

Introdução e Objetivos:

Neste primeiro módulo o objetivo é verificar as leis básicas de circuitos elétricos. Através de uma montagem padrão poderão ser verificados:

- A lei de Ohm e as leis de Kirchhoff;
- Os teoremas da superposição;
- Os teoremas de Thévenin;
- As associações série (divisor de tensão) e paralela (divisor de corrente);
- A transformação Y- Δ equivalente.

Apesar de valerem também para excitação senoidal, as relações acima serão verificadas para excitação em corrente contínua, ficando o regime permanente senoidal para ser tratado através da análise fasorial nos módulos seguintes.

*Recomenda-se que o aluno recorde a parte teórica, relativa às leis e teoremas de circuitos, consultando os livros texto de sua preferência, **ANTES** de realizar os ensaios deste módulo.*

Para o manejo correto dos instrumentos, o aluno deve recorrer aos **manuals dos equipamentos ou textos especializados**. Algumas informações básicas imprescindíveis são dadas ao longo do texto e na Introdução.

O objetivo do curso é fazer proposições ao aluno para motivá-lo a testar seus próprios conhecimentos e oferecer a oportunidade de pesquisar, no laboratório, em torno das questões que forem surgindo.

Proposição I.1
LEI DE OHM, LEI DAS MALHAS
ASSOCIAÇÃO SÉRIE, DIVISOR DE TENSÃO

Preparação:

- (i) ► Identifique R_a , R_b e R_c e meça os respectivos valores através de um ohmímetro¹:

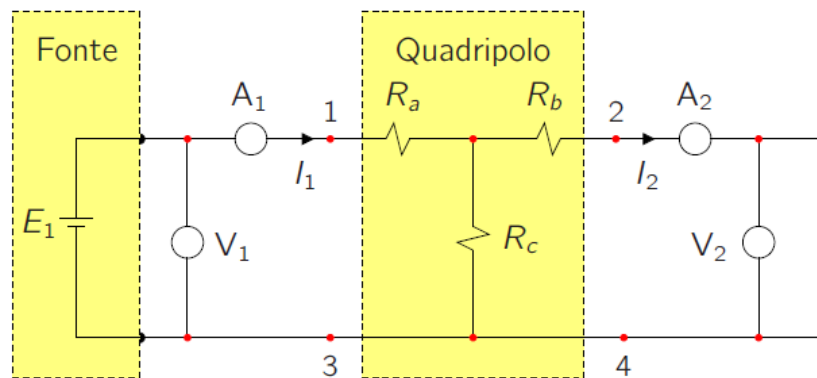
	R_a	R_b	R_c
Nominal	$110\ \Omega$	$220\ \Omega$	$330\ \Omega$
Medido			

Atenção: Utilize os valores medidos nos cálculos propostos nos demais itens.

Ensaio e Questões:

Ensaio A

O circuito em estudo corresponde ao quadripolo 1-2-3-4.



- (ii) ► Faça as conexões indicadas no circuito acima. Ajuste a tensão E_1 de modo a resultar $V_1 = 10\text{ V}$ e anote os valores:

$V_2 =$	V	$I_1 =$	A
---------	---	---------	---

- (iii) ► Através de um voltímetro deve circular uma corrente de valor desprezível. Sobre um amperímetro deve haver uma queda de tensão mínima. A razão de tais restrições é que a inclusão de instrumentos de medição em um circuito elétrico não deve afetar o comportamento do mesmo.

Com o voltímetro V_1 meça a queda de tensão sobre o amperímetro A_1 e anote a medida do amperímetro A_2 , que é a corrente que circula pelo voltímetro V_2 .

$V_{A1} =$	V	$I_{V2} =$	A
------------	---	------------	---

¹ O símbolo ► indica que o item envolve montagens de circuitos e medições.

- (iv) Com base nos valores medidos nos itens anteriores, calcule as resistências internas do amperímetro A_1 e do voltímetro V_2 . Estes valores são válidos para as escalas utilizadas na medição, e podem ser diferentes caso se mude a escala. Comente os resultados.

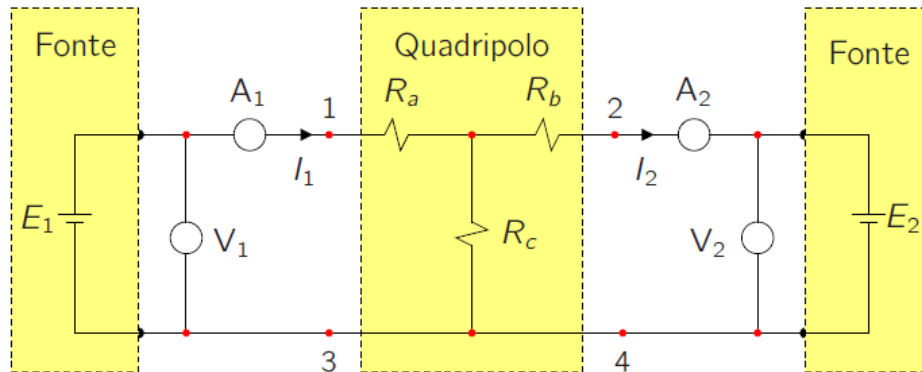
$R_{A1} =$	Ω	$R_{V2} =$	Ω
------------	----------	------------	----------

- (v) O que representa a relação V_1/I_1 ? Deduza uma expressão literal em função dos parâmetros do circuito.
- (vi) Calcule $R_1 = V_1/I_1$ com os valores do item (ii) e compare com o valor que pode ser obtido do item (v). Lembre-se de usar os valores dos resistores obtidos com o ohmímetro. A partir deste item, faça as comparações através do cálculo do erro relativo.
- (vii) Obtenha uma expressão literal para a relação V_2/V_1 em função dos parâmetros do circuito. Calcule-a e compare com o valor obtido através das medidas do item (ii).
- (viii) Através das relações obtidas nos itens (v) e (vii), *calcule* os valores de R_c e R_a .

Proposição I.2
LEI DOS NÓS, TEOREMA DA SUPERPOSIÇÃO,
ASSOCIAÇÃO PARALELA, DIVISOR DE CORRENTE

Ensaio e Questões:

Nos ensaios a seguir utilize o circuito abaixo e os valores de R_a , R_b e R_c medidos anteriormente.



Ensaio A

- (i) ► Na montagem acima, ajuste $V_1 = 10 \text{ V}$, substitua a fonte E_2 por um curto-circuito e meça:

$I_1 =$	A	$I_2 =$	A
---------	---	---------	---

Ensaio B

- (ii) ► Com $V_2 = 15 \text{ V}$, substitua a fonte E_1 por um curto-circuito e meça:

$I_1 =$	A	$I_2 =$	A
---------	---	---------	---

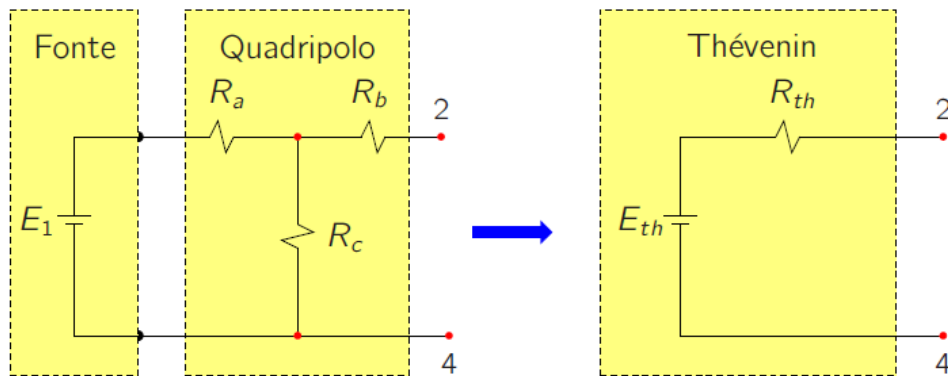
Ensaio C

- (iii) ► Ajuste $V_1 = 10 \text{ V}$, $V_2 = 15 \text{ V}$ e meça:

$I_1 =$	A	$I_2 =$	A
---------	---	---------	---

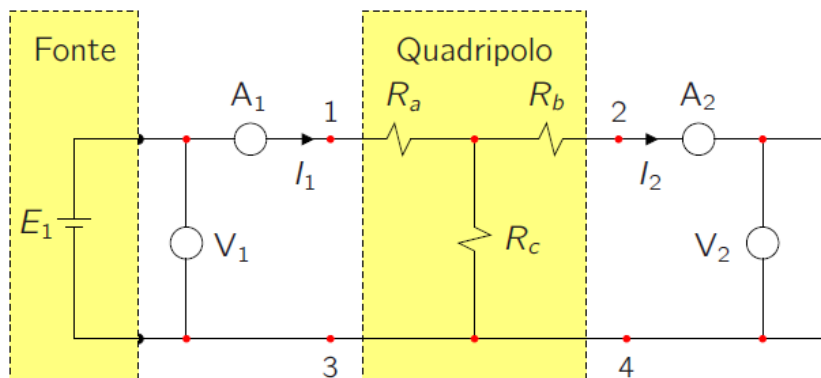
- (iv) Supondo $V_2 = 0$ (saída em curto), *calcule* as correntes (em mA) que circulariam (I_1' e I_2').
- (v) Supondo $V_1 = 0$ (entrada em curto), *calcule* as correntes (em mA) que circulariam (I_1'' e I_2'').
- (vi) Realize a soma algébrica das correntes obtidas nos itens (i) e (ii) e a soma dos valores calculados nos itens (iv) e (v).
- (vii) Analise os resultados do item anterior e comente as discrepâncias.
- (viii) Comente como e onde você aplicou a lei dos nós, o teorema da superposição, as propriedades da associação em paralelo de resistores e o conceito de divisor de corrente.

Proposição I.3
EQUIVALENTE DE THÉVENIN



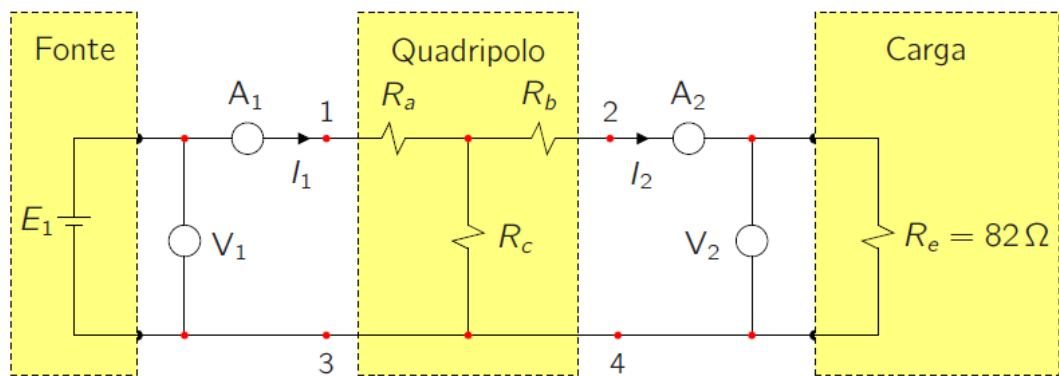
Ensaio e Questões:

- (i) Calcule o equivalente de Thévenin visto pelos terminais 2 e 4, supondo $E_1 = 10 \text{ V}$.
- (ii) ► Faça a montagem abaixo. Ajuste a tensão E_1 para 10 V. Meça a tensão V_2 . Verifique se ela corresponde à tensão do circuito equivalente de Thévenin calculada no item (i).



- (iii) ► Substitua o voltmeter V_2 por um curto-circuito e meça a corrente A_2 . Verifique se ela corresponde à corrente do Equivalente de Norton.
- (iv) ► Retire os voltmeters V_1 e V_2 , a fonte E_1 e os amperímetros A_1 e A_2 . Curte-circuite os terminais 1 e 3 e meça a resistência vista dos terminais 2 e 4. Verifique se ela corresponde à resistência do Equivalente de Thévenin calculada no item (i).
- (v) Calcule a corrente suprida pelo Thévenin a uma carga de 82Ω (valor nominal). Calcule a tensão V_2 .

(vi) ► Faça a montagem a seguir.

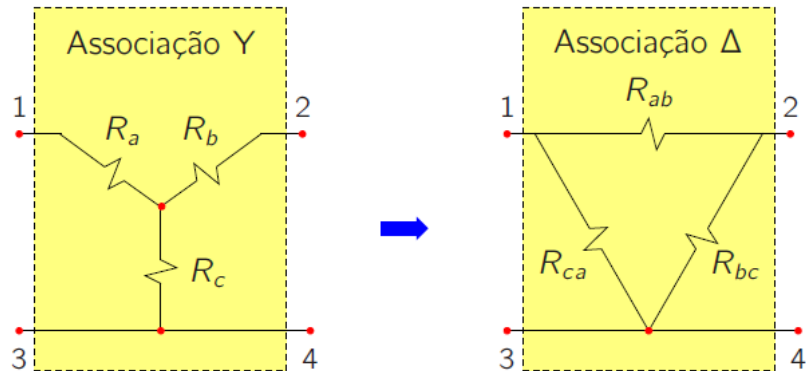


Ajuste a tensão E_1 em 10 V. Anote os seguintes valores:

$I_2 =$	A	$V_2 =$	V
---------	---	---------	---

Verifique se os resultados obtidos se aproximam dos valores calculados no item (v).

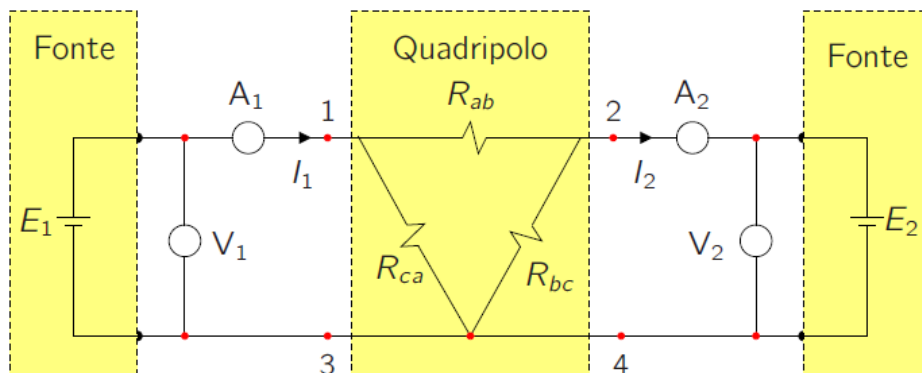
Proposição I.4
TRANSFORMAÇÃO Y-Δ EQUIVALENTE



Formulação básica: $R_{ab} = \frac{R_a R_b + R_b R_c + R_c R_a}{R_c}$

Ensaio e Questões:

- (i) Calcule os valores dos componentes do circuito Δ equivalente ao circuito Y formado pelos bipolos R_a , R_b , e R_c medidos anteriormente.
- (ii) ► Monte o circuito abaixo com o Δ equivalente.



Ajuste $V_1 = 10 \text{ V}$ e $V_2 = 15 \text{ V}$. Meça:

$I_1 =$	A	$I_2 =$	A
---------	---	---------	---

Compare com os correspondentes valores medidos na Proposição I.2 e apresente as suas conclusões.

- (iii) Essa transformação também é válida para circuitos contendo capacitores e indutores lineares, e sob corrente alternada?