



Si se tienen tres fuentes de tensión alterna senoidal de las siguientes características

$$u_{fR}(t) = U_{fR} \cdot \text{sen}(\omega t + \theta_R)$$

$$u_{fS}(t) = U_{fS} \cdot \text{sen}(\omega t + \theta_S)$$

$$u_{fT}(t) = U_{fT} \cdot \text{sen}(\omega t + \theta_T)$$

Que también  
se pueden  
escribir como



$$\underline{U}_{fR} = U_{fR} / \theta_R$$

$$\underline{U}_{fS} = U_{fS} / \theta_S$$

$$\underline{U}_{fT} = U_{fT} / \theta_T$$

Se podrían combinar de tal manera de hacer posible su suma.

Si se cumple que

$$|\underline{U}_{fR}| = |\underline{U}_{fS}| = |\underline{U}_{fT}|$$

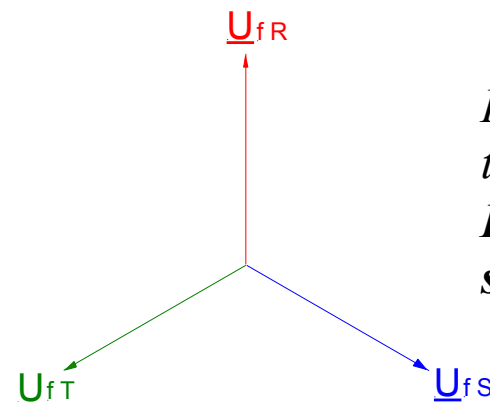
(simetría de módulo)

y si el desfase entre ellos vale  $120^\circ$

(simetría de fase)

Se puede escribir

$$\underline{U}_{fR} + \underline{U}_{fS} + \underline{U}_{fT} = 0$$



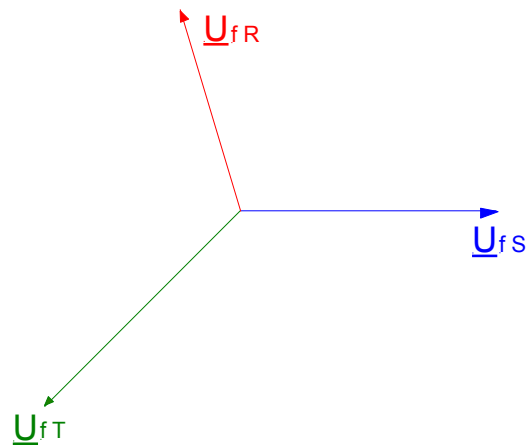
Fuente o generador  
trifásico perfecto:  
**Equilibrado y  
simétrico**

También se puede obtener una fuente o generador trifásico **imperfecto** cuando alguna de las condiciones anteriores no se cumple:

Fuente o generador **equilibrado asimétrico**

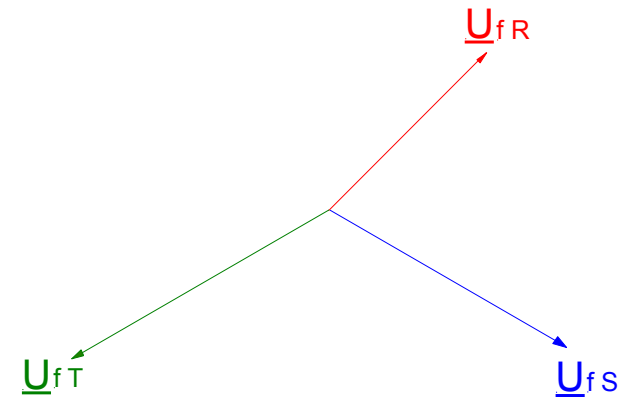
$$|\underline{U}_{fR}| \neq |\underline{U}_{fS}| \neq |\underline{U}_{fT}|$$

$$\underline{U}_{fR} + \underline{U}_{fS} + \underline{U}_{fT} = 0$$



Fuente o generador **desequilibrado**

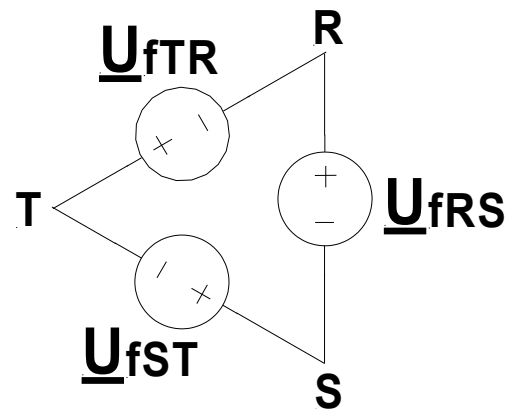
$$\underline{U}_{fR} + \underline{U}_{fS} + \underline{U}_{fT} \neq 0$$



¿Conexión de un generador trifásico?



Generador  
Conexión **TRIÁNGULO**

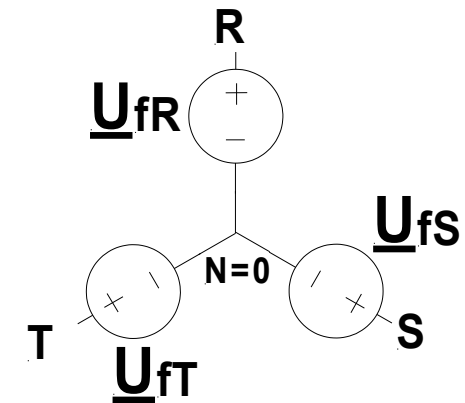


Tensiones de línea  $U_l$

Tensiones de fase  $U_F$

$$\begin{aligned} \underline{U}_{fRS} &= \underline{U}_{fR} - \underline{U}_{fS} \\ \underline{U}_{fST} &= \underline{U}_{fS} - \underline{U}_{fT} \\ \underline{U}_{fTR} &= \underline{U}_{fT} - \underline{U}_{fR} \end{aligned}$$

Generador  
Conexión **ESTRELLA**

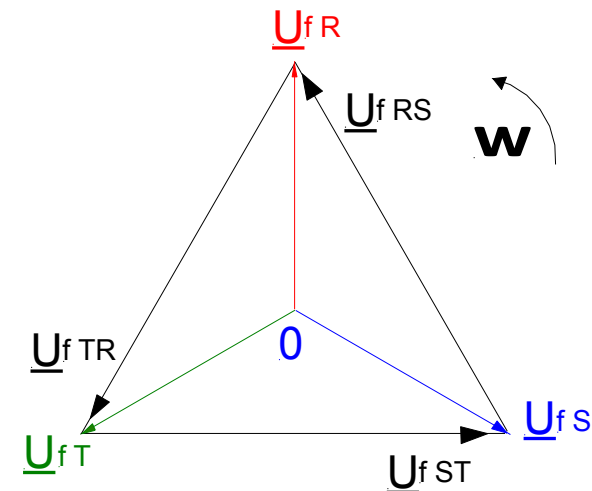


$N=0$  centro de estrella  
del generador (*neutro*)

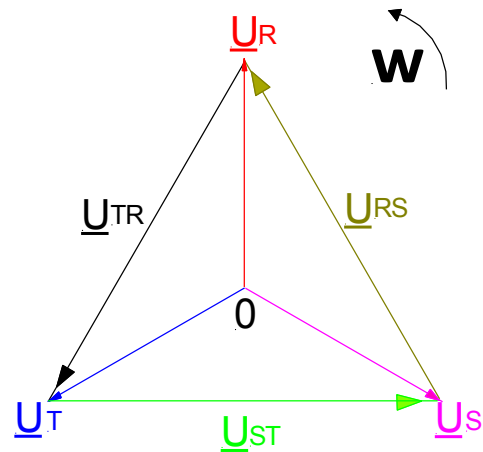
**Ventajas de la conexión ESTRELLA**

*Dos juegos de tensiones*

*Nodo de referencia para las tensiones*



¿Qué se puede observar en el fasorial?



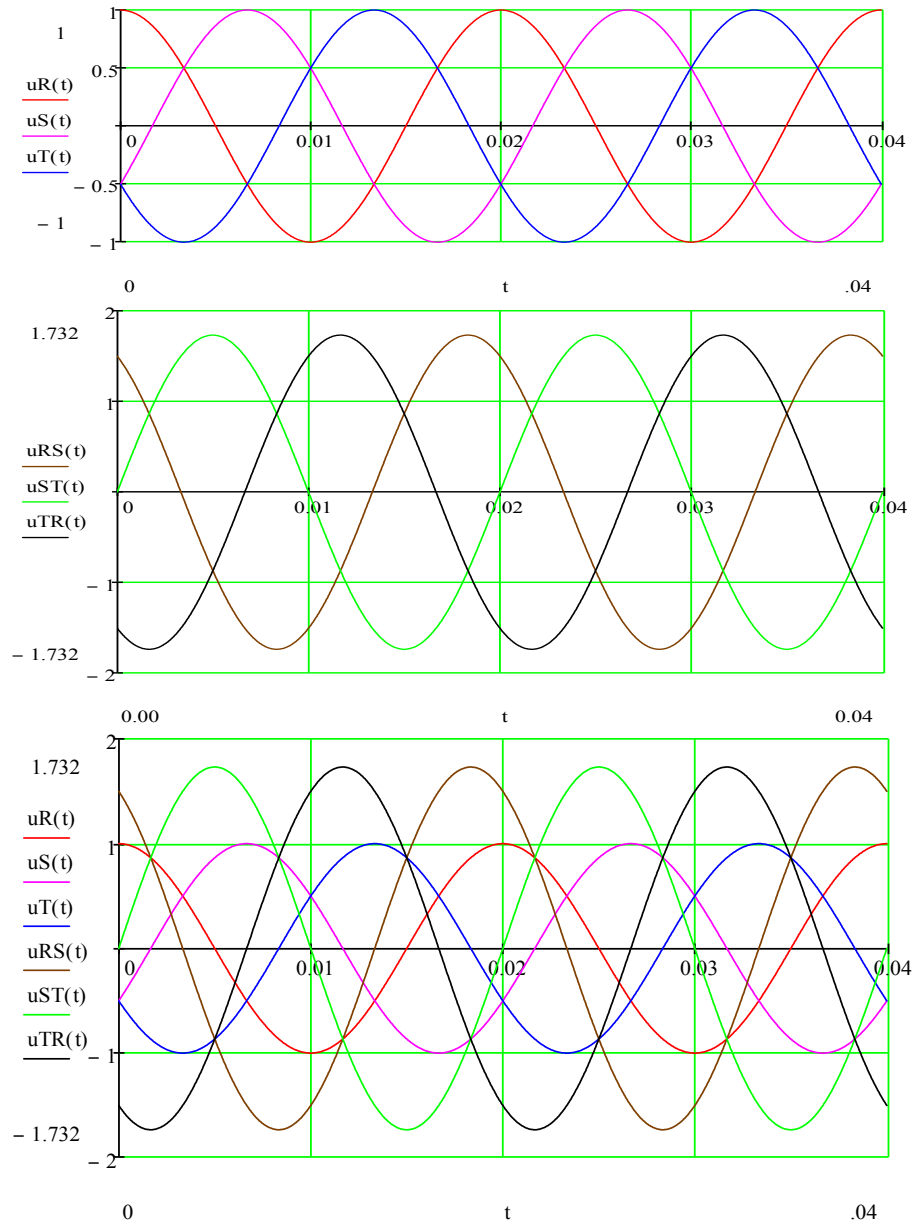
**SECUENCIA RST**  
(DIRECTA)

**Relación de módulos**

$$\frac{|\underline{U}_l|}{|\underline{U}_F|} = \sqrt{3} \quad \text{¿y los ángulos?}$$

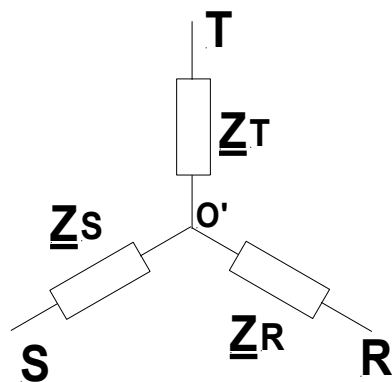
Finalmente  $\underline{U}_R + \underline{U}_S + \underline{U}_T = 0$

$$\underline{U}_{RS} + \underline{U}_{ST} + \underline{U}_{TR} = 0$$

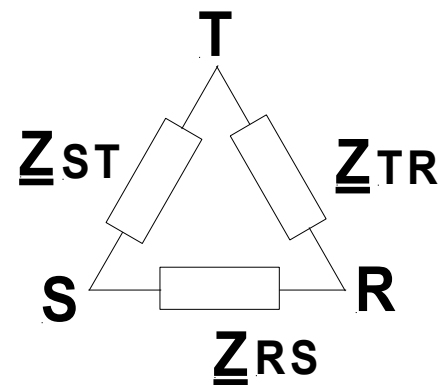


## CARGAS TRIFÁSICAS

Carga en **ESTRELLA** o **Y**



Carga en **TRIÁNGULO** o  $\Delta$



*Si se cumple*

$$|Z_R| = |Z_S| = |Z_T|$$

y

$$\theta_R = \theta_S = \theta_T$$

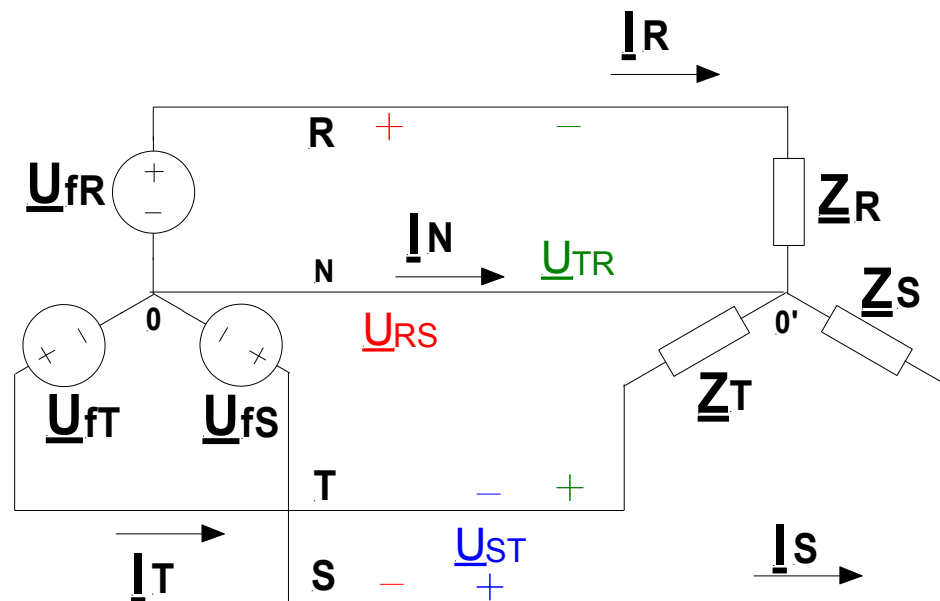
$$|Z_{RS}| = |Z_{ST}| = |Z_{TR}|$$

y

$$\theta_{RS} = \theta_{ST} = \theta_{TR}$$

la carga trifásica (en estrella o en triángulo) se dice que es **EQUILIBRADA**

## CIRCUITOS

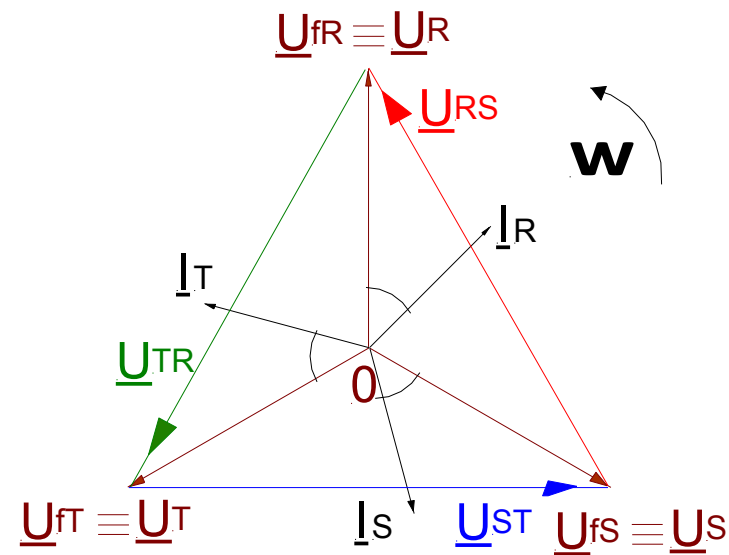


$$\underline{I}_R + \underline{I}_S + \underline{I}_T + \underline{I}_N = 0$$

$$y \quad \underline{U}_{0'0} = 0$$

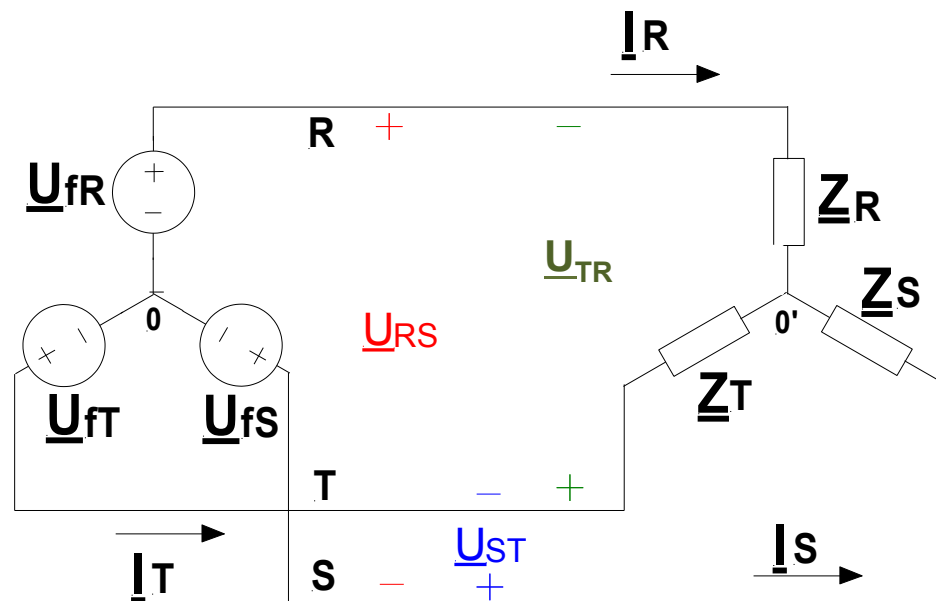
Si el generador es **perfecto** y la carga **equilibrada** se puede dibujar el diagrama fasorial de tensiones y corrientes

Y del fasorial resulta  $\underline{I}_N = \underline{I}_R + \underline{I}_S + \underline{I}_T = 0$





## CIRCUITOS



Ahora, si en estas condiciones se desconecta el neutro

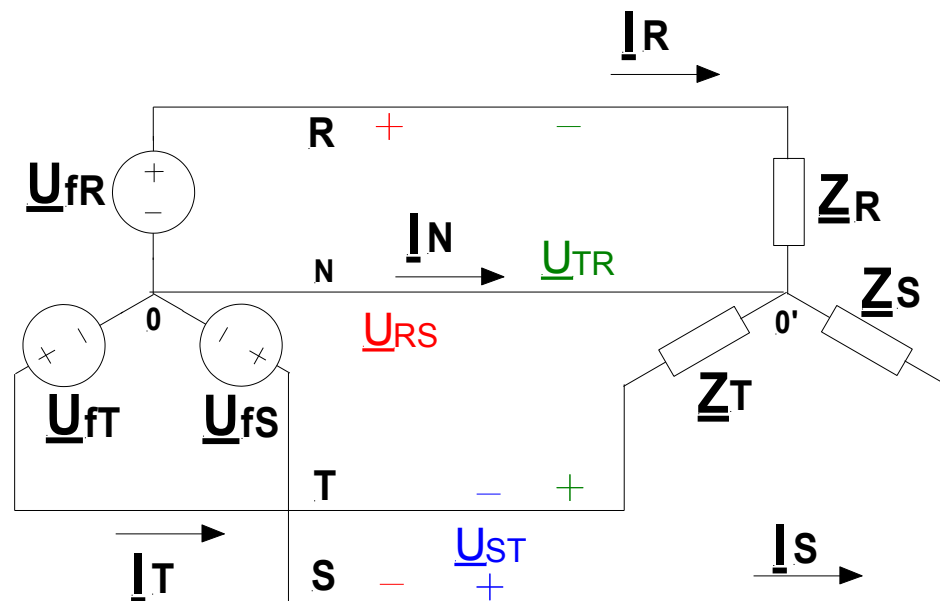


$$-\underline{I}_N = \underline{I}_R + \underline{I}_S + \underline{I}_T = 0$$

$$y \quad \underline{U}_{0,0'} = 0$$



Si el generador es *perfecto* y la carga *desequilibrada*

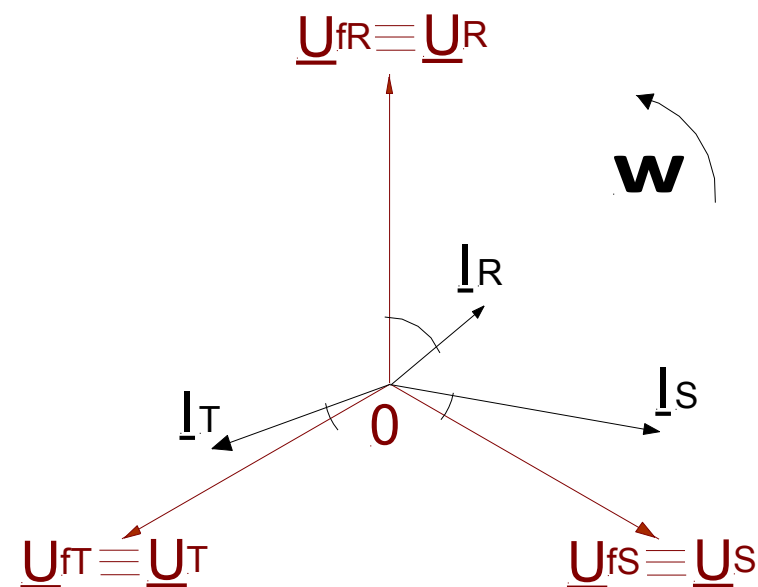


$$\underline{I}_R + \underline{I}_S + \underline{I}_T + \underline{I}_N = 0$$

$$y \quad \underline{U}_{0'0} = 0$$

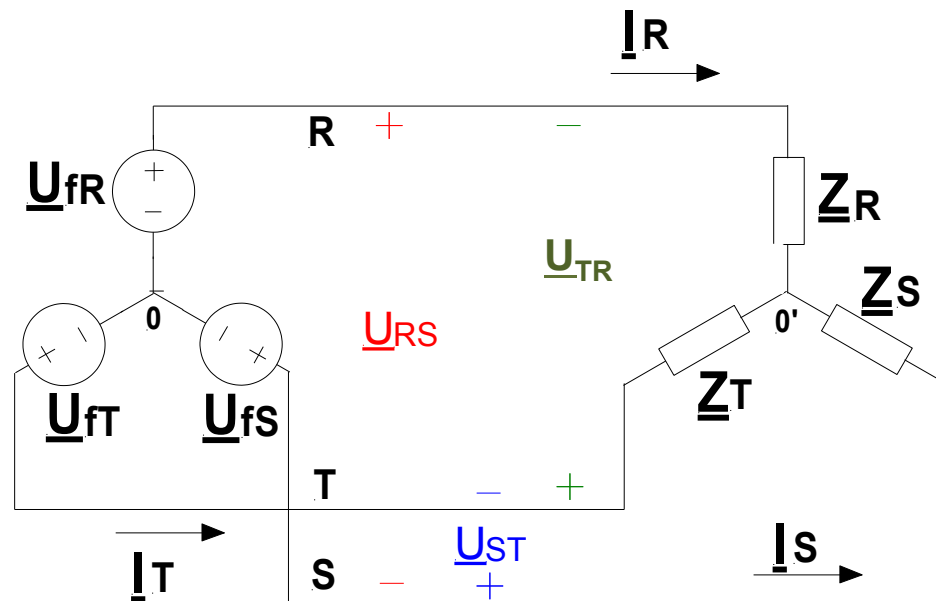
Pero el diagrama fasorial de tensiones y corrientes resulta

Y ahora  $-\underline{I}_N = \underline{I}_R + \underline{I}_S + \underline{I}_T \neq 0$



$\underline{I}_N$  no se dibuja para no complicar el diagrama

*Ahora, si en estas nuevas condiciones se desconecta el neutro, hay un reacomodamiento de las corrientes y ...*

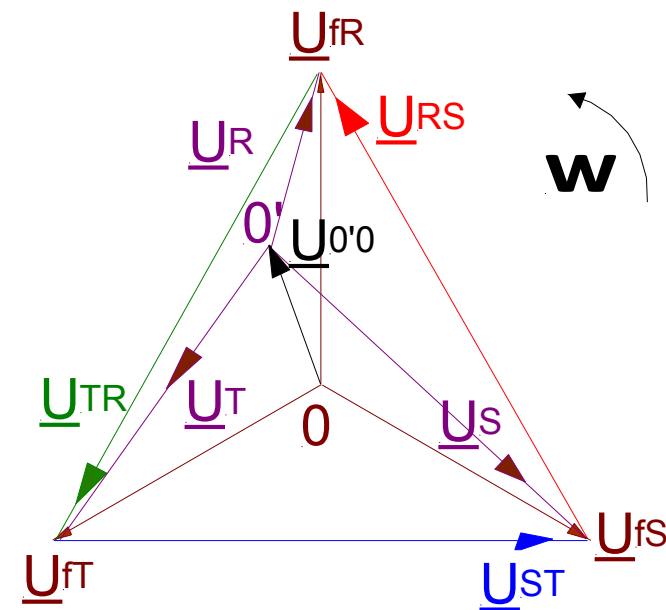


$$\underline{I}_R + \underline{I}_S + \underline{I}_T = 0$$

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

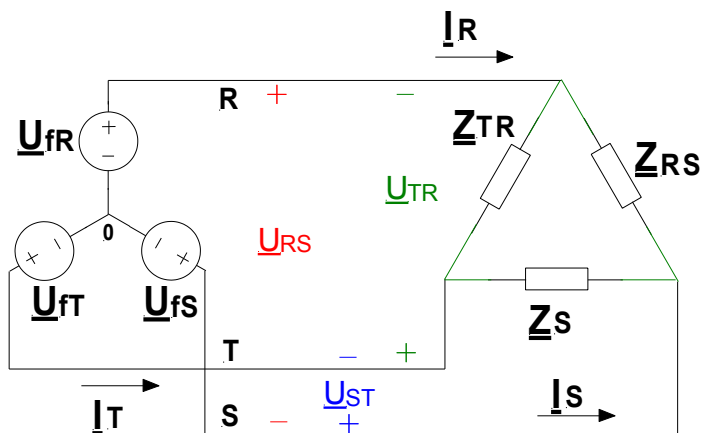
*y ya no es posible asegurar  
que  $\underline{U}_{0'0} = 0$*

*Y el diagrama fasorial de tensiones  
podría resultar de la siguiente forma*

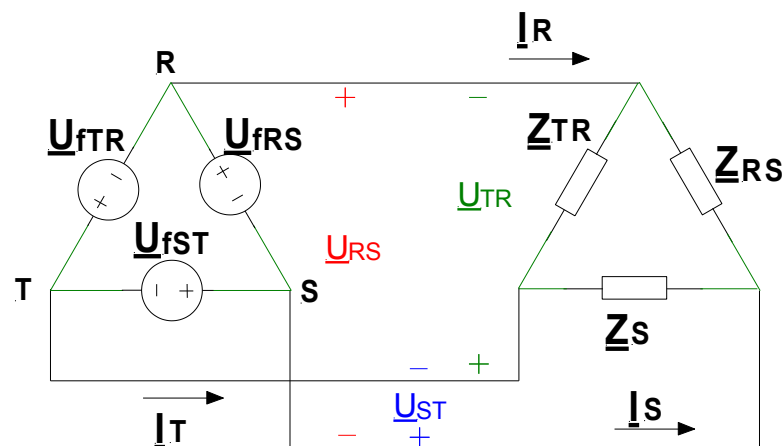


## OTRAS CONEXIONES

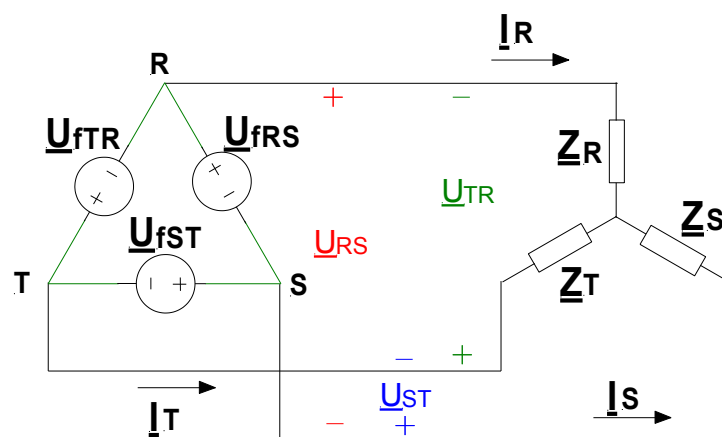
*Generador en Y – Carga en  $\Delta$*



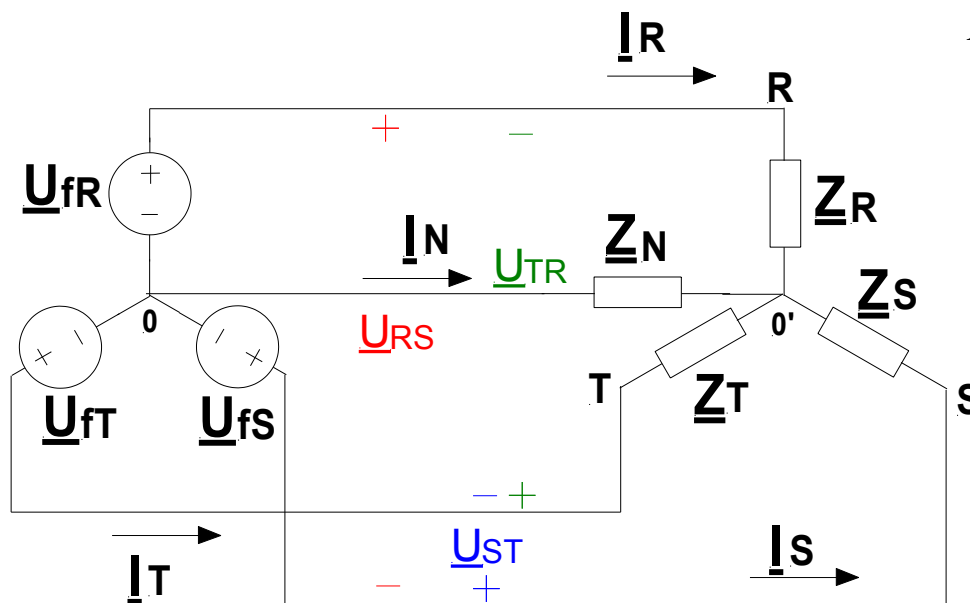
*Generador en  $\Delta$  – Carga en  $\Delta$*



*Generador en  $\Delta$  – Carga en Y*



## "CORRIMIENTO" DEL NEUTRO



Aplicando LKC (análisis nodal) en 0 ó en 0'



$$\underline{I}_R + \underline{I}_S + \underline{I}_T + \underline{I}_N = 0$$

Por ley de Ohm

$$\underline{I}_R = \frac{\underline{U}_{R0'}}{\underline{Z}_R} \quad \underline{I}_S = \frac{\underline{U}_{S0'}}{\underline{Z}_S}$$

$$\underline{I}_T = \frac{\underline{U}_{T0'}}{\underline{Z}_T} \quad \underline{I}_N = \frac{\underline{U}_{00'}}{\underline{Z}_N}$$

Y como

$$\underline{U}_0 = 0 \Rightarrow \underline{U}_{0'0} = \underline{U}_{0'} \quad \text{ó} \quad \underline{U}_{00'} = -\underline{U}_{0'}$$

Luego se puede escribir

$$\frac{\underline{U}_{fR} - \underline{U}_{0'}}{\underline{Z}_R} + \frac{\underline{U}_{fS} - \underline{U}_{0'}}{\underline{Z}_S} + \frac{\underline{U}_{fT} - \underline{U}_{0'}}{\underline{Z}_T} + \frac{\underline{U}_0 - \underline{U}_{0'}}{\underline{Z}_N} = 0$$

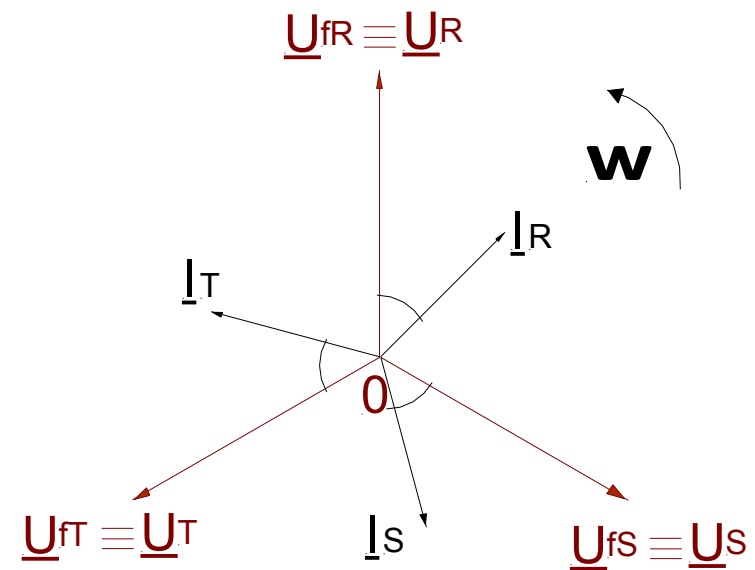
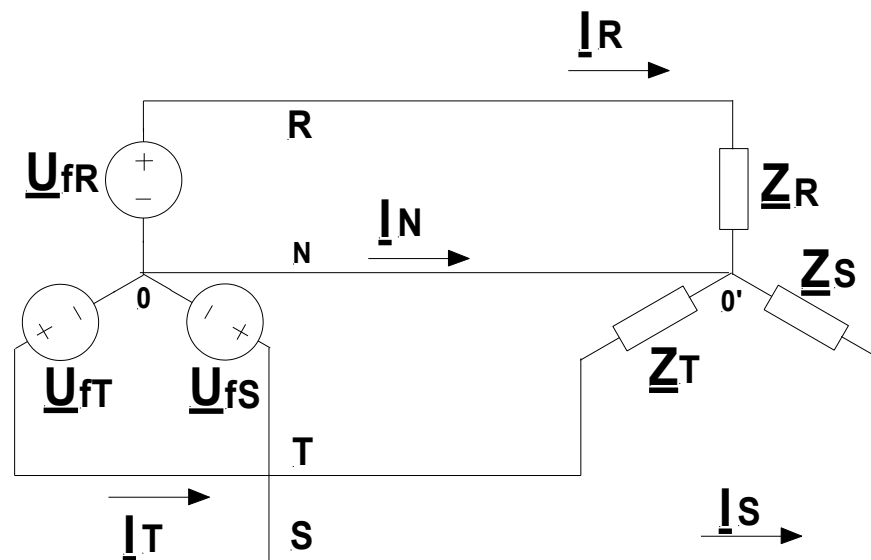
Y reordenando resulta



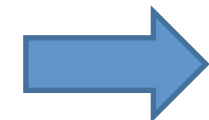
$$\underline{U}_{0'} = \frac{\underline{U}_{fR} \cdot \underline{Y}_R + \underline{U}_{fS} \cdot \underline{Y}_S + \underline{U}_{fT} \cdot \underline{Y}_T}{\underline{Y}_R + \underline{Y}_S + \underline{Y}_T + \underline{Y}_N}$$

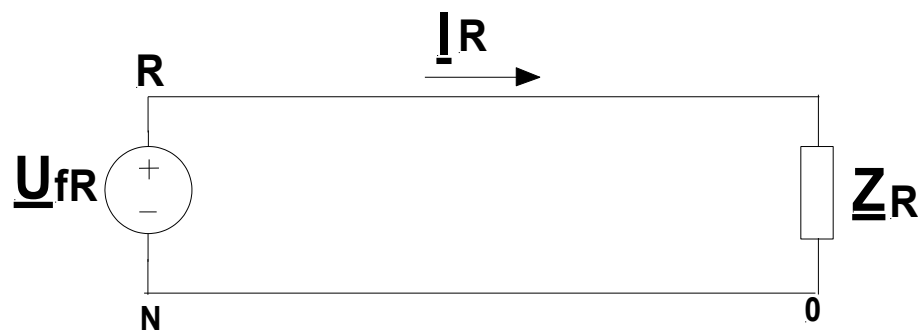
## CIRCUITO EQUIVALENTE MONOFÁSICO

Si el generador es *perfecto* y la carga *equilibrada*

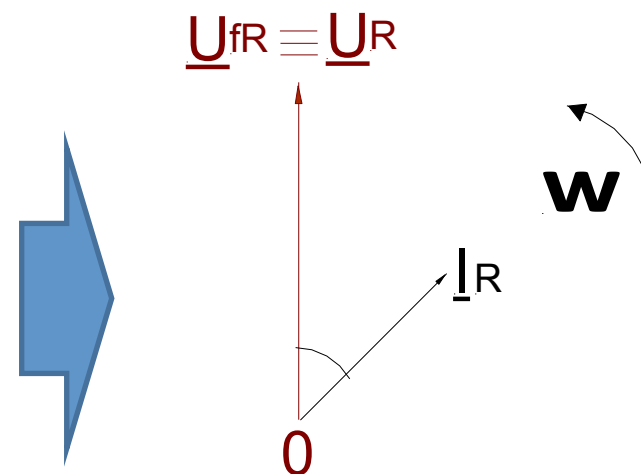


se observa que, debido a la simetría del circuito y del diagrama fasorial, sería posible trabajar con un circuito monofásico equivalente que represente el funcionamiento de una sola fase





*Circuito equivalente monofásico representado por la fase R*



*Diagrama fasorial del equivalente monofásico representado por la fase R*

*Con este método es posible analizar lo que sucede en una sola fase y luego, dada la simetría, reconstruir el sistema teniendo en cuenta que al diagrama fasorial deben agregarse los fasores de tensión y corriente de las dos fases restantes.*

*La idea se puede extender a circuitos de tres conductores, como es el caso de generador y carga en  $\Delta$ ; con la única condición de que el generador sea **perfecto** y la carga sea **equilibrada**.*

## RESUMEN

*Definición de sistemas trifásicos*

*Generadores. Equilibrio. Asimetría.*

*Diagramas fasoriales.*

*Tipos de cargas. Estrella (Y), triángulo ( $\Delta$ ). Equilibradas, desequilibradas.*

*Tipos de circuitos. Y-Y,  $\Delta$ - $\Delta$ , Y- $\Delta$ ,  $\Delta$ -Y.*

*Corrimiento del neutro.*

*Circuito equivalente monofásico.*