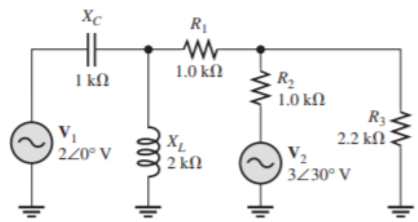
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS

“ESPE”

NOMBRES: **Jonathan Guaman -- Eddy Chanataxi -- Johan Flores**

TEOREMA DE SUPERPOSICION

1. **Con el teorema de superposición, calcule la corriente a través de R_3 en la figura**



Reemplazamos el V_2 por un cortocircuito

$$Z_T = (((R2||R3) + R1)||X_L) + Xc$$

$$Z_T = (1.6875||X_L) + Xc$$

$$Z_T = \left(\frac{1}{1.6875} + \frac{1}{j2}\right)^{-1} - j1$$

$$Z_T = 0.9857 - j0.168\ k\Omega//$$

$$I_T = \frac{V_{S1}}{Z_T} = \frac{2V}{0.9857 - j0.168\ k\Omega} = 2\angle 10.764° mA$$

$$I_1 = \frac{R_2}{R_3 + R_2} I = \frac{1}{2{,}2 + 1}(2 < 10{,}764) = 0{,}625 < 10{,}764\ mA$$

Reemplazamos el V_2

$$Z = ((Z_1 + R_1)||R_3) + R_2$$

$$Z = 2{,}22 < -17{,}84\ \mathrm{k\Omega}$$

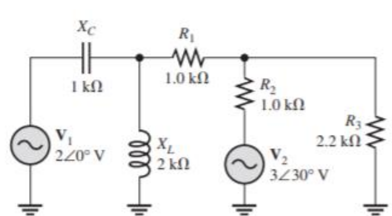
$$I_T = \frac{V_{S2}}{Z_T} = \frac{3\angle 30°\ V}{2.112 - j0.68\ k\Omega} = 1.352\angle 49.82° mA$$

$$I_2 = \frac{R_2}{R_3 + R_2} I = \frac{1}{2{,}2 + 1}(1{,}352 < 49{,}82) = 0{,}422 < 49{,}82\ mA$$

Sumamos y sacamos I_{R3}

$$I_{R3} = 0{,}625 < 10{,}764 + \ 0{,}422 < 49{,}82 = 0{,}989 < 26{,}35\ mA$$

2. **Use el teorema de superposición para determinar la corriente y el voltaje a través de la rama R_2 de la figura**



Hacemos V_1=0

$$Z_1 = (X_c||X_L) + R_1 = \left(\frac{(1 < -90)(2 < 90)}{-j + j2} + (1 < 0)\right) = 2{,}24 < -63{,}43 \ \mathrm{k\Omega}$$
$$Z = ((X_c||X_L) + R_1)||R_3) + R_2 = \frac{(2{,}23 < -63{,}43)(2.2 < 0)}{1 - j2 + 2.2} + 1 < 0 = 2{,}22 < -17{,}81 \ \mathrm{k\Omega}$$
$$\mathrm{I_{V1}} = \frac{\mathrm{V_{V2}}}{\mathrm{Z}} = \frac{3 < 30}{2{,}22 < -17{,}81} = 1{,}35 < 47{,}81 \ mA$$
$$I_{R2V1} = \frac{R_3}{R_2 + R_3} I = \frac{2{,}2}{1 + 2{,}2}(1{,}35 < 47{,}81) = 0{,}93 < 47{,}81 \ mA$$

Hacemos V_2=0

$$Z = X_c + X\_L||(R_1 + R_2||R_3)$$
$$Z = 1 < -90 + \frac{(2 < 90)\left((1 < 0) + \frac{(1 < 0)(2.2 < 0)}{1 + 2.2}\right)}{1 + \frac{(1)(2.2)}{1 + 2.2} + 2.2 + j2}$$
$$Z = 1 < -9{,}68 \ \mathrm{k\Omega}$$

La corriente total

$$I_{V2} = \frac{V_{V1}}{Z} = \frac{2 < 0}{1 < -9{,}68} = 2 < 9{,}68 \ mA$$

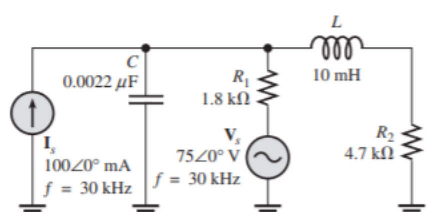
Corriente en I_{R2}

$$I_{R2V2} = \frac{R_3}{R_2 + R_3} I = \frac{2{,}2}{1 + 2{,}2}(2 < 9{,}68) = 1{,}37 < 9{,}68$$

Corriente total en R_2

$$I_{R2} = I_{R2V1} + I_{R2V2} = 0{,}93 < 47{,}81 + 1{,}37 < 9{,}68 = 2{,}18 < 24{,}96 \ mA$$

3. **Con el teorema de superposición, calcule la corriente a través de R_1 en la figura**



$$X_c = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2\pi(30)(0{,}0022\mu F)} = 2{,}41 \ k\Omega$$
$$X_L = 2\pi f L = 2\pi(10)(30) = 1{,}88 k\Omega$$

Reemplazamos la fuente de corriente por un circuito abierto

$$Z = (X_L + R_2)||X_c + R_1 = \frac{(j1{,}88 + 4{,}7)(-j2{,}41)}{4{,}7 + j1{,}88 - j2{,}41} + 1{,}8 = 3{,}0202 - j2{,}2724 = 3{,}78 < -36{,}96 \ k\Omega$$

$$I = \frac{V_1}{Z} = \frac{75 < 0}{3{,}78 < -36{,}96} = 19{,}84 < 36{,}96 \ mA$$

$I_1 = 19{,}84 < 36{,}96\, mA$

Reemplazamos la fuente de voltaje por un cortocircuito V=0

$$I = 100 < 0$$

$$I_2 = \frac{X_c}{X_c + R_1} = \frac{-j2{,}41}{1{,}8 - j2{,}41} = 0{,}6419 - j0{,}4794 = 0{,}8011 < -36{,}76\, mA$$

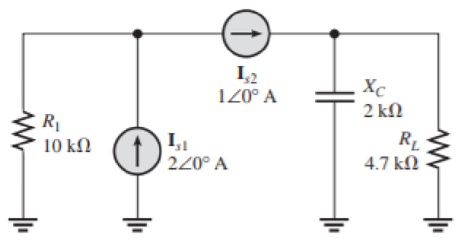
Sumamos I_1 e I_2 para tener I_{R1}

$$I_{R1} = I_1 + I_2 = 19{,}84 < 36{,}96 + 0{,}8011 < -36{,}76$$

$$I_{R1} = 20{,}08 < 34{,}76\, mA$$

4. **Con el teorema de superposición, determine la corriente a través de R_L en cada circuito de la figura**

a)



Reemplazamos la primera fuente de corriente por un circuito abierto

$$I = 1000 < 0\, mA$$

$$I_1 = \left(\frac{X_c}{X_c + R_L}\right) I = \left(\frac{2 < -90}{2 < -90\ + 4{,}7}\right)(1000 < 0) = 391{,}55 < -66{,}95\, mA$$

Reemplazamos la segunda fuente de corriente por un circuito abierto

$$I = 2000 < 0\, mA$$

Como observamos al estar el circuito abierto, la corriente no pasa por R_L y se concluye que

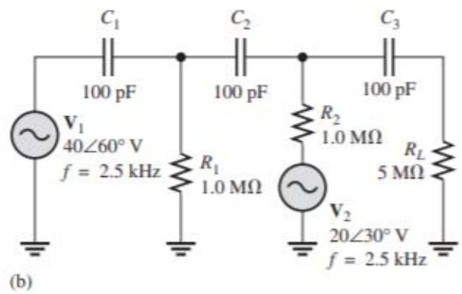
$$I_2 = 0$$

Sumamos las corrientes para obtener I_{RL}

$$I_{RL} = I_1 + I_2 = 391{,}55 < -66{,}95 + 0$$

$$=> \boldsymbol{I_{RL} = 391{,}55 < -66{,}95\, mA}$$

b)



$$X_{c1} = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{2\pi(2{,}5)(1 * 10^{-4}\mu F)} = 636{,}62\ k\Omega$$

$$X_{c2} = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{2\pi(2{,}5)(1 * 10^{-4}\mu F)} = 636{,}62\ k\Omega$$

$$X_{c3} = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{2\pi(2{,}5)(1 * 10^{-4}\mu F)} = 636{,}62\ k\Omega$$

Reemplazamos V_2 por un cortocircuito

$$Z_1 = (X_{c3} + R_L)||R_2 = \frac{(636{,}62 < -90 + 5000)(1000)}{1000 + 50000 - j636{,}62} = 835{,}37 < -1{,}19\ k\Omega$$

$$Z_2 = (X_{c2} + Z_1) = 636{,}62 < -90 + 835{,}37 < -1{,}19 = 1060{,}76 < -38{,}06\ k\Omega$$

$$Z = X_{c3} + Z_2||R_1 = 636{,}62 < -90 + \frac{(1060{,}37 < -38{,}06)(1000)}{1060{,}37 < -38{,}06 + 1000} = 959{,}78 < -57{,}44\ k\Omega$$

$$I = \frac{V_1}{Z} = \frac{40 < 60}{959{,}78 < -57{,}44} = 0{,}042 < 117{,}44\ mA$$

$$I_1 = \left(\frac{R_2}{R_2 + X_{c3} + R_L}\right) I = \left(\frac{1000}{1000 + 5000 - j636{,}62}\right)(0{,}042 < 117{,}44)$$

$$I_1 = 6{,}96 * 10^{-3} < 126{,}49\ mA$$

Reemplazamos la segunda fuente

$$Z_1 = X_{c1} + R_1||X_{c2} = 636{,}62 < -90 + \frac{(636{,}62 < -90)(1000)}{1000 - j636{,}62} = 1029{,}99 < -26{,}09\ k\Omega$$

$$Z_2 = X_{c3} + R_L = (636{,}62 < -90) + 5000 < 0 = 5040{,}37 < -7{,}25 k\Omega$$

$$Z = Z_1||Z_2 + R_2 = \frac{(1029{,}99 < -26{,}09\ )(5040{,}37 < -7{,}25)}{5040{,}37 < -7{,}25 + 1029{,}99 < -26{,}09} + 1000$$

$$Z = 1824{,}83 < -10{,}59\ k\Omega$$

$$\mathrm{I} = \frac{\mathrm{V}}{\mathrm{Z}} = \frac{20 < 30}{1824{,}83 < -10{,}59} = 0{,}011 < 40{,}59\ \mathrm{m}A$$

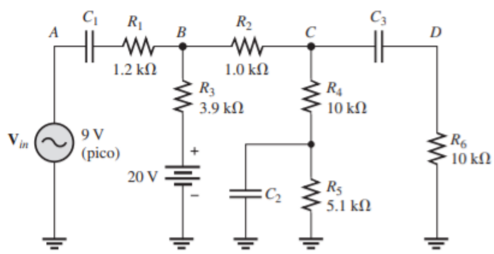
$$I_2 = \left(\frac{R_2}{R_2 + X_{c3} + R_L}\right) I = \left(\frac{1000}{1000 + 5000 - j636{,}62}\right)(0{,}011 < 40{,}59)$$

$$I_2 = 1{,}823 * 10^{-3} < 46{,}64\, mA$$

Calculamos IRL

$$I_{RL} = 6{,}96 * 10^{-3} < 126{,}49 + 1{,}823 * 10^{-3} < 46{,}64 = 7{,}49 * 10^{-3} < 112{,}64\, mA$$

5. **Determine el voltaje en cada punto señalado en la figura. Suponga Xc=0 para todos los capacitores.**



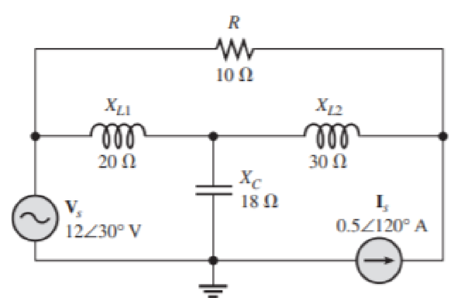
Voltaje en dc:

$$V_A = 0V$$
$$V_B = 16.1V$$
$$V_c = 15.1V$$
$$V_D = 0V$$

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**



Desconectamos la primera fuente

$$Z_1 = \frac{(30 < 90)(18 < -90)}{j30 - j18} = 45 < -90\, k\Omega$$
$$Z = \frac{(25 < -90)(10 < 0)}{10 - j25} = 9{,}28 < -21{,}8\, k\Omega$$
$$I = \frac{12 < 30}{9{,}28 < -21{,}8} = 1.3 < 51{,}8\, mA$$
$$I_1 = \left(\frac{10 < 0}{10 - j25}\right)(1{,}3 < 51{,}8) = 0{,}48 < 120\, mA$$
$$I_1 = \left(\frac{30 < 90}{j30 - j18}\right)(0{,}48 < 120) = 1{,}2 < 120\, mA$$

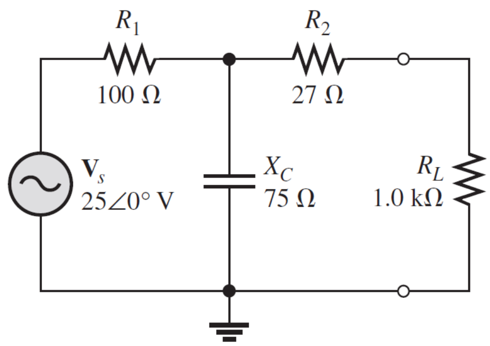
Desconectamos la segunda fuente

$$I = \left(\frac{10 < 0}{10 - j25}\right)(0{,}5 < 120) = 0{,}19 < 188{,}2\, mA$$
$$I_2 = \left(\frac{20 < 90}{j20 - j18}\right)(0{,}19 < 188{,}2) = 1{,}9 < 188{,}2\, mA$$

Sumamos las corrientes

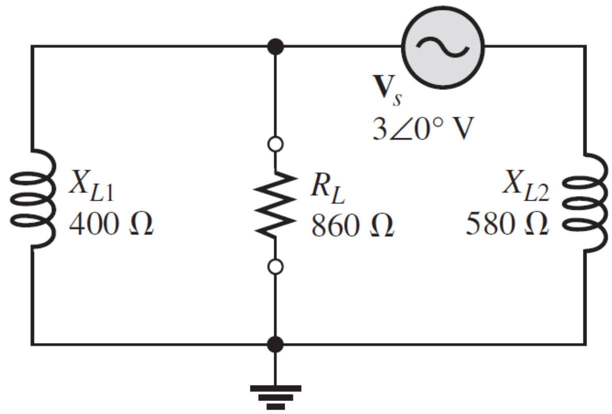
$$I = (1{,}2 < 120) + (1{,}9 < 188{,}2\ ) = 2{,}59 < 162{,}82\ mA$$

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



(a)

$1. -Lo\ primero\ sacamos\ el\ voltaje\ de\ Thevenin:$ $V_{TH} = \frac{V_s(X_C)}{R_T}$ $V_{TH} = \frac{(25\angle 0°)(0 - j(75))}{(100 - j(75))}$ $V_{TH} = \frac{(25\angle 0°)(75\angle - 90°)}{(125\angle - 36.87°)}$ $V_{TH} = (15\angle - 53.13°)$	$Entonces:$ $Si \begin{cases} V_{TH} = (15\angle - 53.13°) \\ Z_{TH} = (60\angle - 48°) \quad \Rightarrow \quad (40\Omega - j(45)\Omega) \end{cases}$ $-En\ conclusion\ obtenemos\ un\ circuito\ en\ la\ cual\ hay\ una\ fuente\ de\ (15\angle - 53.13°)\ y\ dos\ resistencias\ de\ 40\Omega\ y\ un\ capacitos\ de\ 45\Omega$
$2. -Buscamos\ la\ impedancia\ de\ Thevenin:$ $Z_{TH} = \frac{1}{\frac{1}{(100 + j(0))} + \frac{1}{(0 - j(75))}}$ $Z_{TH} = \frac{(75\angle - 90°)(100\angle 0°)}{(100\angle 0°) + (75\angle - 90°)}$ $Z_{TH} = (60\angle - 48°)$	



(b)

<table>
<tr>
<td>

$1.-$*Lo primero sacamos el voltaje de Thevenin*:

$$V_{TH} = V_{RL} = (3\angle 0°)$$

</td>
<td rowspan="2">

Entonces:

$$Si \begin{cases} V_{TH} = (3\angle 0°) \\ Z_{TH} = (236.7\angle 90°) \quad \Rightarrow \quad (0 + \mathrm{j}(236.7)\Omega) \end{cases}$$

$-$*En conclusion obtenemos un circuito en la cual hay una fuente de* $(3\angle 0°)$ *y dos resistencias de* 0Ω *y un inductor de* 236.7Ω

</td>
</tr>
<tr>
<td>

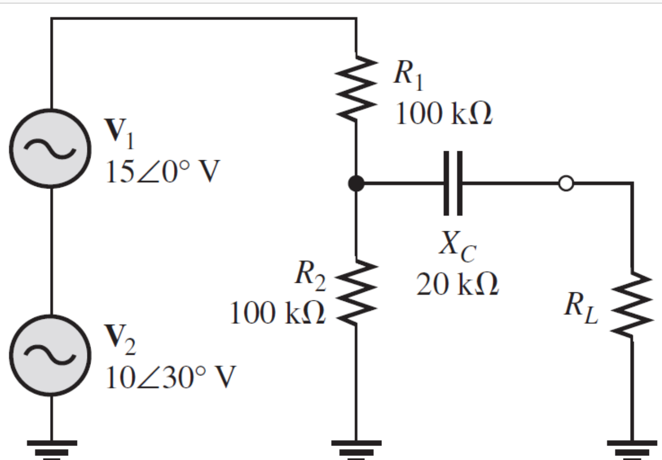
$2.-$*Buscamos la impedancia de Thevenin*:

$$Z_{TH} = \frac{1}{\frac{1}{(100 + j(0))} + \frac{1}{(0 - j(75))}}$$

$$Z_{TH} = \frac{(580\angle 90°)(400\angle 90°)}{(0 + j(580)) + (0 + j(400))}$$

$$Z_{TH} = (236.7\angle 90°)$$

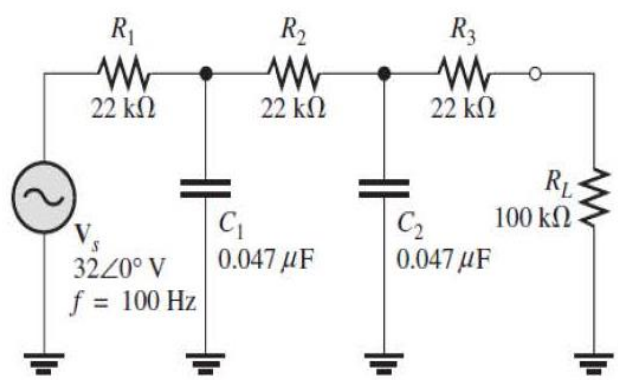
</td>
</tr>
</table>



(c)

$1.-Lo\ primero\ sacamos\ el\ voltaje\ de\ Thevenin:$ $V_{TH}=\left(\frac{24.51\angle 12°}{100\angle 0°}\right)(100\angle 0)$ $V_{TH}=(24.51\angle 0)$	$Entonces:$ $Si\begin{cases} V_{TH}=(24.51\angle 0°) \\ Z_{TH}=(50-j20)k\Omega \end{cases}$ $-En\ conclusion\ obtenemos\ un\ circuito\ en\ la\ cual\ hay\ una\ fuente\ de\ (24.51\angle 0°) y\ dos\ resistencias\ de\ 50k\Omega\ y\ un\ inductor\ de\ 20k\Omega$
$2.-Buscamos\ la\ impedancia\ de\ Thevenin:$ $Z_{TH}=(50-j20)$ $Z_{TH}=\frac{1}{\frac{1}{100}+\frac{1}{100}}=50$ $Z_{TH}=(50+j(0))$ $Z_{TH}=(50-j20)k\Omega$	

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



$$X_{c1}=\frac{1}{2\pi(100)(0.047*10^{-6})}=33.9\ k\Omega$$

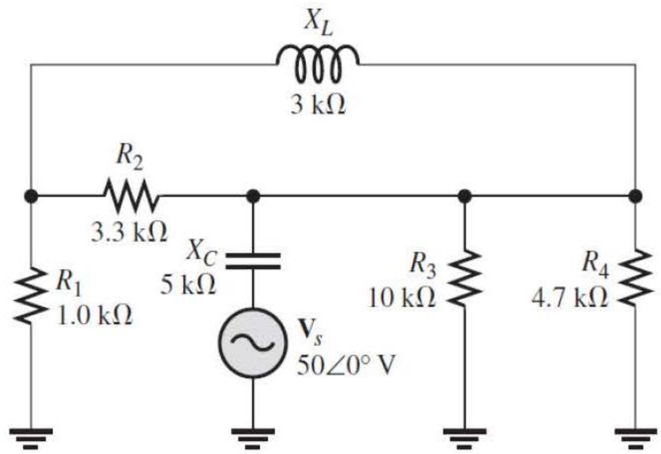
$$R_A=\frac{(33.9\angle-90)(22\angle 0)}{22-j33.9}=(18\angle-33)$$

$$R_B=(22+18.46\angle)-33=(38.82\angle-15.02)$$

$$R_C=\frac{(33.9\angle-90)(39.82\angle-15.02)}{(38.82\angle-15.02)+(0-j33.9)}=(22.78\angle-55.5)$$

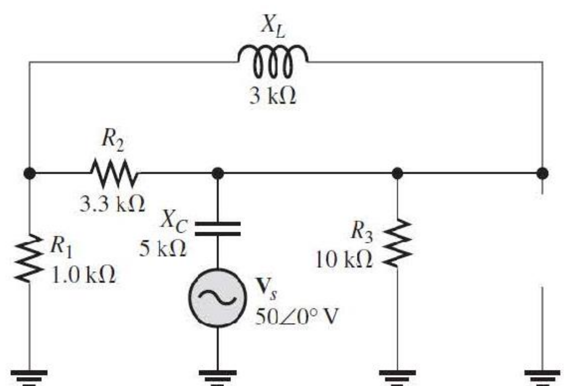
$$Entonces$$
$$R_{TH} = 34.89 - j18.77\ k\Omega$$
$$I_R = (0.4\angle -45.19)mA$$

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



▲ FIGURA 19–51

El voltaje de Thévenin que se encuentra en los extremos de R4, es el mismo que está presente en R3:



Para hallar la impedancia total, se considera que R2 y XL están en paralelo, y dicha conexión está en serie con R1:

$$Z_{eq1} = \left(\frac{1}{3.3} + \frac{1}{j3}\right)^{-1} = 1.493 + j1.642\ k\Omega$$

$$Z_{eq2} = Z_{eq1} + R1 = 2.493 + j1.642\ k\Omega$$

$$Z_{eq3} = \left(\frac{1}{Z_{eq2}} + \frac{1}{R3}\right)^{-1} = 2.131 + j1.0344\ k\Omega$$

$$Z_T = Z_{eq3} + Xc = 2.1314 - j3.965\ k\Omega\ //$$

Aplicando Ley de Ohm:

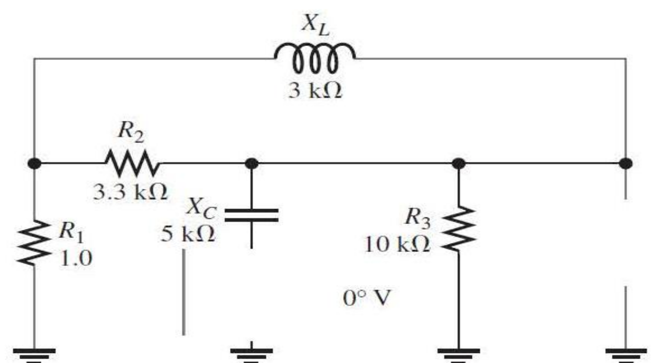
$$I_T = \frac{V_S}{Z_T} = \frac{50\ V}{2.1314 - j3.965\ k\Omega} = 11.1\angle 61.744°\ mA//$$

Con ello, se calcula el voltaje que pasa a través de Zeq3, el cual será igual al voltaje en R3 y a su vez será igual al voltaje Vth:

$$V_{th} = I_T * Z_{eq3} = (11.1\angle 61.744°\ mA)(2.131 + j1.0344\ k\Omega)$$

$$V_{th} = 26.307\angle 87.632°\ V//$$

Para hallar la impedancia de Thévenin:

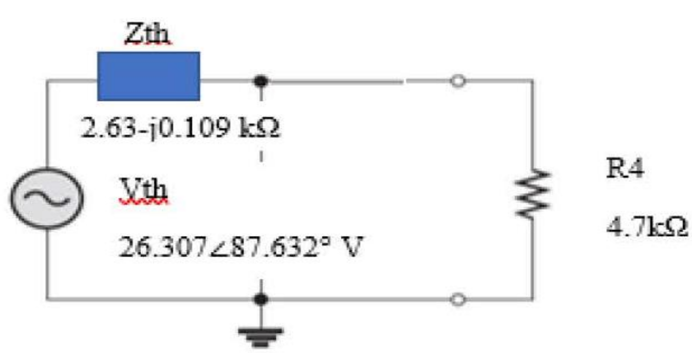


$$Z_{eq1} = \left(\frac{1}{3.3} + \frac{1}{j3}\right)^{-1} = 1.493 + j1.642\ k\Omega$$

$$Z_{eq2} = Z_{eq1} + R1 = 2.493 + j1.642\ k\Omega$$

$$Z_{th} = \left(\frac{1}{Z_{eq2}} + \frac{1}{Xc} + \frac{1}{R3}\right)^{-1} = 2.63 - j0.109\ k\Omega//$$

El circuito viene dado de la siguiente manera:



La corriente total viene dada por:

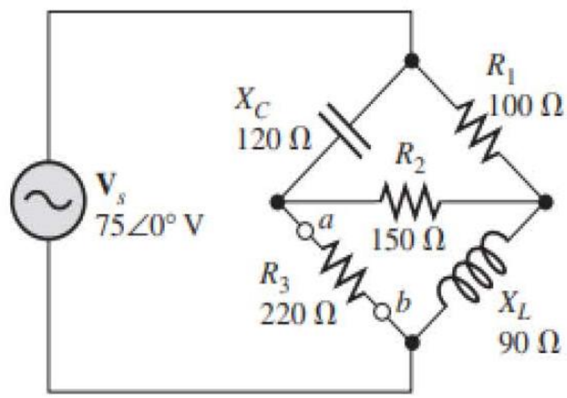
$$I_T = \frac{V_{th}}{Z_{th} + R4} = \frac{26.307\angle 87.632° \; V}{7.329 - j0.109 \; k\Omega} = 3.589\angle 88.484° \; mA//$$

Aplicando ley de Ohm, se obtiene el voltaje de R4:

$$V_4 = I_T * R4 = (3.589\angle 88.484° \; mA)(4.7 \; k\Omega)$$

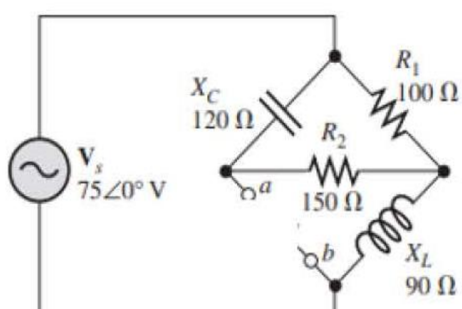
$$V_4 = 16.868\angle 88.484°° \; V//$$

Simplifique el circuito externo a R3 mostrado en la figura 19-52 a su equivalente de Thévenin.



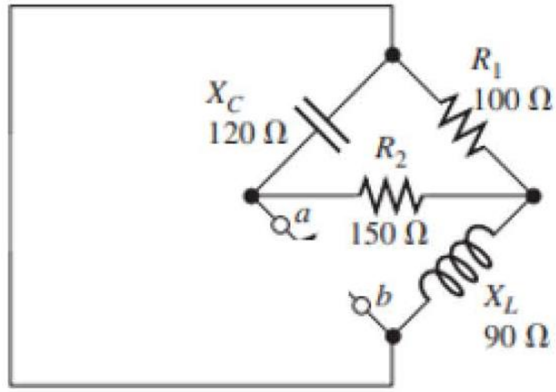
▲ FIGURA 19–52

Abriendo la resistencia R3, se calcula el voltaje en sus extremos, el cual sería igual al voltaje de la impedancia total calculada en el circuito sin R3, por lo tanto dicho voltaje, en este caso, será igual al de la fuente:



$$V_{th} = 75\angle 0° \; V//$$

Para calcular la impedancia Zth:

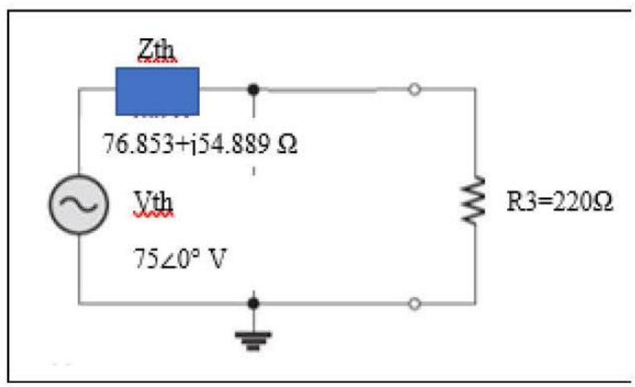


$$Z_{eq1} = Xc + R1 = 100 - j120\ \Omega$$

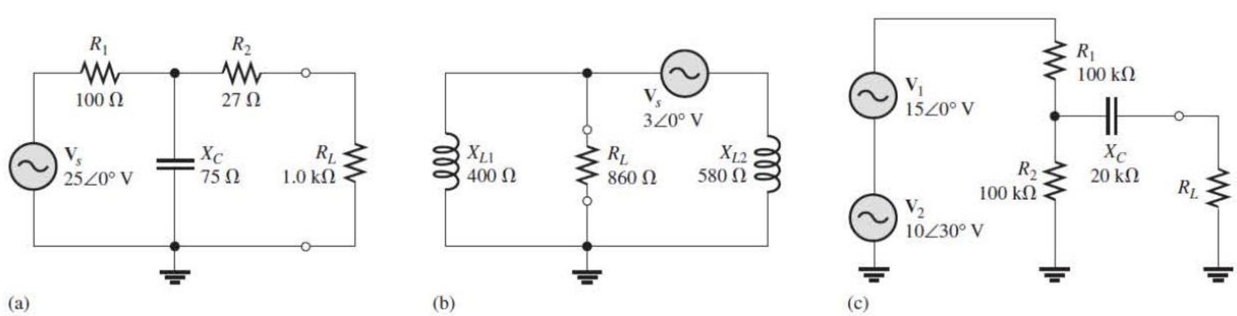
$$Z_{eq2} = \left(\frac{1}{Z_{eq1}} + \frac{1}{R2}\right)^{-1} = 76.853 - j35.11\ \Omega$$

$$Z_{th} = Z_{eq2} + X_L = 76.853 + j54.889\ \Omega\ //$$

El circuito de Thévenin quedaría de la siguiente forma:



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



▲ FIGURA 19–49

Para a)

$$ZN = 27 + \frac{(100 < 0°)(75 < -90°)}{100 - j75} = 63 - j48\ k\Omega$$

$$Z = 100 + \frac{(27 < 0°)(75 < -90°)}{27 - j75} = 124.2 < -4°$$

$$I = \frac{25 < 0°}{124.2 < -4°} = 0.2 < 4°\ A$$

$$IL = \frac{75 < -90°}{27 - j75} * 0.2 < 4° = 189 < -15.8°\ mA$$

Para b)

$$ZN = \frac{1}{\frac{1}{400} + \frac{1}{580}} = 236.73 < 90°\ k\Omega$$

$$Z = j580$$

$$IL = \frac{3 < 0°}{580 < 90°} = 5.17 < -90°\ mA$$

Para c)

$$ZN = \frac{1}{\frac{1}{100} + \frac{1}{100}} - j20 = 53.85 < -21.8°\ k\Omega$$

Fuente 1 Voltaje 0

$$Z = 100 + \frac{(20 < -90°)(100 < 0°)}{100 - j20} = 105.61 < -10.5°$$

$$I2 = \frac{10 < 30°}{105.61 < -10.5°} = 0.095 < 40.5°\ mA$$

$$IL2 = \frac{100 < 0°}{100 - j20} * 0.095 < 40.5° = 0.093 < 51.81°\ mA$$

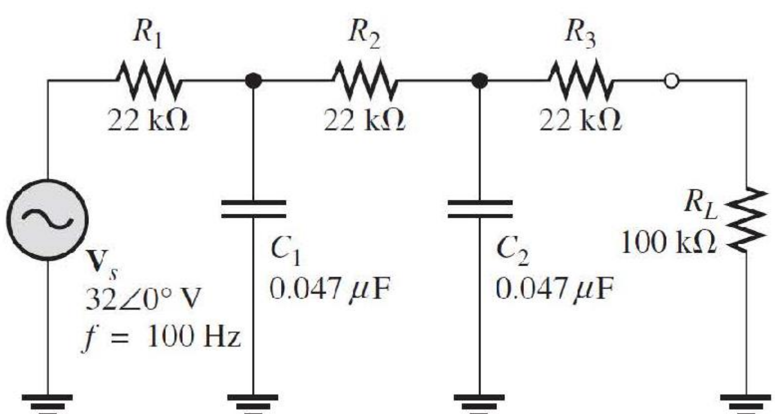
Fuente 2 Voltaje 0

$$I1 = \frac{15 < 0°}{105.61 < -10.5°} = 0.142 < 10.5°\ mA$$

$$IL1 = \frac{100 < 0°}{100 - j20} * 0.142 < 10.5° = 0.139 < 21.81°\ mA$$

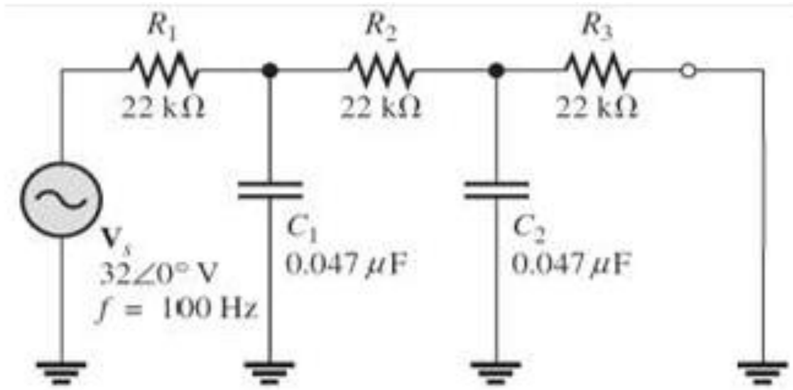
$$IL = 0.093 < 51.81°\ mA + 0.139 < 21.81°\ mA = 0.224 < 33.9°\ mA$$

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



▲ FIGURA 19–50

Poniendo en corto RL para calcular la corriente que pasa por ahí, es igual a calcular la corriente en R3:



Calculando las reactancias capacitivas y con ellas la impedancia total:

$$Xc1 = Xc2 = \frac{1}{2\pi fC1} = \frac{1}{2\pi(0.1kHz)(0.047\mu F)} = -j33.86\ k\Omega//$$

$$Z_{eq1} = \left(\frac{1}{Xc2} + \frac{1}{R3}\right)^{-1} = 15.469 - j10.051\ k\Omega//$$

$$Z_{eq2} = Z_{eq1} + R2 = 37.469 - j10.051\ k\Omega$$

$$Z_{eq3} = \left(\frac{1}{Z_{eq2}} + \frac{1}{Xc1}\right)^{-1} = 12.892 - j18.751\ k\Omega$$

$$Z_T = Z_{eq3} + R1 = 34.892 - j18.751\ k\Omega//$$

Aplicando ley de Ohm para hallar la corriente de Zeq3 y con ello su voltaje, el cual será igual al voltaje de Zeq2:

$$I_{eq3} = I_T = \frac{V_T}{Z_T} = \frac{32\angle 0°\ V}{34.892 - j18.751\ k\Omega} = 0.808\angle 28.254°\ mA//$$

$$V_{eq2} = V_{eq3} = I_{eq3}Z_{eq3} = (0.808\angle 28.254°\ mA)(12.892 - j18.751\ k\Omega)$$

$$V_{eq3} = 18.382\angle -27.236°\ V//$$

Con dicho voltaje se calcula la corriente que pasa por Zeq1, y con ella, se calcula su voltaje el cu será igual al voltaje de R3, con lo cual se hallaría la corriente de Norton In:

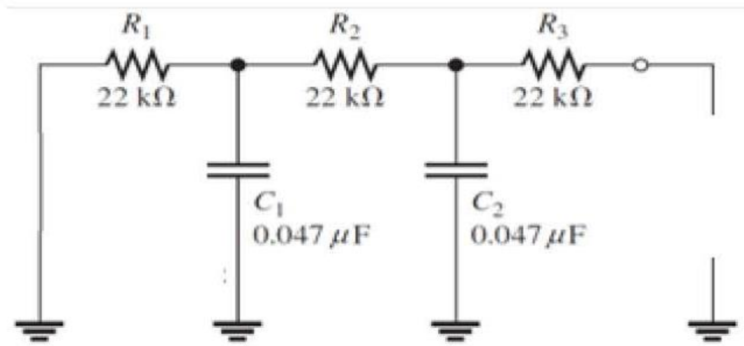
$$I_{eq1} = I_{eq2} = \frac{V_{eq2}}{Z_{eq2}} = \frac{18.382\angle -27.236°\ V}{37.469 - j10.051\ k\Omega} = 0.474\angle -12.22°\ mA//$$

$$V_3 = V_{eq1} = I_{eq1}Z_{eq1} = (0.474\angle -12.22°\ mA)(15.469 - j10.051\ k\Omega)$$

$$V_3 = 8.741\angle -45.234°\ V//$$

$$I_n = I_3 = \frac{V_3}{R3} = \frac{8.741\angle -45.234°\ V}{22\ k\Omega} = 0.397\angle -45.234°\ mA//$$

Ahora para calcular la impedancia de Norton, se pone en cortocircuito a la fuente y se obtiene la impedancia a partir de la abertura de RL:



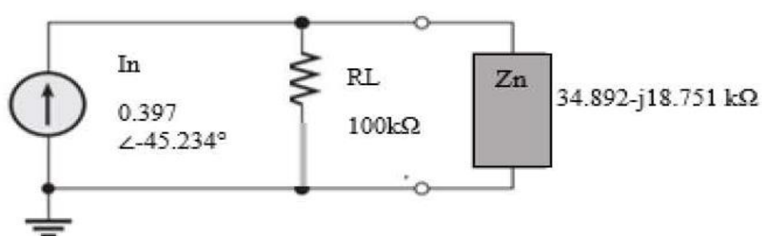
$$Z_{eq1} = \left(\frac{1}{Xc1} + \frac{1}{R1}\right)^{-1} = 15.469 - j10.051\ k\Omega//$$

$$Z_{eq2} = Z_{eq1} + R2 = 37.469 - j10.051\ k\Omega$$

$$Z_{eq3} = \left(\frac{1}{Z_{eq2}} + \frac{1}{Xc2}\right)^{-1} = 12.892 - j18.751\ k\Omega$$

$$Z_n = Z_{eq3} + R3 = 34.892 - j18.751\ k\Omega//$$

Con los valores de In y Zn, se arma el circuito equivalente de Norton:



La impedancia total del circuito será igual a:

$$Z_T = \left(\frac{1}{Z_n} + \frac{1}{RL}\right)^{-1} = 27.272 - j10.11\ k\Omega$$

Aplicando ley de Ohm para hallar el voltaje de RL y con ello su corriente:

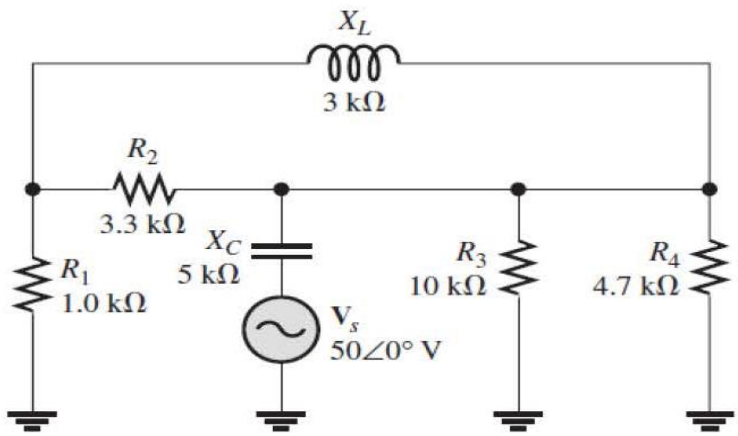
$$V_T = I_n * Z_T = (0.397\angle -45.234°\ mA)(27.272 - j10.11\ k\Omega)$$

$$V_T = 11.547\angle -65.574°\ V//$$

$$I_L = \frac{V_T}{R_L} = \frac{11.547\angle -65.574°\ V}{100\ k\Omega}$$

$$I_L = 0.115\angle -65.574°\ mA//$$

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



▲ **FIGURA 19–51**

$$ZC = \frac{(10 < 0°)(5 < -90°)}{10 - j5} = 4.47 < -63.43°$$

$$ZL = \frac{(3 < 90°)(3.3 < 0°)}{3.3 + j3} = 2.22 < 47.73°$$

$$ZN = 1 + 2.22 < 47.73° + 4.47 < -63.43° = 5 < -27.65°\ k\Omega$$

$$ZR = \frac{1}{\frac{1}{10} + \frac{1}{4.7}} = 3.2$$

$$ZL = \frac{(3 < 90°)(3.3 < 0°)}{3.3 + j3} = 2.22 < 47.73°$$

$$ZR1 = 1 + 2.22 < 47.73° = 2.99 < 33.4°$$

$$ZA = \frac{(2.99 < 33.4°)(3.2 < 0°)}{2.99 < 33.4° + 3.2} = 1.61 < 17.3°$$

$$ZT = -j5 + 1.61 < 17.3° = 4.776 < -71.22°\ k\Omega$$

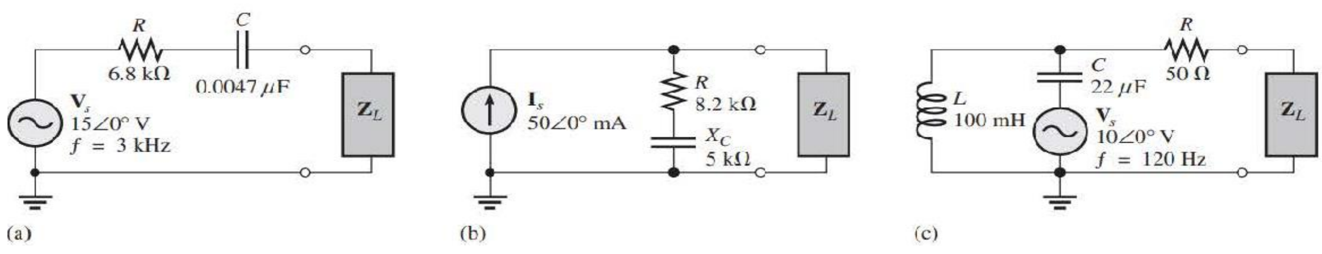
$$IT = \frac{50 < 0°}{4.776 < -71.22°} = 10.5 < 71.22°\ mA$$

$$IR = \frac{(2.99 < 33.4°)}{2.99 < 33.4° + 3.2} * 10.5 < 71.22°\ mA = 5.3 < 88.52°\ mA$$

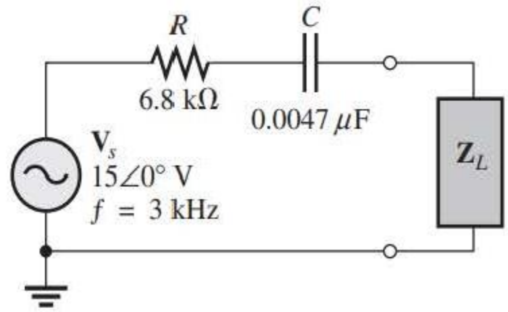
$$IR4 = \frac{10}{14.7} * 5.3 < 88.52° = 3.61 < 88.52°\ mA$$

$$VR4 = 3.61 < 88.52°\ mA * 4.7 < 0° k\Omega = 16.97 < 88.52°\ V$$

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



a)



Calculando la impedancia equivalente entre R y Xc:

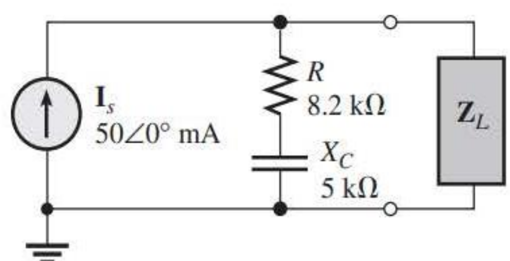
$$Xc = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{2\pi(3kHz)(0.047\mu F)} = -j1.128\ k\Omega//$$

$$Z_{eq} = Xc + R = 6.8 - j1.128\ k\Omega$$

Aplicando el teorema de la máxima transferencia de potencia, ZL equivaldría a la conjugada de Zeq:

$$\boxed{Z_L = 6.8 + j1.128\ k\Omega//}$$

b)



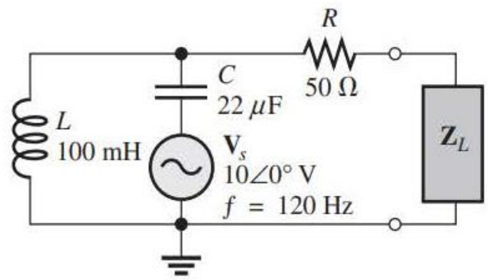
Calculando la impedancia equivalente entre R y Xc:

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

Aplicando el teorema de la máxima transferencia de potencia en un circuito con fuente de corriente, ZL equivaldría a la conjugada de Zeq:

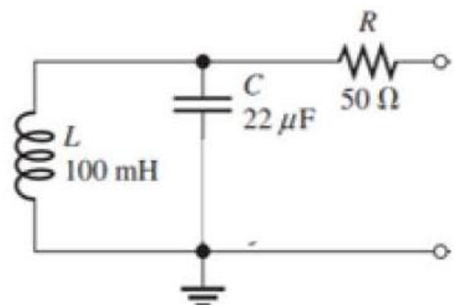
$$\boxed{Z_L = 8.2 + j5\ k\Omega//}$$

c)



Para poder determinar el valor de ZL para su potencia máxima, se requiere tener un circuito con la fuente de voltaje, una impedancia equivalente y ZL, por lo cual se procede a aplicar el teorema de Thévenin.

Para ello, se calcula la resistencia equivalente Rth, para lo cual se pone en corto a la fuente y se calcula a partir de la abertura de RL::



$$Xc = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{2\pi(0.12kHz)(22\mu F)} = -j60.286\ \Omega//$$

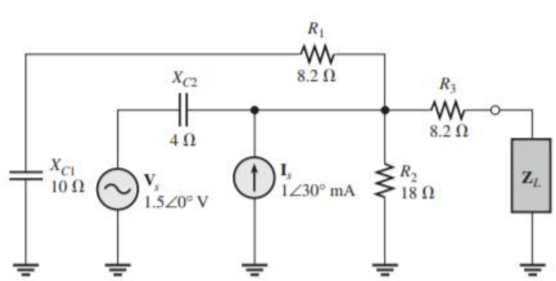
$$X_L = 2\pi fL = 2\pi(0.12kHz)(0.1\mu H) = j75.398\ \Omega//$$

$$Z_{th} = \left(\frac{1}{X_L} + \frac{1}{Xc}\right)^{-1} + R = 50 - j300.78\ \Omega$$

Por el teorema de transferencia máxima de potencia, ZL sería la conjugada de Zth:

$$\boxed{Z_L = 50 + j300.78\ \Omega}$$

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



Para realizar el siguiente ejercicio como primer paso encontramos la RTH, para obtenerla eliminamos las fuentes de voltaje y corriente, y realizamos como fuente normales

$$Zc1, r1 = 8.2 + 10$$

$$Zr2, c2 = 4j + 18$$

$$Zt = 5.63 + 2.85j$$

Después como siguiente paso vamos a obtener el VTH, con lo que vamos a realizar los siguientes cálculos

$$I = \frac{VT}{ZT}$$

$$I = \frac{1.5}{5.63 + 2.85j}$$

$$IT = 0.176 - 0.176j$$

Como siguiente paso vamos a obtener la I en la segunda mallla, con el objetivo de saber ls caídas de voltaje, y con eso el VTH

$$V = (0.176 - 0.176j)(4j)$$

$$I2 = \frac{V}{R}$$

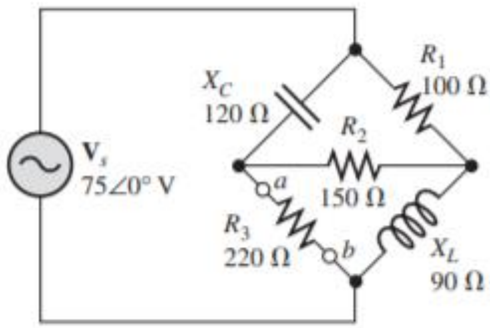
$$I2 = \frac{0.704}{10 + 8.2J}$$

$$I2 = 0.033A - 0.0033AJ$$

Entonces con estos resultados calculamos las caídas de voltaje en R2

$$Vr2 = (0.0333 - 0.0033)(18)$$

$$Vr2 = 0.59 + 0.59j$$



Circuito Equivalente

Entonces tenemos los siguientes resultados

V1

$$Vth = 0.83/(45°)$$

$$ZL = 5.63 - 2.85j$$

$$Pmax = 0.015w$$

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.

Como primer paso vamos a encontrar la impedancia total

// Eliminando la fuente de voltaje obtenemos la impedancia total

$$ZT = R3 + R1 + Xc1 + Xl$$

$$ZT = 220 + 100 + 120j - 90j$$

$$ZT = 320 + 30j$$

La impedancia total equivale a la resistencia de TH, por lo tanto debemos obtener el voltaje de Thevenin, por lo que sacaremos, sumando las caídas de voltaje de la R3 y Xl

$$V3 = I * R$$

$$Vl = I * Xl$$

$$V2 = (0.21 - 0.21j)(220)$$

$$V2 = 46.2 - 46.2j$$

$$V3 = (0.21 - 0.21j)(-90j)$$

$$V3 = -18.9j - 18.9$$

$$Vth = V2 + V3$$

$$Vth = 27.3 - 65.1j$$