



universidade de aveiro

Departamento de Eletrónica e Telecomunicações e Informática

Curso 8309- Mestrado Integrado em Engenharia e Telecomunicações

Disciplina 41987 – Introdução à Engenharia Eletrotécnica

Ano Letivo 2021/2022

Relatório

Análise de Circuitos Multi-Malha

Autor: 109446 Samuel Santos

Autor: 108328 Sofia Fernandes

Turma: TP4

Data: 27/10/2021

Docente: Manuel Dinis

Resumo: Nesta atividade experimental definiu-se como objetivo principal compreender, aplicar e verificar experimentalmente as leis de Kirchhoff em circuitos multi-malha. Isto foi conseguido através da montagem de circuitos nos quais foram instaladas diversas resistências, em série e/ou em paralelo, e das quais se mediu, com um multímetro adaptado a voltímetro, as tensões nos respetivos terminais.

Também a utilização de um potenciómetro numa das secções desta atividade nos permitiu compreender e verificar as variações de tensão e corrente que ocorreram no circuito consoante os valores de resistência por nós manipulados (0 - 10k Ω).



1. Circuito com duas fontes de tensão fixa

a) Para a realização deste exercício definiu-se: a resistência de $1\text{k}\Omega$ como R_1 ; a resistência de $2.2\text{ k}\Omega$ como R_2 ; a resistência de $3.3\text{ k}\Omega$ como R_3 ;

Estando R_2 e R_3 em paralelo, é possível declarar-se uma Resistência Equivalente ($Req(2,3)$) de valor:

$$Req(2,3) = \frac{R_2 * R_3}{R_2 + R_3} = \frac{2200 * 3300}{2200 + 3300} = 1320\ \Omega$$

Estamos agora perante um circuito composto por uma fonte de tensão (V) de 10 V , uma resistência R_1 e uma resistência $Req(2,3)$ em série.

Neste sentido, de modo a simplificar ainda mais o circuito, é possível definir-se uma Resistência Equivalente Total (Req_t) de valor:

$$Req_t = Req(2,3) + R_1 = 1320 + 1000 = 2320\ \Omega$$

Assim, pela Lei de Ohm ($V = RI$), tem-se a corrente total (I):

$$I = \frac{V}{Req_t} = \frac{10}{2320} = 4.31\text{ mA}$$

Estando R_2 e R_3 em paralelo, estando R_1 em série no circuito principal, e designando-se por $I(2,3)$ a corrente disponibilizada ao sistema em paralelo, é correto afirmar que:

$$I = I_1 = I(2,3)$$

Através da Lei de Ohm pode-se agora calcular a tensão nos terminais de R_1 :

$$V_1 = R_1 * I_1 = 1000 * 4.31 * 10^{-3} = 4.31\text{ V}$$

Seja $V_2 = V_3$ (uma vez que R_2 e R_3 estão em paralelo, tendo portanto a mesma tensão associada), é possível calcular o valor desta mesma tensão (chamemos-lhe $V(2,3)$) através da expressão:

$$V = V_1 + V(2,3) \quad (=) \quad 10 = 4.31 + V(2,3) \quad (=) \quad V(2,3) = 5.69\text{ V}$$

Ou seja, $V_2 = V_3 = 5.69\text{ V}$.



Para calcular o valor das correntes que atravessam R2 e R3 recorreu-se de novo à Lei de Ohm:

- $I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{5.69}{2200} = 2.59 \text{ mA}$
- $I_3 = \frac{V_3}{R_3} = \frac{5.69}{3300} = 1.72 \text{ mA}$

Ou seja, de modo geral:

	Valor de tensão calculado	Valor de corrente calculado
Resistência de 1000 Ω	4.31 V	4.31 mA
Resistência de 2200 Ω	5.69 V	2.59 mA
Resistência de 33300 Ω	5.69 V	1.72 mA

b) Medições

Forneceu-se ao circuito uma tensão de 10 V. Na tabela abaixo constam os valores de tensão medidos para cada resistência, assim como os valores de corrente calculados, pela Lei de Ohm, através dos valores de tensão medidos experimentalmente.

	Valor de tensão medido	Valor de corrente calculado
Resistência de 1000 Ω	(4.32 \pm 0.04) V	4.32 mA
Resistência de 2200 Ω	(5.73 \pm 0.05) V	2.60 mA
Resistência de 3300 Ω	(5.73 \pm 0.05) V	1.73 mA

Os valores de corrente obtidos indiretamente através das medições efetuadas estiveram dentro do esperado, quando comparados com os valores previstos calculados em a), estando até dentro da incerteza relativa associada à respetiva medição.



2. Circuito com uma fonte de tensão fixa e outra variável

a) Definiu-se como sentido das correntes o assinalado a vermelho na figura 1.

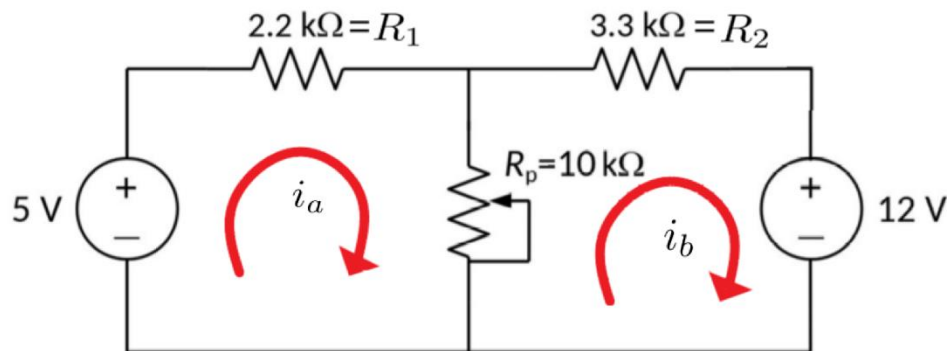


Figura 1 – Sentido das Correntes

Para determinar os valores da corrente para cada resistência recorreu-se ao método das correntes de malha:

- Primeiramente os cálculos foram efetuados tendo em conta o valor máximo do potenciómetro (10 kΩ):

$$\Rightarrow \begin{cases} -v_1 + R_1 * i_a + R_p (i_a - i_b) = 0 \\ v_2 + R_2 * i_b + R_p (i_b - i_a) = 0 \end{cases}$$

$$(\Rightarrow) \begin{cases} -5 + 2200 * i_a + 10000 (i_a - i_b) = 0 \\ 12 + 3300 * i_b + 10000 (i_b - i_a) = 0 \end{cases}$$

$$(\Rightarrow) \begin{cases} -5 + 2200 i_a + 10000 i_a - 10000 i_b = 0 \\ 12 + 3300 i_b + 10000 i_b - 10000 i_a = 0 \end{cases}$$

$$(\Rightarrow) \begin{cases} 12200 i_a = 10000 i_b + 5 \\ 13300 i_b = -12 + 10000 i_a \end{cases}$$

$$(\Rightarrow) \begin{cases} i_a = 0.859 \text{ mA} \\ i_b = 1.55 \text{ mA} \end{cases}$$



- De seguida, realizaram-se os cálculos tendo em conta o valor mínimo do potenciómetro (0 kΩ)

$$\begin{cases} -v_1 + R_1 * i_a + R_p (i_a - i_b) = 0 \\ v_2 + R_2 * i_b + R_p (i_b - i_a) = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} -5 + 2200 * i_a + 0 * (i_a - i_b) = 0 \\ 12 + 3300 * i_b + 0 * (i_b - i_a) = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} -5 + 2200 * i_a = 0 \\ 12 + 3300 * i_b = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 2200 i_a = 5 \\ 3300 i_b = -12 \end{cases}$$

$$\begin{cases} i_a = 2.3 * (10^{-3}) \\ i_b = -3.6 * (10^{-3}) \end{cases}$$

b)

Potenciómetro no min.	Valor de tensão medido	Valor de corrente a partir da tensão
Resistência potenciómetro (0 kΩ)	(4.32 ± 0.04) V	+infinito mA
Resistência de 2200 Ω	(5.03 ± 0.05) V	2.29 mA
Resistência de 3300 Ω	(12.07 ± 0.08) V	3.66 mA
Potenciómetro no max	Valor de tensão medido	Valor de corrente a partir da tensão
Resistência potenciómetro (10 kΩ)	(6.95 ± 0.04) V	0.70 mA
Resistência de 2200 Ω	(1.91 ± 0.05) V	0.87 mA
Resistência de 3300 Ω	(5.11 ± 0.08) V	1.55 mA



Potenciómetro no min.	Valor de corrente a partir da tensão	Valor de corrente teórico
Resistência potenciómetro (0 k Ω)	+infinito mA	+infinito mA
Resistência de 2200 Ω	2.29 mA	2.27 mA
Resistência de 3300 Ω	3.66 mA	3.64 mA
Potenciómetro no max.	Valor de corrente a partir da tensão	Valor de corrente teórico
Resistência potenciómetro (10 k Ω)	0.70 mA	0.69 mA
Resistência de 2200 Ω	0.87 mA	0.86 mA
Resistência de 3300 Ω	1.55 mA	1.55 mA

Os valores de tensão foram medidos com a polaridade invertida em relação ao sentido da corrente que se definiu para efetuar os cálculos teóricos, logo os valores de corrente medidos indiretamente e calculados serão simétricos.

Foi-nos possível também concluir que, para o valor mínimo de resistência fornecido pelo potenciómetro (0 Ω), se obteve um curto-circuito, pelo que nos é possível considerar a divisão do circuito esquematizado em dois outros (figura 2): um circuito com uma fonte de tensão de 5 V e uma resistência, R1, de 2.2 k Ω ; e um outro com uma fonte de tensão de 12 V e uma resistência, R2, de 3.3 k Ω .

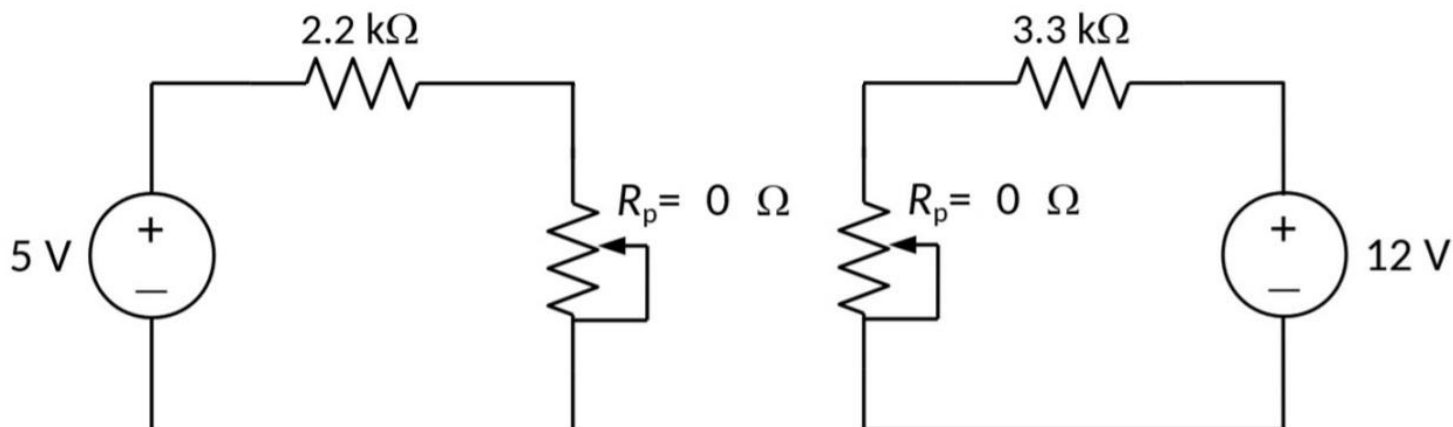


Figura 2 – Divisão do circuito principal em dois



universidade de aveiro

Em suma, os valores medidos corresponderam ao expectável, tendo em conta os valores por nós calculados teoricamente. Posto isto, foi possível confirmar as leis de Kirchhoff em circuitos Multi-Malha, assim como confirmar a veracidade dos Métodos das Correntes de Malha e das Tensões dos Nós.



universidade de aveiro