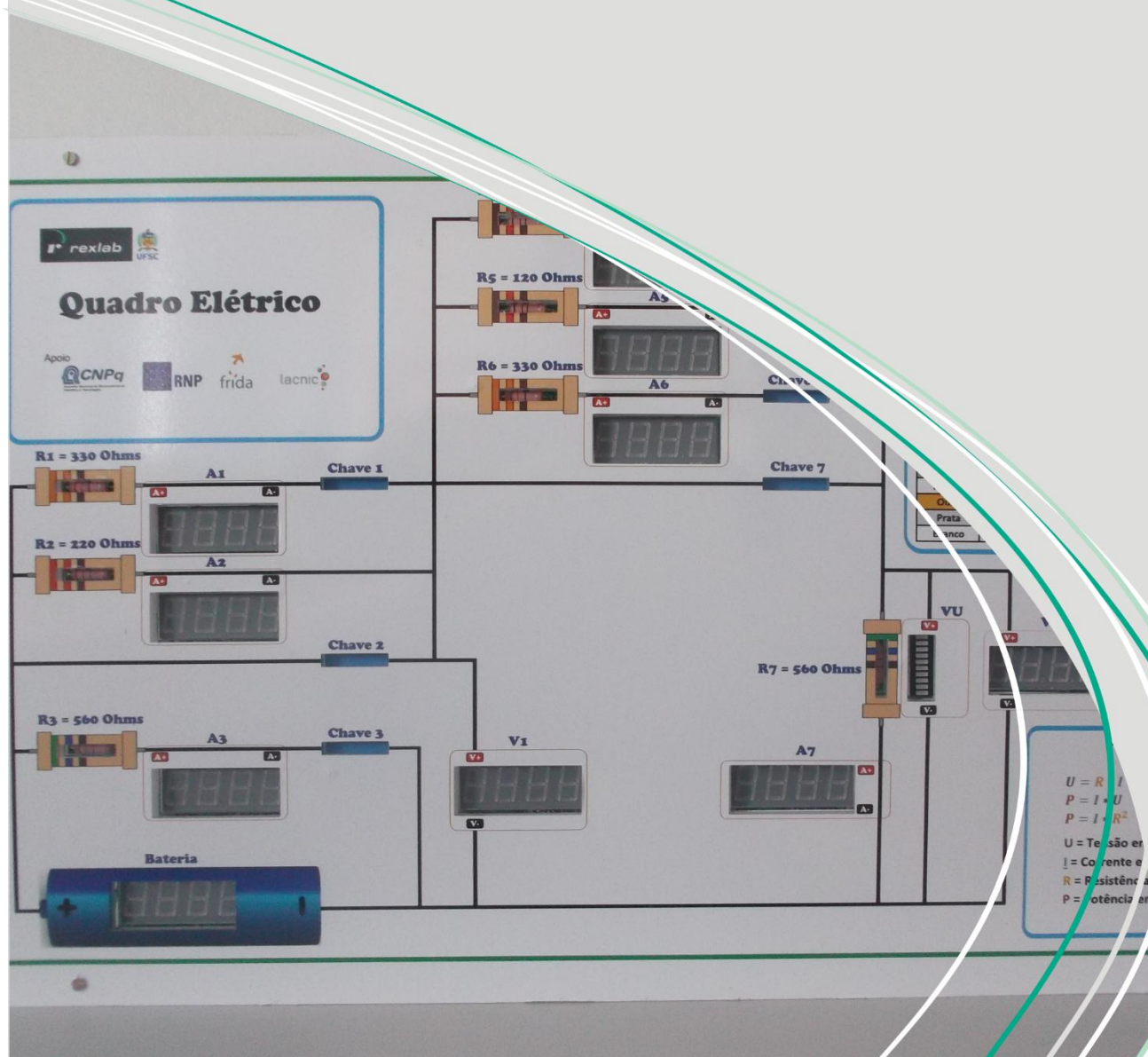


Painel Elétrico DC

Guia de Aplicação: Leis de Kirchhoff



O trabalho Guia de aplicação: Leis de Kirchhoff, de SILVA, Juarez B.; xxxxxx está licenciado com uma Licença Creative Commons - Atribuição-Não Comercial 4.0 Internacional.



Este manual, cada capítulo e suas imagens estão licenciados sob a licença Creative Commons -Atribuição-Não Comercial-Sem Derivados 4.0 Internacional. Uma cópia desta licença pode ser visualizada em <http://creativecommons.org.nz/licences/licences-explained/>. Ela define que este manual é livre para reprodução e distribuição porém sempre deve ser citado o autor. Não deve ser usado para fins comerciais ou financeiro e não é permitido qualquer trabalho derivado. Se você quiser fazer algum dos itens citados como não permitidos, favor entrar em contato com os organizadores do manual.

O download em edição eletrônica desta obra pode ser encontrado em

Guia de aplicação: Leis de Kirchhoff: obra coletiva concebida, desenvolvida e produzida pelo Laboratório de Experimentação Remota (RExLab).

Araranguá – SC, Brasil, 2015

<http://www.rexlab.ufsc.br>.

Sumário

Sumário.....	3
Objetivos de aprendizagem.....	4
Breve revisão teórica	5
Lei de Kirchhoff das Correntes ou Nós	5
Lei de Kirchhoff das Tensões ou Malhas	6
Utilizando o “Painel Elétrico DC” para praticar as Leis de Kirchhoff.....	7
Circuito de aplicação nº 1	7
Circuito de aplicação nº 2	16
Circuito de aplicação nº 3	19
Referências	30
Índice de Figuras.....	31
Índice de Tabelas	32

Objetivos de aprendizagem

Ao terminar esta atividade o estudante deverá ser capaz de:

- Recordar as definições de nó e malha;
- Escrever as equações das Leis de Kirchhoff, para circuitos elétricos, dos nós e das malhas;
- Usar a Lei dos nós ou Lei de Kirchhoff das correntes para determinar o valor das correntes em circuitos;
- Usar a Lei das malhas ou Lei de Kirchhoff das Tensões para determinar o valor das tensões em circuitos;
- Verificação experimental das leis de Kirchhoff.

Breve revisão teórica

As leis de Kirchhoff, chamadas em homenagem ao cientista alemão Gustav Robert Kirchhoff. As duas leis são consideravelmente simples, mas extremamente importantes.

Lei de Kirchhoff das Correntes ou Nós

A primeira lei é a Lei de Kirchhoff para corrente, a qual estabelece que a soma algébrica das correntes entrando em qualquer nó é zero.

$$\sum_{j=1}^N i_j(t) = 0$$

Onde $i_j(t)$ é o j -ésima corrente entrando no nó através do ramo j e N é o número de ramos conectado ao nó.

“A Lei de Kirchhoff para corrente (LKC) afirma que a soma algébrica das correntes que entram e saem de uma região, sistema ou nó é igual a zero.”

Então:

$$\Sigma I_{\text{Entram}} = \Sigma I_{\text{Saem}}$$

Assim, a aplicação mais comum da Lei de Kirchhoff das correntes ou nós será em junções de dois ou mais caminhos (ramos) para a corrente, conforme mostrado na figura 1.

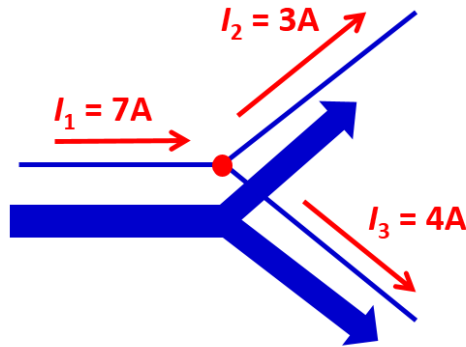


Figura 1: Sentido das correntes

Lei de Kirchhoff das Tensões ou Malhas

A segunda lei é a Lei de Kirchhoff para tensão, afirma que a soma algébrica das tensões ao longo de qualquer laço é zero. Matematicamente:

$$\sum_{j=1}^N v_j(t) = 0$$

Uma malha fechada é um caminho que somente pode ser percorrido em um sentido a partir de um ponto e retorna ao mesmo a partir do sentido oposto, sem deixar o circuito. Na figura 2, seguindo a corrente, pode-se traçar o caminho através de R1 e retorna através de Vs sem deixar o circuito, pois, é uma malha fechada.

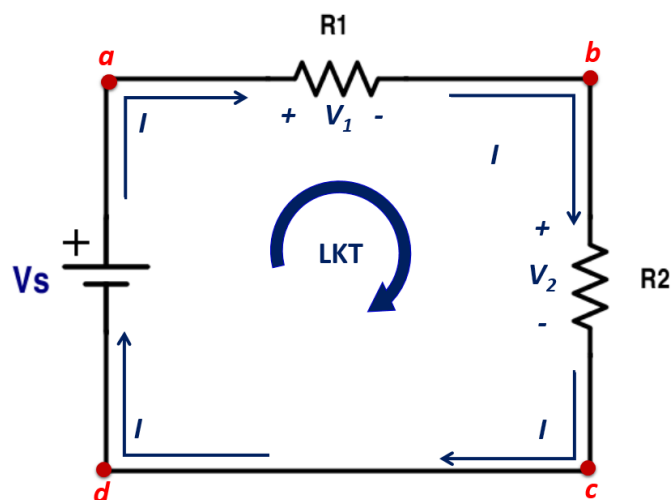


Figura 2: Malha fechada "abcd"

Para o circuito da figura 02x, usando o sentido horário, seguindo a corrente I e começando no ponto d temos:

$$+V_s - V_1 - V_2 = 0$$

$$V_s = V_1 + V_2$$

Utilizando o “Painel Elétrico DC” para praticar as Leis de Kirchhoff

Circuito de aplicação nº 1

A figura 3 apresenta o circuito final proposto, para fins de análise.

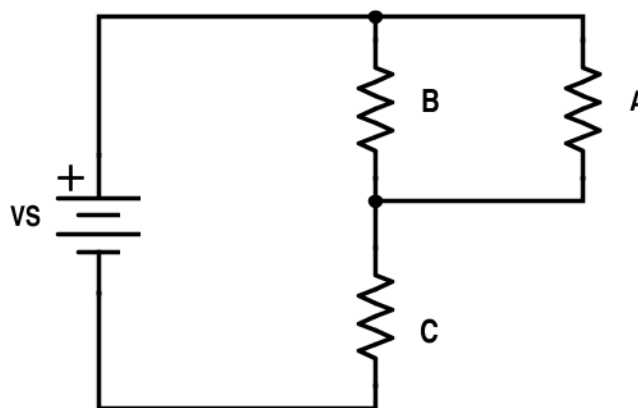


Figura 3: Circuito LK nº 1

O circuito poderá ser obtido de três maneiras através das combinações de acionamento das chaves que compõe o painel.

A tabela 1 apresenta os valores obtidos para as resistências “A”, “B” e “C,” que são resultantes das associações efetuadas e as chaves à serem acionadas.

Tabela 1: Circuito serial nº 3

Circuito	A	B	C	Chaves a Fechar
1	R1 330Ω	R2 220Ω	R7 560Ω	S1 e S7
2	R4 120Ω	R5 120Ω	R7 560Ω	S2, S4 e S5
3	R4 120Ω	R6 330Ω	R7 560Ω	S2, S4 e S6

A figura 4 apresenta o primeiro circuito proposto na tabela 1.

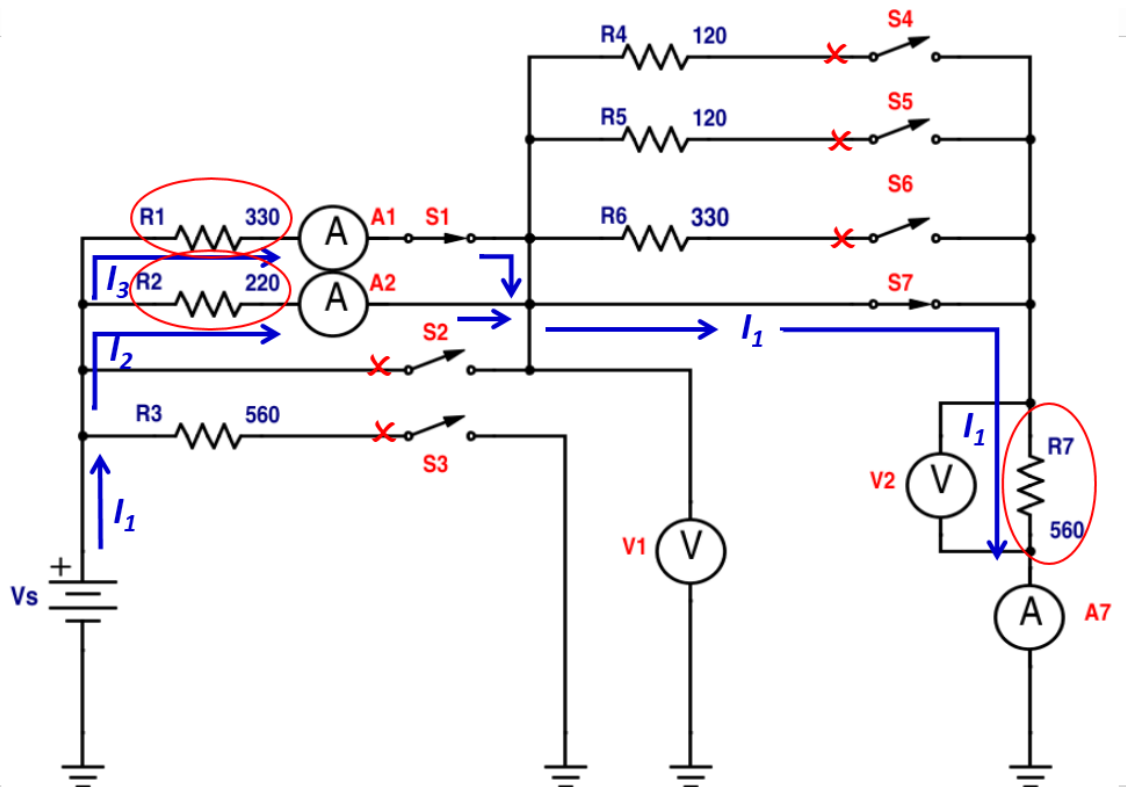


Figura 4: Circuito LK nº 1 – Configuração 1

Os valores de corrente e tensão para as resistências “A”, “B” e “C”, no caso **R1**, **R2** e **R7**, respectivamente, poderão ser visualizados nos monitores de tensão V1 e V2 e nos monitores de corrente A1, A2 e A7.

A Figura 5 apresenta o circuito resultante para a configuração apresentada na Figura 4.

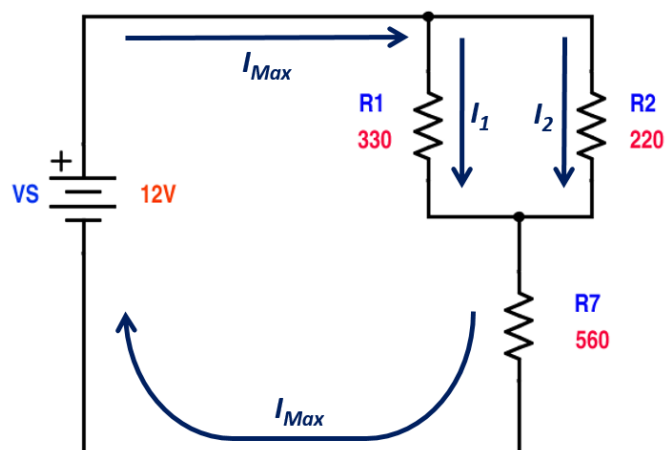


Figura 5: Circuito Paralelo nº 1 – CKT resultante

Calculando os valores de **REq**, **I_{max}**, **I₁**, **I₂**, **VR1**, **VR2** e **VR7**:

$$\left(R1 || R2 = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} = \frac{330 \times 220}{330 + 220} = \frac{72600}{550} = 132 \right)$$

$$REq = (R1 || R2) + R7 = 132 + 560 = 692\Omega$$

$$I_{max} = \frac{VS}{REq} = \frac{12}{692} = 0,01735 \text{ ou } 17,35mA$$

$$VR7 = I_{Max} \times 7 = 17,35mA \times 560 = 9,71V$$

$$VR1 = VR2 = VS - VR7 = 12 - 9,71 = 2,29V$$

$$I1 = \frac{VR1}{R_1} = \frac{2,29}{330} = 0,006939 \text{ ou } 6,939mA$$

$$I2 = \frac{VR2}{R_2} = \frac{2,29}{220} = 0,01041 \text{ ou } 10,41mA$$

A figura 6 apresenta o acesso ao experimento na “configuração 1”, apresentada na Figura 4.

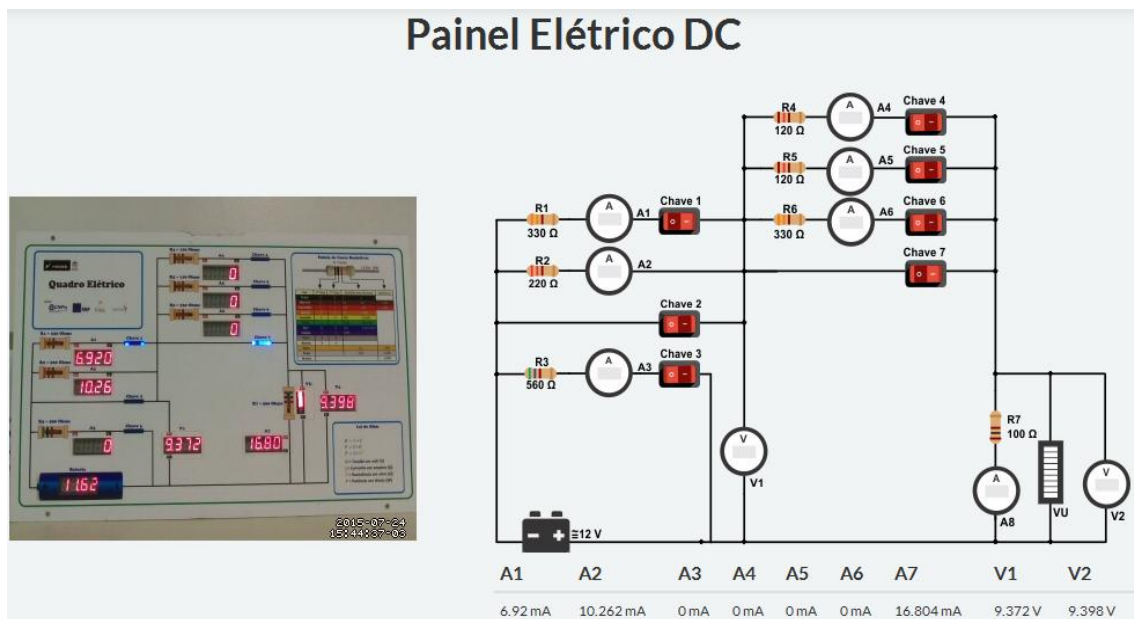


Figura 6: Circuito Kirchhoff nº 1 – Acesso ao experimento

Comparando com os valores cálculos com os retornados no experimento prático.

Tabela 2: Valor calculados VS Valores lidos no experimento

Parâmetro	Calculado	Experimento
REq	692Ω	692Ω +ou- 5%
I _{max}	17,35mA	16,804mA
I ₁	6,939mA	6,92mA
I ₂	10,41mA	10,262mA
VR ₁	2,29V	
VR ₂	2,29V	
VR ₇	9,71V	9,398
VS	12V	11,62V



- Os valores calculados são ideais;
- Os resistores instalados no Paineleltrico DC apresentam “tolerância” de 5%;
- A fonte de alimentaação VS apresenta variaaó de valores motivada, por exemplo, por fatores externos;
- Outros fatores tais como: temperatura nos componentes, material de construação, comprimento e seaação transversal dos condutores também podem alterar a resistividade do circuito.

A figura 7 apresenta o segundo circuito proposto na tabela 1.

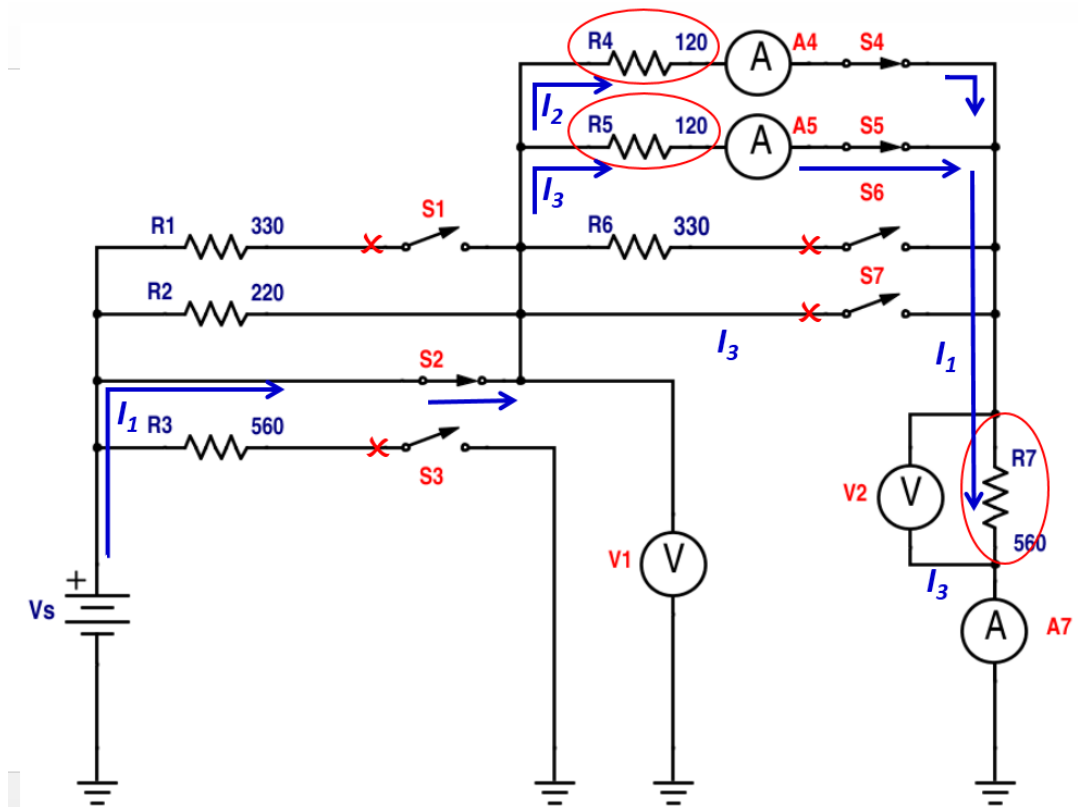


Figura 7: Circuito LK nº 1 – Configuração 2

Os valores de corrente e tensão para as resistências “A”, “B” e “C”, no caso **R4**, **R5** e **R7**, respectivamente, poderão ser visualizados nos monitores de tensão V1 e V2 e nos monitores de corrente **A4**, **A5** e **A7**. Na Figura 8 é possível visualizar o circuito resultante para a configuração apresentada na Figura 7.

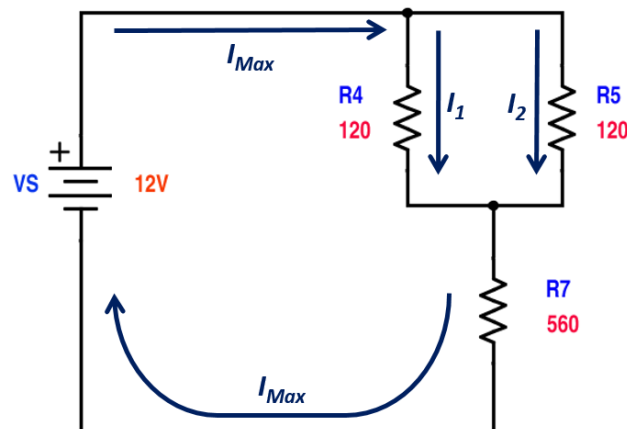


Figura 8: Circuito LK nº 1 – Configuração 1/CKT resultante

Calculando os valores de **REq**, **I_{max}**, **I₁**, **I₂**, **VR₄**, **VR₅** e **VR₇**:

$$(R_4 || R_5 = \frac{R_4 * R_5}{R_4 + R_5} = \frac{120 * 120}{120 + 120} = \frac{14400}{240} = 60)$$

$$REq = (R_4 || R_5) + R_7 = 60 + 560 = 620\Omega$$

$$I_{max} = \frac{VS}{REq} = \frac{12}{620} = 0,01936 \text{ ou } 19,36mA$$

$$VR_7 = I_{Max} * 7 = 19,36mA * 560 = 10,84V$$

$$VR_4 = VR_5 = VS - VR_7 = 12 - 10,84 = 1,162V$$

$$I_1 = \frac{VR_1}{R_4} = \frac{1,162}{120} = 0,009682 \text{ ou } 9,682mA$$

$$I_2 = \frac{VR_2}{R_5} = \frac{1,162}{120} = 0,009682 \text{ ou } 9,682mA$$

A figura 9 apresenta o acesso ao experimento na “configuração 1”, apresentada na Figura 8.

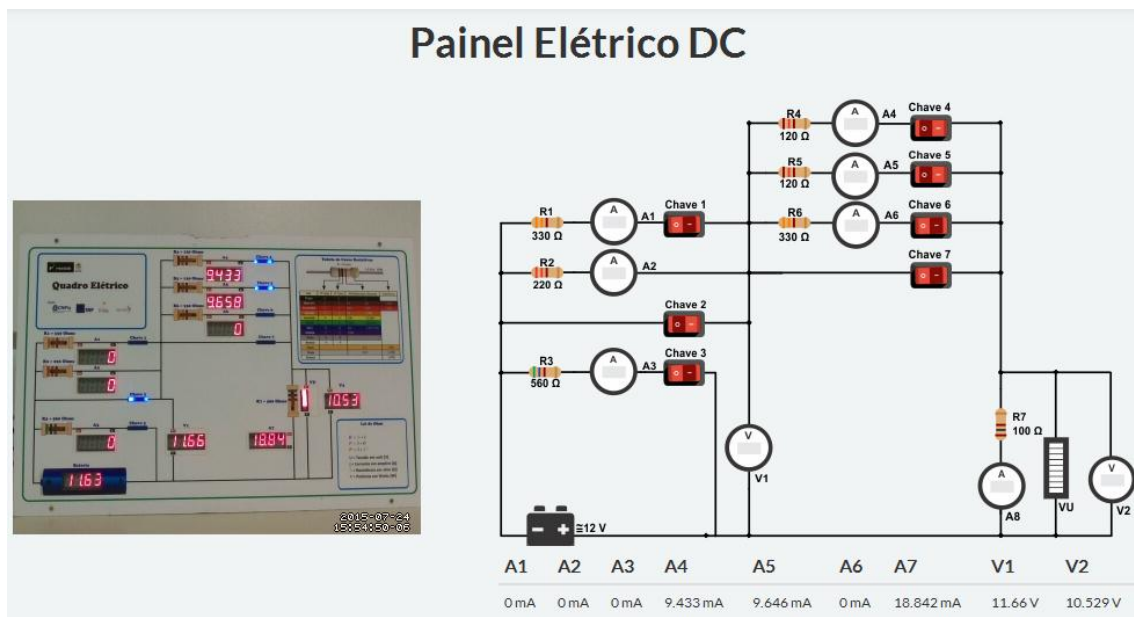


Figura 9: Circuito LK nº 1 – Configuração 2/Acesso ao experimento

Comparando com os valores cálculos com os retornados no experimento prático.

Tabela 3: Valor calculados VS Valores lidos no experimento

Parâmetro	Calculado	Experimento
R_{Eq}	620Ω	620Ω +ou- 5%
I_{max}	19,36mA	18,842mA
I_1	9,682mA	9,433mA
I_2	9,682mA	9,646mA
V_{R4}	1,162V	
V_{R5}	1,162V	
V_{R7}	10,84V	10,529V
V_S	12V	11,63V

A figura 10 apresenta o segundo circuito proposto na tabela 01.

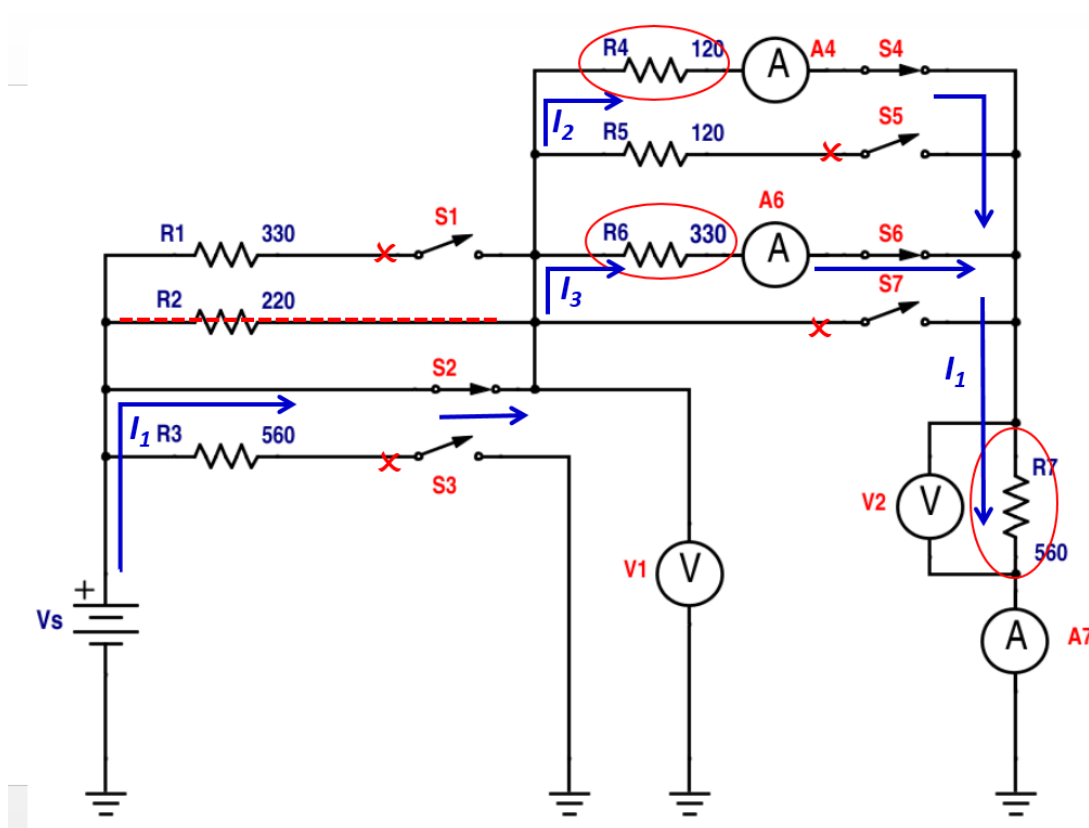


Figura 10: Circuito LK nº 1 – Configuração 3

Os valores de corrente e tensão para as resistências “A”, “B” e “C”, no caso R4, R6 e R7, respectivamente, poderão ser visualizados nos monitores de tensão **V1 e V2** e nos monitores de corrente **A4, A6 e A7**.

A Figura 11 apresenta o circuito resultante para a configuração apresentada na Figura 10.

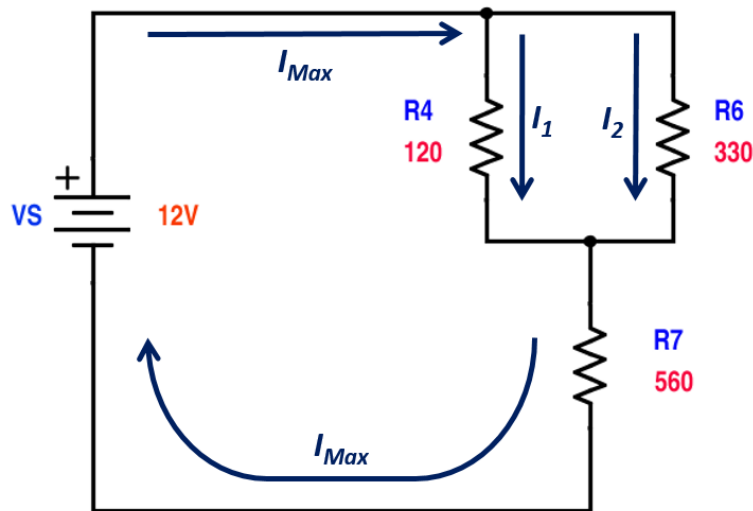


Figura 11: Circuito LK nº 1 – Configuração 3/CKT resultante

Calculando os valores de **REq, I_{max}, I₁, I₂, VR4, VR6 e VR7**:

$$(R4||R6 = \frac{R_4 * R_6}{R_4 + R_6} = \frac{120 * 330}{120 + 330} = \frac{39600}{450} = 88)$$

$$REq = (R4||R6) + R7 = 88 + 560 = 648\Omega$$

$$I_{max} = \frac{VS}{REq} = \frac{12}{648} = 0,01853 \text{ ou } 18,53mA$$

$$VR7 = I_{Max} * 7 = 18,53mA * 560 = 10,37V$$

$$VR4 = VR6 = VS - VR7 = 12 - 10,37 = 1,630V$$

$$I1 = \frac{VR1}{R_4} = \frac{1,630}{120} = 0,01359 \text{ ou } 13,59mA$$

$$I2 = \frac{VR2}{R_6} = \frac{1,630}{330} = 0,004942 \text{ ou } 4,942mA$$

A figura 12 apresenta o acesso ao experimento na “configuração 1”, apresentada na Figura 11.

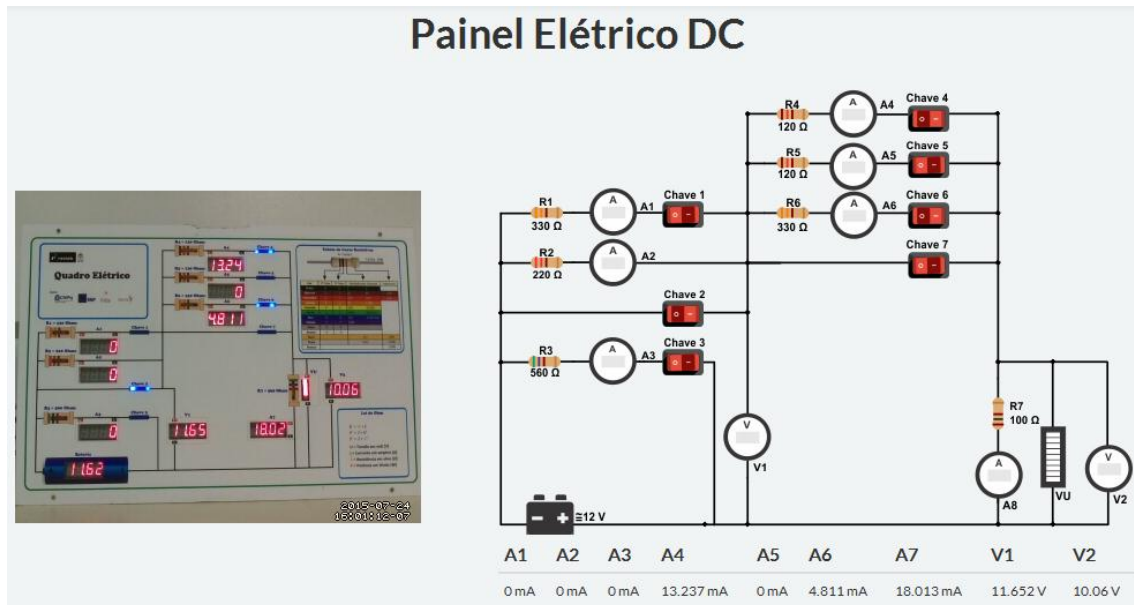


Figura 12: Circuito LK nº 1 – Configuração 3/Acesso ao experimento

Comparando com os valores cálculos com os retornados no experimento prático.

Tabela 4: Valor calculados VS Valores lidos no experimento

Parâmetro	Calculado	Experimento
REq	648Ω	648Ω +ou- 5%
I _{max}	18,53mA	18,013mA
I ₁	13,59mA	13,237mA
I ₂	4,942mA	4,811mA
VR ₄	1,630V	
VR ₅	1,630V	
VR ₇	10,37V	10,06V
VS	12V	11,62V

Circuito de aplicação nº 2

A figura 13 apresenta o circuito final proposto.

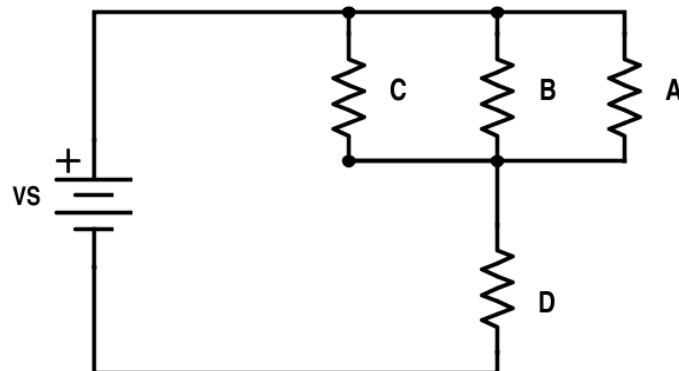


Figura 13: Circuito LK nº 2

O circuito poderá ser obtido através das combinações de acionamento das chaves que compõe o painel.

A tabela 5 apresenta os valores obtidos para as resistências “A”, “B”, “C” e “D” que são resultantes das associações efetuadas e as chaves à serem acionadas.

Tabela 5: Circuito LK nº 2

A	B	C	D	Chaves a Fechar
R4 120Ω	R5 120Ω	R6 330Ω	R7 560Ω	S2, S4, S5 e S6

A figura 14 apresenta o circuito proposto na tabela 5.

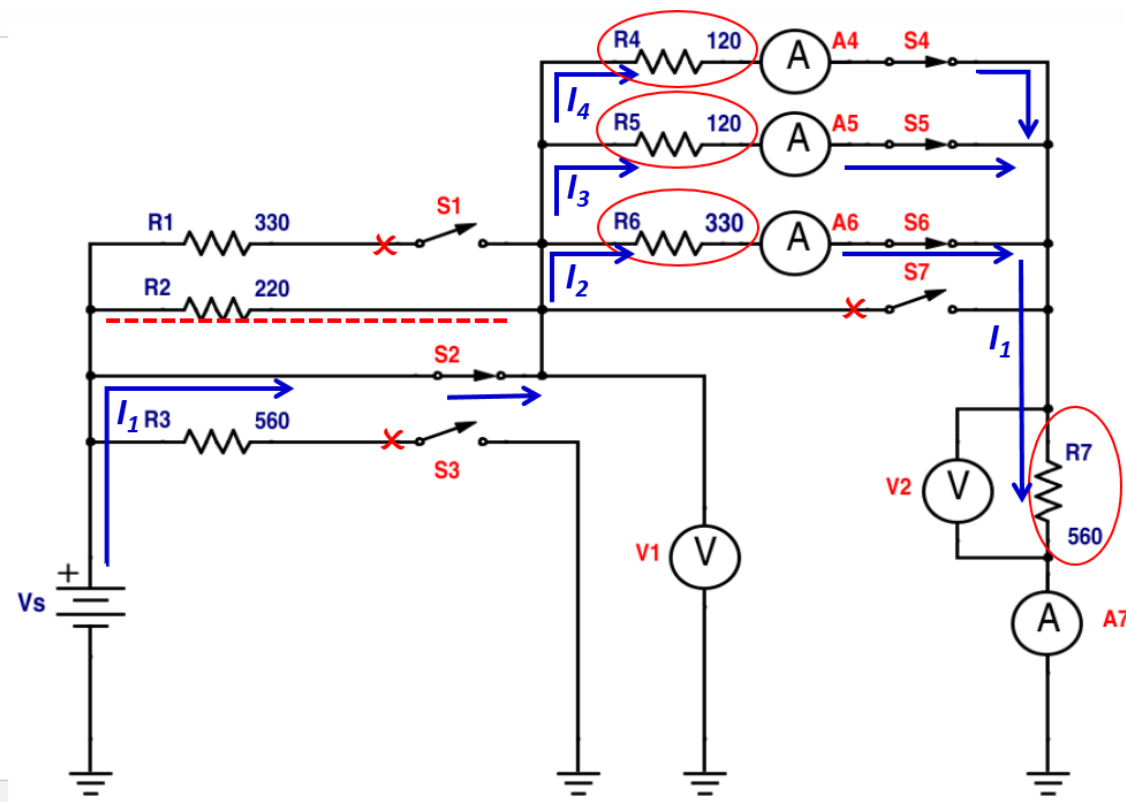


Figura 14: Circuito LK nº 2 – Configuração 1

Os valores de corrente e tensão para as resistências “A”, “B”, “C” e “D”, no caso **R4**, **R5**, **R6** e **R7**, respectivamente, poderão ser visualizados nos monitores de tensão **V1** e **V2** e nos monitores de corrente **A4**, **A5**, **A6** e **A7**. A Figura 15 apresenta o circuito resultante para a configuração apresentada na Figura 14.

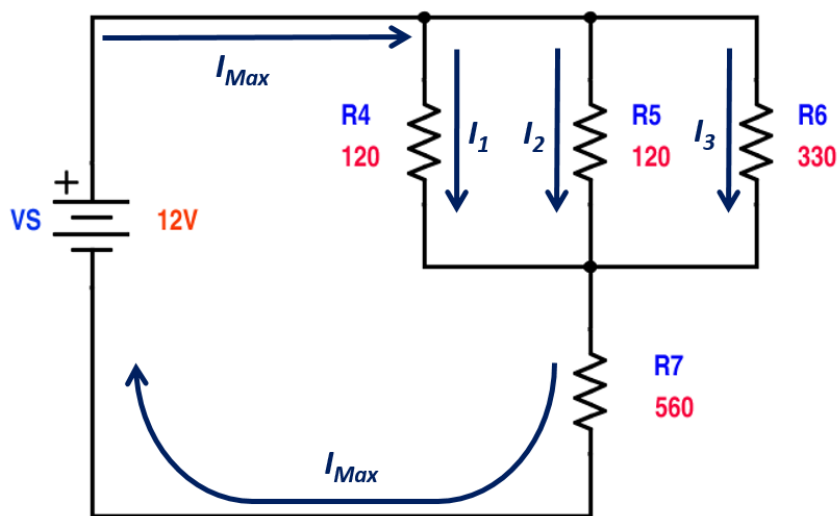


Figura 15: Circuito LK nº 2 – CKT resultante

Calculando os valores de **REq**, **I_{max}**, **I₁**, **I₂**, **I₃**, **VR₄**, **VR₅**, **VR₆** e **VR₇**:

$$R4||R5||R6 = \frac{1}{REq} = \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} + \frac{1}{R_6} = \frac{1}{120} + \frac{1}{120} + \frac{1}{330} = \frac{1}{REq} = 0,01969697$$

$$R4||R5||R6 = 50,769\Omega$$

$$REq = (R4||R5||R6) + R7 = 50,769 + 560 = 610,8\Omega$$

$$I_{max} = \frac{VS}{REq} = \frac{12}{610,8} = 0,01966 \text{ ou } 19,66mA$$

$$VR7 = I_{Max} * R7 = 19,66mA * 560 = 11,0V$$

$$VR4 = VR5 = VR6 = VS - VR7 = 12 - 11,0 = 0,988V \text{ ou } 988mV$$

$$I1 = I2 = \frac{VR4}{R_4} = \frac{0,988}{120} = 0,008316 \text{ ou } 8,316mA$$

$$I3 = \frac{VR5}{R_6} = \frac{0,988}{330} = 0,003025 \text{ ou } 3,025mA$$

A figura 16 apresenta o acesso ao experimento na configuração, apresentada na Figura 15.

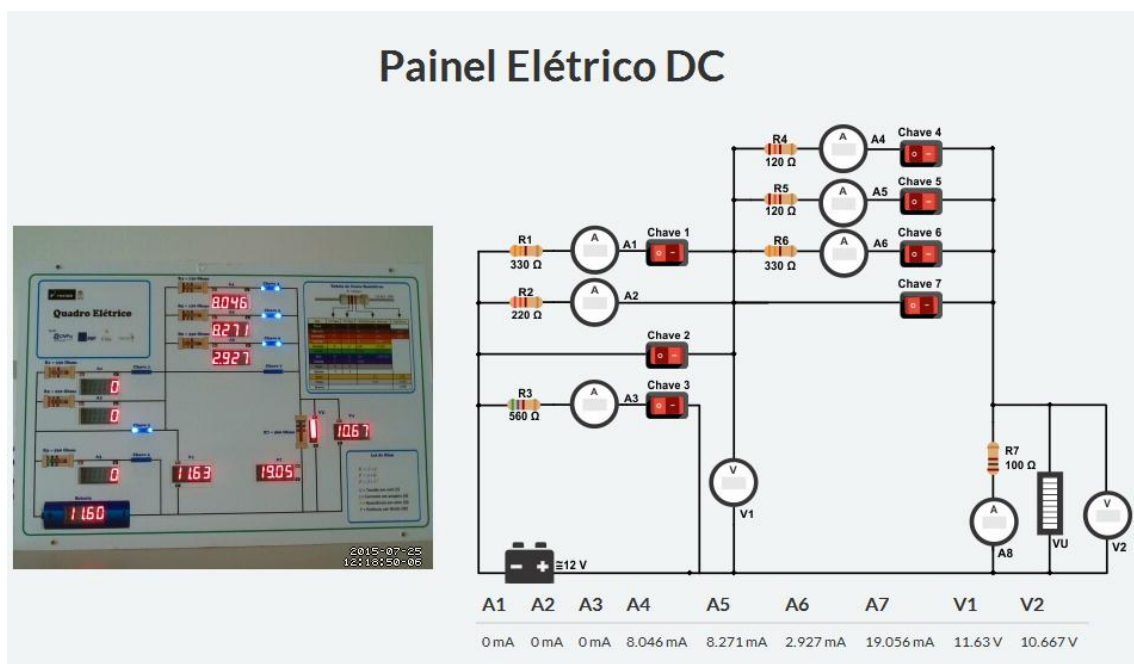


Figura 16: Circuito LK nº 2 – Acesso ao experimento

Comparando com os valores cálculos com os retornados no experimento prático.

Tabela 6: Valor calculados VS Valores lidos no experimento

Parâmetro	Calculado	Experimento
REq	610,8Ω	610,8Ω +ou- 5%
I _{max}	19,66mA	19,056mA
I ₁	8,316mA	8,046mA
I ₂	8,316mA	8,271mA
I ₃	3,025	2,927mA
VR ₄	988mV	
VR ₅	988mV	
VR ₆	988mV	
VR ₇	11,0V	10,667V
VS	12V	11,60V

Circuito de aplicação nº 3

A figura 17 apresenta o circuito final proposto, para fins de análise.

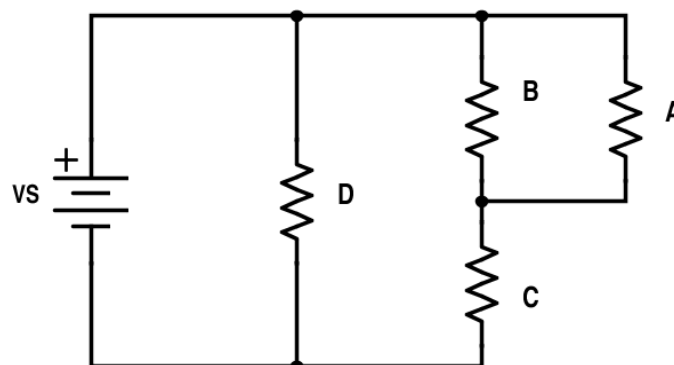


Figura 17: Circuito LK nº 3

O circuito poderá ser obtido através das combinações de acionamento das chaves que compõe o painel.

A tabela 7 apresenta os valores obtidos para as resistências “A”, “B”, “C” e “D” que são resultantes das associações efetuadas e as chaves à serem acionadas.

Tabela 7: Circuito LK nº 3

Circuito	A	B	C	D	Chaves a Fechar
1	R1 330Ω	R2 220Ω	R7 560Ω	R3 560Ω	S1, S3 e S7
2	R4 120Ω	R5 120Ω	R7 560Ω	R3 560Ω	S2, S3, S4 e S5
3	R5 120Ω	R6 330Ω	R7 560Ω	R3 560Ω	S2, S3, S5 e S6

A figura 18 apresenta o primeiro circuito proposto na tabela 7.

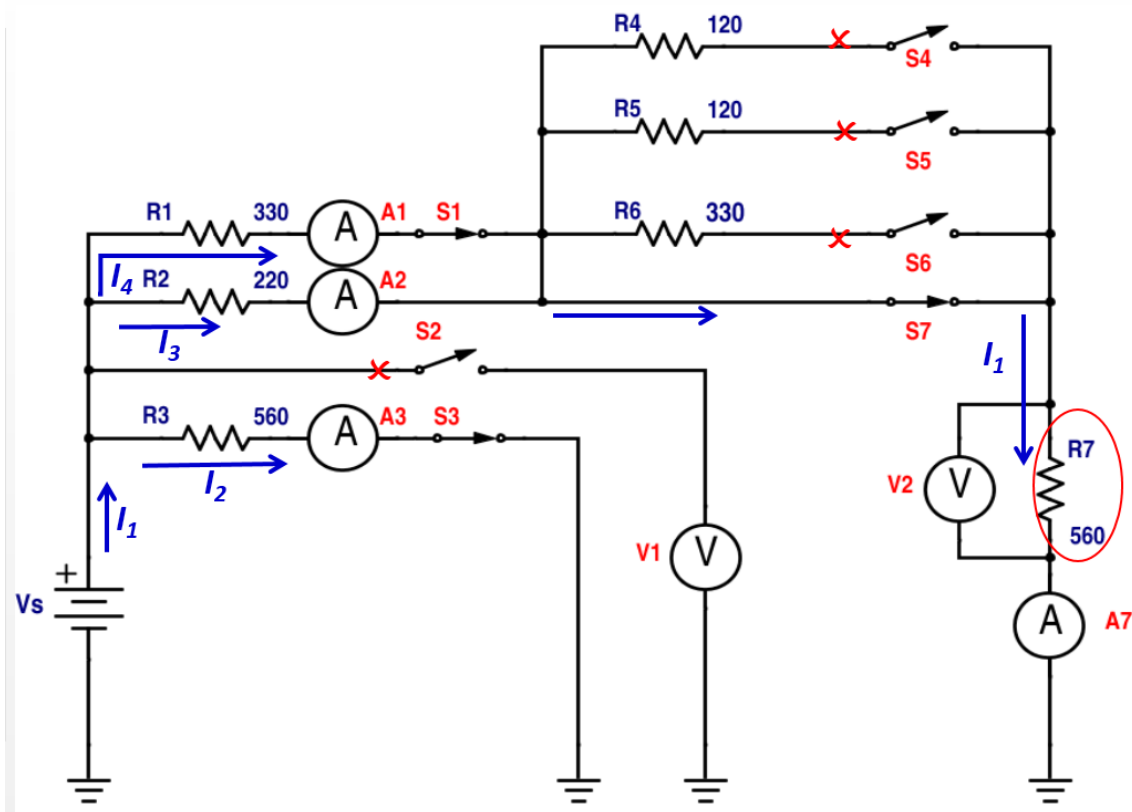


Figura 18: Circuito LK nº 3 – Configuração 1

Os valores de corrente e tensão para as resistências “A”, “B”, “C” e “D”, no caso **R1**, **R2**, **R7** e **R3**, respectivamente, poderão ser visualizados nos monitores de tensão **V1** e **V2** e nos monitores de corrente **A1**, **A2**, **A3** e **A7**.

A Figura 19 apresenta o circuito resultante para a configuração apresentada na Figura 18.

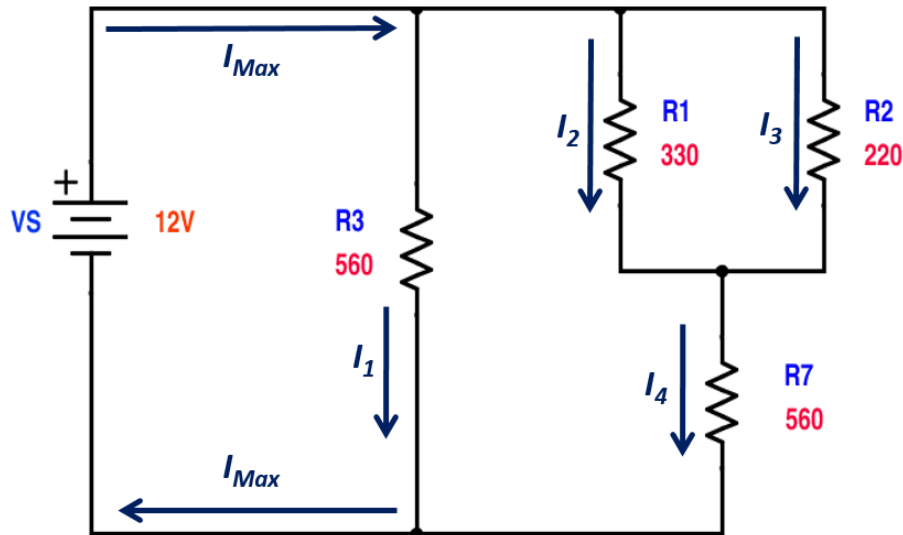


Figura 19: Circuito LK nº 3 – Configuração 1/CKT resultante

Calculando os valores de REq , I_{max} , I_1 , I_2 , I_3 , I_4 , VR_1 , VR_2 , VR_3 e VR_7 :

$$REq = \{R_3 \parallel [(R_1 \parallel R_2) + R_7]\}$$

$$R_1 \parallel R_2 = \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2} = \frac{330 * 220}{330 + 220} = \frac{72600}{550} = 132$$

$$[(R_1 \parallel R_2) + R_7] = 132 + 560 = 692$$

$$REq = \{R_3 \parallel [(R_1 \parallel R_2) + R_7]\} = (560 \parallel 692) = \frac{560 * 692}{560 + 692} = \frac{362880}{1252} = 309,5\Omega$$

$$I_{max} = \frac{VS}{REq} = \frac{12}{309,5} = 0,03878 \text{ ou } 38,78mA$$

$$I_1 = \frac{VS}{R_3} = \frac{12,0}{560} = 0,02143 \text{ ou } 21,43mA$$

$$VR_7 = I_4 * R_7 = [(I_{max} - I_3) * R_7] = [(38,78mA - 21,43mA) * 560] = 9,71V$$

$$VR_1 = VR_2 = VS - VR_7 = 12 - 9,71 = 2,29V$$

$$I_2 = \frac{VR_1}{R_1} = \frac{2,29}{220} = 0,01041 \text{ ou } 10,41\text{mA}$$

$$I_3 = \frac{VR_2}{R_2} = \frac{2,29}{330} = 0,006939 \text{ ou } 6,939\text{mA}$$

$$I_4 = \frac{VR_7}{R_7} = \frac{9,71}{560} = 0,01735 \text{ ou } 17,35\text{mA}$$

A figura 20 apresenta o acesso ao experimento na configuração, apresentada na Figura 19.

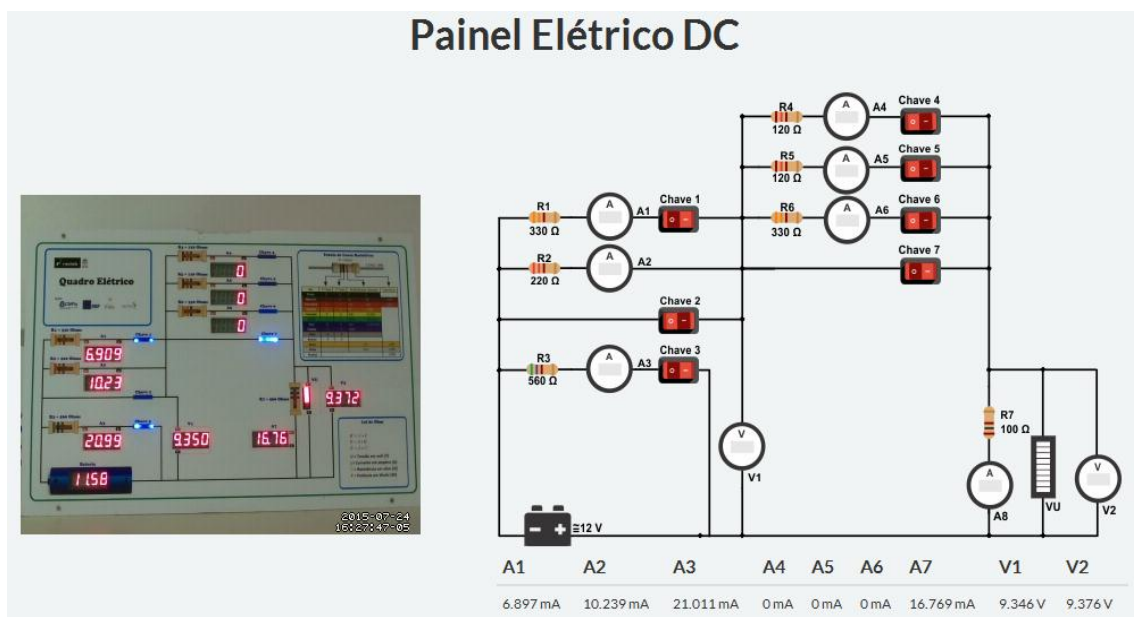


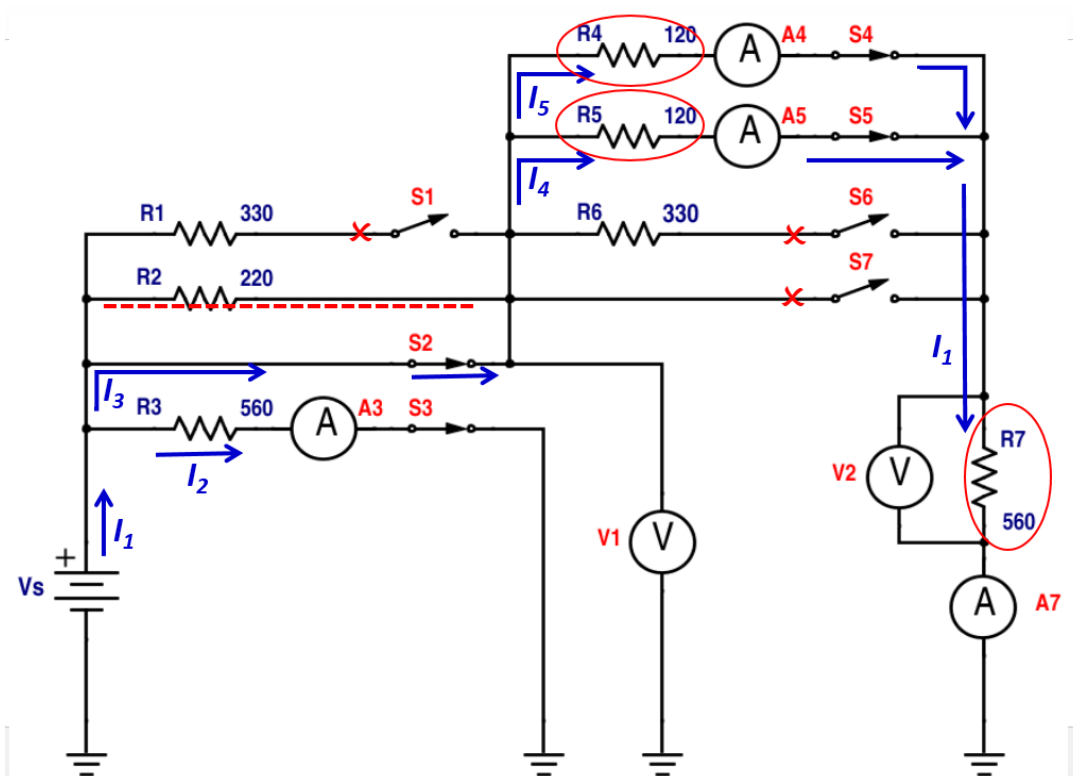
Figura 20: Circuito LK nº 3 – Configuração 1/Acesso ao experimento

Comparando com os valores cálculos com os retornados no experimento prático.

Tabela 8: Valor calculados VS Valores lidos no experimento

Parâmetro	Calculado	Experimento
REq	309,5Ω	309,5Ω +ou- 5%
I _{max}	38,78mA	
I ₁	21,43mA	21,011mA
I ₂	6,939mA	6,897mA
I ₃	10,41mA	10.239mA
I ₄	17,35mA	16,796mA
VR1	2,29V	
VR2	2,29V	
VR3	12V	
VR7	9,71V	9,376V
VS	12V	11,58V

A figura 21 apresenta o segundo circuito proposto na tabela 02.


Figura 21: Circuito LK nº 3 – Configuração 2

Os valores de corrente e tensão para as resistências “A”, “B”, “C” e “D”, no caso **R4**, **R5**, **R7** e **R3**, respectivamente, poderão ser visualizados nos monitores de tensão **V1** e **V2** e nos monitores de corrente **A3**, **A4**, **A5** e **A7**. A Figura 22 apresenta o circuito resultante para a configuração apresentada na Figura 21.

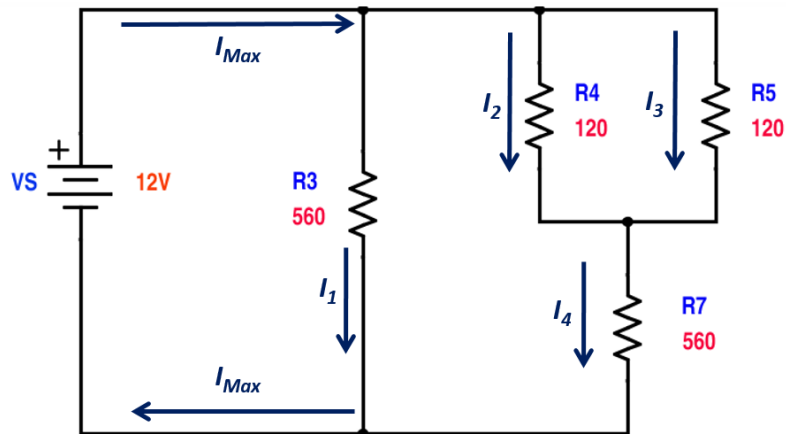


Figura 22: Circuito LK nº 3 – Configuração 2/CKT resultante

Calculando os valores de **REq**, **I_{max}**, **I1**, **I2**, **I3**, **I4**, **VR4**, **VR5**, **VR3** e **VR7**:

$$REq = \{R3 \parallel [(R4 \parallel R5) + R7]\}$$

$$R4 \parallel R5 = \frac{R}{2} = \frac{120}{2} = 60$$

$$[(R4 \parallel R5) + R7 = 60 + 560 = 620$$

$$REq = \{R3 \parallel [(R4 \parallel R5) + R7]\} = (560 \parallel 620) = \frac{560 * 620}{560 + 620} = \frac{347200}{1180} = 294,2\Omega$$

$$I_{max} = \frac{VS}{REq} = \frac{12}{294,2} = 0,04079 \text{ ou } 40,79mA$$

$$I1 = \frac{VS}{R3} = \frac{12,0}{560} = 0,02143 \text{ ou } 21,43mA$$

$$VR7 = I4 * R7 = [(I_{max} - I3) * R7] = [(40,79mA - 21,43mA) * 560] = 10,84V$$

$$VR4 = VR5 = VS - VR7 = 12 - 10,84 = 1,162V$$

$$I2 = \frac{VR4}{R_4} = \frac{1,162}{120} = 0,009682 \text{ ou } 9,682mA$$

$$I3 = \frac{VR5}{R_5} = \frac{1,162}{120} = 0,009682 \text{ ou } 9,682mA$$

$$I4 = \frac{VR7}{R_7} = \frac{10,84}{560} = 0,02143 \text{ ou } 21,43mA$$

A figura 23 apresenta o acesso ao experimento na configuração, apresentada na Figura 22.

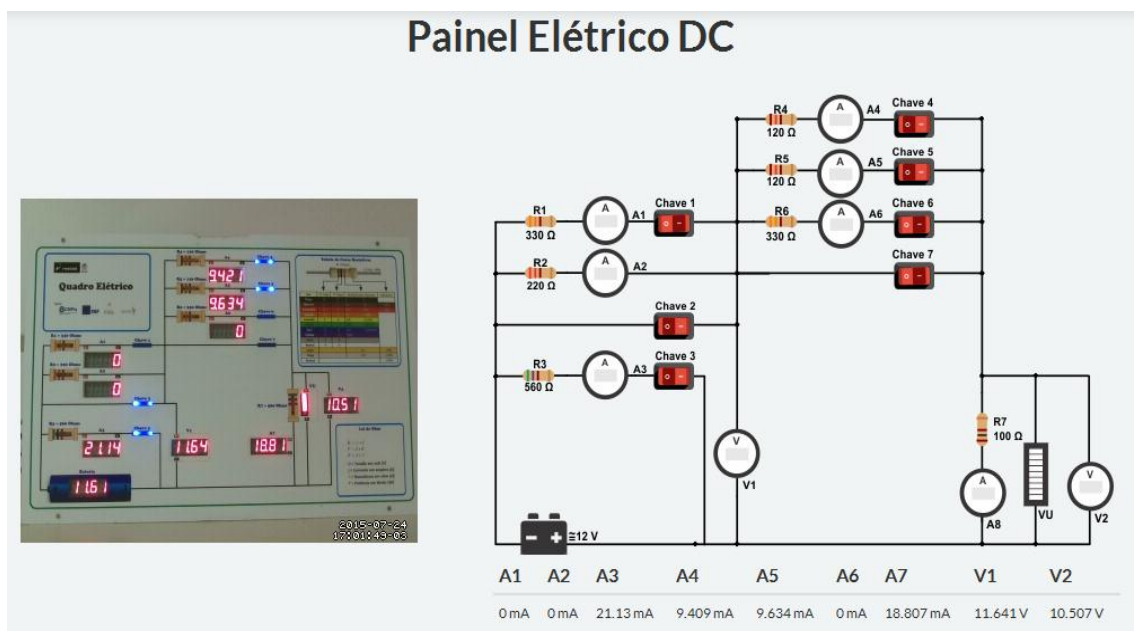


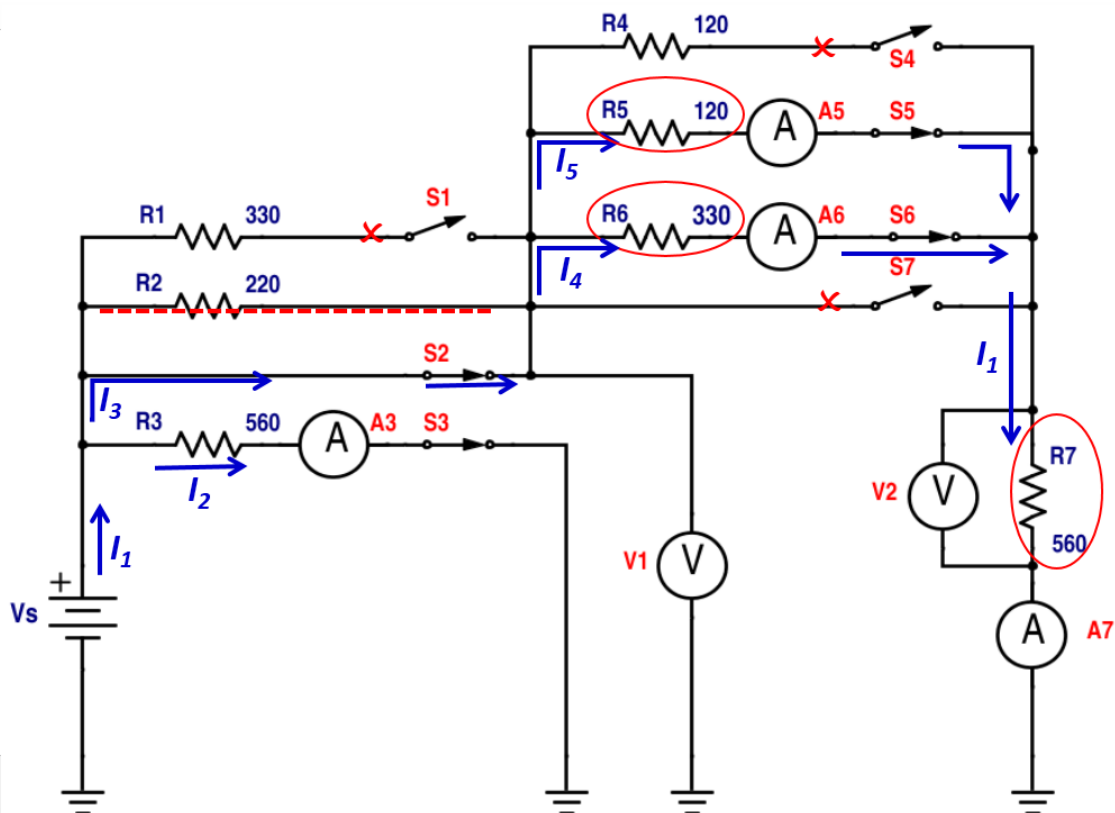
Figura 23: Circuito LK nº 3 – Configuração 2/Acesso ao experimento

Comparando com os valores cálculos com os retornados no experimento prático.

Tabela 9: Valor calculados VS Valores lidos no experimento

Parâmetro	Calculado	Experimento
REq	294,2Ω	294,2Ω +ou- 5%
I _{max}	40,79mA	
I ₁	21,43mA	21,13mA
I ₂	9,682mA	9,409mA
I ₃	9,682mA	9.634mA
I ₄	21,43mA	18,807mA
VR ₃		
VR ₄	1,162V	
VR ₅	1,162V	
VR ₇	10,84V	10,507V
VS	12V	11,61V

A figura 24 apresenta o terceiro circuito proposto na tabela 02.


Figura 24: Circuito LKT nº 3 – Configuração 3

Os valores de corrente e tensão para as resistências “A”, “B”, “C” e “D”, no caso **R5**, **R6**, **R7** e **R3**, respectivamente, poderão ser visualizados nos monitores de tensão **V1** e **V2** e nos monitores de corrente **A3**, **A5**, **A6** e **A7**.

A Figura 25 apresenta o circuito resultante para a configuração apresentada na Figura 24.

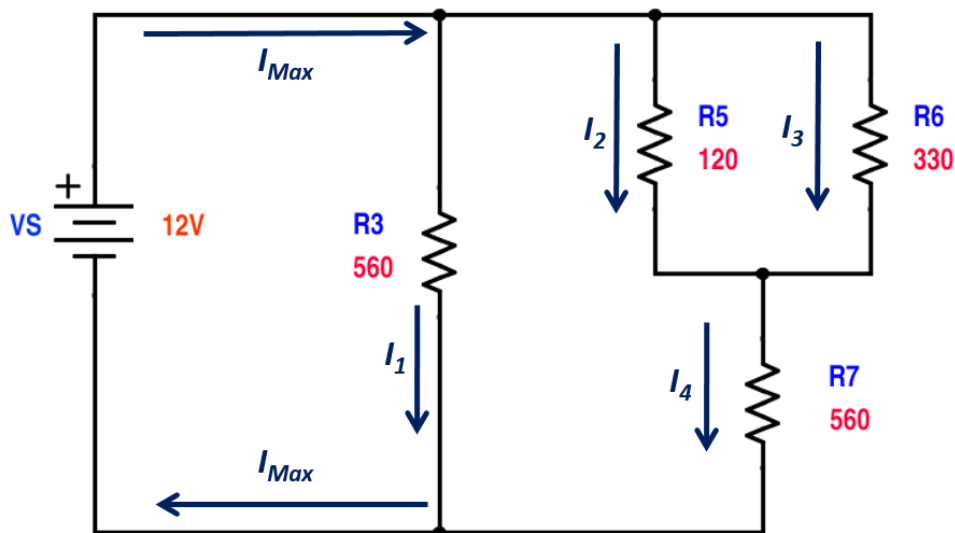


Figura 25: Circuito LK nº 3 – Configuração 3/CKT resultante

Calculando os valores de **REq**, **I_{max}**, **I1**, **I2**, **I3**, **I4**, **VR5**, **VR6**, **VR3** e **VR7**:

$$REq = \{R3 \parallel [(R5 \parallel R6) + R7]\}$$

$$R5 \parallel R6 = \frac{R5 * R6}{R5 + R6} = \frac{120 * 330}{120 + 330} = \frac{39600}{450} = 88$$

$$[(R5 \parallel R6) + R7 = 88 + 560 = 648$$

$$REq = \{R3 \parallel [(R5 \parallel R6) + R7]\} = (560 \parallel 648) = \frac{560 * 648}{560 + 648} = \frac{362880}{1208} = 300,397\Omega$$

$$I_{max} = \frac{VS}{REq} = \frac{12}{300,47} = 0,03996 \text{ ou } 39,96mA$$

$$I_1 = \frac{V_S}{R_3} = \frac{12,0}{560} = 0,02143 \text{ ou } 21,43\text{mA}$$

$$VR_7 = I_4 * R_7 = [(I_{max} - I_3) * R_7] = [(39,96\text{mA} - 21,43\text{mA}) * 560] = 10,37\text{V}$$

$$VR_5 = VR_6 = V_S - VR_7 = 12 - 10,37 = 1,630\text{V}$$

$$I_2 = \frac{VR_5}{R_5} = \frac{1,630}{120} = 0,01359 \text{ ou } 13,59\text{mA}$$

$$I_3 = \frac{VR_6}{R_6} = \frac{1,630}{330} = 0,004940 \text{ ou } 4,940\text{mA}$$

$$I_4 = \frac{VR_7}{R_7} = \frac{10,84}{560} = 0,01853 \text{ ou } 18,53\text{mA}$$

A figura 26 apresenta o acesso ao experimento na configuração, apresentada na Figura 25.

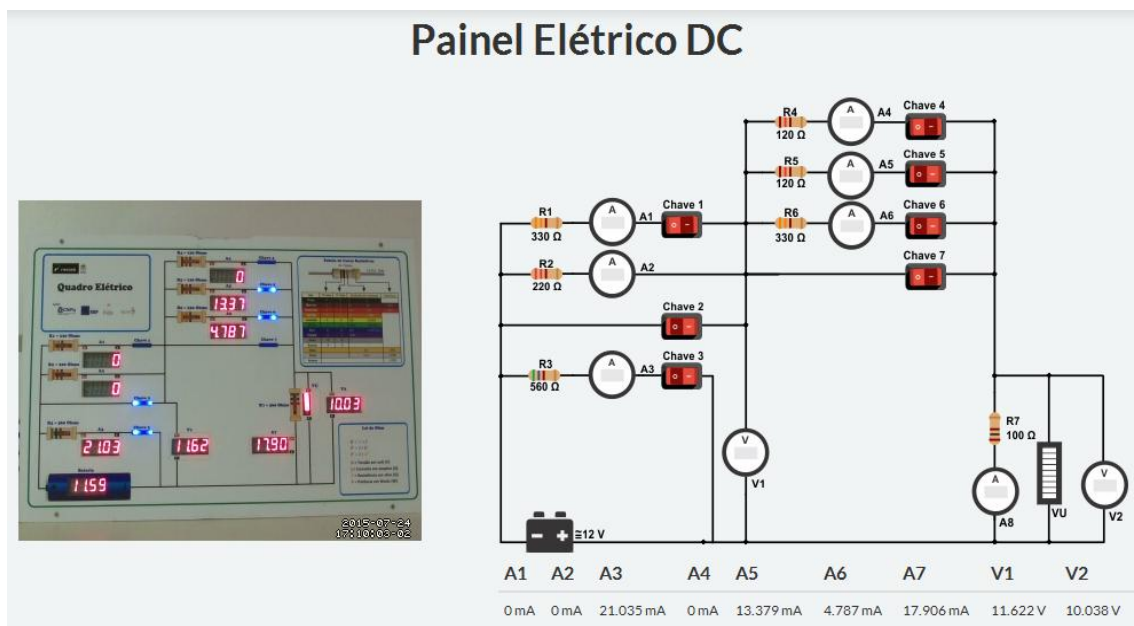


Figura 26: Circuito LK nº 3 – Configuração 3/Acesso ao experimento

Comparando com os valores cálculos com os retornados no experimento prático.

Tabela 10: Valor calculados VS Valores lidos no experimento

Parâmetro	Calculado	Experimento
REq	300,4Ω	300,4Ω +ou- 5%
I _{max}	39,96mA	
I ₁	21,43mA	21,053mA
I ₂	13,59mA	13,379mA
I ₃	4,940mA	4.787mA
I ₄	18,53mA	17,906mA
VR ₃	12V	
VR ₅	1,630V	
VR ₆	1,630V	
VR ₇	10,37V	10,038V
VS	12V	11,59V

Referências

- SILVA, J.B., MORETTI, A. 2015. Manual Técnico do Experimento: Painel Elétrico DC. Laboratório de Experimentação Remota (REXLAB), Universidade Federal de Santa Catarina.
- ROMANO, C., TODDAI, R. 1976. Eletrônica Geral. 2a Edição. Brasiliense, São Paulo-SP.
- OTERO, C.A.D. 1993. Teoria e Prática de Eletrônica. Ed. McGraw-Hill, São Paulo-SP.
- O'MALLEY, J. 1994. Análise de Circuitos. Ed. McGraw-Hill, São Paulo-SP.
- CIPELLI, M., MARKUS, O. 1999. Circuitos em Corrente Contínua. Ed. Érica, São Paulo-SP.
- SILVA, R.P. 1995. Eletrônica Básica - Um enfoque voltado à informática. Ed. UFSC.

Índice de Figuras

Figura 1: Sentido das correntes.....	6
Figura 2: Malha fechada “abcd”	6
Figura 3: Circuito LK nº 1	7
Figura 4: Circuito LK nº 1 – Configuração 1	8
Figura 5: Circuito Paralelo nº 1 – CKT resultante	8
Figura 6: Circuito Kirchhoff nº 1 – Acesso ao experimento.....	9
Figura 7: Circuito LK nº 1 – Configuração 2	11
Figura 8: Circuito LK nº 1 – Configuração 1/CKT resultante.....	11
Figura 9: Circuito LK nº 1 – Configuração 2/Acesso ao experimento.....	12
Figura 10: Circuito LK nº 1 – Configuração 3	13
Figura 11: Circuito LK nº 1 – Configuração 3/CKT resultante.....	14
Figura 12: Circuito LK nº 1 – Configuração 3/Acesso ao experimento.....	15
Figura 13: Circuito LK nº 2	16
Figura 14: Circuito LK nº 2 – Configuração 1	17
Figura 15: Circuito LK nº 2 – CKT resultante.....	17
Figura 16: Circuito LK nº 2 – Acesso ao experimento.....	18
Figura 17: Circuito LK nº 3	19
Figura 18: Circuito LK nº 3 – Configuração 1	20
Figura 19: Circuito LK nº 3 – Configuração 1/CKT resultante.....	21
Figura 20: Circuito LK nº 3 – Configuração 1/Acesso ao experimento.....	22
Figura 21: Circuito LK nº 3 – Configuração 2	23
Figura 22: Circuito LK nº 3 – Configuração 2/CKT resultante.....	24
Figura 23: Circuito LK nº 3 – Configuração 2/Acesso ao experimento.....	25
Figura 24: Circuito LK nº 3 – Configuração 3	26
Figura 25: Circuito LK nº 3 – Configuração 3/CKT resultante.....	27
Figura 26: Circuito LK nº 3 – Configuração 3/Acesso ao experimento.....	28

Índice de Tabelas

Tabela 1: Circuito serial nº 3.....	7
Tabela 2: Valor calculados VS Valores lidos no experimento.....	10
Tabela 3: Valor calculados VS Valores lidos no experimento.....	13
Tabela 4: Valor calculados VS Valores lidos no experimento.....	15
Tabela 5: Circuito LK nº 2.....	16
Tabela 6: Valor calculados VS Valores lidos no experimento.....	19
Tabela 7: Circuito LK nº 3.....	20
Tabela 8: Valor calculados VS Valores lidos no experimento.....	23
Tabela 9: Valor calculados VS Valores lidos no experimento.....	26
Tabela 10: Valor calculados VS Valores lidos no experimento	29