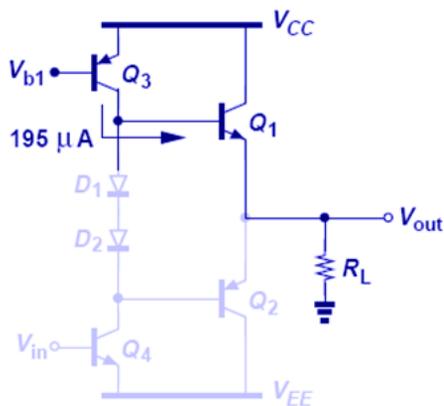


EE 530 Eletrônica Básica I

Amplificadores de Potência

Amplificadores de Potência

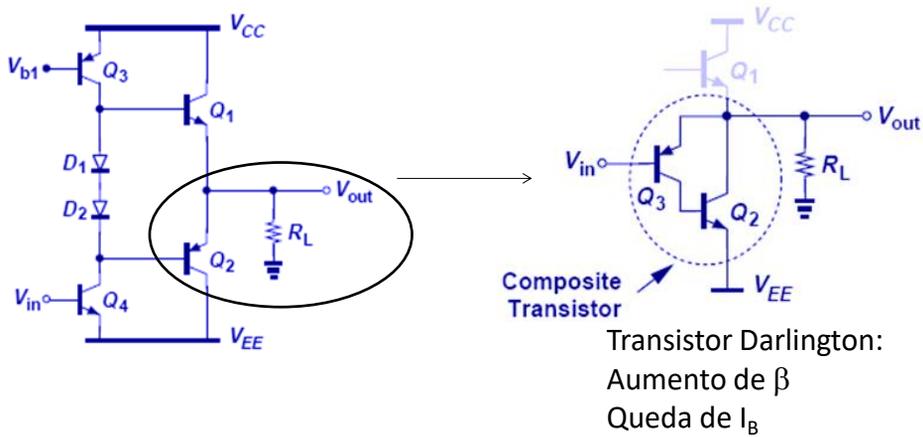
- Exemplo de polarização



- $I_{C1\max}$ ocorre quando Q_4 não conduz e $I_{B1} = I_{C3} = 195 \mu\text{A}$, portanto $I_{C1\max} = 19,5 \text{ mA}$.
- $V_{\text{out max}} = 0,156\text{V}$. Valor baixo.
- Um agravante é que o transistor de alta potência tem um β baixo (~ 20).
- A corrente da fonte de corrente Q_3 deve ser maior.

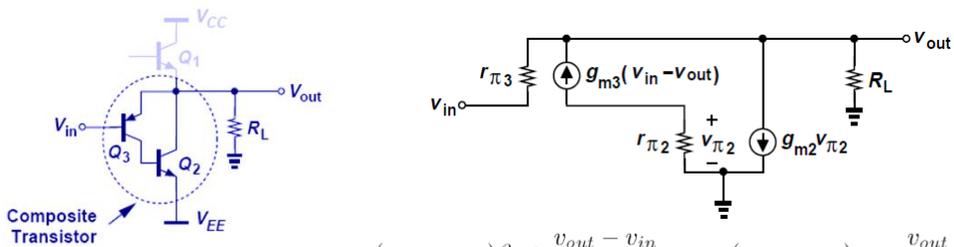
Amplificadores de Potência

- Transistor PNP de potência
- O transistor PNP de potência tem baixo ganho de corrente e baixa f_T .
- A saída é combinar um transistor PNP com um NPN.



Amplificadores de Potência

- Transistor PNP de potência



$$I_{B2} = -I_{C3} \Rightarrow I_{C2} = \beta_2 I_{B2}$$

$$I_{C2} = -\beta_2 I_{C3}$$

$$g_{m2} v_{\pi 2} = -\beta_2 g_{m3} (v_{in} - v_{out})$$

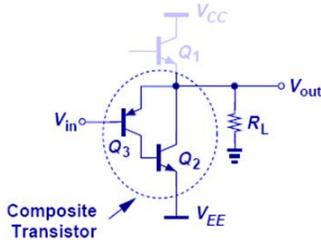
PARA CASA: DEDUZIR A_v

$$-g_{m3}(v_{in} - v_{out})\beta_2 + \frac{v_{out} - v_{in}}{r_{\pi 3}} - g_{m3}(v_{in} - v_{out}) = -\frac{v_{out}}{R_L}$$

$$\frac{v_{out}}{v_{in}} = \frac{R_L}{R_L + \frac{1}{(\beta_2 + 1)g_{m3} + \frac{1}{r_{\pi 3}}}}$$

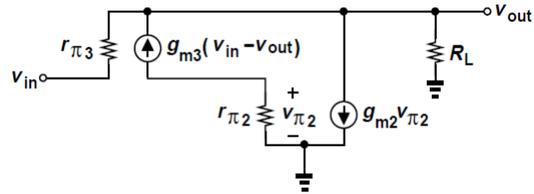
Amplificadores de Potência

- Transistor PNP de potência



$$\frac{v_{out}}{v_{in}} = \frac{R_L}{R_L + \frac{1}{(\beta_2 + 1)g_{m3} + \frac{1}{r_{\pi 3}}}}$$

PARA CASA: DEDUZIR R_{out}



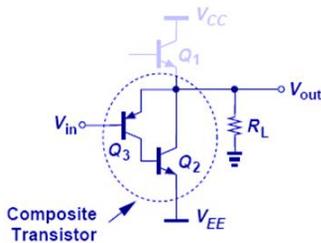
$$R_{out} = \frac{1}{(\beta_2 + 1)g_{m3} + \frac{1}{r_{\pi 3}}}$$

$$R_{out} \approx \frac{1}{(\beta_2 + 1)g_{m3}}$$

Queda de R_{out} .

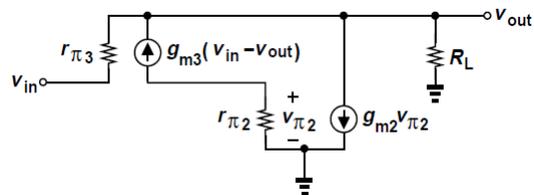
Amplificadores de Potência

- Transistor PNP de potência



$$\frac{v_{out}}{v_{in}} = \frac{R_L}{R_L + \frac{1}{(\beta_2 + 1)g_{m3} + \frac{1}{r_{\pi 3}}}}$$

$$R_{out} \approx \frac{1}{(\beta_2 + 1)g_{m3}}$$



$$i_{in} = \frac{1}{r_{\pi 3}} \left(v_{in} - v_{in} \frac{R_L}{R_L + \frac{1}{(\beta_2 + 1)g_{m3}}} \right)$$

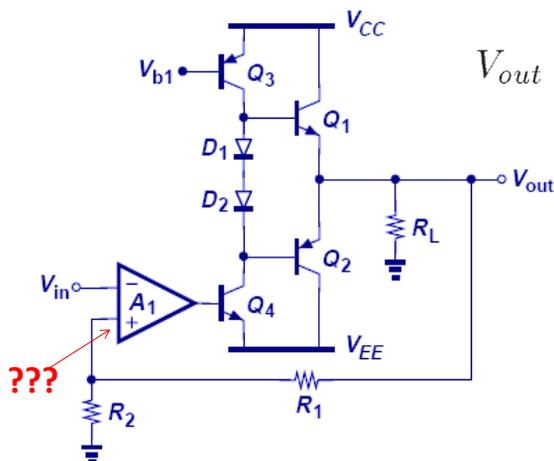
$$r_{in} = \beta_3(\beta_2 + 1)R_L + r_{\pi 3}$$

Amplificadores de Potência

- Distorção:
 - As corrente do estágio push pull variam consideravelmente;
 - Portanto, as transcondutâncias também variam;
 - E o amplificador não é linear, ocorre distorção do sinal de saída. O que é inadmissível em muitos casos.

Amplificadores de Potência

- Distorção:
 - Uma forma de diminuir a distorção é utilizar uma realimentação negativa.

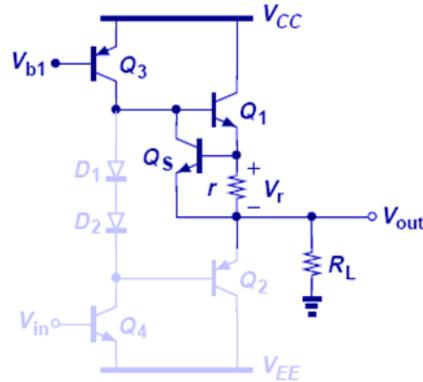


$$V_{out} \approx (1 + R_1/R_2)V_{in}$$

O amplificador de potência funciona como um buffer (ganho de corrente)

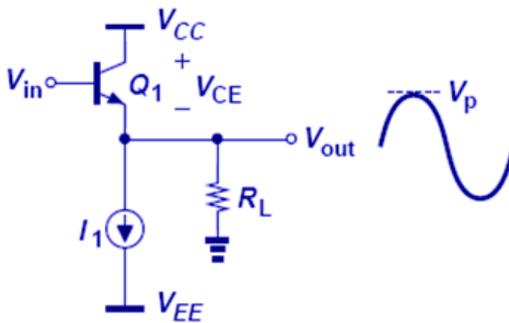
Amplificadores de Potência

- Proteção contra curto circuito:
 - A medida que V_r se aproxima de 0,7 V, I_{CS} aumenta;
 - I_{B1} diminui $\Rightarrow I_{C1}$ diminui



Amplificadores de Potência

- Dissipação da potência (Seguidor de Emissor):



$$P_{av} = I_1 \left(V_{CC} - \frac{V_P}{2} \right)$$

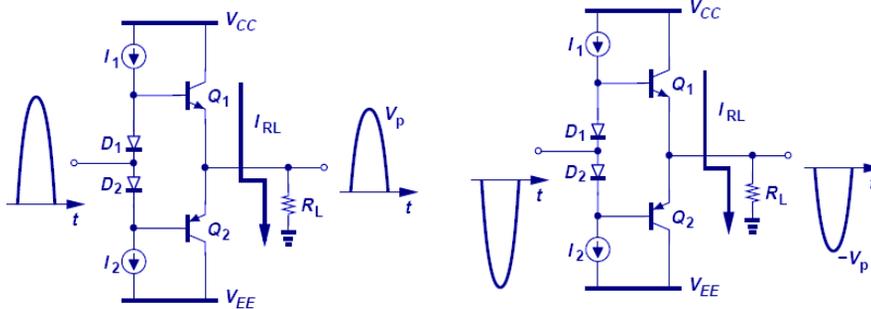
↓ $V_P = 0$

$$P_{av,max} = I_1 V_{CC}$$

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{out} + P_{ckt}} \Rightarrow \eta_{EF} = \frac{V_P^2 / 2R_L}{V_P^2 / 2R_L + I_1(2V_{CC} - V_P/2)} \xrightarrow{I_1 = V_P/R_L} \eta_{EF} = \frac{V_P}{4V_{CC}}$$

Amplificadores de Potência

- Dissipação da potência (Push Pull):

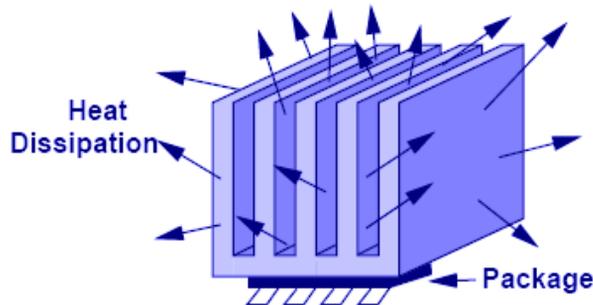


$$P_{av} = \frac{V_P}{R_L} \left(\frac{V_{CC}}{\pi} - \frac{V_P}{4} \right) \quad V_P = 2V_{CC}/\pi \quad \longrightarrow \quad P_{av,max} = \frac{V_{CC}^2}{\pi^2 R_L}$$

$$\eta_{PP} = \frac{V_P^2/2R_L}{V_P^2/2R_L + 2I_1(V_{CC}/\pi - V_P/4)} \quad \longrightarrow \quad \eta_{PP} = \frac{\pi}{4} \frac{V_P}{V_{CC}}$$

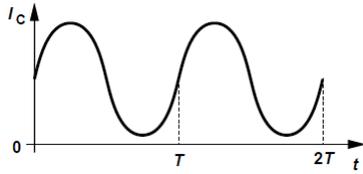
Amplificadores de Potência

- O tamanho dos transistores é muito pequeno;
- Prejudicando a dissipação de calor;
- A saída é a utilização de um dissipador de calor, que aumenta a área de contato com o meio.

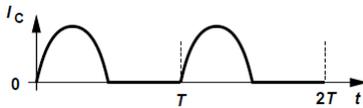


Amplificadores de Potência

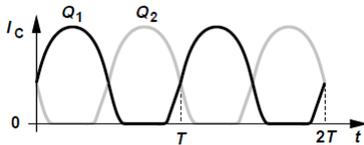
• Classes:



- Classe A: o transistor conduz todo o ciclo:
 - Distorção baixa
 - Baixa eficiência (25%)

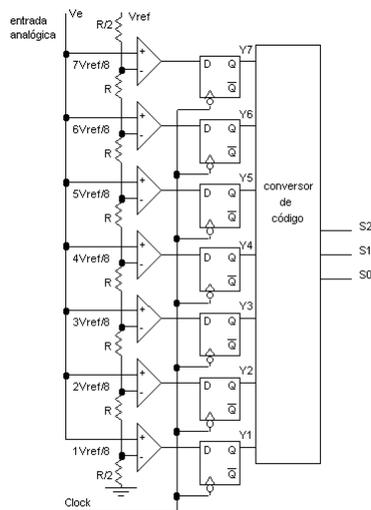


- Classe B: o transistor conduz metade do ciclo:
 - Distorção grande
 - Boa eficiência (75%)



- Classe AB: o transistor conduz mais da metade do ciclo:

Conversor A/D



Fontes de figuras da aula

- Aula do prof. Fabiano Fruett
- Fundamentos de Microeletrônica (Razavi)

Prof. Pedro Xavier

Sugestão de estudo

- Razavi, cap. 13

Prof. Pedro Xavier