $Q12$ ,  $Q13$ ,  $Q14$ ,  $Q15$ ,  $Rd$ ,  $Re$ ,  $Rf$  e  $Rg$ . Execute a simulação de Bias novamente e verifique e se houve modificações nas correntes  $I_{Q1}$  e  $I_{Q2}$ .

### 3.2 PAR DIFERENCIAL

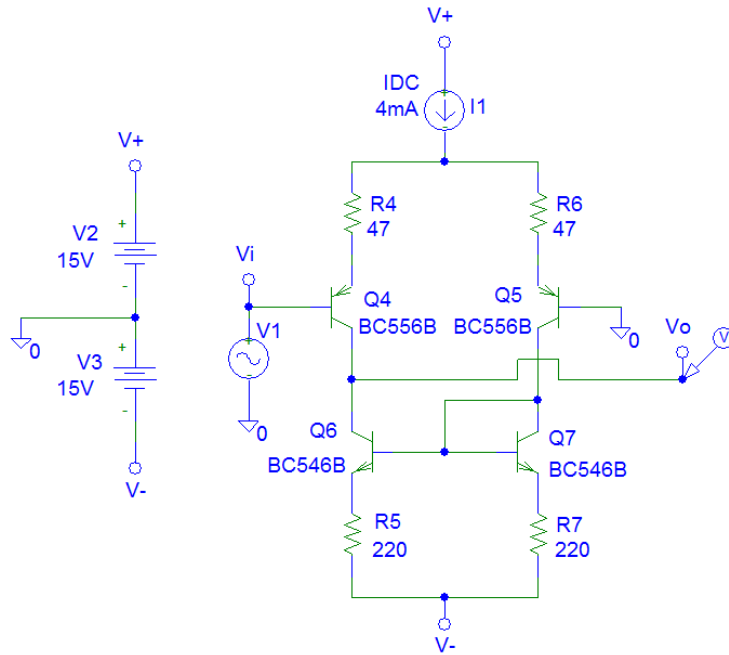


Fig.3.3 – Esquema do Par Diferencial.

3.2.1 Execute a simulação de Transiente do arquivo “Par\_Diferencial\_1.sch”. Analise o sinal de entrada  $V_i$ , os sinais de saída  $V_a$ ,  $V_b$  e os sinal diferencial  $V(V_a, V_b)$ . Responda:

a) Qual o ganho na saída  $V_a$  em relação à entrada?

\_\_\_\_\_

b) Qual o ganho na saída  $V_b$  em relação à entrada?

\_\_\_\_\_

c) Qual sinal de saída encontra-se em fase com a entrada?

\_\_\_\_\_

3.2.2 Execute a simulação de Transiente do arquivo “Par\_Diferencial\_2.sch”. Analise o sinal de entrada  $V_i$ , os sinais de saída  $V_a$ ,  $V_b$  e os sinal diferencial  $V(V_a, V_b)$ . Responda:

a) Qual o ganho na saída  $V_a$  em relação à entrada?

\_\_\_\_\_

3.2.3 Execute a simulação de Transiente do arquivo “Par\_Diferencial\_3.sch”. Neste caso simulamos um sinal diferencial de 1 mV de pico que sofre interferência de um ruído branco com aproximadamente 10 vezes a intensidade do sinal. Analise o sinal de entrada diferencial e o sinal na saída e observe propriedade do par diferencial na rejeição de modo comum. Qual a frequência do sinal senoidal recuperado?

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

### 3.3 AMPLIFICADOR EMISSOR COMUM COM CARGA ATIVA

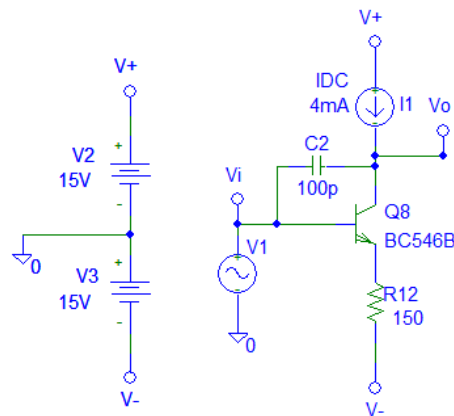
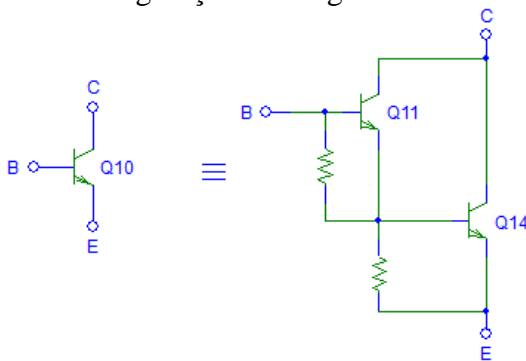


Fig.3.4 – Esquema do Amplificador EC com CA.

### 3.4 ESTÁGIO DE SAÍDA CLASSE AB

#### 3.4.1 Configuração Darlington



$$\beta_{Q10} \approx \beta_{Q11}\beta_{Q14}$$

Fig.3.4 – A configuração Darlington

3.4.2 Execute a simulação de Transiente do arquivo “Classe\_B\_Crossover.sch”. Analise o sinal de entrada  $V_i$  e o sinal de saída  $V_o$ . Observe que há uma faixa em  $V_o$  onde os dois transistores estão em corte e  $V_o=0$  e resulta na distorção de cruzamento (também conhecido como crossover). Neste caso, a partir de qual  $V_{BE}$  os transistores passam a conduzir?

3.4.3 Execute a simulação de Transiente do arquivo “Classe\_B\_com\_Diodos.sch”. Neste esquemático polarizamos o estágio de saída com diodos. Analise o sinal de entrada  $V_i$  e o sinal de saída  $V_o$  e verifique se há crossover.

### 3.5 MULTIPLICADOR DE $V_{BE}$

3.5.1 Execute a simulação de Transiente do arquivo “Classe\_AB\_com\_MultiVBE.sch”. Neste esquemático fazemos uso da configuração Darlington e substituímos a polarização por diodos por um multiplicador de  $V_{BE}$ . Analise o sinal de entrada  $V_i$  e o sinal de saída  $V_o$  e verifique se há crossover.

### 3.6 PROTEÇÃO CONTRA CURTO CIRCUITO

- 3.6.1 Execute a simulação de Transiente do arquivo “Protec\_Curto.sch”. Descreva como atua a proteção contra curto-circuito.

---

---

---

---

---

---

### 3.7 GANHO EM MALHA FECHADA

- 3.7.1 O circuito apresentado se comporta como um amplificador operacional na configuração não inversora. Calcule R23 para que o ganho seja aproximadamente 10.

$$G = 1 + \frac{R_{23}}{R_{24}}$$

Valor comercial de R<sub>23</sub> =

### 3.8 SIMULAÇÃO E MONTAGEM

- 3.8.1 Complete o circuito do arquivo “Amp\_Pot\_Completo.sch” com os valores dos componentes calculados nos exercícios anteriores.
- 3.8.2 Com o auxílio do simulador Pspice, analise o rendimento da conversão de potência deste amplificador. Dicas:
- Potência média dissipada na carga = AVG(V(Vout)\*-I(R25))
  - Potência média dissipada no estágio de saída = AVG(V(Q10:c,R18:1)\*-I(R18))

$$\eta \equiv \frac{\text{potência de carga}}{\text{potência da fonte}} =$$

- 3.8.3 Monte o circuito levando em consideração as observações abaixo e teste seu funcionamento.
- Resistores R15 e R16 devem ser de pelo menos 1W.
  - Os transistores Q9, Q10 e Q11 devem ser conectados a um mesmo dissipador de calor.
  - Usar mica como isolante elétrico entre os transistores Q10 e Q11