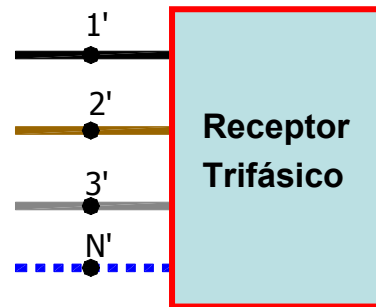
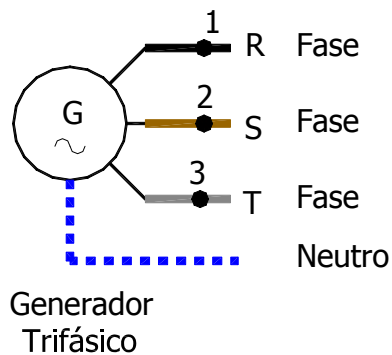


# Tema 8

## Sistemas Trifásicos



## Índice

8.1.- Ventajas de los sistemas trifásicos.

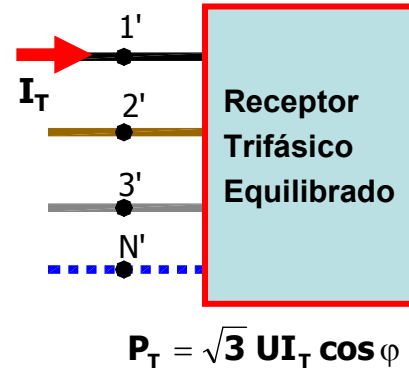
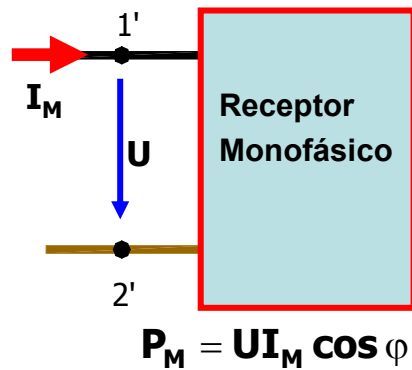
8.2.- Generación de tensiones trifásicas.

8.3.- Receptores en los sistemas trifásicos.  
Equilibrados y desequilibrados.

8.4.- Fuentes trifásicas reales.

8.5.- Estudio generalizado de los sistemas trifásicos.

### 8.1. Ventajas de los Sistemas Trifásicos.

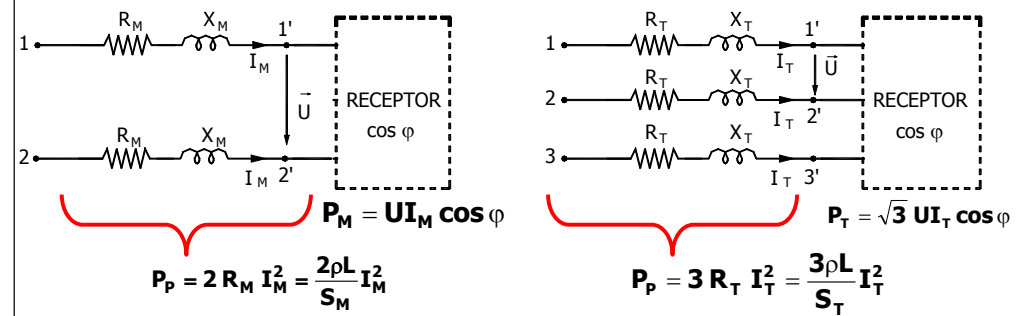
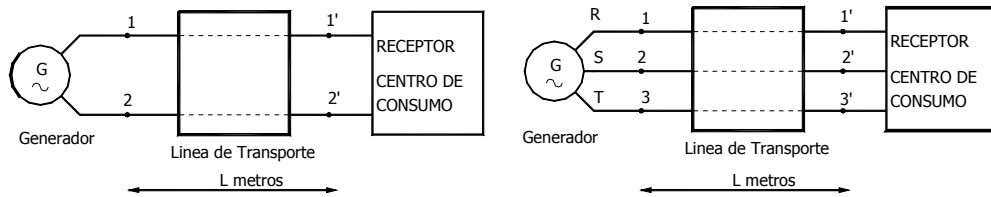


↑ 50% Sección → ↑ 73% Potencia

### 8.1. Ventajas de los Sistemas Trifásicos.

a) Para transportar una determinada energía a una cierta tensión el sistema trifásico es más económico que el sistema monofásico a igualdad de potencia a transmitir e igualdad en las pérdidas por efecto Joule en la línea, ya que se obtiene un ahorro en peso de cobre de un **25%**.

## 8.1. Ventajas de los Sistemas Trifásicos.



$$P_P = 2 R_M I_M^2 = \frac{2\rho L}{S_M} I_M^2$$

$$P_P = 3 R_T I_T^2 = \frac{3\rho L}{S_T} I_T^2$$

$$\text{Si } P_T = P_M \Rightarrow I_M = \sqrt{3} I_T$$

$$P_P = \frac{2\rho L}{S_M} I_M^2 = \frac{3\rho L}{S_T} I_T^2 \Rightarrow S_T = S_M / 2$$

L. trifásica:  $\text{Volumen de Material} = 3S_T L$   
 L. monofásica:  $\text{Volumen de Material} = 2S_M L = 4S_T L$   
 (ahorro en peso de cobre de un 25%)

## 8.1. Ventajas de los Sistemas Trifásicos.

**b)** La  $p(t)$  de un sistema trifásico es constante, independiente del tiempo, lo que implica en los motores de C.A. trifásicos un par motor uniforme, lo que evita vibraciones y esfuerzo en el rotor de los motores de C.A. trifásicos.

Potencia instantánea de un receptor monofásico:

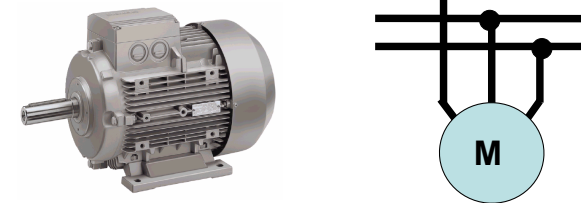
$$p(t) = P(1 + \text{sen}(2\omega t - \pi/2)) - Q\text{sen}(2\omega t)$$

Potencia instantánea de un receptor trifásico equilibrado:

$$p(t) = \sqrt{3} UI_T \cos \varphi$$

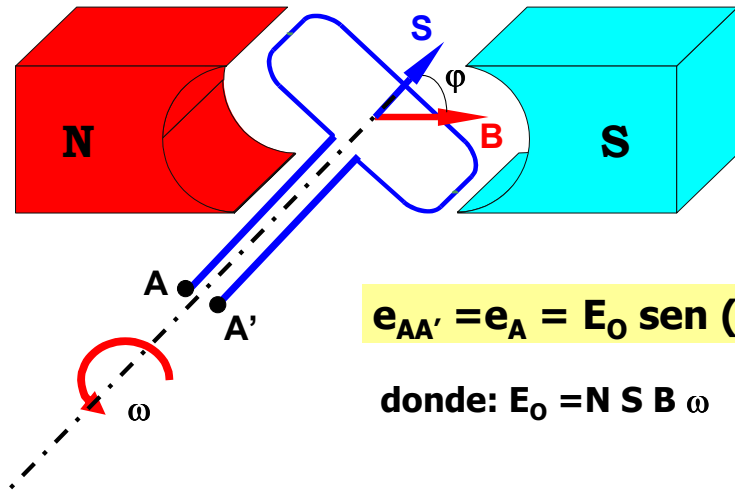
## 8.1. Ventajas de los Sistemas Trifásicos.

**c)** Los motores TRIFASICOS pueden arrancar por sí mismos; sin embargo los motores monofásicos necesitan de dispositivos especiales para conseguir su arranque



**d)** Permite el empleo de los motores trifásicos asíncronos, que son los receptores mas utilizados, y dentro del grupo de los motores los más económicos y robustos que se conocen.

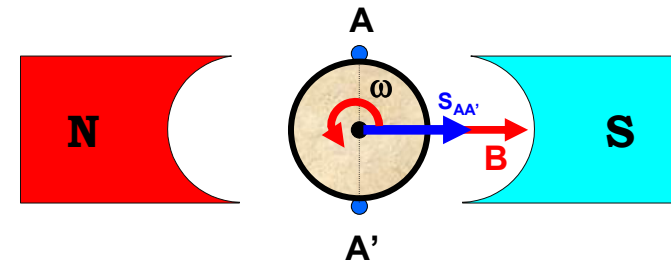
## 8.2. Generación de tensiones trifásicas.



$$e_{AA'} = e_A = E_0 \text{sen}(\omega t + \varphi)$$

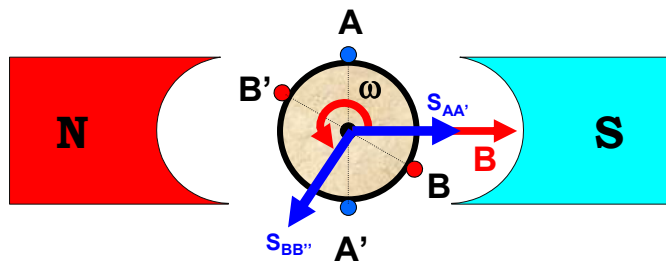
donde:  $E_0 = N S B \omega$

## 8.2. Generación de tensiones trifásicas.



$$e_{AA'} = e_A = E_0 \text{sen}(\omega t + 0)$$

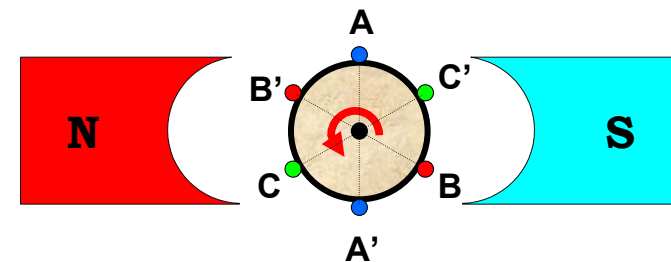
## 8.2. Generación de tensiones trifásicas.



$$e_{AA'} = e_A = E_0 \text{sen}(\omega t + 0)$$

$$e_{BB'} = e_B = E_0 \text{sen}(\omega t - 2/3\pi)$$

## 8.2. Generación de tensiones trifásicas.



$$e_{AA'} = e_A = E_0 \text{sen}(\omega t + 0)$$

$$e_{BB'} = e_B = E_0 \text{sen}(\omega t - 2/3\pi)$$

$$e_{CC'} = e_C = E_0 \text{sen}(\omega t - 4/3\pi)$$

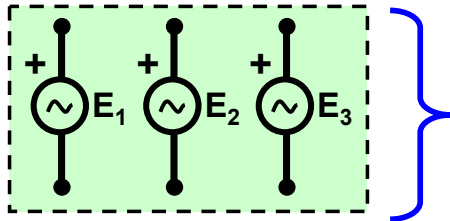
Cada devanado en el que se produce una tensión alterna senoidal se denomina **FASE** y a este tipo de generador se le denomina **TRIFÁSICO**

## 8.2. Generación de tensiones trifásicas.

$$\begin{aligned}
 e_A &= E_0 \operatorname{sen}(\omega t) & \rightarrow \bar{E}_A &= E_0 \underline{0} \\
 e_B &= E_0 \operatorname{sen}(\omega t - 2/3\pi) & \rightarrow \bar{E}_B &= E_0 \underline{-120^\circ} \\
 e_C &= E_0 \operatorname{sen}(\omega t - 4/3\pi) & \rightarrow \bar{E}_C &= E_0 \underline{-240^\circ}
 \end{aligned}$$


---


$$e_A + e_B + e_C = 0 \qquad \bar{E}_A + \bar{E}_B + \bar{E}_C = 0$$



Tensiones de fase en generación o tensiones simples

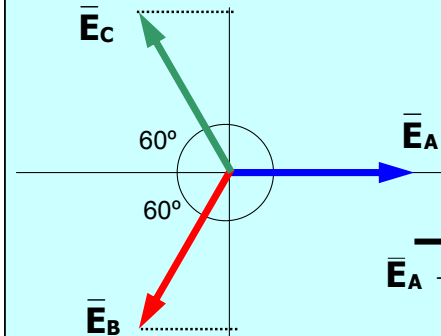
Generador Trifásico: Tres generadores monofasicos

## 8.2. Generación de tensiones trifásicas.

$$\begin{aligned}
 e_A &= E_0 \operatorname{sen}(\omega t) & \rightarrow \bar{E}_A &= E_0 \underline{0} \\
 e_B &= E_0 \operatorname{sen}(\omega t - 2/3\pi) & \rightarrow \bar{E}_B &= E_0 \underline{-120^\circ} \\
 e_C &= E_0 \operatorname{sen}(\omega t - 4/3\pi) & \rightarrow \bar{E}_C &= E_0 \underline{-240^\circ}
 \end{aligned}$$


---


$$e_A + e_B + e_C = 0 \qquad \bar{E}_A + \bar{E}_B + \bar{E}_C = 0$$



$$\begin{aligned}
 \bar{E}_A &= E_0 + 0j \\
 \bar{E}_B &= -0,5 E_0 - 0,866 E_0 j \\
 \bar{E}_C &= -0,5 E_0 + 0,866 E_0 j
 \end{aligned}$$


---

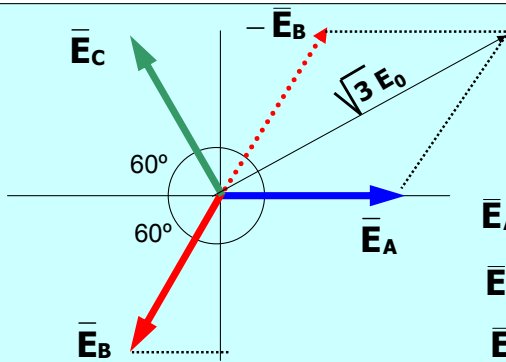

$$\bar{E}_A + \bar{E}_B + \bar{E}_C = 0 + 0j$$

## Operaciones algebraicas útiles en trifásica.

$$\begin{aligned}
 \bar{E}_A &= E_0 \underline{0} = E_0 + 0j \\
 \bar{E}_B &= E_0 \underline{-120^\circ} = -0,5 E_0 - 0,866 E_0 j \\
 \bar{E}_C &= E_0 \underline{120^\circ} = -0,5 E_0 + 0,866 E_0 j
 \end{aligned}$$


---


$$\bar{E}_A + \bar{E}_B + \bar{E}_C = 0$$



$$\bar{E}_A - \bar{E}_B = ?$$

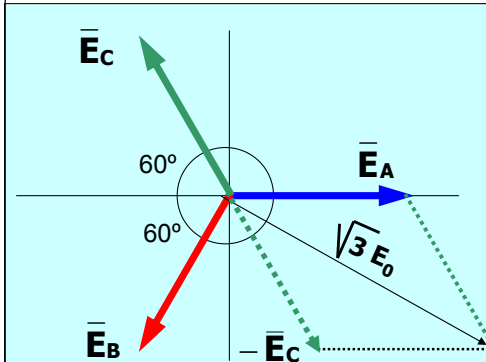
$$\begin{aligned}
 \bar{E}_A - \bar{E}_B &= 1,5 E_0 + \sqrt{3}/2 E_0 j \\
 \bar{E}_A - \bar{E}_B &= \sqrt{3} E_0 (\sqrt{3}/2 + 1/2 j) \\
 \bar{E}_A - \bar{E}_B &= \sqrt{3} E_0 \underline{30^\circ}
 \end{aligned}$$

## Operaciones algebraicas útiles en trifásica.

$$\begin{aligned}
 \bar{E}_A &= E_0 \underline{0} = E_0 + 0j \\
 \bar{E}_B &= E_0 \underline{-120^\circ} = -0,5 E_0 - 0,866 E_0 j \\
 \bar{E}_C &= E_0 \underline{120^\circ} = -0,5 E_0 + 0,866 E_0 j
 \end{aligned}$$


---


$$\bar{E}_A + \bar{E}_B + \bar{E}_C = 0$$

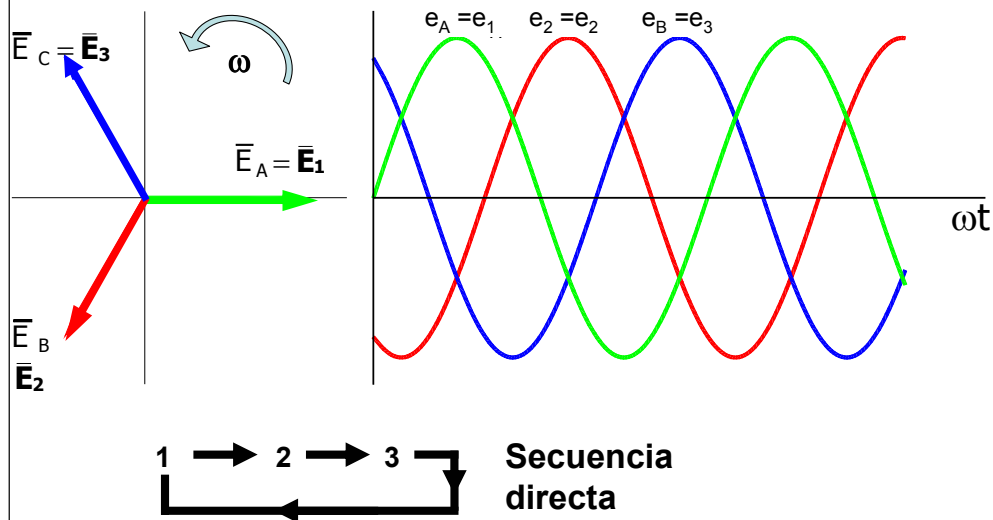


$$\bar{E}_A - \bar{E}_C = ?$$

$$\begin{aligned}
 \bar{E}_A - \bar{E}_C &= 1,5 E_0 - \sqrt{3}/2 E_0 j \\
 \bar{E}_A - \bar{E}_C &= \sqrt{3} E_0 (\sqrt{3}/2 - 1/2 j) \\
 \bar{E}_A - \bar{E}_C &= \sqrt{3} E_0 \underline{-30^\circ}
 \end{aligned}$$

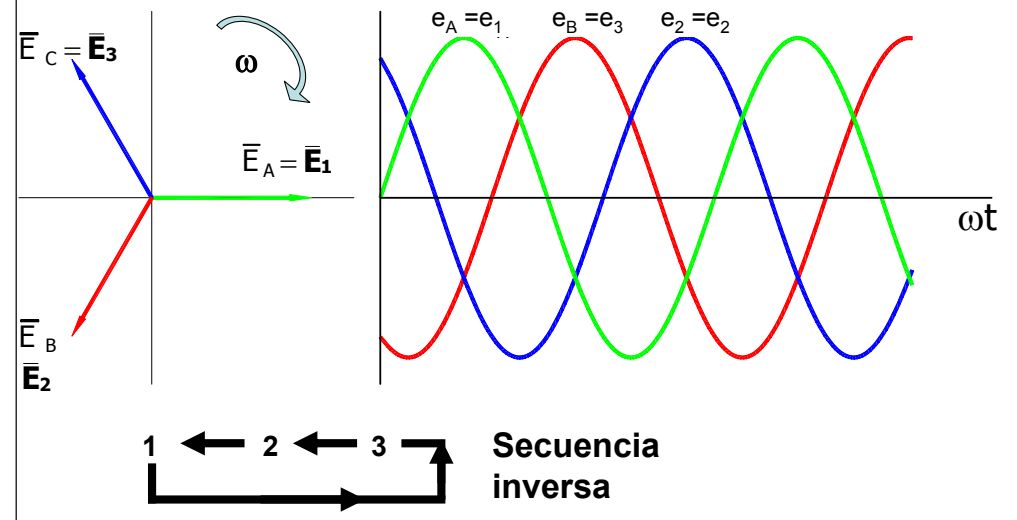
## Secuencia de fases

Fijado un origen de fases (fase 1), La **SECUENCIA DE FASE** es el orden en el que se suceden los valores máximos de las tensiones restantes de cada una de las fases de un generador trifásico

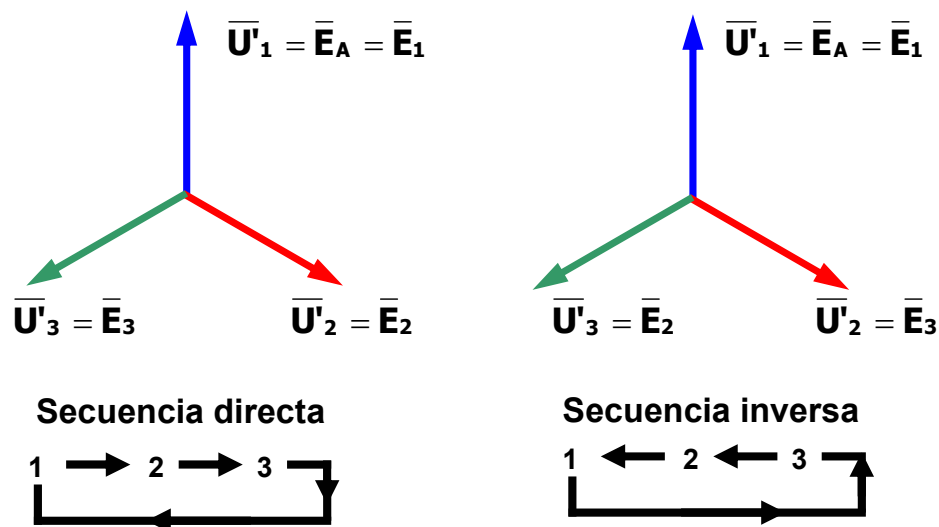


## Secuencia de fases

Fijado un origen de fases (fase 1), La **SECUENCIA DE FASE** es el orden en el que se suceden los valores máximos de las tensiones restantes de cada una de las fases de un generador trifásico

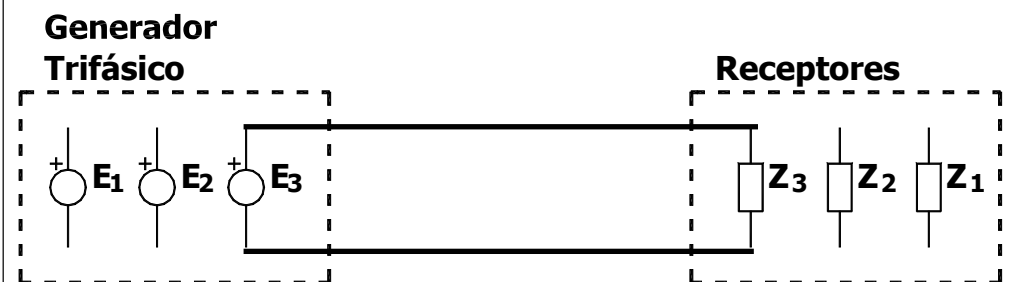


## 8.2. Generación de tensiones trifásicas.



Por convenio se adoptaran para las tensiones de fase las representadas en los esquemas de arriba

## Conexión de receptores a un sistema trifásico.



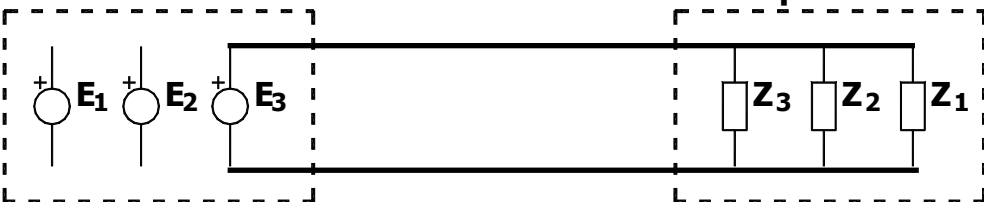
$$\bar{U}'_1 = \bar{E}_1 = U_F \angle 90^\circ$$

$$\bar{U}'_2 = \bar{E}_2 = U_F \angle -30^\circ$$

$$\bar{U}'_3 = \bar{E}_3 = U_F \angle -150^\circ$$

### Conexión de receptores a un sistema trifásico.

Generador Trifásico



Receptores

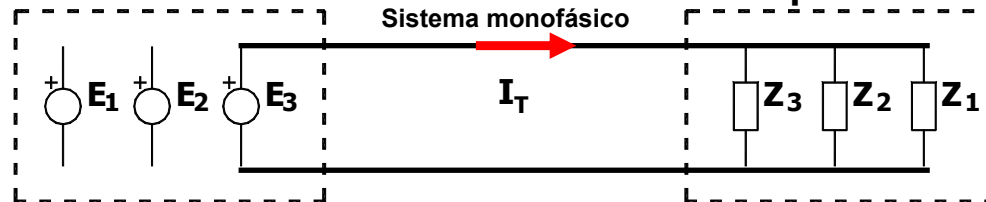
$$\bar{U}'_1 = \bar{E}_1 = U_F \angle 90^\circ$$

$$\bar{U}'_2 = \bar{E}_2 = U_F \angle -30^\circ$$

$$\bar{U}'_3 = \bar{E}_3 = U_F \angle -150^\circ$$

### Conexión de receptores a un sistema trifásico.

Generador Trifásico



Receptores

$$\bar{U}'_1 = \bar{E}_1 = U_F \angle 90^\circ$$

$$\bar{U}'_2 = \bar{E}_2 = U_F \angle -30^\circ$$

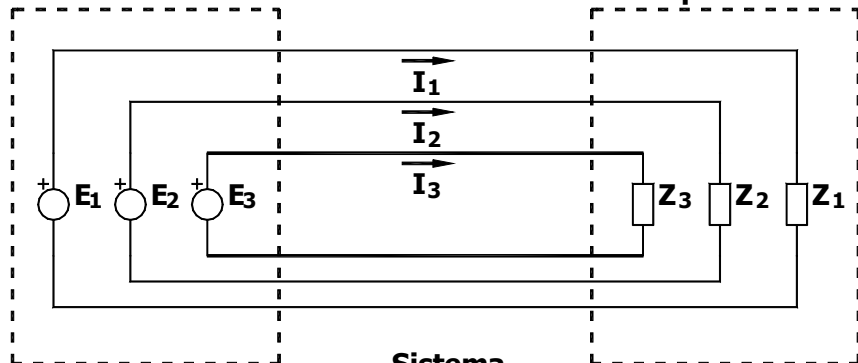
$$\bar{U}'_3 = \bar{E}_3 = U_F \angle -150^\circ$$

$$\vec{I}_T = \vec{I}_{Z1} + \vec{I}_{Z2} + \vec{I}_{Z3}$$

$$\bar{I}_T = \frac{\bar{U}'_3}{\bar{Z}_1} + \frac{\bar{U}'_3}{\bar{Z}_2} + \frac{\bar{U}'_3}{\bar{Z}_3}$$

### Conexión de receptores a un sistema trifásico.

Generador



Receptores

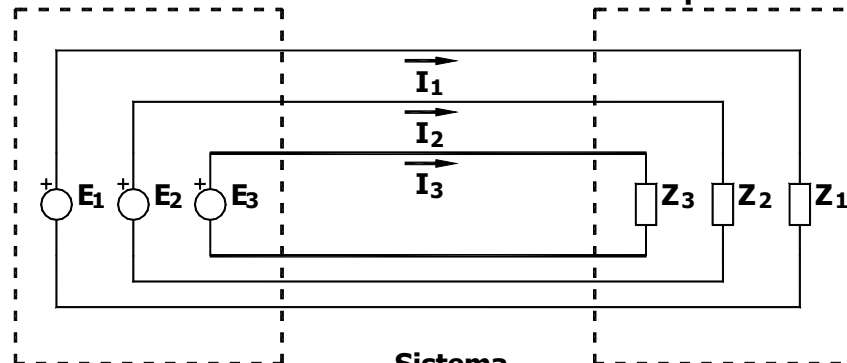
Generador

Sistema Trifásico

Receptores

### Conexión de receptores a un sistema trifásico.

Generador



Receptores

Generador

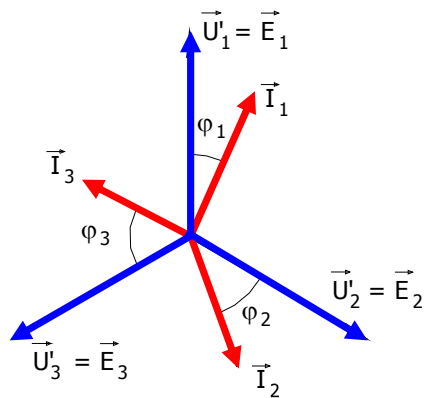
Sistema Trifásico

Receptores

Si  $\bar{Z}_1 = \bar{Z}_2 = \bar{Z}_3 = Z \angle \varphi$  Sistema equilibrado

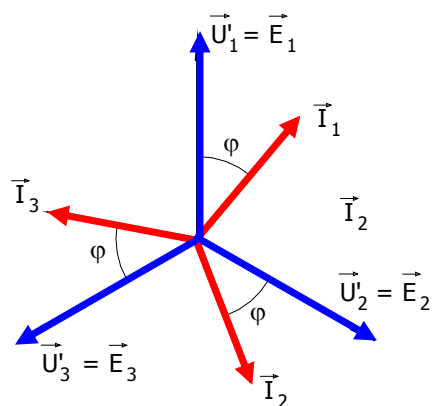
Si  $\bar{Z}_1 \neq \bar{Z}_2 \neq \bar{Z}_3$  Sistema desequilibrado

### Conexión de receptores a un sistema trifásico.



Sistema desequilibrado

$$\bar{Z}_1 \neq \bar{Z}_2 \neq \bar{Z}_3$$



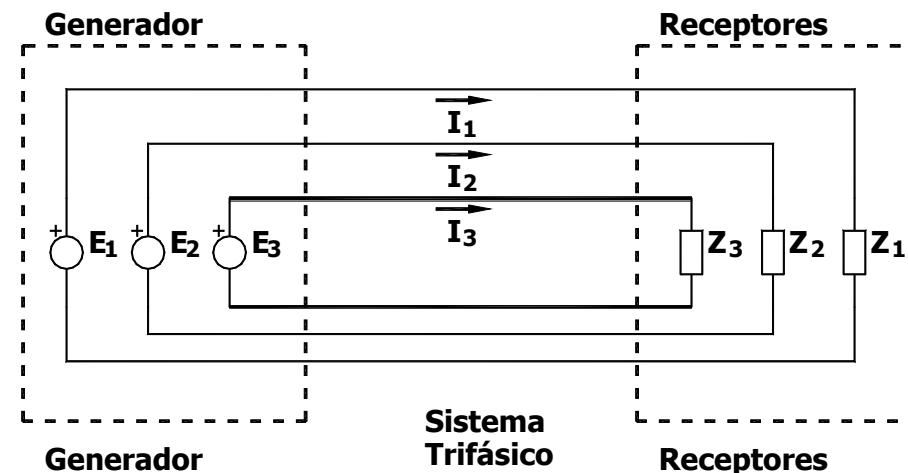
Sistema equilibrado

$$\bar{Z}_1 = \bar{Z}_2 = \bar{Z}_3 = Z \angle \varphi$$

$$|\bar{I}_1| = |\bar{I}_2| = |\bar{I}_3| = U/Z$$

$$\text{Desfasadas } 120^\circ \rightarrow \sum \bar{I}_k = \mathbf{0}$$

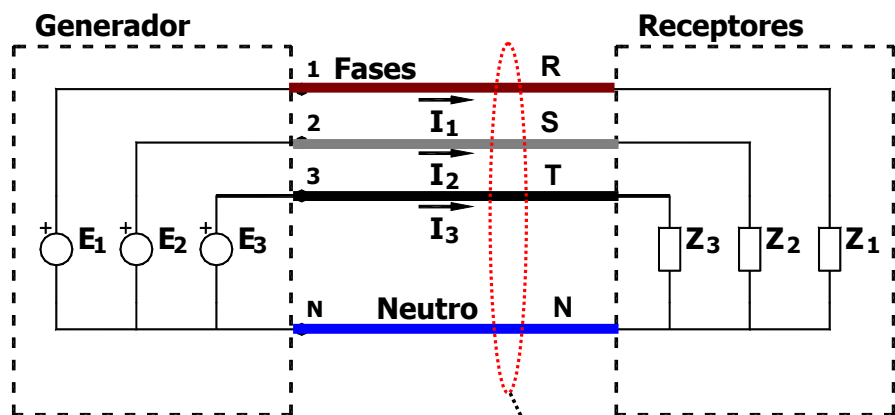
### Procedimiento para eliminar conductores.



Si  $\bar{Z}_1 = \bar{Z}_2 = \bar{Z}_3 = Z \angle \varphi$  Sistema equilibrado

Si  $\bar{Z}_1 \neq \bar{Z}_2 \neq \bar{Z}_3$  Sistema desequilibrado

### Procedimiento para eliminar conductores.

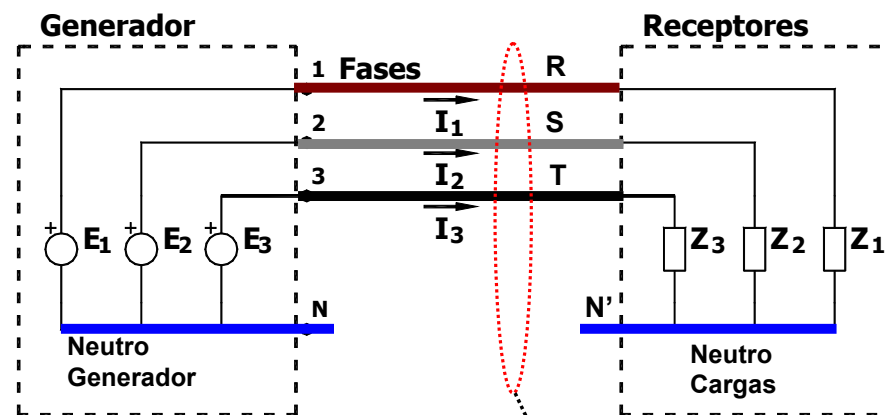


Generador en estrella

3+1 conductores

Conductores de Fase: 1 → R, 2 → S, 3 → T

### Procedimiento para eliminar conductores.

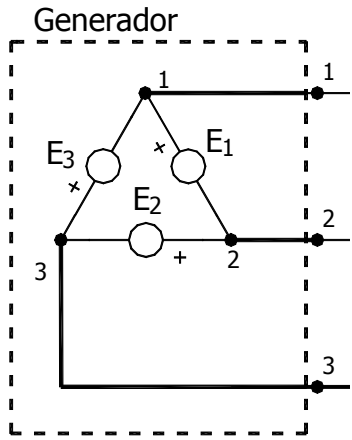


Generador en estrella

3 conductores

Conductores de Fase: 1 → R, 2 → S, 3 → T

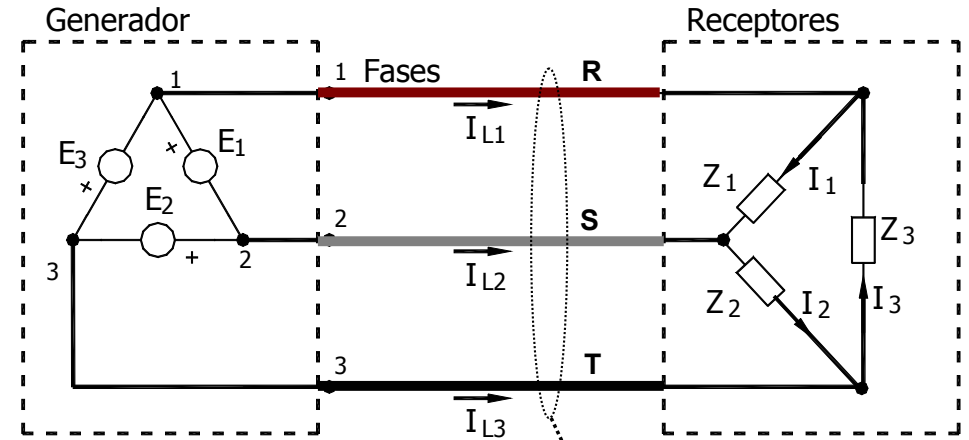
## Procedimiento para eliminar conductores.



Generador en triángulo

Conductores de Fase: 1 → R, 2 → S, 3 → T  
No existe neutro

## Procedimiento para eliminar conductores.

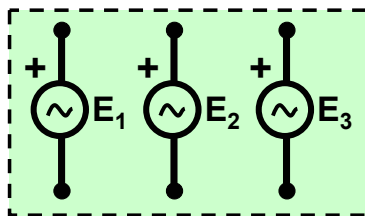


Generador en triángulo

3 conductores

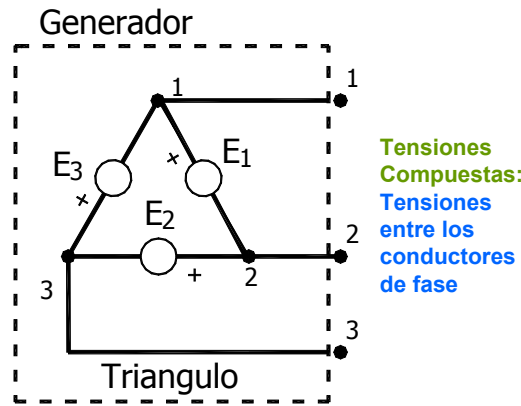
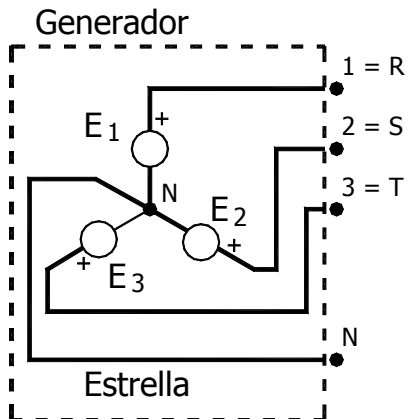
Conductores de Fase: 1 → R, 2 → S, 3 → T  
No existe neutro

## Generador Trifásico Ideal: Configuraciones



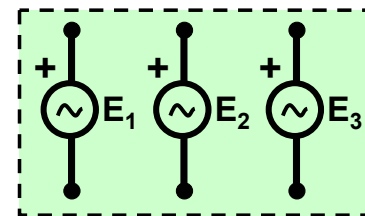
$$\begin{aligned} \bar{U}'_1 &= \bar{E}_1 = U_F \angle 90^\circ \\ \bar{U}'_2 &= \bar{E}_2 = U_F \angle -30^\circ \\ \bar{U}'_3 &= \bar{E}_3 = U_F \angle -150^\circ \end{aligned}$$

Tensiones de fase en generación tensiones simples



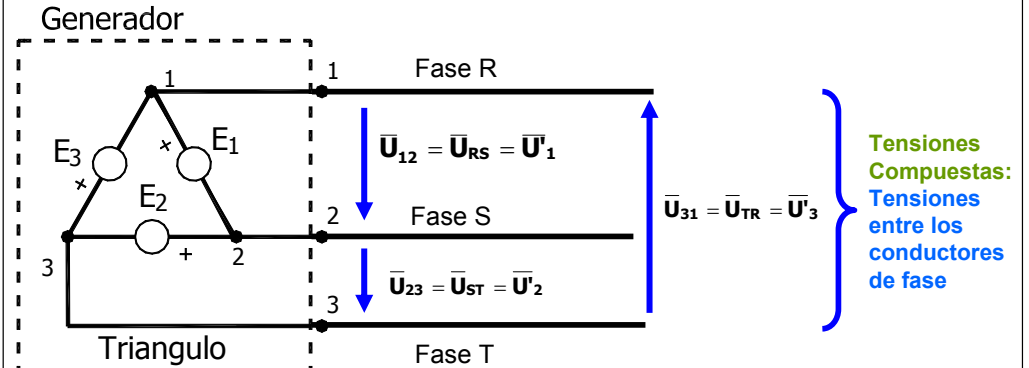
Tensiones Compuestas:  
Tensiones entre los conductores de fase

## Generador Trifásico Ideal: Configuración triángulo



$$\begin{aligned} \bar{U}'_1 &= \bar{E}_1 = U_F \angle 90^\circ \\ \bar{U}'_2 &= \bar{E}_2 = U_F \angle -30^\circ \\ \bar{U}'_3 &= \bar{E}_3 = U_F \angle -150^\circ \end{aligned}$$

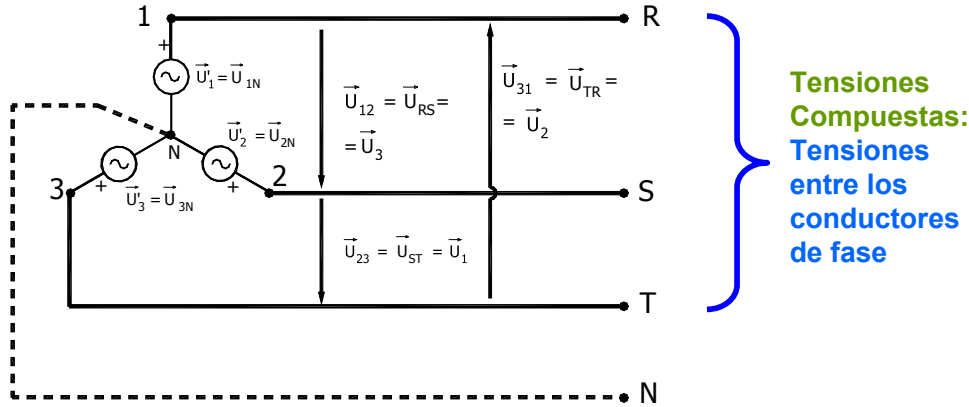
Tensiones de fase en generación o tensiones simples



Tensiones Compuestas:  
Tensiones entre los conductores de fase



## Generador Trifásico Ideal: Configuración estrella



**Tensiones Compuestas:**  
Tensiones entre los conductores de fase

$$\bar{U}'_1 = \bar{U}_{1N} = U_F \angle 90^\circ$$

$$\bar{U}'_2 = \bar{U}_{2N} = U_F \angle -30^\circ$$

$$\bar{U}'_3 = \bar{U}_{3N} = U_F \angle -150^\circ$$

Tensiones simples

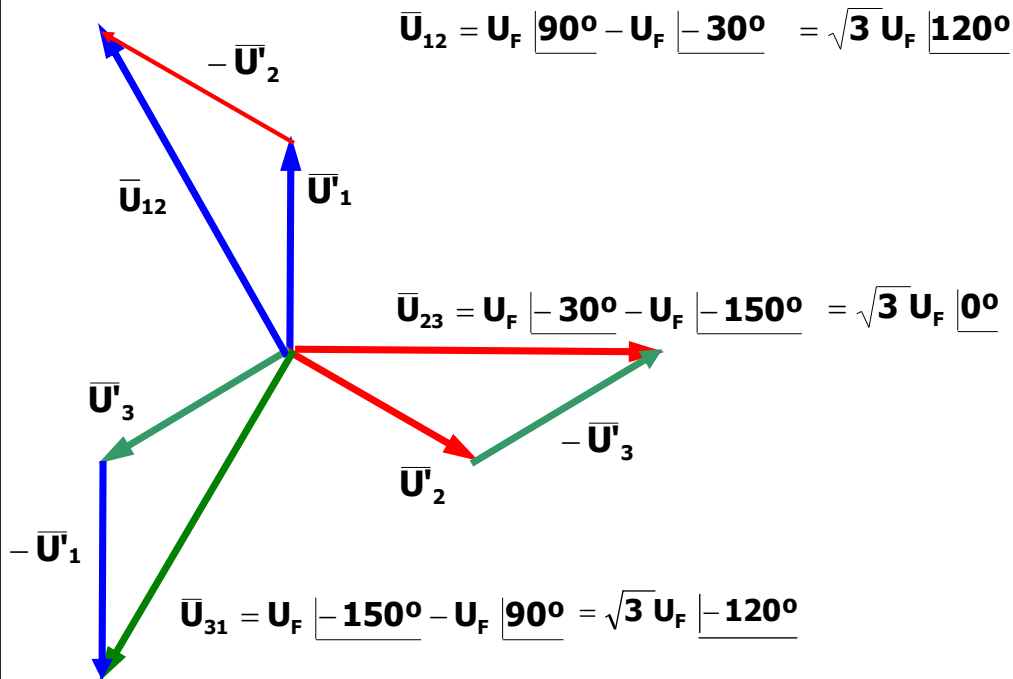
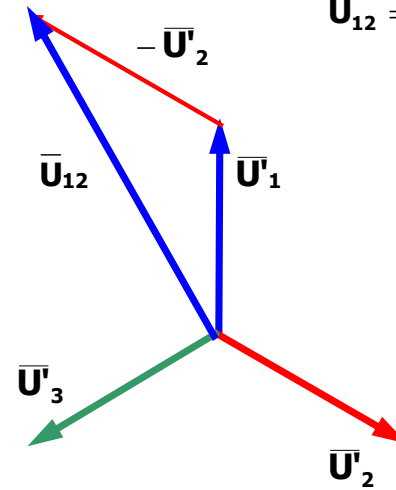
$$\bar{U}_{12} = \bar{U}_{1N} - \bar{U}_{2N} = U_F \angle 90^\circ - U_F \angle -30^\circ$$

$$\bar{U}_{23} = \bar{U}_{2N} - \bar{U}_{3N} = U_F \angle -30^\circ - U_F \angle -150^\circ$$

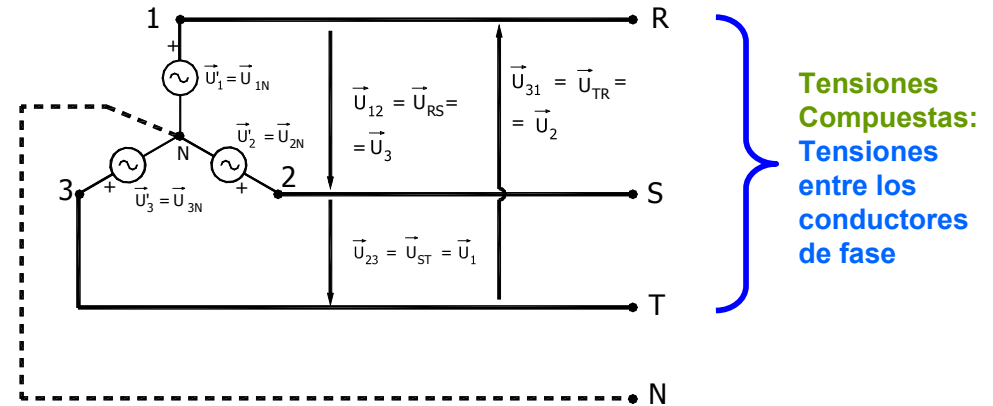
$$\bar{U}_{31} = \bar{U}_{3N} - \bar{U}_{1N} = U_F \angle -150^\circ - U_F \angle 90^\circ$$

Tensiones compuestas

$$\bar{U}_{12} = U_F \angle 90^\circ - U_F \angle -30^\circ = \sqrt{3} U_F \angle 120^\circ$$



## Generador Trifásico Ideal: Configuración estrella



**Tensiones Compuestas:**  
Tensiones entre los conductores de fase

$$\bar{U}'_1 = \bar{E}_1 = U_F \angle 90^\circ$$

$$\bar{U}'_2 = \bar{E}_2 = U_F \angle -30^\circ$$

$$\bar{U}'_3 = \bar{E}_3 = U_F \angle -150^\circ$$

Tensiones simples

$$\bar{U}_{12} = U_L \angle 120^\circ$$

$$\bar{U}_{23} = U_L \angle 0^\circ$$

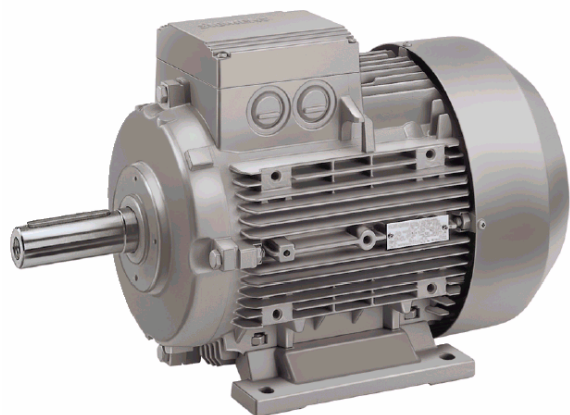
$$\bar{U}_{31} = U_L \angle -120^\circ$$

Tensiones compuestas

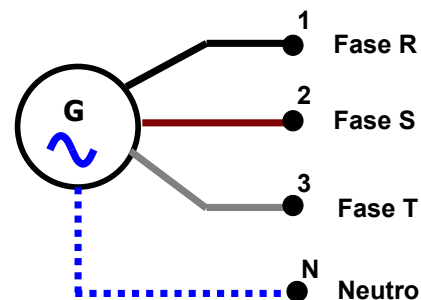
$$U_L = \sqrt{3} U_F$$

Tensión de línea

# Receptores en sistemas trifásicos



## 8.3.- Receptores en los sistemas trifásicos.

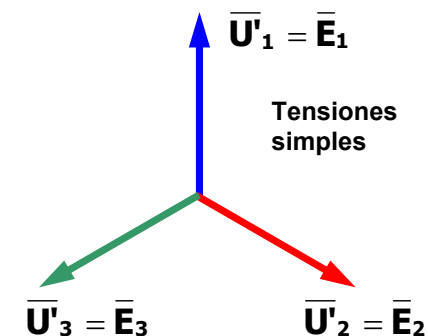


Generador Trifásico (T/E)

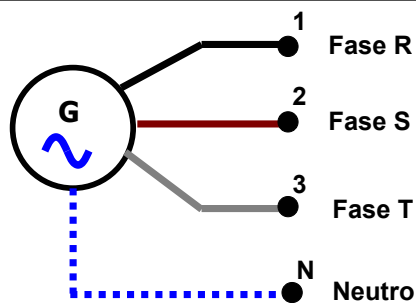
$$\bar{U}'_1 = \bar{U}_{1N} = \bar{E}_1 = U_F \angle 90$$

$$\bar{U}'_2 = \bar{U}_{2N} = \bar{E}_2 = U_F \angle -30$$

$$\bar{U}'_3 = \bar{U}_{3N} = \bar{E}_3 = U_F \angle -150$$



## 8.3.- Receptores en los sistemas trifásicos.

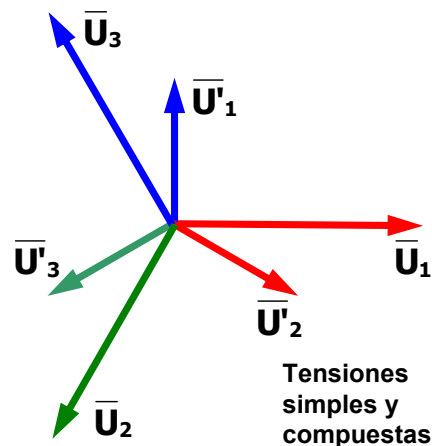


Generador Trifásico (T/E)

$$\bar{U}_1 = \bar{U}_{23} = \bar{U}_{ST} = \sqrt{3}U_F \angle 0$$

$$\bar{U}_2 = \bar{U}_{31} = \bar{U}_{TR} = \sqrt{3}U_F \angle -120$$

$$\bar{U}_3 = \bar{U}_{12} = \bar{U}_{RS} = \sqrt{3}U_F \angle -240$$



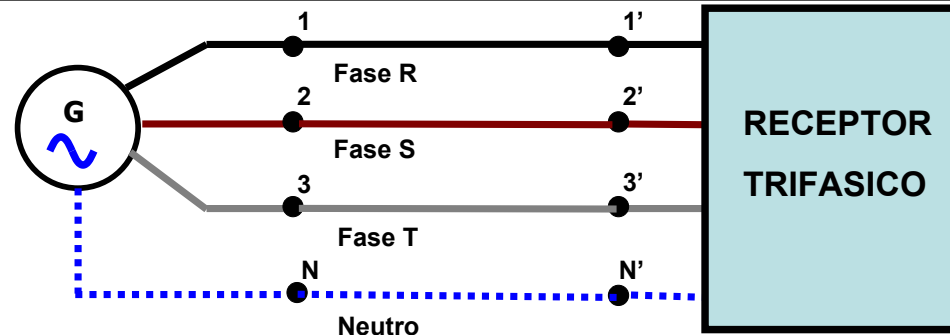
$$U_L = \sqrt{3}U_F$$

$$400/230 \rightarrow U_L = 400 \text{ V}, U_F = 230 \text{ V}$$

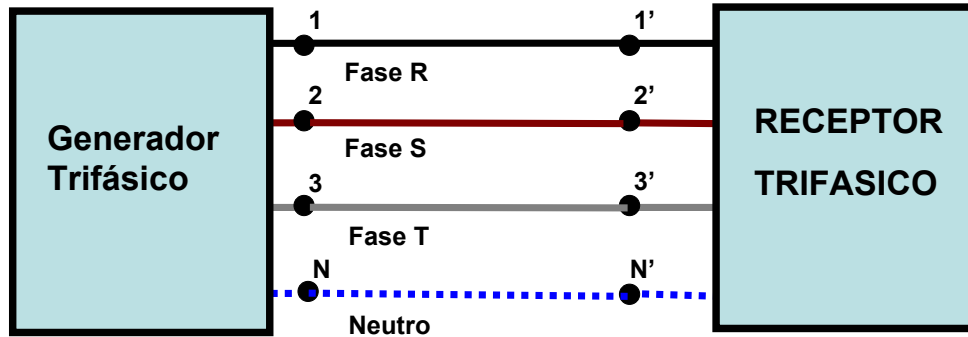
$$380/220 \rightarrow U_L = 380 \text{ V}, U_F = 220 \text{ V}$$

$$220/127 \rightarrow U_L = 220 \text{ V}, U_F = 127 \text{ V}$$

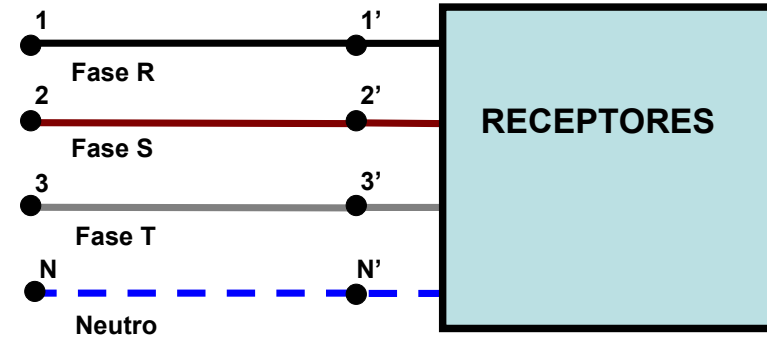
## 8.3.- Receptores en los sistemas trifásicos.



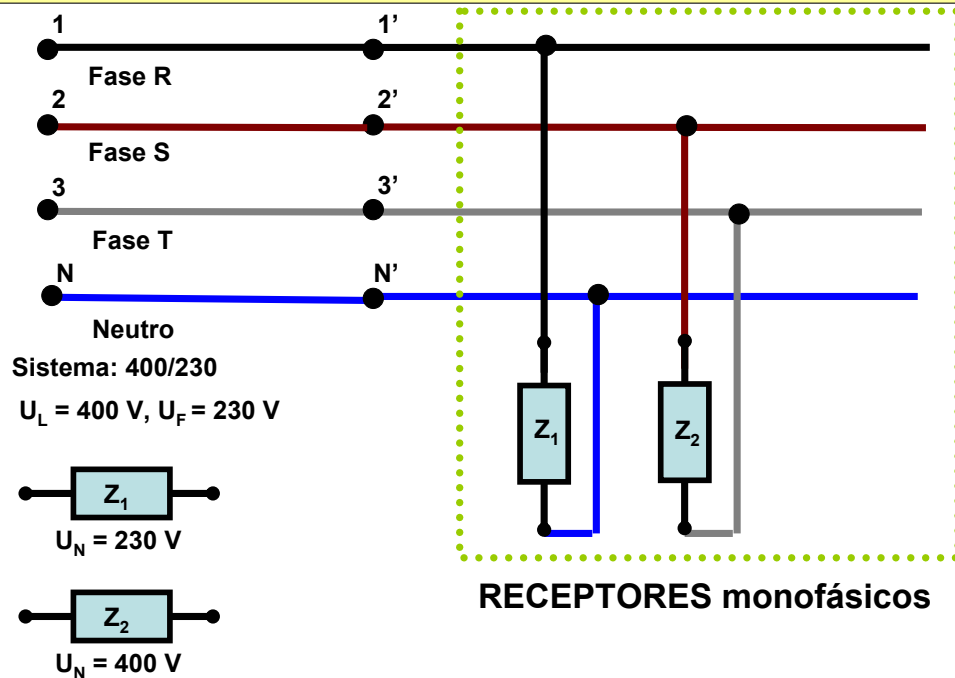
### 8.3.- Receptores en los sistemas trifásicos.



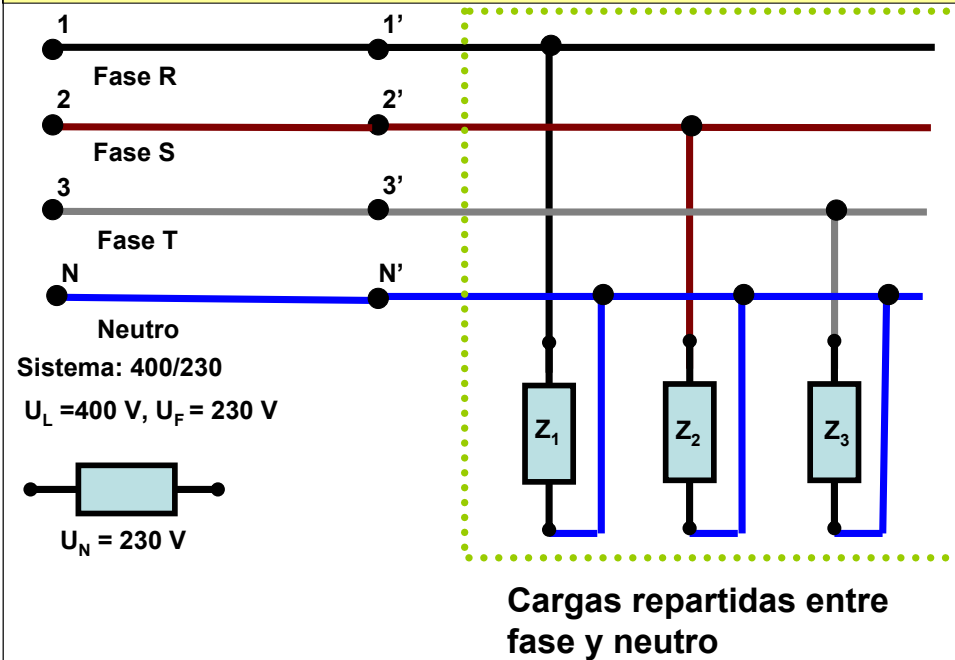
### 8.3.- Receptores en los sistemas trifásicos.



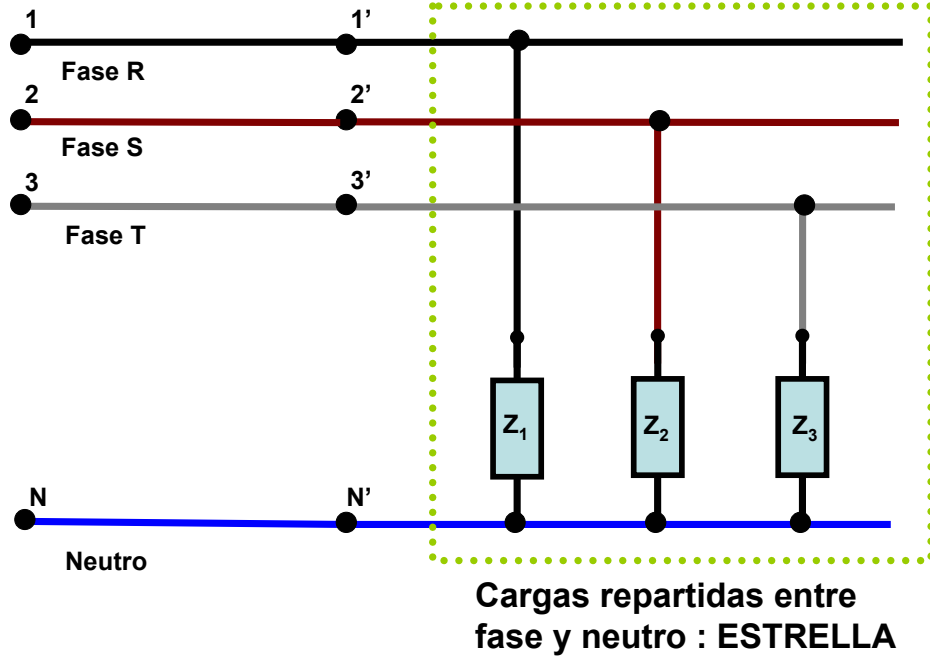
### 8.3.- Receptores en los sistemas trifásicos.



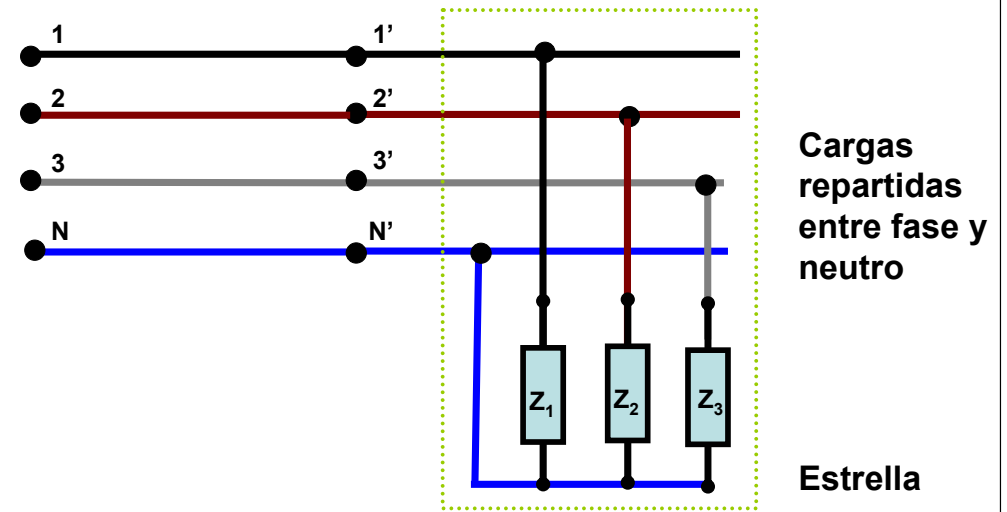
### 8.3.- Receptores en los sistemas trifásicos.



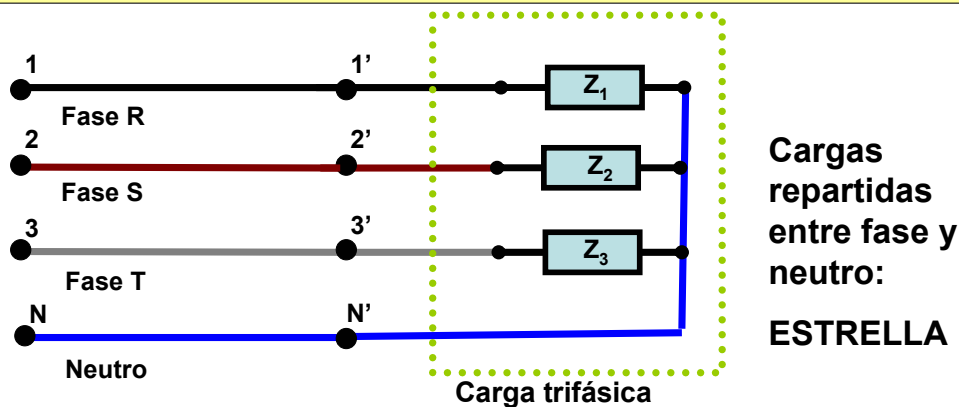
### 8.3.- Receptores en los sistemas trifásicos.



### 8.3.- Receptores en los sistemas trifásicos.



### 8.3.- Receptores en los sistemas trifásicos.



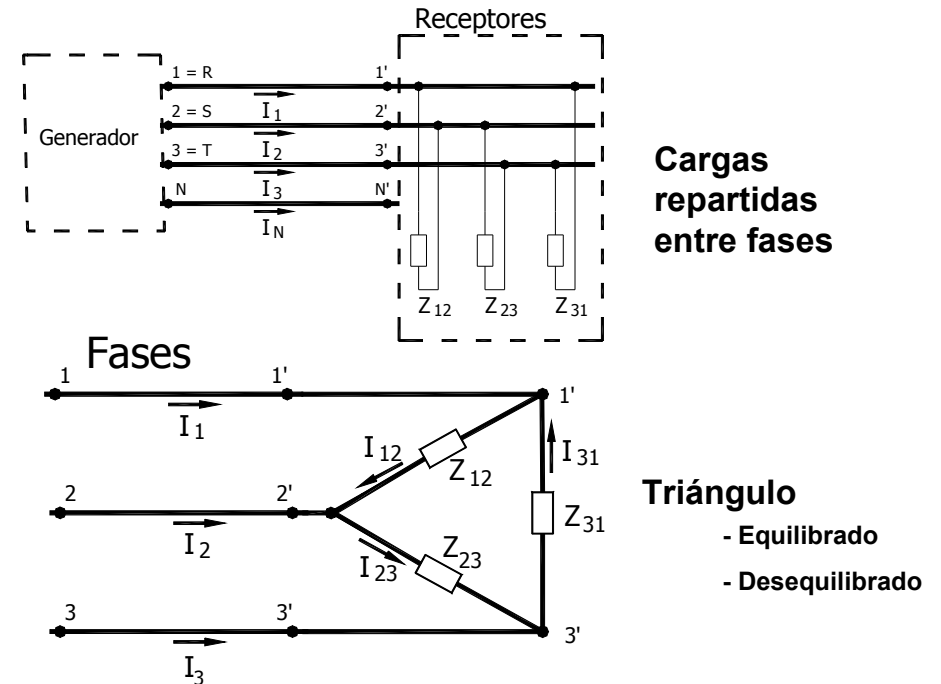
Si  $\bar{Z}_1 = \bar{Z}_2 = \bar{Z}_3 = Z \angle \varphi$  Estrella equilibrada

- Con neutro
- Sin neutro

Si  $\bar{Z}_1 \neq \bar{Z}_2 \neq \bar{Z}_3$  Estrella Desequilibrada

- Con neutro
- Sin neutro

### 8.3.- Receptores en los sistemas trifásicos.

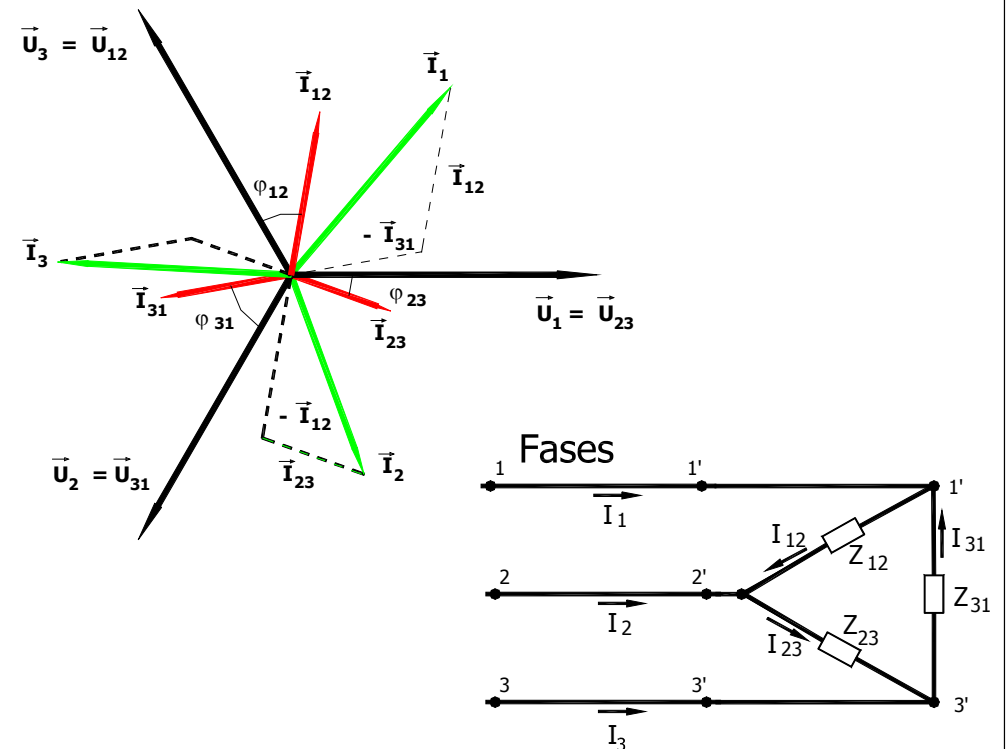
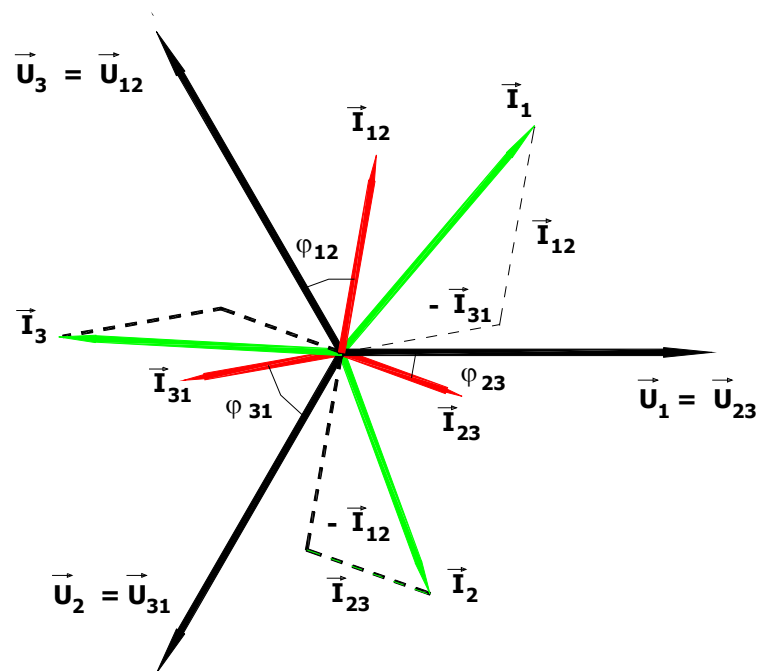
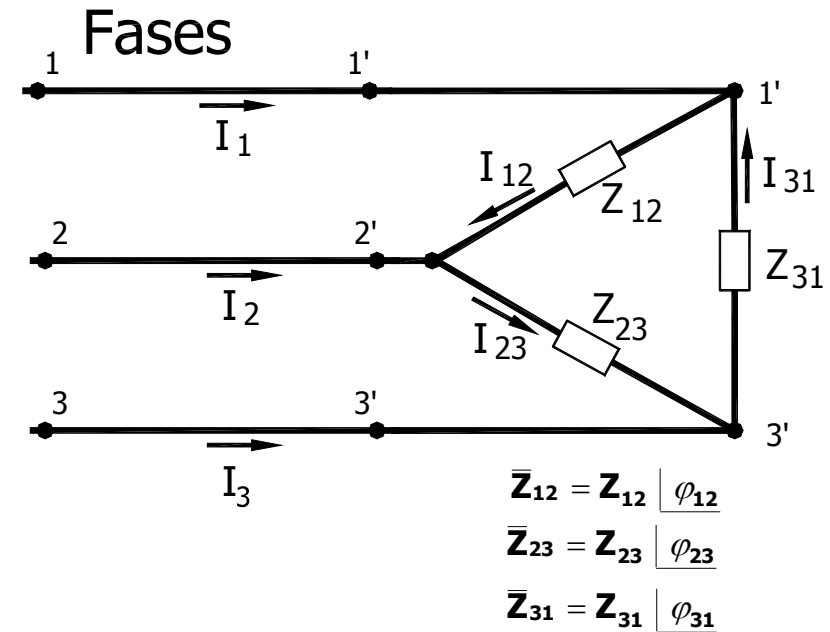


### 8.3.- Receptores en los sistemas trifásicos.

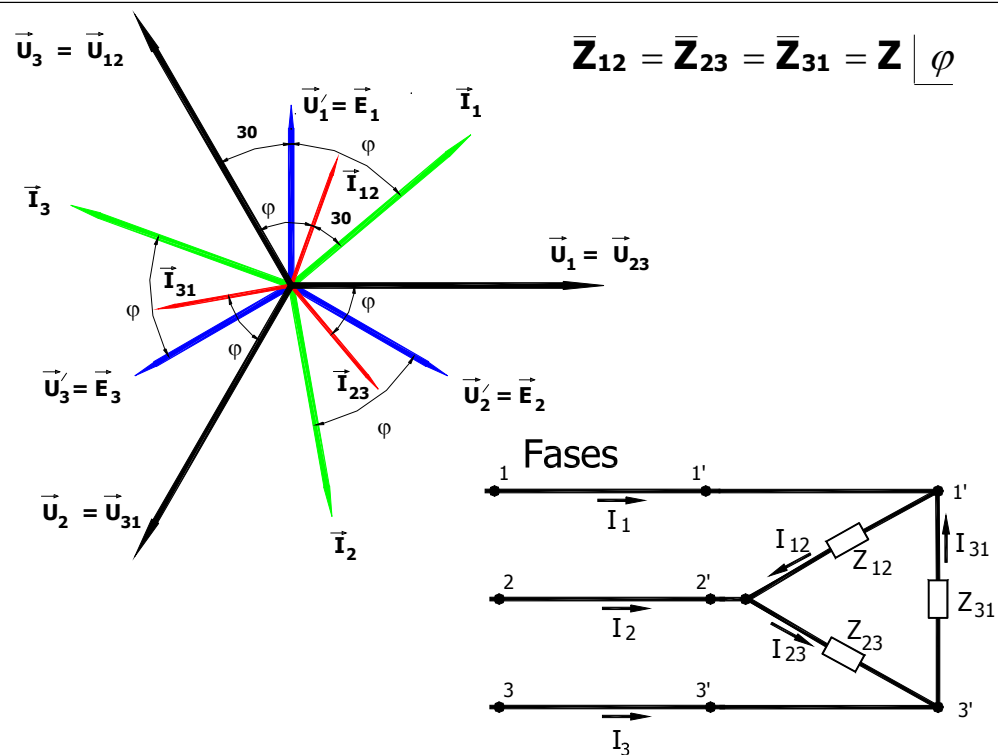
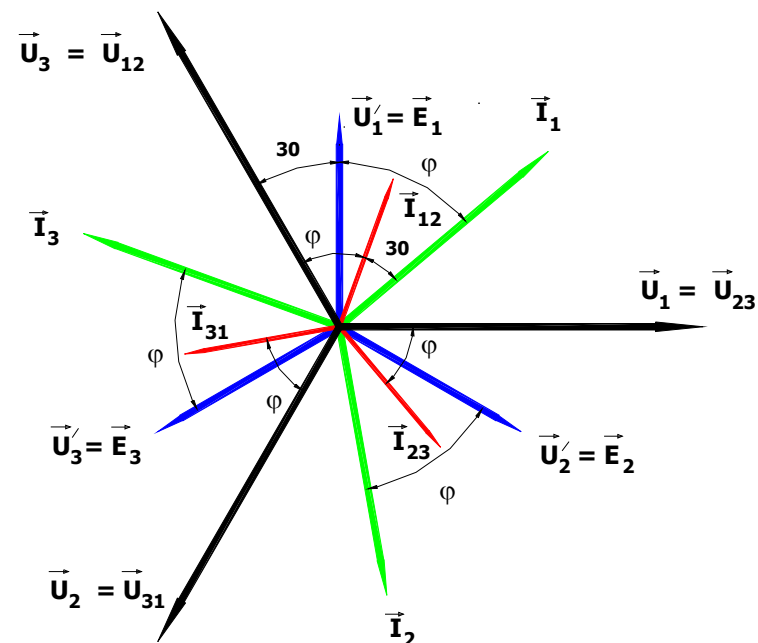
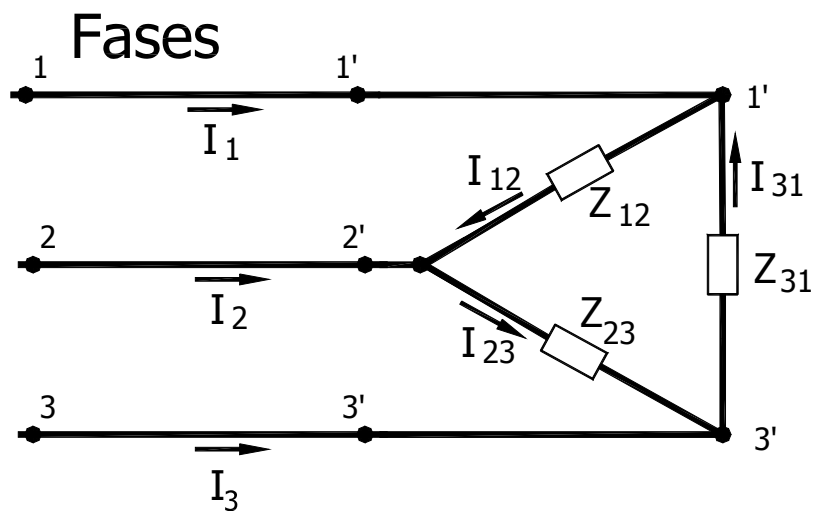
#### RECEPTORES TRIFÁSICOS:

- 1.- Receptor desequilibrado en Triángulo.
- 2.- Receptor equilibrado en Triángulo.
- 3.- Receptor equilibrado en Estrella con neutro.
- 4.- Receptor equilibrado en Estrella sin neutro.
- 5.- Receptor desequilibrado en Estrella con neutro.
- 6.- Receptor desequilibrado en Estrella sin neutro.

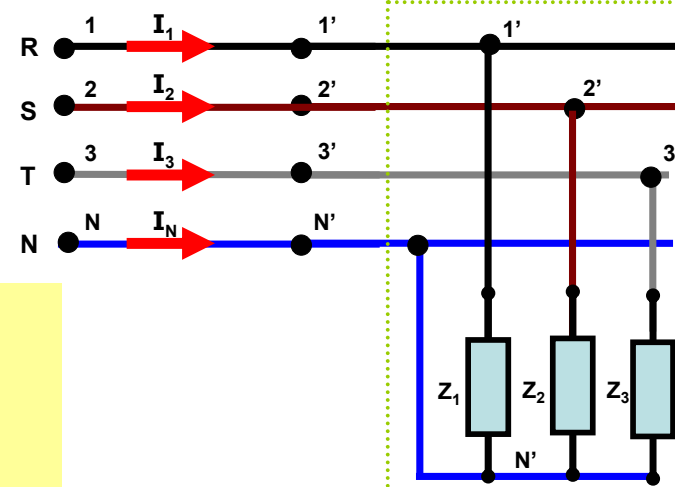
### 1.- Triángulo desequilibrado: $\bar{Z}_{12} \neq \bar{Z}_{23} \neq \bar{Z}_{31}$



## 2.- Triangulo equilibrado: $\bar{Z}_{12} = \bar{Z}_{23} = \bar{Z}_{31} = \bar{Z} \angle \varphi$



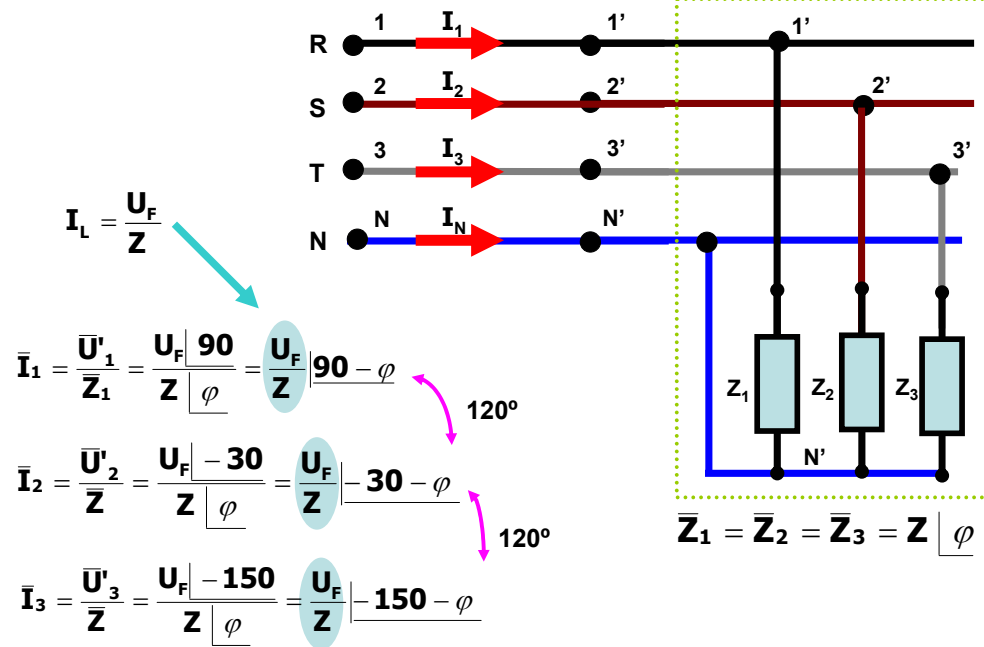
## 3.- Estrella equilibrada con neutro



$I_1 = ?$   
 $I_2 = ?$   
 $I_3 = ?$   
 $I_N = ?$

$\bar{Z}_1 = \bar{Z}_2 = \bar{Z}_3 = \bar{Z} \angle \varphi$

### 3.- Estrella equilibrada con neutro



### 3.- Estrella equilibrada con neutro

Sistema equilibrado:  $\bar{Z}_1 = \bar{Z}_2 = \bar{Z}_3 = Z \angle \varphi$

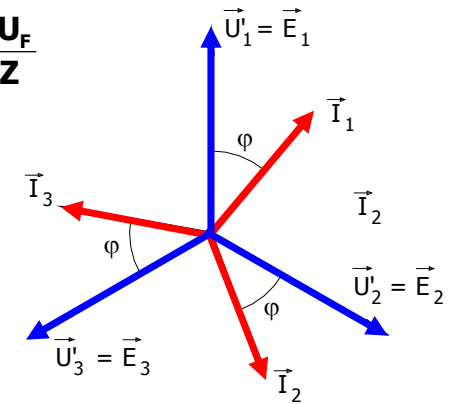
$$|\bar{I}_1| = |\bar{I}_2| = |\bar{I}_3| = U_F / Z \longrightarrow I_L = \frac{U_F}{Z}$$

Desfasadas  $120^\circ \rightarrow \sum \bar{I}_K = 0$

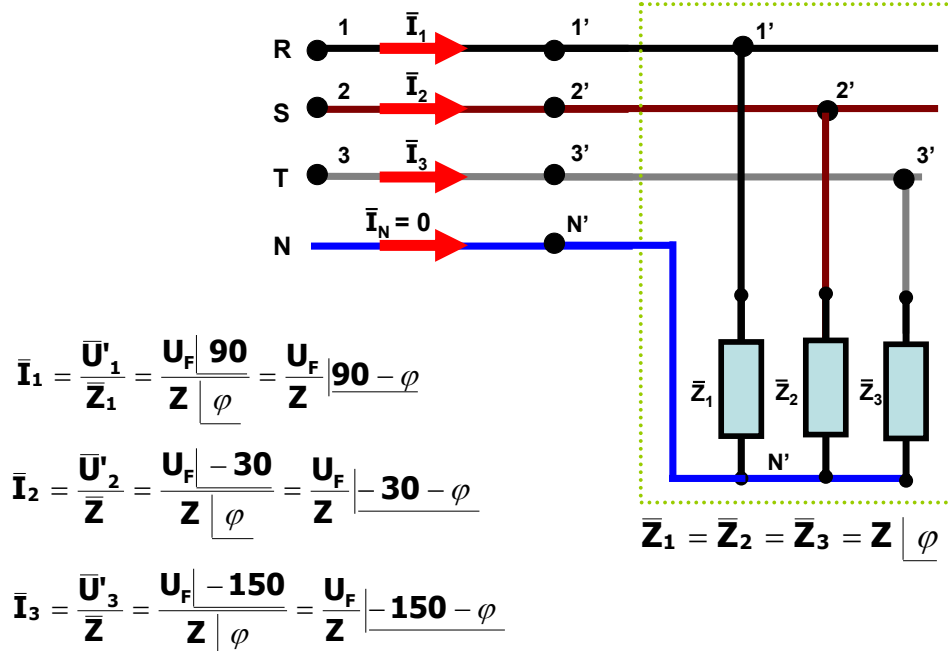
$$\bar{I}_N = 0$$

$$U_{N'N} = V_{N'} - V_N = 0$$

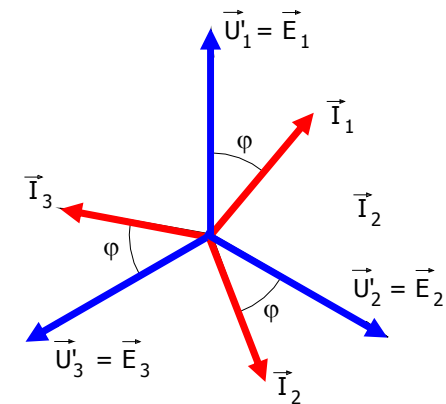
Desplazamiento del neutro



### 4.- Estrella equilibrada sin neutro



### 4.- Estrella equilibrada sin neutro



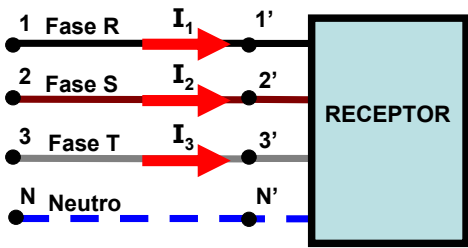
Sistema equilibrado

$$\bar{Z}_1 = \bar{Z}_2 = \bar{Z}_3 = Z \angle \varphi$$

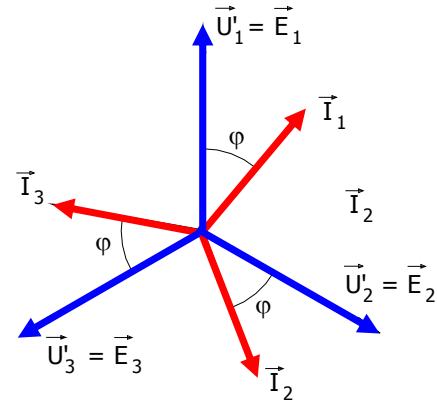
$$|\bar{I}_1| = |\bar{I}_2| = |\bar{I}_3| = U / Z$$

Desfasadas  $120^\circ \rightarrow \sum \bar{I}_K = 0$

Si  $\bar{Z}_1 = \bar{Z}_2 = \bar{Z}_3 = Z \quad \varphi$  Sistema equilibrado en intensidades



- Estrella con N.
- Estrella sin N.
- Triángulo



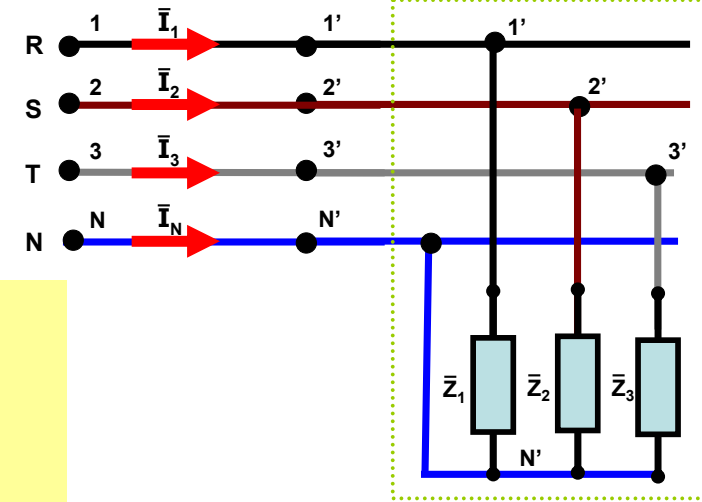
- Estrella con N. }  $|\bar{I}_1| = |\bar{I}_2| = |\bar{I}_3| = U_F / Z$   
 - Estrella sin N. }

- Triángulo  $\Rightarrow |\bar{I}_1| = |\bar{I}_2| = |\bar{I}_3| = \sqrt{3}U_L / Z$

Desfasadas 120°  $\rightarrow \sum \bar{I}_K = 0$

Sistema equilibrado en intensidades

5.- Estrella desequilibrada con neutro



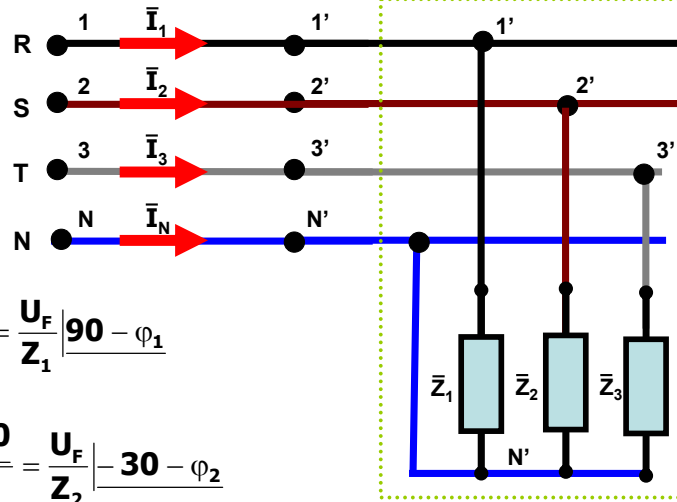
$I_1 = ?$

$I_2 = ?$

$I_3 = ?$

$I_N = ?$

5.- Estrella desequilibrada con neutro

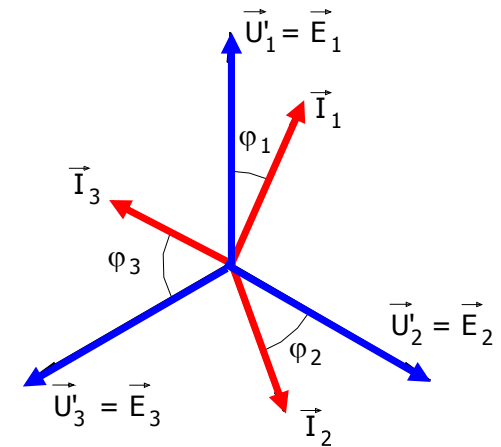


$$\bar{I}_1 = \frac{\bar{U}'_1}{Z_1} = \frac{U_F \angle 90}{Z_1 \angle \varphi_1} = \frac{U_F}{Z_1} \angle 90 - \varphi_1$$

$$\bar{I}_2 = \frac{\bar{U}'_2}{Z_2} = \frac{U_F \angle -30}{Z_2 \angle \varphi_2} = \frac{U_F}{Z_2} \angle -30 - \varphi_2$$

$$\bar{I}_3 = \frac{\bar{U}'_3}{Z_3} = \frac{U_F \angle -150}{Z_3 \angle \varphi_3} = \frac{U_F}{Z_3} \angle -150 - \varphi_3$$

5.- Estrella desequilibrada con neutro

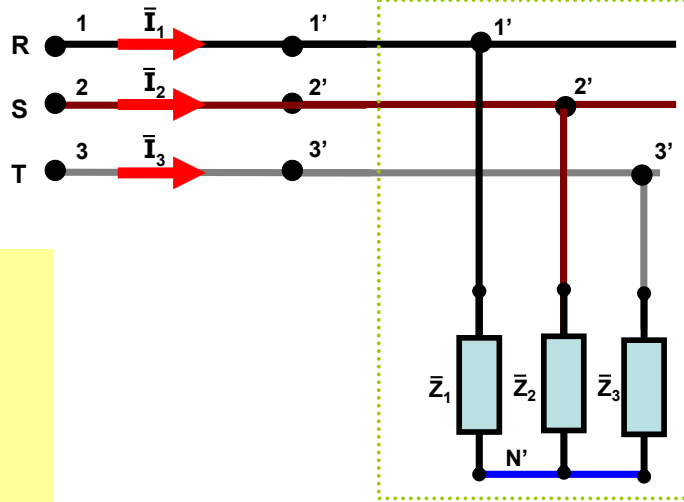


Sistema desequilibrado

$\bar{Z}_1 \neq \bar{Z}_2 \neq \bar{Z}_3$



## 6.- Estrella desequilibrada sin neutro

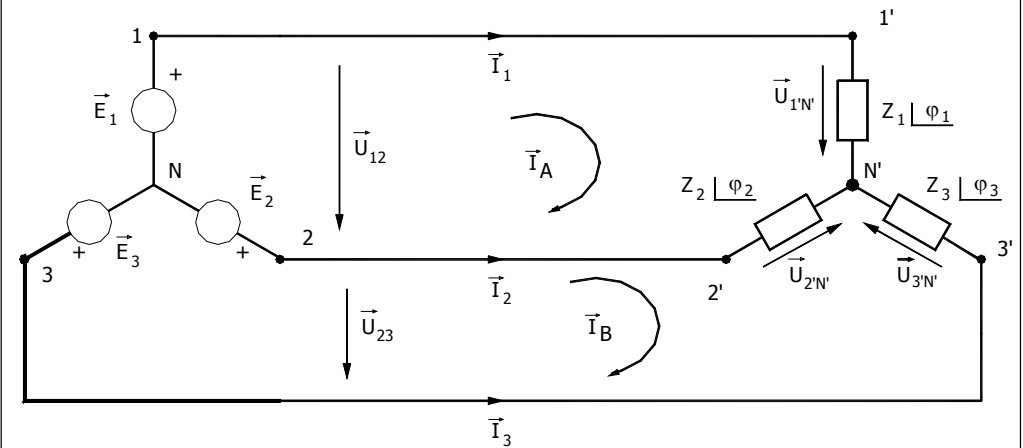


$$I_1 = ?$$

$$I_2 = ?$$

$$I_3 = ?$$

## 6.- Estrella desequilibrada sin neutro



Hay un desplazamiento del neutro

## Índice

8.1.- Ventajas de los sistemas trifásicos.

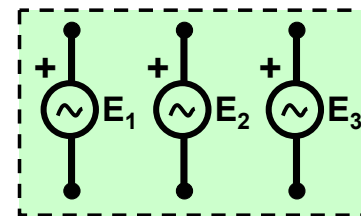
8.2.- Generación de tensiones trifásicas.

8.3.- Receptores en los sistemas trifásicos.  
Equilibrados y desequilibrados.

8.4.- Fuentes trifásicas reales.

8.5.- Estudio generalizado de los sistemas trifásicos.

## Generador Trifásico Ideal: Configuraciones

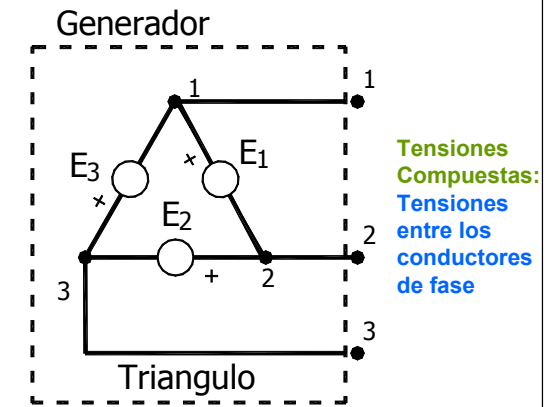
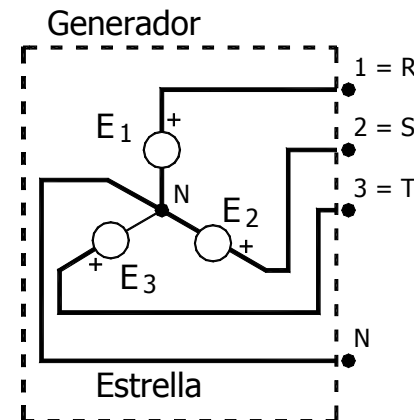


$$\bar{U}'_1 = \bar{E}_1 = U_F \angle 90^\circ$$

$$\bar{U}'_2 = \bar{E}_2 = U_F \angle -30^\circ$$

$$\bar{U}'_3 = \bar{E}_3 = U_F \angle -150^\circ$$

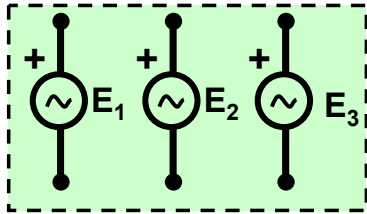
Tensiones de fase en generación tensiones simples



Tensiones Compuestas: Tensiones entre los conductores de fase

### 8.4.- Fuentes trifásicas reales.

#### Generador Trifásico ideal



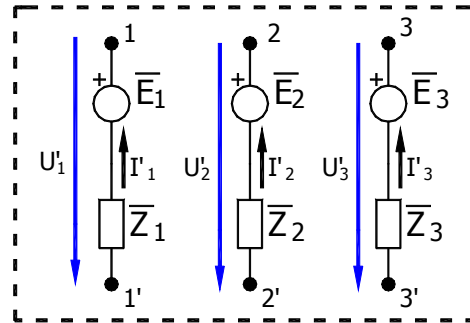
Sistema equilibrado en tensiones

$$\bar{U}'_1 = \bar{E}_1 = U_F \angle 90$$

$$\bar{U}'_2 = \bar{E}_2 = U_F \angle -30$$

$$\bar{U}'_3 = \bar{E}_3 = U_F \angle -150$$

#### Generador Trifásico Real



$U'_1?$   
 $U'_2?$   
 $U'_3?$

**¿ ?** Sistema equilibrado en tensiones

### 8.4.- Fuentes trifásicas reales.

Normalmente:

$$|\bar{E}_1| = |\bar{E}_2| = |\bar{E}_3|$$

Desfasadas 120°

$$\text{y } |\bar{Z}_1| = |\bar{Z}_2| = |\bar{Z}_3|$$

Por lo que:

$$\bar{U}'_1 = \bar{U}'_{11'} = \bar{E}'_1 - \bar{I}'_1 \bar{Z}_1$$

$$\bar{U}'_2 = \bar{U}'_{22'} = \bar{E}'_2 - \bar{I}'_2 \bar{Z}_2$$

$$\bar{U}'_3 = \bar{U}'_{33'} = \bar{E}'_3 - \bar{I}'_3 \bar{Z}_3$$

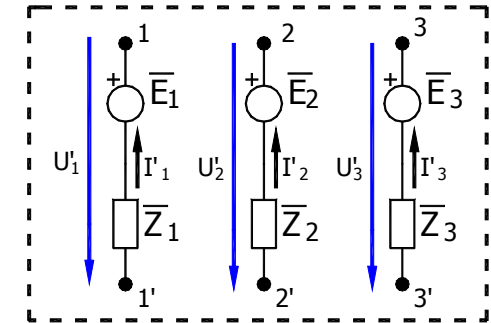
Si las intensidades forman un sistema equilibrado:  $|\bar{U}'_1| = |\bar{U}'_2| = |\bar{U}'_3|$

$$\bar{U}'_1 = U_F \angle 90$$

$$\bar{U}'_2 = U_F \angle -30$$

$$\bar{U}'_3 = U_F \angle -150$$

#### Generador Trifásico Real

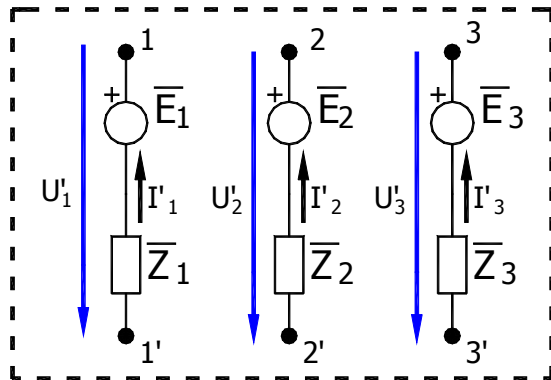


Desfasadas 120°

**Sistema equilibrado en tensiones**

### 8.4.- Fuentes trifásicas reales.

#### Generador Trifásico Real

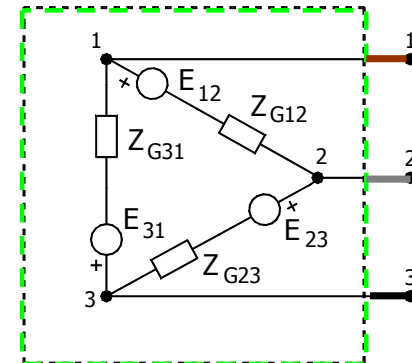


**¿Tipos de conexión?**

- Estrella con neutro
- Estrella sin neutro
- Triángulo

### 8.4.- Fuentes trifásicas reales.

#### Generador Trifásico en Triángulo



Fase R

Fase S

Fase T

$\bar{U}_{12}$   
 $\bar{U}_{23}$   
 $\bar{U}_{31}$

**Tensiones Compuestas: Tensiones entre los conductores de línea**

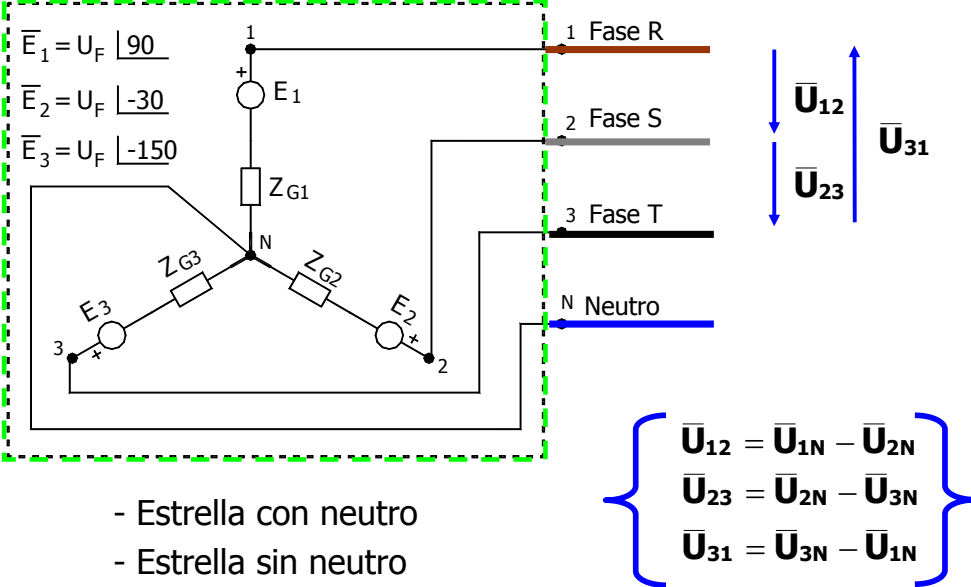
$$\bar{U}_{12} = \bar{E}'_1 - \bar{I}'_1 \bar{Z}_1 = \bar{U}'_1$$

$$\bar{U}_{23} = \bar{E}'_2 - \bar{I}'_2 \bar{Z}_2 = \bar{U}'_2$$

$$\bar{U}_{31} = \bar{E}'_3 - \bar{I}'_3 \bar{Z}_3 = \bar{U}'_3$$

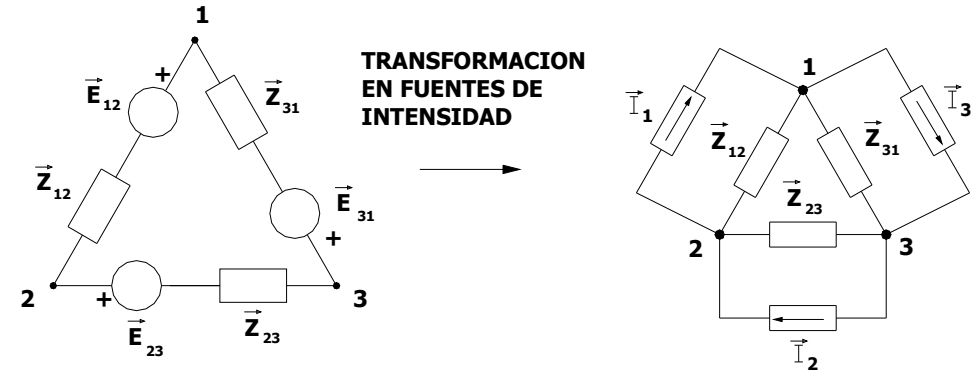
## 8.4.- Fuentes trifásicas reales.

Generador Trifásico en Estrella CON Neutro



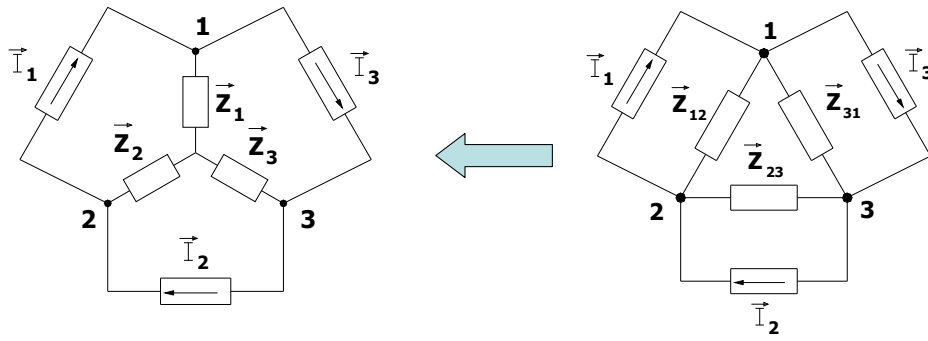
## 8.4.1- Conversión de fuentes trifásicas reales.

### Conversión Triángulo-Estrella.



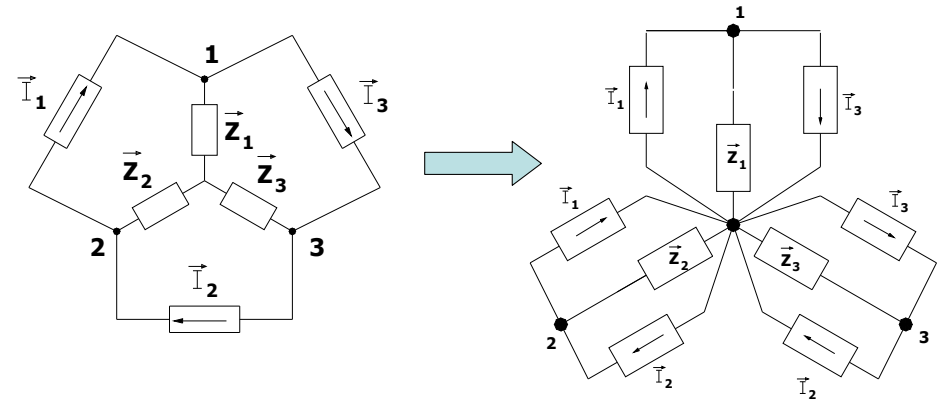
## 8.4.1- Conversión de fuentes trifásicas reales.

### Conversión Triángulo-Estrella.



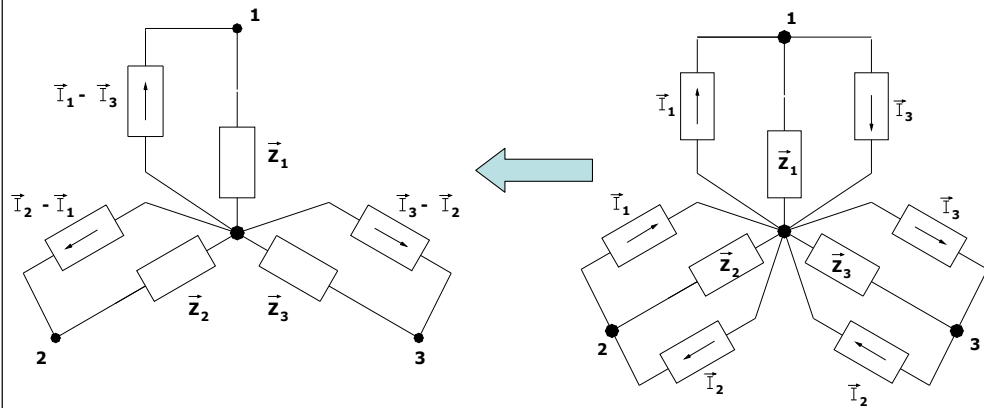
## 8.4.1- Conversión de fuentes trifásicas reales.

### Conversión Triángulo-Estrella.



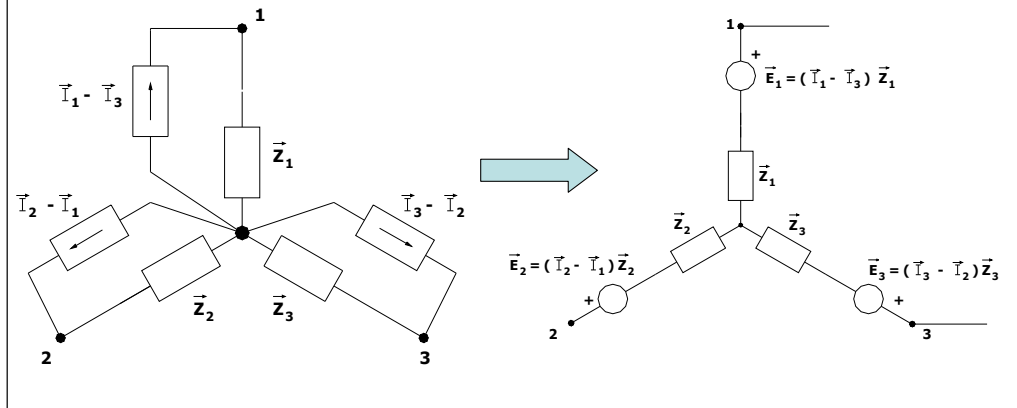
### 8.4.1- Conversión de fuentes trifásicas reales.

#### Conversión Triángulo-Estrella.



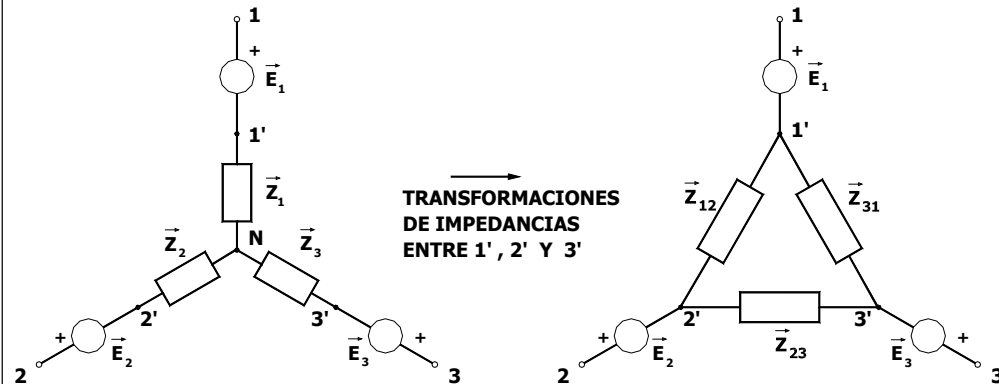
### 8.4.1- Conversión de fuentes trifásicas reales.

#### Conversión Triángulo-Estrella.



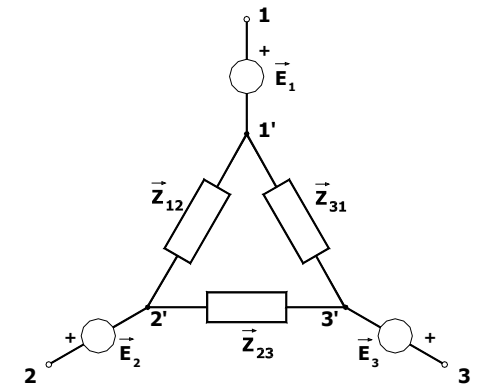
### 8.4.1- Conversión de fuentes trifásicas reales.

#### Conversión Estrella-Triángulo.



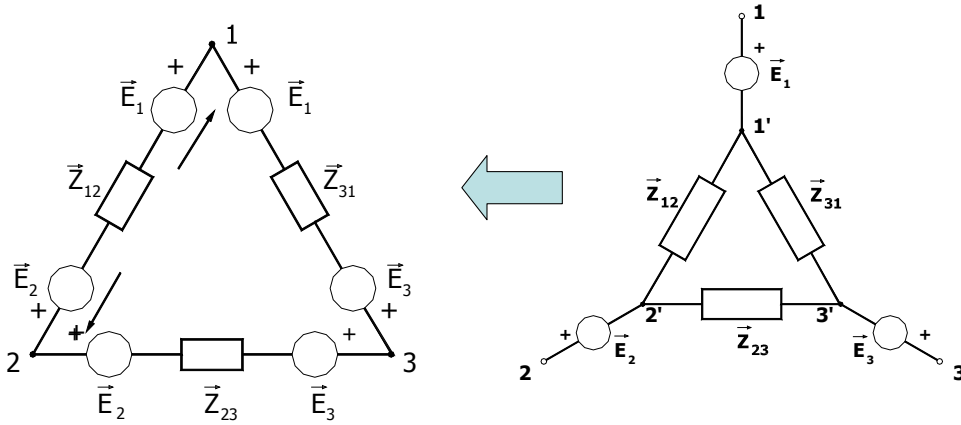
### 8.4.1- Conversión de fuentes trifásicas reales.

#### Conversión Estrella-Triángulo.



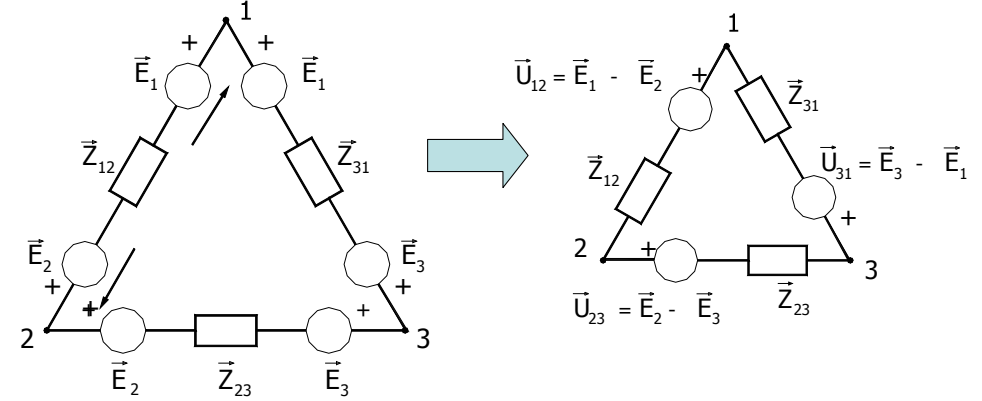
### 8.4.1- Conversión de fuentes trifásicas reales.

#### Conversión Estrella-Triángulo.



### 8.4.1- Conversión de fuentes trifásicas reales.

#### Conversión Estrella-Triángulo.



## Índice

8.1.- Ventajas de los sistemas trifásicos.

8.2.- Generación de tensiones trifásicas.

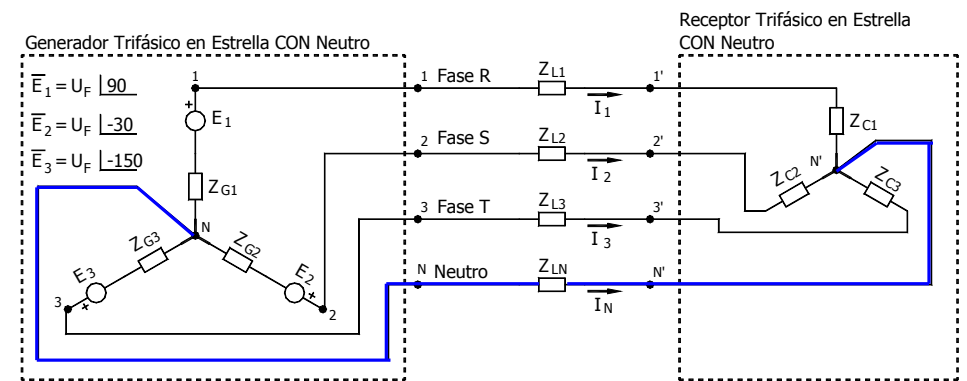
8.3.- Receptores en los sistemas trifásicos.  
Equilibrados y desequilibrados.

8.4.- Fuentes trifásicas reales.

8.5.- Estudio generalizado de los sistemas trifásicos.

### 8.5.- Estudio generalizado de los sistemas trifásicos.

#### Sistema Estrella-Estrella.



Generador  
real

Línea

Receptor  
trifásico

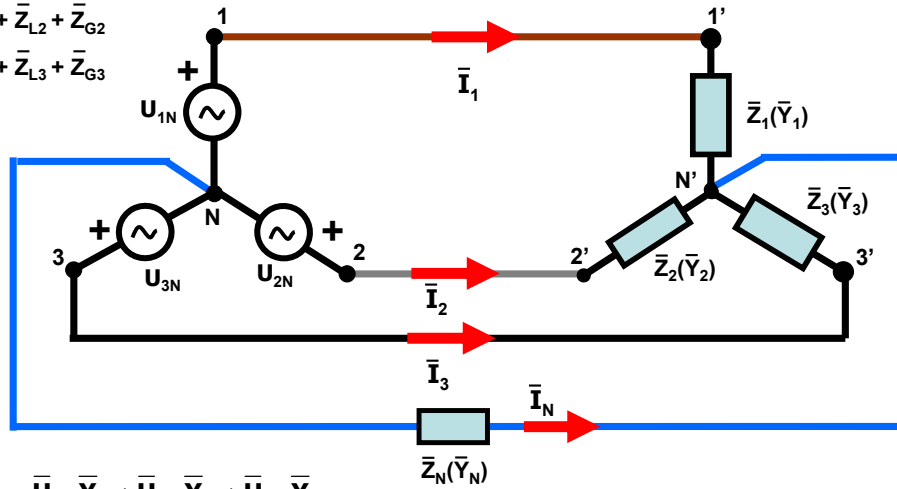
### 8.5.- Estudio generalizado de los sistemas trifásicos.

#### Sistema Estrella-Estrella.

$$\bar{Z}_1 = \bar{Z}_{C1} + \bar{Z}_{L1} + \bar{Z}_{G1}$$

$$\bar{Z}_2 = \bar{Z}_{C2} + \bar{Z}_{L2} + \bar{Z}_{G2}$$

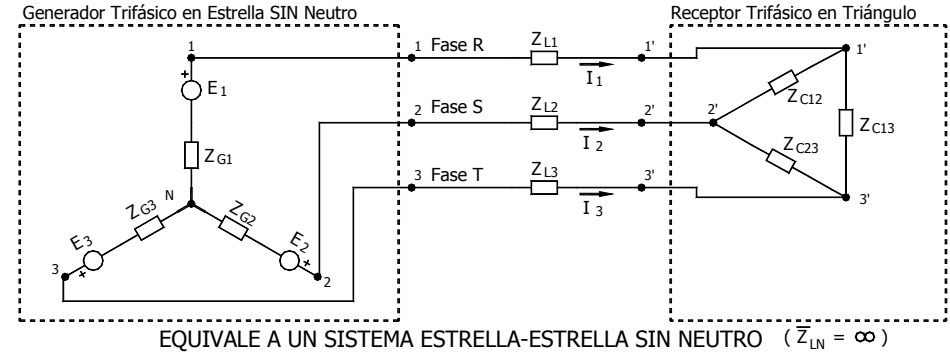
$$\bar{Z}_3 = \bar{Z}_{C3} + \bar{Z}_{L3} + \bar{Z}_{G3}$$



$$\bar{U}_{NN'} = \frac{\bar{U}_{1N} \bar{Y}_1 + \bar{U}_{2N} \bar{Y}_2 + \bar{U}_{3N} \bar{Y}_3}{\bar{Y}_1 + \bar{Y}_2 + \bar{Y}_3 + \bar{Y}_N}$$

### 8.5.- Estudio generalizado de los sistemas trifásicos.

#### Sistema Estrella-Triángulo.



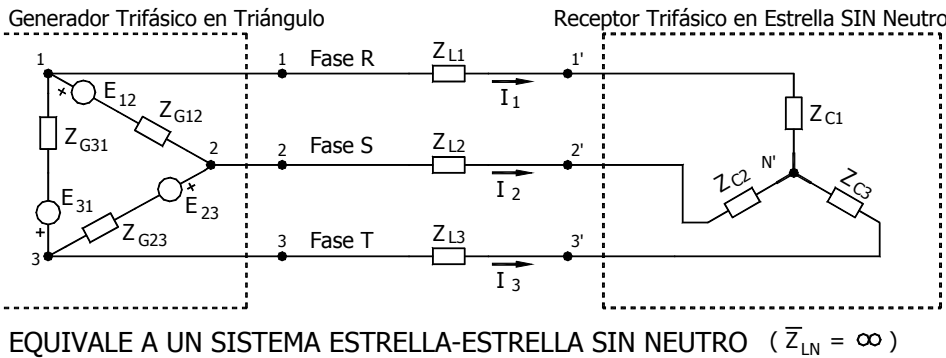
**Generador real**

**Línea**

**Receptor trifásico**

### 8.5.- Estudio generalizado de los sistemas trifásicos.

#### Sistema Triángulo-Estrella



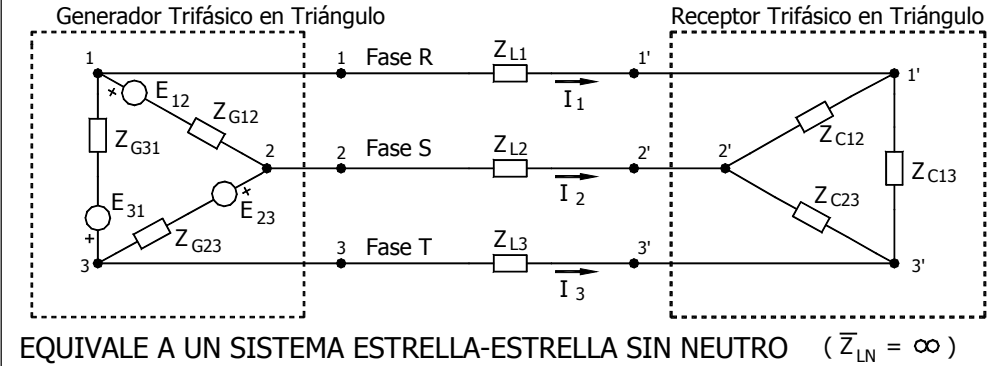
**Generador real**

**Línea**

**Receptor trifásico**

### 8.5.- Estudio generalizado de los sistemas trifásicos.

#### Sistema Triángulo-Triángulo



**Generador real**

**Línea**

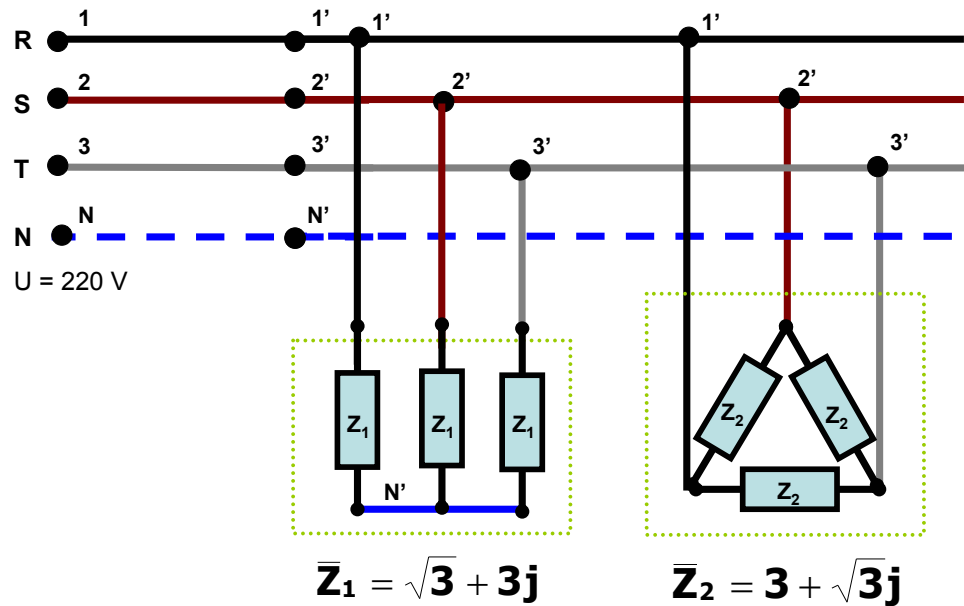
**Receptor trifásico**

**FIN**

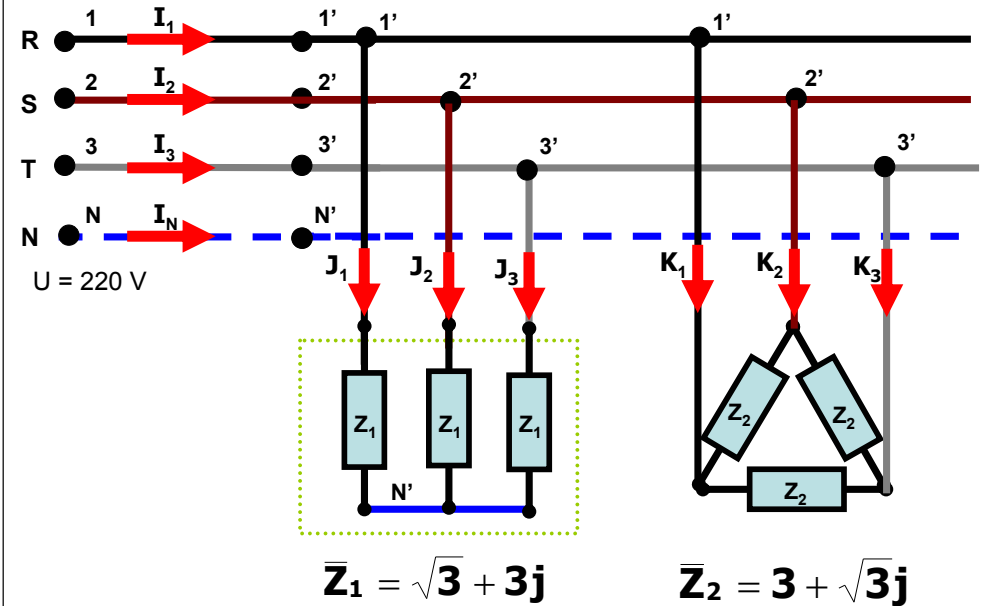
# Tema 8

## Problemas

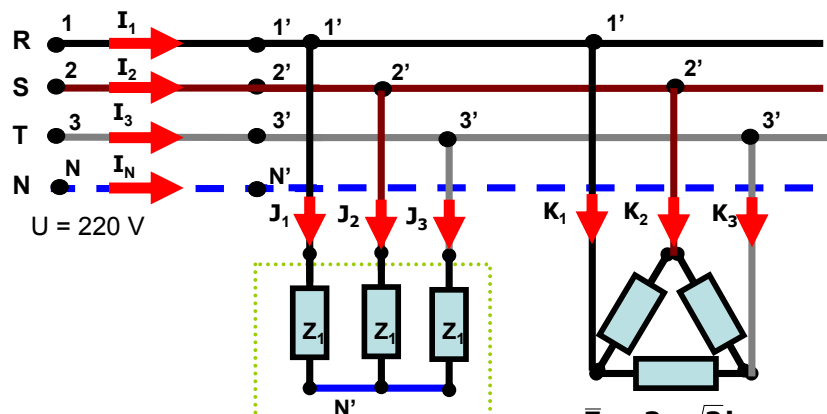
### Ejercicio 1: Calcular las intensidades de línea.



### Ejercicio 1: Calcular las intensidades de línea.



### Ejercicio 1: Calcular las intensidades de línea.



$$\bar{I}_1 = \bar{J}_1 + \bar{K}_1$$

$$\bar{I}_2 = \bar{J}_2 + \bar{K}_2$$

$$\bar{I}_3 = \bar{J}_3 + \bar{K}_3$$

$$\bar{I}_1 = 142,9 \angle 52,6^\circ$$

$$\bar{I}_1 = 142,9 \angle -67,36^\circ$$

$$\bar{I}_1 = 142,9 \angle -187,36^\circ$$

$$\bar{Z}_1 = \sqrt{3} + 3j$$

$$J = \frac{220 / \sqrt{3}}{2\sqrt{3}} = \frac{220}{6} \text{ A}$$

$$\bar{J}_1 = \frac{220}{6} \angle 30^\circ$$

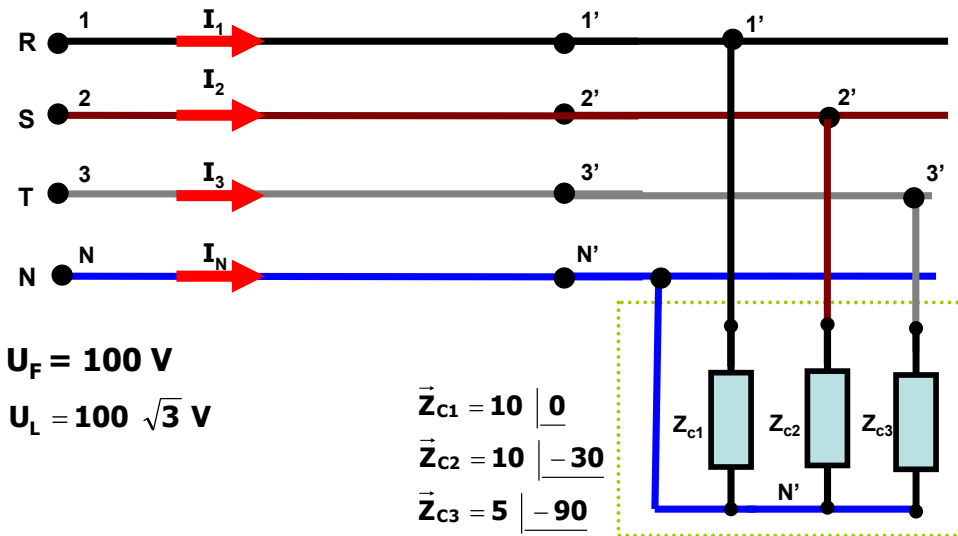
$$\bar{Z}_2 = 3 + \sqrt{3}j$$

$$K = \sqrt{3} \frac{220}{2\sqrt{3}} = 110 \text{ A}$$

$$\bar{K}_1 = 110 \angle 60^\circ$$

3/3

### Ejercicio 2: Calcular las intensidades de línea.



$$U_F = 100 \text{ V}$$

$$U_L = 100 \sqrt{3} \text{ V}$$

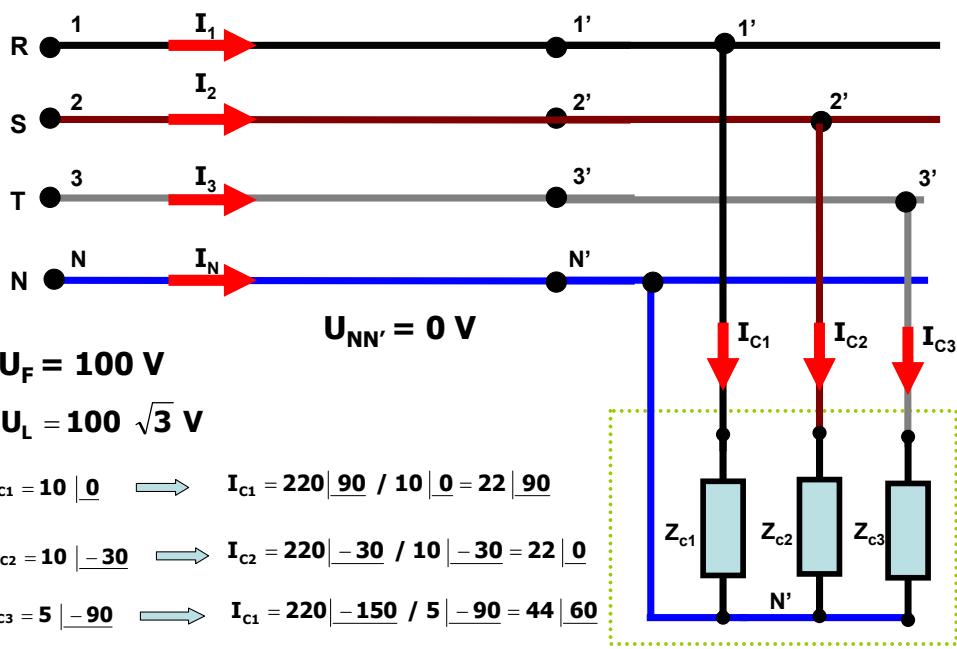
$$\bar{Z}_{c1} = 10 \angle 0$$

$$\bar{Z}_{c2} = 10 \angle -30$$

$$\bar{Z}_{c3} = 5 \angle -90$$

Estrella desequilibrada con neutro:  $Z_{NN'} = 0$

### Ejercicio 2: Calcular las intensidades de línea.



$$U_F = 100 \text{ V}$$

$$U_L = 100 \sqrt{3} \text{ V}$$

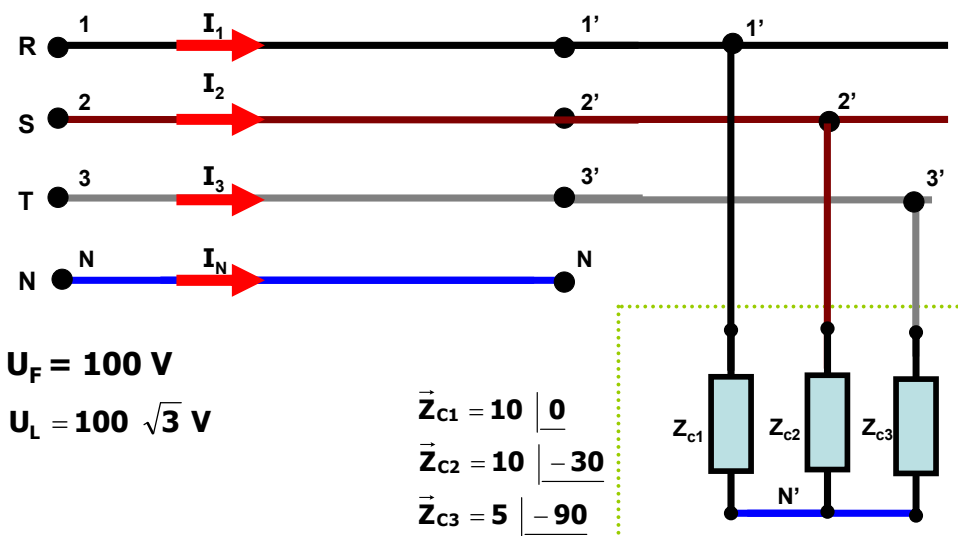
$$U_{NN'} = 0 \text{ V}$$

$$\bar{Z}_{c1} = 10 \angle 0 \Rightarrow I_{c1} = 220 \angle 90 / 10 \angle 0 = 22 \angle 90$$

$$\bar{Z}_{c2} = 10 \angle -30 \Rightarrow I_{c2} = 220 \angle -30 / 10 \angle -30 = 22 \angle 0$$

$$\bar{Z}_{c3} = 5 \angle -90 \Rightarrow I_{c3} = 220 \angle -150 / 5 \angle -90 = 44 \angle 60$$

### Ejercicio 3: Calcular las intensidades de línea.



$$U_F = 100 \text{ V}$$

$$U_L = 100 \sqrt{3} \text{ V}$$

$$\bar{Z}_{c1} = 10 \angle 0$$

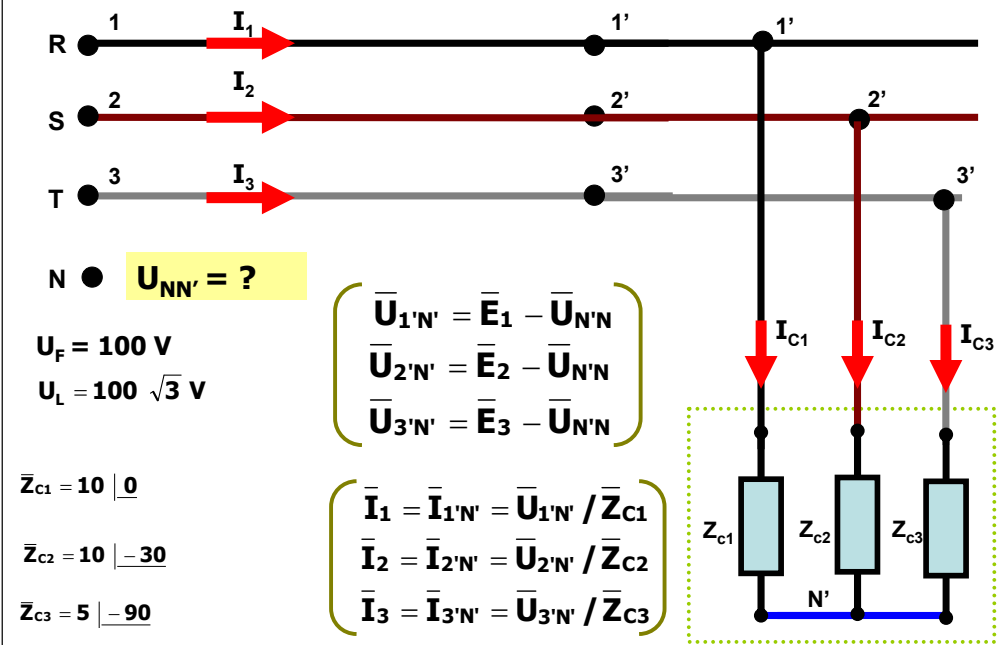
$$\bar{Z}_{c2} = 10 \angle -30$$

$$\bar{Z}_{c3} = 5 \angle -90$$

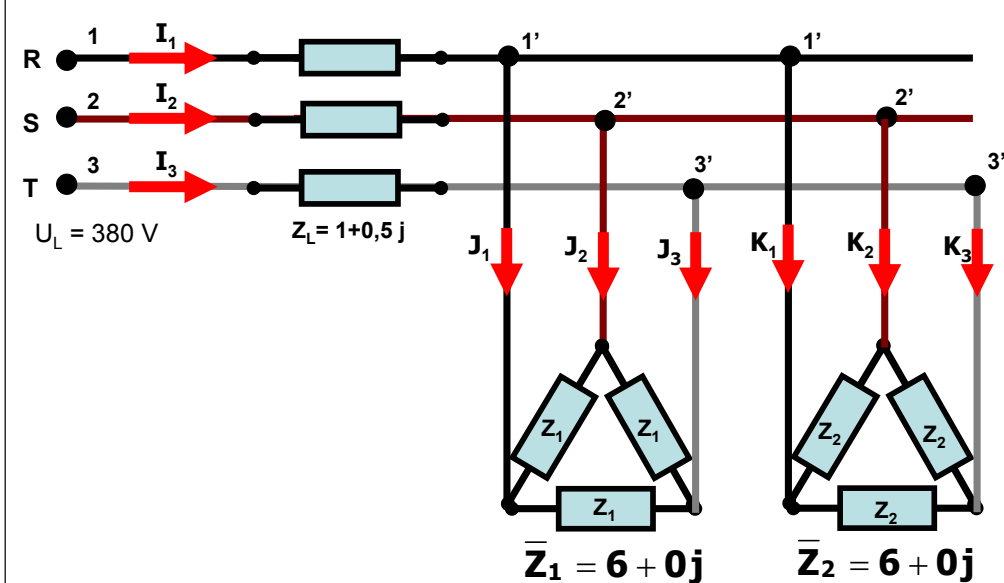
Estrella desequilibrada sin neutro



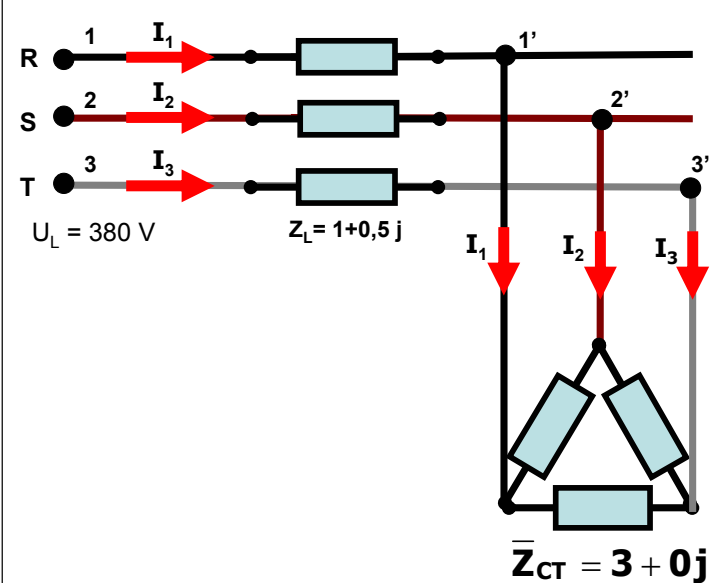
### Ejercicio 3: Calcular las intensidades de línea.



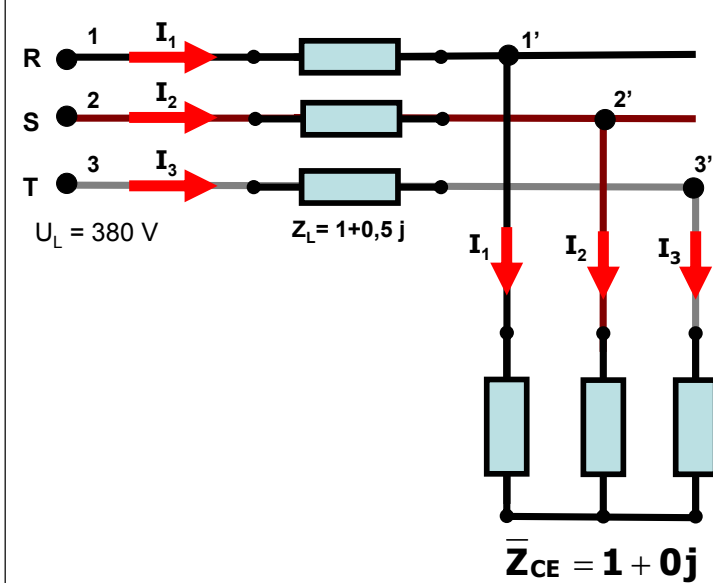
### Ejercicio 4: Calcular las intensidades de línea.



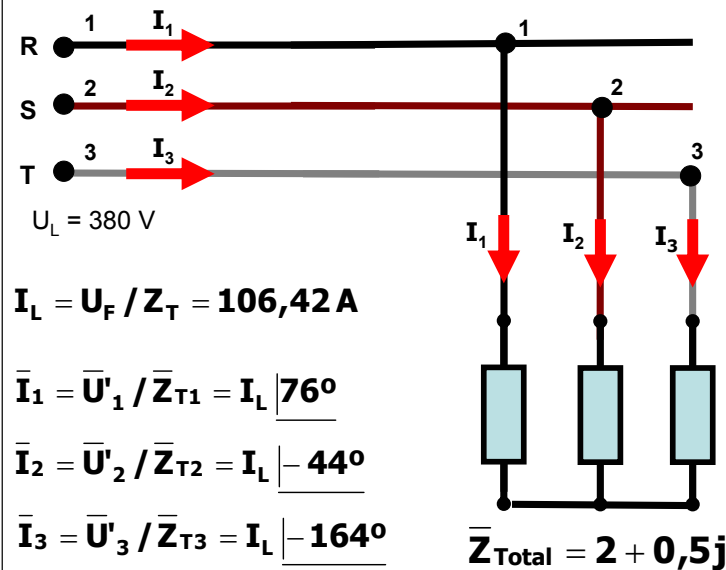
### Ejercicio 4: Calcular las intensidades de línea.



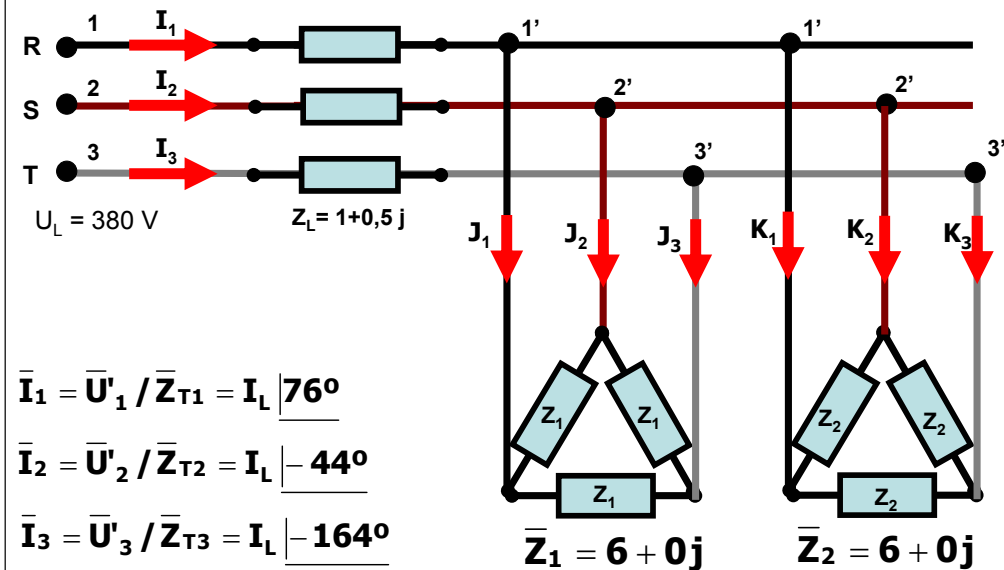
### Ejercicio 4: Calcular las intensidades de línea.



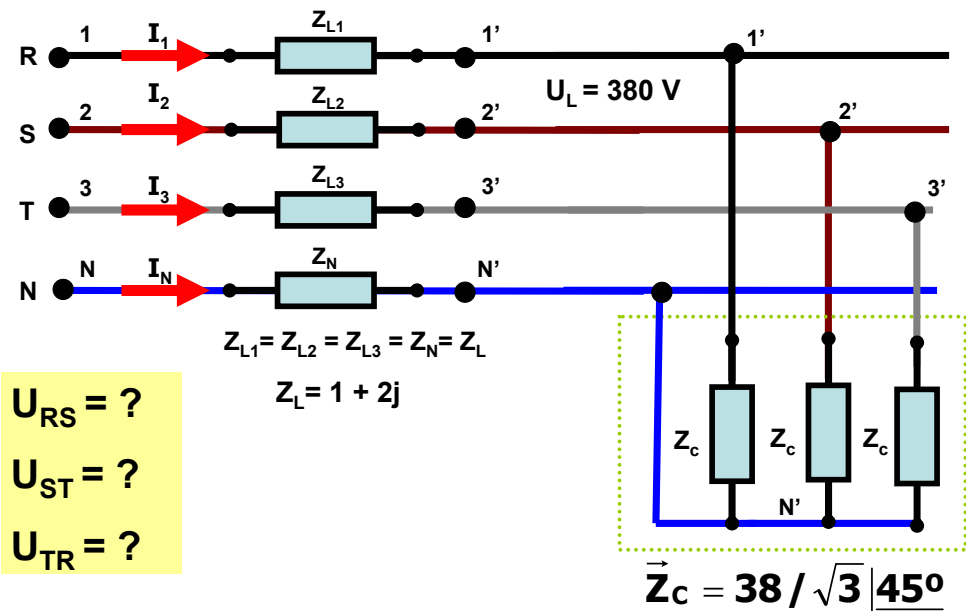
### Ejercicio 4: Calcular las intensidades de línea.



### Ejercicio 4: Calcular las intensidades de línea.



### Ejercicio 5: Calcular las tensiones de línea en el origen de la instalación



### Ejercicio 6: Se ha medido las tensiones aplicadas a tres impedancias iguales, y sus desfases respectivos, conectadas entre fase y neutro a una red trifásica, determinar las tensiones de línea en el origen de la instalación

