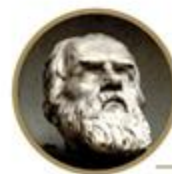




Circuitos Sinusoidales

Circuitos eléctricos en corriente alterna
Lección 3



Galileo
UNIVERSIDAD
La Revolución en la Educación



Atribution-NonCommercial-NoDerivates 4.0

(CC BY - NC - ND 4.0)
International



Atribución

Usted debe reconocer el crédito de una obra de manera adecuada, proporcionar el enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace.



No Comercial

Usted no puede hacer uso del material con fines comerciales



Sin obra derivada

Si usted mezcla, transforma o crea un nuevo material a partir de esta obra, no puede distribuir el material modificado.

No hay restricciones adicionales - Usted no puede aplicar términos legales ni medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

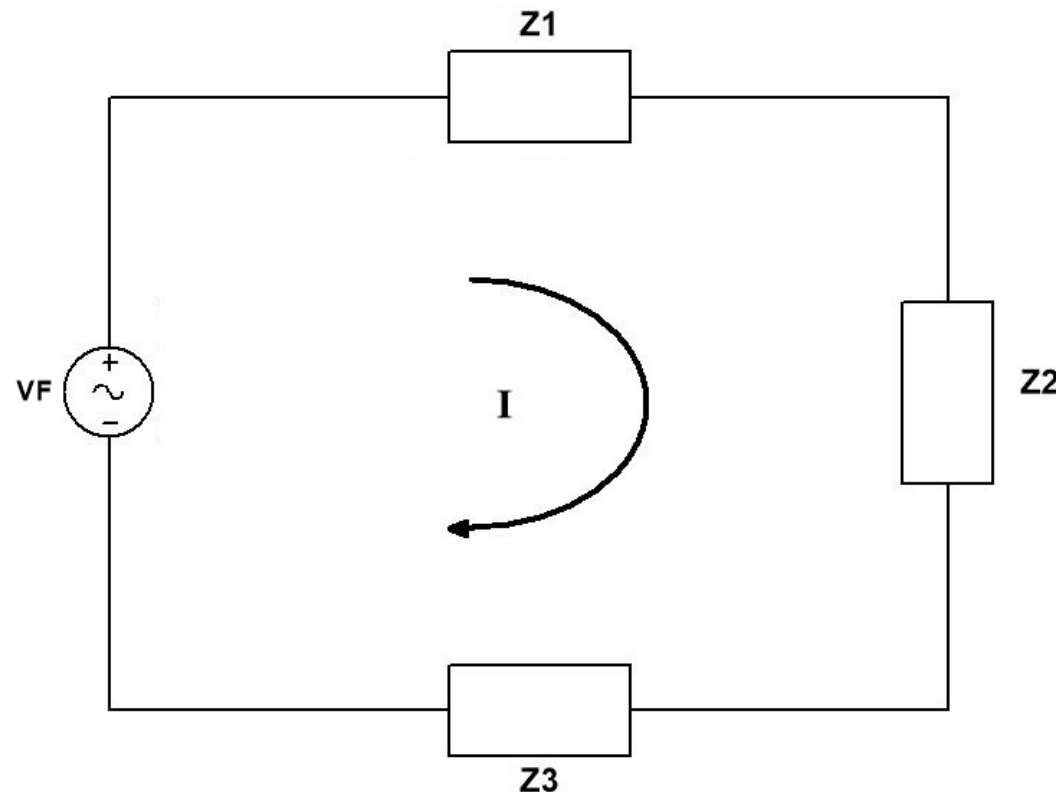


Circuitos Serie

Circuito Serie

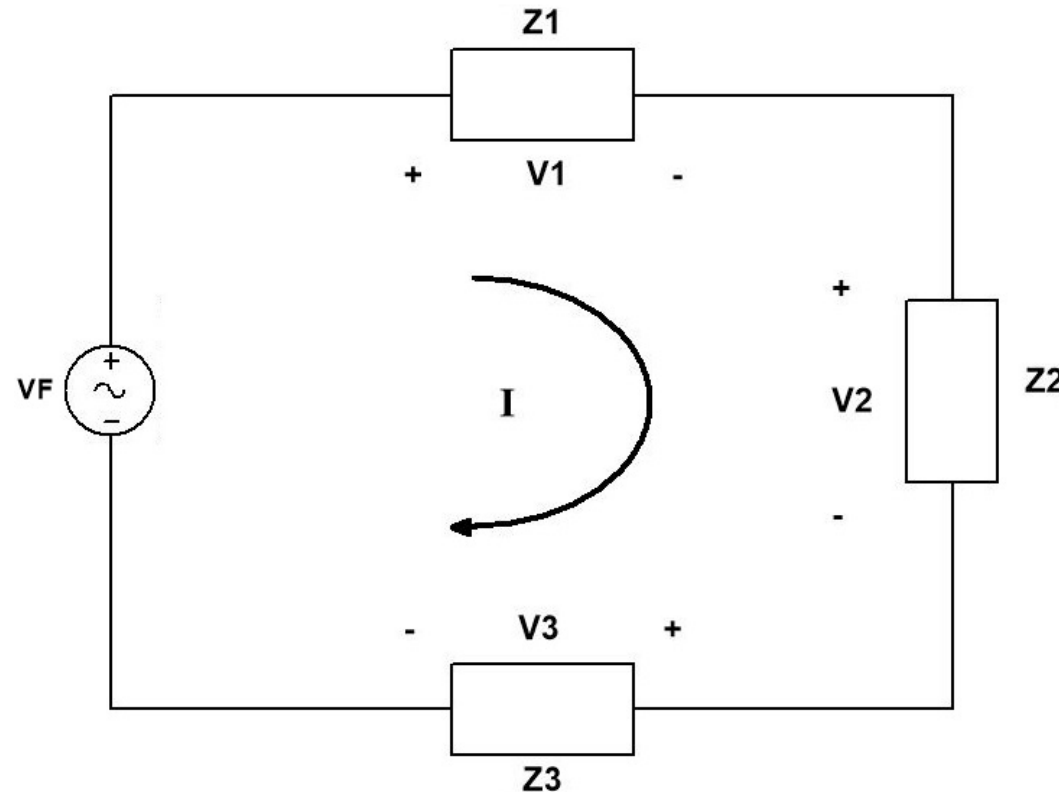


Dos o más elementos de dos terminales están conectados en serie cuando la misma corriente fluye a través de ellos.



Circuito Serie

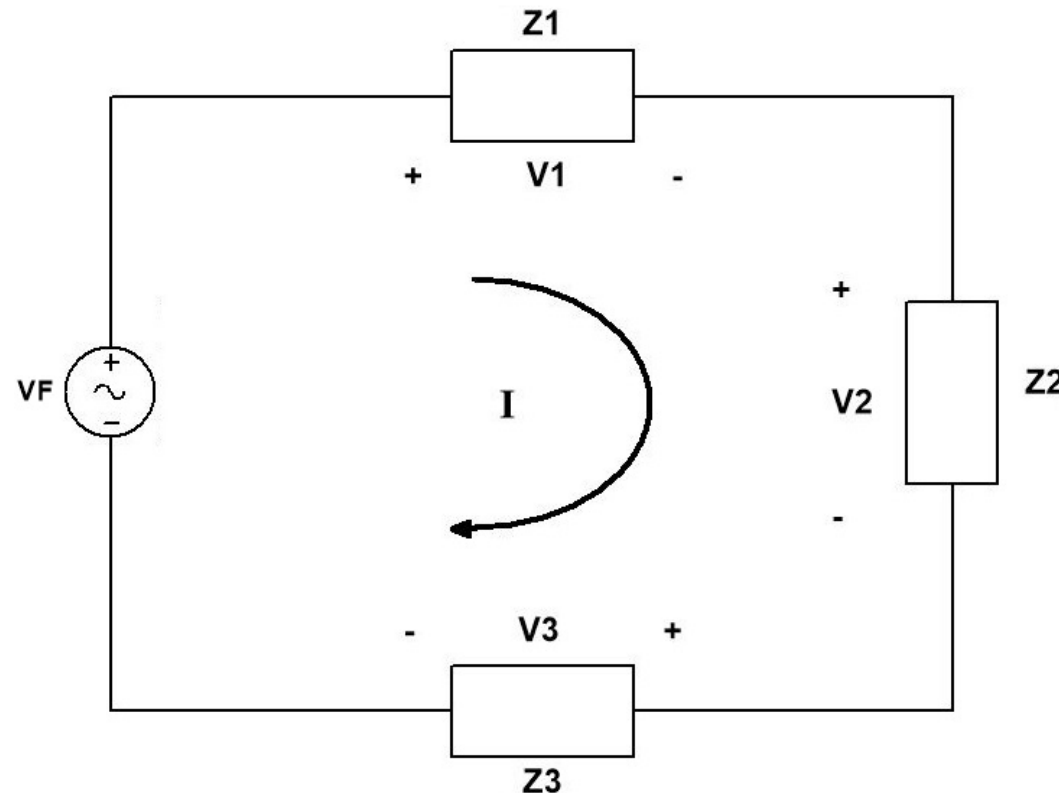
- En un circuito serie el voltaje se divide en cada uno de los componentes pasivos.



Impedancia Equivalente en Serie



- Supongamos que queremos analizar el siguiente circuito para conocer la corriente y las caídas de voltaje en las impedancias.



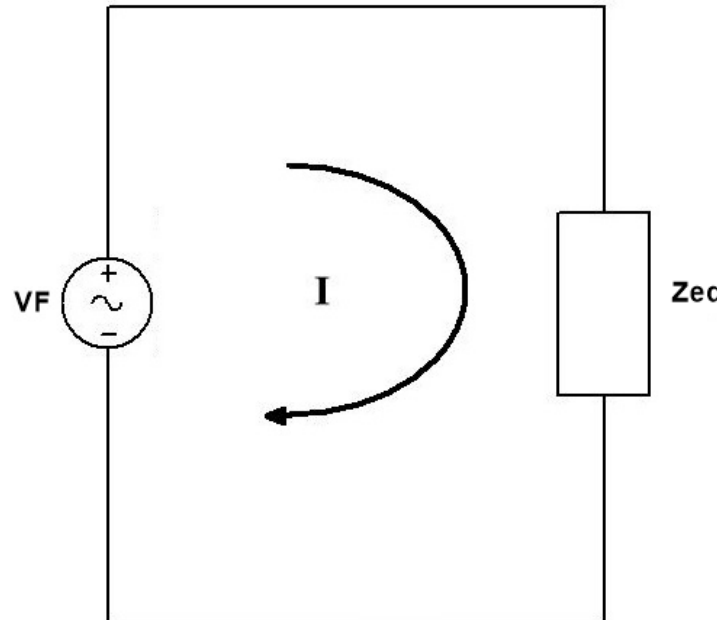
Impedancia Equivalente en Serie



Sería muy útil conocer la impedancia equivalente percibida por la fuente como si la red de impedancias fuera una sola impedancia Z_{EQ} .

De este modo, bastaría con emplear la *Ley de Ohm* para conocer la corriente que entrega la fuente:

$$I = \frac{V_F}{Z_{eq}}$$



Impedancia Equivalente en Serie

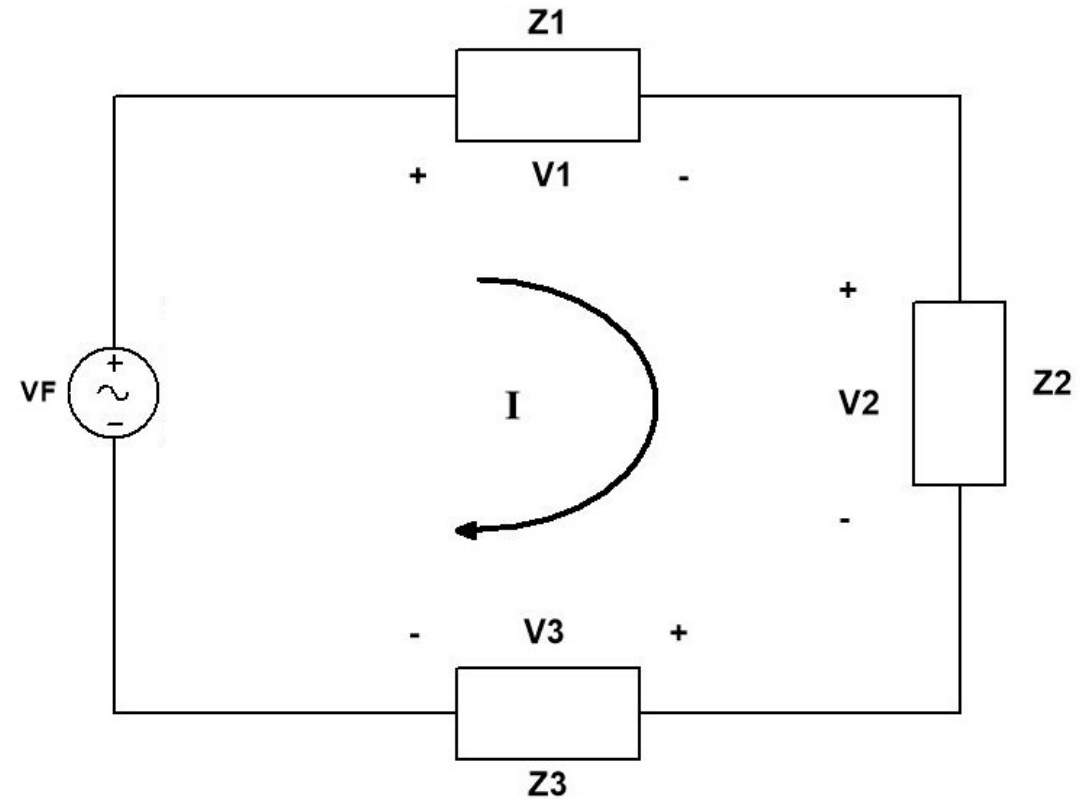
- L.V.K. $\sum V_i = 0V$

$$V_F - V_1 - V_2 - V_3 = 0$$

$$V_F = V_1 + V_2 + V_3$$

$$IZ_{eq} = IZ_1 + IZ_2 + IZ_3$$

$$Z_{eq} = Z_1 + Z_2 + Z_3$$



Impedancia Equivalente en Serie

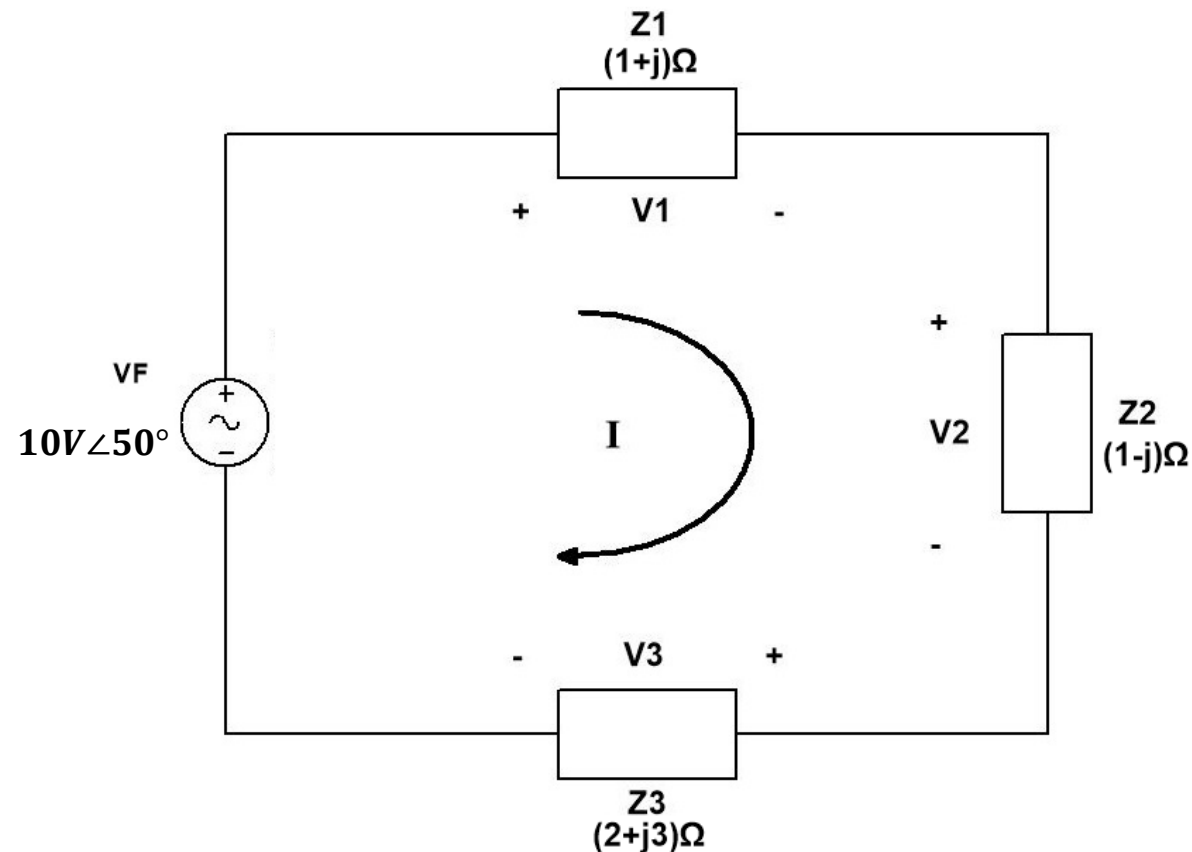


- En general, la impedancia equivalente en serie es igual a la suma de las impedancias:

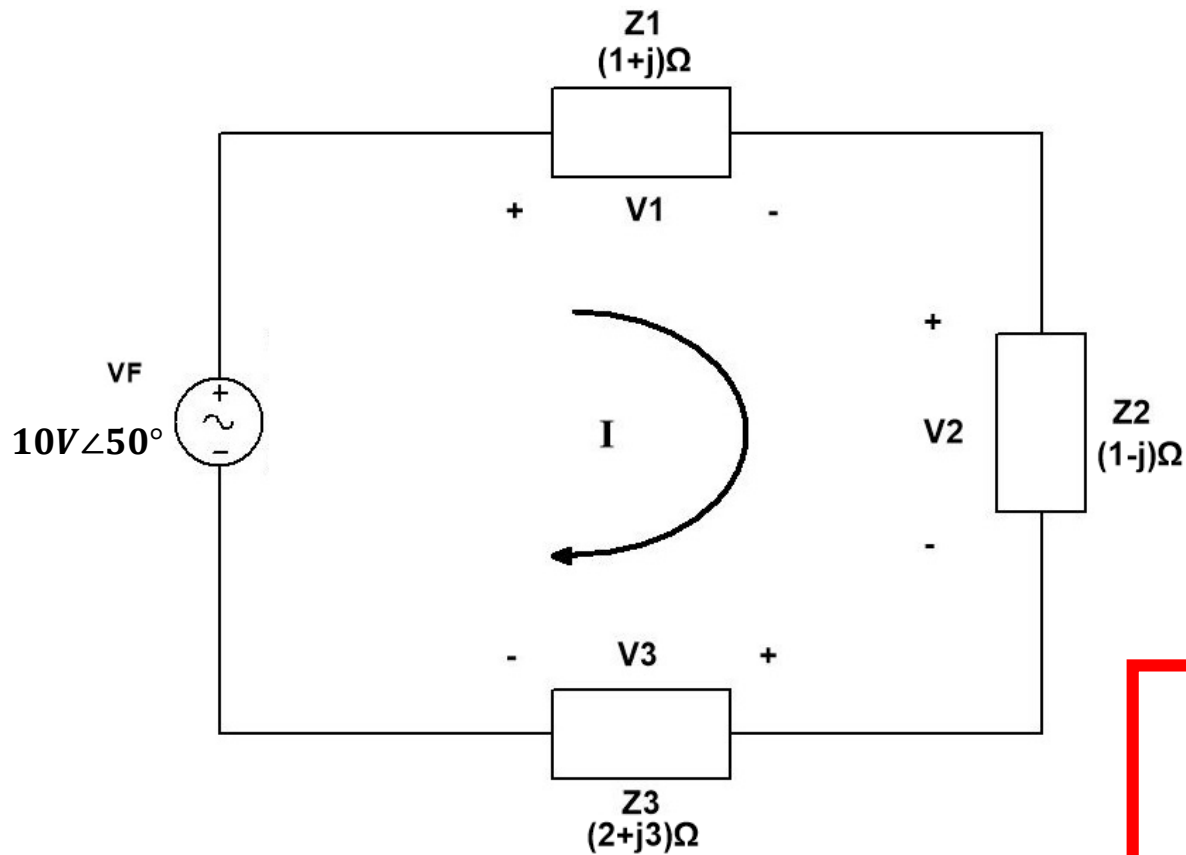
$$Z_{eq} = \sum Z_i$$

Ejemplo

- Calcule la corriente entregada por la fuente I , V_1 , V_2 y V_3 del siguiente circuito.



Ejemplo



$$I = \frac{V_F}{Z_{eq}}$$

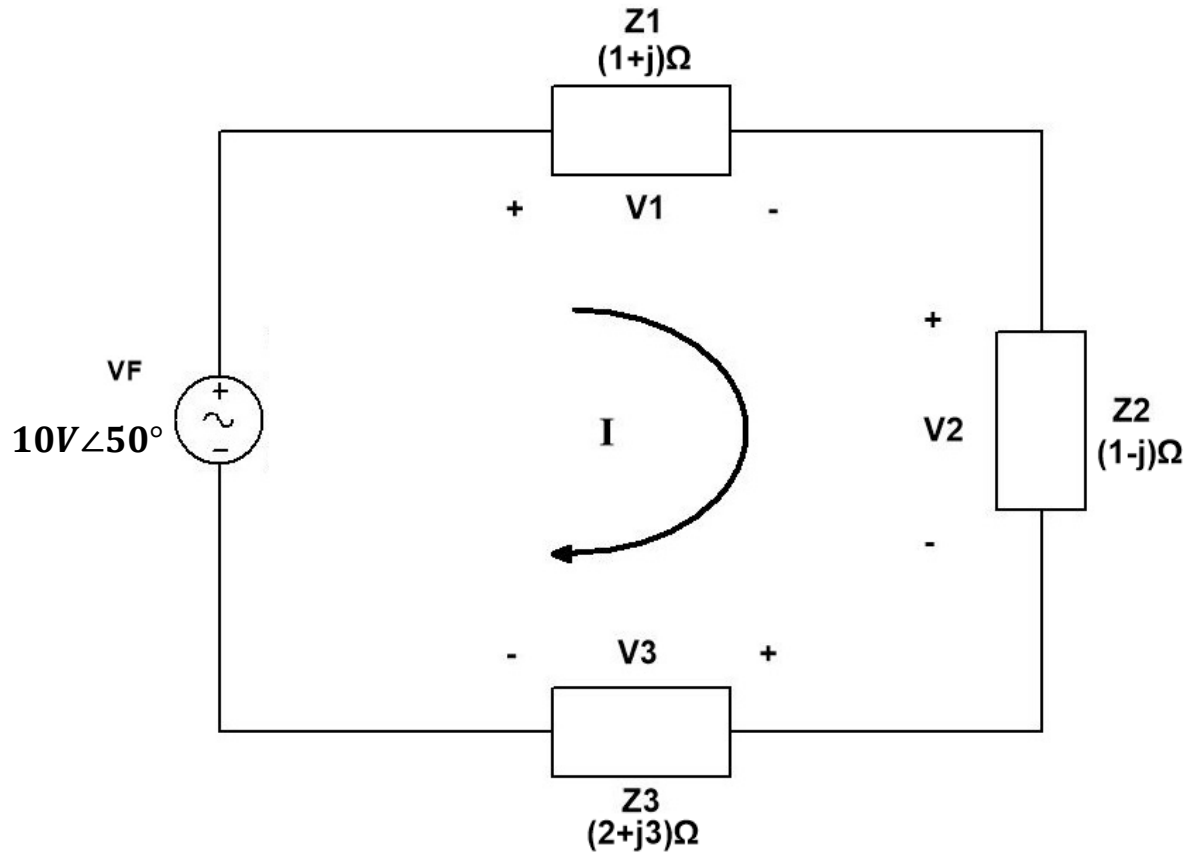
$$Z_{eq} = Z_1 + Z_2 + Z_3$$

$$Z_{eq} = (1 + j)\Omega + (1 - j)\Omega + (2 + j3)\Omega$$

$$Z_{eq} = (4 + j3)\Omega$$

$$I = \frac{10V \angle 50^\circ}{(4 + j3)} = \frac{10V \angle 50^\circ}{5\Omega \angle 36.9^\circ} = 2A \angle 13.1^\circ$$

Ejemplo



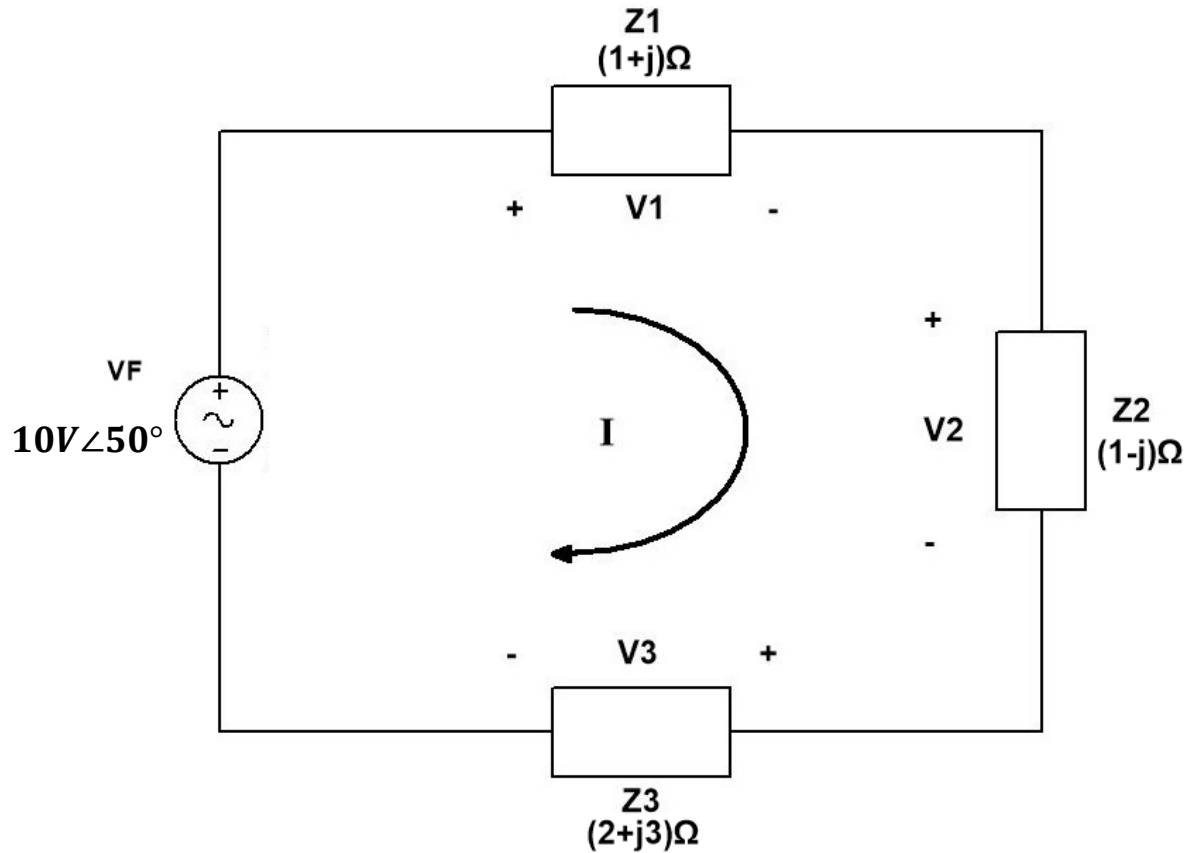
$$I = 2A \angle 13.1^\circ$$

$$V_1 = IZ_1 = (2A \angle 13.1^\circ) * (1.41\Omega \angle 45^\circ) = 2.82V \angle 58.1^\circ$$

$$V_2 = IZ_2 = (2A \angle 13.1^\circ) * (1.41\Omega \angle -45^\circ) = 2.82V \angle -31.9^\circ$$

$$V_3 = IZ_3 = (2A \angle 13.1^\circ) * (3.61\Omega \angle 56.3^\circ) = 7.22V \angle 69.4^\circ$$

Ejemplo



Comprobando:

$$V_F = V_1 + V_2 + V_3$$

$$V_1 = 2.82V \angle 58.1^\circ = (1.49 + j2.39)V$$

$$V_2 = 2.82V \angle -31.9^\circ = (2.39 - j1.49)V$$

$$V_3 = 7.22V \angle 69.4^\circ = (2.54 + j6.76)V$$

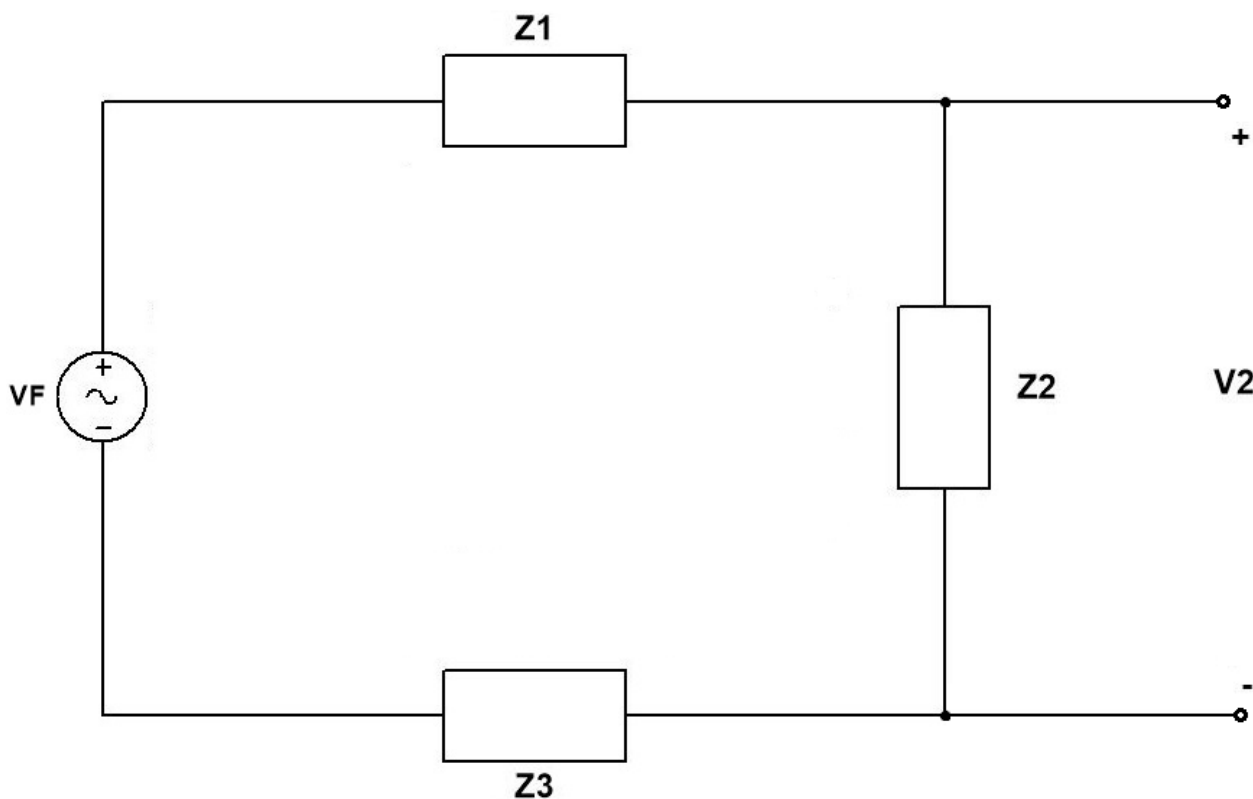
$$V_F = 10V \angle 50^\circ = (6.42 + j7.64)V$$

Regla del Divisor de Voltaje



- En ocasiones deseamos encontrar la caída de voltaje en una única impedancia que forma parte de un circuito en serie.
- La regla del *Divisor de Voltaje* es una ecuación que nos permite obtener esta caída de voltaje sin hacer cálculos intermedios.
- Este es el mismo procedimiento que seguimos en circuitos resistivos de corriente continua (DC).

Regla del Divisor de Voltaje



$$V_2 = IZ_2$$

$$I = \frac{V_F}{Z_{EQ}} \quad Z_{EQ} = Z_1 + Z_2 + Z_3$$

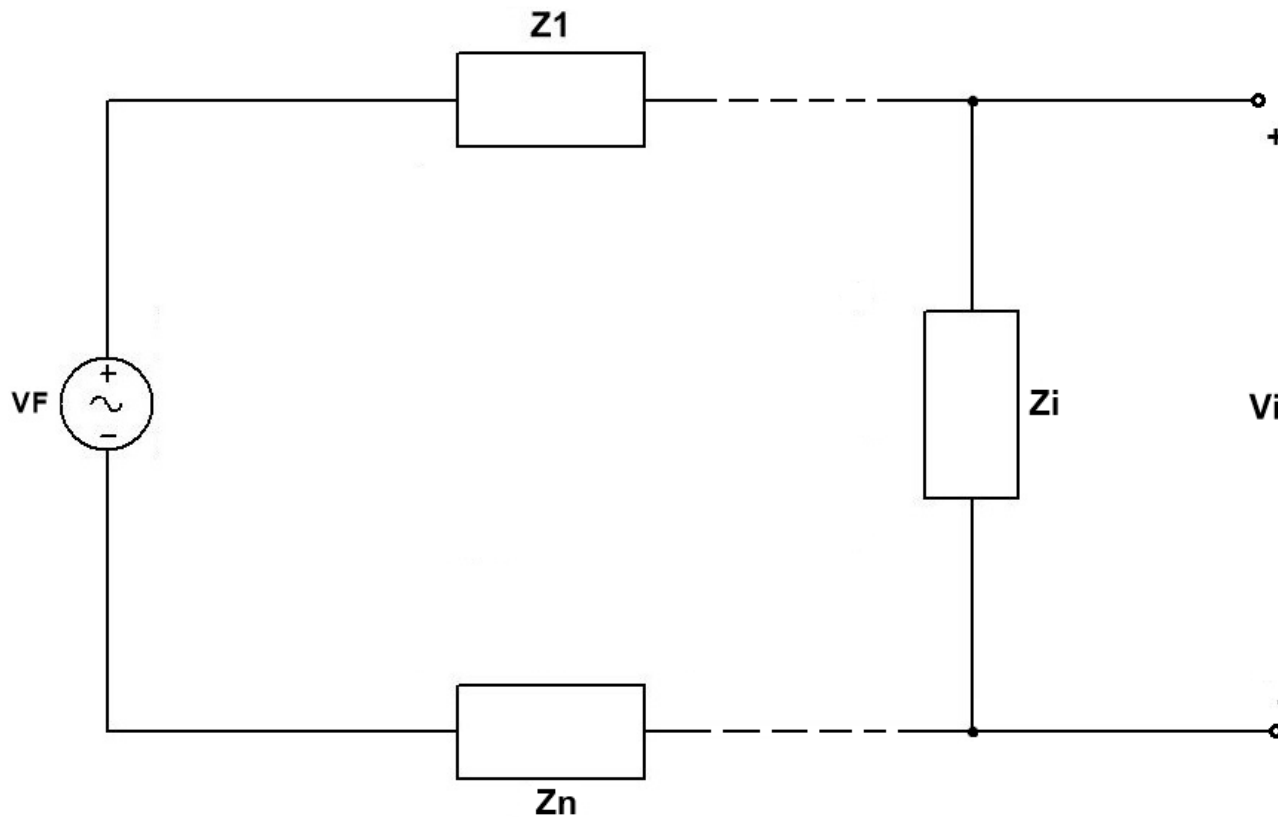
$$V_2 = \frac{V_F}{Z_1 + Z_2 + Z_3} Z_2$$

$$V_2 = V_F \left(\frac{Z_2}{Z_1 + Z_2 + Z_3} \right)$$

Regla del Divisor de Voltaje



- En general:

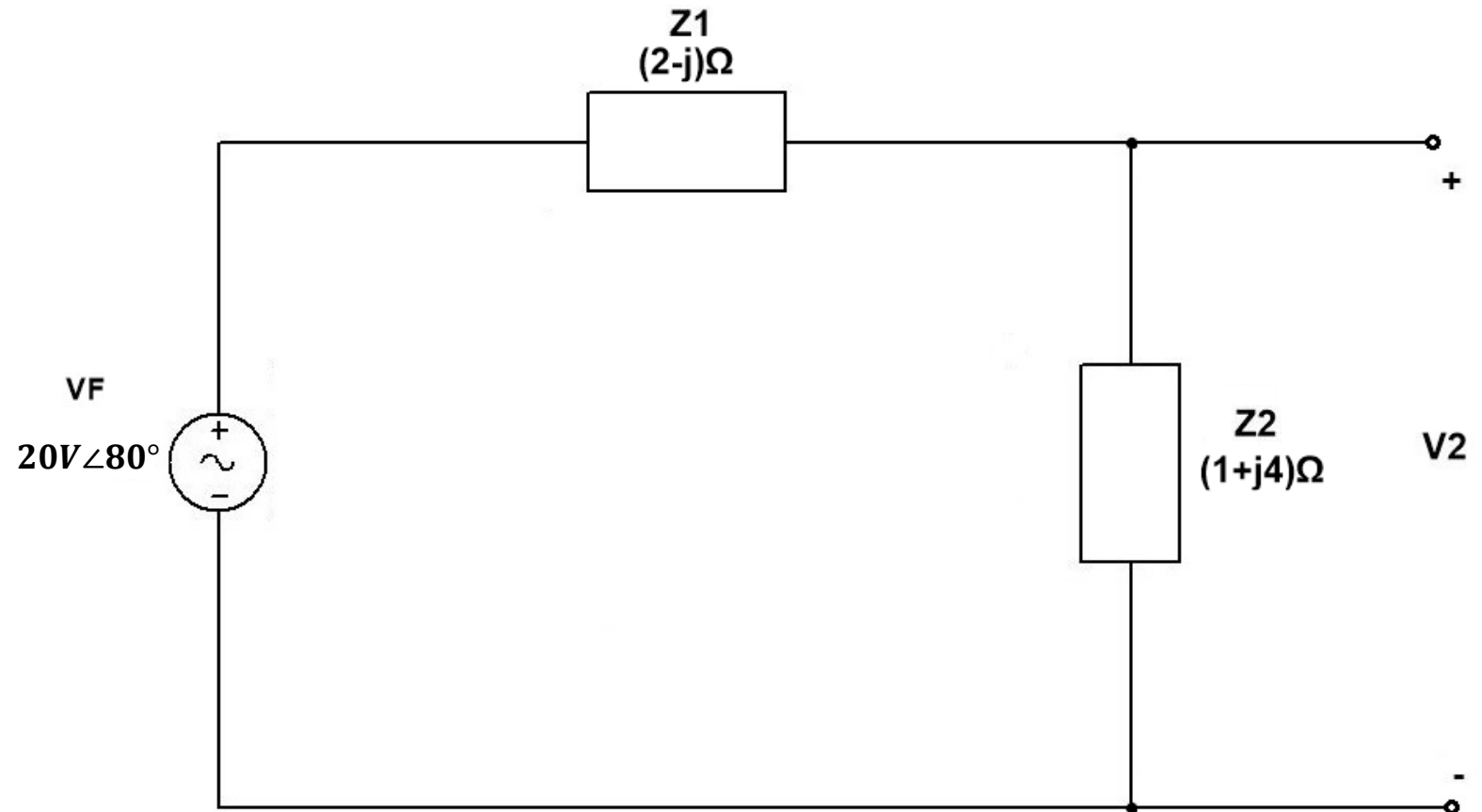


$$V_i = V_F \left(\frac{Z_i}{Z_{EQ}} \right)$$

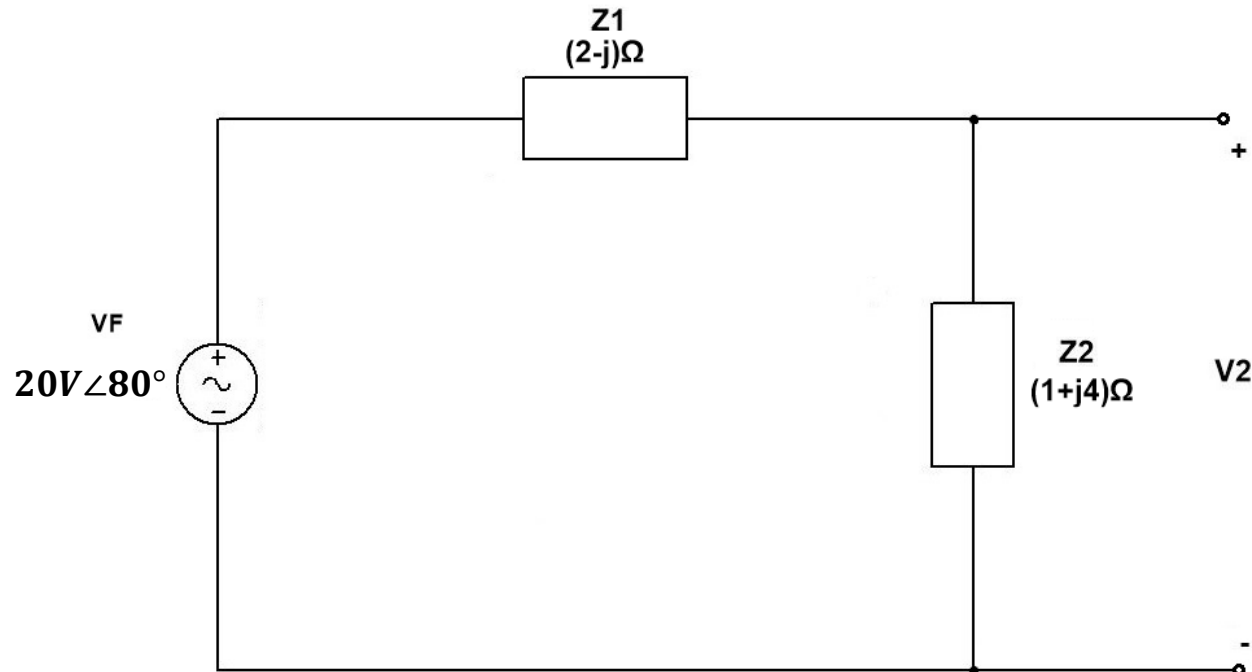
Ejemplo



- Encontremos el voltaje en Z_2



Ejemplo

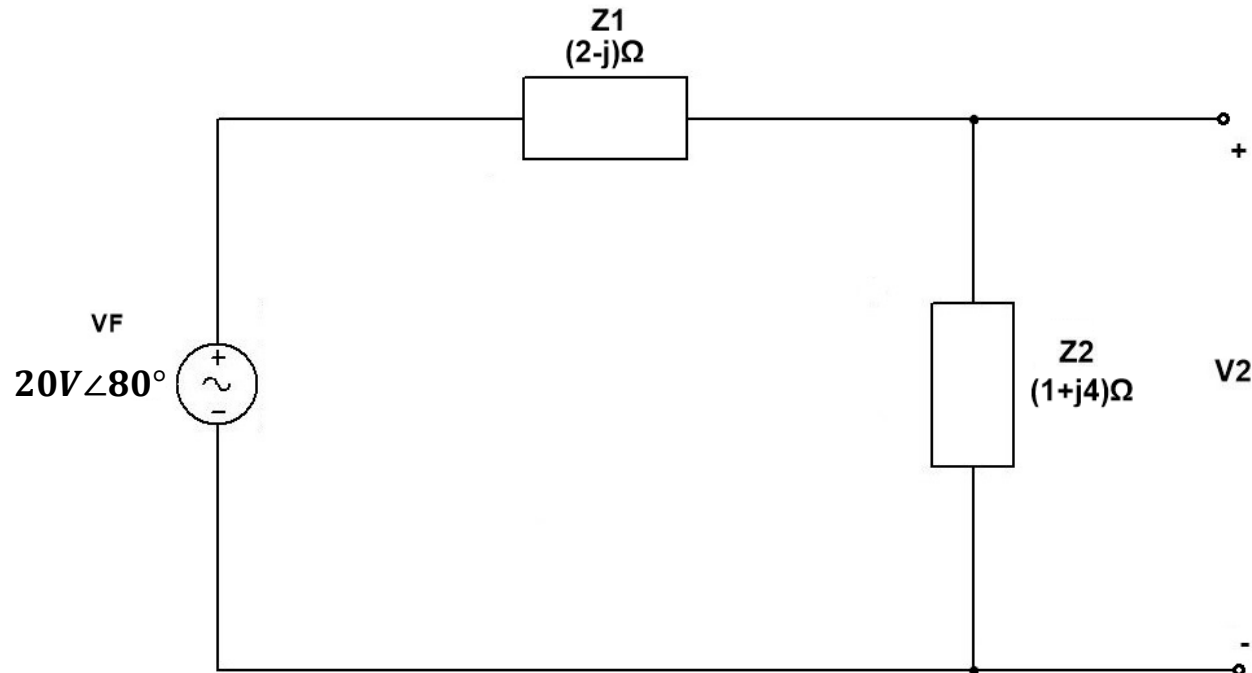


$$V_2 = V_F \left(\frac{Z_2}{Z_1 + Z_2} \right)$$

$$V_2 = 20V \angle 80^\circ \left(\frac{(1 + j4)\Omega}{(2 - j)\Omega + (1 + j4)\Omega} \right)$$

$$V_2 = 20V \angle 80^\circ \left(\frac{(1+j4)\Omega}{(3+j3)\Omega} \right)$$

Ejemplo



$$V_2 = 20V\angle 80^\circ \left(\frac{4.12\Omega\angle 76^\circ}{4.24\Omega\angle 45^\circ} \right)$$

$$V_2 = 20V\angle 80^\circ (0.972\angle 31^\circ)$$

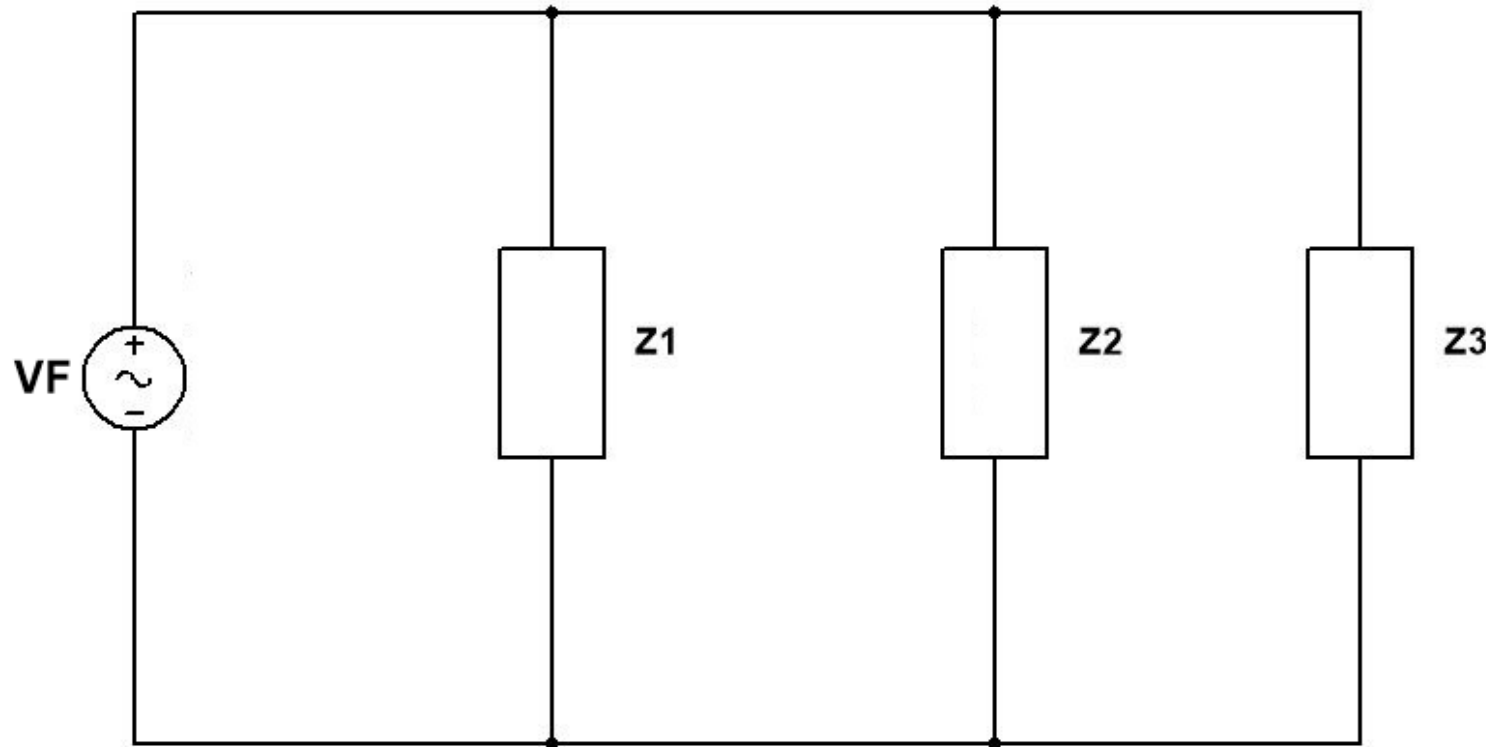
$$V_2 = 19.4V\angle 111^\circ$$



Circuitos en Paralelo

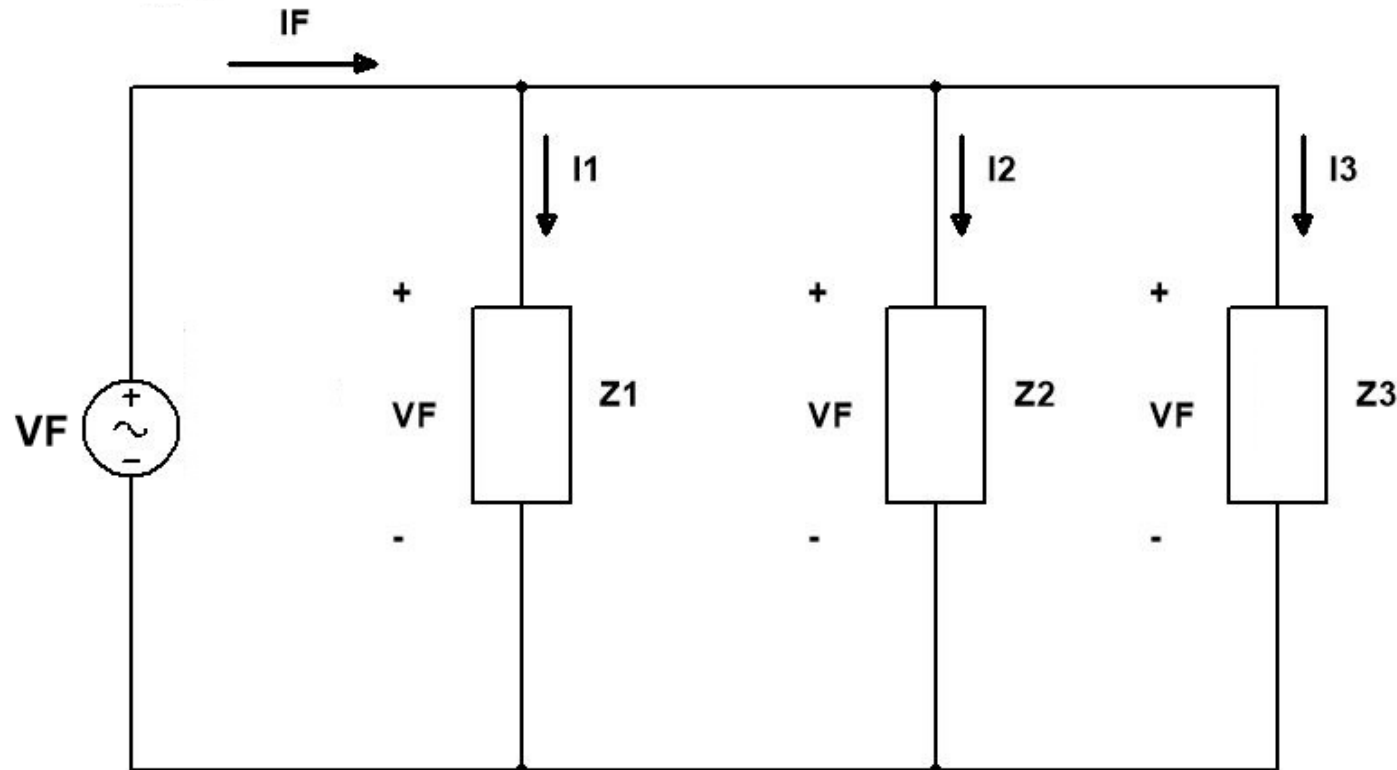
Circuito Paralelo

- Dos o más elementos de dos terminales están conectados en paralelo cuando comparten dos nodos.



Circuito Paralelo

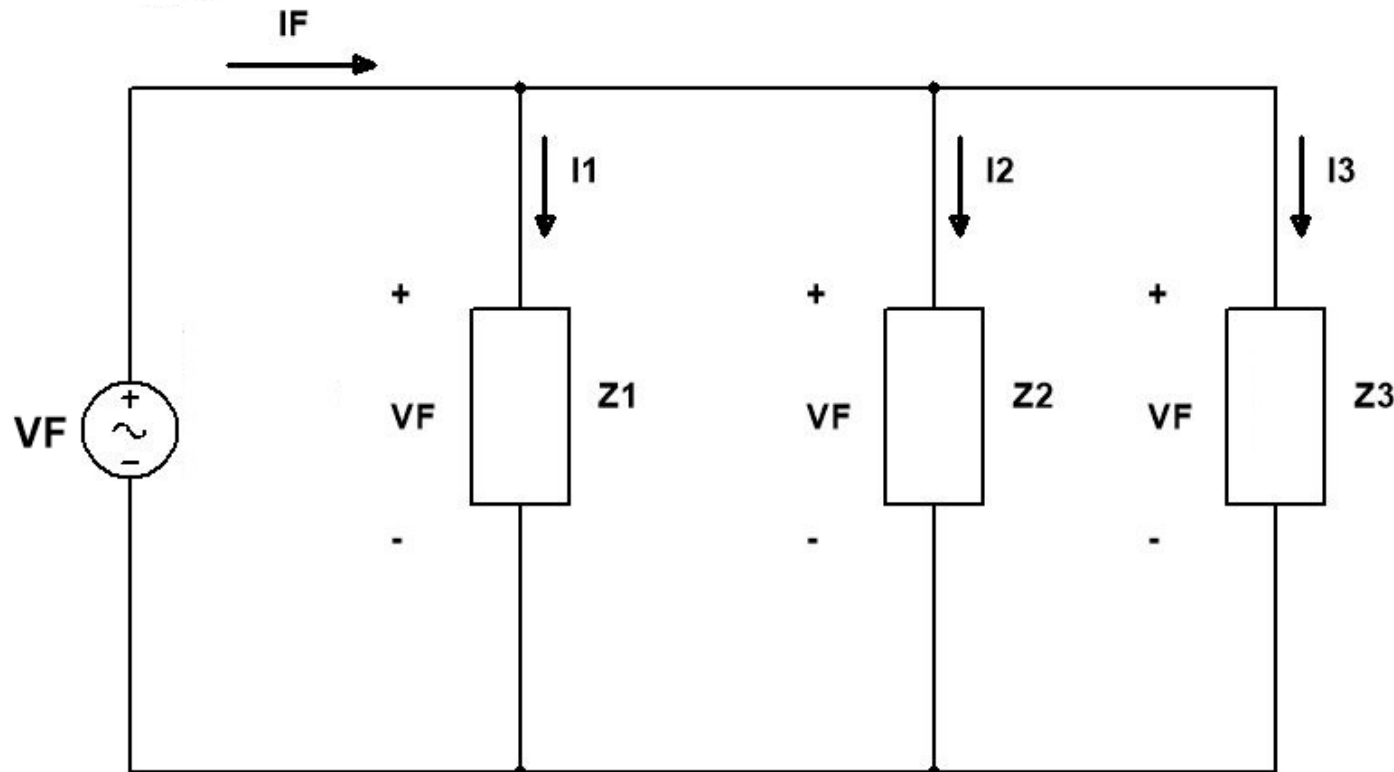
- En un circuito paralelo el voltaje que cae en los componentes es el mismo y la corriente se divide.



Impedancia Equivalente en Paralelo



- Supongamos que queremos analizar el siguiente circuito para conocer las corrientes del circuito.

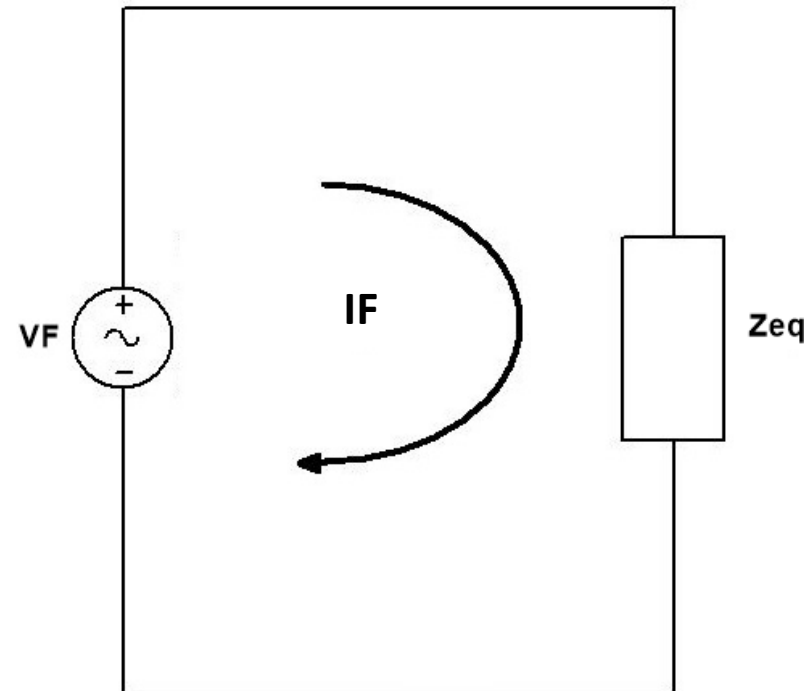


Impedancia Equivalente en Paralelo



Para obtener la corriente entregada por la fuente, deseamos conocer la impedancia equivalente percibida por la fuente como si la red de impedancias fuera sólo una Z_{eq} .

$$I_F = \frac{V_F}{Z_{eq}}$$



Impedancia Equivalente en Paralelo



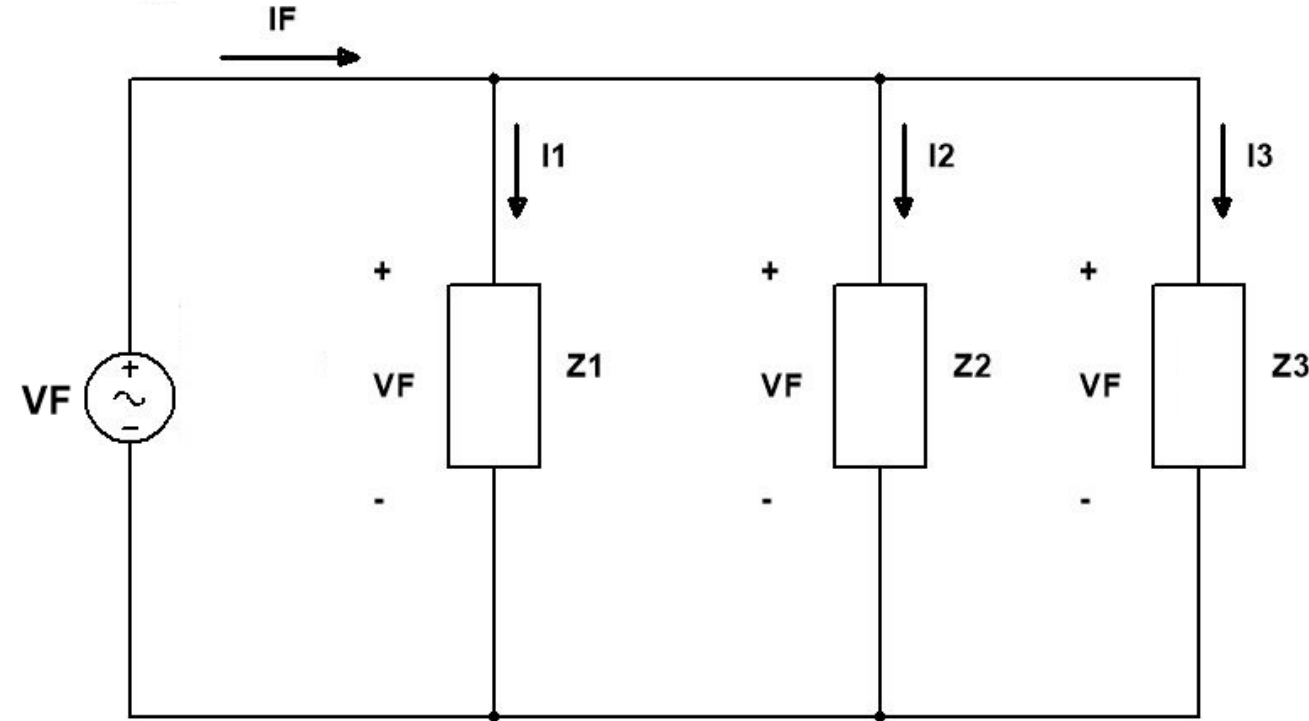
- L.C.K. $\sum I_i = 0V$

$$I_F = I_1 + I_2 + I_3$$

$$\frac{V_F}{Z_{eq}} = \frac{V_F}{Z_1} + \frac{V_F}{Z_2} + \frac{V_F}{Z_3}$$

$$\frac{1}{Z_{eq}} = \frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_3}$$

$$Z_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_3}}$$



Impedancia Equivalente en Paralelo

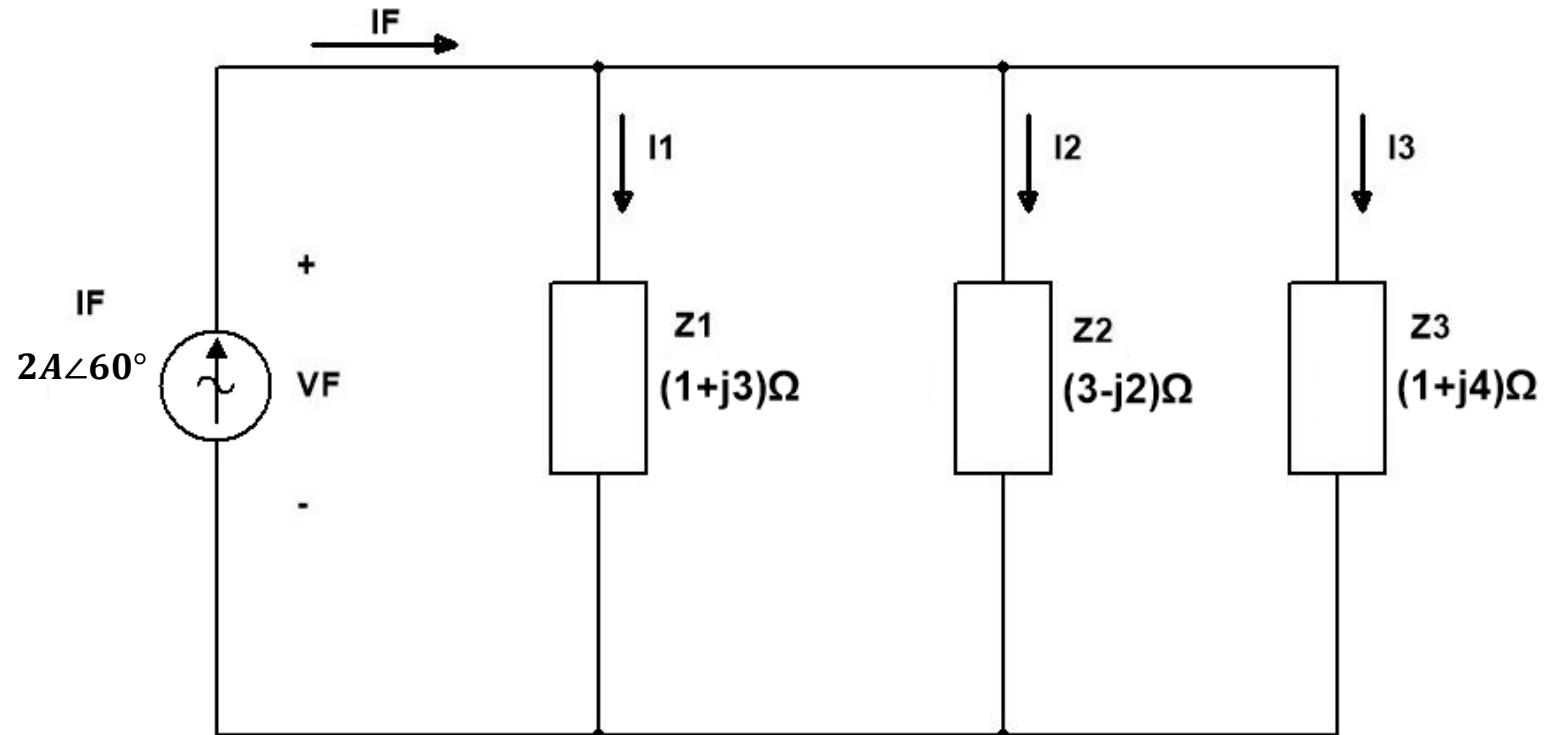


- En general, la impedancia equivalente en paralelo es igual al recíproco de la suma de los recíprocos de las impedancias:

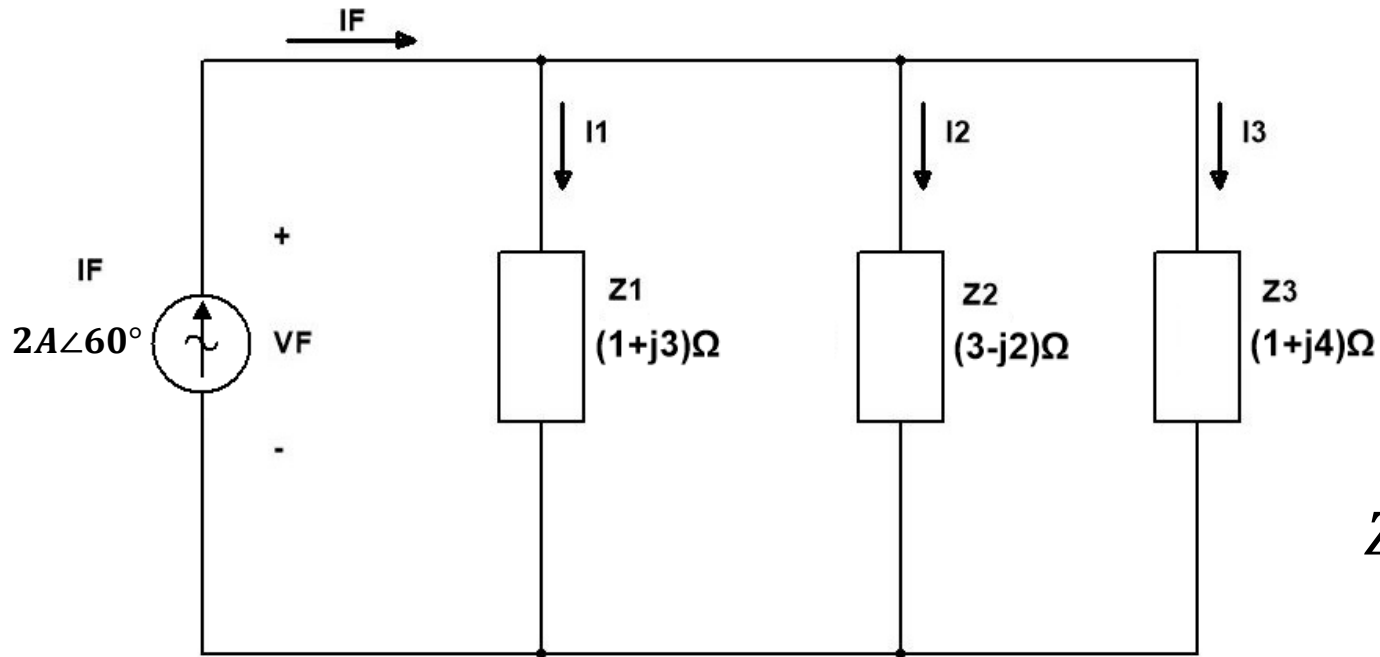
$$Z_{eq} = \left(\sum Z_i^{-1} \right)^{-1}$$

Ejemplo

- Calcule el voltaje entregado por la fuente, I_1 , I_2 e I_3 del siguiente circuito.



Ejemplo



$$V_F = I_F Z_{eq}$$

$$Z_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_3}}$$

$$Z_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{(1+j3)\Omega} + \frac{1}{(3-j2)\Omega} + \frac{1}{(1+j4)\Omega}}$$

Ejemplo



$$Z_{eq} = \frac{1}{\frac{1}{3.16\Omega\angle 71.6^\circ} + \frac{1}{3.61\Omega\angle -33.7^\circ} + \frac{1}{4.12\Omega\angle 76^\circ}}$$

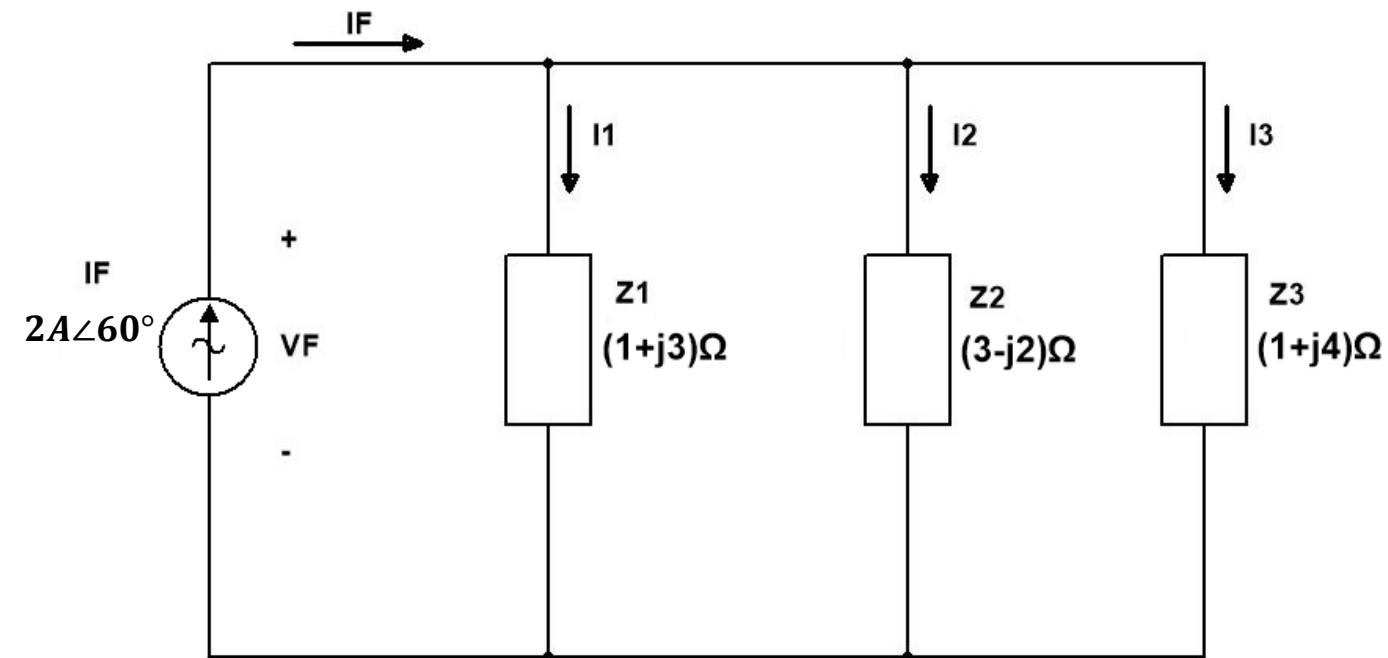
$$Z_{eq} = \frac{1}{316mS\angle -71.6^\circ + 277mS\angle 33.7^\circ + 243mS\angle -76^\circ}$$

$$Z_{eq} = \frac{1}{(99.7 - j300)mS + (230 + j154)mS + (58.8 - j236)mS}$$

$$Z_{eq} = \frac{1}{(389 - j382)mS} = \frac{1}{545mS\angle -44.5^\circ}$$

$$Z_{eq} = 1.83\Omega\angle 44.5^\circ$$

Ejemplo

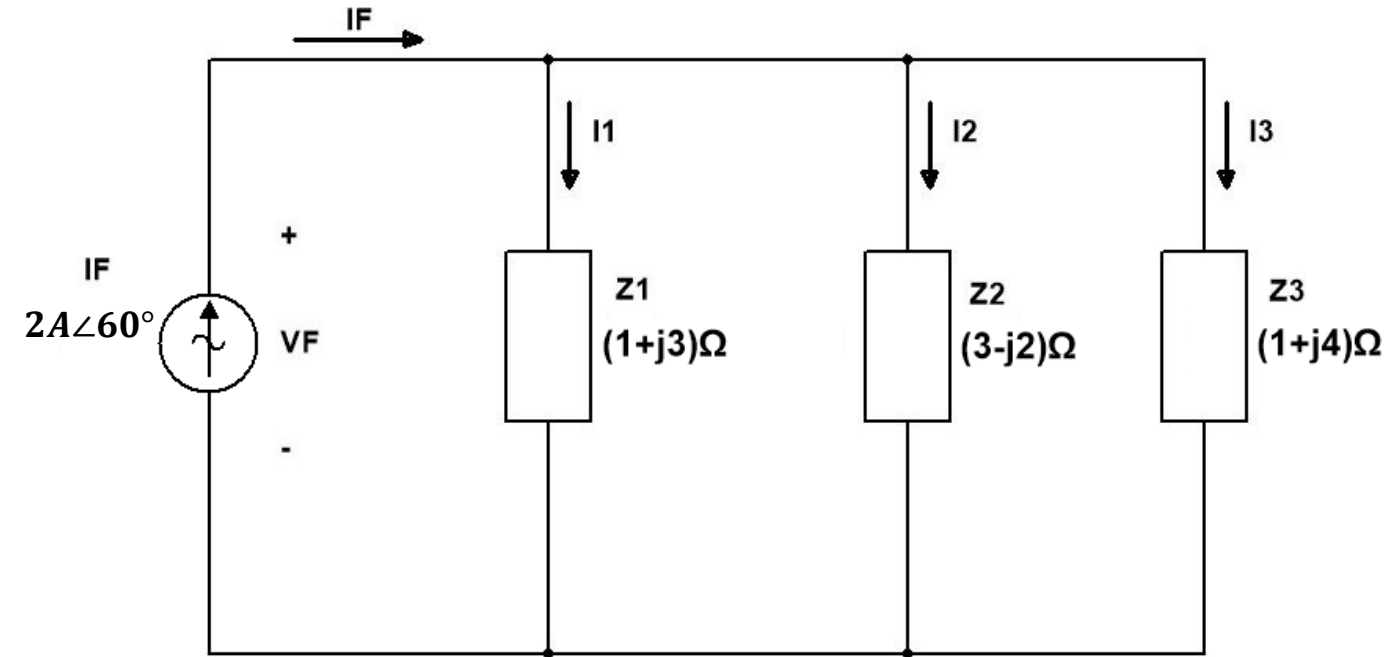


$$V_F = I_F * Z_{eq}$$

$$V_F = (2A\angle 60^\circ)(1.83\Omega\angle 44.5^\circ)$$

$$V_F = 3.66V\angle 105^\circ$$

Ejemplo

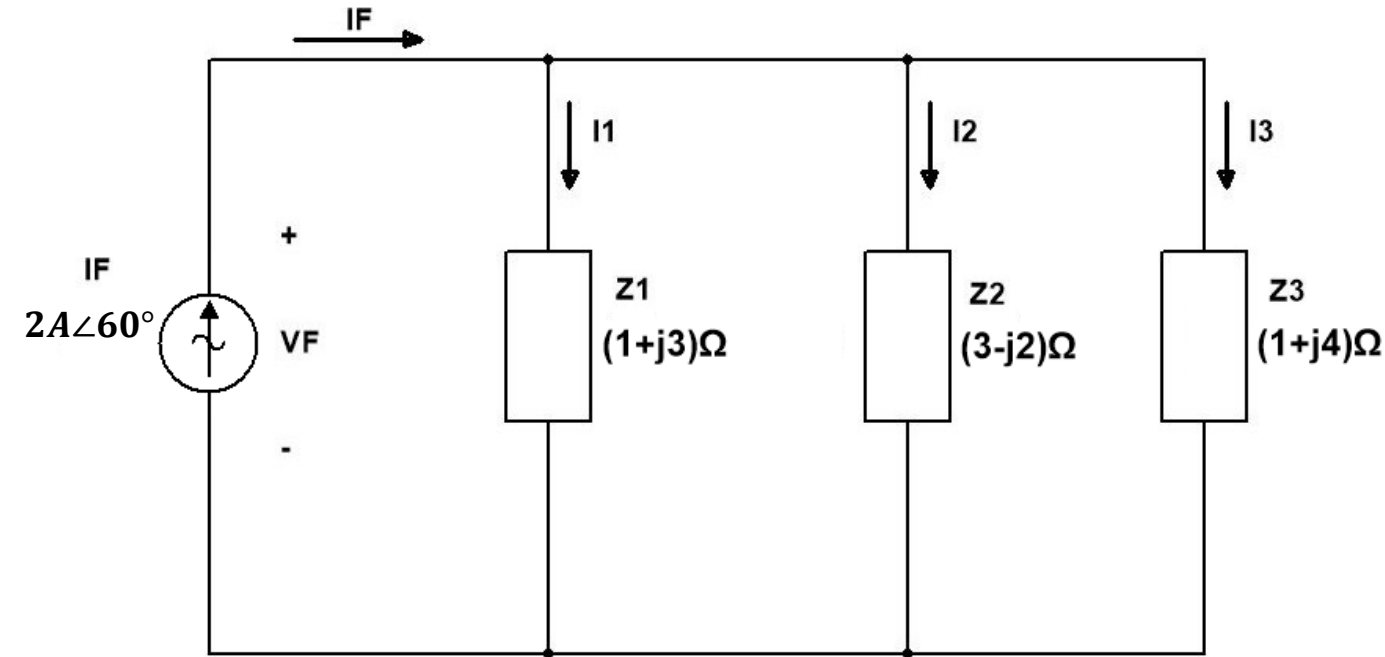


$$I_1 = \frac{V_F}{Z_1} = \frac{3.66V \angle 105^\circ}{3.16\Omega \angle 71.6^\circ} = 1.16A \angle 33.4^\circ$$

$$I_2 = \frac{V_F}{Z_2} = \frac{3.66V \angle 105^\circ}{3.61\Omega \angle -33.7^\circ} = 1.01A \angle 139^\circ$$

$$I_3 = \frac{V_F}{Z_3} = \frac{3.66V \angle 105^\circ}{4.12\Omega \angle 76^\circ} = 888mA \angle 29^\circ$$

Ejemplo



$$I_1 = (968 + j639)mA$$

$$I_2 = (-762 + j663)mA$$

$$I_3 = (777 + j431)mA$$

Comprobando:

$$I_F = I_1 + I_2 + I_3$$

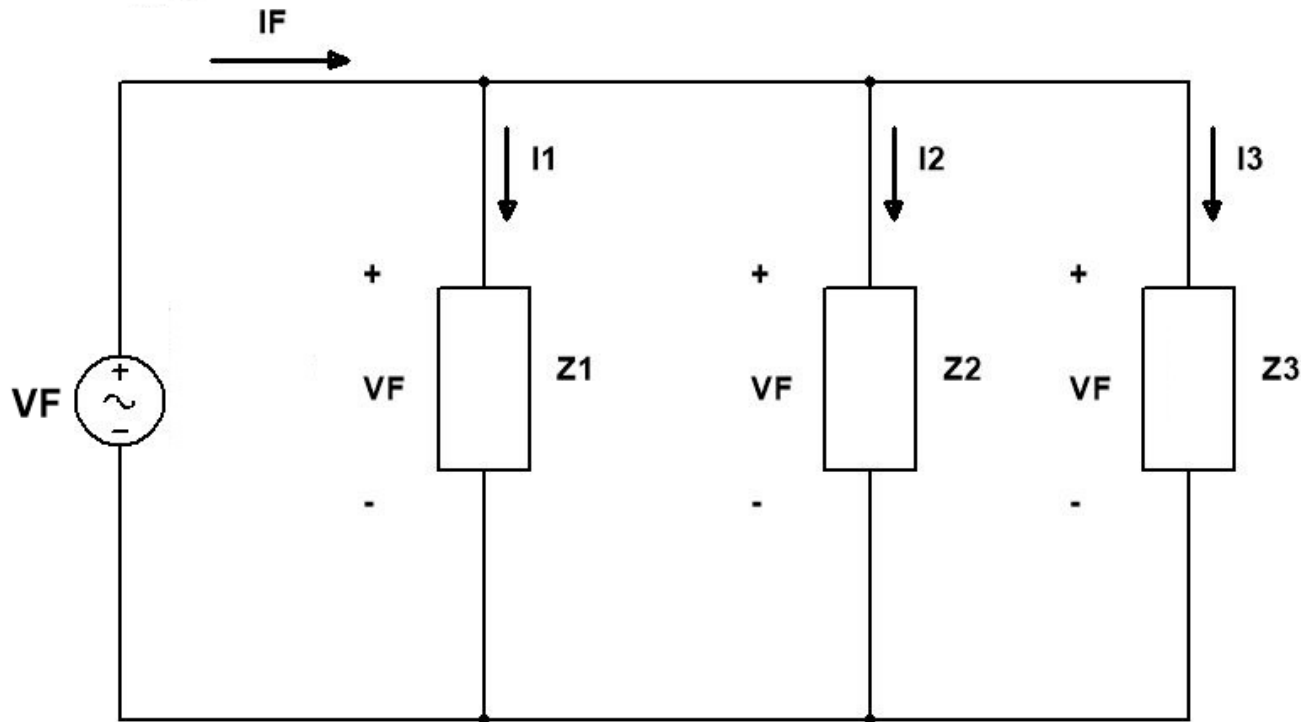
$$I_F = 2A \angle 60^\circ = (0.983 + j1.73)A$$

Regla del Divisor de Corriente



- En ocasiones deseamos encontrar la corriente en una única impedancia que forma parte de un circuito en paralelo.
- La regla del *Divisor de Corriente* es una ecuación que nos permite obtener esta corriente sin hacer cálculos intermedios.
- Este es el mismo procedimiento que seguimos en circuitos resistivos de corriente continua (DC).

Regla del Divisor de Corriente



$$I_2 = \frac{V_F}{Z_2}$$

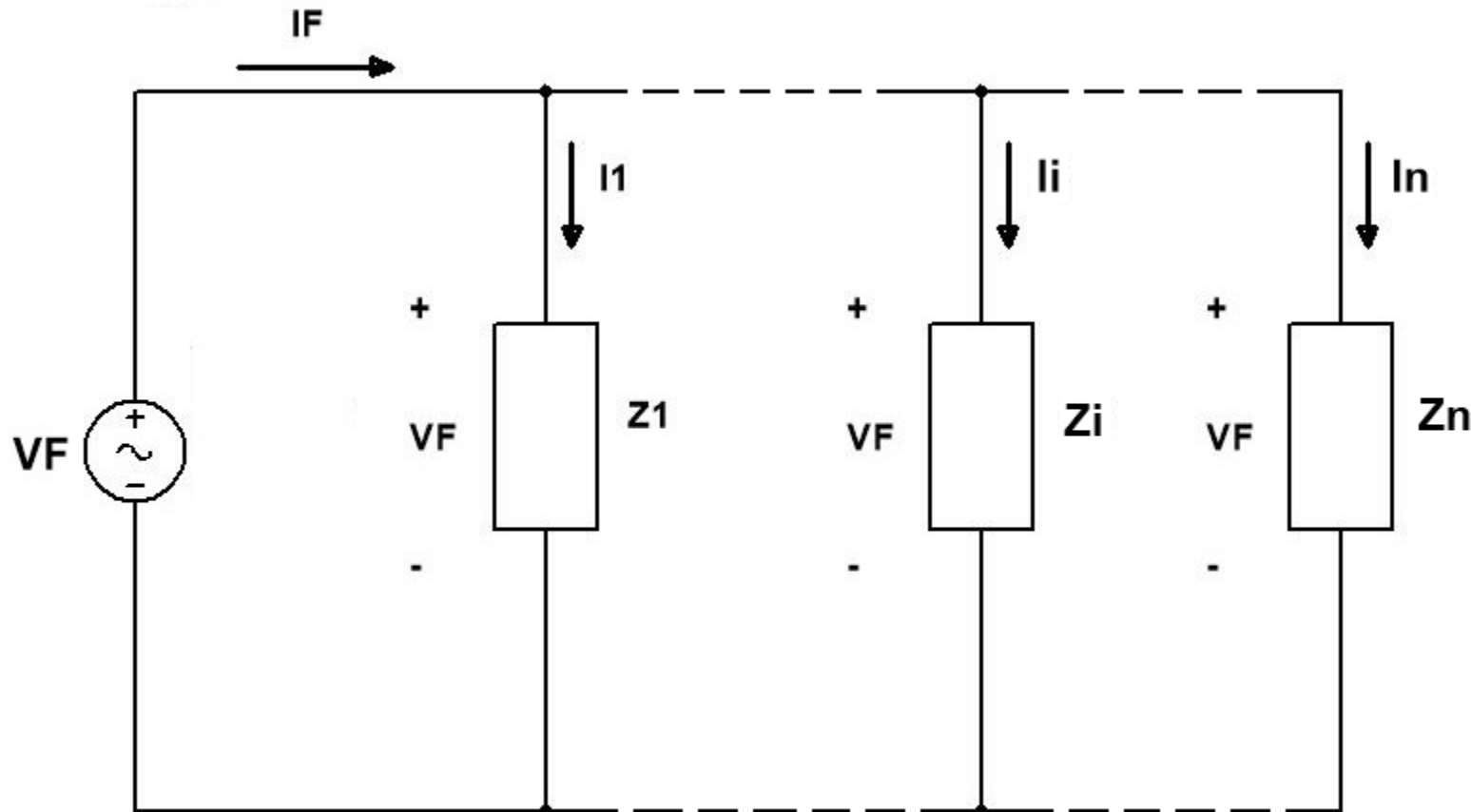
$$V_F = I_F * Z_{eq} \quad Z_{eq} = Z_1 \parallel Z_2 \parallel Z_3$$

$$I_2 = \frac{I_F * (Z_1 \parallel Z_2 \parallel Z_3)}{Z_2}$$

$$I_2 = I_F \left(\frac{Z_1 \parallel Z_2 \parallel Z_3}{Z_2} \right)$$

Regla del Divisor de Corriente

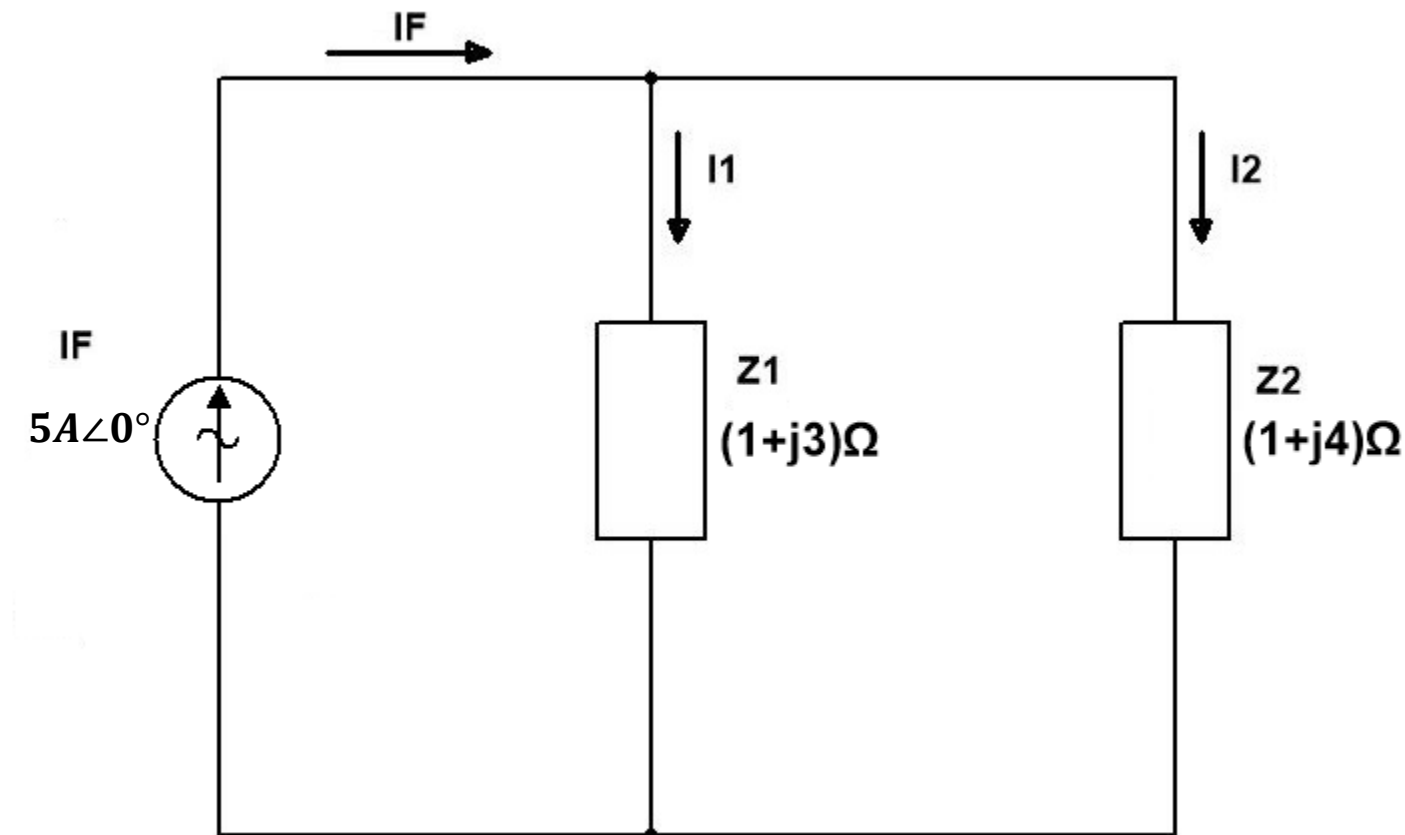
- En general:



$$I_i = I_F \left(\frac{Z_{EQ}}{Z_i} \right)$$

Ejemplo

- Encontremos la corriente I_2



$$I_2 = I_F \left(\frac{Z_1 || Z_2}{Z_2} \right)$$

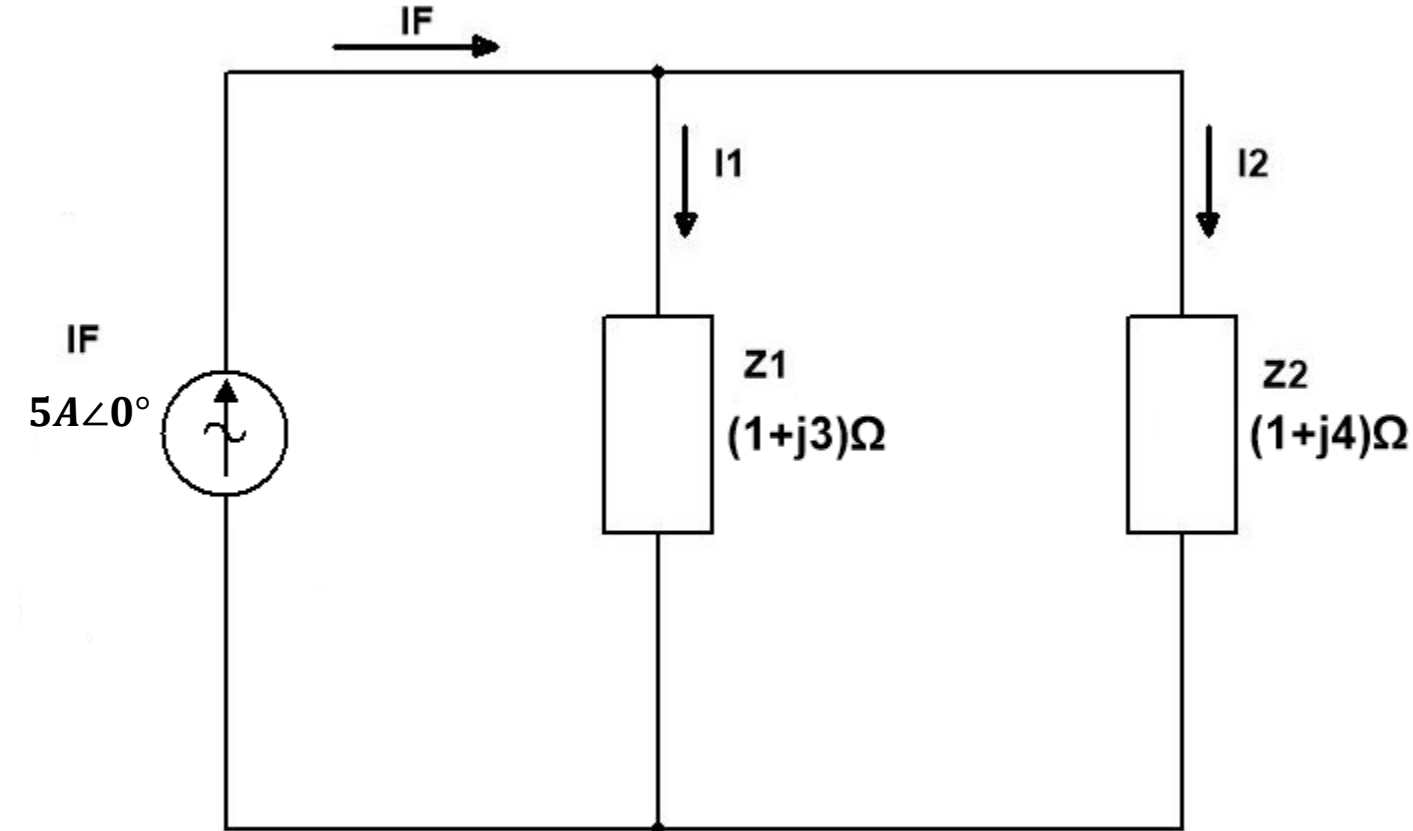
$$Z_1 || Z_2 = \frac{(3.16\Omega \angle 71.6^\circ) * (4.12\Omega \angle 76^\circ)}{(1 + j3)\Omega + (1 + j4)\Omega}$$

$$Z_1 || Z_2 = \frac{(13\Omega^2 \angle 148^\circ)}{(2 + j7)\Omega} = \frac{(13\Omega^2 \angle 148^\circ)}{(7.28\Omega \angle 74.1^\circ)}$$

$$Z_1 || Z_2 = 1.79\Omega \angle 73.9^\circ$$

Ejemplo

- Encontremos la corriente I_2



$$I_2 = I_F \left(\frac{Z_1 || Z_2}{Z_2} \right)$$

$$I_2 = 5A \angle 0^\circ \left(\frac{(1.79\Omega \angle 73.9^\circ)}{(4.12\Omega \angle 76^\circ)} \right)$$

$$I_2 = (5A \angle 0^\circ) * (0.434 \angle -2.1^\circ)$$

$$I_2 = 2.17A \angle -2.1^\circ$$



Circuito Serie/Paralelo

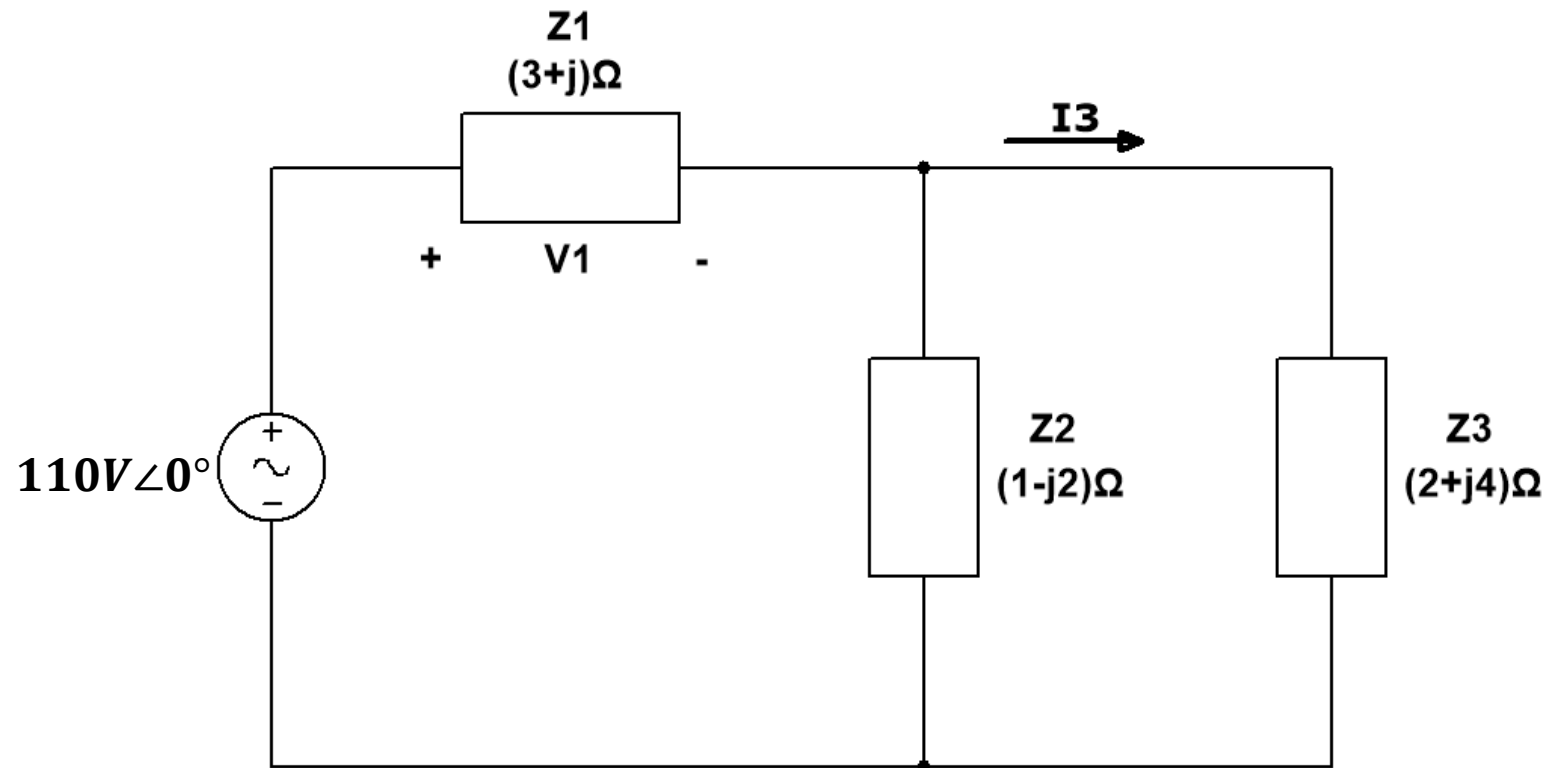
Circuitos en Serie/Paralelo



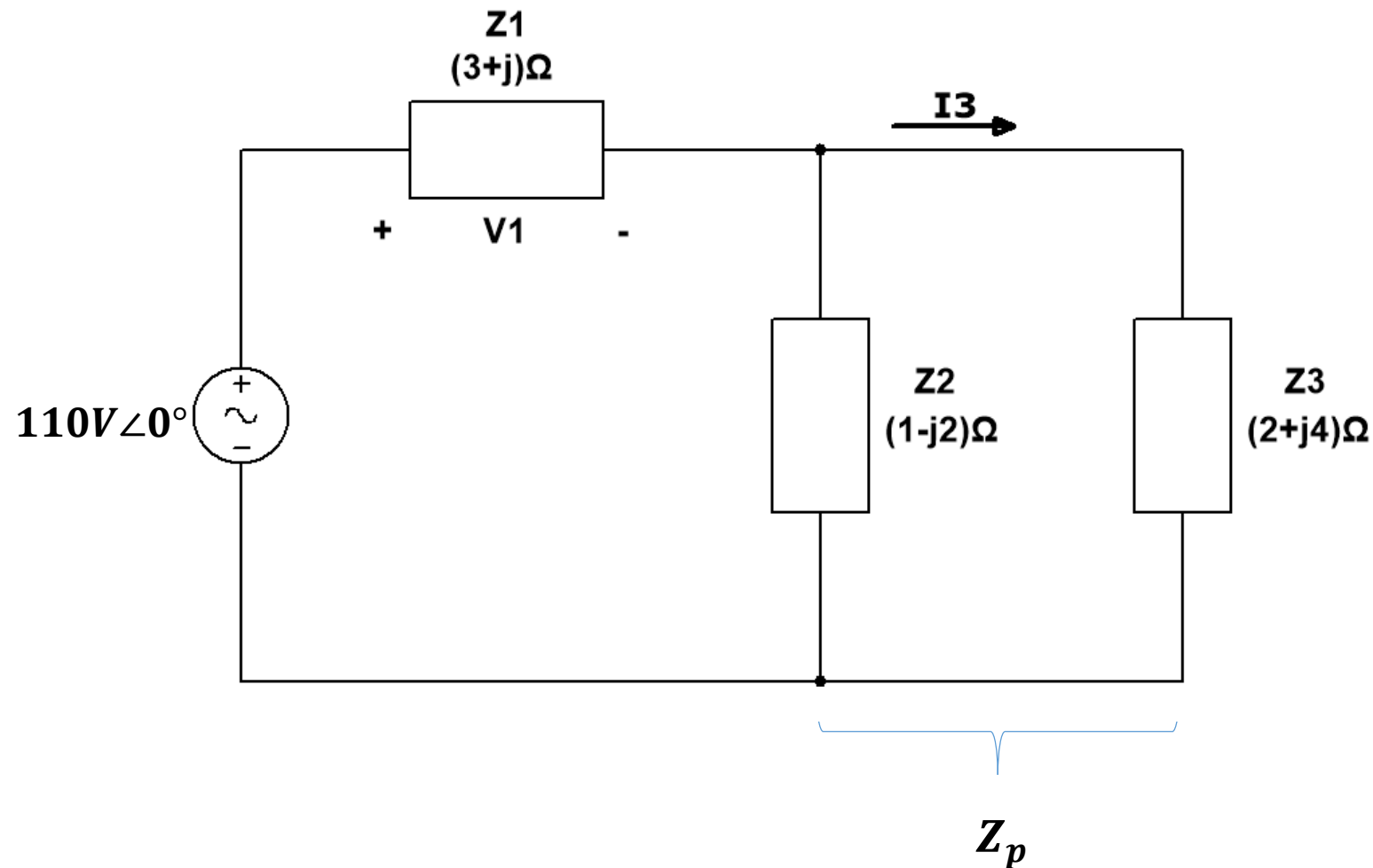
- En la práctica, los circuitos suelen contener conexiones en serie y paralelo.
- Normalmente reducimos los equivalentes de las impedancias hasta poder calcular el voltaje o corriente total en el circuito.
- Luego, utilizando la ley de Ohm, LVK y LCK, así como divisores de voltaje y corriente, logramos obtener los valores de corriente y voltaje que nos interesa.

Ejemplo

- Encontrar el valor de V_1 e I_3 .



Ejemplo



$$Z_p = Z_2 || Z_3 = \left(\frac{Z_2 Z_3}{Z_2 + Z_3} \right)$$

Ejemplo



$$Z_p = Z_2 || Z_3 = \left(\frac{Z_2 Z_3}{Z_2 + Z_3} \right)$$

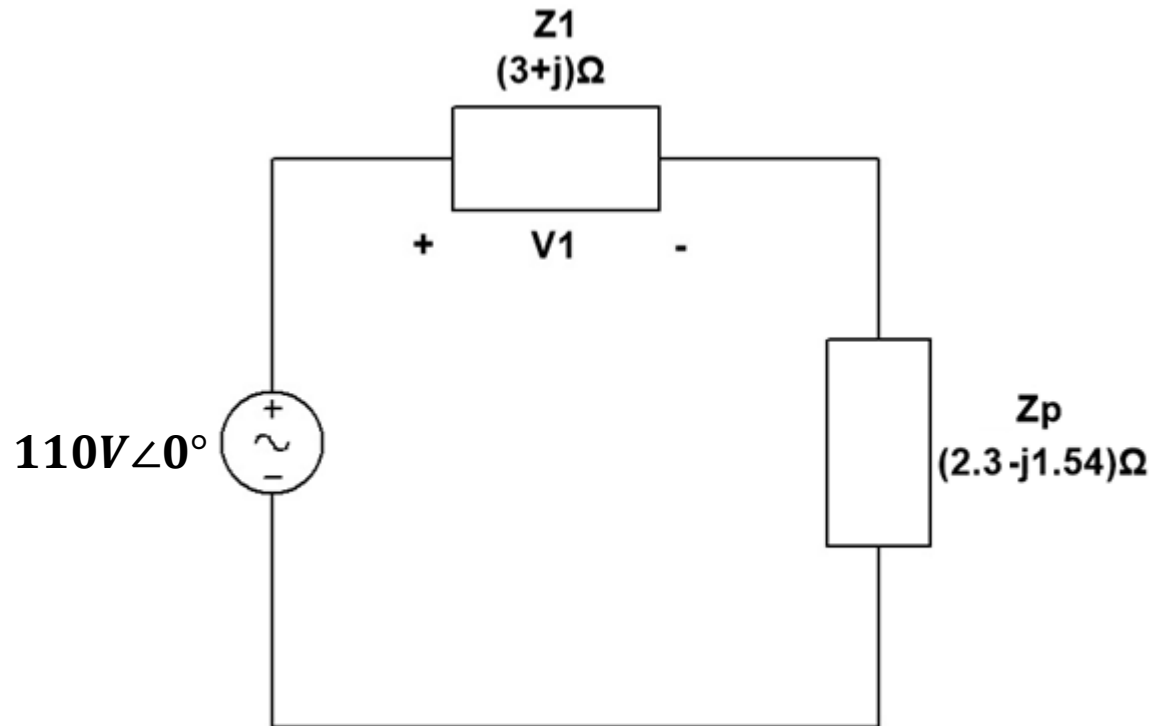
$$Z_p = \left(\frac{(2.24\Omega \angle -63.4^\circ) * (4.47\Omega \angle 63.4^\circ)}{(1 - j2)\Omega + (2 + j4)\Omega} \right)$$

$$Z_p = \frac{(10\Omega^2 \angle 0^\circ)}{(3 + j2)\Omega} = \frac{(10\Omega^2 \angle 0^\circ)}{(3.61\Omega \angle 33.7^\circ)}$$

$$Z_p = 2.77\Omega \angle -33.7^\circ$$

$$Z_p = (2.3 - j1.54)\Omega$$

Ejemplo



$$V_1 = 110V\angle 0^\circ \left[\frac{(3.16\Omega\angle 18.4^\circ)}{(3+j)\Omega + (2.30-j1.54)\Omega} \right]$$

$$V_1 = 110V\angle 0^\circ \left[\frac{(3.16\Omega\angle 18.4^\circ)}{(5.30-j0.54)\Omega} \right]$$

$$V_1 = 110V\angle 0^\circ \left(\frac{3.16\Omega\angle 18.4^\circ}{5.33\Omega\angle -5.82^\circ} \right)$$

$$V_1 = (110V\angle 0^\circ) * (0.593\angle 24.2^\circ)$$

$$V_1 = 65.6V\angle 24.2^\circ$$

Ejemplo



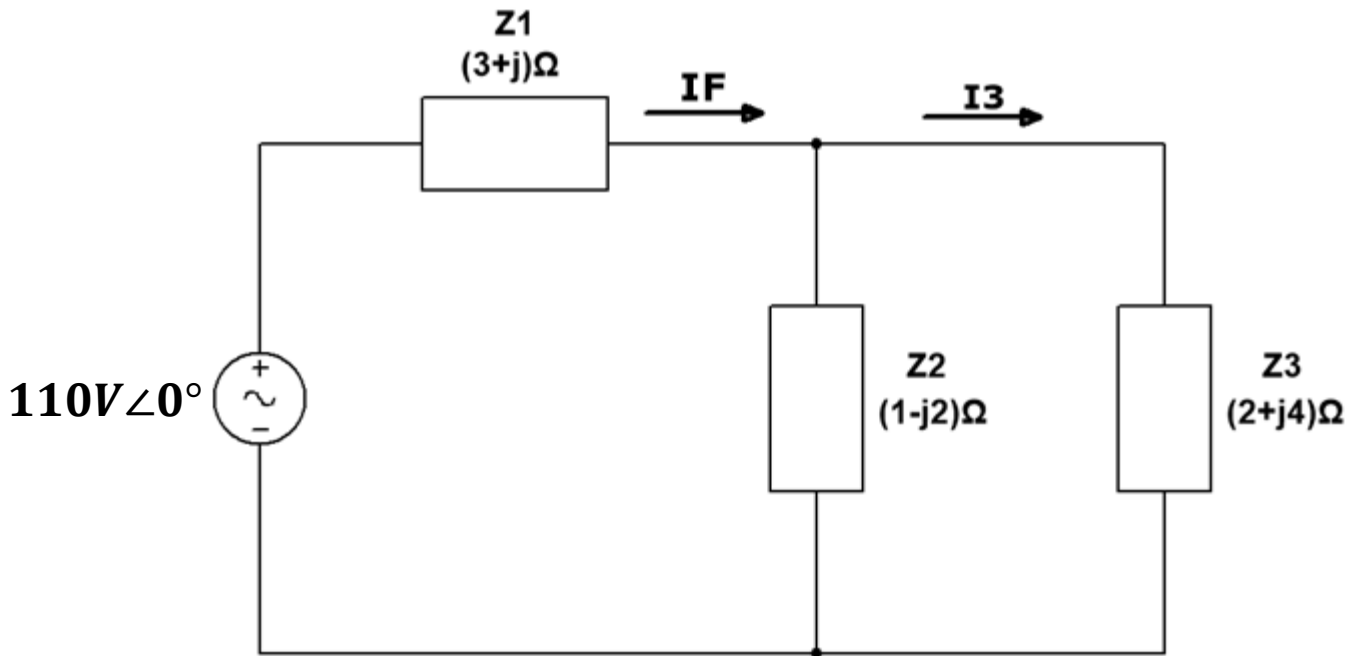
$$110V\angle 0^\circ$$

$$I_F = \frac{V_F}{Z_{eq}} = \frac{(110V\angle 0^\circ)}{(3 + j)\Omega + (2.30 - j1.54)\Omega}$$

$$I_F = \frac{(110V\angle 0^\circ)}{(5.30 - j0.54)\Omega} = \frac{(110V\angle 0^\circ)}{(5.33\Omega\angle - 5.82^\circ)}$$

$$I_F = 20.6A\angle 5.82^\circ$$

Ejemplo



$$I_3 = I_F \left(\frac{Z_2 || Z_3}{Z_3} \right) = I_F \left(\frac{Z_p}{Z_3} \right)$$

$$I_3 = 20.6A \angle 5.82^\circ \left(\frac{2.77\Omega \angle -33.7^\circ}{4.47\Omega \angle 63.4^\circ} \right)$$

$$I_3 = (20.6A \angle 5.82^\circ) * (0.620 \angle -97.1^\circ)$$

$$I_3 = 12.8A \angle -91.3^\circ$$

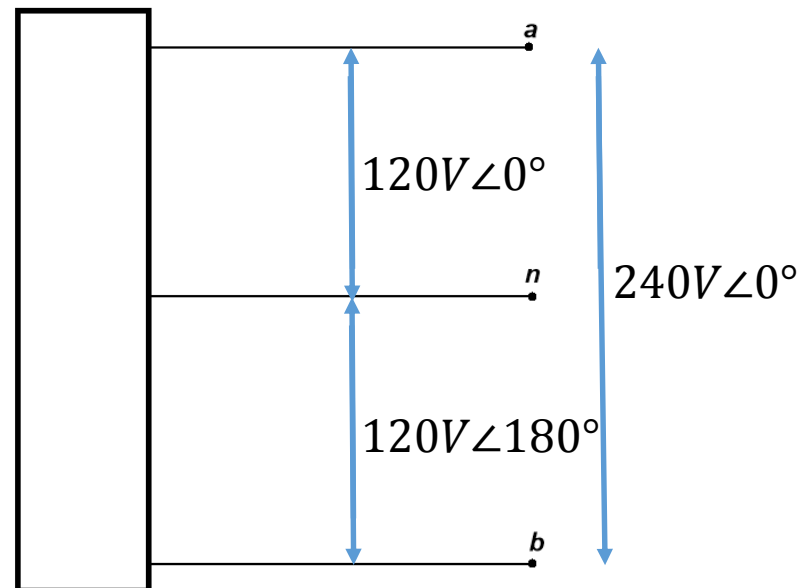


Sistemas Bifásicos

Sistema Bifásico



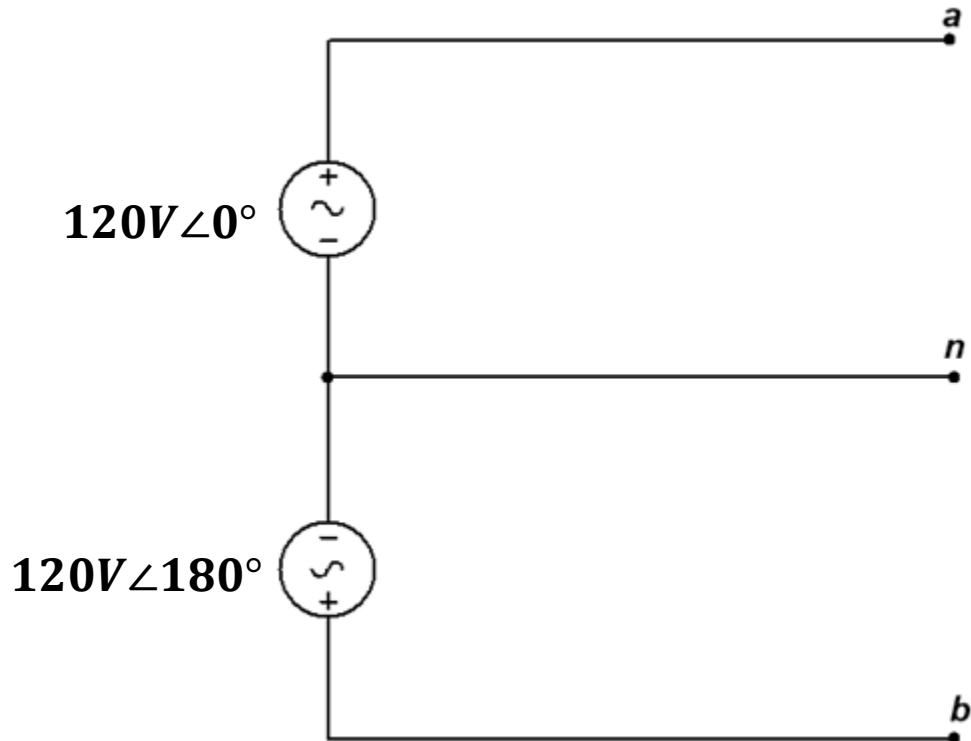
- Actualmente, un sistema bifásico es creado a partir de un transformador eléctrico utilizado por el proveedor de servicio eléctrico. Este método es conocido como ***Split Phase***



Sistema Bifásico



- Como se ilustró anteriormente se tienen dos líneas conocidas como “vivas” y una línea neutral. De esta manera se entrega alimentación a una instalación residencial.



$$V_{an} = 120V\angle 0^\circ$$

$$V_{bn} = 120V\angle 180^\circ$$

$$V_{ab} = V_{an} - V_{bn} = 120V\angle 0^\circ - 120V\angle 180^\circ$$

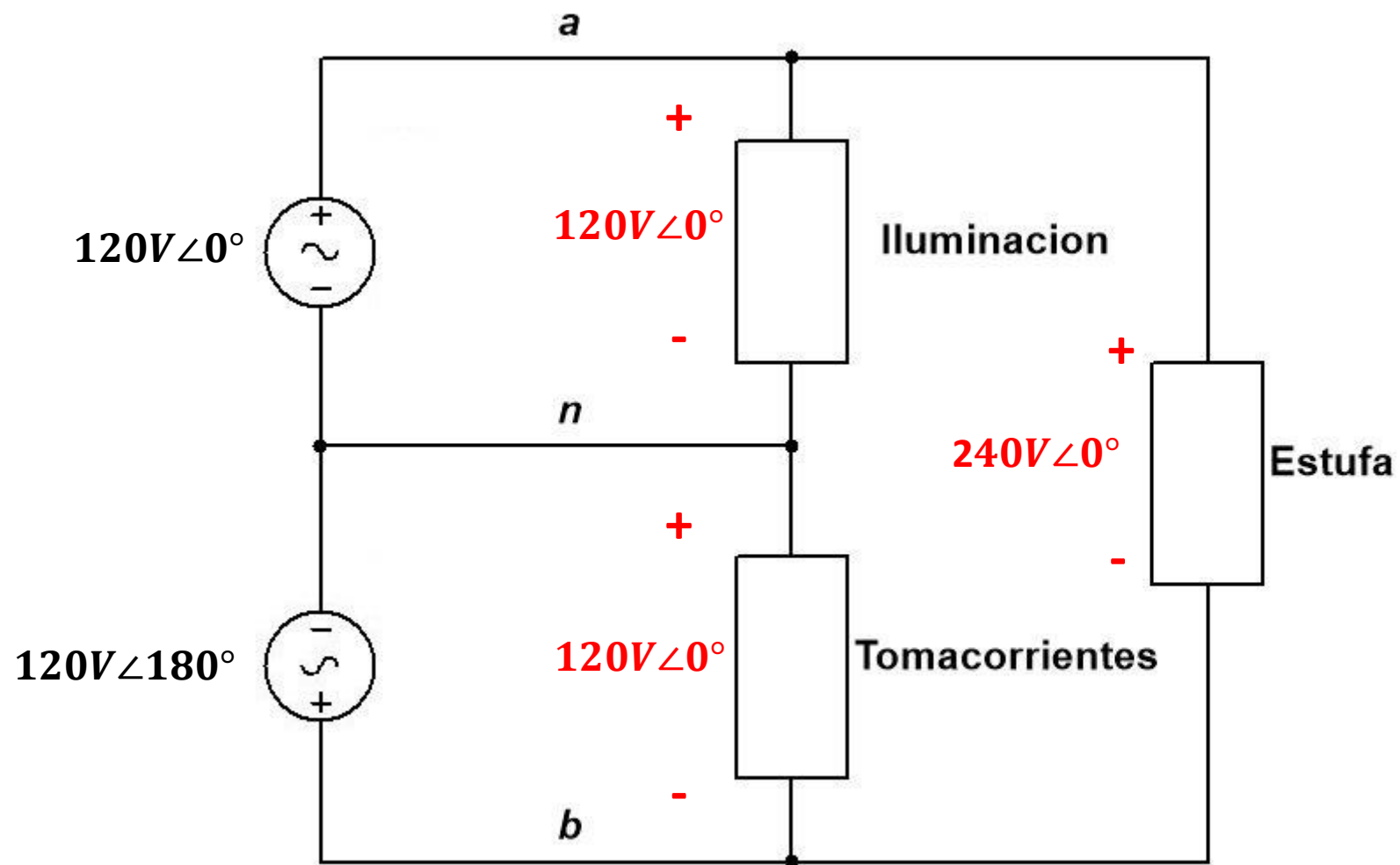
$$V_{ab} = 240V\angle 0^\circ$$

Sistema Bifásico



- Cuando en una residencia se necesita alimentar componentes eléctricos que solo requieren 120V para operar se utiliza una de las líneas vivas con la línea neutral.
- Cuando se necesita alimentar algún componente eléctrico que opera con 240V (como una estufa o una secadora de ropa) se hace una conexión de línea viva a línea viva para obtener este voltaje.

Sistema Bifásico



Cargas Residenciales

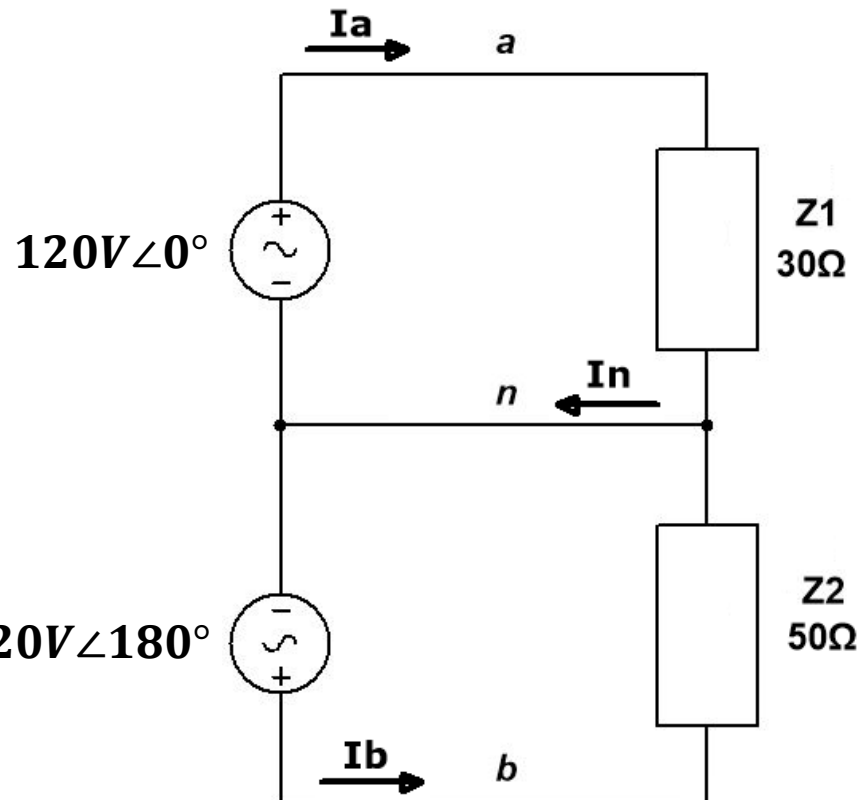


- Resistivas: Focos incandescentes, Horno tostador, Estufa Eléctrica.
- Inductivas: Bomba de Agua, Horno de Microondas, Licuadora, Batidora, Lavadora de Ropa.

Ejemplo 1



- Calcule la corriente que consume cada componente en la instalación y calcule la corriente en la línea neutral.



$$I_a = \frac{120V\angle 0^\circ}{30\Omega\angle 0^\circ} = 4A\angle 0^\circ \quad I_b = \frac{120V\angle 180^\circ}{50\Omega\angle 0^\circ} = 2.4A\angle 180^\circ$$

L.C.K.

$$I_n = I_a + I_b = 4A\angle 0^\circ + 2.4A\angle 180^\circ$$

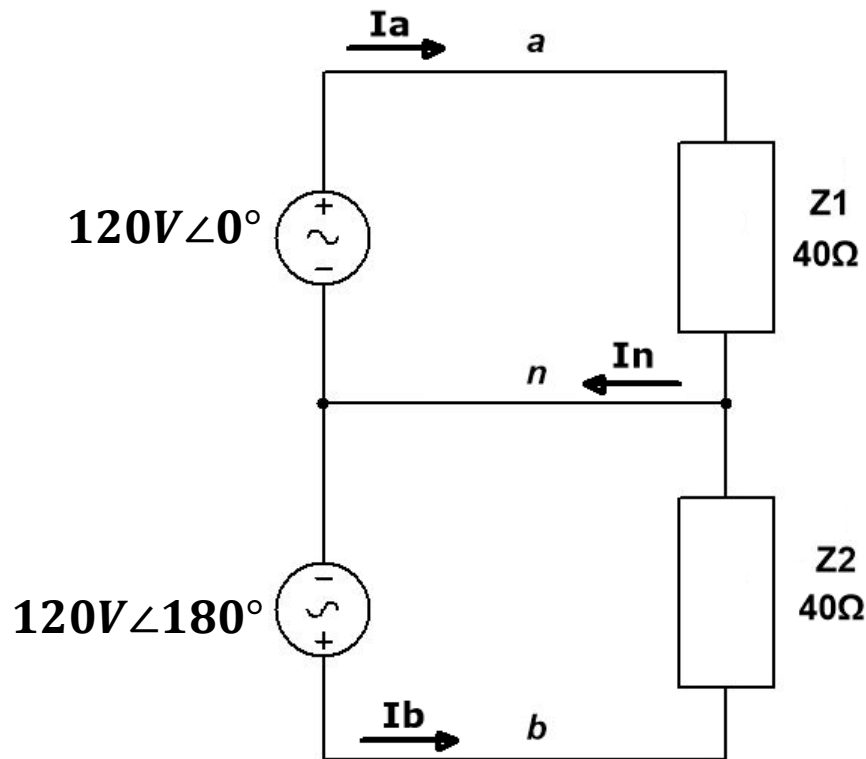
$$I_n = (4A + j0)A + (-2.4 + j0)A = (1.6 + j0)A$$

$$I_n = 1.6A\angle 0^\circ$$

Ejemplo 2



- Suponga que ahora las dos cargas son del mismo valor, a esto se le llama que la carga esta balanceada. Calcule las corrientes en las cargas y la corriente en la línea neutral.



$$I_a = \frac{120V\angle 0^\circ}{40\Omega\angle 0^\circ} = 3A\angle 0^\circ \quad I_b = \frac{120V\angle 180^\circ}{40\Omega\angle 0^\circ} = 3A\angle 180^\circ$$

L.C.K.

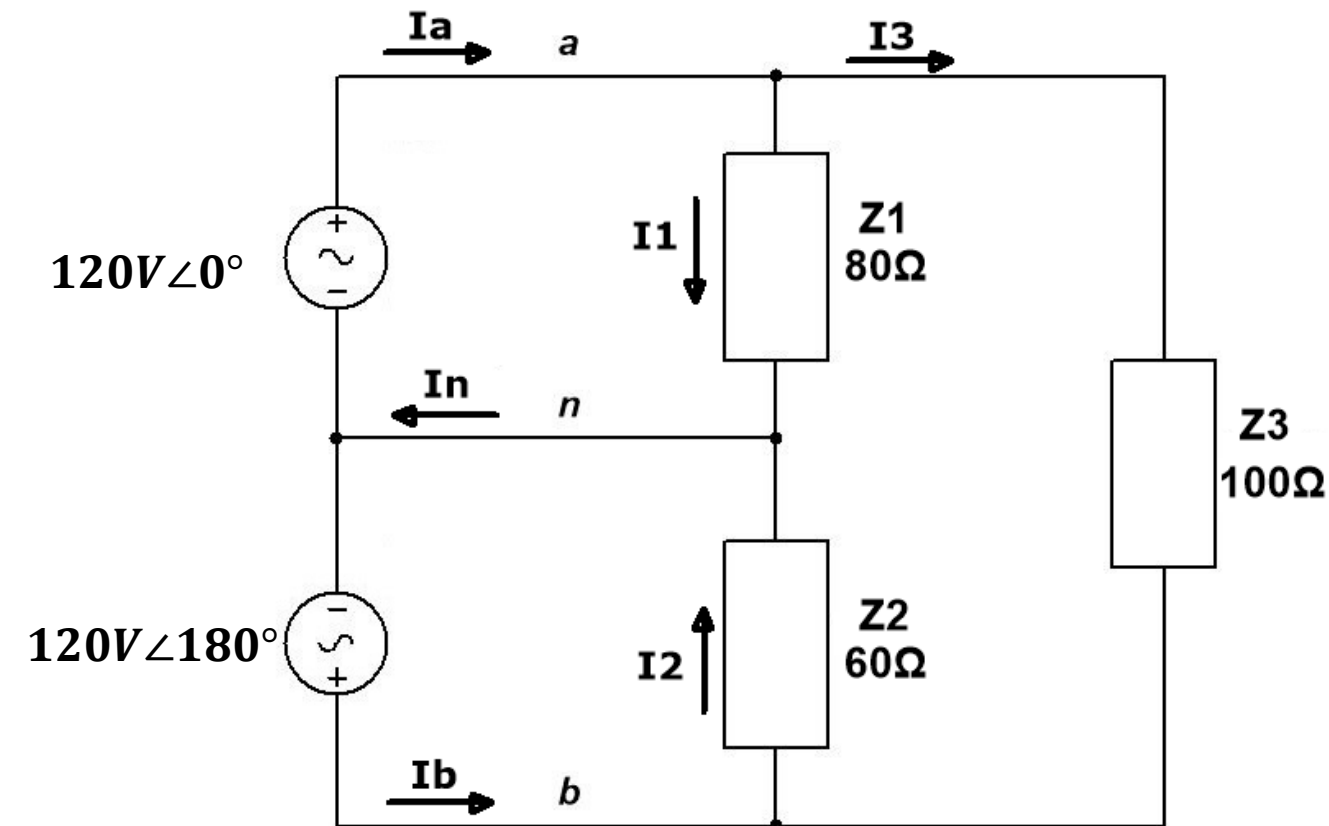
$$I_n = I_a + I_b = 3A\angle 0^\circ + 3A\angle 180^\circ$$

$$I_n = (3 + j0)A + (-3 + j0)A = (0 + j0)A$$

$$I_n = 0A$$

Ejemplo 3

- Encontrar el valor de las corriente que se muestran en el circuito.



$$I_1 = \frac{120V \angle 0^\circ}{80\Omega \angle 0^\circ} = 1.5A \angle 0^\circ$$

$$I_2 = \frac{120V \angle 180^\circ}{60\Omega \angle 0^\circ} = 2A \angle 180^\circ$$

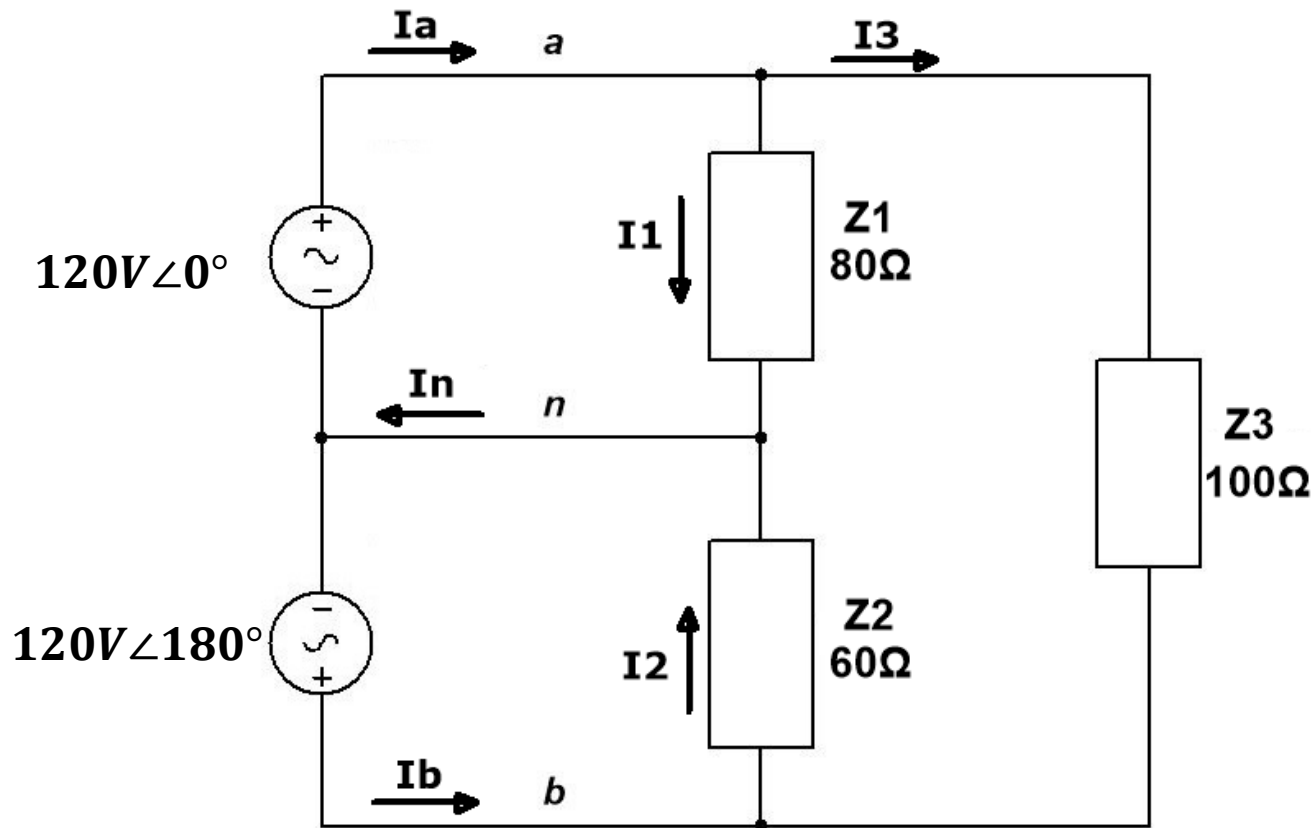
$$I_n = I_1 + I_2 = 1.5A \angle 0^\circ + 2A \angle 180^\circ$$

$$I_n = (1.5 + j0)A + (-2 + j0)A$$

$$I_n = (-0.5 + j0)A$$

$$I_n = 500mA \angle 180^\circ$$

Ejemplo 3



$$I_3 = \frac{V_{ab}}{Z_3} = \frac{240V \angle 0^\circ}{100\Omega \angle 0^\circ} = 2.4A \angle 0^\circ$$

$$I_a = I_1 + I_3 = 1.5A \angle 0^\circ + 2.4A \angle 0^\circ$$

$$I_a = (1.5 + j0)A + (2.4 + j0)A$$

$$I_a = (3.9 + j0)A$$

$$I_a = 3.9A \angle 0^\circ$$

$$I_b + I_3 = I_2$$

$$I_b = I_2 - I_3 = 2A \angle 180^\circ - 2.4A \angle 0^\circ$$

$$I_b = (-2 + j0)A - (2.4 + j0)A$$

$$I_b = (-4.4 + j0)A$$

$$I_b = 4.4A \angle 180^\circ$$



Descargo de responsabilidad

La información contenida en esta presentación (en formato ppt) es un reflejo del material virtual presentado en la versión online del curso. Por lo tanto, sus textos, gráficos, links de consulta, acotaciones y comentarios son responsabilidad exclusiva de su(s) respectivo(s) autor(es) y su contenido no compromete a edX o a la Universidad Galileo.

Edx y Universidad Galileo no asumen responsabilidad alguna por la actualidad, exactitud, obligaciones de derechos de autor, integridad o calidad de los contenidos proporcionados y se aclara que la utilización de esta presentación se encuentra limitada de manera expresa para los propósitos educativos del curso.