

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
EEL7045 – Circuitos Elétricos A - Laboratório

AULA 08
TEOREMAS DE THÉVENIN E NORTON

1 INTRODUÇÃO

Existem inúmeras técnicas para análises de circuitos elétricos, dentre elas se destacam dois teoremas, o teorema de Thévenin e o teorema de Norton. Os teoremas levam os nomes de seus autores, M.L. Thévenin, um engenheiro francês, e E.L. Norton, um cientista que trabalhou no Bell Telephone Laboratories.

Suponhamos que nos tenha sido dado um circuito e desejamos encontrar a corrente, tensão ou potência fornecida a algum resistor da rede, o qual chamaremos de carga. O teorema de Thévenin nos diz que podemos substituir toda a rede, com exceção da carga, por um circuito equivalente que contenha somente uma fonte de tensão independente em série com um resistor de modo tal que a relação corrente-tensão na carga não seja alterada. O teorema de Norton é idêntico ao postulado acima, exceto que o circuito equivalente é uma fonte de corrente independente em paralelo com um resistor.

Note-se que este é um resultado muito importante. Ele nos diz que, ao examinar qualquer rede de um par de terminais, toda a rede é equivalente a um circuito simples consistindo de uma fonte de tensão independente em série com um resistor ou uma fonte de corrente independente em paralelo com um resistor.

Os objetivos da aula consistem em calcular a tensão, a resistência de Thévenin e a corrente de Norton e posteriormente medir estes valores no circuito.

A tensão de Thévenin é aquela que aparece nos terminais da carga, quando estes terminais estão abertos (sem resistor de carga). A resistência de Thévenin é a resistência vista entre os terminais de carga, com a carga desconectada e os efeitos das fontes reduzidos à zero (fontes do circuito desligadas).

2 CIRCUITO EM CORRENTE CONTÍNUA

Para o circuito da Figura 1, calcular os valores de V_{TH} , R_{TH} e I_N .

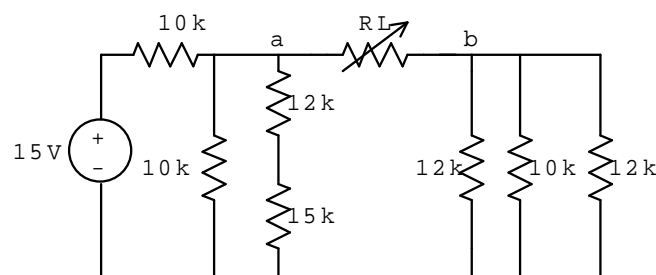


Figura 1 - Circuito em análise.

Comprovar o teorema de Thévenin através do seguinte procedimento:

- Montar o circuito sem a resistência de carga R_L ;
- Medir a tensão V_{ab} . Essa será a tensão de Thévenin, pois o terminal da carga está a vazio;
- Retirar a fonte de tensão (torná-la zero) e medir a resistência entre os pontos “a” e “b”. Essa será a resistência de Thévenin;
- Conecte um amperímetro entre os pontos “a” e “b” e meça a corrente. Essa será a corrente de Norton.

Equivalente de Thévenin e Norton		
Grandeza a determinar	Grandeza a medir	Medidas
Tensão de Thévenin	V_{ab} com circuito aberto	
Resistência de Thévenin	R_{AB} para fonte em curto	
Corrente de Norton	I_{AB} para $R_{AB} = 0 \Omega$	
Tensão da fonte		

Determine V_{TH} e R_{TH} , calcule V_L e I_L para cada um dos valores de R_L , conforme a tabela abaixo, realizando as medidas e comparando-as com os cálculos realizados.

$R_L [\Omega]$	V_{RL}		I_{RL}	
	Calculado	Medido	Calculada	Medida
0				
4,7 k				
8,2 k				
10 k				

3 CIRCUITO EM CORRENTE ALTERNADA

Para o circuito da Figura 2, calcular os valores de V_{th} , Z_{th} e I_N .

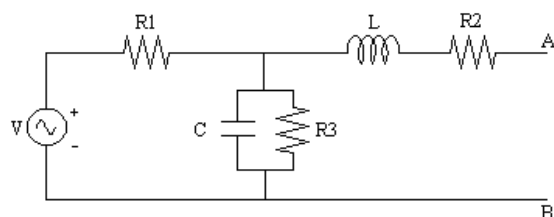


Figura 2 - Circuito em análise.

- $f = 1 \text{ kHz}$;
- $R_1 = 390 \Omega$;
- $R_2 = 1 \text{ K}\Omega$;
- $R_3 = 820 \Omega$;
- $C = 2,2 \mu\text{F}$;
- $L = 100 \text{ mH}$.

- $V = 5 \cdot \sin(6283 \cdot t) [\text{V}]$;

Medir os valores conforme a tabela a seguir, usando o osciloscópio:

Equivalente de Thévenin e Norton			
Grandeza a determinar	Grandeza a medir	Medidas	
Tensão de Thévenin - V_{th}	V_{AB} com circuito aberto	Amplitude	Ângulo
Corrente de Norton - I_N	I_{AB} para $R_{AB} = 0 \Omega$ (unir A e B, medir a tensão em R_2 e dividir por R_2)		
Tensão da fonte			

Pode-se mostrar que a impedância de Thevenin é dada por:

$$Z_{th} = \frac{V_{th}}{I_N} \angle (\delta_{V_{th}} - \delta_{I_N})$$

sendo $\delta_{V_{th}}$ o ângulo da tensão de Thevenin e δ_{I_N} o ângulo da corrente de Norton.

4 ANÁLISE DOS EXPERIMENTOS REALIZADOS

Após realizar os experimentos em aula, responder as seguintes questões:

1. Qual a utilidade de se conhecer o equivalente de Thévenin de um circuito na prática?
2. Explique o porquê das diferenças obtidas entre os valores teóricos e práticos de V_{Th} e R_{Th} ;
3. Compare os valores medidos e calculados da corrente de Norton;
4. Comente sobre a validade dos equivalentes de Thévenin e Norton para circuitos em corrente contínua e em corrente alternada;
5. Se a frequência da fonte de tensão for alterada, os resultados obtidos com os equivalentes de Thévenin e Norton continuam válidos? Comente.