

Caracterização de Fontes de Tensão

Conceitos

Caracterização de fontes de alimentação.

Força eletromotriz (FEM) e resistência interna da fonte.

Teorema de Thévenin.

Transferência de potência da fonte para o usuário.

Introdução

É comum observar reduções da iluminação em casas quando algum chuveiro (ou outro equipamento potente) é ligado. Qual é a relação entre a lâmpada e o chuveiro? Estão alimentados pela mesma fonte (a rede elétrica) e a tensão desta depende da corrente exigida pelo(s) usuário(s).

O teorema de Thévenin, examinado neste experimento, permite caracterizar a fonte de alimentação em função da corrente fornecida.

Teorema de Thévenin

Muitas vezes a análise de circuitos eletrônicos fica facilitada com a substituição total ou parcial destes circuitos por outro equivalente que, para certos propósitos, tem as mesmas características do original. Um exemplo dessa possibilidade é a combinação em série e paralelo de resistores.

Quando uma resistência é colocada entre dois pontos A e B quaisquer de um circuito (corrente contínua, e componentes lineares) que apresente um número qualquer de FEMs, pode-se, para calcular a corrente na resistência, substituir o circuito inicial por uma fonte de FEM E_i em série com uma resistência R_i . Este circuito é conhecido como *circuito equivalente de Thévenin*. Para calcular os valores de E_i e R_i , usam-se as seguintes regras (veja Bibliografia para maiores detalhes):

- $E_i = V_{ca}$, onde V_{ca} é a *tensão de circuito aberto*, ou seja, é a tensão que aparece entre os bornes A e B quando nenhuma resistência é ligada entre eles.
- $R_i = E_i / I_{cc}$, onde I_{cc} é a *corrente de curto-circuito*, ou seja, é a corrente que circularia entre os bornes A e B se estes fossem curto-circuitados. R_i pode também ser obtido como sendo a resistência equivalente vista entre os bornes A e B quando todas as FEM do circuito original são desligadas (curto-circuitadas).

O teorema de Thévenin tem muitas aplicações. A seguir, apresentaremos dois exemplos:

- 1) Cálculo da tensão fornecida ao usuário – Para qualquer circuito com uma FEM E_i e uma resistência interna R_i (como o circuito mostrado na Figura 1), pelas Leis de Kirchhoff pode-se calcular que a tensão de usuário V_U fornecida pela fonte nos bornes de saída (A e B na figura) é igual à sua FEM E_i menos a queda de tensão na sua resistência interna R_i I_U :

$$V_U = E_i - R_i I_U.$$

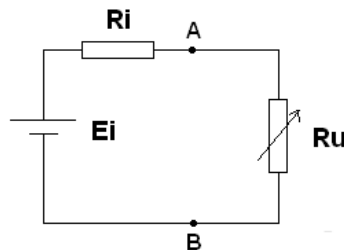


Figura 1. Circuito básico constituído de uma fonte de tensão com FEM interna E_i e resistência interna R_i , que alimenta uma resistência de usuário R_U .

- 2) Cálculo da máxima potência que um circuito (uma rede) pode fornecer a um usuário – No caso, o usuário é uma resistência R_U que será ligada aos nós A e B do circuito que, usando o teorema de Thévenin, representamos por uma FEM E_i e uma resistência interna R_i em série. Desta forma a corrente disponível na resistência do usuário é

$$I_U = E_i / (R_i + R_U).$$

Assim a potência fornecida é

$$P_U = R_U I_U^2 = R_U E_i^2 / (R_i + R_U)^2$$

que apresenta o máximo igual a

$$P_U = E_i^2 / (4 R_i)$$

quando $R_U = R_i$. (Verifique!).

Objetivos

Neste experimento caracterizaremos uma fonte de tensão formada por um divisor de tensão. Este consiste de dois resistores alimentados por uma fonte eletrônica de tensão (Figura 2(a)).

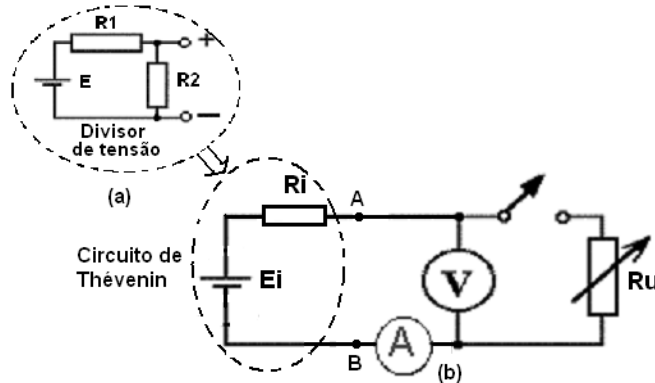


Figura 2. (a) Divisor de tensão. (b) Circuito equivalente de Thévenin ligado a uma resistência de "usuário" R_U .

Procedimento

1. Monte o divisor de tensão da Figura 2(a), utilizando $R_1 = 220\Omega$ e $R_2 = 100\Omega$ (valores nominais – não esqueça de anotar os respectivos desvios). Regule a fonte de tensão para obter $E \approx 3V$ (meça com o voltímetro). Verifique que a saída do divisor de tensão está em aproximadamente 1V (meça com o voltímetro). Considere que a saída deste divisor é sua "nova fonte de tensão", como indicado na Figura 2.
2. Conecte o divisor de tensão a uma resistência de década (que fará o papel da resistência de usuário R_U), conectando também o voltímetro e o miliamperímetro como mostrado na Figura 2(b).
3. Varie R_U e meça a corrente I_U e a tensão V_U (leituras do miliamperímetro e voltímetro respectivamente). Colete aproximadamente 15 pontos de R_U , I_U e V_U , não esquecendo de anotar os respectivos desvios. Considere o desvio da resistência de década como sendo 1% do valor. **Dica:** varie R_U entre $\sim 1\Omega$ e $1k\Omega$. **Atenção:** tome o cuidado de não ultrapassar a corrente de 30 mA.
4. Calcule a potência $P_U = V_U I_U$. Organize seus dados numa tabela de R_U , I_U , V_U , P_U .
5. Faça um gráfico de V_U versus I_U (ou seja, V_U no eixo das ordenadas e I_U no eixo das abscissas). Verifique a validade da relação proposta ($V_U = E_i - R_i I_U$). A partir do gráfico, determine os valores E_i e R_i do circuito equivalente de Thévenin.
6. Compare estes valores com os valores de E_i e R_i *teóricos*, calculados a partir do teorema de Thévenin utilizando os valores de R_1 , R_2 nominais e o valor de E medido com o voltímetro.
7. Faça um gráfico da potência transmitida à resistência externa P_U versus o valor R_U desta resistência. Explique o máximo observado neste gráfico.

Atenção: Inicie as medidas pelas correntes mais baixas.

Bibliografia

- Brophy J.J. "Eletrônica Básica", 3ª Ed., Guanabara Dois, 1978; pp. 21-25. Biblioteca IFGW #621.381.B873e.