

Gabarito (v1.2)

**Q1 - Introdução aos Componentes Eletrônicos Clássicos (12 pontos)**<sup>1</sup>**Parte A - Resistores misteriosos (5,0 pontos)**

<b>A.1</b>	Meça a tensão entre os terminais da bateria fornecida.	0,5pt
<b>A.2</b>	Fazendo uso do multímetro fornecido, realize a medição direta do valor da resistência elétrica para os 5 resistores fornecidos com os valores ocultados por uma fita isolante. Apresente os resultados em uma sequência crescente.	1,0pt
<b>A.3</b>	Com o circuito montado, complete a Tabela ?? com os valores medidos e utilizando a Equação (??). Transcreva a tabela obtida para o caderno de respostas.	2,0pt
<b>A.4</b>	Descreva o procedimento realizado para determinar a incerteza na medição da resistência no Problema A.2 e no Problema A.3. Qual dos dois procedimentos forneceu uma medição com maior precisão e por quê?	1,5pt

**Parte B - Tempo de descarga de capacitores (7 pontos)**

<b>B.1</b>	Explique o comportamento do circuito 1) antes de pressionar o botão; 2) durante o pressionamento do botão e; 3) após liberar o botão.	1,0pt
<b>B.2</b>	Calcule o tempo teórico para a queda de tensão no capacitor pela metade de sua tensão inicial. Apresente os cálculos na folha de resposta em função das variáveis $V$ , $C$ , $R$ (tensão, capacitância e resistência respectivamente) e fatores numéricos.	1,5pt
<b>B.3</b>	Com o capacitor inicialmente carregado, meça a tensão entre seus terminais. Utilizando o controle de tempo fornecido para a prova, determine em quanto tempo a tensão no capacitor cai pela metade. Refaça as medições agora sem a presença do LED no circuito. Compare os valores obtidos com o valor teórico do tempo de descarga do circuito RC da malha direita da Figura ?. Qual das duas situações forneceu uma medição mais fiel ao esperado pela teoria? Qual é a influência que a adição do LED tem na medição do tempo de descarga? O valor da resistência escolhida deve ser indicado no caderno de respostas.	2,5pt
<b>B.4</b>	Qual é o valor da resistência interna do multímetro? Descreva os procedimentos adotados. Não é necessário fornecer um valor para a incerteza da estimativa.	2,0pt

<sup>1</sup>Autoria de Prof. Dr. Leandro Cristante de Oliveira (UNESP – IBILCE) e Matheus Farias (Ph.D. em Harvard '26)

**Gabarito A.1:**

**RESPOSTA:** Entre 9.00V e 9.98V .

**Critérios de avaliação:**

0.25 pt por um valor adequado.

0.25 pt pela unidade.

**Gabarito A.2:**

A.1) Por desconhecer os valores dos resistores, o participante deve utilizar a função “ohmímetro” representado pelo grupo  $\Omega$  do multímetro TDZZ modelo DT803D. Assim, deve-se partir do fundo de escala em  $2000K\Omega$  até alcançar a escala ideal, que no caso é a que fornece a medida mais precisa sem estouro da escala (mostrador em “1 .”).

Na prática em questão, foram utilizados resistores de  $1/4w$  com precisão de 5% (resistores de 4 faixas sendo a última dourada). Cabe ressaltar os fabricantes exploram ao máximo essa imprecisão, não sendo atípicos valores no limite (constatação experimental). Todavia, o participante desconhece essa informação por ter o resistor coberto, então deve realizar um conjunto de medidas, buscando a incerteza estatística, comparando-a com o erro indicado pelo equipamento, do qual está destacado no recorte abaixo.

**RESISTÊNCIA**

Faixa	Resolução	Precisão
200 $\Omega$	100m $\Omega$	$\pm 1.0\%$ leitura + 10D)
2000 $\Omega$	1 $\Omega$	$\pm (1.0\%$ leitura + 4D)
20K $\Omega$	10 $\Omega$	
200K $\Omega$	100 $\Omega$	
2000K $\Omega$	1K $\Omega$	

MÁXIMA VOLTAGEM DO CIRCUITO ABERTO: 3.2V

PROTEÇÃO DE SOBRECARGA: 15 segundos máximo 220 Vrms.

Página 2

onde a especificação de precisão é dada por:  $\pm a\% + b$  dígitos.

Seguem valores de uma aquisição de dados:

**Resistor** 470 $\Omega$  (Escala do multímetro em 2000)

Segurando os componentes na mão (impurezas e fugas): 463 $\Omega$ , 463 $\Omega$ , 463 $\Omega$ , 463 $\Omega$ , 463 $\Omega$ .

Fixando os componentes no protoboard: 463 $\Omega$ , 463 $\Omega$ , 463 $\Omega$ , 463 $\Omega$ , 463 $\Omega$ .

**Resistor** 1200 $\Omega$  (Escala do multímetro em 2000)

Mão: 1212 $\Omega$ , 1213 $\Omega$ , 1213 $\Omega$ , 1212 $\Omega$ , 1213 $\Omega$ .

Fixo: 1214 $\Omega$ , 1214 $\Omega$ , 1214 $\Omega$ , 1214 $\Omega$ , 1214 $\Omega$ .

**Resistor** 1500 $\Omega$  (Escala do multímetro em 2000)

Mão: 1472 $\Omega$ , 1473 $\Omega$ , 1473 $\Omega$ , 1473 $\Omega$ , 1472 $\Omega$ .

Fixo: 1476 $\Omega$ , 1476 $\Omega$ , 1476 $\Omega$ , 1476 $\Omega$ , 1476 $\Omega$ .

**Resistor** 2200 $\Omega$  (Escala do multímetro em 20k)

Mão: 2.16k $\Omega$ , 2.16k $\Omega$ , 2.16k $\Omega$ , 2.16k $\Omega$ , 2.16k $\Omega$ .

Fixo: 2.17k $\Omega$ , 2.17k $\Omega$ , 2.17k $\Omega$ , 2.17k $\Omega$ , 2.17k $\Omega$ .

**Resistor** 5600 $\Omega$  (Escala do multímetro em 20k)

Mão: 5.53k $\Omega$ , 5.52k $\Omega$ , 5.55k $\Omega$ , 5.55k $\Omega$ , 5.52k $\Omega$ .

Fixo: 5.58k $\Omega$ , 5.58k $\Omega$ , 5.58k $\Omega$ , 5.58k $\Omega$ , 5.58k $\Omega$ .

Nota-se que o ideal é que a medida seja realizada sem toque do corpo nos terminais, todavia sem esse cuidado ainda estamos dentro do erro do fabricante. Todavia, em nenhum caso é excedida a imprecisão intrínseca do instrumento.

**RESPOSTA:**  $(R_{470\Omega} \pm 4.7) \Omega$ ,  $(R_{1200\Omega} \pm 12) \Omega$ ,  $(R_{1500\Omega} \pm 15) \Omega$ ,  $(R_{2200\Omega} \pm 22) \Omega$ ,  $(R_{5600\Omega} \pm 60) \Omega$

Sendo os intervalos aceitáveis:

$R_{470\Omega}$  entre (447 e 493)  $\Omega$

$R_{1200\Omega}$  entre (1140 e 1260)  $\Omega$

$R_{1500\Omega}$  entre (1425 e 1575)  $\Omega$

$R_{2200\Omega}$  entre (2090 e 2310)  $\Omega$

$R_{5600\Omega}$  entre (5320 e 5880)  $\Omega$

**Critérios de avaliação:**

Resultados dentro dos valores indicados = 0.1 pt para cada resistor

Resposta final com unidade e incerteza corretos = 0.1 pt para cada resistor

**Gabarito A.3:**

Baterias como as fornecidas no kit experimental, quando novas e dependendo da marca/modelo, podem apresentar tensões superiores a  $9V$ . Assim, o participante deve ter o cuidado de medir a tensão da pilha utilizando o sistema em funcionamento (carga) – ou tensão sobre o resistor. Vale salientar ainda que, multímetros digitais podem apresentar leituras incorretas se a medida for realizada diretamente na bateria, em uma carga imposta, o que não ocorre para multímetros analógicos devido ao trabalho para deslocamento do ponteiro.

Para a aquisição de dados de referência, foi empregada uma bateria nova (marca e modelos omitidos) onde foi medida a tensão de  $9.98V$ . Abaixo é apresentada a tabela solicitada considerando o valor medido da tensão ( $9.98V \approx 10V$ ) e um valor assumido a tensão nominal ( $9V$ ):

Resistor misterioso	I (mA)	$R(10V \pm 0.08)$ ( $\Omega$ )	$R(9V)$ ( $\Omega$ )
$R_1 = 470\Omega$	$21.30 \pm 0.40$	$(469 \pm 10)$	<b>422</b>
$R_2 = 1200\Omega$	$8.20 \pm 0.16$	$(1219 \pm 31)$	<b>1097</b>
$R_3 = 1500\Omega$	$6.60 \pm 0.13$	$(1515 \pm 26)$	<b>1363</b>
$R_4 = 2200\Omega$	$4.60 \pm 0.09$	$(2173 \pm 50)$	<b>1956</b>
$R_5 = 5600\Omega$	$1.70 \pm 0.04$	$(55882 \pm 150)$	<b>5294</b>

OBS:

[1] Erro estatístico menor que o erro intrínseco do equipamento de medida, assim utilizando o erro do equipamento de medida.

[2] **Todos os valores estão fora do erro do fabricante.**

Para o cálculo dos valores das resistências foi empregado a expressão:

$$V = R I \Rightarrow R = \frac{V}{I}$$

Para a propagação do erro foi empregado o erro do multímetro. Para a medida da tensão na escala escolhida  $\pm 0.8\%$  e para a corrente elétrica, também na escala escolhida,  $\pm 2\%$ . Assim,

$$\sigma_R^2 = \left(\frac{\partial R}{\partial V}\right)^2 \sigma_V^2 + \left(\frac{\partial R}{\partial I}\right)^2 \sigma_I^2$$

$$\sigma_R = \sqrt{\left(\frac{1}{I}\right)^2 \sigma_V^2 + \left(\frac{-V}{I^2}\right)^2 \sigma_I^2}$$

Ainda, tipicamente na III fase da OBF é fornecida a expressão:

$$w = a \left(\frac{x}{y}\right) : \left(\frac{\sigma_w}{w}\right)^2 = \left(\frac{\sigma_x}{x}\right)^2 + \left(\frac{\sigma_y}{y}\right)^2$$

encontrada na apostila *Tabanicks, Manfredo H.; "Conceitos Básicos da Teoria de Erros", revisão 2009 (AAQ)*, e com similar efeito.

**Critérios de avaliação:**

Medidas de corrente = 0.1 pt para cada resistor

Resultados obtidos pela lei de Ohm = 0.1 pt para cada resistor

Propagação de erros adequada = 0.2 pt para cada resistor

**Penalidade:**

Não usar valor medido para a tensão da bateria: -1pt.

Não colocar unidades: -1pt.

**Gabarito A.4:**

A.3) No procedimento A.1, a incerteza é determinada pelo menor valor possível de leitura do multímetro, uma vez que este instrumento é digital. No procedimento A.2, a incerteza da tensão e da corrente é, novamente, dada pelo menor valor possível de leitura do multímetro. Depois, faz-se uma propagação de erro pela lei de Ohm para se determinar a incerteza da resistência. É esperado que o segundo procedimento forneça maior erro pois tem-se duas fontes de incerteza, enquanto o primeiro procedimento possui apenas uma fonte.

Comparando os valores:

Resistor misterioso	Resistência A.2 ( $\Omega$ )	Resistência A.3 ( $\Omega$ )
$R_1 = 470\Omega$	$(463 \pm 5)$	$(469 \pm 10)$
$R_2 = 1200\Omega$	$(1214 \pm 12)$	$(1219 \pm 31)$
$R_3 = 1500\Omega$	$(1476 \pm 15)$	$(1515 \pm 26)$
$R_4 = 2200\Omega$	$(2170 \pm 22)$	$(2173 \pm 50)$
$R_5 = 5600\Omega$	$(5580 \pm 56)$	$(55882 \pm 150)$

Constata-se o argumento proposto.

**Critérios de avaliação:**

Conclusão adequada: 1.5 pontos

**Gabarito B.1:**

B.1)

- 1) Antes de pressionar o botão, a malha esquerda está aberta, e temos apenas o circuito RC da malha direita. Como o capacitor inicialmente está descarregado, o LED não brilha.
- 2) Durante o pressionamento do botão, a malha da esquerda está fechada, então a fonte carrega o capacitor. Durante esse carregamento, a corrente também flui no LED, portanto, o LED acenderá.
- 3) Ao liberar o botão, o circuito resultante será apenas o RC da malha direita com o capacitor inicialmente carregado. Dito isso, o capacitor será descarregado em um tempo que depende da resistência e da capacitância do circuito. Enquanto o capacitor é descarregado, o LED diminui o brilho até apagar.

**Critérios de avaliação:**

Consideração correta: 0.34 pt por item, com máximo em 1.0.

OBS: Qualquer resistor funcionará pois o cálculo resultará na necessidade de uma resistência de  $330\Omega$  para não queimar o LED, mas o mínimo mais indicado é o de  $470\Omega$ . Aqui, há necessidade de cuidados caso alguém opte por usar o potenciômetro para não queimar o LED ou o potenciômetro ( $R = 0\Omega$ , com estouro da corrente).

**Gabarito B.2:**

B.2) Utilizando da leis de circuito de Kirchoff na malha direita, tem-se

$$-V_c(t) - R_{eq}C \frac{dV_c(t)}{dt} = 0, \quad (1)$$

onde  $V_c(t)$  é a tensão nos terminais do capacitor no instante  $t$ ,  $R_{eq}$  é a resistência equivalente do circuito (que leva em consideração não só o resistor  $R_7$  mas a resistência dos outros componentes como o LED), e  $C = 1000 \mu\text{F}$  é a capacitância do capacitor eletrolítico.

Assumindo que o capacitor inicialmente está carregado ( $V_c(0) = V_s$ ), a solução para essa equação diferencial nos retorna

$$V_c(t) = V_s e^{-\frac{t}{R_{eq}C}}. \quad (2)$$

Para calcular o tempo em que o capacitor leva para diminuir sua tensão pela metade, façamos  $V_c(t) = V_s/2$  na Equação (2). Com isso, encontramos:

$$t = R_{eq}C \ln 2. \quad (3)$$

Com isso, quanto maior o número de componentes adicionados no circuito, maior será o desvio do valor esperado para o tempo de descarga, uma vez que a resistência equivalente do circuito será maior.

É esperado que a adição do LED acarrete um tempo maior de descarga.

**Crítérios de avaliação:**

Apresentar a equação 1 = 0.5 pt

Apresentar a equação 2 = 0.5 pt

Resposta final (equação 3) = 0.5 pt

**Gabarito B.3:**

B.3) Considerando um resistor de  $5500\Omega$  com LED e sem LED temos:

Resistor	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Medida 4	Média	Desvio padrão
5k6 (com LED)	6.43s	6.5s	6.41s	6.24s	<b>6.395s</b>	<b>0.05515s</b>
5k6 (sem LED)	4.6s	4.7s	4.7s	4.9s	<b>4.725s</b>	<b>0.062915s</b>

Valor teórico:  $t = R_{eq}C \ln 2 = 5540 \times 0.001 \times \ln 2 = 3.84s$

**RESPOSTA:**

1) Na medida sem o LED.

2) A adição do LED causa um aumento na resistência equivalente, assim por consequência ocorre um aumento em  $t$ .

**Crítérios de avaliação:**

Cálculo do tempo com o LED = 1pt

Cálculo do tempo sem o LED = 1pt

Discussão dos resultados = 0.5pt

Cálculo adequado com tolerância de 15% (10% de erro do capacitor e 5% de tolerância do resistor.) = 1,0 pt

Pergunta corretamente respondida = 1,0 pt por pergunta

**Gabarito B.4:**

B.4) Valores obtidos:  $t(s) = 178s$ ,

$C(F) = 0.000047 F$ ,

$\tau(s) = 257,9710145$  e assim  $R (\Omega) = 0,549 M\Omega$

**RESPOSTA:** Resistência interna do multímetro em torno de 0.5M.

**Critérios de avaliação:**

Valor da resistência com tolerância de 15% = 1.5 pt

Descrição do procedimento = 0.5 pt

**Q2 - Semicondutores dopados e a tensão de ruptura (8 pontos)**<sup>2</sup>**Parte A - Oscilador de base flutuante (8 pontos)**

**A.1** Utilizando o cronômetro e o esquema do circuito apresentado da Figura ??, complete a Tabela ?? anotando os valores de resistência ajustados no potenciômetro ou utilizando os resistores disponibilizados (com seu código de cores ocultados ou não) na coluna indicada para  $R_7$ . Os valores característicos da resistência para que o LED comece a piscar devem estar entre  $1\text{k}\Omega$  e  $6\text{k}\Omega$ . Ao final, transcreva a tabela obtida para o caderno de respostas. 2,0pt

**A.2** Obtenha os coeficientes  $a$  e  $b$  e suas incertezas para o ajuste da equação: 3,0pt

$$t = aRC + b \quad (1)$$

onde  $R$  é o valor da resistência ajustada no potenciômetro em Ohms,  $C$  a capacitância do capacitor em Farads e  $t$  o tempo medido em segundos.

Descreva o método utilizado e apresente os cálculos no caderno de respostas.  
*Dica: Se necessário utilize as expressões do Anexo II.*

**A.3** Estime o fator de queda de tensão no capacitor em cada ciclo,  $V_{min}/V_{max}$ , apresentando os cálculos. Não é necessário fornecer um valor para a incerteza da estimativa. 3,0pt

<sup>2</sup>Autoria de Prof. Dr. Leandro Cristante de Oliveira (UNESP – IBILCE) e Matheus Farias (Ph.D. em Harvard '26)



**Gabarito A.1:**

A.1)

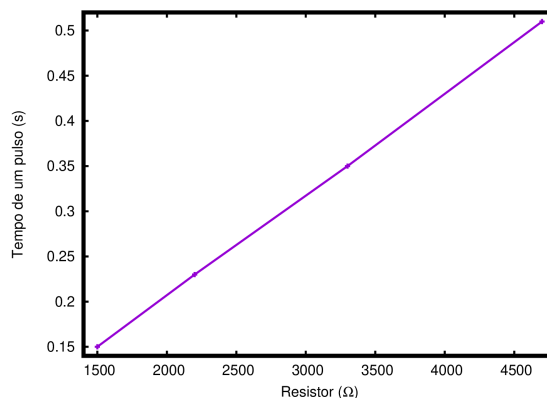
Medida	Resistor $R_7$ ( $\Omega$ )	Tempo para 1 piscada (s)	Piscadas em 1 min
1	1500	0.15	195
2	2200	0.23	130
3	3300	0.35	87
4	4700	0.51	59

Como ilustração: O ajuste da reta  $y = ax + b$  resulta em:

$$a = 0.000112185 \pm 7.648 \times 10^{-07} \text{ (0.6817\%)}$$

$$b = -0.0181402 \pm 0.002421 \text{ (13.34\%)}$$

e o gráfico de resistor vs. tempo.


**Critérios de avaliação:**

Apresentação da tabela: 0.5 pontos por linha da tabela (que segue uma relação linear)

Obs: Esses valores são fortemente dependentes da carga da bateria, ocorrendo a ruptura em 8.5V (início das piscadas), e piscando cada vez mais rápido com o aumento da tensão na bateria. Todavia, nos ensaios utilizando diferentes tensões (baterias velhas e novas) a relação linear (com pontos muito bem alinhados) foi mantida.

**Penalidades:**

Não apresentou variação relevante dos valores de resistência. -1pt

Não é possível observar proporcionalidade entre R e t. -2pt

**Gabarito A.2:**

A.2)

Empregando as expressões propostas:

$$t = aRC + b \quad (2)$$

obtemos:

$$a = 0.238691 \pm 0.001627(0.6817\%)$$

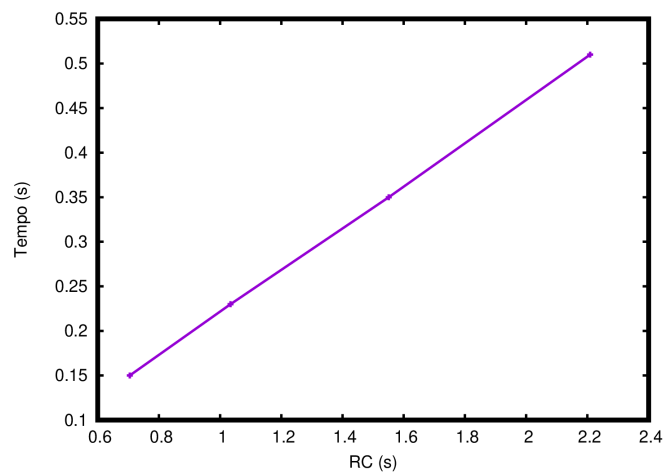
$$b = -0.0181402 \pm 0.002421(13.34\%)$$

**RESPOSTA:**

$$a = 0.238 \pm 0.002$$

$$b = -0.018 \pm 0.002$$

Gráfico ilustrativo:


**Critérios de avaliação:**

Cálculo correto: 0.5 pt por estimador (sendo eles  $a$ ,  $b$ ,  $\Delta a$  e  $\Delta b$ )

Apresentação adequada da resposta considerando o algarismo significativo: 0.5 pt por estimador ( $a \pm \Delta a$  e  $b \pm \Delta b$ )

**Gabarito A.3:**

A.3) **Solução 1:** Considerando que o descarregamento no capacitor é instantâneo, temos que o tempo de carga do capacitor pode ser dado pela expressão:

$$V_c(t) = V_0(1 - e^{-t/RC})$$

Porém, é importante lembrar que no estudo em questão, o capacitor não parte de  $V_0 = 0$ , assim a expressão torna-se:

$$V_c(t) = V_0 + (V_{bat} - V_0)(1 - e^{-t/RC}) \quad (3)$$

Utilizando a tensão de ruptura fornecida no enunciado (8.5V), assumindo como  $f$  o fator de queda e tomando um ponto na reta, por exemplo aqui (1.25;0.28):

$$8.5 = f8.5 + (9.98 - f8.5)(1 - e^{-0.28/1.25})$$

$$f = 0.95$$

**Critérios de avaliação:**

Apresentação da equação 3: 1.5 pt

Resultado entre 0.83 e 0.97: 1.5 pt

**Solução 2:** É possível ajustar a resistência para obter um período razoavelmente elevado. Assim, a tensão elétrica instantânea do capacitor pode ser acompanhada pelo multímetro em função de voltímetro.

Ensaio com dois transistores diferentes:

$$f_1 = 8.52/9.03 = 0.94$$

$$f_2 = 9.17/9.57 = 0.96$$

**Critérios de avaliação:**

Apresentação do método utilizado: 1.5 pt

Valor obtido dentro da faixa aceita: 1.5 pt

**Q3 - O transistor bipolar de junção (20 pontos) <sup>3</sup>****Parte A - Transistor bipolar como amplificador de sinais (13 pontos)**

<b>A.1</b>	Varie o valor da resistência $R_7$ e meça: $I_C$ , $I_B$ , $V_{CE}$ e $V_{BE}$ . Apresente uma tabela com os valores adotados para $R_7$ e os respectivos valores medidos em cada situação. <b>Dica:</b> Você pode controlar o valor de $R_7$ com diferentes resistores, suas respectivas associações ou com o potenciômetro.	4,0pt
<b>A.2</b>	Determine o valor do fator de ganho de amplificação ( $\beta$ ). Detalhe o método utilizado no caderno de respostas. A expressão da incerteza do resultado não é necessária.	2,0pt
<b>A.3</b>	Faça um gráfico em papel milimetrado utilizando $I_C$ no eixo das abcissas, $V_{CE}$ em um eixo das ordenadas à esquerda e $V_{BE}$ em um eixo das ordenadas à direita. (Obs: 2 eixos de ordenadas no mesmo gráfico e um eixo de abcissas).	3,0pt
<b>A.4</b>	Refaça o gráfico de $I_C$ vs $V_{BE}$ em papel monolog.	2,0pt
<b>A.5</b>	Refaça o gráfico de $I_C$ vs $V_{BE}$ em papel dilog.	2,0pt

**Parte B - Condutividade elétrica de soluções (7 pontos)**

<b>B.1</b>	Fazendo uso do condutivímetro construído, calcule a corrente elétrica média conduzida entre os terminais inseridos nos furos do espaçador e espaçados por 1cm para a água mineral fornecida. Calcule ainda a imprecisão experimental da medida. No caderno de resposta, indique os dados obtidos e o tratamento estatístico na forma de cálculos.	2,0pt
<b>B.2</b>	Apresente o valor da corrente elétrica através da água com açúcar e forneça a incerteza associada.	1,5pt
<b>B.3</b>	Apresente o valor da corrente elétrica através da água+açúcar+sal e forneça a incerteza associada.	1,5pt
<b>B.4</b>	O equipamento apresentado é válido para aferir a pureza da água em ambas as situações? Justifique a sua resposta.	2,0pt

<sup>3</sup>Autoria de Prof. Dr. Leandro Cristante de Oliveira (UNESP – IBILCE) e Matheus Farias (Ph.D. em Harvard '26)

**Gabarito A.1:**

A.1) Aqui, é esperado que o participante constate que a medida da tensão é muito mais rápida que a medida da corrente. No caso, o valor do resistor pode ser medido utilizando o multímetro, assim pela Lei de Ohm é possível obter o cálculo da corrente elétrica.

Também, a troca do resistor é muito mais rápido que o ajuste do potenciômetro, assim convém utilizar o potenciômetro em pontos que exijam um ajuste fino que fuja dos valores de resistência fornecidos.

Conforme solicitado, segue a tabela:

Rc(Ohms)	Ic(mA)	Ib(uA)	Vce(V)	Vbe(V)
3.3	15.3	40.4	0.67	0.67
10	15.4	41.5	0.56	0.58
50	14.8	40.2	0.68	0.68
252	15.5	42.0	0.515	0.681
504	15.5	42.0	0.52	0.67
1001	15.7	42.0	0.52	0.68
107300	10	26	3.33	0.65
189000	7.85	20.3	4.45	0.65
313000	5.93	15.3	5.36	0.64
521000	4.19	10.8	6.24	0.63
685000	3.38	8.9	6.67	0.62
794000	3.00	7.8	6.85	0.62
990000	2.50	6.5	7.07	0.62
1226000	2.05	5.3	7.25	0.62
1505000	1.71	4.4	7.41	0.61

**Critérios de avaliação:**

Apresentação da tabela = 0,5 pt por medida com máximo em 4 pt.

**Critérios de avaliação:**

Falta de unidades na tabela: -1 pt.

$V_{BE}$  fora do intervalo [0.5 V, 0.8 V]: -1.5pt.

Valores de  $R_2$  que não abrangem duas ordens de grandeza: metade da pontuação obtida.

**Gabarito A.2:**

A.2) Aqui existem várias formas de prover esse cálculo, pode ser utilizado o método gráfico (calculando a inclinação da reta geometricamente), via métodos de regressão linear (MMQ) ou pela média dos valores de  $I_B$  e  $I_C$ . Caso o participante queira construir um gráfico, será disponibilizado papel milimetrado para tal finalidade. Para ilustrar, apresentamos um gráfico de  $I_B$  vs  $I_C$ :

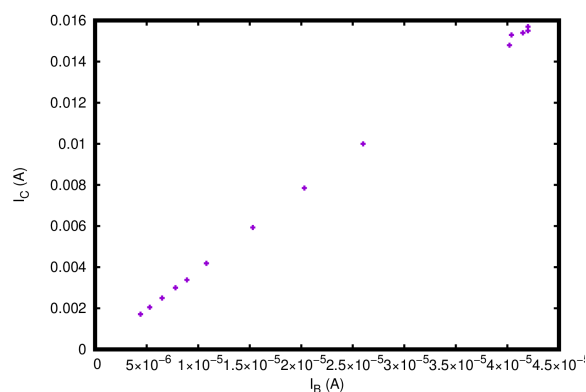


Figura ilustrativa

Nesse caso é possível calcular a inclinação da reta pelo método gráfico. Após os cálculos, obtem-se:

$$hfe = \beta = 368.395 \pm 2.461 \quad (0.6679\%)$$

**RESPOSTA:**  $\beta = hfe = 368.4 \pm 2.5$  .

**Critérios de avaliação:**

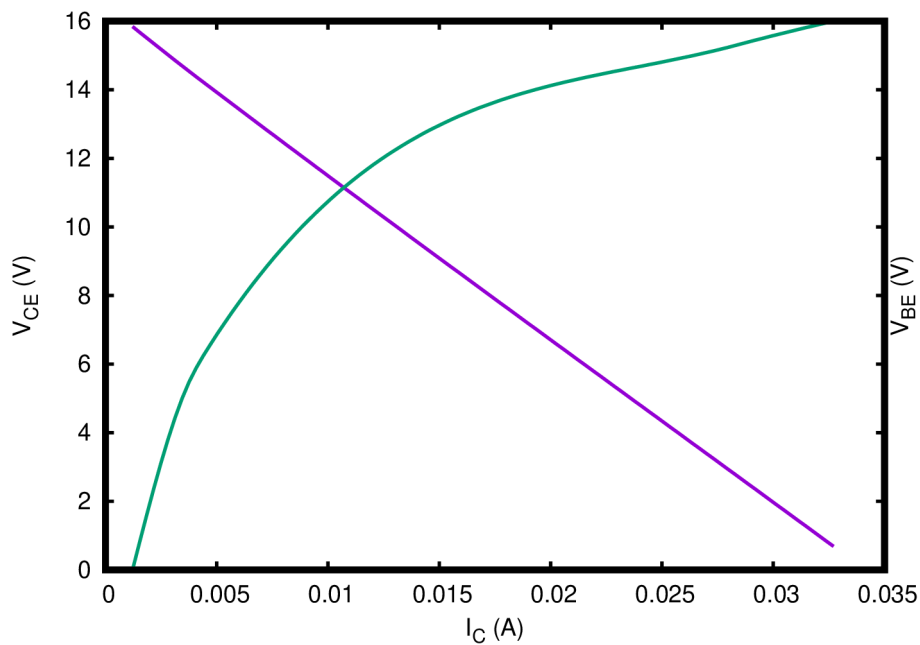
Encontrar  $\beta$  entre 280 e 410 = 2.0 pt (Valores calculados com BC337/25 durante a elaboração da prova)  
 Erro no uso das potências (valor correto com vírgula na casa errada) = -1.0 pt

**Penalidades:**

Usou uma única medida: -1,0pt

**Gabarito A.3:**

Abaixo é apresentado um esboço do comportamento esperado:

**Critérios de avaliação:**

Pontos corretamente inseridos no gráfico: 1.5 pt para cada curva.

**Penalidades:**

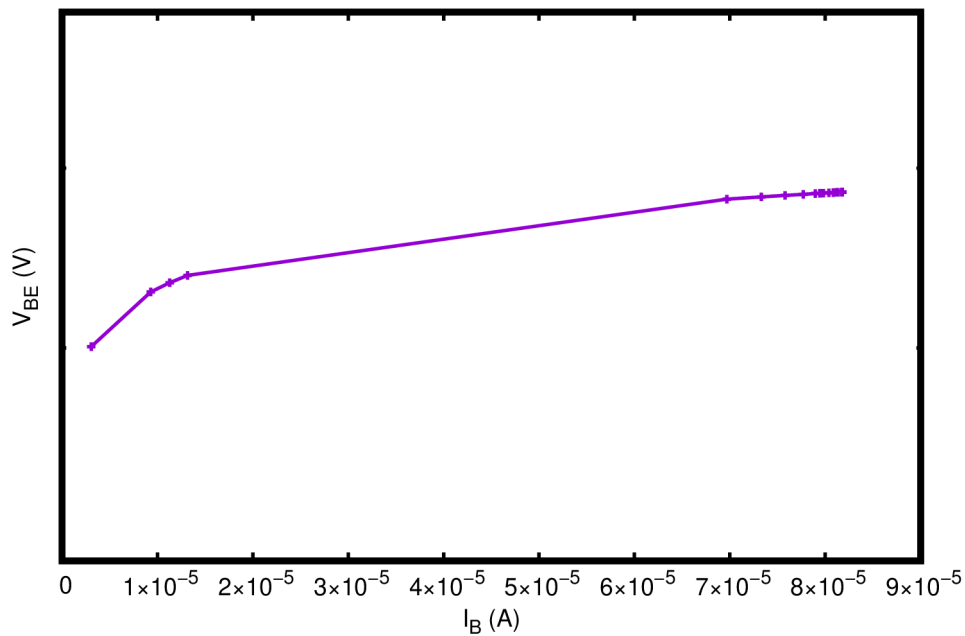
Falta de nome nos eixos = - 0.15 pt por eixo.

Falta de unidades nos eixos = -0.10 pt (exceto se já descontado item anterior).

Usou menos de 50% do gráfico = -0.20 pt .

**Gabarito A.4:**

Abaixo é apresentado um esboço do comportamento esperado:

**Critérios de avaliação:**

Pontos corretamente inseridos no gráfico: 1.0 pt.

Não obtenção de uma reta no papel monolog: 1.0 pt. (cobrir a região não linear)

**Penalidades:**

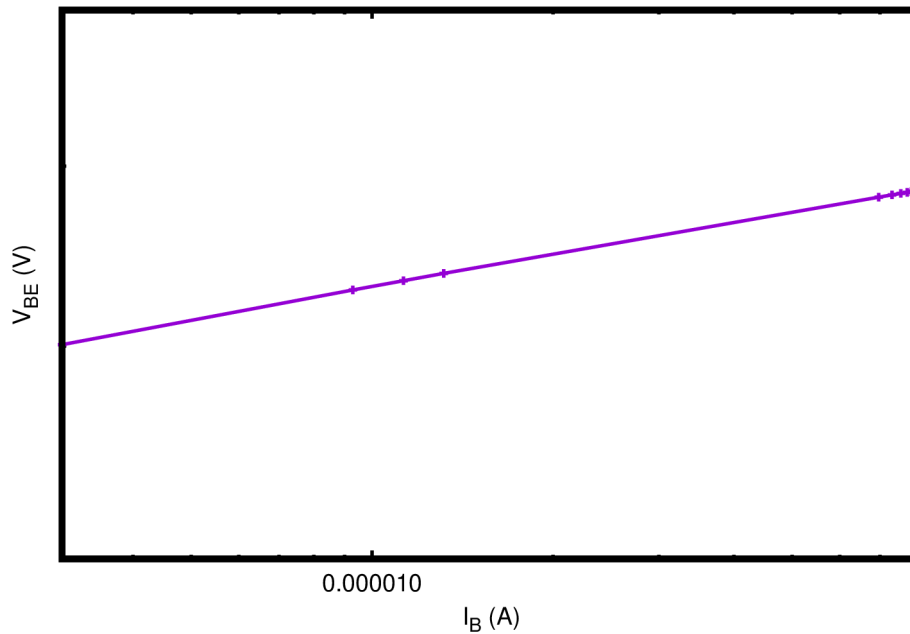
Falta de nome nos eixos = - 0.15 pt por eixo.

Falta de unidades nos eixos = -0.10 pt (exceto se já descontado item anterior).



**Gabarito A.5:**

Abaixo é apresentado um esboço do comportamento esperado:


**Critérios de avaliação:**

Pontos corretamente inseridos no gráfico: 1.0 pt

Obtenção da reta no papel dilog: 1.0 pt.

**Penalidades:**

Falta de nome nos eixos = - 0.15 pt por eixo.

Falta de unidades nos eixos = -0.10 pt (exceto se já descontado item anterior).

**Gabarito B.1:** Aqui, buscamos uma apreciação qualitativa da condutividade e isso se estenderá para todos os itens que seguem.

B.1) Referência:

Água Mineral Fresca (Pao de açúcar)

pH a 25C: 6.06

Condutividade a 25C: 154.3 uS/cm

Temperatura na sala 22C (ajustado no ar condicionado TCL)

Tabela:

Medida	I <sub>b</sub> (uA)	I <sub>c</sub> (mA)
1	29.3	11.05
2	31.3	11.71
3	31.6	11.61
4	30.3	11.3
5	29.5	11.45
6	28.4	11.4
7	29.9	11.75
8	29.1	11.05
9	30.5	10.81
10	29.1	10.85
Média	29.9	11.298
Desvio Padrão	1.023067284	0.344280248

RESPOSTA:  $I_b = (30.0 \pm 1) \text{ uA}$

**Crterios de avaliao:**

Cálculo das mdias: 1.0 pontos por item.

Cálculo da incerteza: 1.0 pontos por item.

**Penalidades:**

Realizao de uma nica medida: -1.5pt.

Ausncia de unidades: -0.5pt

**Gabarito B.2:**

B.2) Adicionado um sachê de açúcar cristal Guarani de 5g.

Tabela:

Medida	I <sub>b</sub> (uA)	I <sub>c</sub> (mA)
1	30	10.4
2	28.2	10.65
3	29.4	10.58
4	28.4	10.6
5	27.8	10.38
6	29.1	10.8
7	28.9	11.14
8	29	10.7
9	28.4	11.02
10	28	10.68
Média	28.72	10.695
Desvio Padrão	0.682804674	0.241626433

RESPOSTA:

Solução açúcar:  $I_b = (28.7 \pm 0.7)$  uA Água mineral:  $I_b = (30.0 \pm 1.0)$  uA

**Critérios de avaliação:**

Valor da corrente: 0.75 pt.

Valor da incerteza: 0.75 pt.

**Gabarito B.3:**

B.4) Adicionado um sachê de sal.

Tabela:

Medida	I <sub>b</sub> (uA)	I <sub>c</sub> (mA)
1	34	12.72
2	33.3	12.65
3	33.4	12.7
4	33.5	12.73
5	33.3	12.68
6	33.6	12.65
7	33.6	12.78
8	33	12.6
9	33.7	12.64
10	33.4	12.6
Média	33.48	12.675
Desvio Padrão	0.269979423	0.058166428

RESPOSTA:

Solução sal:  $I_b = (33.5 \pm 0.3)$  uA Água mineral:  $I_b = (30.0 \pm 1.0)$  uA

**Critérios de avaliação:**

Valor da corrente: 0.75 pt.

Valor da incerteza: 0.75 pt.

**Gabarito B.4:**

B.3) O condutivímetro mede a corrente elétrica que passa pelos terminais entre os espaçadores, assim é sensível a íons em solução.

No caso, o açúcar é uma molécula neutra (sacarose). Todavia, sua diluição em água permite uma melhor acomodação das moléculas de água, favorecendo a uma redução na corrente elétrica.

O sal libera íons em solução ( $Na^+$  e  $Cl^-$ ), assim o equipamento desenvolvido entende que há impurezas minerais.

**RESPOSTA:** O instrumento de medida construído não possibilita tal apreciação no caso do açúcar. A aplicação do equipamento é válida no caso da solução com sal.

**Critérios de avaliação:**

Consideração adequada no caso do açúcar: 1.0 pt

Consideração adequada no caso do sal: 1.0 pt

**Penalidade:**

Respostas sem justificativas não serão pontuadas.