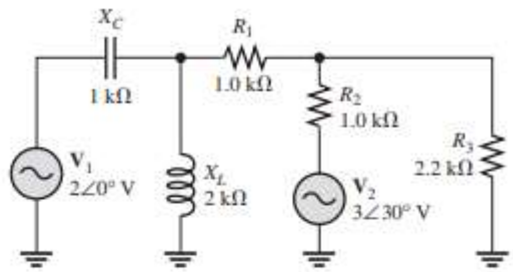
Cálculos del Capítulo N° 15:

Sección 19-1 Teorema de superposición.

1. **Con el método de superposición, calcule la corriente a través de R3 en la figura 19-44.**



En primer lugar, cortocircuitamos la fuente V2 y aplicamos el teorema de mallas y obtenemos lo siguiente.

A: $-J1000\ I1 + J2000\ I1 - J2000\ I2 = 2$

B: $1000\ I2 + J2000\ I2 - J2000\ I1 + 1000\ I2 - 1000\ I3 = 0$

C: $2200\ I3 + 1000\ I3 - 1000\ I2 = 0$

Resolviendo el sistema de ecuaciones obtenemos lo siguiente

A: $J1000\ I1 - J2000\ I2 = 2$

B: $-J2000\ I1 + (2000 + J2000)I2 - 1000\ I3 = 0$

C: $3200\ I3 - 1000\ I2 = 0$

Nuestros valores de corriente son los siguientes

$I_1 = 0.00197 + 0.000336i$ A

$I_2 = 0.000985 + 0.00116i$ A

$I_3 = 0.0003 + 0.000365i$ A

Por lo tanto, el valor de corriente que pasa por R3 es:

$I_3 = 0.3 + 0.365i$ mA

-Cortocircuitando la segunda fuente de voltaje y resolviendo el circuito por el método de mallas obtenemos el siguiente sistema de ecuaciones

A: $-J1000\ I1 + J2000\ I1 - J2000\ I2 = 0$

B: $J2000\ I2 - J2000\ I1 + J1000\ I2 + 1000\ I2 - 1000\ I3 = -2.6 - J1.5$

C: $2200\ I3 + 1000\ I3 - 1000\ I2 = -2.6 + J1.5$

Resolviendo el sistema de ecuaciones obtenemos lo siguiente

A: $J1000\ I1 - J2000\ I2 = 2$

B: $-J2000\ I1 + (2000 + J2000)I2\ - 1000\ I3 = -2.6 - J1.5$

C: $3200\ I3 - 1000\ I2 = -2.6 - J1.5$

Nuestros valores de corriente son los siguientes

$I_1 = -0.000521 - J0.002\ A$

$I_2 = -0.00026 - J0.001\ A$

$I_3 = 0.000731 + J0.000155\ A$

Por lo tanto, el valor de corriente que pasa por R3 es:

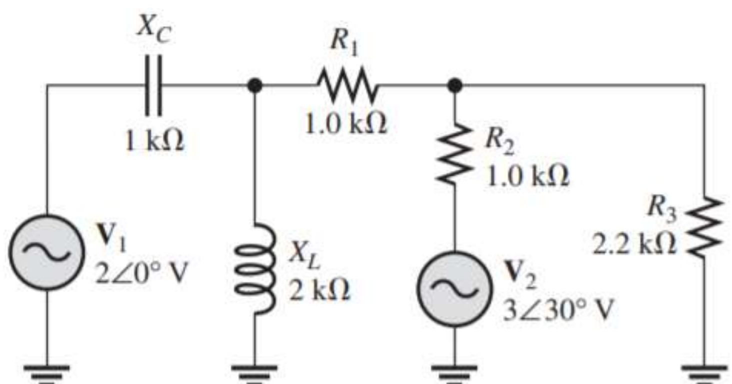
$I_3 = 0.731 + J0.155\ A$

El valor de corriente que pasa por R3 es:

I3=1.03+J0.52

2. **Use el teorema de superposición para determinar la corriente y el voltaje a través de la rama R2 de la figura 19-44.**

▶ FIGURA 19–44



Para V1

$$Zi = \frac{(1<90)*(2<90)}{-j+j2} + 1 = -j2 + 1$$

$$Zi = 2.24 < -63.44$$

$$Zt = \frac{(2.24<-63.44)*(2.2<0)}{1-j2+2.2} = 1 + 1.31 < -31.44$$

$$Zt = 2.225 < -17.91$$

$$It = \frac{3<30}{2.225<-17.91}$$

$$It = 1.35 < 47.91mA$$

Para V2

$Rt = 1 + \frac{1*2.2}{1+2.2} = 1.69k\Omega$

$Zt = -j + \frac{(1.69<0)(2<90)}{1.69+j2} = -j + 1.29 < 40.2$

$Zt = 1 < -9.67$

$It = \frac{2<0}{1<-9.67} = 2 < 9.67mA$

$I1 = \frac{2<90}{1.69+j2} * 2 < 9.67 = 1.53 < 49.87$

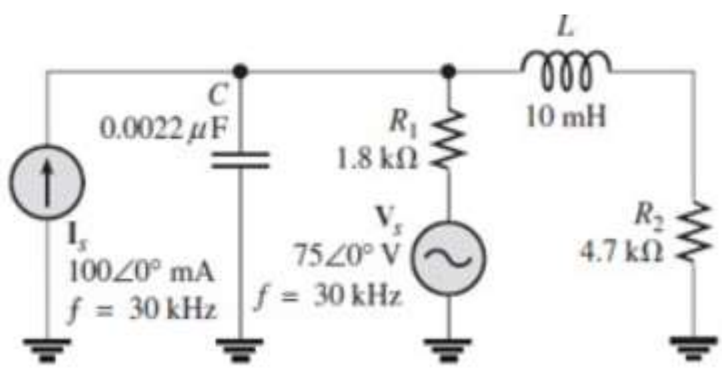
$I2 = \frac{2.2}{3.2} * 1.53 < 49.87 = 1.05 < 49.87$

Intensidad total en R2

$IR2 = 1.05 < 49.87 + 1.35 < 47.91$

$IR2 = 2.4 < 48.77mA$

3. **Con el teorema de superposición, calcule la corriente a través de R1 en la figura 19-45.**



$X_c = \frac{1}{2\pi f C}$

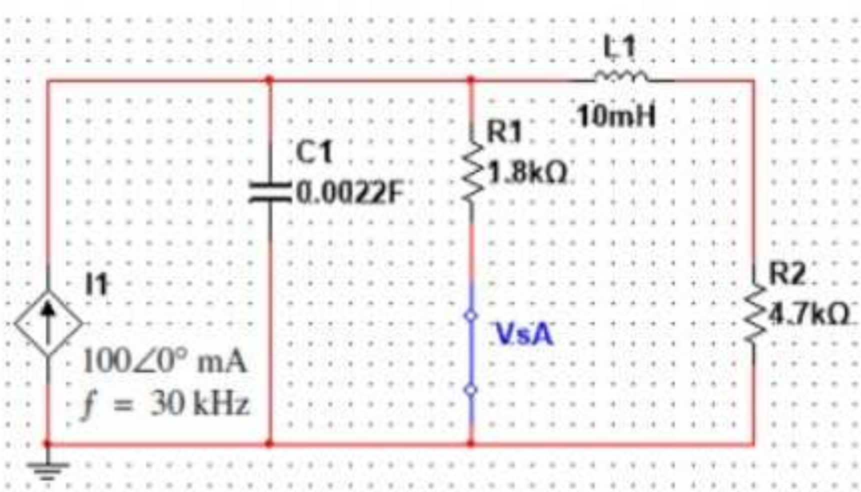
$X_c = \frac{1}{2\pi(30 * 10^3)(0,0022)}$

$X_c = 2.41k\Omega$

$X_l = 2\pi f l$

$X_c = 2\pi(30 * 10^3)$

$X_l = 1884\Omega$



$$100 * 10^{-3} < 0° + \frac{V_1}{2411 < -90°} + \frac{V_1}{1{,}8k\Omega} + \frac{V_1}{1884 < 90°\Omega + 4{,}7k\Omega} = 0$$

$$V_1 = 122{,}86 < 155{,}2°V$$

$$I_1 = \frac{122{,}86 < 155{,}2°}{1800}$$

$$I_1 = 68{,}26 < 155{,}2° mA$$

$$\frac{V_1}{2{,}41 < -90° k\Omega} + \frac{V_2 - 75° < 0°}{1{,}8k\Omega} + \frac{V_2}{1884 < 90°\Omega + 4{,}7k\Omega} = 0$$

$$V_{2=}51{,}2 < -24{,}79°V$$

$$V_2 = I_2 R_1 + V_s$$

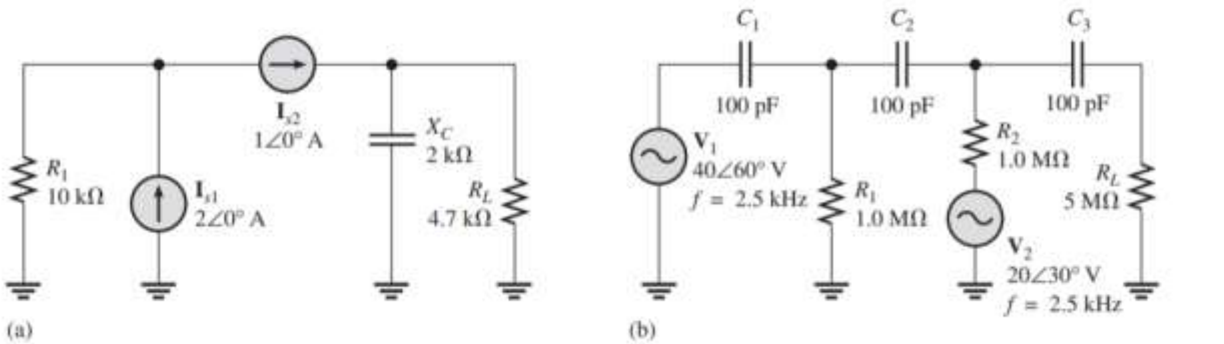
$$I_2 = \frac{V_2 - V_s}{R_1}$$

$$I_2 = 19{,}83 < -143° mA$$

$$I = I_1 + I_2$$

$$I = 80 < -12{,}07° mA$$

4. **Con el teorema de superposición, determine la corriente a través de RL en cada circuito de la figura 19-46.**



▲ FIGURA 19-46

a)

Para Is1

$$I2 = \frac{2<-90}{4.7-j2} * 1 < 0 = 0.39 < -67.17\ A$$

Para Is2

$$Zd = \frac{(4.7<0)(2<-90)}{4.7-j2} = 1.84 < -67$$

$$Id2 = \frac{10<0}{10+0.719-j1.695} * 2 < 0 = 1.84$$

$$Id2 = 1.84 < 8.98$$

$$I2 = \frac{2<-90}{4.7-j2} * 1.84 < 8.98 = 0.72 < -58.02$$

$$Itl = 0.39 < -67A + 0.72 < -58.02A = 1.11 < -61.17A$$

b)

Para V2

$$Xc1 = Xc2 = Xc3 = \frac{1}{2*pi*2500*100*10^{-12}} = 0.64M\Omega$$

$$RA = 5 - j0.64 = 5.041 < -7.3$$

$$RB = (1 < 0) * \frac{5.041<-7.3}{1+5-j0.64} = 0.84 < -1.2$$

$$RC = -j0.64 + 0.84 < -1.2 = 1.067 < -38$$

$$RD = \frac{(1<0)(1.067<-38)}{1+0.84-0.658} = 0.55 < -18.3$$

$$Rt = -j0.64 + 0.55 < -18.3 = 2.52 < -35.2$$

$$Is1 = \frac{40<60}{2.52<-35.2} = 15.87 < 24.8\mu A$$

$$IA = \frac{1<0}{1+1.067<-38} * 15.87 < 24.8 = 7.05 < 60\mu A$$

$$It1 = \frac{(1<0)*(7.05<60)}{1+5.041<-7.3} = 1.17 < -66.1$$

Para V1

$$RA = \frac{(0.64<-90)(1<0)}{1-j0.64} = 0.54 < -57.4$$

$$RB = -j0.64 + 0.54 < -57.4 = 1.133 < -75.1$$

$$RC = -j0.64 = 5.051 < -7.3$$

$$RD = \frac{(1.133<-75.1)*(5.041<-7.3)}{1.133<-75.1+5.041<-7.3} = 1.11 < -64.25$$

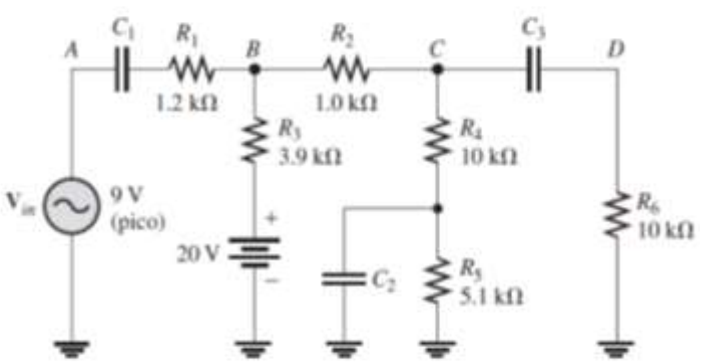
$$Rt = 1.11 < -64.25 + 1 = 1.788 < -34$$

$$Is2 = \frac{20<30}{1.788<-34} = 11.19 < 64 = 2.27 < 7.05\mu A$$

$$ItL = \frac{1.133<-75.1}{1.133<-75.1+5.041<-7.3} * 11.19 < 64 = 2.27 < 7.05\mu A$$

$$IL = 2.24 < 7.05 + 1.17 < 66.1 = 3.041 < 26.31\mu A$$

5. **Determine el voltaje en cada punto (A, B, C, D) señalado en la figura 19-47. Suponga XC= 0 para todos los capacitores. Trace las formas de onda de voltaje en cada punto.**



Voltaje en dc:

$$V_A = 0V$$

$$V_B = 16.1V$$

$$V_c = 15.1V$$

$$V_D = 0V$$

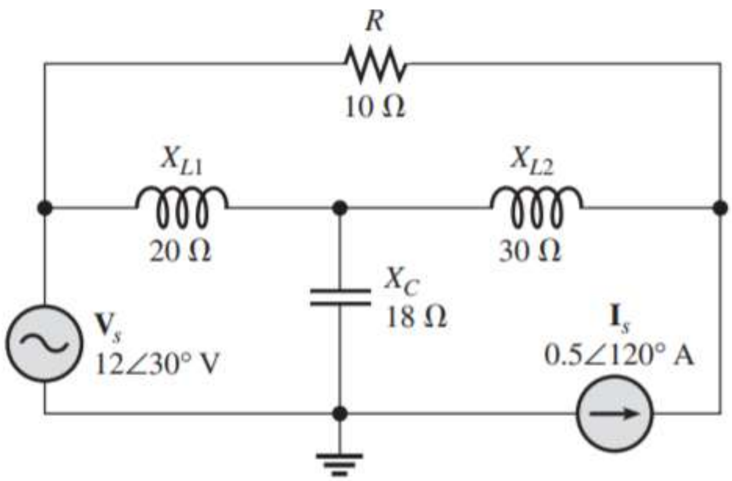
$Voltaje\ en\ ac(pico)$:

$$V_A = 9V$$

$$V_B = 5.96V$$

$$V_c = V_D = 4.96V$$

6. **Use el teorema de superposición para determinar la corriente en el capacitor de la figura 19-48.**



▲ FIGURA 19–48

Para Is

$$Z1 = \frac{(30<90)(18<-90)}{j30-j18} = 45 < -90$$

$$Z2 = j20 - j45 = 25 < -90$$

$$Zt = \frac{(25<-90)(10<0)}{10-j25} = 9.28 < -21.8$$

$$Is = \frac{12<30}{9.28<-21.8} = 1.3 < 51.8A$$

$$I1 = \frac{10<0}{10-j25} * 1.3 < 51.8 = 0.48 < 120A$$

$$Ic = \frac{30<90}{j30-j18} * 0.48 < 120 = 1.2 < 120A$$

Para

$$I1 = \frac{10<0}{10-j25} * 0.5 < 120 = 0.19 < 188.2A$$

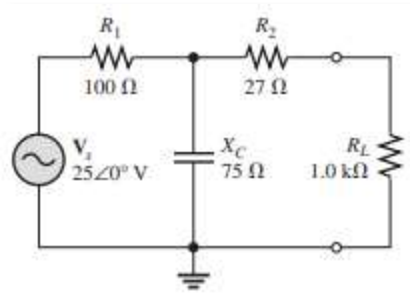
$$Ic = \frac{20<90}{j20-j18} * 0.19 < 188.2 = 1.9 < 188.2A$$

$ItC = 1.9 < 188.2 + 1.2 < 120$

$ItC = 2.597 < 162.82A$

Sección 19-2 Teorema de Thévenin.

7. **En cada circuito de la figura 19-49, determine el circuito equivalente de Thevenin para la parte vista por RL.**



Hallando Zth

-Se cortocircuita las fuentes de voltaje y retiramos la resistencia de carga

Se obtiene la impedancia equivalente

$$Z = \frac{(-J75)(100)}{-J75 + 100} = 36 - J48$$

Se obtiene la impedancia de Thevenin

$$\mathbf{Z = (27) + (36 - J48) = 63 - J48\ \Omega}$$

-Hallando Vth

Se retira la resistencia de carga y se mantiene la fuente de voltaje

Determinamos que el voltaje que pasa por la capacitancia es el voltaje de Thevenin

$A\text{: } 100I1 - J75I1 = 25$

$I1(100 - J75) = 25$

$$\mathbf{I1 = \frac{4}{25} + J\frac{3}{25}}$$

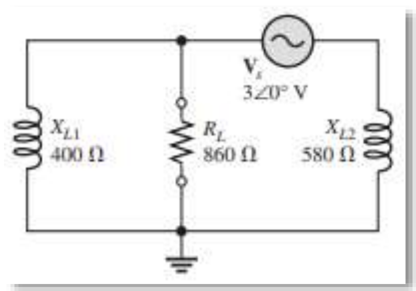
Aplicamos la ley de Ohm

V=IZ

$$V = \left(\frac{4}{25} + J\frac{3}{25}\right)(-J75)$$

$$\mathbf{V = 9 - J12}$$

B)



Hallando Zth

-Se cortocircuita las fuentes de voltaje y retiramos la resistencia de carga

Se obtiene la impedancia de Thevenin

$$Zth = J400 + J580 = J980\Omega$$

-Hallando Vth

Se retira la resistencia de carga y se mantiene la fuente de voltaje

Aplico el teorema de mallas

A: $J400I1 + J580I1 = 3$

$I1(J400 + J580) = 3$

Determino la intensidad total

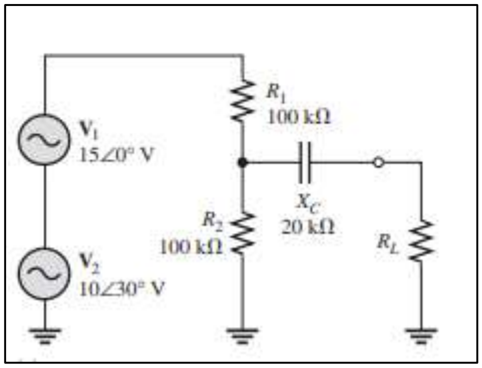
$$I1 = \frac{3}{J980}$$

Con la ley de ohm determino el voltaje

$$V = IZ = \left(\frac{3}{J980}\right)(J980)$$

$$\mathbf{V\ th = 3V}$$

C)



Se determina el valor equivalente de las 2 fuentes

$\text{Vfeq} = 23.66 + \text{J}5 \text{ V}$

Hallando Zth

-Se cortocircuita las fuentes de voltaje y retiramos la resistencia de carga

Determinamos la impedancia total

$$\text{Z} = \frac{(100)(100)}{100 + 100} - \text{J}20$$

La impedancia de Thevenin es:

$\text{Zth} = 50 - \text{J}20\ \Omega$

-Hallando Vth

Se retira la resistencia de carga y se mantiene la fuente de voltaje

Aplico el teorema de mallas y determino la corriente

$$\text{A:}\quad 100\text{I}1 + 100\text{I}1 = 23.66 + \text{J}5$$

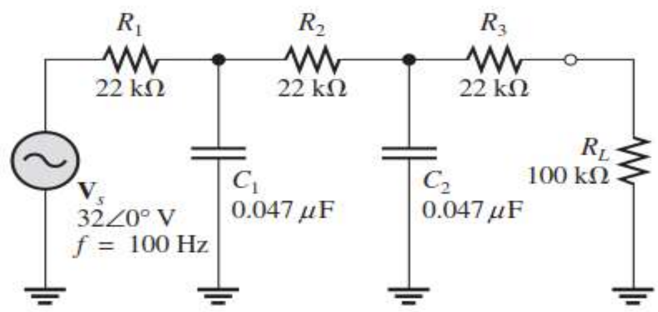
$$\text{I}1 = \frac{23.66 + \text{J}5}{200} = 0.1183 + \text{J}0.025 \text{ mA}$$

Observo que el voltaje de Thevenin

$\text{V} = \text{IZ} = (0.1183 + \text{J}0.025)(100)$

$$\mathbf{Vth = 11.83 + J2.5}$$

8. Aplique el teorema de Thévenin y determine la corriente a través de la carga R_L en la figura 19-50.



▲ FIGURA 19–50

$C = 0{,}047\mu F$

$$-ix_c = \frac{-i}{\omega x_c} = -\frac{1}{200\pi(4{,}7 * 10^{-8})} = -338672{,}75ix_c$$

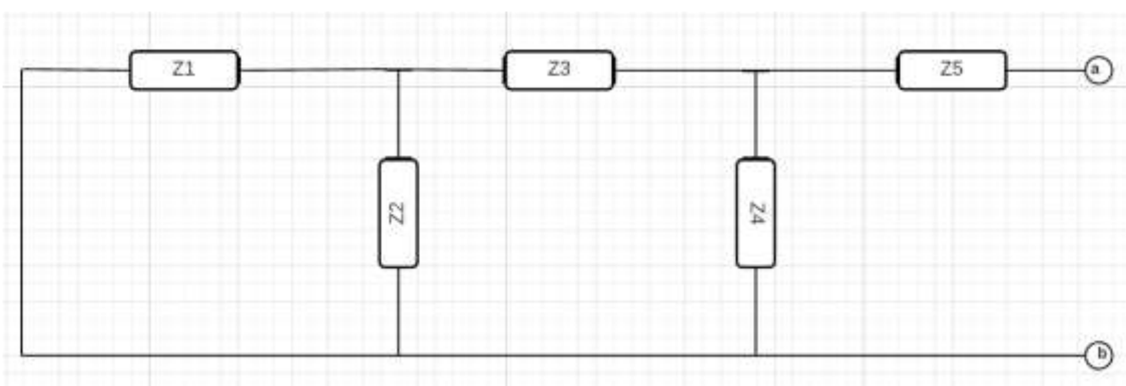
$z_1 = 22000\Omega$

$z_2 = -338672{,}75i\ \Omega$

$z_3 = 22000\Omega$

$z_4 = -338672{,}75i\ \Omega$

$z_1 = 22000\Omega$



$$z_{th} = (((z_1 \| z_2) + z_3) \| z_4) + z_5$$

$$z_1 \| z_2 = \frac{(22000) * (-338672{,}75i)}{22000 - 338672{,}75i} = 21907{,}556 - 1423{,}103i$$

$$(z_1 \| z_2) + z_3 = 21907{,}556 - 1423{,}103i + 22000 = 43907{,}556 - 1423{,}103i$$

$$((z_1\|z_2)+z_3)\|z_4=\frac{(43907{,}556-1423{,}103i)*(-338672{,}75i)}{(43907{,}556-1423{,}103i)+(-338672{,}75i)}=42827{,}041-6946{,}268i$$

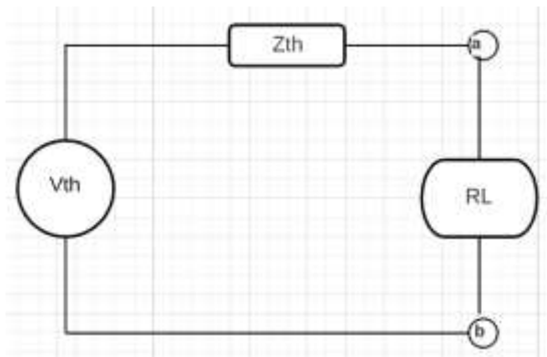
$$(((z_1\|z_2)+z_3)\|z_4)+z_5=42827{,}041-6946{,}268i+22000$$

$$z_{th}=64827{,}041-6946{,}268i$$

Voltaje

$$V_{th}=\left(\frac{z_2+z_4}{z_1+z_2+z_3+z_4}\right)32$$

$$V_{th}=31{,}866-2{,}070i$$



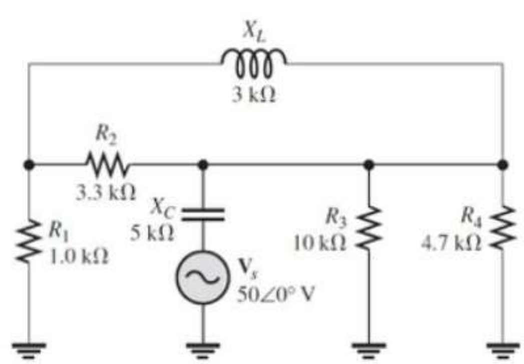
$$z_{eq}=64827{,}041-6946{,}268i+100000$$

$$z_{eq}=164827{,}041-6946{,}268i$$

$$I=\frac{V_{th}}{z_{eq}}$$

$$I=\frac{31{,}866-2{,}070i}{164827{,}041-6946{,}268i}=4{,}068*10^{-7}+4{,}58*10^{-6}i\ \text{A}$$

9. **Aplique el teorema de Thevenin y determine el voltaje en R4 en la figura 19-51.**



$$Z_{eq1} = (\frac{1}{3,3}+\frac{1}{J3})^{-1} = 1,493 + J1,642k\Omega$$

$$Z_{eq2} = Z_{eq1} + R_1 = 2,493 + J1,642k\Omega$$

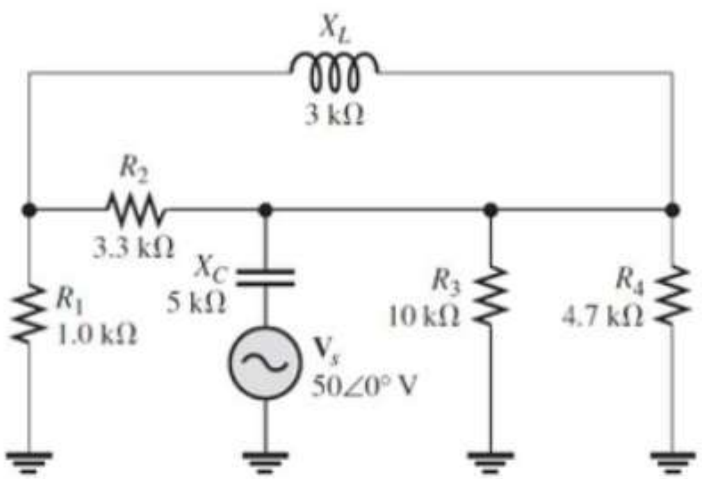
$$Z_{eq3} = (\frac{1}{Z_{eq3}}+\frac{1}{R_3})^{-1} = 2.131 + J1,0344$$

$$Z_r = Z_{eq3} + X_c = 2,1314 - J3,965k\Omega$$

$$I_r = \frac{V_s}{Z_r} = \frac{50V}{2,1314 - J3,965k\Omega} = 11,1 < 61,744°mA$$

$$V_{th} = I_r * Z_{eq3} = (11,1 < 61,744°mA)(2,131 + J1,0344k\Omega$$

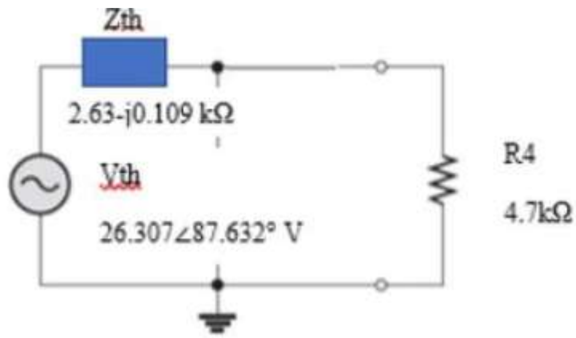
$$V_{th} = 26,307 < 87,632°V$$



$$Z_{eq1} = (\frac{1}{3,3}+\frac{1}{J3})^{-1} = 1,493 + J1,642k\Omega$$

$$Z_{eq2=}Z_{eq1} + R_1 = 2,493 + J1,642k\Omega$$

$$Z_{th} = (\frac{1}{Z_{eq2}}+\frac{1}{X_c}+\frac{1}{R_3})^{-1} = 2,63 - J0,109k\Omega$$

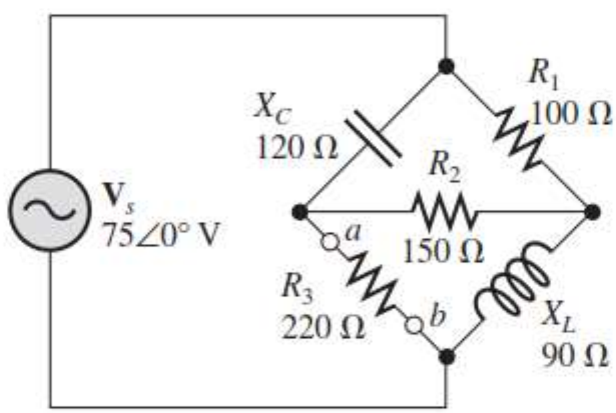


$$I_t = \frac{V_{th}}{Z_{th} + R_4} = \frac{26{,}307 < 87{,}632°V}{7{,}329 + J0{,}109k\Omega} = 3{,}589 < 88{,}484°mA$$

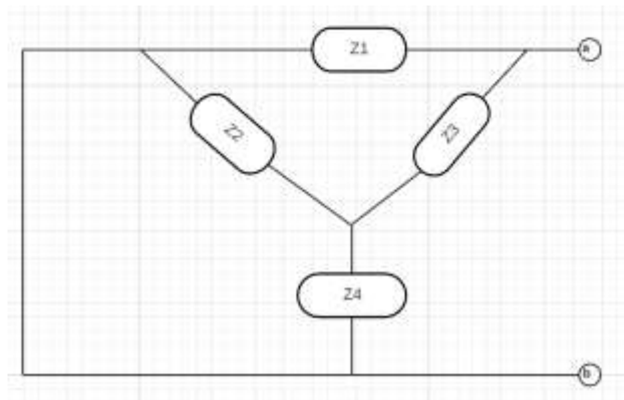
$$V_4 = I_t * R_4 = (3{,}589 < 88{,}484°mA)(4{,}7k\Omega)$$

$$V_4 = 16.868 < 88{,}484°V$$

10. Simplifique el circuito externo a *R*3 mostrado en la figura 19-52 a su equivalente de Thevenin.



$$z_1 = -120i\Omega$$
$$z_2 = 100\Omega$$
$$z_3 = 150\Omega$$
$$z_4 = 90i\Omega$$

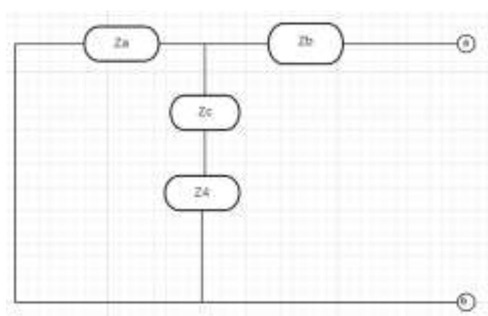


Convertimos el delta en y

$$z_a = \frac{z_1 * z_2}{z_1 + z_2 + z_3} = \frac{(-120i) * (100)}{-120i + 100 + 150} = 18{,}726 - 39{,}012i$$

$$z_b = \frac{z_1 * z_3}{z_1 + z_2 + z_3} = \frac{(-120i) * (150)}{-120i + 100 + 150} = 28{,}088 - 58{,}518i$$

$$z_c = \frac{z_2 * z_3}{z_1 + z_2 + z_3} = \frac{(100) * (150)}{-120i + 100 + 150} = 48{,}765 + 23{,}407i$$



$$z_x = z_c + z_4 = 48{,}765 + 113{,}487i$$

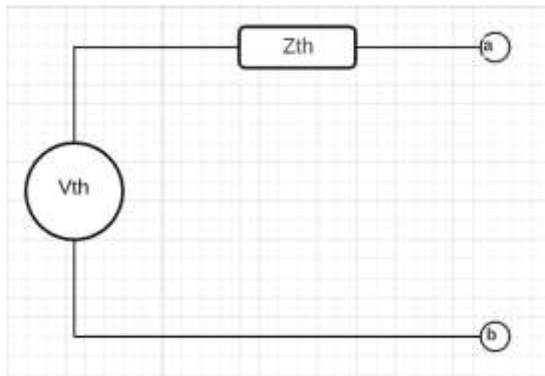
$$z_{th} = \frac{z_a * z_x}{z_a + z_x} + z_b = 37{,}334 - 37{,}875i + 28{,}088 - 58{,}518i$$

$$z_{th} = 65{,}422 - 96{,}393i$$

$$V_{th} = \frac{z_x}{z_a + z_x} * V_s$$

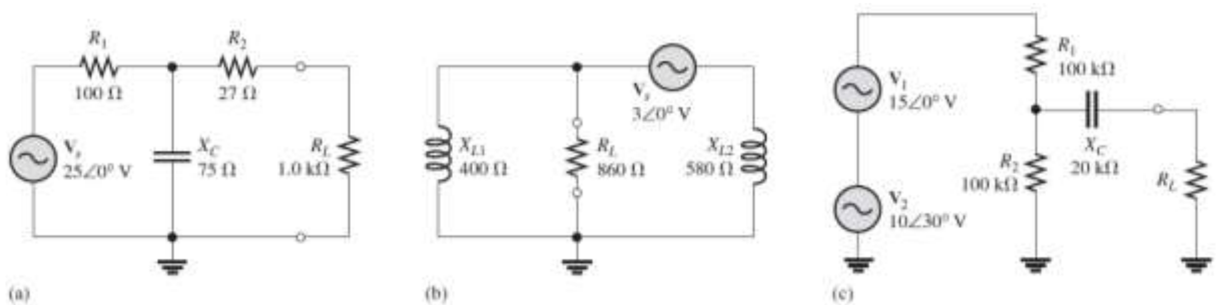
$$V_{th} = \frac{48{,}765 + 113{,}487i}{18{,}726 - 39{,}012i + 48{,}765 + 113{,}487i} * 75$$

$$V_{th} = 1{,}162 + 1{,}399i$$



SECCIÓN 19 - 3 Teorema de Norton

11. Para cada circuito de la figura 19-49, determine el equivalente de Norton visto por RL.



(a) Fuente de corriente equivalente:

$$Z = R_1 + \frac{X_c\, R_2}{X_c + R_2} = 100\angle 0°\Omega + \frac{(75\angle -90°\Omega)(27\angle 0°\Omega)}{27\Omega - j75\Omega}$$

$$Z = 100\angle 0° + 25.4\angle -19.8°$$

$$Z = 100\ \Omega + 23.9\ \Omega - j8.6\ \Omega$$

$$Z = 123.9\ \Omega - j8.6\ \Omega$$

$$\boldsymbol{Z} = 124.22\angle -3.97°$$

$$I_s = \frac{V_s}{Z} = \frac{25\angle 0°}{124.22\angle -3.97°} = 201.25\angle 3.97°\ mA$$

$$I_n = \left(\frac{X_c}{R_2 + X_c}\right) I_s = \left(\frac{75\angle -90°}{27\Omega - j75\Omega}\right) 201.25\angle 3.97°\ mA = 189.175\angle -15.83°\ mA$$

$$\boldsymbol{I_n = 189.175\angle -15.83°\ mA}$$

Impedancia equivalente:

$$Z_n = R_2 + \frac{X_c\, R_1}{X_c + R_1} = 27 \angle 0°\Omega + \frac{(75 \angle -90°\Omega)(100 \angle 0°\Omega)}{100\Omega - j75\Omega}$$

$$Z_n = 27 \angle 0°\Omega + 60 \angle -53.13$$

$$Z_n = 27 + 36 - \text{j}48$$

$$\boldsymbol{Z_n = 63\ \Omega - j48\ \Omega}$$

(b) Fuente de corriente equivalente:

$$Z = X_{L2} + X_{L1} = 580 \angle 90°\Omega + 400 \angle 90°\Omega$$

$$Z = j580 + j400$$

$$Z = j980$$

$$\boldsymbol{Z} = 980 \angle 90°$$

$$I_s = \frac{V_s}{Z} = \frac{3\angle 0°}{980 \angle 90°} = 3.06\angle -90°\ mA$$

$$I_n = \left(\frac{X_{L1} + X_{L2}}{X_{L2}}\right) I_s = \left(\frac{980 \angle 90°\Omega}{580 \angle 90°\Omega}\right) 3.06\angle -90°\ mA = 5.14 \angle -90°\ mA$$

$$\boldsymbol{I_n = 5.14 \angle -90°\ mA}$$

Impedancia equivalente:

$$Z_n = \frac{X_{L1}\, X_{L2}}{X_{L1} + X_{L2}} = \frac{(400 \angle 90°\Omega)(580 \angle 90°\Omega)}{j980\Omega}$$

$$Z_n = \frac{232000 \angle 180°\Omega}{980 \angle 90°}$$

$$Z_n = 236.75 \angle 90°$$

$$\boldsymbol{Z_n = j236.75\ \Omega}$$

(c) Fuente de corriente equivalente:

$$Z = R_1 + \frac{X_c\, R_2}{X_c + R_2} = 100 \angle 0° k\Omega + \frac{(20 \angle -90° k\Omega)(100 \angle 0° k\Omega)}{100k\Omega - j20k\Omega}$$

$$Z = 100 \angle 0° + 19.60 \angle -78.7°$$

$$Z = 100\ k\Omega + 3.85k\Omega - j19.22k\ \Omega$$

$$Z = 103.85\ k\Omega - j19.22\ k\Omega$$

$$\boldsymbol{Z} = 105.6 \angle -10.48° \; k\Omega$$

$$I_s = \frac{V_s}{Z} = \frac{24.18 \angle 11.93°}{105.6 * 10^3 \angle -10.48°} = 228.9\angle 22.4° \; \mu A$$

$$I_n = \left(\frac{R_2}{R_2 + X_c}\right) I_s = \left(\frac{100 \angle 0°}{100\Omega - j20\Omega}\right) 227\angle 22.43° \; \mu A = 224.4 \angle 33.7° \; \mu A$$

$$\boldsymbol{I_n = 224.4 \angle 33.7° \; \mu A}$$

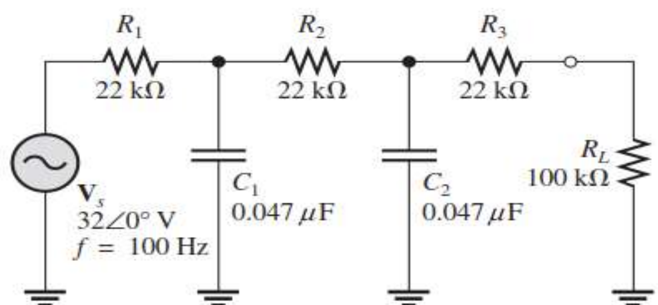
Impedancia equivalente:

$$Z_n = X_c + \frac{R_2 \, R_1}{R_2 + R_1} = -j20 + \frac{(100 \angle 0°\Omega)(100 \angle 0°\Omega)}{200\Omega}$$

$$Z_n = -j20 + 50\angle 0°\Omega$$

$$\boldsymbol{Z_n = 50 \; k\Omega - j20 \; k\Omega}$$

12. **Aplique el teorema de Norton y determine la corriente a través del resistor de carga R_L en la figura 19-50.**



▲ FIGURA 19–50

$C = 0{,}047\mu F$

$$-ix_c = \frac{-i}{\omega x_c} = -\frac{1}{200\pi(4{,}7 * 10^{-8})} = -338672{,}75ix_c$$

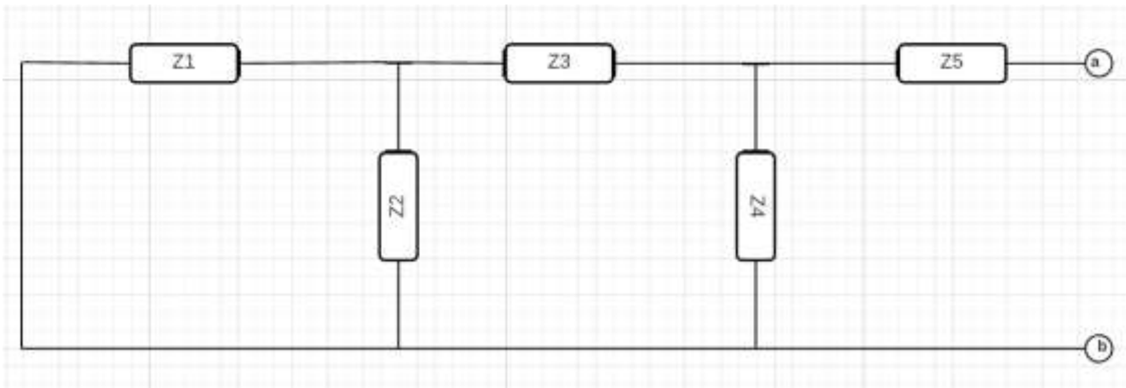
$z_1 = 22000\Omega$

$z_2 = -338672{,}75i \; \Omega$

$z_3 = 22000\Omega$

$z_4 = -338672{,}75i \; \Omega$

$z_1 = 22000\Omega$



$$z_N = (((z_1 \| z_2) + z_3) \| z_4) + z_5$$

$$z_1 \| z_2 = \frac{(22000) * (-338672{,}75i)}{22000 - 338672{,}75i} = 21907{,}556 - 1423{,}103i$$

$$(z_1 \| z_2) + z_3 = 21907{,}556 - 1423{,}103i + 22000 = 43907{,}556 - 1423{,}103i$$

$$((z_1 \| z_2) + z_3) \| z_4 = \frac{(43907{,}556 - 1423{,}103i) * (-338672{,}75i)}{(43907{,}556 - 1423{,}103i) + (-338672{,}75i)} = 42827{,}041 - 6946{,}268i$$

$$(((z_1 \| z_2) + z_3) \| z_4) + z_5 = 42827{,}041 - 6946{,}268i + 22000$$

$$z_N = 64827{,}041 - 6946{,}268i$$

En el ejercicio 8 se calculo la corriente de RL por el método de Thévenin

lo cual se calculo el voltaje de Thévenin, aplicamos la siguiente formula

$$z_N = z_{th}$$

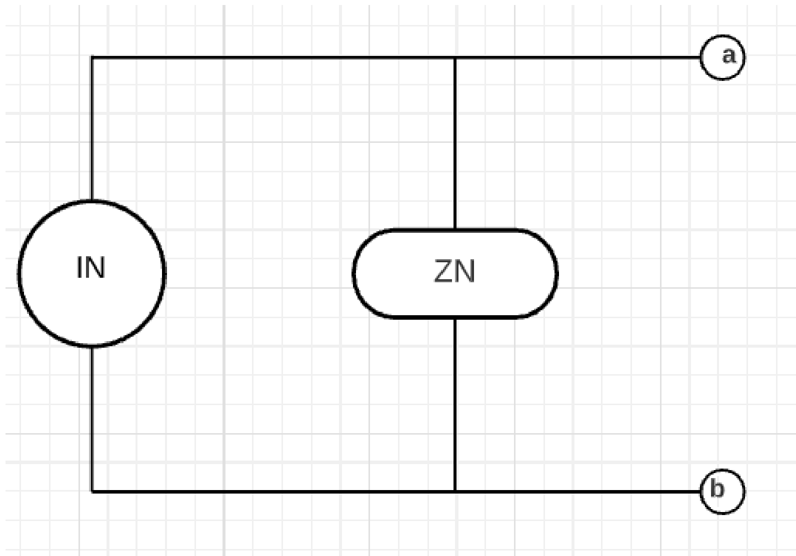
$$V_{th} = \left(\frac{z_2 + z_4}{z_1 + z_2 + z_3 + z_4}\right) 32$$

$$V_{th} = 31{,}866 - 2{,}070i$$

$$I_N = \frac{V_{th}}{z_N}$$

$$I_N = \frac{31{,}866 - 2{,}070i}{64827{,}041 - 6946{,}268i}$$

$$I_N = 4{,}89 * 10^{-4} + 2{,}05 * 10^{-5}i$$

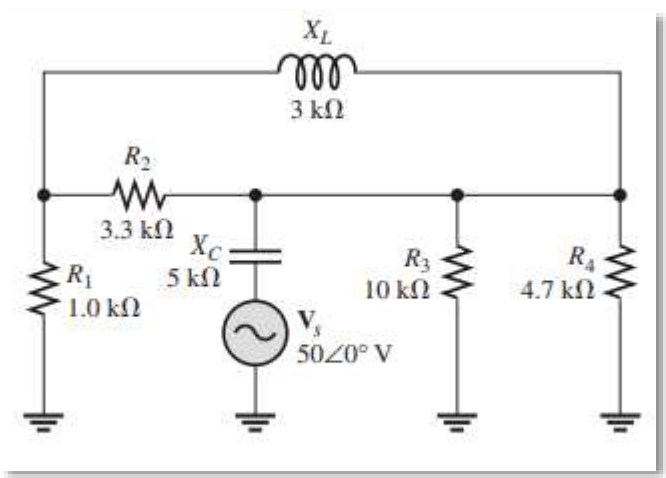


$$I_{RL} = I_N * \frac{Z_N}{z_{N+}Z_X}$$

$$I_{RL} = 4{,}89 * 10^{-4} + 2{,}05 * 10^{-5}i * \frac{64827{,}041 - 6946{,}268i}{64827{,}041 - 6946{,}268i + 100000}$$

$$I_{RL} = 4{,}068 * 10^{-7} + 4{,}58 * 10^{-6}i \ \text{A}$$

13. Aplique el teorema de Norton para determinar el voltaje en R4 en la figura 19-51.



Hallamos la impedancia equivalente de Norton

-Se debe cortocircuitar la fuente de voltaje, retiramos la resistencia de carga R4 y determinamos la impedancia equivalente.

$$Z_{eq1} = \frac{(1)(J3)}{1+J3} = \frac{9}{10} + \frac{3}{10}J$$

$$Z_{eq2} = \frac{(-J3.3)(10)}{-J3.3+10} = 0.982 - J2.975$$

Ahora obtenemos la impedancia total

$$\boldsymbol{Z_{eqNorton}} = 3.3 + Z_{eq1} + Z_{eq2} = \frac{2591}{500} - J\frac{267}{100}$$

Hallamos la corriente equivalente de Norton

-Se debe colocar la fuente de voltaje y se cortocircuita en donde estaba la resistencia de carga

Usaremos el método de malla para determinar la corriente

A: $I1 + 3.3I1 - 3.3I4 - J3.3I1 + J3.3I2 = -50$

B: $10I2 - 10I3 - J3.3I2 + J3.3I1 = 50$

C: $10I3 - 10I2 = 0$

C: $J3\ I4 + 3.3I4 - 3.3I1 = 0$

Resolvemos el sistema de ecuaciones

A: $I1(4.3 - J3.3) + J3.3I2 - 3.3I4 = -50$

B: $J3.3 + I2(10 - J3.3) - 10I3 = 50$

C: $10I3 - 10I2 = 0$

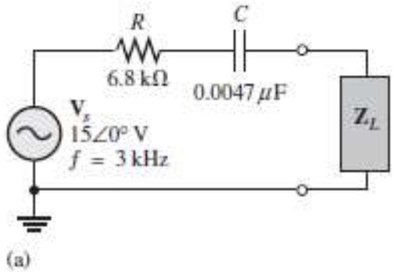
C: $-3.3I1 + I4(J3 + 3.3) = 0$

Resolviendo el sistema de ecuaciones obtenemos la corriente de para por la resistencia de carga

$$\boldsymbol{I3 = \frac{500}{33} i\ mA}$$

Sección 19-4 Teorema de máxima transferencia de potencia.

14. En cada circuito de la figura 19-53, se tiene que transferir potencia máxima a la carga RL. Determine el valor apropiado para la impedancia de carga en todos los casos.



a)

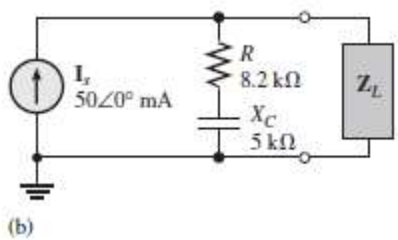
Impedancia equivalente:

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2\pi(3kHz)(0.0047\ \mu F)} = -j1.13\ k\Omega$$

$$Z_{eq} = R + X_C = 6.8k\Omega\ - j1.13\ k\Omega$$

Teorema de la máxima transferencia de potencia dice que el Z_L equivale a la conjugada de Z_{eq}:

$$Z_L = R - X_C = 6.8k\Omega + j1.13\ k\Omega$$



b)

Impedancia equivalente:

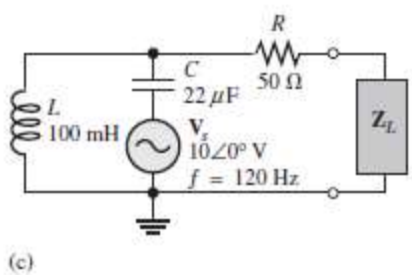
$$X_C = 5k\Omega$$

$$X_C = -j5k\Omega$$

$$Z_{eq} = R + X_C = 8.2k\Omega\ - j5\ k\Omega$$

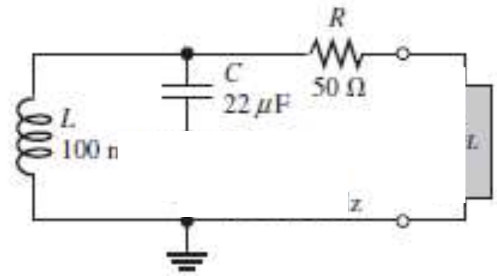
Teorema de la máxima transferencia de potencia dice que el Z_L equivale a la conjugada de Z_{eq}:

$$Z_L = R - X_C = 8.2k\Omega + j5\ k\Omega$$



c)

Se aplicara el teorema de Thevenin debido a que para determinar Z_L en su potencia máxima, se necesita un circuito con fuente de voltaje y una impedancia equivalente Z_{eq}.
Se calcula la resistencia equivalente R_{TH}, se cortocircuita la fuente y se calcula a partir de R_L.



$$X_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{2\pi(0.12kHz)(22\ \mu F)} = -j0.060286\ k\Omega$$

$$X_L = 2\pi fL = 2\pi(0.12kHz)(0.1\ \mu H) = j0.0754k\Omega$$

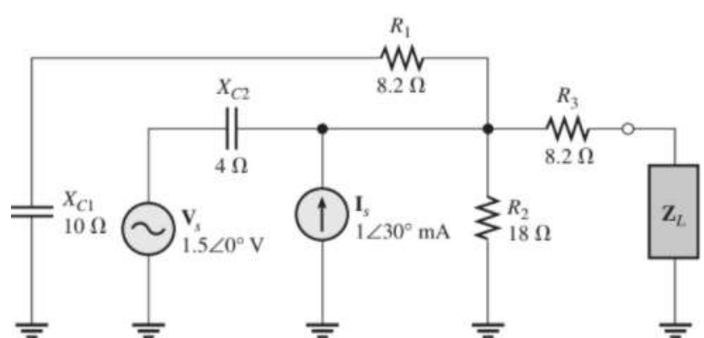
$$Z_{TH} = R + \left(\frac{1}{X_L} + \frac{1}{X_C}\right)^{-1} = 50 + \left(\frac{1}{0.0754} + \frac{1}{0.060286}\right)^{-1} = 50 - j0.30075k\Omega$$

$$= 50 - j300.75\Omega$$

Teorema de la máxima transferencia de potencia dice que el Z_L equivale a la conjugada de Z_{TH}:

$$Z_L = R - \left(\frac{1}{X_L} + \frac{1}{X_C}\right)^{-1} = 50 + j0.30075k\Omega$$

15. Determine ZL para transferir potencia máxima en la figura 19-54.



$$Z1 = 8.2 - j10$$

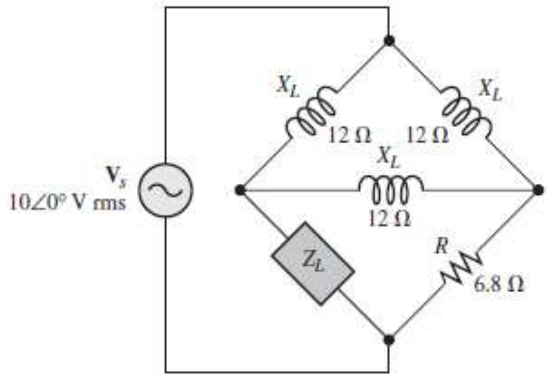
$$Z2 = \frac{(4 < -90°)\ (18 < 0°)}{18 - j4} = 3.9 < -77.47°$$

$$Z12 = \frac{(12.93\ < 50.65°)(3.9 < -77.47°)}{8.2 - j10 + j3.806} = 3.05 < 71.34°$$

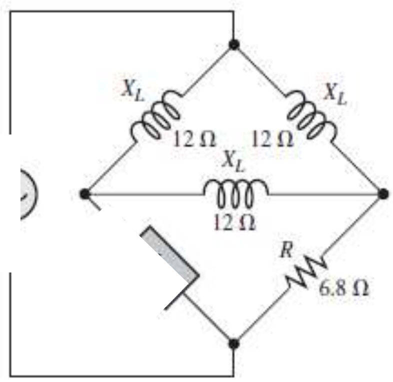
$$ZTH = 8.2 + 0.976 - j2.888 = 9.176\text{-j}2.888$$

$$ZTH = 9.176 + j2.888$$

16. Determine la impedancia de carga requerida para transferir potencia máxima a ZL en la figura 19-55. Determine la potencia real máxima.



Se aplicara el teorema de Thevenin debido a que para determinar Z_L en su potencia máxima, se necesita un circuito con fuente de voltaje y una impedancia equivalente Z_{eq}.
Se calcula la resistencia equivalente R_{TH}, se cortocircuita la fuente y se calcula a partir de R_L.



$$Z_{eq1} = X_{L1} + X_{L2} = j24\Omega$$

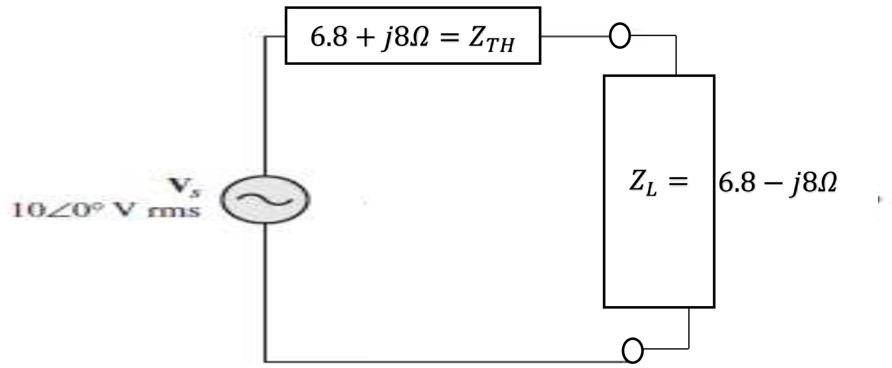
$$Z_{eq2} = \left(\frac{1}{Z_{eq1}} + \frac{1}{X_{L3}}\right)^{-1} = j8\Omega$$

$$Z_{TH} = R + Z_{eq2} = 6.8 + j8\Omega$$

Teorema de la máxima transferencia de potencia dice que el Z_L equivale a la conjugada de Z_{TH}:

$$Z_L = R - Z_{eq2} = 6.8 - j8\Omega$$

Calculo del voltaje de Thevenin:
Se calcula el voltaje dado en las aberturas de Z_L, el mismo que será el voltaje de la impedancia total pero sin Z_L, por ende el voltaje seguirá siendo el mismo de la fuente presentado al inicio:



Calculo de la Impedancia total, se obtiene corriente y potencia Real:

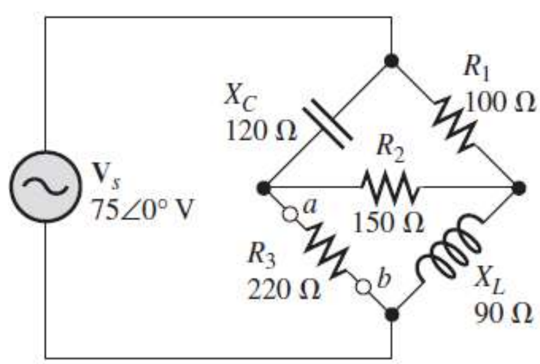
$$Z_T = Z_{TH} + Z_L = 13.6\Omega$$

$$I_T = \frac{V_{TH}}{Z_T} = \frac{10\ V_{RMS}}{13.6\Omega} = 0.735\ A$$

$$P_L = I_T^2 * R_L = (0.735A)^2 * (6.8\Omega)$$

$$P_{L(REAL)} = 3.676\ W$$

17. Se tiene que conectar una carga en el lugar de R2 en la figura 19-52 para lograr transferencia de potencia máxima. Determine el tipo de carga y exprésela en forma rectangular.



$$\boldsymbol{Z_{Th}} = \frac{X_c R_3}{X_c + R_3} + \frac{X_L R_1}{X_{L+} R_1}$$

$$\boldsymbol{Z_{Th}} = \frac{(120 \angle -90°)(220 \angle 0°)}{220 - j120} + \frac{(100 \angle 0°)(90 \angle 90°)}{100 + j90}$$

$$\boldsymbol{Z_{Th}} = \frac{(26400 \angle -90°)}{250.6 \angle -28.61°} + \frac{(9000 \angle 90°)}{134.53 \angle -41.98°}$$

$$\boldsymbol{Z_{Th}} = 95.19\ \Omega - j42.75\Omega$$

Por lo tanto, la carga Rl a conectar en forma rectangular es:

$$\boldsymbol{R_L} = 95.19\ \Omega + j42.75\Omega$$