

## **0323200 – Práticas de Eletricidade e Eletrônica I 2019**

### **Experiência 3 – Equipamentos de Medidas Elétricas e Efeito Joule**

Nome: \_\_\_\_\_ Nº USP: \_\_\_\_\_

Nome: \_\_\_\_\_ Nº-USP: \_\_\_\_\_

Nome: \_\_\_\_\_ Nº-USP: \_\_\_\_\_

#### **1. Efeito Joule em DC**

Anote o número do cilindro, sua massa, e o valor da resistência:

Cilindro n<sup>o</sup> :                      m =                      R =

Anote também o valor da tensão ( medida após energizar o circuito ) V= \_\_\_\_\_

Tempo (minutos)	Temperatura ( °C )	Corrente ( A )	Tempo (minutos )	Temperatura ( °C )	Corrente ( A )
0,0	-----		11,0		
1,0			12,0		
2,0			13,0		Após a medida, desligar a fonte.
3,0			14,0		Fonte desligada
4,0			15,0		Fonte desligada
5,0			16,0		Fonte desligada
6,0			17,0		Fonte desligada
7,0			18,0		Fonte desligada
8,0			19,0		Fonte desligada
9,0			20,0		Fonte desligada
10,0					

**Tabela 1:** Aquecimento do Cilindro com Corrente Contínua

- Você teve algum problema na obtenção e medida dos dados desta Tabela? Se sim, explique quais foram.

- Qual foi a maior variação observada na corrente? Calcule a máxima variação possível (em %) no valor da potência, assumindo uma variação máxima de tensão de 1%.

Anexe o gráfico Temperatura ( °C ) x tempo ( s ), e indique no espaço abaixo os cálculos da quantidade de calor absorvida pelo cilindro, da quantidade de calor perdida para o ar, e da potência fornecida pelo resistor.

Primeiramente, o cálculo de  $\alpha_{\text{sub}}$  :

$$\alpha_{\text{sub}} =$$

$$\sigma_{\alpha_{\text{sub}}} =$$

Quantidade de calor absorvida pelo alumínio :

$$W_{\text{Al}} = m \cdot C_{\text{Al}} \cdot \alpha_{\text{sub}} \cdot \Delta t_{\text{sub}} =$$

Calcule agora  $\alpha_{\text{desc}}$  :

$$\alpha_{\text{desc}} =$$

$$\sigma_{\alpha_{\text{desc}}} =$$

Quantidade de calor perdida para o ar **durante o aquecimento** :

$$W_{\text{ar}} = - m \cdot C_{\text{Al}} \cdot \alpha_{\text{dec}} \cdot \Delta t_{\text{sub}} =$$

**Nota:** Observe que deve ser usado  $\Delta t_{\text{sub}}$  nesta expressão.

$$W_{\text{Total}} = W_{\text{ar}} + W_{\text{Al}} =$$

$$P_{\text{Média}} = \frac{W_{\text{Total}}}{\Delta t_{\text{sub}}} =$$

$$P_{\text{resistor}} = V \cdot I =$$

$$\text{erro percentual} =$$

Qual foi a dificuldade em se ajustar a(s) reta(s) ao gráfico  $T(^{\circ}\text{C}) \times t(\text{s})$  ?

O erro da inclinação  $\alpha$  da reta ( $\sigma_{\alpha}$ ) é considerado grande? Explique como este erro pode influenciar no cálculo da potência média.

## 2. Osciloscópio

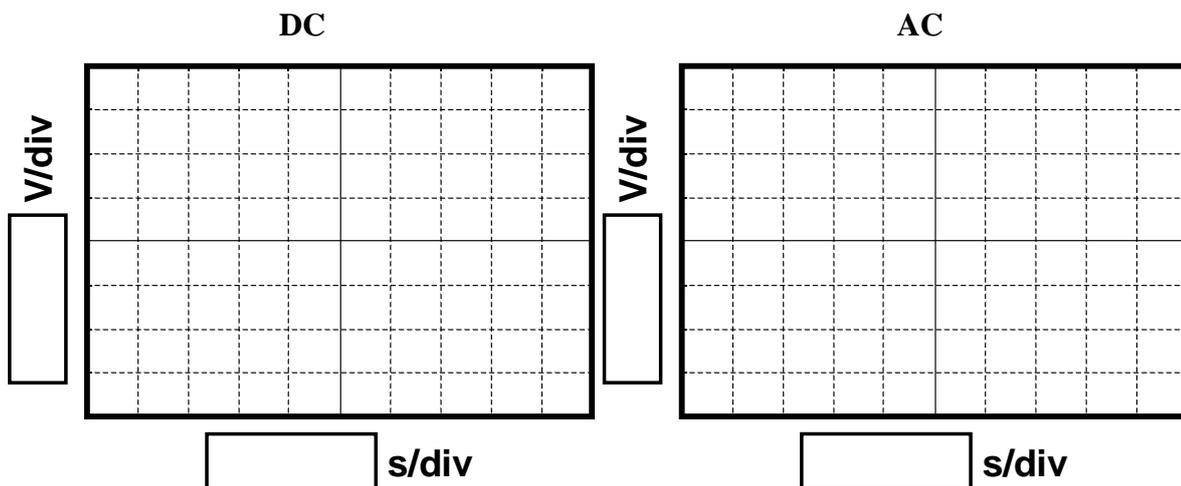
Cálculo do ganho de tensão do amplificador :

$$V_{pp, \text{saída}} =$$

$$V_{pp, \text{entrada}} =$$

$$G_v =$$

Acoplamentos DC e AC – Desenhe nos diagramas abaixo as telas que você observou ao medir a tensão no coletor do transistor com osciloscópio em acoplamento DC e AC. Indique para cada caso os valores do fator de deflexão ( V/div ) e da taxa de varredura ( s/div ). Mostre também a posição da referência de tensão!



Acoplamento DC :  $V_{\text{máximo}} =$

$V_{\text{mínimo}} =$

$V_{\text{médio}} =$

Acoplamento AC :  $V_{\text{máximo}} =$

$V_{\text{mínimo}} =$

$V_{\text{médio}} =$

### Cuidado com o terra:

O que você observou ao tentar medir ( $-V_{ent}$ ) colocando o terra do osciloscópio no nó 1 do circuito da Figura 4. Explique.

**3. Tensão eficaz** (não se esqueça de voltar o controle de amplitude do gerador de funções para a posição central).

Tensão eficaz em  $R_{sai}$  :  $V_{R_{sai}, ef} =$  ( multímetro )

Tensão de pico em  $R_{sai}$  :  $V_{R_{sai}, p} =$  ( osciloscópio )

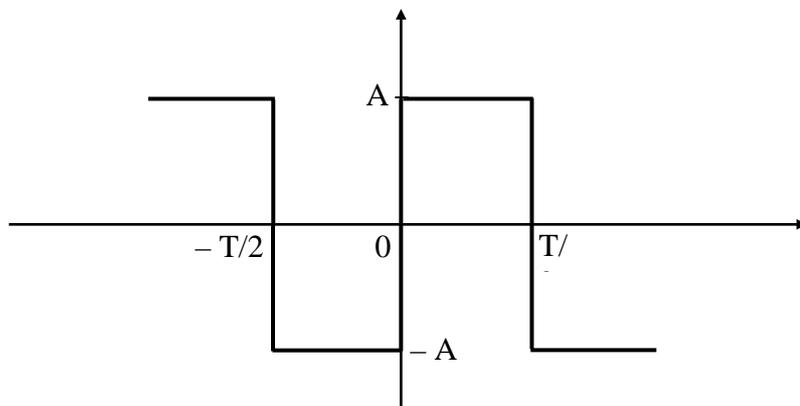
Razão entre as tensões:  $\frac{V_p}{V_{ef}} =$

Para entender melhor o que está acontecendo, calcule o valor eficaz de um sinal senoidal com frequência  $f$ , em função da amplitude  $A$

$$v(t) = A \cos ( 2\pi f t )$$

Use o resultado acima para comparar os valores anteriormente medidos de  $V_p$  ( osciloscópio ) e  $V_{ef}$  ( multímetro ). Calcule a razão  $V_p / V_{ef}$  para ondas senoidais.

É importante observar que a relação entre o valor eficaz e a amplitude ( $V_p$ ) varia conforme a forma da onda. Verifique este fato calculando a relação entre  $V_p$  e  $V_{ef}$  para onda quadrada da Figura 10.



**Figura 10** – Onda Quadrada

- **Opcional:** Calcule a relação entre  $V_p$  e  $V_{ef}$  para uma onda triangular simétrica com valor médio nulo.

#### 4. Efeito Joule em AC

Tensão medida no secundário do transformador ( com o circuito desligado ) :  $V =$

Temperatura antes do início das medidas  $T_{\text{inicial}} =$

Tabela de temperaturas :

Tempo ( minutos )	Temperatura ( °C )	Alimentação	Tempo ( minutos )	Temperatura ( °C )	Alimentação
0,0	-----	ligada	11,0		ligada
1,0		ligada	12,0		ligada
2,0		ligada	13,0		ligada – desligar após a medida
3,0		ligada	14,0		desligada
4,0		ligada	15,0		desligada
5,0		ligada	16,0		desligada
6,0		ligada	17,0		desligada
7,0		ligada	18,0		desligada
8,0		ligada	19,0		desligada
9,0		ligada	20,0		desligada
10,0		ligada	21,0		desligada

**Tabela 2** – Aquecimento do Cilindro com Corrente Senoidal

Não se esqueça de anotar a tensão no resistor **depois** de ligado o circuito:

$V_{\text{resistor}} =$

- Por que é necessário fazer esta medida de tensão com a carga conectada?

Calcule agora a potência transferida do resistor para o ar e para o cilindro: **Anexe** o novo gráfico Temperatura ( °C ) x tempo ( s ), e indique no espaço abaixo os cálculos da quantidade de calor absorvida pelo cilindro, da quantidade de calor perdida para o ar, e da potência fornecida pelo resistor.

Cálculo de  $\alpha_{\text{sub}}$  :

$$\alpha_{\text{sub}} =$$

$$\sigma_{\alpha_{\text{sub}}} =$$

Quantidade de calor absorvida pelo alumínio:

$$W_{\text{al}} = m \cdot C_{\text{Al}} \cdot \alpha_{\text{sub}} \cdot \Delta t_{\text{sub}} =$$

Cálculo de  $\alpha_{\text{desc}}$  :

$$\alpha_{\text{desc}} =$$

$$\sigma_{\alpha_{\text{desc}}} =$$

Quantidade de calor perdida para o ar **durante o aquecimento** :

$$W_{\text{ar}} = -m \cdot C_{\text{Al}} \cdot \alpha_{\text{desc}} \cdot \Delta t_{\text{sub}}$$

$$W_{\text{Total}} = W_{\text{ar}} + W_{\text{Al}} =$$

$$P_{\text{resistor}} = \frac{V_{\text{ef}}^2}{R} =$$

$$\text{erro percentual} =$$

Finalmente, preencha a tabela 3 com um resumo dos resultados:

	Parte 1 – DC	Parte 2 – AC
$P_{\text{resistor}} = \text{potência dissipada no resistor ( W )}$		
$W_{\text{Al}} = \text{Quantidade de calor absorvida pelo cilindro ( J )}$		
$W_{\text{ar}} = \text{Quantidade de calor transferida para o ar ( J )}$		
$P_{\text{Média}} = \frac{W_{\text{Al}} + W_{\text{ar}}}{\Delta t_{\text{subida}}} \text{ ( W )}$		
$\text{Erro} = 100. \left( \frac{P_{\text{Média}} - P_{\text{resistor}}}{P_{\text{resistor}}} \right) \text{ ( \% )}$		

**Tabela 3** – Resumo dos Resultados

- ♦ O efeito Joule foi observado nesta experiência? Como?
  
- ♦ Qual foi a diferença observada na senóide visualizada com os acoplamentos AC e DC do osciloscópio ?
  
- ♦ Nesta experiência usamos uma tensão DC= 26V e AC~26V. Qual sua conclusão sobre o significado do valor eficaz de um sinal AC ?