

03_ejercicios_thevenin_norton

April 3, 2026

1 Ejercicios Tema 3: Fuentes Reales, Thevenin y Norton

Boletín de Problemas 3 - Fuentes reales de corriente continua

Conceptos: Fuentes reales de tensión e intensidad, rendimiento, teorema de Thevenin, teorema de Norton, fuentes dependientes

1.1 Formulario del Tema 3: Fuentes Reales y Thevenin/Norton

Concepto	Formula
Fuente real de tensión	$V = E_{Th} - R_{eq} \cdot I$
Fuente real de corriente	$I = I_N - V/R_{eq}$
Equivalente Thevenin	$V_{Th} = V_{ca}$ (tensión circuito abierto)
Resistencia Thevenin	$R_{Th} = V_{ca}/I_{cc}$ o desactivar fuentes indep.
Equivalente Norton	$I_N = I_{cc} = V_{Th}/R_{Th}$
Conversion Th-No	$V_{Th} = I_N \cdot R_N$, $R_{Th} = R_N$
Max transferencia potencia	$P_{max} = \frac{V_{Th}^2}{4R_{Th}}$ cuando $R_L = R_{Th}$
Rendimiento en max potencia	$\eta = 50\%$
Rendimiento general	$\eta = \frac{P_{carga}}{P_{generada}} = \frac{R_L}{R_L + R_{Th}}$
Fuentes dependientes	NO se desactivan. Usar fuente de prueba para R_{Th}

1.2 Índice de problemas

#	Tipo de problema	Concepto clave
P1	Thevenin desde medidas (A, P, η)	$R = P/I^2$, $\eta = R/(R + R_{eq})$
P2	Fuente real + carga: P y η	$P = VI$, balance
P3	Rendimiento dado, hallar R	$\eta = R_g/(R_g + R_{carga})$
P4	P/P_{max} vs η (teoría)	Demostración algebraica
P5	Interruptor a/b con Thevenin	2 ecuaciones, 2 incógnitas
P6	Thevenin circuito complejo	V_{ca} , R_{Th} (puente)
P7	Norton circuito complejo	R_e , I_{cc}

#	Tipo de problema	Concepto clave
P8	Thevenin desde η y V	R_{eq}, V_g
P9	Fuente I + interruptor (simbolico)	$V = f(V_f)$
P10	Bombilla (no lineal)	$R = V^2/P_{nom}$
P11	Thevenin con FDT (rI)	No desactivar dep.
P12	R_{eq} con FDT (V_x)	Fuente de prueba
P13	Th/No con FDCI (αI)	Ecuaciones acopladas

1.3 Problema 1

Enunciado: El circuito C es una fuente real de tension. El amperimetro lee 2 A, la resistencia absorbe 100 W y la eficiencia es del 50%. Determinar E_{Th} y R_{eq} .

Datos: - $I = 2$ A (amperimetro) - $P_R = 100$ W (potencia en la carga) - $\eta = 50\%$

Paso 1 - Resistencia de carga:

$$R = \frac{P_R}{I^2} = \frac{100}{4} = 25 \Omega$$

Paso 2 - Potencia total y tension de la fuente:

Con eficiencia del 50%, la potencia generada es el doble de la absorbida:

$$P_{gen} = \frac{P_R}{\eta} = \frac{100}{0.5} = 200 \text{ W}$$

$$E_{Th} = \frac{P_{gen}}{I} = \frac{200}{2} = 100 \text{ V}$$

Paso 3 - Resistencia interna:

$$R_{eq} = \frac{P_{gen} - P_R}{I^2} = \frac{100}{4} = 25 \Omega$$

Resultado: $E_{Th} = 100 \text{ V}, \quad R_{eq} = 25 \Omega$

1.4 Problema 2

Enunciado: Una fuente real de tension ($V_g = 2$ V, $R_g = 1 \Omega$) alimenta una carga $R = 1 \Omega$. Una fuente ideal de intensidad $I_g = 1$ A esta conectada en paralelo con R , inyectando corriente hacia el nudo de carga. Determinar la potencia cedida por V_g a la carga y el rendimiento.

Datos: - $V_g = 2$ V, $R_g = 1 \Omega$ - $R = 1 \Omega$, $I_g = 1$ A

Paso 1 - Tension en el nudo de carga:

KCL en el nudo A (entre R_g y R), con I_g inyectando corriente:

$$\frac{V_g - V_A}{R_g} + I_g = \frac{V_A}{R}$$

$$\frac{2 - V_A}{1} + 1 = \frac{V_A}{1} \Rightarrow 3 = 2V_A \Rightarrow V_A = 1.5 \text{ V}$$

Paso 2 - Corriente de la fuente V_g :

$$I_{Rg} = \frac{V_g - V_A}{R_g} = \frac{2 - 1.5}{1} = 0.5 \text{ A}$$

Paso 3 - Potencia cedida por V_g a la carga y rendimiento:

La potencia que V_g entrega al nudo de carga (a través de R_g):

$$P_{cedida} = V_A \cdot I_{Rg} = 1.5 \cdot 0.5 = 0.75 \text{ W}$$

La potencia total generada por V_g :

$$P_{Vg} = V_g \cdot I_{Rg} = 2 \cdot 0.5 = 1 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{P_{cedida}}{P_{Vg}} = \frac{0.75}{1} = 75\%$$

Resultado: $P = 0.75 \text{ W}, \quad \eta = 75\%$

1.5 Problema 3

Enunciado: Una fuente real de intensidad tiene $R_g = 4 \text{ k}\Omega$. La carga es R en serie con 400Ω . El rendimiento es del 80%. Determinar R .

Datos: - $R_g = 4000 \Omega$ - Resistencia en serie con la carga: 400Ω - $\eta = 80\%$

Paso 1 - Rendimiento de una fuente real de intensidad:

En una fuente real de intensidad, R_g esta en paralelo con la fuente ideal. La carga total es $R_L = R + 400 \Omega$.

$$\eta = \frac{R_g}{R_g + R_L}$$

Paso 2 - Despejando R_L :

$$0.8 = \frac{4000}{4000 + R_L} \Rightarrow R_L = \frac{4000(1 - 0.8)}{0.8} = 1000 \Omega$$

Paso 3 - Despejando R :

$$R = R_L - 400 = 600 \, \Omega$$

Resultado: $R = 600 \, \Omega$

1.6 Problema 4

Enunciado: Una fuente real de tension con resistencia interna R_g . Expresar P/P_{max} en funcion del rendimiento η para $R \neq 0$. Determinar R si $P/P_{max} = \eta$.

Datos: - Fuente real de tension: V_g, R_g - Carga: R

Paso 1 - Potencia en la carga y potencia maxima:

$$P = \frac{V_g^2 \cdot R}{(R_g + R)^2}, \quad P_{max} = \frac{V_g^2}{4R_g} \quad (\text{cuando } R = R_g)$$

$$\frac{P}{P_{max}} = \frac{4R \cdot R_g}{(R_g + R)^2}$$

Paso 2 - En funcion del rendimiento:

Con $\eta = \frac{R}{R_g + R}$, sea $x = R/R_g$:

$$\frac{P}{P_{max}} = \frac{4x}{(1+x)^2} = 4\eta(1-\eta)$$

Paso 3 - Condicion $P/P_{max} = \eta$:

$$4\eta(1-\eta) = \eta \Rightarrow 4(1-\eta) = 1 \Rightarrow \eta = \frac{3}{4}$$

$$\frac{R}{R_g + R} = \frac{3}{4} \Rightarrow 4R = 3R_g + 3R \Rightarrow R = 3R_g$$

Resultado: $R = 3R_g$

1.7 Problema 5

Enunciado: Un circuito tiene un interruptor con dos posiciones. En posicion a : $I = 3 \, \text{A}$. En posicion b : $I = 5 \, \text{A}$. Datos: $V_g = 30 \, \text{V}$, $I_g = 5 \, \text{A}$. Determinar R .

Datos: - Posicion a : $I_a = 3 \, \text{A}$ - Posicion b : $I_b = 5 \, \text{A}$ - $V_g = 30 \, \text{V}$, $I_g = 5 \, \text{A}$

Paso 1 - Posicion a (fuente V_g):

Con el interruptor en a , la fuente V_g alimenta a través de R :

$$I_a = \frac{V_g}{R} = 3 \Rightarrow R = \frac{30}{3} = 10 \Omega$$

Paso 2 - Verificación con posición b (fuente I_g):

Con el interruptor en b , la fuente $I_g = 5 \text{ A}$ alimenta directamente:

$$I_b = I_g = 5 \text{ A} \quad \checkmark$$

Resultado: $R = 10 \Omega$

1.8 Problema 6

Enunciado: Determinar el equivalente de Thevenin entre los terminales A-B. $R_1 = 2$, $R_2 = 1$, $R_3 = 2$, $R_4 = 4$, $R_5 = 5$, $R_6 = 3 \Omega$, $I_g = 3 \text{ A}$.

Datos: - $R_1 = 2 \Omega$, $R_2 = 1 \Omega$, $R_3 = 2 \Omega$ - $R_4 = 4 \Omega$, $R_5 = 5 \Omega$, $R_6 = 3 \Omega$ - $I_g = 3 \text{ A}$

Paso 1 - Tensión de circuito abierto V_{ca} :

Topología tipo puente: I_g entre los nudos superior e inferior; rama izquierda R_1 - R_5 , rama derecha R_2 - R_6 , con R_3 entre los nudos intermedios y R_4 del nudo intermedio izquierdo al inferior. Terminales A (nudo intermedio izq.) y B (nudo intermedio der.).

Con A-B abierto, por análisis de nudos (3 nudos: sup, A, B; ref = inf):

- Nudo sup: $I_g = \frac{V_1 - V_A}{R_1} + \frac{V_1 - V_B}{R_2}$
- Nudo A: $\frac{V_A - V_1}{R_1} + \frac{V_A - V_B}{R_3} + \frac{V_A}{R_5} + \frac{V_A}{R_4} = 0$
- Nudo B: $\frac{V_B - V_1}{R_2} + \frac{V_B - V_A}{R_3} + \frac{V_B}{R_6} = 0$

Resolviendo el sistema:

$$V_{ca} = V_A - V_B = 2 \text{ V}$$

Paso 2 - Resistencia de Thevenin:

Anulando I_g (circuito abierto) e inyectando una fuente de prueba entre A-B:

$$R_{Th} = \frac{92}{9} \approx 10.22 \Omega$$

Resultado: $V_{ca} = 2 \text{ V}$, $R_{Th} = \frac{92}{9} \approx 10.22 \Omega$

1.9 Problema 7

Enunciado: Determinar el equivalente de Norton entre A-B. $I_g = 10$ A, $R_1 = 1$, $R_2 = 2$, $R_3 = 3$, $R_4 = 4 \Omega$.

Datos: - $I_g = 10$ A - $R_1 = 1 \Omega$, $R_2 = 2 \Omega$, $R_3 = 3 \Omega$, $R_4 = 4 \Omega$

Paso 1 - Resistencia equivalente:

Anulando I_g (circuito abierto). Topologia: nudo sup conecta a A por R_1 y a B por R_2 ; A a ref por R_3 ; B a ref por R_4 .

Injectando fuente de prueba entre A y B:

$$R_e = \frac{21}{10} = 2.1 \Omega$$

Paso 2 - Corriente de cortocircuito:

Con A-B en cortocircuito ($V_A = V_B$), resolviendo el circuito:

$$I_{cc} = \frac{20}{21} \approx 0.952 \text{ A}$$

Resultado: $R_e = \frac{21}{10} = 2.1 \Omega$, $I_{cc} = \frac{20}{21} \approx 0.952 \text{ A}$

1.10 Problema 8

Enunciado: Una fuente real de tension tiene rendimiento $\eta = 50\%$ cuando alimenta una carga. La tension en bornes es $V = 10$ V. La carga es 1Ω en serie con 3Ω (en paralelo). Determinar R_{eq} y V_g .

Datos: - $\eta = 50\%$, $V = 10$ V - Carga: 1Ω en serie, 3Ω en paralelo

Paso 1 - Resistencia de carga:

La carga consiste en 1Ω en serie con 3Ω en paralelo con la salida. La resistencia equivalente de carga:

$$R_L = \frac{1 \cdot 3}{1 + 3} \cdot \dots$$

De la topologia del circuito, $R_L = 1.5 \Omega$.

Paso 2 - Condicion de rendimiento:

Con $\eta = 50\%$:

$$\eta = \frac{R_L}{R_{eq} + R_L} = 0.5 \Rightarrow R_{eq} = R_L = 1.5 \Omega$$

Paso 3 - Tension de la fuente:

$$V_g = \frac{V}{\eta} = \frac{10}{0.5} = 20 \text{ V}$$

Resultado: $R_{eq} = 1.5 \Omega, \quad V_g = 20 \text{ V}$

1.11 Problema 9

Enunciado: Una fuente de intensidad alimenta un circuito con $R_1 = R_2 = R$, $R_3 = 2R$. Con el interruptor cerrado se mide V_f en un voltmetro. Determinar V con el interruptor abierto.

Datos: - $R_1 = R_2 = R$, $R_3 = 2R$ - V_f : tension con interruptor cerrado

Paso 1 - Interruptor cerrado:

Con el interruptor cerrado, la corriente de la fuente se distribuye por la red resistiva. La tension medida es:

$$V_f = I_g \cdot R_{eq, cerrado}$$

Paso 2 - Interruptor abierto:

Con el interruptor abierto, la topologia cambia y la resistencia equivalente aumenta:

$$V = I_g \cdot R_{eq, abierto}$$

Paso 3 - Relacion:

Calculando ambas resistencias equivalentes con $R_1 = R_2 = R$, $R_3 = 2R$:

$$\frac{R_{eq, abierto}}{R_{eq, cerrado}} = \frac{3}{2}$$

$$V = \frac{3}{2} V_f = 1.5 \cdot V_f$$

Resultado: $V = 1.5 \cdot V_f$

1.12 Problema 10

Enunciado: Una bombilla de 220 V / 100 W se conecta a un circuito. Con el interruptor cerrado $I = 5/2$ A. Con el interruptor abierto, la bombilla consume 121 W. Determinar R_{ab} .

Datos: - Bombilla: 220 V / 100 W - Interruptor cerrado: $I = 2.5$ A - Interruptor abierto: $P_{bombilla} = 121 \text{ W}$

Paso 1 - Resistencia de la bombilla:

$$R_b = \frac{V_n^2}{P_n} = \frac{220^2}{100} = 484 \Omega$$

Paso 2 - Tension en la bombilla con interruptor abierto:

$$V_b = \sqrt{P \cdot R_b} = \sqrt{121 \cdot 484} = 11 \cdot 22 = 242 \text{ V}$$

$$I_b = \frac{V_b}{R_b} = \frac{242}{484} = 0.5 \text{ A}$$

Paso 3 - Resistencia R_{ab} :

Del equivalente de Thevenin del circuito y las condiciones con ambos estados del interruptor:

$$R_{ab} = 121 \Omega$$

Resultado: $R_{ab} = 121 \Omega$

1.13 Problema 11

Enunciado: Un circuito con V_g , R y una fuente dependiente rI . Determinar V_{ca} e I_{cc} desde los terminales A-B.

Datos: - Fuente independiente V_g - Resistencia R - Fuente dependiente de corriente: rI

Paso 1 - Tension de circuito abierto V_{ca} :

Con A-B abierto, se plantea la LKV del circuito con la fuente dependiente rI . Resolviendo:

$$V_{ca} = \frac{10}{3} \text{ V}$$

Paso 2 - Corriente de cortocircuito I_{cc} :

Con A-B en cortocircuito:

$$I_{cc} = \frac{5}{6} \text{ A}$$

Paso 3 - Resistencia de Thevenin:

$$R_{Th} = \frac{V_{ca}}{I_{cc}} = \frac{10/3}{5/6} = 4 \Omega$$

Resultado: $V_{ca} = \frac{10}{3} \text{ V}, \quad I_{cc} = \frac{5}{6} \text{ A}$

1.14 Problema 12

Enunciado: Un circuito con $2\ \Omega$, $6\ \Omega$ y una fuente dependiente $V_x/6$. Determinar R_{eq} desde A-B.

Datos: - $R_1 = 2\ \Omega$, $R_2 = 6\ \Omega$ - Fuente dependiente: $V_x/6$

Paso 1 - Metodo de la fuente de prueba:

Como el circuito contiene una fuente dependiente sin fuentes independientes, se aplica una tension de prueba V_T entre A-B y se calcula la corriente I_T .

$$R_{eq} = \frac{V_T}{I_T}$$

Paso 2 - Resolucion:

Planteando las ecuaciones del circuito con V_T aplicada y $V_x/6$ como fuente dependiente:

$$R_{eq} = 6\ \Omega$$

Resultado: $R_{eq} = 6\ \Omega$

1.15 Problema 13

Enunciado: Circuito con $\alpha = 2$, $R_1 = 2\ \Omega$, $R_2 = 1\ \Omega$, $R_3 = 0.5\ \Omega$, $I_g = 2\ \text{A}$ y fuente dependiente αI . Determinar V_{Th} , I_N y R_{eq} .

Datos: - $\alpha = 2$ - $R_1 = 2\ \Omega$, $R_2 = 1\ \Omega$, $R_3 = 0.5\ \Omega$ - $I_g = 2\ \text{A}$ - Fuente dependiente: αI

Paso 1 - Tension de Thevenin V_{Th} :

Con A-B abierto, se plantean las ecuaciones del circuito con la fuente dependiente αI :

$$V_{Th} = -\frac{2}{3}\ \text{V}$$

Paso 2 - Corriente de Norton I_N :

Con A-B en cortocircuito:

$$I_N = -2\ \text{A}$$

Paso 3 - Resistencia equivalente:

$$R_{eq} = \frac{V_{Th}}{I_N} = \frac{-2/3}{-2} = \frac{1}{3}\ \Omega$$

Resultado: $V_{Th} = -\frac{2}{3}\ \text{V}$, $I_N = -2\ \text{A}$, $R_{eq} = \frac{1}{3}\ \Omega$

1.16 Resumen de resultados

Problema	Resultado
P1	$E_{Th} = 100 \text{ V}, R_{eq} = 25 \Omega$
P2	$P = 0.75 \text{ W}, \eta = 75\%$
P3	$R = 600 \Omega$
P4	$R = 3R_g$
P5	$R = 10 \Omega$
P6	$V_{ca} = 2 \text{ V}, R_{Th} = 92/9 \approx 10.22 \Omega$
P7	$R_e = 21/10 = 2.1 \Omega, I_{cc} = 20/21 \approx 0.952 \text{ A}$
P8	$R_{eq} = 1.5 \Omega, V_g = 20 \text{ V}$
P9	$V = 1.5 \cdot V_f$
P10	$R_{ab} = 121 \Omega$
P11	$V_{ca} = 10/3 \text{ V}, I_{cc} = 5/6 \text{ A}$
P12	$R_{eq} = 6 \Omega$
P13	$V_{Th} = -2/3 \text{ V}, I_N = -2 \text{ A}, R_{eq} = 1/3 \Omega$