

# AMPLIFICADOR CLASSE "A"

## OBJETIVOS:

Verificar experimentalmente o comportamento de um amplificador classe "A" transistorizado e analisar as formas de onda obtidas na saída em função de um sinal aplicado na entrada. Analisar a relação de fase entre os sinais de entrada e saída e a distorção apresentada no sinal de saída, devido a mudança do ponto de operação "Q".

## INTRODUÇÃO TEÓRICA

No amplificador classe A, o transistor opera na região ativa durante todo o período do sinal CA. Isto significa que o sinal não aciona o transistor nos limites da saturação e do corte na reta de carga CA.

Desta forma o sinal obtido na saída é uma réplica perfeita do sinal aplicado na entrada, exceto pela distorção de fase. Como sabemos a única configuração que inverte a fase em  $180^\circ$  entre os sinais de entrada e saída e a configuração E.C. (emissor comum). Nas demais configurações, ou seja, B.C. (base comum) e C.C. (coletor comum),  $\theta = 0^\circ$ .

A eficiência de um amplificador classe A é a razão da saída CA de pico a pico na saída (compliance), sem cortes, no sinal que o amplificador pode produzir, em função do sinal aplicado na entrada.

Algumas das importantes características do amplificador classe A são a corrente de dreno, potência de dissipação máxima no transistor, máxima potência não ceifada na carga e eficiência do estágio.

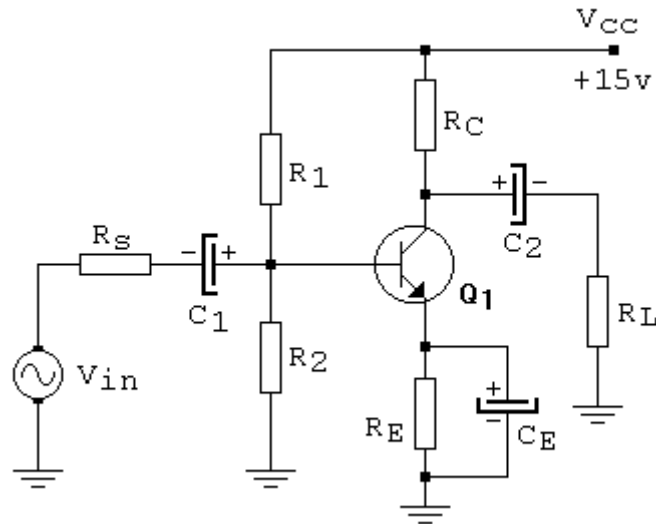
## PARTE PRÁTICA

### MATERIAIS NECESSÁRIOS

- 1- Gerador de áudio
- 1- Osciloscópio
- 1 - Fonte de alimentação 0-20V
- 1- Multímetro analógico ou digital
- 1 - Módulo de ensaios ELO-1

1- Analise o circuito a seguir:

Calcule o valor da corrente quiescente no coletor ( $I_{CQ}$ ) e a tensão quiescente ( $V_{CEQ}$ ) entre coletor e emissor e anote suas respostas na tabela 1.



$R_s = 1\text{K}\Omega - 1/4\text{W}$  (R21)  
 $R_1 = 10\text{K}\Omega - 1/4\text{W}$  (R27)  
 $R_2 = 2,2\text{K}\Omega - 1/4\text{W}$  (R21)  
 $R_C = 3,9\text{K}\Omega - 1/4\text{W}$  (R23)  
 $R_E = 1,8\text{K}\Omega - 1/4\text{W}$  (R20)

$R_L = 1,5\text{K}\Omega - 1/4\text{W}$  (R19)  
 $C_1 = 1\mu\text{F}/16\text{V}$  (C1)  
 $C_2 = 1\mu\text{F}/16\text{V}$  (C2)  
 $C_E = 470\mu\text{F}/16\text{v}$  (C12)  
 $Q_1 = \text{transistor } 2\text{N}3904 \text{ ou } \text{BC}337$  (T5)

2- Calcule e anote na tabela 1, a compliance CA (variação de pico a pico do sinal) na saída e a corrente de dreno ( $I_F$ ) do estágio. Veja no final desta experiência, comentários sobre a corrente de dreno.

3- Calcule a potência máxima dissipada pelo transistor, a potência máxima na carga sem ceifamento, a potência CC de entrada do estágio e a eficiência do estágio. Anote suas respostas teóricas na coluna correspondente da tabela 2.

4- Monte o circuito. Reduza o sinal do gerador a zero. Use o multímetro para medir  $I_{CQ}$  e  $V_{CEQ}$ , e anote esses valores na tabela 1.

5- Use o osciloscópio para observar a tensão na carga. Ajuste o gerador de sinal até que o ceifamento inicie em ambos os semiciclos.

Deve-se observar que a forma de onda fica quadrada na parte superior e alongada na parte inferior. A causa desta distorção não linear é a grande variação de  $r_c$  quando o coletor se aproxima do corte e da saturação.

6- Reduza o sinal do gerador até que não haja mais ceifamentos, de forma que o sinal na saída tenha a aparência de uma senóide perfeita. Meça e anote na tabela 1, a tensão CA de pico a pico. Este valor medido é uma aproximação da compliance do sinal CA de saída (pico a pico).

7- Meça e anote na tabela 1 a corrente de dreno total do estágio.

8- Calcule e anote os valores experimentais listados na tabela 2, usando os dados medidos e anotados na tabela 2.

9- Ajuste o gerador de sinal até obter uma tensão de 2V<sub>pp</sub> na carga. Note quanta distorção não linear há no sinal. Faça um breve comentário.

10- Conecte um resistor parcial de realimentação, de 220Ω, no emissor. Ajuste o gerador de sinal até obter na carga uma tensão de 2V<sub>pp</sub>. O que ocorreu com a distorção do sinal? Justifique.

**TABELA 1**

VALORES	CALCULADO	EXPERIMENTAL
I <sub>CQ</sub>		
V <sub>CEQ</sub>		
PP (compliance)		
I <sub>F</sub>		

**TABELA 2**

VALORES	TEÓRICO	EXPERIMENTAL
P <sub>D(MAX)</sub>		
P <sub>L(MAX)</sub>		
P <sub>F</sub>		
η		

**VERIFICAÇÃO DE DEFEITOS:**

- 1- Suponha que o resistor R<sub>2</sub> esteja em curto, no circuito montado nesta experiência. Calcule a compliance CA de saída e a corrente de dreno com este defeito e anote na tabela 3.
- 2- Repita o passo 1 para cada defeito listado na tabela 3.
- 3- Monte o circuito e simule cada um dos defeitos. Anote os valores de PP (compliance) e I<sub>S</sub>.

**PROJETO:**

- 1- Determine um valor de R<sub>E</sub> para obter a máxima compliance CA na saída, no circuito montado nesta experiência, porém, com V<sub>CC</sub> = 20V. Anote o valor comercial na parte superior da tabela 4. Calcule e anote os outros valores pedidos na tabela 4.
- 2- Monte o circuito que você projetou para R<sub>E</sub>. Meça e anote PP e I<sub>F</sub> na tabela 4. Calcule os valores experimentais de P<sub>L(MAX)</sub>, P<sub>F</sub> e η usando os dados medidos para PP e I<sub>F</sub>.

**TABELA 3: Verificação de defeitos**

DEFEITO	ESTIMADO		MEDIDO	
	PP	I <sub>F</sub>	PP	I <sub>F</sub>
R <sub>2</sub> em curto				
C <sub>E</sub> aberto				
R <sub>L</sub> aberto				
C-E aberto				

**TABELA 4: Projeto**

$R_E =$  \_\_\_\_\_

VALORES	TEÓRICO	EXPERIMENTAL
PP		
$I_F$		
$P_{L(MAX)}$		
$P_F$		
$\eta$		

**QUESTÕES:**

1- Com base nos valores calculados e medidos nesta experiência, responda as seguintes questões:

D) a compliance CA teórica na saída é de aproximadamente:

- a) 1,1V
- b) 2,35V
- c) 9V
- d) 15V

II) a corrente de dreno total foi próxima de:

- a) 1,1mA
- b) 2,3mA
- c) 4,8mA
- d) 6,9mA

III) a potência de dissipação máxima do transistor é de aproximadamente:

- a) 0,46mW
- b) 10mW
- c) 35,1mW
- d) 50mW

IV) teoricamente a eficiência máxima é aproximadamente:

- a) 0
- b) 1,3%
- c) 5%
- d) 25%

2- Conectando um resistor de realimentação parcial no emissor, de  $220\Omega$ , podemos observar que:

- a) reduz a tensão da fonte de alimentação
- b) aumenta a corrente quiescente do coletor
- c) diminui a distorção não linear
- d) aumenta a compliance CA na saída
- e) nenhuma das anteriores

3- Explique porque há distorção não linear no amplificador EC, quando o sinal na saída é aumentado.

---

---

## FORMULÁRIO AUXILIAR:

**Ganho de tensão com carga:**  $A = -R_C/r_e$ ;  $A_V = -r_c/r_e$

**Ganho de corrente:**  $A_i = i_c/i_b$ , onde  $A_i \cong \beta$

**Ganho de potência:**  $A_p = -A_v/A_i$

onde:  $A_v = v_{saída}/v_{entrada}$   
 $A_i = i_c/i_b$

**Potência na carga:**  $P_L = V_L^2/R_L$

onde:  $V_L$  é a tensão “rms” na carga  
 $P_L$  é a potência CA na carga

Observando-se a tensão no osciloscópio, é conveniente utilizar a tensão de pico a pico. Desta forma:

$$V_L = 0,707V_P$$
$$V_P = V_{PP}/2$$
$$V_L = 0,707V_P = 0,707V_{PP}/2$$

$$\text{logo: } P_L = V_{PP}^2 / 8R_L$$

**Potência CA máxima na carga:**  $P_{L(\max)} = PP^2 / 8R_L$

*OBS: PP é a compliance c.a. de saída sem ceifamento*

**Dissipação de potência do transistor:**  $P_{DQ} = V_{CEQ}/I_{CQ}$

onde:  $P_{DQ}$  = dissipação de potência quiescente  
 $V_{CEQ}$  = tensão quiescente coletor-emissor  
 $I_{CQ}$  = corrente quiescente do coletor

### **Dreno de carga:**

Para um amplificador com polarização por divisor de tensão na base, como o desta experiência, a fonte de alimentação  $V_{CC}$  precisa alimentar com corrente contínua o divisor de tensão e o circuito de coletor.

Para o divisor de tensão, temos:

$$I_1 = V_{CC}/R_1 + R_2$$

Para o circuito de coletor, temos:

$$I_2 = I_{CQ}$$

Considerando as variações AC na saída como valor médio zero, a fonte deve fornecer uma corrente média, que é a corrente CC total drenada.

$$I_F = I_1 + I_2$$

Portanto:

$$P_F = V_{CC} \cdot I_F$$

**Eficiência do estágio:**  $\eta = (P_{L(MAX)}/P_F) \cdot 100\%$

onde:  $\eta$  = eficiência do estágio

$P_{L(MAX)}$  = potência máxima na carga, para CA

$P_F$  = potência CC de entrada