

EE530

---

## Quarto exercício prático de eletrônica básica

*Primeiro Semestre de 2010*

---

PROFESSOR: CELSO

TIAGO CHEDRAOUI SILVA RA: 082941

*3 de julho de 2010*

# 1 Amplificador diferencial com TJB

Projetando o circuito da figura 1.1, um amplificador diferencial, cujo alguns parâmetros são :

- $V_{CC} = 10\text{ V}$
- $I_1 = 1.941\text{mA}$
- $V_5 = 10\text{mV}$  com frequência de  $1\text{kHz}$

Obtemos da análise do circuito que:

$$V_{CC} - V_{C1} = \frac{R_1 * I_1}{2}$$

Para que a tensão no coletor fique por volta de  $5\text{V}$ , ou seja,  $V_{C1} = V_{C2} = 5\text{V}$ :

$$R_1 = R_2 = 5152\Omega$$

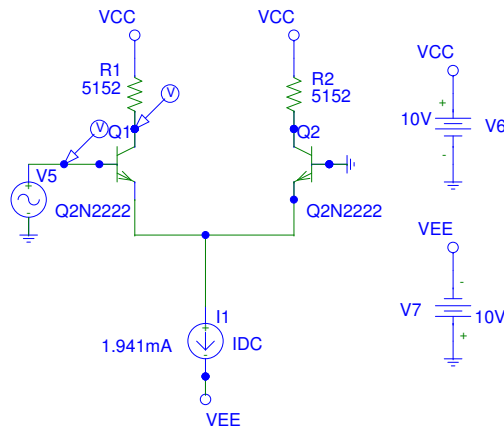
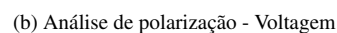
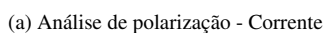


Figura 1.1: Configuração do par diferencial TBJ

Posteriormente realizamos uma análise de polarização, a partir da qual confirmamos nossa tensão 1.2b e correntes 1.2a teóricas com as práticas.



Sendo  $r_e = \frac{V_T}{I_C} = \frac{1}{g_m}$ , temos  $r_e = 25,76\Omega$  e  $g_m = \frac{0,0039}{\Omega}$

$$A_d = \frac{v_{od}}{v_{ed}} = -g_m R_C$$
$$A_c = \frac{v_{oc}}{v_{ec}} = -\frac{g_m R_C}{2}$$
$$A_d * v_{ed} = v_{od}, v_{od} = -200 * 5m = -1V$$
$$V_{c1} = V_{CC} - I_C R_C + v_{od} = 4V \text{ e } V_{c1} = V_{CC} - I_C R_C - v_{od} = 6V.$$

2

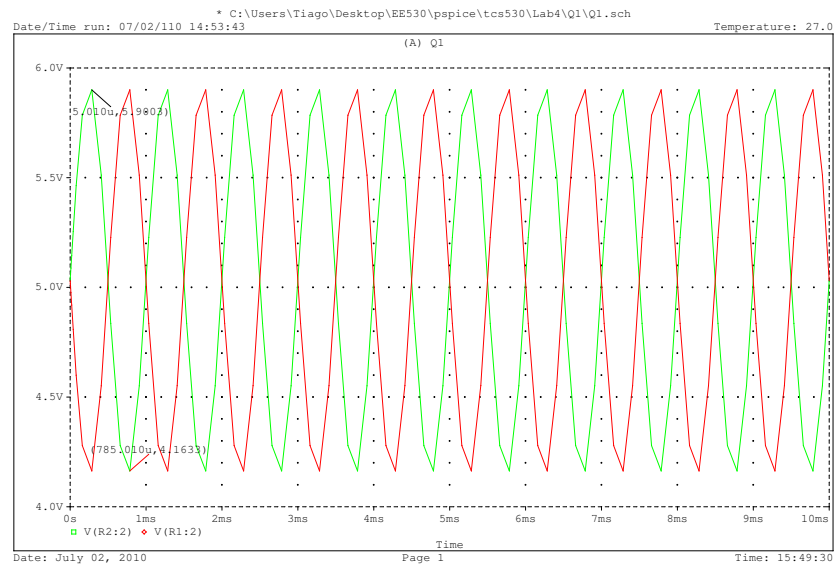


Figura 1.2: Análise de transitório

Os níveis de saturação práticos foram próximos 10 V e 0 V, o que equivale ao teórico, já que  $V_{CC} = 10V$ .

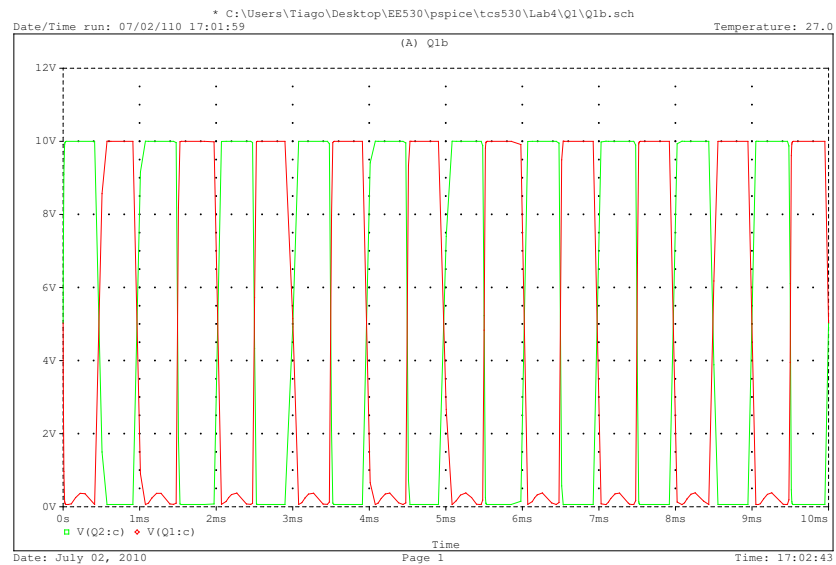


Figura 1.3: Análise transitório - amplitude de V5 igual a 1V

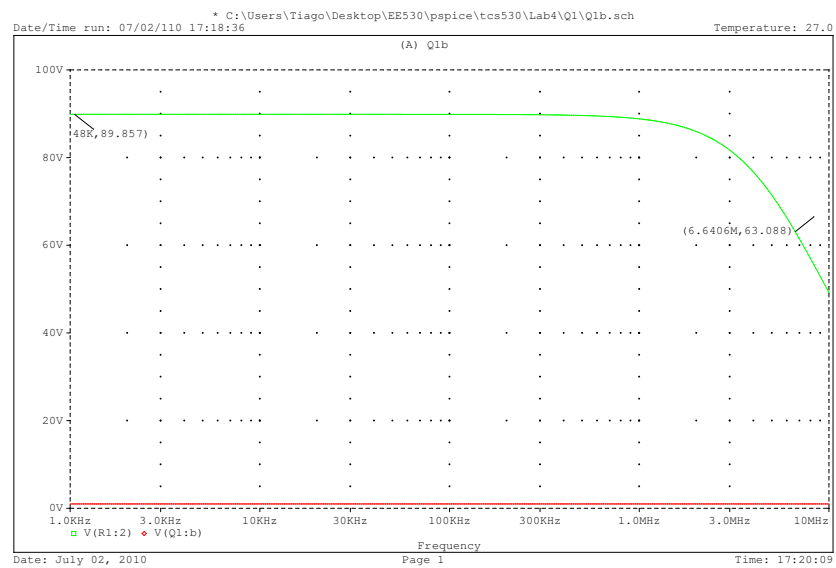


Figura 1.4: Função de transferência

Examinando a saída do circuito, encontramos:

Listing 1: Output

```
1 BIPOLAR JUNCTION TRANSISTORS
2
3
4 NAME          Q_Q2          Q_Q1
5 MODEL         Q2N2222      Q2N2222
6 IB            6.17E-06      6.17E-06
7 IC            9.64E-04      9.64E-04
8 VBE           6.43E-01      6.43E-01
9 VBC           -5.03E+00     -5.03E+00
10 VCE           5.68E+00      5.68E+00
11 BETADC        1.56E+02      1.56E+02
12 GM            3.72E-02      3.72E-02
13 RPI           4.66E+03      4.66E+03
14 RX            1.00E+01      1.00E+01
15 RO            8.20E+04      8.20E+04
16 CBE           5.16E-11      5.16E-11
17 CBC           3.64E-12      3.64E-12
18 CJS           0.00E+00      0.00E+00
19 BETAAC        1.73E+02      1.73E+02
20 CBX           0.00E+00      0.00E+00
21 FT            1.07E+08      1.07E+08
```

Nossos dados teóricos eram:

$$g_m = \frac{0.0039}{\Omega} \text{ e } r_\pi = 6592$$

O primeiro ficou próximo ao teórico, já o segundo ficou com um valor bem maior, aproximadamente 40% a mais que o teórico.

## 2 Estágio de saída classe B

Uma função importante do estágio de saída de um amplificador é fazer o acoplamento com uma resistência de saída baixa, de maneira que o amplificador possa fornecer o sinal de saída para a carga sem queda no ganho. Além disso, uma das grandes dificuldades de um estágio de saída é que ele forneça uma quantidade de potência exigida pela carga de modo eficiente.

Para um estudo mais aprofundado, projetamos o circuito amplificador classe B da figura 2.1 na qual o resistor de carga vale  $19,41\Omega$  e a fonte de entrada é uma fonte senoidal de amplitude 10V e frequência de 1 kHz.

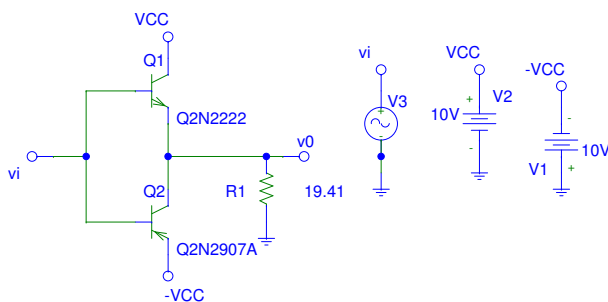


Figura 2.1: Circuito amplificador classe B

Pode-se ter a característica de transferência do estágio classe B ao realizar uma análise da tensão na saída e na entrada, o que pode ser visto no gráfico da figura 2.2. Vale resaltar que existe uma faixa de  $v_i$ , nas proximidades de zero, denominada faixa morta, em que os dois transistores estão em corte e  $v_0$  vale 0.

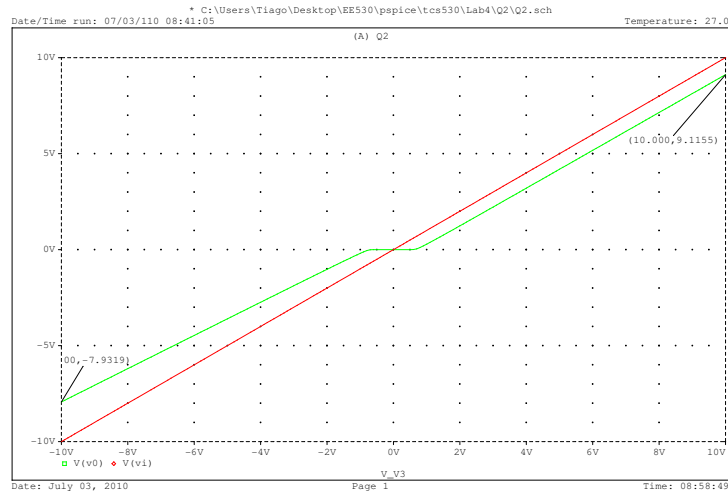


Figura 2.2: Análise DC sweep

Realizando uma análise de transitório, obtemos o gráfico da figura 2.3a, contendo alguns ciclos de corrente e voltagem na carga. Pela teoria a potência eficaz entregue à carga vale:

$$P_L = \frac{V_o^2}{2 * R_L}$$

Logo  $P_L = 2,58W$ .

Utilizando o gráfico 2.3c obtemos  $P_L = 2,28W$ .

Posteriormente, uma análise de transitório foi feita nas baterias, cujo resultado pode ser visto na figura 2.3b. Pela teoria a potência eficaz entregue à carga vale:

$$P_{S-} = P_{S+} = \frac{V_o V_{CC}}{\pi R_L}$$

A potência eficaz teórica retiradas das cargas vale:

$$P_{S-} = P_{S+} = 1,64$$

E pelo gráfico 2.3d:  $P_{S-} = P_{S+} = 1,54W$ .  $P_S = 3,08W$

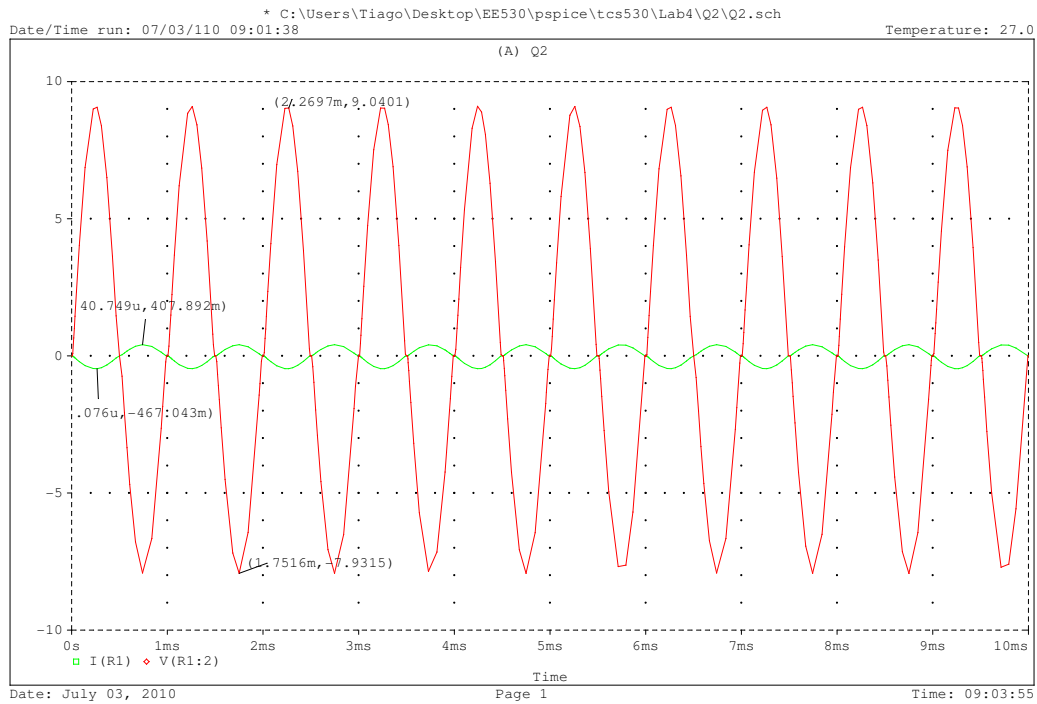
Logo nossa eficiência teórica vale:

$$\eta = \frac{P_L}{P_S} = 78,5\%$$

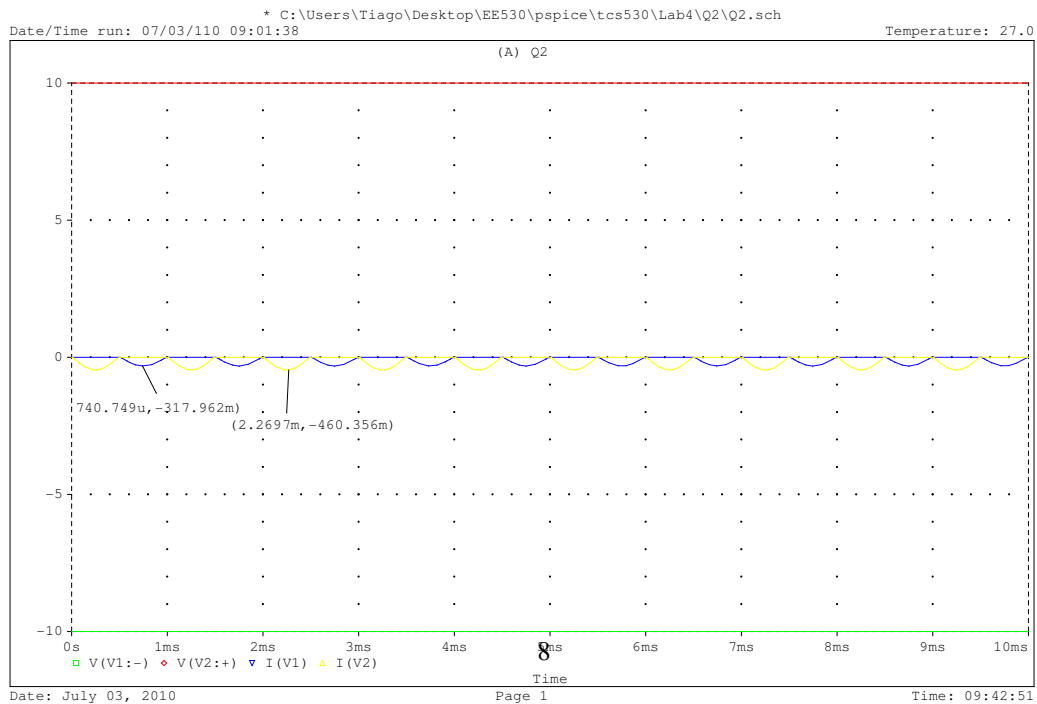
Pelo gráfico  $\eta = \frac{P_L}{P_S} = 74,0\%$

Logo, existiu uma perda de 5% de eficiência se compararmos a parte teórica com a projetada.

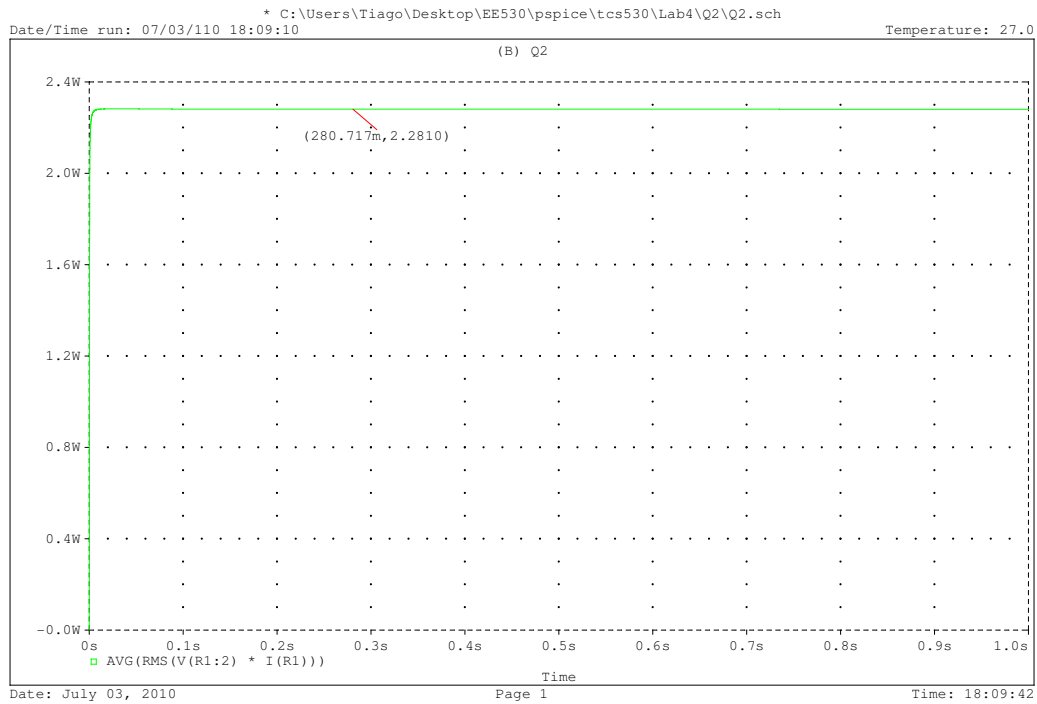




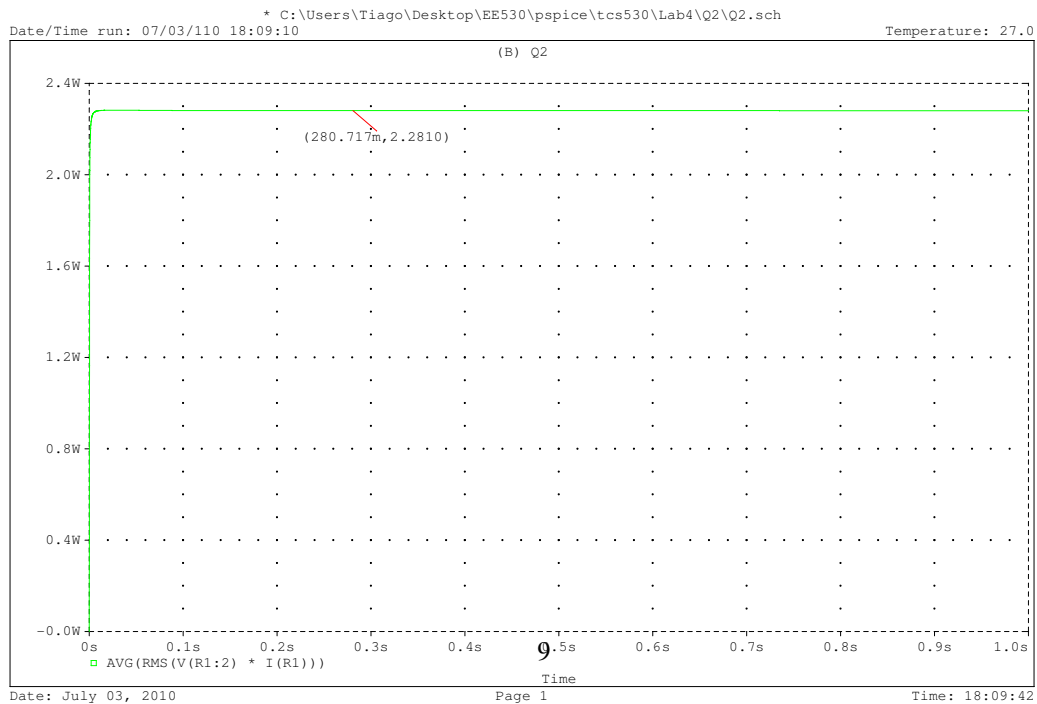
(a) Corrente e voltagem na carga



(b) Corrente e voltagem nas baterias



(c) Valor eficaz da potência entregue à carga



(d) Valor eficaz da potência retirada das baterias