

Experiência 3 – Metrologia Elétrica

Medidas com circuito Ponte de Wheatstone DC e AC

O aluno deverá entregar placa padrão com os circuitos montados, o kit montado não será devolvido.

- 1) Monte uma ponte de Wheatstone DC, utilizando-se uma década resistiva e dois resistores fixos, previamente medidos com um multímetro de bancada. Efetue a medição de pelo menos 10 valores de resistências desconhecidas R_x , indiretamente através do equilíbrio da ponte. As resistências a serem medidas devem estar distribuídas de forma a explorar os limites e meio da faixa de 1 ohm a 10 M ohm. Meça 3 vezes cada resistor utilizando a equação de equilíbrio da ponte $R_x = R_2 \cdot R_3 / R_1$

	R1 fixo Valor medido	R2 fixo Valor medido	R3 (década) Medição 1	R3 (década) Medição 2	R3 (década) Medição 3	Rx Valor nominal	Rx Medição 1	Rx Medição 2	Rx Medição 3
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									

Circuito Montado

- 2) Comente os resultados e sua repetibilidade. Explique as diferenças entre as medições com o multímetro e as medições indiretas com o circuito ponte. Qual sistema é melhor em termos de incerteza de medição;

3) Cite 3 importantes circuitos ponte AC, diferente das pontes Maxwell e Schering. Demonstre as equações de equilíbrio de cada uma delas.

Circuito Ponte _____	Equações de Equilíbrio
Circuito Ponte _____	Equações de Equilíbrio
Circuito Ponte _____	Equações de Equilíbrio

4) Pontes AC – Lista de materiais.

Resistores - 100 Ω ; 330 Ω ; 470 Ω ; 1k Ω ; 33k Ω ; 47k Ω .

Potenciômetro - 1k Ω ; 5k Ω .

Indutor - 330uH.

Capacitores (x3) – 10nF; 100nF.

As pontes AC são uma importante ferramenta utilizada pelos profissionais da eletrônica como em circuitos osciladores e comparadores. Seu equilíbrio é determinado quando a tensão medida entre os braços opostos é nula. Este ponto é determinante para calcular alguma impedância desconhecida ou a frequência de oscilação da ponte.

ORIENTAÇÕES

Para as Pontes AC apresentadas abaixo siga as orientações para a montagem. As pontes devem ser montadas em placas padrão e entregues quando da apresentação da experiência (não serão devolvidas):

1. Ligue o gerador de funções com onda senoidal, lembrando-se de desativar e zerar todos os botões (offset, duty, atenuação, etc) que não sejam da frequência e amplitude, verificando a onda no osciloscópio.
2. Ajuste a atenuação das pontas em 1x se houver e, da mesma forma, no menu de cada canal do osciloscópio configure a atenuação para 1x.
3. Regule a **frequência específica de cada experimento** e sua amplitude no equipamento.
4. Monte o circuito conforme ilustrado nas figuras, utilizando osciloscópio para as medições. Posicione as ondas no centro da tela do osciloscópio sobrepondo-as.
5. Os capacitores utilizados devem ser cerâmicos ou de poliéster.
6. Se necessário, para visualizar as ondas de forma mais eficiente, ajuste o menu 'ACQUIRE' para 4 médias e posicione o 'TRIGGER' na metade da onda, deixando-as estabilizadas.
7. Ative a função 'MATH' localizada entre os canais do osciloscópio e ajuste a operação para subtração (-) **verificando a onda resultante da subtração dos dois canais**. Para a ponte estar estável esta onda deverá ser a menor possível.
8. Ajuste no menu 'MEASURE' do osciloscópio as ondas pico a pico dos canais CH1, CH2 e MATH, observando o valor resultante para completar os exercícios.
9. Devido à margem de erro dos resistores, utilize ao menos um potenciômetro ajustando o valor especificado de forma aproximada e tornar a ponte o mais estável possível.
10. Para medir os valores dos potenciômetros é necessário desconectá-los do circuito.

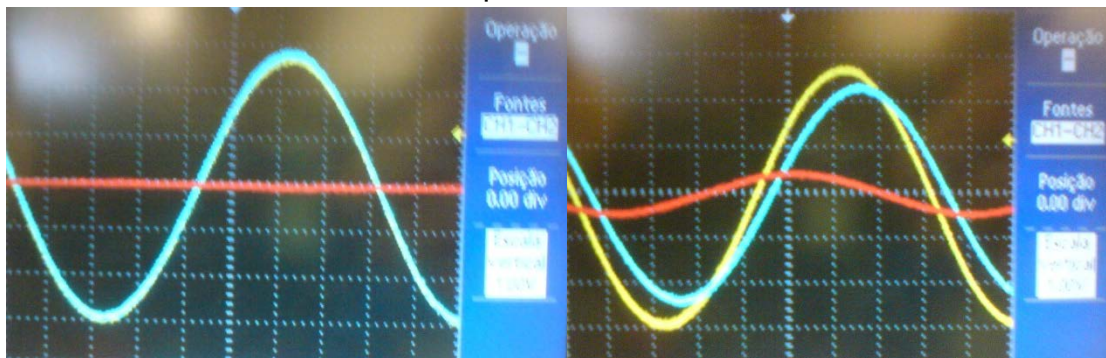
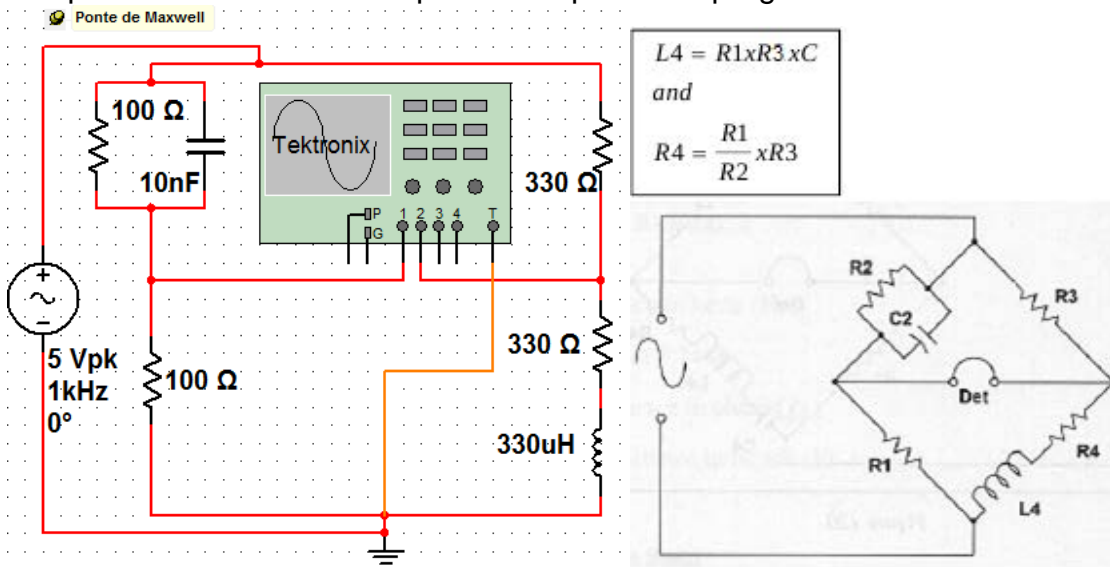


Figura 1 – Exemplo de gráficos de ponte estável (esq.) e instável (dir.).

• **Ponte de Maxwell**

Monte a Ponte de Maxwell apresentada abaixo, atentando para a frequência indicada, e utilize um potenciômetro de 1kΩ em R4, ajustando-o sempre que necessário para compensar as incertezas da ponte. Responda as perguntas:



a) Ajuste R4 para obter o menor valor de tensão pico a pico medido pelo 'MATH' do osciloscópio apresentando-o. $V_{math} = \underline{\hspace{2cm}}$ V.

b) Apresente o valor de R4 e justifique o equilíbrio e utilizando as equações de relação da ponte apresentadas. $R4 = \underline{\hspace{2cm}}$ Ω.

c) Altere a frequência do gerador de funções. O equilíbrio da ponte foi afetado? Justifique com base nas equações apresentadas acima e nas medições.

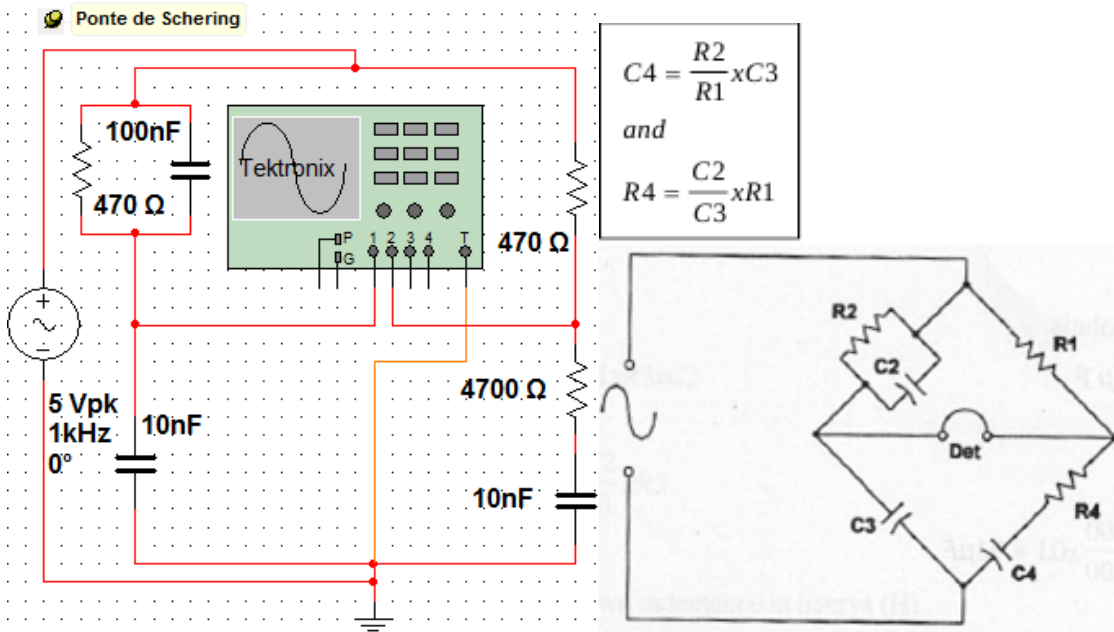
d) Reajuste a frequência e altere R2 para 270Ω. O equilíbrio da ponte foi mantido?

Justifique com base nas equações da ponte e indique o valor de tensão pico a pico medido pelo 'MATH'. $V_{math} = \underline{\hspace{2cm}}$ V.

e) Mantendo $R2 = 270\Omega$ ajuste R4 para obter o menor valor de tensão pico a pico medido pelo 'MATH', apresentando o novo valor de R4. $R4 = \underline{\hspace{2cm}}$ Ω. Justifique utilizando as equações da ponte o novo valor de R4.

• **Ponte de Schering**

Monte a Ponte de Schering apresentada abaixo, atentando para a frequência indicada, utilizando um potenciômetro de 5kΩ em R4, ajustando-o sempre que necessário para compensar as incertezas da ponte. Responda as perguntas:



a) Ajuste R1 para obter o menor valor de tensão pico a pico medido pelo 'MATH' do osciloscópio apresentando-o. $V_{math} = \underline{\hspace{2cm}}$ V.

b) Apresente o valor de R1 e justifique o equilíbrio utilizando as equações de relação da ponte apresentadas. $R1 = \underline{\hspace{2cm}}$ Ω. $R1 = R4 * (C3/C2)$

c) Altere a frequência do gerador de funções. O equilíbrio da ponte foi afetado? Justifique com base nas equações apresentadas acima e nas medições.

d) Reajuste a frequência e altere C2 para 10nF. O equilíbrio da ponte foi mantido? _____.

Justifique com base nas equações da ponte e indique o valor de tensão pico a pico medido pelo 'MATH'. $V_{math} = \underline{\hspace{2cm}}$ V.

e) Mantendo C2=10nF ajuste R1 (utilizando o potenciômetro de 5kΩ) para obter o menor valor de tensão pico a pico medido pelo 'MATH', apresentando o novo valor de R1. $R1 = \underline{\hspace{2cm}}$ Ω.

Justifique utilizando as equações da ponte o novo valor de R1. $R1 = R4 * (C3/C2)$

5) Explique o circuito Ponte Dupla de Kelvin. Para que ela é utilizada;

6) Explique o efeito das resistências dos cabos na medição de resistências. Explique o método de medição a 3 fios, como se pode compensar a resistência dos cabos de conexão. Explique o método de medição a 4 fios, e a compensação das resistências dos cabos de conexão;

7) Faça medições de 5 valores de resistência entre 0,1 e 1 ohm utilizando-se do multímetro HP na conexão a 4 fios. Meça 3 vezes cada resistor. Verifique e comente os resultados obtidos e sua repetitividade;

	Resistor	Medição 1	Medição 2	Medição 3
1				
2				
3				
4				
5				