

INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

LICENCIATURA EM ENGENHARIA ELETROTÉCNICA E DE  
COMPUTADORES  
UC CIRCUITOS ELETRÓNICOS

---

**Relatório Laboratorial**  
**Amplificador com Transístores**  
**Bipolares**

---

Gonçalo BERNARDINO FRAZÃO, nº 99945  
João BARREIROS C. RODRIGUES, nº 99968  
José LOPES, nº 100001

Maio 2022

# Índice

<b>1</b>	<b>Questão 4</b>	<b>2</b>
1.1	Modelo e Questão 4.1 . . . . .	2
1.2	Questão 4.2 . . . . .	2
1.3	Questão 4.3 . . . . .	3
1.4	Questão 4.4 . . . . .	4
1.5	Questão 4.5 . . . . .	4
1.6	Questão 4.6 . . . . .	5
<b>2</b>	<b>Questão 5</b>	<b>6</b>
2.1	Montagem e Questão 5.2 . . . . .	6
2.2	Questão 5.4 . . . . .	7
2.3	Questão 5.5 . . . . .	7
2.4	Questão 5.6 . . . . .	8
2.5	Questão 5.7 . . . . .	8
<b>3</b>	<b>Análise de Resultados e Conclusões</b>	<b>9</b>

## 1 Questão 4

### 1.1 Modelo e Questão 4.1

Através da análise nodal e de malha do circuito introduzido no *LTSpice* obtêm-se os seguintes valores:

<b>VB1</b>	1.7457 V
<b>VBE1</b>	0.6354 V
<b>VCE1</b>	1.9190 V
<b>VO1</b>	3.0293 V
<b>VBE2</b>	0.63796 V
<b>VCE2</b>	2.6086 V
<b>Ic1</b>	0.89 mA
<b>Ic2</b>	0.99 mA

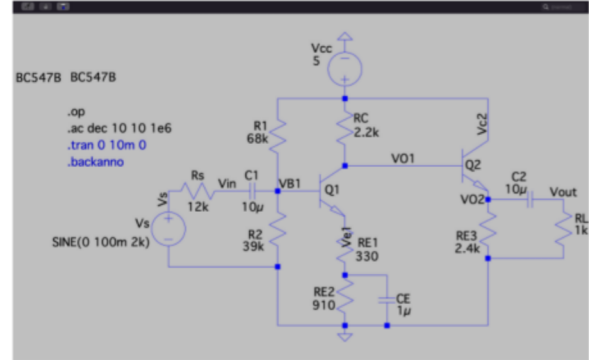


Figura 1: Simulação do amplificador de dois andares, com transistores BJT, BC547B.

### 1.2 Questão 4.2

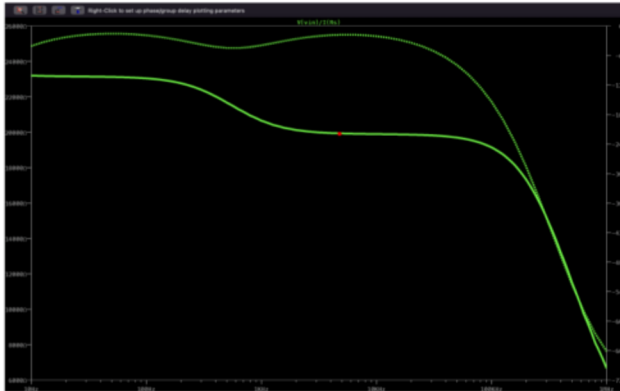


Figura 2: Impedância  $R_{I1}$  em função da frequência de entrada, obtida através do quociente entre valores simulados  $V_{B1}$  e  $I_{BQ1}$ . A vermelho a Impedância  $R_{I1}(5\text{KHz})=19.9 \text{ k}\Omega$

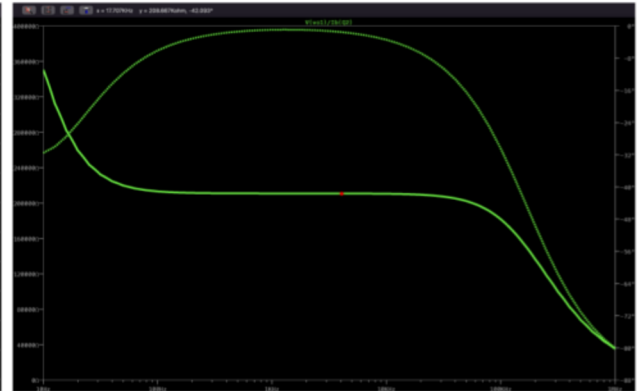


Figura 3: Impedância  $R_{I2}$  em função da frequência de entrada, obtida através do quociente entre valores simulados  $V_{B2}$  e  $I_{BQ2}$ . A vermelho a Impedância  $R_{I2}(5\text{KHz})=210 \text{ k}\Omega$

## 1.3 Questão 4.3

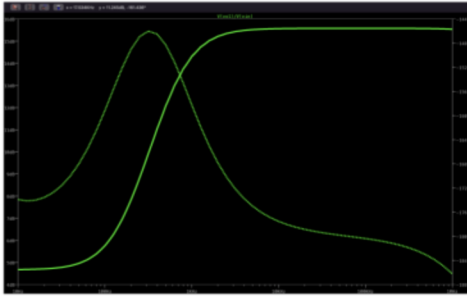


Figura 4: Representação gráfica do ganho  $A_{1L}$  em função da frequência de entrada.  $A_{1L}=15.452$  dB, para 50 kHz

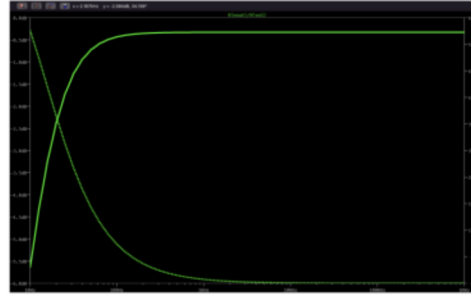


Figura 5: Representação gráfica do ganho  $A_{2L}$  em função da frequência de entrada.  $A_{2L}=-0.62329$  dB, para 50 kHz

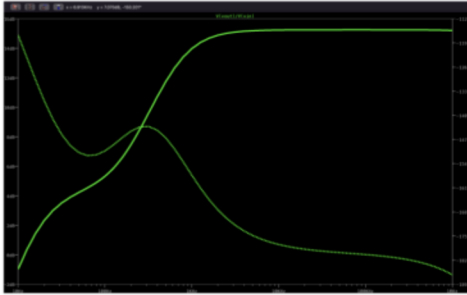


Figura 6: Representação gráfica do ganho  $A_v$  em função da frequência de entrada.  $A_v=15.178$  dB, para 50 kHz

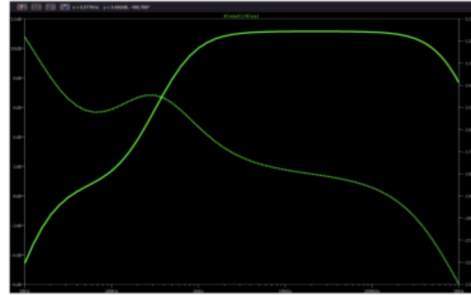


Figura 7: Representação gráfica do ganho  $A_v$  em função da frequência de entrada.  $A_v=10.856$  dB, para 50 kHz

## 1.4 Questão 4.4

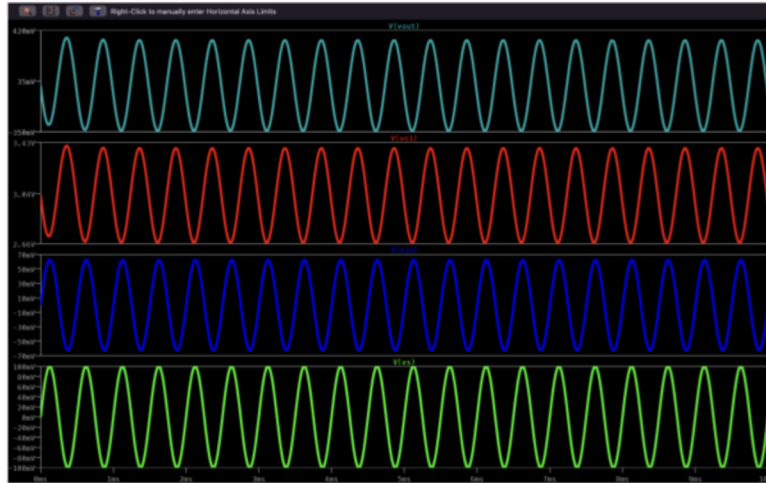


Figura 8:  $V_{out}$ ,  $V_{o1}$ ,  $V_{in}$  e  $V_S$  respectivamente a ciano, laranja, azul e verde. De notar a aproximação entre os valores de  $V_{out}$  e  $V_{o1}$ , resultantes de um ganho aproximadamente unitário no segundo andar do amplificador

## 1.5 Questão 4.5

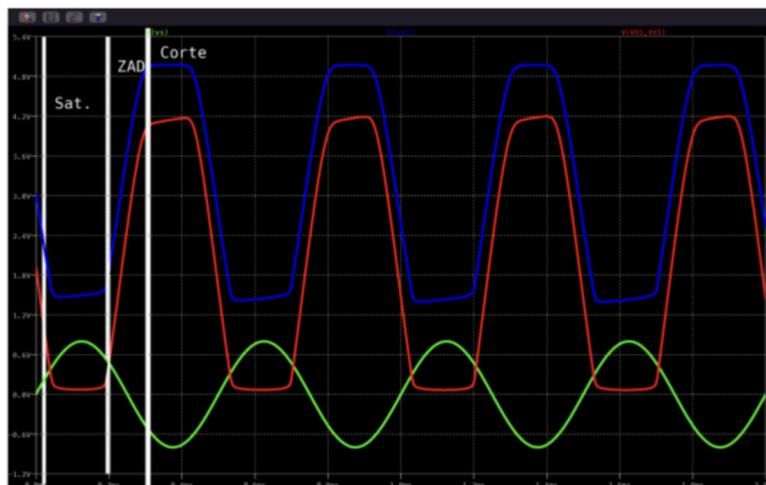


Figura 9: Representação gráfica dos diferentes regimes de operação do transistor Q1. Em resumo a identificação das zonas de trabalho pode ser feita pelo seguinte método: Na zona de corte a corrente que passa pelo transistor é nula, sendo  $V_{o1} = V_{Vcc}$ , aproximadamente 5 V. A zona de saturação é atingida quando a diferença de potencial entre o coletor e o emissor é igual à tensão de saturação especificada pelo fabricante (0.6V).