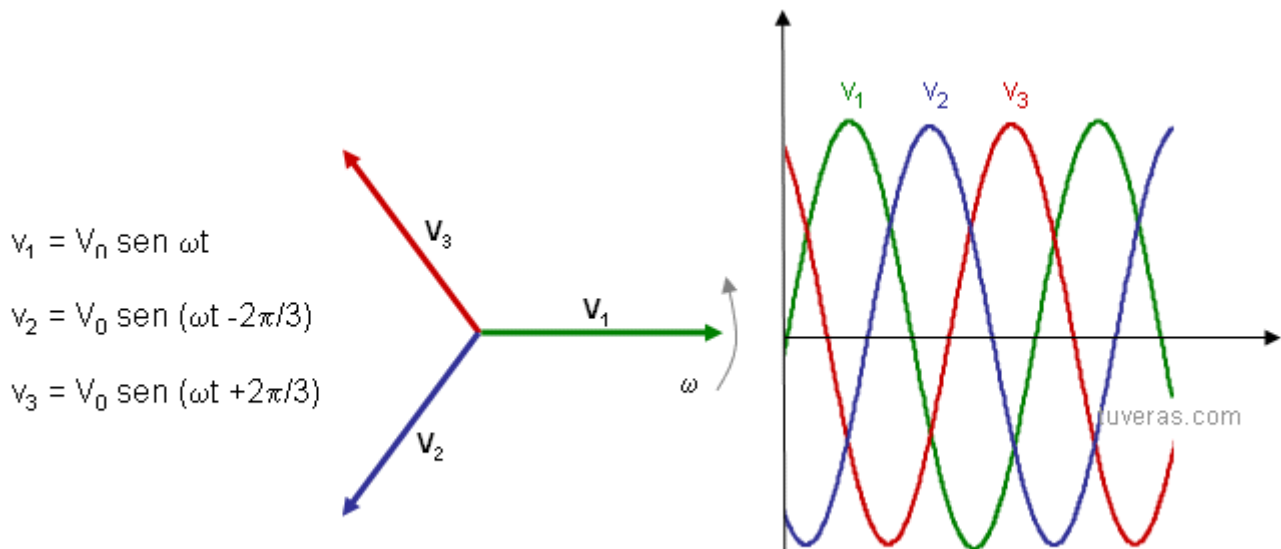


## C.A. Trifásica

### Sistema Trifásico Equilibrado: Secuencia de Fases

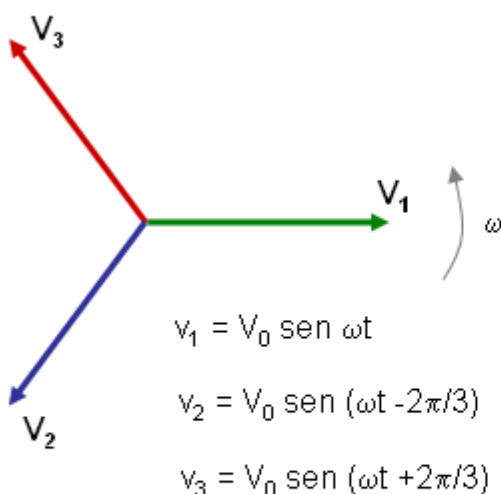
Un sistema trifásico es un conjunto de tres tensiones senoidales conectadas adecuadamente. Si las tres tensiones tienen el mismo módulo y están desfasadas entre sí un ángulo de  $120^\circ$ , se dice que el sistema es equilibrado en tensiones.



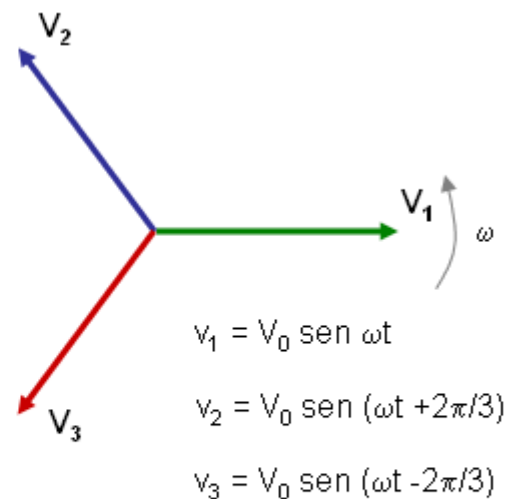
Secuencia de fases es el orden en el que se van a suceder las fases.

Si se toma  $V_1$  como origen de fases, existen dos posibilidades de sucesión de las dos fases restantes:

- a) Secuencia directa:  $V_1, V_2, V_3$   
 a) Secuencia inversa:  $V_1, V_3, V_2$



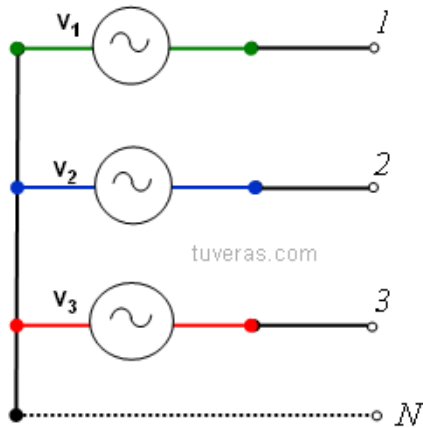
Secuencia Directa



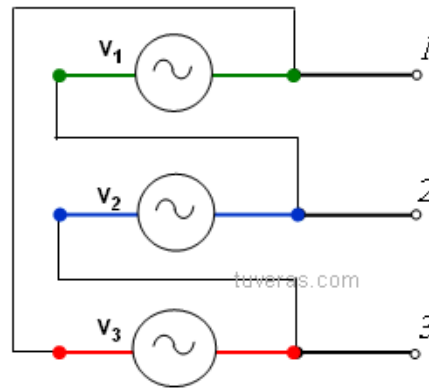
Secuencia Inversa

# Sistema Trifásico: Conexiones Básicas

## Generadores:

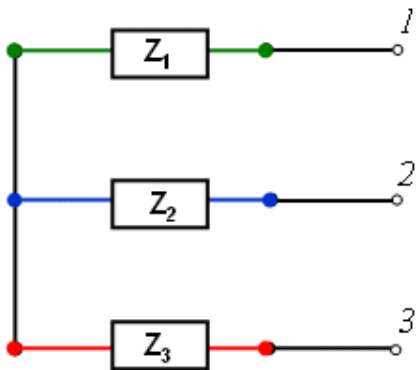


Conexión en Estrella

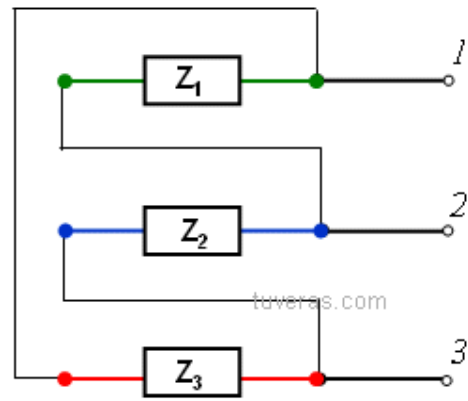


Conexión en Triángulo

## Receptores:



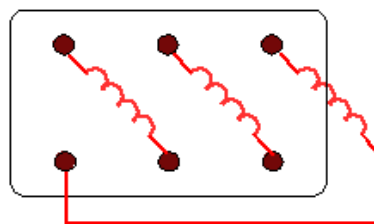
Conexión en Estrella



Conexión en Triángulo

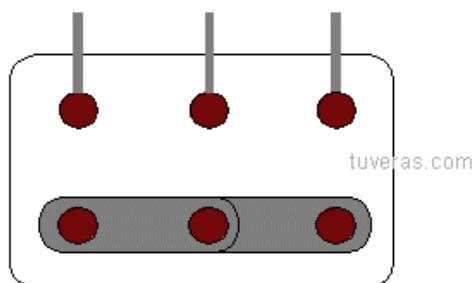
## Bornes de conexión:

### Disposición de los Dipolos



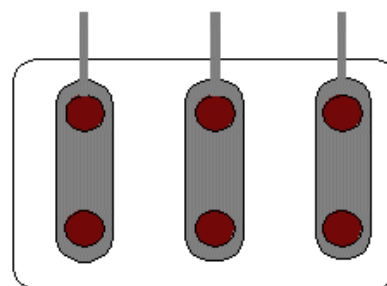
tuveras.com

### Conexión Estrella



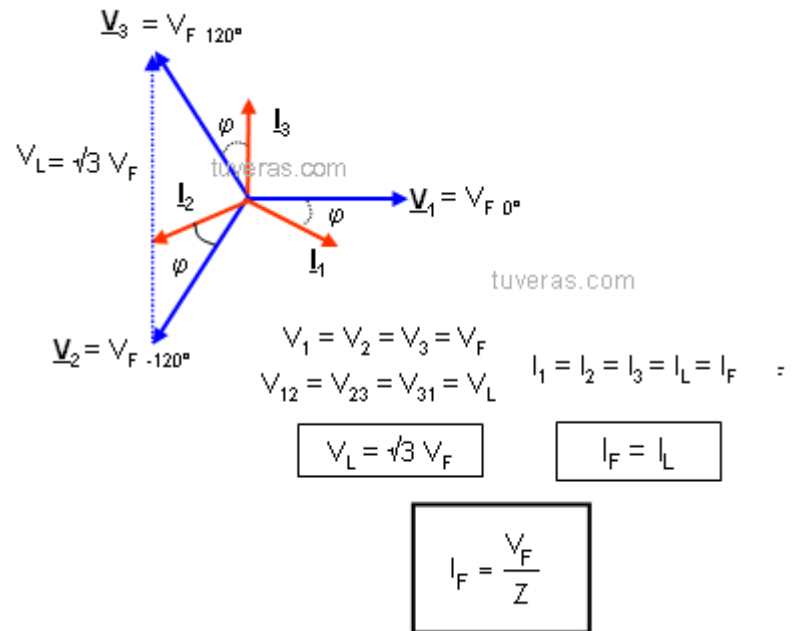
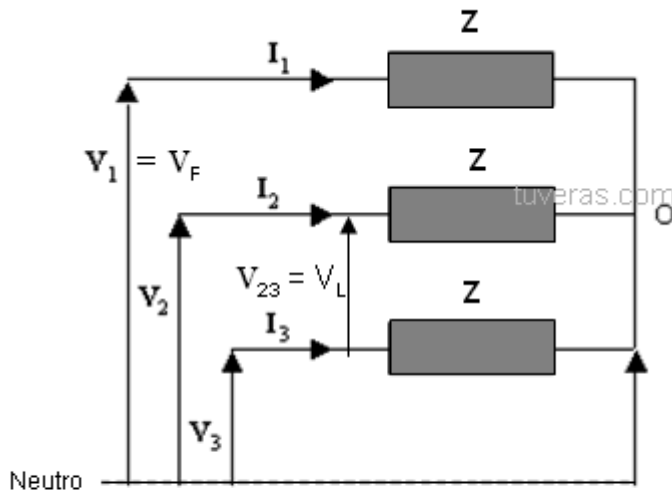
tuveras.com

### Conexión Triángulo



## C.A. Trifásica: Sistema Equilibrado

### Sistema Equilibrado en Estrella



La potencia activa  $P$  del sistema es:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 = V_1 I_1 \cos \varphi_1 + V_2 I_2 \cos \varphi_2 + V_3 I_3 \cos \varphi_3$$

$$P_1 = P_2 = P_3 = P_F = V_F I_F \cos \varphi$$

$$P = 3 P_F = 3 V_F I_F \cos \varphi = 3 \frac{V_L}{\sqrt{3}} I_L \cos \varphi = \sqrt{3} V_L I_L \cos \varphi$$

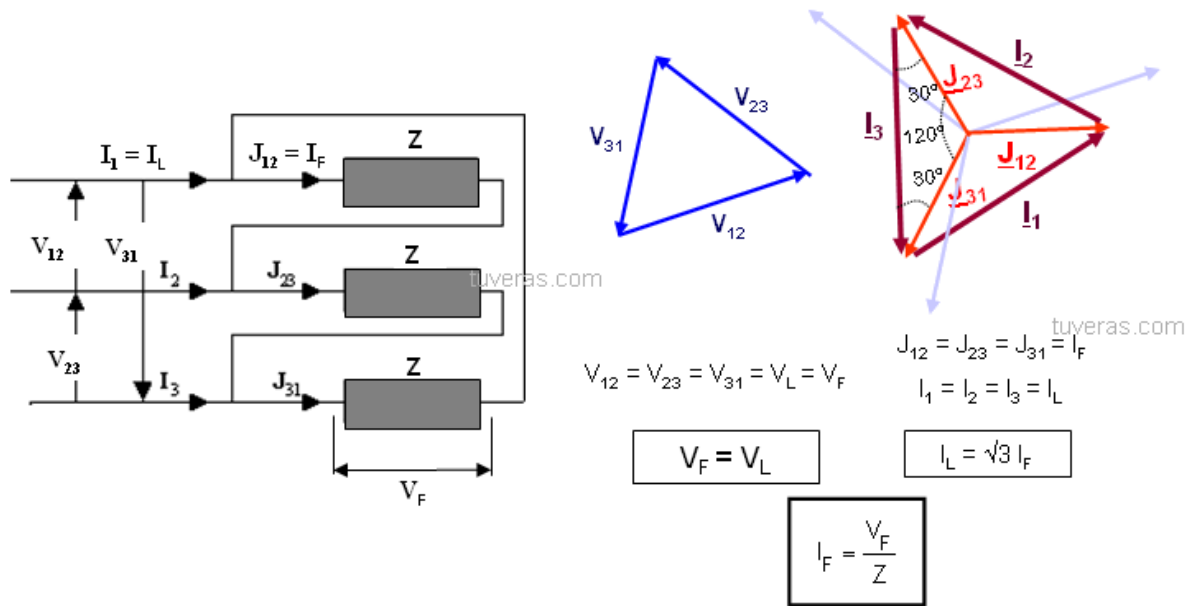
De forma análoga para la potencia reactiva  $Q$ :

$$Q = 3 Q_F = 3 V_F I_F \sin \varphi = 3 \frac{V_L}{\sqrt{3}} I_L \sin \varphi = \sqrt{3} V_L I_L \sin \varphi$$

$$P = \sqrt{3} V_L I_L \cos \varphi$$

$$Q = \sqrt{3} V_L I_L \sin \varphi$$

**Sistema Equilibrado en Triángulo**



**La potencia activa P del sistema es:**

$$P = P_1 + P_2 + P_3 = V_{12}J_{12} \cos \varphi_{12} + V_{23}J_{23} \cos \varphi_{23} + V_{31}J_{31} \cos \varphi_{31}$$

tuveras.com

$$P_1 = P_2 = P_3 = P_F = V_F I_F \cos \varphi$$

$$P = 3 P_F = 3 V_F I_F \cos \varphi = 3 \frac{V_L}{\sqrt{3}} I_L \cos \varphi = \sqrt{3} V_L I_L \cos \varphi$$

**De forma análoga para la potencia reactiva Q:**

$$Q = 3 Q_F = 3 V_F I_F \sin \varphi = 3 \frac{V_L}{\sqrt{3}} I_L \sin \varphi = \sqrt{3} V_L I_L \sin \varphi$$

tuveras.com

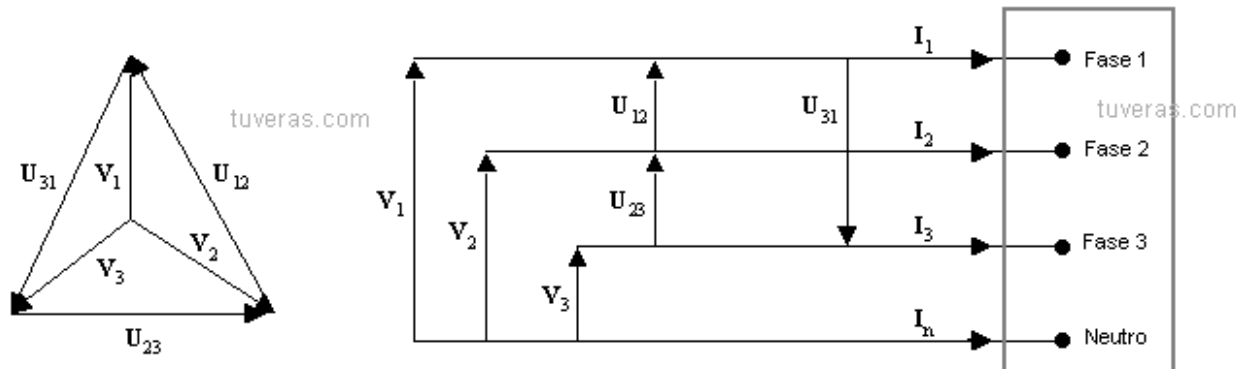
$$P = \sqrt{3} V_L I_L \cos \varphi$$

$$Q = \sqrt{3} V_L I_L \sin \varphi$$

## C.A. Trifásica. Sistema Equilibrado. Potencias.

### Potencias: $p(t)$ , $P$ , $Q$ y $S$

Un sistema trifásico se puede considerar como la asociación (en estrella o triángulo) de tres sistemas monofásicos.



Sea  $V_i$ ,  $I_i$  ( $i = 1, 2, 3$ ) los valores eficaces respectivos de la tensión entre fase y el neutro de un sistema trifásico equilibrado, en tensiones e intensidades, en el que existe un desfase  $\varphi$  entre  $V_i$  e  $I_i$ :

$$\text{Sistema equilibrado} \begin{cases} Z_{12} = Z_{23} = Z_{31} = Z \\ \cos \varphi_{12} = \cos \varphi_{23} = \cos \varphi_{31} = \cos \varphi \end{cases}$$

Sea  $V_i, I_i$  ( $i = 1, 2, 3$ ) los valores eficaces respectivos de la tensión entre fase y el neutro de un sistema trifásico equilibrado, en el que existe un desfase  $\varphi$  entre  $V_i$  e  $I_i$ :

$$\begin{aligned} v_1(t) &= V_0 \sin \omega t & v_2(t) &= V_0 \sin (\omega t - 2\pi/3) & v_3(t) &= V_0 \sin (\omega t - 4\pi/3) \\ i_1(t) &= I_0 \sin (\omega t - \varphi) & i_2(t) &= I_0 \sin (\omega t - 2\pi/3 - \varphi) & i_3(t) &= I_0 \sin (\omega t - 4\pi/3 - \varphi) \end{aligned}$$

La potencia instantánea del sistema es:

$$p(t) = v_1(t) \cdot i_1(t) + v_2(t) \cdot i_2(t) + v_3(t) \cdot i_3(t)$$

$$p(t) = V_0 I_0 \sin \omega t \sin (\omega t - \varphi) + V_0 I_0 \sin (\omega t - 2\pi/3) \sin (\omega t - 2\pi/3 - \varphi) + V_0 I_0 \sin (\omega t - 4\pi/3) \sin (\omega t - 4\pi/3 - \varphi)$$

$$p(t) = (V_0 I_0 / 2) \{3 \cos \varphi - [\cos (2\omega t - \varphi) + \cos (2\omega t - 2\pi/3 - \varphi) + \cos (2\omega t - 4\pi/3 - \varphi)]\}$$

$$p(t) = (3/2) V_0 I_0 \cos \varphi = 3VI \cos \varphi$$

Esto significa que en un sistema trifásico equilibrado, la potencia instantánea es constante (a diferencia de la potencia instantánea monofásica que es pulsatoria), e igual, a la potencia activa trifásica.

Como se ha visto, en el apartado correspondiente, tanto en la conexión en estrella, como la conexión en triángulo:

$$P = \sqrt{3} V_L I_L \cos \varphi$$

Y por otra parte:

$$Q = \sqrt{3} V_L I_L \sin \varphi$$

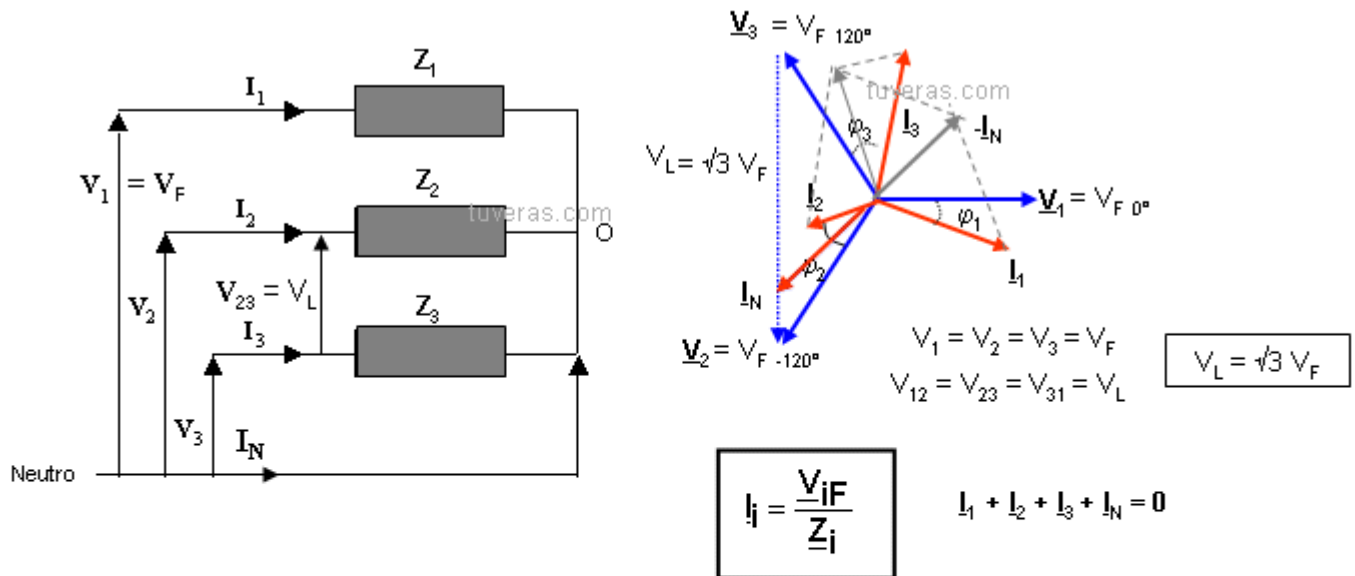
A partir de la **P** y la **Q** se define la potencia aparente **S** como:

$$S = P + jQ$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

## C.A. Trifásica: Sistema Desequilibrado en Intensidades.

### Sistema Desequilibrado en Estrella con Neutro



La potencia activa  $P$  del sistema es:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 = V_1 I_1 \cos \varphi_1 + V_2 I_2 \cos \varphi_2 + V_3 I_3 \cos \varphi_3$$

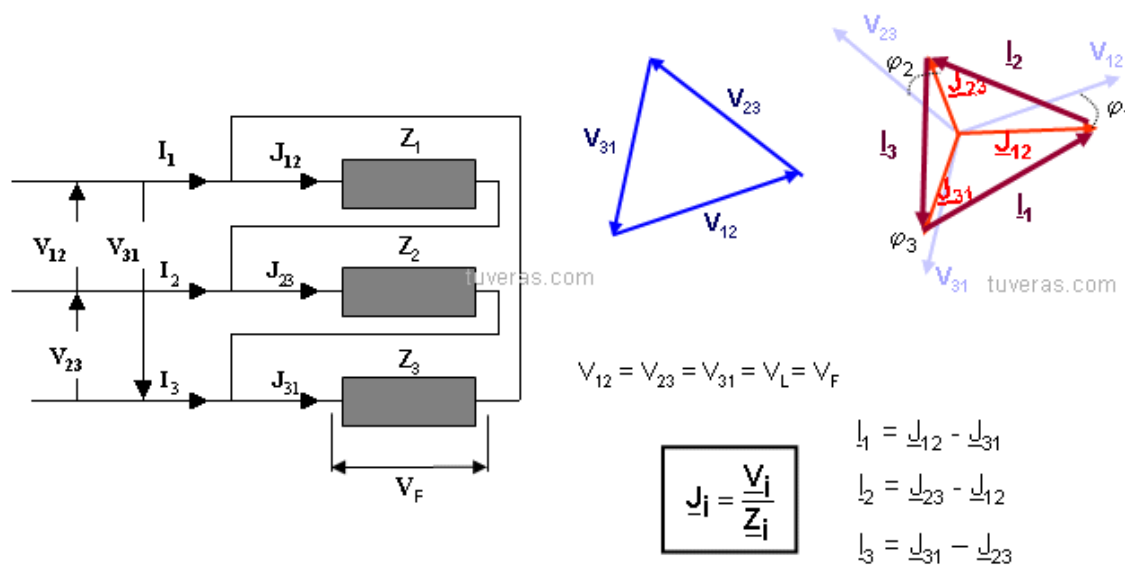
tuveras.com

La potencia reactiva  $Q$  del sistema es:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = V_1 I_1 \sin \varphi_1 + V_2 I_2 \sin \varphi_2 + V_3 I_3 \sin \varphi_3$$



## Sistema Desequilibrado en Triángulo



**La potencia activa P del sistema es:**

$$P = P_1 + P_2 + P_3 = V_{12} J_{12} \cos \varphi_1 + V_{23} J_{23} \cos \varphi_2 + V_{31} J_{31} \cos \varphi_3$$

**La potencia reactiva Q del sistema es:**

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = V_{12} I_{12} \sin \varphi_1 + V_{23} I_{23} \sin \varphi_2 + V_{31} I_{31} \sin \varphi_3$$