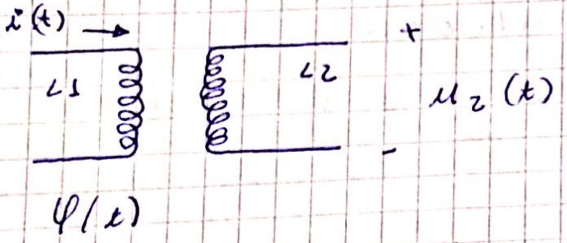
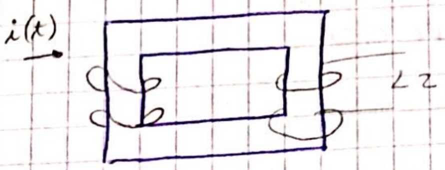
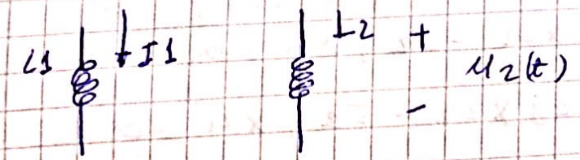
Explicación práctica 4



$u_L(t) = L \frac{di_L}{dt}$

El flujo va a pasar por L2 y va a generar una tensión





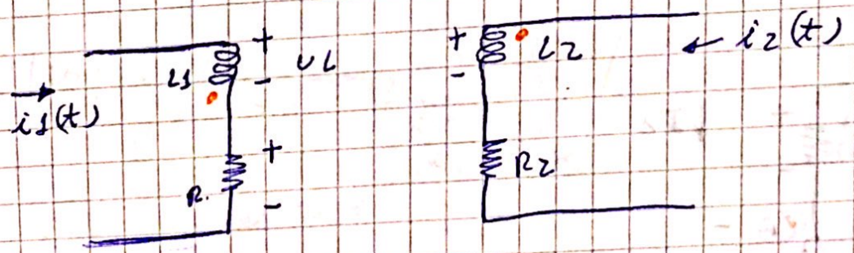
$u_2(t)\big|_{i_1} = M \frac{d i_1(t)}{dt}$

Para trabajar mejor utilizamos complejos

$U_L = L j \omega \underline{I}$

$U_{L2} = M j \omega \underline{I_1}$

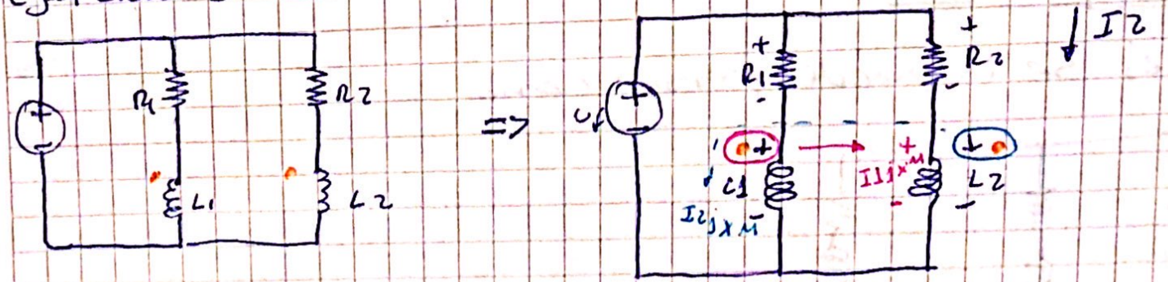
Ejemplo ?



• Puntos homólogos

tensión inducida es positiva depende donde esté el punto homólogo de la otra bobina

Ejercicio 3



Como el flujo es variable puedo aplicar ley de Faraday para sacar la tensión inducida

Positivo en el punto homólogo induce una tensión positiva en el otro punto homólogo

X_M = Inductancia mutua = Henry = H = $\omega \underset{\substack{\downarrow \\ \text{Factor de acoplamiento}}}{K} \sqrt{L_1 L_2}$

El factor de acoplamiento es la proporción de flujo magnético de una bobina que afecta a la otra.

$$\underset{\substack{\downarrow \\ \simeq 1}}{K} = \frac{\varphi_2}{\varphi_1} = \frac{\text{Flujo mutuo}}{\text{Flujo disperso}} =$$

a lo criollo se puede decir que K es el que indica cuan cerca están las bobinas, obviamente si están muy lejos $K=0$

Volviendo al ejercicio

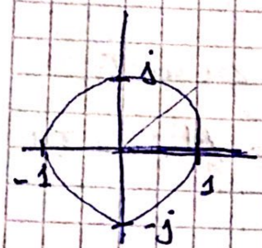
$\underline{U_{R2}} = \underline{I_2} R_2$

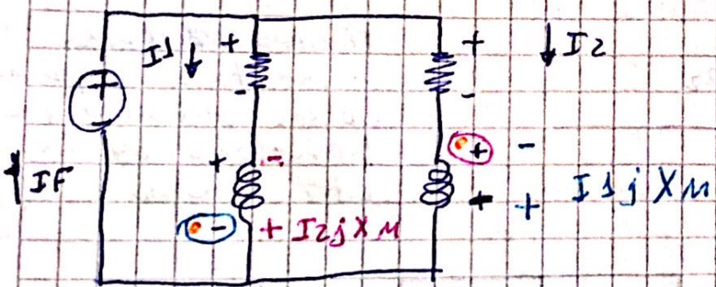
$\underline{U_F} = \underline{U_{R1}} - \underline{U_{L1}} - U_{iL} = 0$

malla 1: $\quad U_F - I_1 R_1 - I_1 j X_{L1} - I_2 j X_M = 0$

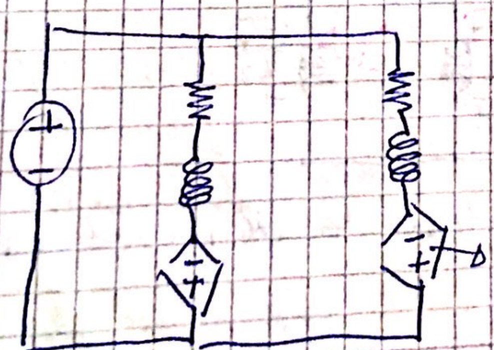
malla grande $\quad U_F - I_2 R_2 - I_2 j X_{L2} - I_1 j X_M = 0$

$\underline{I_F} = \underline{I_1} + \underline{I_2}$





También se lo puede pensar como



llevan el signo del punto homólogo

Práctico 4

7) _ Datos

$U_F = 220V$

$R_1 = 5\Omega$

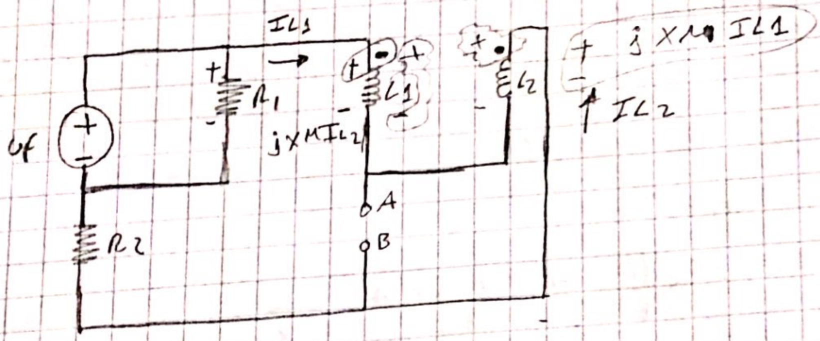
$R_2 = 10\Omega$

$L_1 = 32\, mH$

$L_2 = 191\, mH$

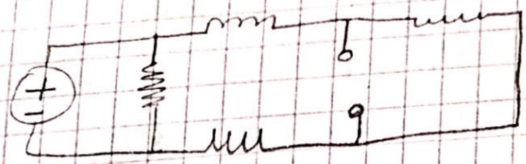
$f = 50\, Hz$

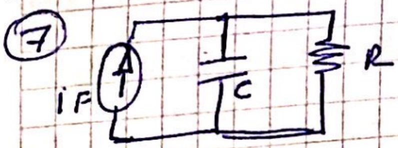
$K = 0.81$



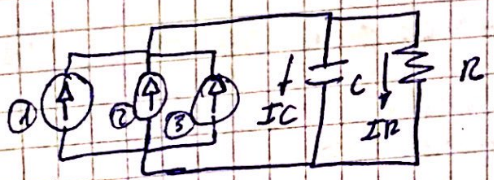
$X_M = j\omega M$

b).



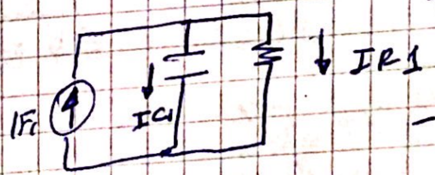


$I_F(t) = 5\, \text{sen}(\omega t) + 0,3\, \text{sen}(3\omega t + 30°) + 0,1\, \text{sen}(5\omega t + 150°)$



se aplica la primera ley de Kirchoff

, Se aplica superposición



La suma total se realiza cuando estan en función del tiempo

$I_{F1} = 5$

$\left(\frac{\Sigma \text{ Valor eficaz}}{\sqrt{2}} \right)^2$?

$I_{F1} = 5 \angle 0°$

$I_{F2} = 0,3 \angle 30°$

$I_{F3} = 0,1 \angle 150°$

HOJA Nº

FECHA

Práctica 4

1)_ a)_ La corriente eléctrica en un conductor da origen a un campo magnético. Si dicha corriente es variable en el tiempo y si además, en aproximidades de dicho conductor, se encuentra otro conductor, se Inducirá en éste último una tensión cuyo valor será función de dicho campo magnético a través de la ley de Faraday.

Esto quiere decir que dos circuitos o más pueden afectarse uno a otro debido a la interacción de los campos magnéticos que generan.

b)_ La acción de suma o resta de un flujo concatenado respecto del otro para obtener el flujo mutuo resultante depende del sentido de cada corriente por los arrollamientos de cada bobina. Es decir, si para determinados sentidos de las corrientes se verifica un aumento de flujo, significa que los sentidos de las corrientes son "entrantes" a las dos bobinas por extremos a partir de los cuales los (varias vueltas) devanados se desarrollan de igual forma.

El cambio de sentido de una de las corrientes o el enrollado en forma inversa, determina que el flujo se oponga a otro y como resultado el φ_M (flujo mutuo) sea menor.

En definitiva, los cambios relativos de sentidos de corriente y la forma de devanado de los arrollamientos pueden determinar inclusive que las líneas de campo de inducción magnético cambien de sentido afectando la polaridad de las tensiones inducidas.

La forma de devanado de los arrollamientos puede marcarse sus dos extremos de arrollamiento (mismo sentido) punto homólogo

Scanned with CamScanner

Los puntos homólogos exista independientemente de la corriente y/o la tensión

2) _ b). El factor de acoplamiento magnético: es la proporción de flujo magnético de una bobina que afecta a la otra. Esta dado por la siguiente expresión

$$K = \frac{\varphi_2}{\varphi_1} = \frac{\text{Flujo mutuo}}{\text{Flujo disperso}}$$

puede variar entre 0 y 1

En otras palabras se puede decir que K es el que indica cuan cerca están las bobinas entre sí

$K = 0$ significa que las bobinas están muy lejos una de la otra

$K = 1$ significa que todo el flujo producido en una bobina afecta a la otra

c). Coeficiente de inductancia mutua: es un coeficiente que vincula la tensión inducida en una bobina y la variación en el tiempo de la corriente por la otra bobina (M)

$$L_1 = \underset{\text{disperso}}{L_{d1}} + \overset{\text{mutuo}}{L_{m1}} \qquad L_2 = L_{d2} + L_{m2}$$

$$L_1 = \frac{N_1 \varphi_{d1}}{i_1} + \frac{N_1 \varphi_{m1}}{i_1} \qquad L_2 = \frac{N_2 \varphi_{d2}}{i_2} + \frac{N_2 \varphi_{m2}}{i_2}$$

$$\boxed{u_2 = \frac{M\, di_1}{dT}}$$

$$\Rightarrow M = \frac{N_2 \varphi_{m1}}{i_1} \Rightarrow N_2 \cdot \frac{N_1}{N_1} \frac{\varphi_{m1}}{i_1} = \frac{N_2}{N_1} L_{m1}$$

$$M = N_1 \frac{\varphi_{m2}}{i_2} \Rightarrow N_1 \frac{N_2}{N_2} \frac{\varphi_{m2}}{i_2} = \frac{N_1}{N_2} L_{m2}$$

$$\Rightarrow \text{igualo} \quad \frac{N_2}{N_1} L_{m1} = \frac{N_1}{N_2} L_{m2} \qquad \frac{N_1}{N_2} = a$$

$$L_{m1} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 L_{m2}$$

$$\boxed{L_{m1} = a^2 L_{m2}}$$

$$\Rightarrow \quad M^2 = \frac{N_2\, \varphi_{m1}}{i_1} \cdot \frac{N_1\, \varphi_{m2}}{i_2}$$

$$= \frac{N_2\, k\, \varphi_1}{i_1} \cdot \frac{N_1\, k\, \varphi_2}{i_2}$$

$$= \frac{N_2\, k\, L_1 i_1 / N_1}{i_1} \cdot \frac{N_1\, k\, L_2 i_2 / N_2}{i_2}$$

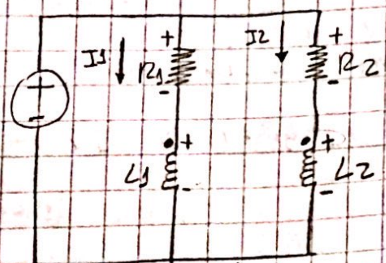
$$M^2 = k^2 L_1 L_2$$

$$M = k\sqrt{L_1 L_2}$$

d)_ Dispersion serian las lineas de flujo propio que se quedan del lado de la bobina 1 ó bobina (2)

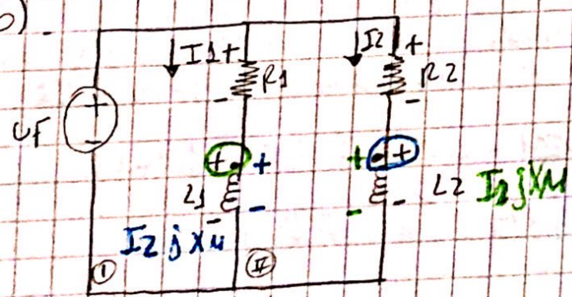
3)_ Datos

$U_F = j\,120\,V$
$K = 0{,}7$
$L_1 = 1\,H$
$L_2 = 2\,H$
$R_1 = R_2 = 50\,\Omega$
$F = 50\,Hz$



a)_ Los signos de las tensiones inducidas los pone el punto homólogo es decir, una vez que se establezcan los sentidos de las corrientes y signos correspondientes, si el punto homólogo tiene el signo + al su lado, entonces será el mismo signo en el otro punto homólogo

b)_



Aplico Kirchoff

$U_{R2} = I_2 R_2$

Malla I : $U_F - U_{R1} - U_{L1} - U_{i1}' = 0$

$U_F = U_{R1} + U_{L1} + U_{i1}$

(1) $U_F = I_1 R_1 + I_1 j X_{L1} + I_2 j X_M$

Malla grande : $U_F - U_{R2} - U_{L2} - U_{i2} = 0$

$U_F = U_{R2} + U_{L2} + U_{i2}$

(2) $U_F = I_2 R_2 + I_2 j X_L + I_1 j X_M$

(3) $I_F = I_1 + I_2$

$U_F - I_2 j X_M = I_1 (R_1 + j X_M)$

$\dfrac{U_F - I_2 j X_M}{R_1 + j X_{L1}} = I_1 \Rightarrow$

②

$$U_F - I_1 jX_M = I_2R_2 + I_2 jX_{L2}$$

$$\frac{U_F - I_2R_2 - I_2 jX_{L2}}{jX_M} = I_1$$

=> Igualo.

$$\frac{U_F - I_2 jX_M}{R_1 + jX_{L1}} = \frac{U_F - I_2R_2 - I_2 jX_{L2}}{jX_M}$$

$$\frac{U_F}{R_1+jX_{L1}} - \frac{U_F}{jX_M} = -\frac{I_2R_2 - I_2 jX_{L2}}{jX_M} + \frac{jX_M I_2}{R_1+jX_{L1}}$$

$$\frac{U_F}{R_1+jX_{L1}} - \frac{U_F}{jX_M} = I_2\left(\frac{-R_2}{jX_M} - \frac{jX_{L2}}{jX_M} + \frac{jX_M}{R_1+jX_{L1}}\right)$$

$$\frac{\frac{U_F}{R_1+jX_{L1}} - \frac{U_F}{jX_M}}{\frac{-R_2}{jX_M} - \frac{jX_{L2}}{jX_M} + \frac{jX_M}{R_1+jX_{L1}}} = I_2$$

$$0{,}05\ \angle -60.7 = I_2$$

=> $I_2R_2 = U_{R2}$

$$2{,}76\ \angle -60.7\ V = U_{R2}$$

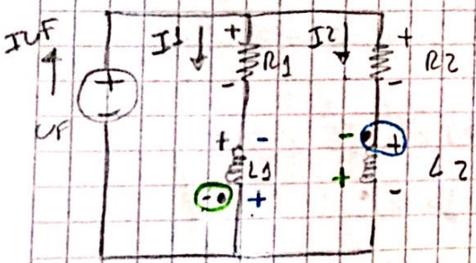
$\omega = 2\pi F$
$\omega = 314{,}16$ rad/seg

$U_{R2} = I_2 R_2$
$\frac{U_{R2}}{R_2} = I_2$
$0{,}06\ \angle -58 = I_2$

$X_M = 310{,}99 \approx 311$

$X_{L1} = j\omega L_1 = 314{,}16\ \Omega$
$X_{L2} = j\omega L_2 = 628{,}32$

c)_ Cambiamos punto homólogo



malla I: $U_F - U_{R1} - U_{L1} + U_{i1} = 0$
$U_F - I_1R_1 - I_1 jX_{L1} + I_2 jX_M = 0$

Malla grande: $U_F - U_{R2} - U_{L2} + U_{i2} = 0$
$U_F - I_2R_2 - I_2 jX_{L2} + I_1 jX_M = 0$

$$U_F + I_2 jX_M = I_1(R_1 + jX_{L1})$$

$$\frac{U_F + I_2 jX_M}{R_1 + jX_{L1}} = I_1$$

$$I_1 jX_M = I_2R_2 + I_2 jX_{L2} - U_F$$

$$I_1 = \frac{I_2R_2 + I_2 jX_{L2} - U_F}{jX_M}$$

$$\Rightarrow \frac{I_2R_2 + I_2 jX_{L2} - U_F}{jX_M} = \frac{U_F + I_2 jX_M}{R_1 + jX_{L1}}$$

NOTA

$$I_2\left(\frac{R_2}{jX_M}+\frac{jX_{L2}}{jX_M}-\frac{jX_M}{R_1+jX_{L1}}\right)=\frac{U_F}{R_1+jX_{L1}}+\frac{U_F}{jX_M}$$

$0,7 \angle 21,06$

$34,85 \angle 21,06$

4)_ Datos

$U_F = 10 \angle 0°\ V$

$R_1 = 4\Omega$

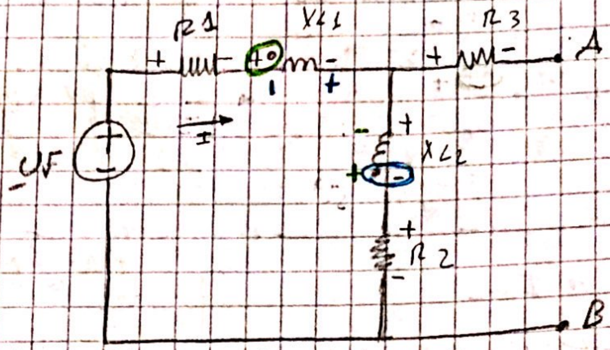
$R_2 = 4\Omega$

$R_3 = 3\Omega$

$X_1 = 10\Omega$

$X_2 = 5\Omega$

$X_M = 6\Omega$



a)_ Aplico Kirchoff

$U_F - U_{R1} - U_{L1} + U_{i1} - U_{L2} + U_{i2} - U_{R2} = 0$

$U_F - IR_1 - IjX_{L1} + IjX_M - IjX_{L2} + IjX_M - IR_2 = 0$

$U_F - I(R_1 + jX_{L1} + jX_{L2} + R_2) + 2IjX_M = 0$

$U_F = I(R_1 + jX_{L1} + jX_{L2} + R_2) - 2IjX_M$

$U_F = I(R_1 + jX_{L1} + jX_{L2} - 2jX_M + R_2)$ $\quad I = 1,16 \angle -19,96$

$$\frac{U_F}{R_1 + jX_{L1} + jX_{L2} - 2jX_M + R_2} = I$$

$1.17 \angle -20.5\ A = I$

$U_A - U_{L2} + U_{i2} - U_{R2} = U_B$

$U_{AB} = U_{L2} + U_{R2} + U_{i2}$

$= IjX_{L2} + IR_2 - IjX_M$

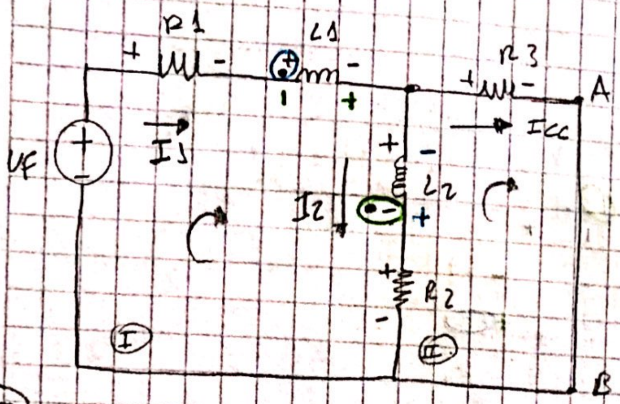
$= I(jX_{L2} + R_2 - jX_M)$

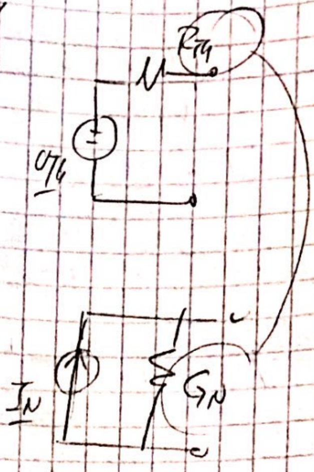
$U_{AB} = 4.82 \angle -34.6°\ V$

Aplico thevenin

$\underline{Uth} = \underline{UAB} = 4,8 \underline{\angle -34,5}\ V$

$\Rightarrow Zth = \dfrac{Uth}{Icc}$





$\dfrac{Uth}{Rth} =$

$G_N = \dfrac{1}{R_{Th}}$

$U_{Th} = I_N \cdot R_{Th} \rightarrow R_{Th} = \dfrac{U_{II}}{I_N}$

III $I1 = I2 + Icc$

$UF - UR1 - UL1 + Ui1 - UL2 + Ui2 - UR2 = 0.$

I $UF - I1R1 - I1jXL1 + I2jXM - I2jXL2 + I1jXM - I2R2 = 0$

II $-UR3 + UR2 + UL2 - Ui2 = 0$

II $-IccR3 + I2R2 + I2jXL2 - I1jXM = 0$

de (1)

$UF - I1(R1 + jXL1 - jXM) + I2(jXL2 + R2 - jXM) = 0$

$UF - (I2 + Icc)(R1 + jXL1 - jXM) - I2(jXL2 + R2 - jXM) = 0$

$UF - I2(R1 + jXL1 - jXM) - Icc(R1 + jXL1 - jXM) - I2(jXL2 + R2 - jXM) = 0$

$UF - I2(R1 + jXL1 - jXM) - I2(jXL2 + R2 - jXM) = Icc(R1 + jXL1 - jXM)$

$\dfrac{UF - I2(R1 + jXL1 - jXM) - I2(jXL2 + R2 - jXM)}{R1 + jXL1 - jXM} = Icc$

HOJA N°

FECHA

II) $-I_{cc} R_3 + I_2 R_2 + I_2 j X_{L2} - I_1 j X_M = 0$

$$-I_{cc} R_3 + I_2 R_2 + I_2 j X_{L2} - (I_2 + I_{cc}) j X_M = 0.$$

$$-I_{cc} R_3 + I_2 (R_2 + j X_{L2}) - I_2 j X_M - I_{cc} j X_M = 0.$$

$$I_2 (R_2 + j X_{L2} - j X_M) = I_{cc} (R_3 + j X_M)$$

$$\frac{I_2 (R_2 + j X_{L2} - j X_M)}{R_3 + j X_M} = I_{cc}$$

$$\boxed{0{,}56 \angle -83.39 \text{ A} = I_{cc}}$$

$\Rightarrow I_1 = I_2 + I_{cc}$

$$\boxed{I_1 = 1{,}16 \angle -33.82 \text{ A}}$$

Igualo ambas ecuaciones

$$\frac{V_F - I_2 (R_1 + j X_{L1} - j X_M) - I_2 (j X_{L2} + R_2 - j X_M)}{R_1 + j X_{L1} - j X_M} = \frac{I_2 (R_2 + j X_{L2} - j X_M)}{R_3 + j X_M}$$

$$\frac{V_F - I_2 (R_1 + j X_{L1} + j X_{L2} + R_2 - 2 j X_M)}{R_1 + j X_{L1} - j X_M} = \frac{I_2 (R_2 + j X_{L2} - j X_M)}{R_3 + j X_M}$$

$$\frac{V_F}{R_1 + j X_{L1} - j X_M} = \frac{I_2 (R_2 + j X_{L2} - j X_M)}{R_3 + j X_M} + \frac{I_2 (R_1 + j X_{L1} + j X_{L2} + R_2 - 2 j X_M)}{R_1 + j X_{L1} - j X_M}$$

$$\frac{V_F}{R_1 + j X_{L1} - j X_M} = I_2 \left(\frac{R_2 + j X_{L2} - j X_M}{R_3 + j X_M} + \frac{R_1 + j X_{L1} + j X_{L2} + R_2 - 2 j X_M}{R_1 + j X_{L1} - j X_M} \right)$$

$$\frac{\dfrac{V_F}{R_1 + j X_{L1} - j X_M}}{\dfrac{R_2 + j X_{L2} - j X_M}{R_3 + j X_M} + \dfrac{R_1 + j X_{L1} + j X_{L2} + R_2 - 2 j X_M}{R_1 + j X_{L1} - j X_M}} = I_2$$

$$\boxed{0{,}909 \angle -5.91 \text{ A} = I_2}$$

$$\Rightarrow Z_{th} = \frac{V_{th}}{I_{cc}} = \frac{4{,}6 \angle -34.5 \text{ V}}{0.56 \angle -83.39 \text{ A}} = 8{,}57 \angle 48.89 \ \Omega$$

NOTA