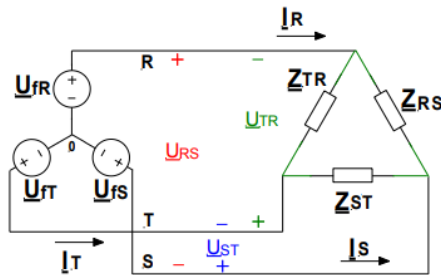


## Ejercicio 03

Para el circuito del EJERCICIO N° 01, la fuente se conecta a una carga equilibrada en triángulo de impedancia  $\underline{Z} = 10 - j10 \Omega = 10\sqrt{2} \angle -45^\circ \Omega$

- Datos:**  $\underline{U}_{RS} = 539 \angle 30^\circ V$      $\underline{U}_{ST} = 539 \angle -90^\circ V$      $\underline{U}_{TR} = 539 \angle 150^\circ V$

Dibujar el circuito y explicar cómo se determinan las corrientes en las impedancias y en la línea. Obtener el valor de dichas corrientes y realizar el diagrama fasorial de tensiones y corrientes.



Apliquemos LKT de modo que se simplifique algo:

$$U_{fR} - I_{RS} * Z_{RS} - U_{fS} = U_{RS} - I_{RS} * Z_{RS} = 0$$

$$\underline{I}_{RS} = \frac{\underline{U}_{RS}}{\underline{Z}_{RS}} = \frac{539}{10\sqrt{2}} \angle 30^\circ + 45^\circ A = 38.23 \angle 75^\circ A$$

Análogamente usando  $\underline{U}_{ST}$  y  $\underline{U}_{TR}$ :

$$\underline{I}_{ST} = 38.23 \angle -45^\circ A \quad \underline{I}_{TR} = 38.23 \angle -165^\circ A$$

$\underline{I}_{RS}$  fue calculada yendo de arriba hacia abajo.  $\underline{I}_{ST}$  fue calculada yendo de derecha a izquierda.  $\underline{I}_{TR}$  fue calculada yendo de abajo hacia arriba. Por Ley de Nodos resulta entonces:

$$\underline{I}_R = \underline{I}_{RS} - \underline{I}_{TR} = 9.9 + j36.93 - (-36.93 - j9.9) = 46.83 + j46.83 = 66.2 \angle 45^\circ A$$

$$\underline{I}_S = \underline{I}_{ST} - \underline{I}_{RS} = 27 - j27 - (9.9 + j36.93) = 17.1 - j63.93 = 66.2 \angle -75^\circ A$$

$$\underline{I}_T = \underline{I}_{TR} - \underline{I}_{ST} = -36.93 - j9.9 - (27 - j27) = -63.93 + j17.1 = 66.2 \angle 165^\circ A$$

### Inciso b

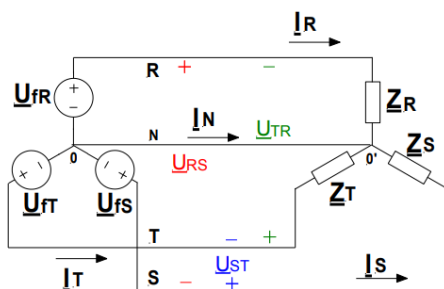
Calcular la relación entre las corrientes de fase y de línea, explicar el resultado obtenido y especificar qué condiciones deben cumplirse para que la relación no pierda validez.

$$\frac{|I_f|}{|I_L|} = \frac{66.2}{38.23} = \sqrt{3} \quad \text{porque} \quad \frac{|U_L|}{|U_f|} = \sqrt{3} \quad \text{fuente y carga equilibrada}$$

## Ejercicio 04

Para el circuito del EJERCICIO N° 01. La fuente se conecta a una carga equilibrada en estrella de impedancia  $\underline{Z} = 20 \angle 30^\circ \Omega$  utilizando 4 conductores (las 3 fases y el neutro).

Dibujar el circuito y explicar cómo se determinan las corrientes de línea en los 4 conductores. Obtener el valor de dichas corrientes y realizar el diagrama fasorial de tensiones y corrientes.



$$\underline{U}_{00'} = 0 V \quad \underline{I}_N = 0 A$$

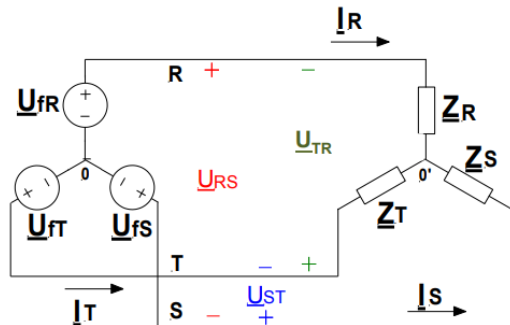
$$\underline{U}_{fR} - \underline{I}_R * \underline{Z}_R = 0 \quad \therefore \quad \underline{I}_R = \frac{\underline{U}_{fR}}{\underline{Z}_R} = \frac{311 \angle 0^\circ V}{20 \angle 30^\circ \Omega}$$

$$\underline{I}_R = 15.55 \angle -30^\circ A \quad \underline{I}_S = 15.55 \angle -150^\circ A$$

$$\underline{I}_T = 15.55 \angle 90^\circ A$$

## Inciso b

Explicar el resultado obtenido para la corriente de neutro. Analizando este resultado indicar cuál es la utilidad del conductor neutro en este circuito. Obtener un equivalente monofásico e indicar cuando es posible obtener uno.



$$U_{fR} - I_R * Z_R + I_S * Z_S - U_{fS} = 0$$

$$U_{RS} = Z * (I_R - I_S)$$

$$U_{fS} - I_S * Z_S + I_T * Z_T - U_{fT} = 0$$

$$U_{ST} = Z * (I_S - I_T)$$

$$U_{fT} - I_T * Z_T + I_R * Z_R - U_{fR} = 0$$

$$U_{TR} = Z * (I_T - I_R)$$

$$\text{Por LKC: } I_R + I_S + I_T = 0$$

A partir de las ecuaciones 1 y 4:

$$U_{RS} = Z * (I_R + I_R + I_T) = Z * (2 I_R + I_T)$$

Restando la ecuación anterior y la 3:

$$U_{RS} - U_{TR} = 2 Z * I_R + Z * I_T - Z * I_T + Z * I_R = 3 Z * I_R$$

$$\underline{I_R} = \frac{U_{RS} - U_{TR}}{3 Z} = \frac{466.79 + j269.5 + 466.79 - j269.5}{60 \angle 30^\circ \Omega} = 15.55 \angle -30^\circ \text{ A}$$

Despejando de la ecuación 1:

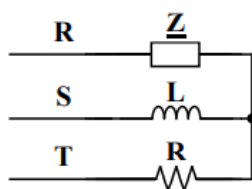
$$\underline{I_S} = \underline{I_R} - \frac{U_{RS}}{Z} = 13.5 - j7.8 - \frac{539 \angle 30^\circ \text{ V}}{20 \angle 30^\circ \Omega} = -13.45 - j7.8 = 15.55 \angle -150^\circ \text{ A}$$

Y bueno... obviamente si  $I_R + I_S + I_T = 0$  entonces  $\underline{I_T} = 15.55 \angle 90^\circ \text{ A}$

## Ejercicio 05

Una fuente perfecta con tensiones eficaces 220V/380V y 50 Hz alimenta un grupo de cargas en estrella como se muestra en el circuito de la figura.  $L = 15.9 \text{ mH}$ ,  $R = 20 \Omega$ ,  $\underline{Z_M} = 44 \angle 45^\circ \Omega$

Realizar el diagrama fasorial de tensiones de la fuente explicando los pasos seguidos.



$$\omega = 2\pi * 50\text{Hz} = 314 \text{ rad/s}$$

$$Z_R = Z_M$$

$$Z_S = j\omega L = j5 \Omega = 5 \angle 90^\circ \Omega$$

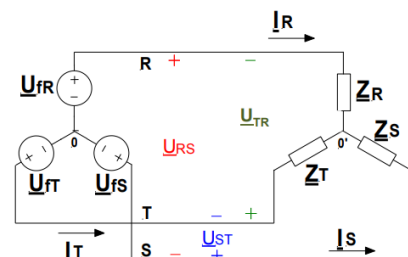
$$Z_T = R = 20 \Omega$$

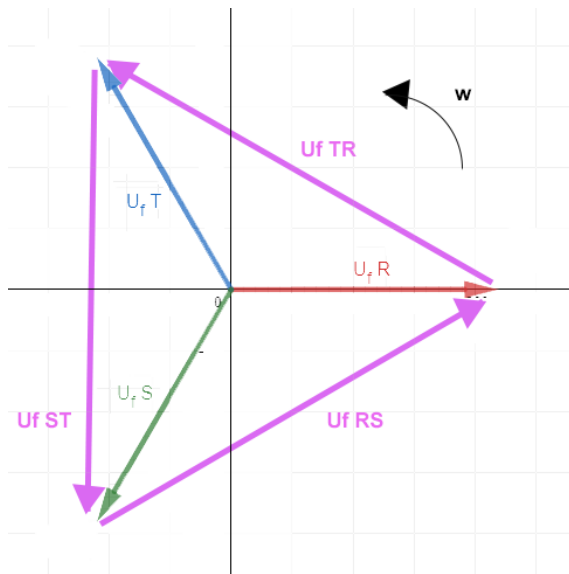
Suponemos que la fuente también está en estrella.

$$\underline{U_{fR}} = 220 \sqrt{2} \angle 0^\circ \text{ V}$$

$$\underline{U_{fS}} = 220 \sqrt{2} \angle -120^\circ \text{ V}$$

$$\underline{U_{fT}} = 220 \sqrt{2} \angle 120^\circ \text{ V}$$





### Inciso b

En función del circuito y de la fuente, ¿qué se puede esperar con respecto a la tensión entre centros de estrella? Determinar esta tensión

$$I_R + I_S + I_T = 0$$

$$U_{OO'} = U_{fR} - I_R * Z_R$$

$$U_{OO'} = U_{fS} - I_S * Z_S$$

$$U_{OO'} = U_{fT} - I_T * Z_T$$

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 \\ Z_R & 0 & 0 & 1 \\ 0 & Z_S & 0 & 1 \\ 0 & 0 & Z_T & 1 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} I_R \\ I_S \\ I_T \\ U_{OO'} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ U_{fR} \\ U_{fS} \\ U_{fT} \end{pmatrix}$$

$$I_R = 11.8980 - j5.8382 = 13.25 \angle -26.14^\circ \text{ A}$$

$$U_{RO'} = I_R * Z_R = 583 \angle 18.86^\circ \text{ V}$$

$$I_S = -16.1616 - j17.0544 = 23.5 \angle -133.46^\circ \text{ A}$$

$$U_{SO'} = I_S * Z_S = 118 \angle -43.5^\circ \text{ V}$$

$$I_T = 4.2636 + j22.8926 = 23.29 \angle 79.45^\circ \text{ A}$$

$$U_{TO'} = I_T * Z_T = 466 \angle 79.45^\circ \text{ V}$$

$$U_{OO'} = -240.7722 - j188.5219 = 305.8 \angle -142^\circ \text{ V}$$

**Duda:** ¿por qué en la guía ponen a la respuesta usando valor eficaz en lugar del máximo?

## Ejercicio 06

Repetir el EJERCICIO Nº 05 si se conecta el conductor de neutro. Explicar qué simplificaciones se pueden realizar como consecuencia de la nueva configuración del circuito.

**Fácil:** sucede que  $U_{OO'} = 0 \text{ V}$ , entonces las intensidades de línea se calculan por Ley de Ohm.

$$I_R = \frac{U_{fR}}{Z_R} = 7.07 \angle -45^\circ \text{ A} \quad I_S = \frac{U_{fS}}{Z_S} = 62.23 \angle 150^\circ \text{ A} \quad I_T = \frac{U_{fT}}{Z_T} = 15.56 \angle 120^\circ \text{ A}$$

$$I_R = 5 - j5 \text{ A}$$

$$I_S = -53.9 + j31.1 \text{ A}$$

$$I_T = -7.78 + j13.48 \text{ A}$$

### Inciso b

Explicar qué sucede con las tensiones en las cargas y determinarlas. Observar y explicar la dependencia que existe entre las tensiones en las cargas y los valores de las impedancias. ¿Se puede obtener un equivalente monofásico? Justificar.

$$U_{RO'} = I_R * Z_R = 311 \angle 0^\circ \text{ V}$$

$$U_{SO'} = I_S * Z_S = 311 \angle -120^\circ \text{ V}$$

$$U_{TO'} = I_T * Z_T = 311 \angle 120^\circ \text{ V}$$

¡Quedan iguales respecto a la fuente de su misma fase!

**Corriente del neutro:**  $I_N = -(I_R + I_S + I_T) = -(-56.68 + j39.58) = 56.68 - j39.58 \text{ A}$

**Advertencia:** sigue ocurriendo que los resultados de la guía son valores eficaces. El último resultado estaría "bien" (entre comillas) pero en la guía está sumado 180°.