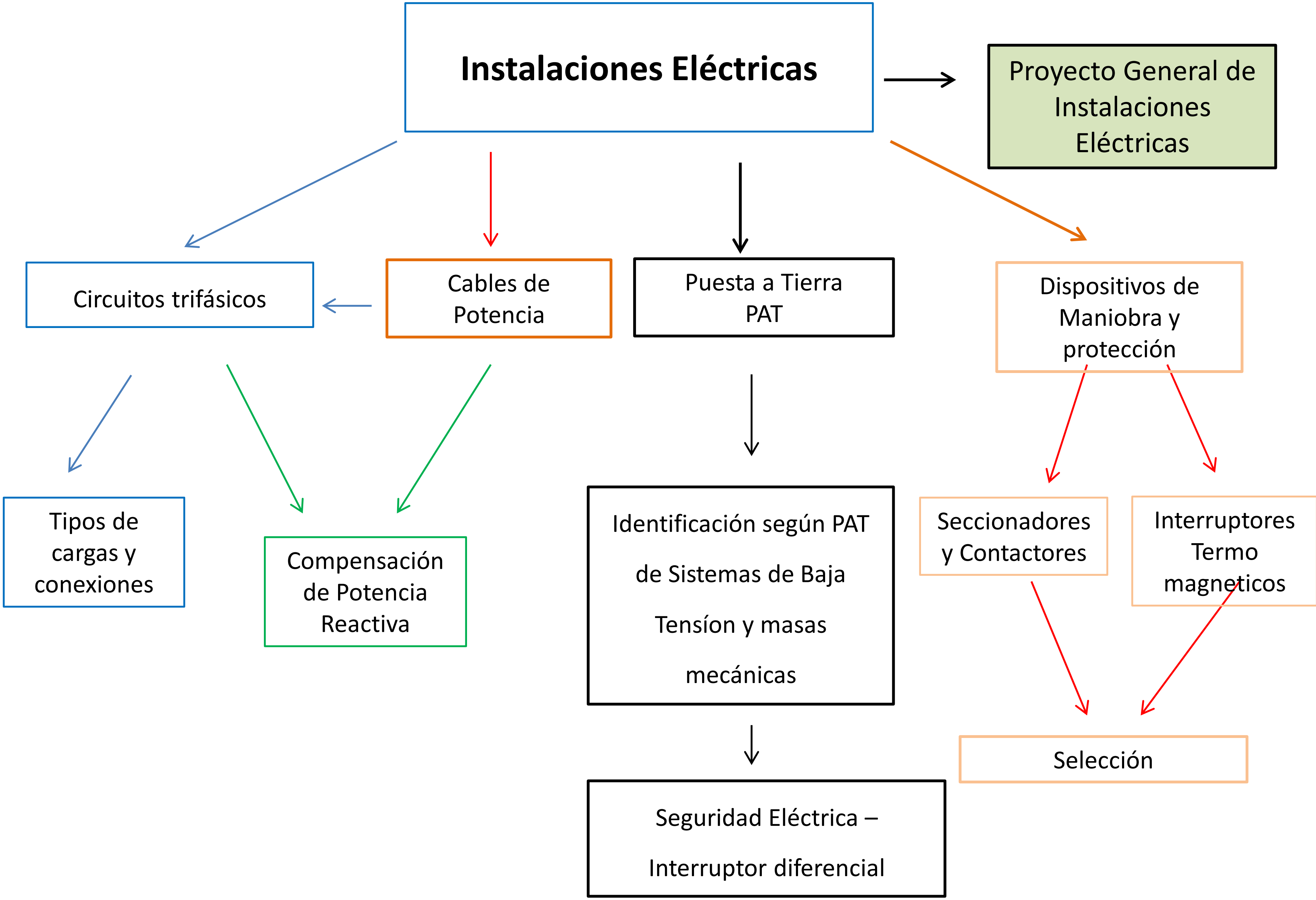
Universidad Tecnológica Nacional

Facultad Regional Buenos Aires

Trabajo Pactico N° 1

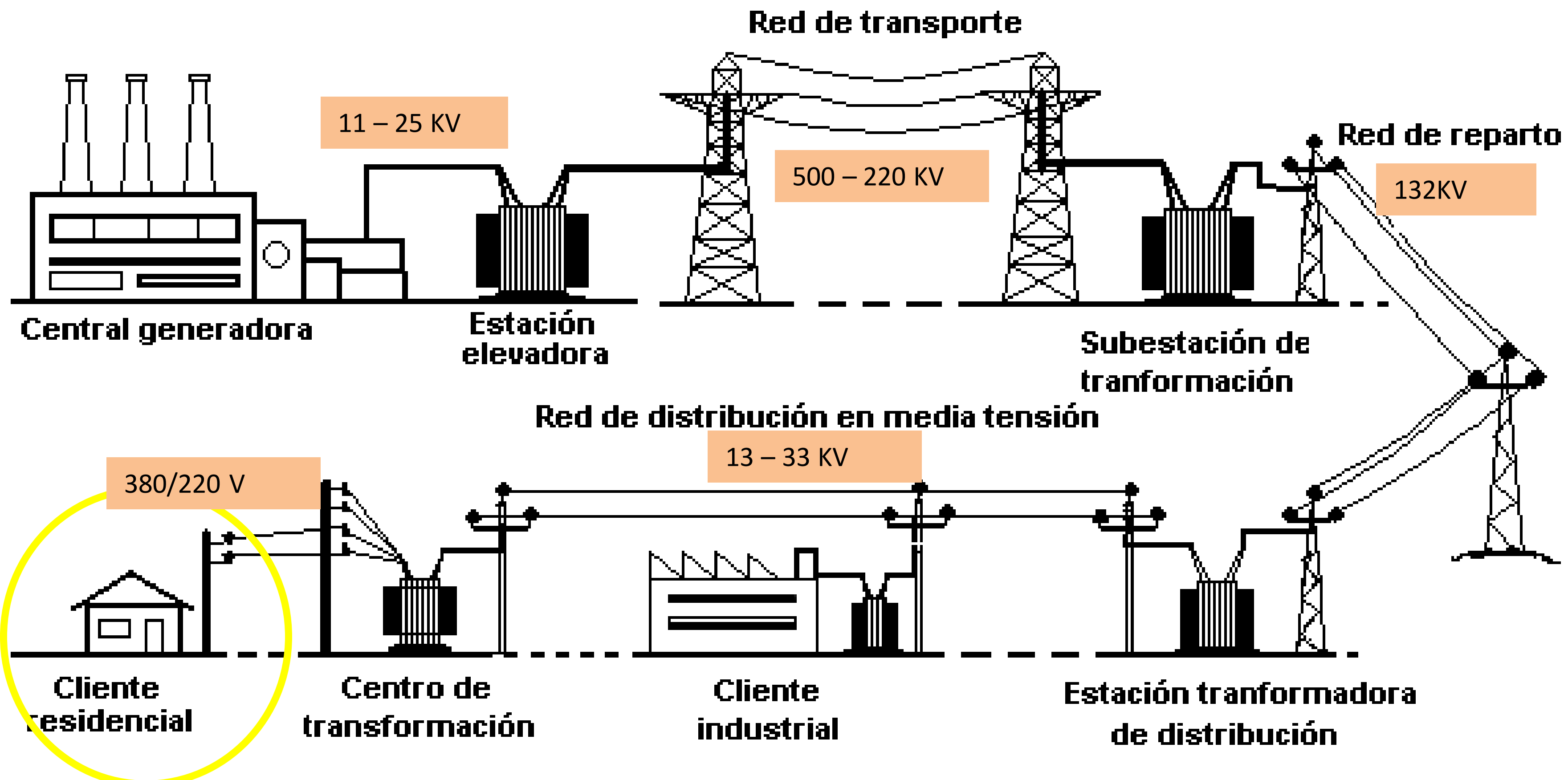
Asignatura : Máquinas e Instalaciones Eléctricas

Ingeniero Mario Marcelo Flores


Instalaciones Eléctricas
Proyecto General de Instalaciones Eléctricas
Circuitos trifásicos
Cables de Potencia
Puesta a Tierra PAT
Dispositivos de Maniobra y protección
Tipos de cargas y conexiones
Compensación de Potencia Reactiva
Identificación según PAT de Sistemas de Baja Tensíon y masas mecánicas
Seccionadores y Contactores
Interruptores Termo magneticos
Selección
Seguridad Eléctrica – Interruptor diferencial

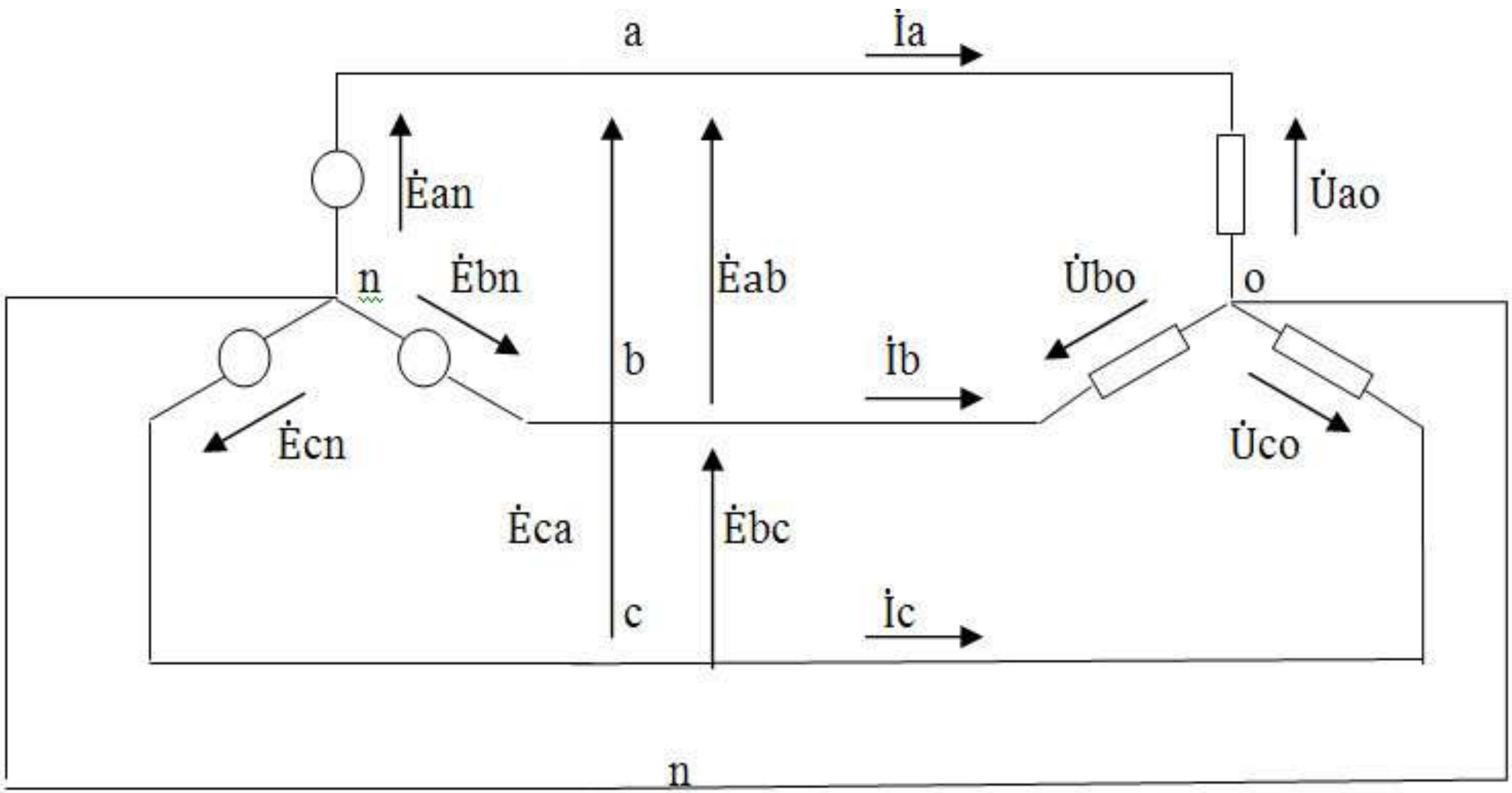
SISTEMA ELECTRICO TRIFASICO

¿Cómo llega la energía al usuario de Baja Tensión?



FUENTE Y CARGA TRIFASICA EN ESTRELLA

Fuente Perfecta y Carga en Estrella



CONCLUSIONES CON CARGAS TRIFASICAS EQUILIBRADAS EN ESTRELLA:

El Sistema de tensiones de fase conforma un **Sistema de Tensiones Trifásicas Perfectas**. Dado que las tensiones de fase son iguales a las tensiones de carga correspondientes, el **Sistema de Tensiones de Carga**, también es **Perfecto.**

El Sistema de tensiones de línea conforma otro **Sistema de Tensiones Trifásicas Perfecto**.

La **relación de módulos** entre las tensiones de línea y las de fase **es el factor** $\sqrt{3}$, esta proporcionalidad se obtiene tanto gráfica como analíticamente.

$|E_L| = \sqrt{3}\,|E_F|$

El **Sistema de Corrientes de Fase** es el mismo que el de **Corrientes de Línea**, y conforman un **único Sistema de Corriente Trifásicas Perfectas.**

Sistema de Corrientes también es Simétrico y Equilibrado.

Por lo tanto la corriente de neutro es nula

CONCLUSIONES CON CARGAS TRIFASICAS DESEQUILIBRADAS EN ESTRELLA:

El Sistema de tensiones de fase conforma un **Sistema de Tensiones Trifásicas Perfectas**. Dado que las tensiones de fase son iguales a las tensiones de carga correspondientes, el **Sistema de Tensiones de Carga**, también es **Perfecto.**

El Sistema de tensiones de línea conforma otro **Sistema de Tensiones Trifásicas Perfecto**.

La **relación de módulos** entre las tensiones de línea y las de fase **es el factor** $\sqrt{3}$, esta proporcionalidad se obtiene tanto gráfica como analíticamente.

$|E_L| = \sqrt{3}\,|E_F|$

El **Sistema de Corrientes de Fase** es el mismo que el de **Corrientes de Línea**, y conforman un **único Sistema de Corriente Trifásicas Imperfecto.**

Por lo tanto la corriente de neutro **NO es nula**

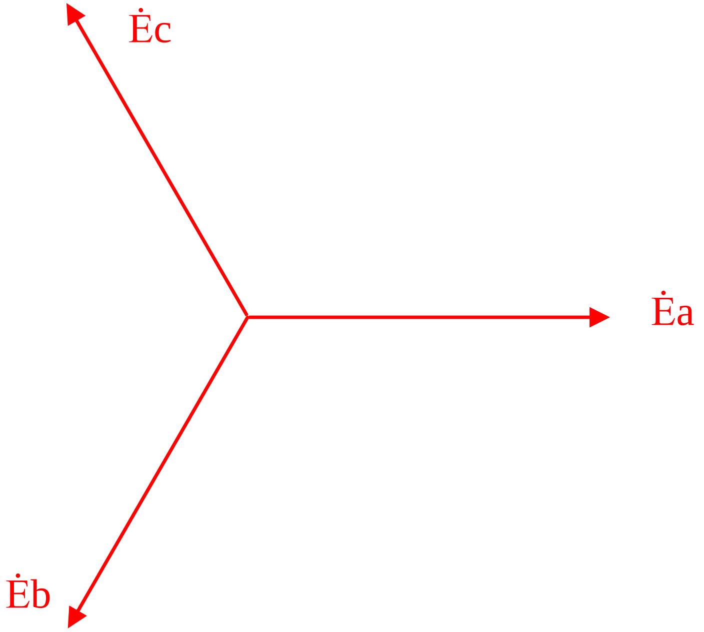
Resolución de Problema N° 2

Un sistema trifásico de 3 x 380/220 V de 4 conductores, alimenta una carga trifásica equilibrada conectada en estrella. El valor de cada impedancia es de 36,7 Ohm con ángulo de desfasaje de 30º capacitivo.

2.1 Calcular las corrientes Ir, Is, It, representar diagrama fasorial de tensiones y corrientes.

Primero debemos determinar el sistema de tensiones Trifásicas. Si consideramos que es de secuencia directa, se debe cumplir la siguiente sucesión de fases R,S,T o 1,2,3 o a,b,c girando en el esquema fasorial en sentido antihorario.

El Sistema de tensiones de fase conforma un **Sistema Perfecto**.



Resolución de Problema N° 2

Como la carga es equilibrada Za = Zb = Zc = $Z_Y = 36{,}7\ e^{-j30°}\,\Omega$, entonces puedo calcular las corrientes en la carga, que por condición estrella son iguales a las de línea.

$$\mathrm{Ia}\ e^{j\,0-\varphi a} = \frac{\mathrm{Ea}\ e^{j0°}}{\mathrm{Za}\ e^{-j\varphi a}} = \frac{220\ e^{j0°}}{36{,}7\ e^{-j30}} = 6{,}0\ e^{j30°} = 5{,}2 + j\ 3\ \Omega$$

$$\mathrm{Ib}\ e^{j\,240-\varphi b} = \frac{\mathrm{Eb}\ e^{j240°}}{\mathrm{Zb}\ e^{-j\varphi b}} = \frac{220\ e^{j240°}}{36{,}7\ e^{-j30}} = 6{,}0\ e^{j270°} = 0 - j\ 6\ \Omega$$

$$\mathrm{Ic}\ e^{j\,120-\varphi a} = \frac{\mathrm{Ec}\ e^{j120°}}{\mathrm{Zc}\ e^{-j\varphi c}} = \frac{220\ e^{j120°}}{36{,}7\ e^{-j30}} = 6{,}0\ e^{j150°} = -5{,}2 + j\ 3\ \Omega$$

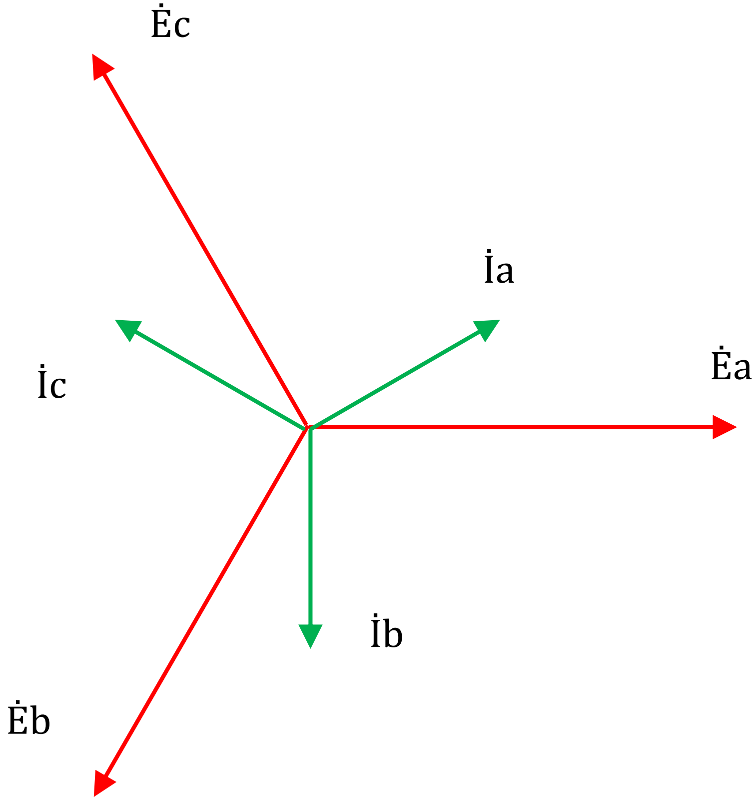
Verificamos la condición de corriente el neutro con carga en estrella

$$\dot{\mathrm{I}}\mathrm{a} + \dot{\mathrm{I}}\mathrm{b} + \dot{\mathrm{I}}\mathrm{c} = \dot{\mathrm{I}}\mathrm{n}$$

$$\dot{\mathrm{I}}\mathrm{n} = (5{,}2 + 0 - 5{,}2) + j\ (3 - 6 + 3) = 0$$

Resultado que verifica la nulidad de la corriente de neutro para carga equilibrada en estrella

Resolución de Problema N° 2



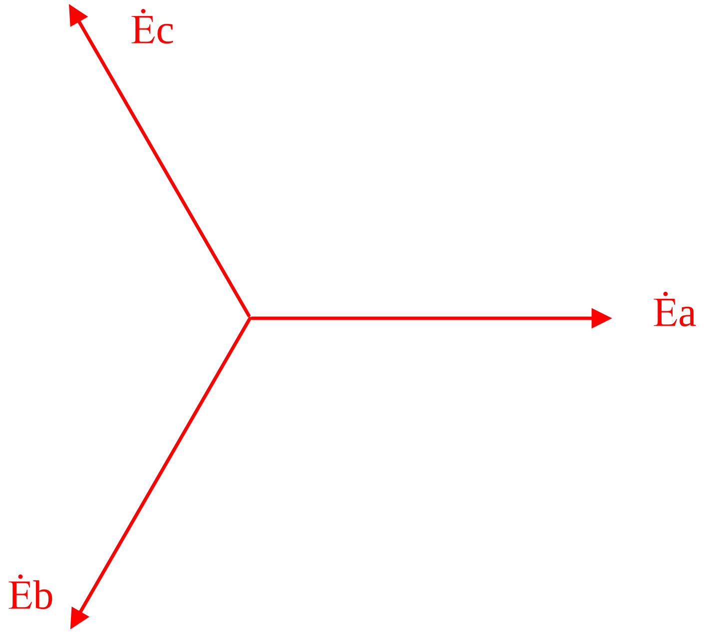
Resolución de Problema N° 3

Un sistema trifásico de 3 x 380 V de 4 conductores, alimenta una carga trifásica conectada en estrella.
Za = 6 Ohm con ángulo de desfasaje 0º
Zb = 6 Ohm con ángulo de desfasaje 30º inductivo
Zc = 5 Ohm con ángulo de desfasaje 45º inductivo

3.1 Calcular las corrientes Ir, Is, It, representar diagrama fasorial de tensiones y corrientes.

Primero debemos determinar el sistema de tensiones Trifásicas. Si consideramos que es de secuencia directa, se debe cumplir la siguiente sucesión de fases R,S,T o 1,2,3 o a,b,c girando en el esquema fasorial en sentido antihorario.

El Sistema de tensiones de fase conforma un **Sistema Perfecto**.



Resolución de Problema N° 3

Como la carga es desequilibrada

$Za = 6\ e^{j0°}\Omega$,

$Zb = 6\ e^{j30°}\Omega$

$Zc = 5\ e^{j45°}\Omega$

Puedo calcular las corrientes en la carga, que por condición estrella son iguales a las de línea.

$$\mathrm{Ia}\ e^{j\,0-\varphi a} = \frac{\mathrm{Ea}\ e^{j0°}}{\mathrm{Za}\ e^{-j\varphi a}} = \frac{220\ e^{j0°}}{6\ e^{j0}} = 36{,}7\ e^{j0°} = 36{,}7 + j\ 0\Omega$$

$$\mathrm{Ib}\ e^{j\,240-\varphi b} = \frac{\mathrm{Eb}\ e^{j240°}}{\mathrm{Zb}\ e^{-j\varphi b}} = \frac{220\ e^{j240°}}{6\ e^{j30}} = 36{,}7\ e^{j210°} = -31{,}8 - j\ 18{,}4\ \Omega$$

$$\mathrm{Ic}\ e^{j\,120-\varphi a} = \frac{\mathrm{Ec}\ e^{j120°}}{\mathrm{Zc}\ e^{-j\varphi c}} = \frac{220\ e^{j120°}}{5\ e^{j45}} = 44\ e^{j75°} = 11{,}4 + j\ 42{,}5\ \Omega$$

Verificamos la condición de corriente el neutro con carga desequlibrada en estrella

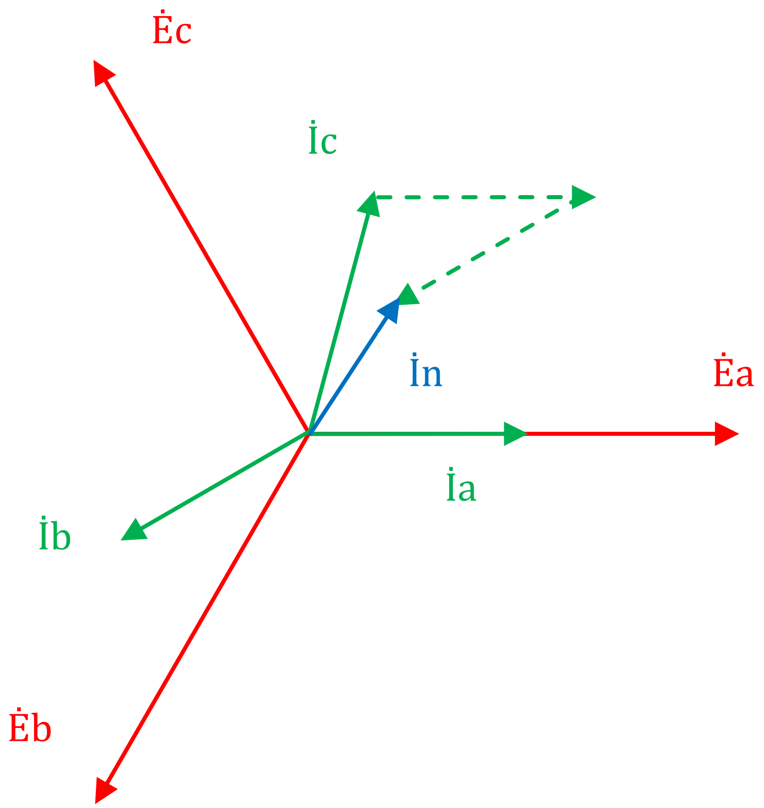
$\dot{I}a + \dot{I}b + \dot{I}c = \dot{I}n$

$\dot{I}n = (36{,}7 - 31{,}8 + 11{,}4) + j\ (0 - 18{,}4 + 42{,}5)$

$\dot{I}n = 16{,}3 + j\ 24{,}1 = 29{,}1\ e^{56°}A$

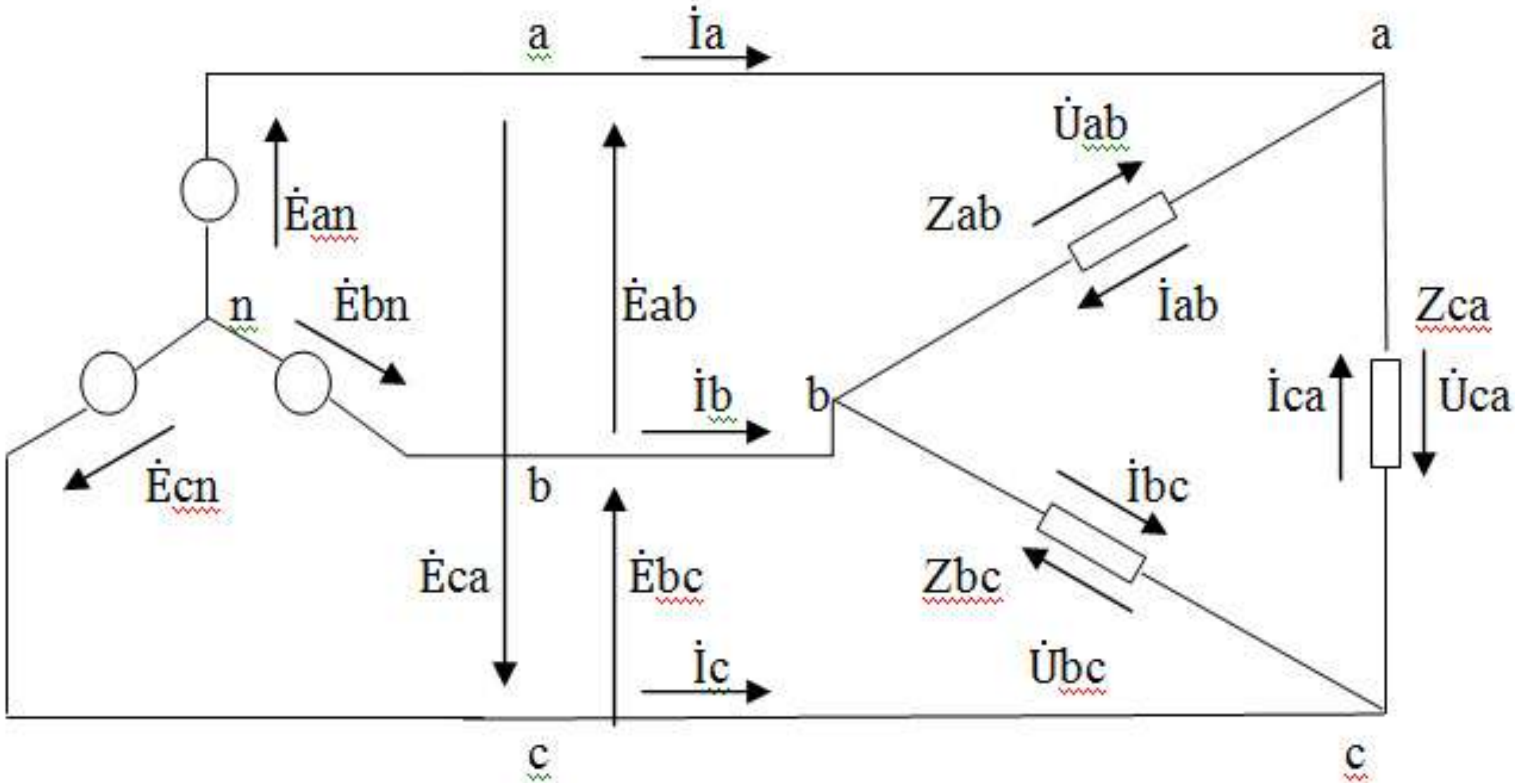
Resultado que verifica que la corriente de neutro para carga desequilibrada en estrella no es nula

Resolución de Problema N° 3



FUENTE Y CARGA TRIFASICA EN TRIANGULO

Fuente Perfecta y Carga en Triángulo



CONCLUSIONES CON CARGAS TRIFASICAS EQUILIBRADAS EN TRIANGULO:

El Sistema de tensiones de línea conforma un **Sistema de Tensiones Trifásicas Perfectas**.
Dado que las tensiones de línea son iguales a las tensiones de carga correspondientes, el **Sistema de Tensiones de Carga**, también es **Perfecto.**

El sistema de Corrientes del triángulo conforma un **Sistema de Corriente Trifásicas Perfectas**

La **relación de módulos** entre las corrientes de línea y las de fase en triángulo **es el factor** $\sqrt{3}$,
esta proporcionalidad se obtiene tanto gráfica como analíticamente.

$|I_L| = \sqrt{3}\ |I_\Delta|$

El **Sistema de Corrientes de Línea** conforma también, un **Sistema de Corriente Trifásicas Perfectas.**

CONCLUSIONES CON CARGAS TRIFASICAS DESEQUILIBRADAS EN TRIANGULO:

El Sistema de tensiones de línea conforma un **Sistema de Tensiones Trifásicas Perfectas**.
Dado que las tensiones de línea son iguales a las tensiones de carga correspondientes, el **Sistema de Tensiones de Carga**, también es **Perfecto.**

El sistema de Corrientes del triángulo conforma un **Sistema de Corriente Trifásicas Imperfectas**

Por lo tanto, **no son Equilibradas**

$\dot{I}ab + \dot{I}bc + \dot{I}ac = \dot{I}circ \neq 0$

$\dot{I}circ$, se denomina corriente de circulación dentro de la conexión triángulo de la carga, la cual genera un calentamiento no deseado.

El sistema de Corrientes de línea conforman un **Sistema de Corriente Trifásicas Equilibrado.**
Pues al no haber neutro, se cumple esta condición, a pesar de cumplir la condición de asimetría.

Por lo tanto:

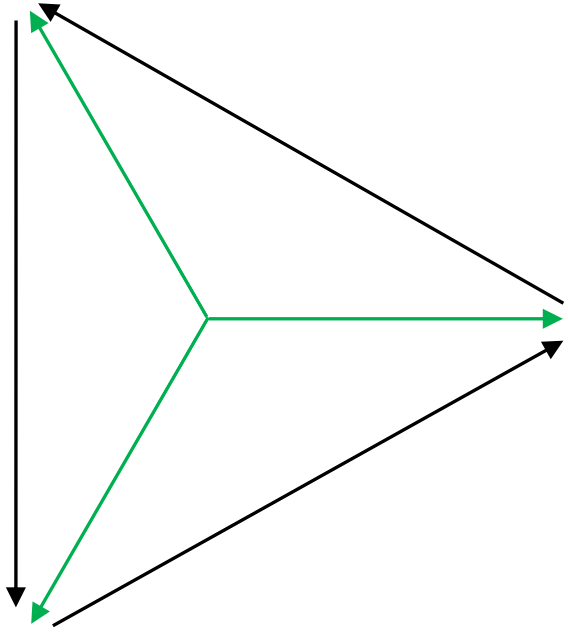
$\dot{I}a + \dot{I}b + \dot{I}c = 0$

Resolución de Problema N° 5

Un sistema trifásico de 3 x 380 V de 3 conductores, alimenta una carga trifásica equilibrada conectada en triángulo. El valor de cada impedancia es de 17,3 Ohm con ángulo de desfasaje de 45º inductivo.

5.1 Calcular las corrientes Ir, Is, It, representar diagrama fasorial de tensiones y corrientes.

Primero debemos determinar el sistema de tensiones Trifásicas. Si consideramos que es de secuencia directa, se debe cumplir la siguiente sucesión de fases R,S,T o 1,2,3 o a,b,c girando en el esquema fasorial en sentido antihorario.



Tensiones de Fase

$\dot{E}a = 220\ e^{j0°}$

$\dot{E}b = 220\ e^{j240°}$

$\dot{E}c = 220\ e^{j120°}$

Tensiones Compuestas

$\dot{E}ab = \dot{E}a - \dot{E}b = \sqrt{3}\ 220\ e^{j30°}$

$\dot{E}bc = \dot{E}b - \dot{E}c = \sqrt{3}\ 220\ e^{j270°}$

$\dot{E}ca = \dot{E}c - \dot{E}a = \sqrt{3}\ 220 e^{j150°}$

Resolución de Problema N° 5

Como la carga es equilibrada Zab = Zbc = Zca = $Z_\Delta = 17{,}3\ e^{j45°}\ \Omega$, entonces puedo calcular las corrientes en cada impedancia del triángulo.

$$\dot{I}ab = \frac{\dot{U}ab}{Z\Delta} = \frac{380}{17{,}3}\ e^{j(30°-45°)} = 22{,}0\ e^{-j\,15°} = 21{,}25 - j\,5{,}70\ \Omega$$

$$\dot{I}bc = \frac{\dot{U}bc}{Z\Delta} = \frac{380}{17{,}3}\ e^{j(270°-45°)} = 22{,}0\ e^{j\,225°} = -15{,}56 - j\,15{,}56\ \Omega$$

$$\dot{I}ca = \frac{\dot{U}ca}{Z\Delta} = \frac{380}{17{,}3}\ e^{j(150°-45°)} = 22{,}0\ e^{j\,105°} = -5{,}69 + j\,21{,}25\ \Omega$$

Observamos que el sistema de corrientes del triángulo **es Simétrico en módulos y desfasajes**

A partir de las corrientes del triángulo podemos calcular las corrientes en cada línea de alimentación a la carga

$$\dot{I}a = \dot{I}ab - \dot{I}ca = [21{,}25 - (-5{,}69)] + j\,(-5{,}70 - 21{,}25) = 26{,}94 - j\,26{,}95 = 38{,}10\ e^{-j\,45°}$$

$$\dot{I}b = \dot{I}bc - \dot{I}ab = (-15{,}56 - 21{,}25) + j[-15{,}56 - (-5{,}70)] = -36{,}81 - j9{,}86 = 38{,}11\ e^{j\,195°}$$

$$\dot{I}c = \dot{I}ca - \dot{I}bc = [-5{,}69 - (-15{,}56)] + j[\,21{,}25 - (-15{,}56)] = 9{,}87 + j36{,}81 = 38{,}11\ e^{j\,75°}$$

Resolución de Problema N° 5

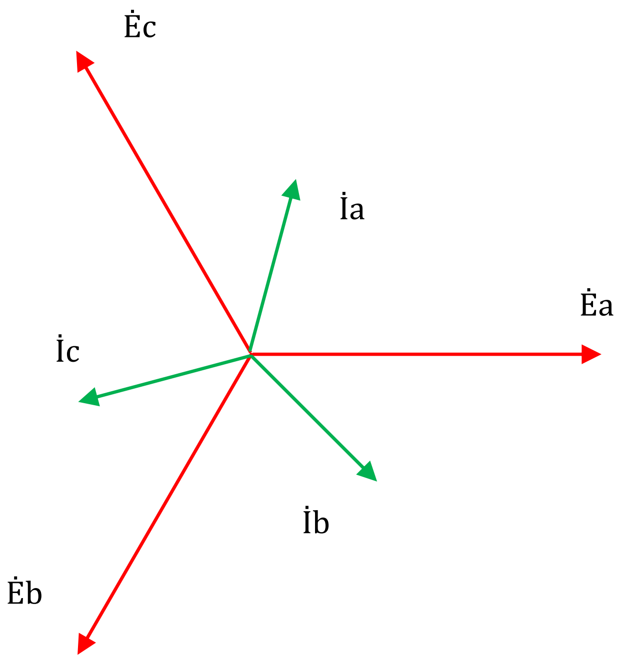
Puede observarse que el sistema de corrientes de línea también resulta simétrico en módulo y desfasajes.

Verificamos la condición de corriente de neutro resultante

$\dot{I}a + \dot{I}b + \dot{I}c = \dot{I}n$

$\dot{I}n = (26,94 - 36,81 + 9,87) + j\,(-26,95 - 9,86 + 36,81) = 0 + j0$

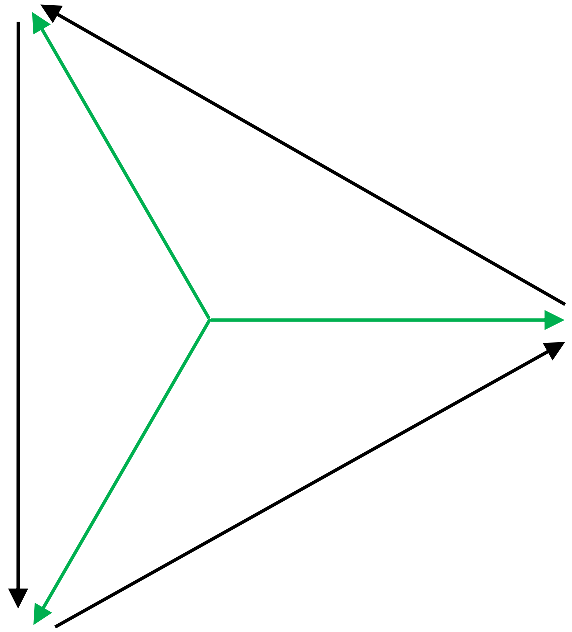
Con lo cual se verifica también que es equilibrado y por lo tanto Perfecto



Resolución de Problema N° 6

Un sistema trifásico de 3 x 380 V de 3 conductores, alimenta una carga trifásica conectada en triángulo.
Zab = 15,8 Ohm con ángulo de desfasaje 0º
Zbc = 15,8 Ohm con ángulo de desfasaje 30º inductivo
Zca = 23,8 Ohm con ángulo de desfasaje 30º capacitivo
6.1 Calcular las corrientes Ir, Is, It, representar diagrama fasorial de tensiones y corrientes.

Primero debemos determinar el sistema de tensiones Trifásicas. Si consideramos que es de secuencia directa, se debe cumplir la siguiente sucesión de fases R,S,T o 1,2,3 o a,b,c girando en el esquema fasorial en sentido antihorario.



Tensiones de Fase

$\dot{E}a = 220\ e^{j0°}$

$\dot{E}b = 220\ e^{j240°}$

$\dot{E}c = 220\ e^{j120°}$

Tensiones Compuestas

$\dot{E}ab = \dot{E}a - \dot{E}b = \sqrt{3}\ 220\ e^{j30°}$

$\dot{E}bc = \dot{E}b - \dot{E}c = \sqrt{3}\ 220\ e^{j270°}$

$\dot{E}ca = \dot{E}c - \dot{E}a = \sqrt{3}\ 220 e^{j150°}$

Resolución de Problema N° 6

Como la carga es desequilibrada Zab = $15{,}8\ e^{j0°}\,\Omega$, Zbc = $15{,}8\ e^{j30°}\,\Omega$, Zca = $23{,}8\ e^{-j30°}\,\Omega$, entonces puedo calcular las corrientes en cada impedancia del triángulo.

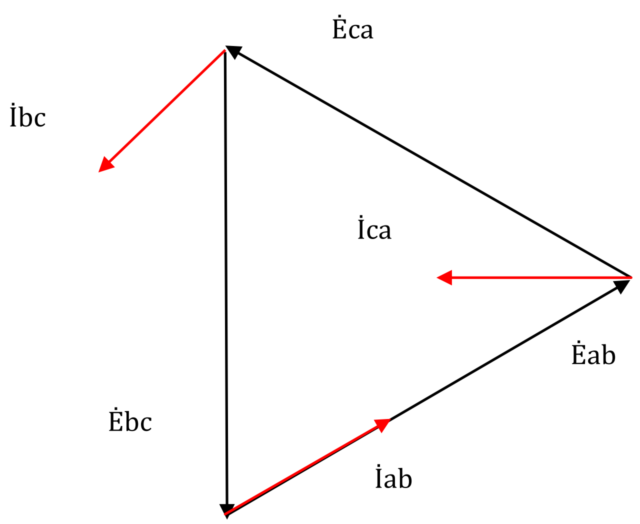
$$\dot{I}ab = \frac{\dot{U}ab}{Zab} = \frac{380}{15.8}\ e^{j(30°-0°)} = 24{,}1\ e^{j\,30°} = 20{,}9 + j\ 12{,}1\ \Omega$$

$$\dot{I}bc = \frac{\dot{U}bc}{Zbc} = \frac{380}{15.8}\ e^{j(270°-30°)} = 24{,}1\ e^{j\,240°} = -12{,}1 - j\ 20{,}9\ \Omega$$

$$\dot{I}ca = \frac{\dot{U}ca}{Zca} = \frac{380}{23{,}8}\ e^{j(150°+30°)} = 16{,}0\ e^{j\,180°} = -16{,}0 + j\ 0\ \Omega$$

Puede observarse que el sistema de corrientes del triángulo **es asimétrico en módulo y desfasaje**

I circulación = Iab + Ibc + Ica = - 7,2 – 8,8 Ω = 11,4 $e^{\,j\,230{,}8°}$



Resolución de Problema N° 6

A partir de las corrientes del triángulo podemos calcular las corrientes en cada línea de alimentación a la carga

$\dot{I}a = \dot{I}ab - \dot{I}ca = [20{,}9 - (-16{,}0)] + j(-12{,}1 - 0) = 36{,}9 - j\,12{,}1 = 38{,}8\ e^{-j18°}$

$\dot{I}b = \dot{I}bc - \dot{I}ab = (-12{,}1 - 20{,}9) + j\,[(-20{,}9 - (-12{,}1)] = -33{,}0 - j8{,}8 = 34{,}2\ e^{j\,195°}$

$\dot{I}c = \dot{I}ca - \dot{I}bc = [-16{,}0 - (-12{,}1)] + j[\,0 - (-20{,}9)] = -3{,}9 + j20{,}9 = 21{,}6\ e^{j\,259°}$

Puede observarse que el sistema de corrientes de línea **también resulta asimétrico** en módulo y desfasajes.

Verificamos la condición de corriente de neutro resultante

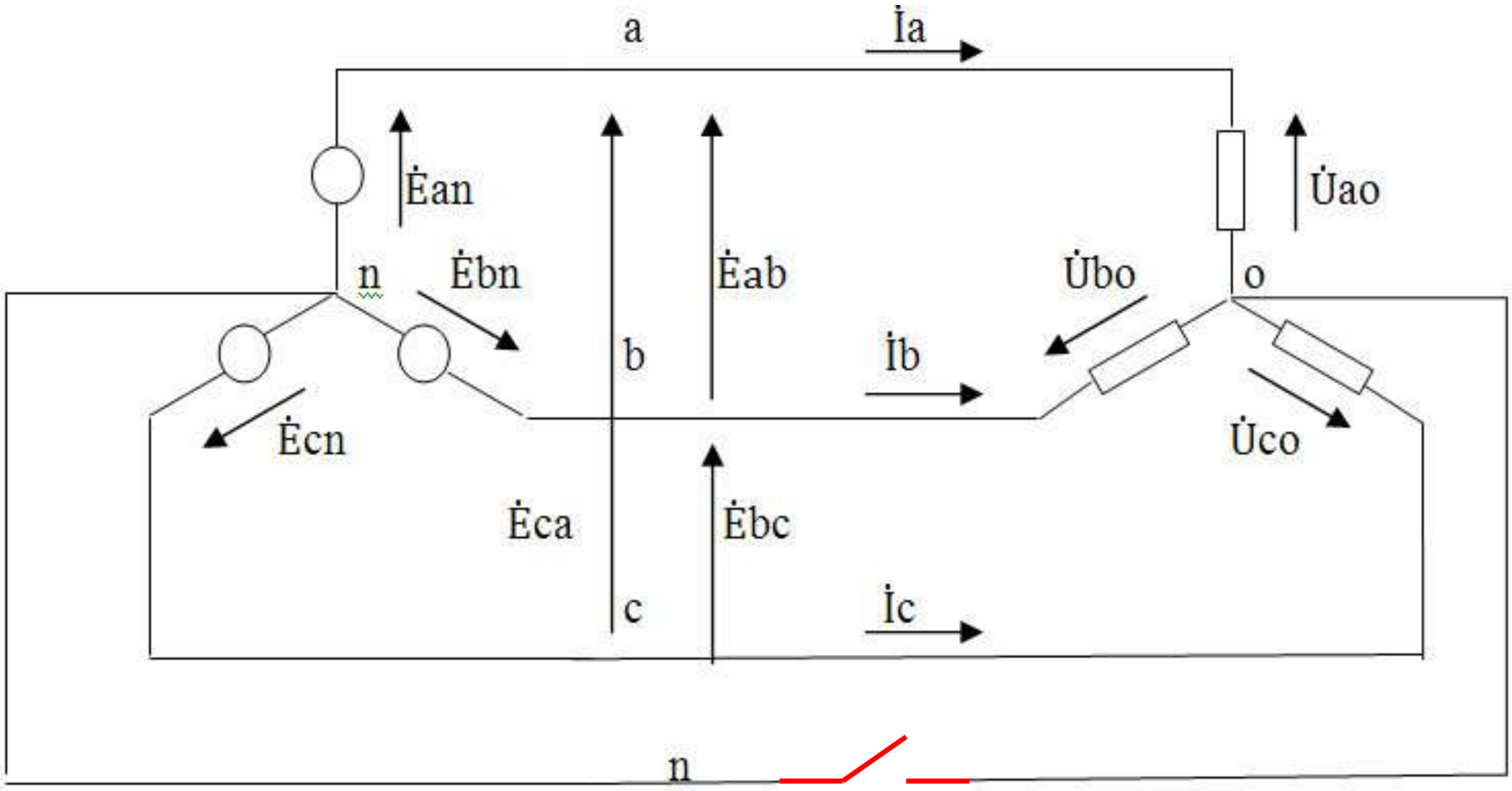
$\dot{I}a + \dot{I}b + \dot{I}c = \dot{I}n$

$\dot{I}n = (36{,}9 - 33{,}0 - 3{,}9) + j\,(-12{,}1 - 8{,}8 + 20{,}9) = 0 + j\,0$

Con lo cual se verifica que **es equilibrado y por lo tanto Imperfecto**

Ejercicio N° 7

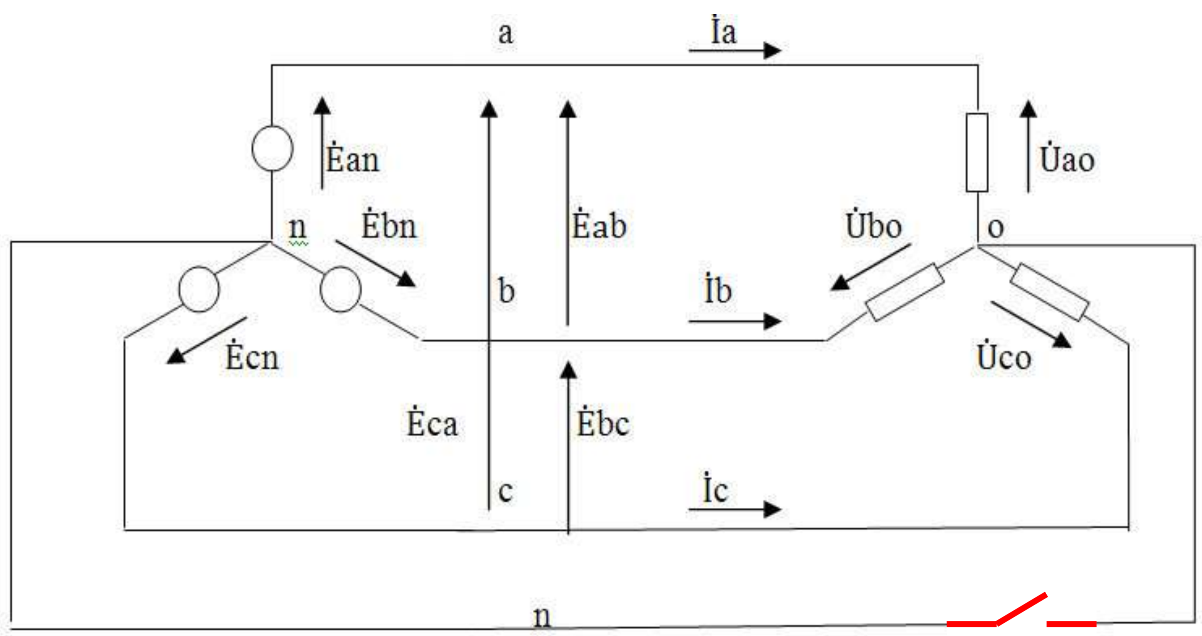
Fuente Perfecta y Carga Desequilibrada



Ejercicio N° 7

Un sistema trifásico de 3 x 380 V de 3 conductores, alimenta una carga trifásica conectada en estrella.
Za = 6 Ohm con ángulo de desfasaje 0º
Zb = 6 Ohm con ángulo de desfasaje 30º inductivo
Zc = 5 Ohm con ángulo de desfasaje 45º inductivo

7.1 Construir el triángulo de tensiones y determinar la tensión de desplazamiento del neutro Von
7.2 Determinar las corrientes y tensiones de cada fase
7.3 Determinar la Potencia en cada fase y la Potencia trifásica.



FUENTE Y CARGA TRIFASICA EN ESTRELLA

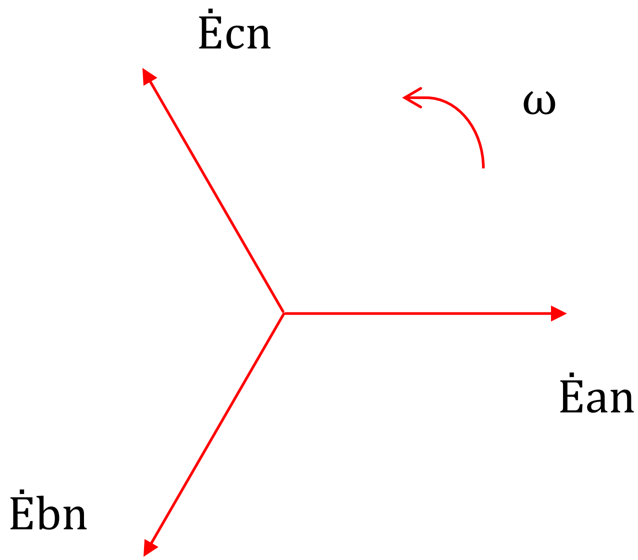
Fuente Perfecta y Carga Desequilibrada

Tensiones de Fase

$\dot{E}an = |Ean|\, e^{j0º}$

$\dot{E}bn = |Ebn|\, e^{j240º}$

$\dot{E}cn = |Ecn|\, e^{j120º}$

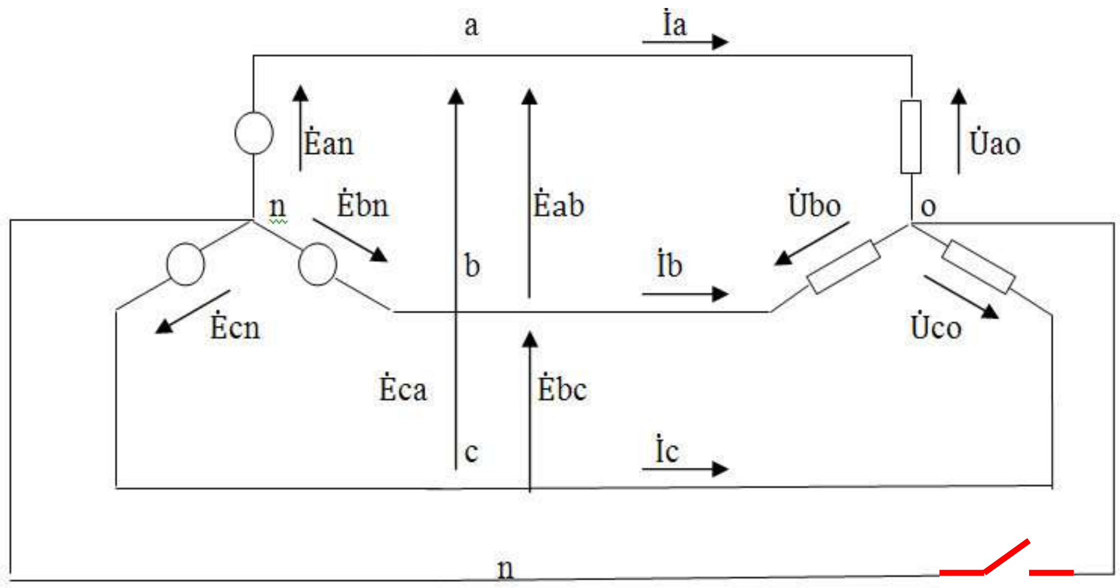


Impedancia desequilibrada en estrella

$Za \neq Zb \neq Zc$

$$|Z_a|e^{j\varphi a°} \neq |Z_b|e^{j\varphi b°} \neq |Z_c|e^{j\varphi c°}$$

Ejercicio N° 7



$$\dot{I}ao + \dot{I}bo + \dot{I}co = 0$$

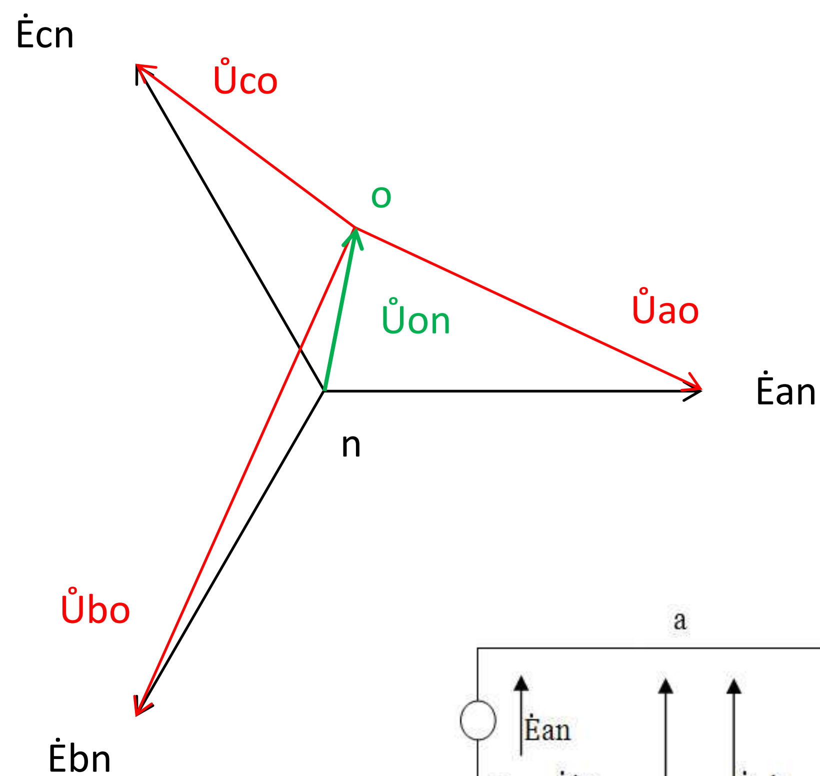
$$\frac{\mathring{U}ao}{Zao} + \frac{\mathring{U}bo}{Zbo} + \frac{\mathring{U}co}{Zco} = 0$$

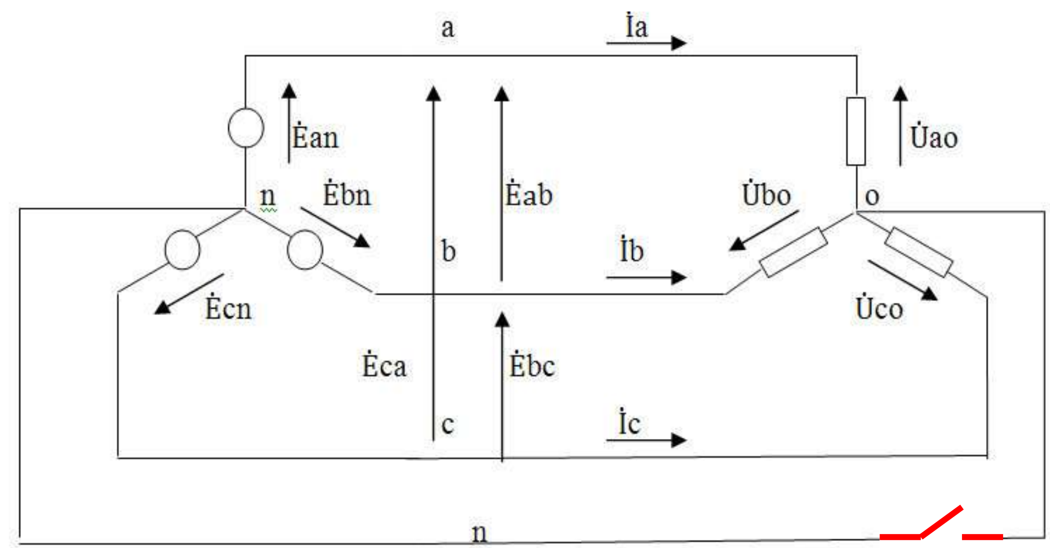
Ejercicio N° 7

$$\mathring{U}ao = \dot{E}an - \mathring{U}on$$

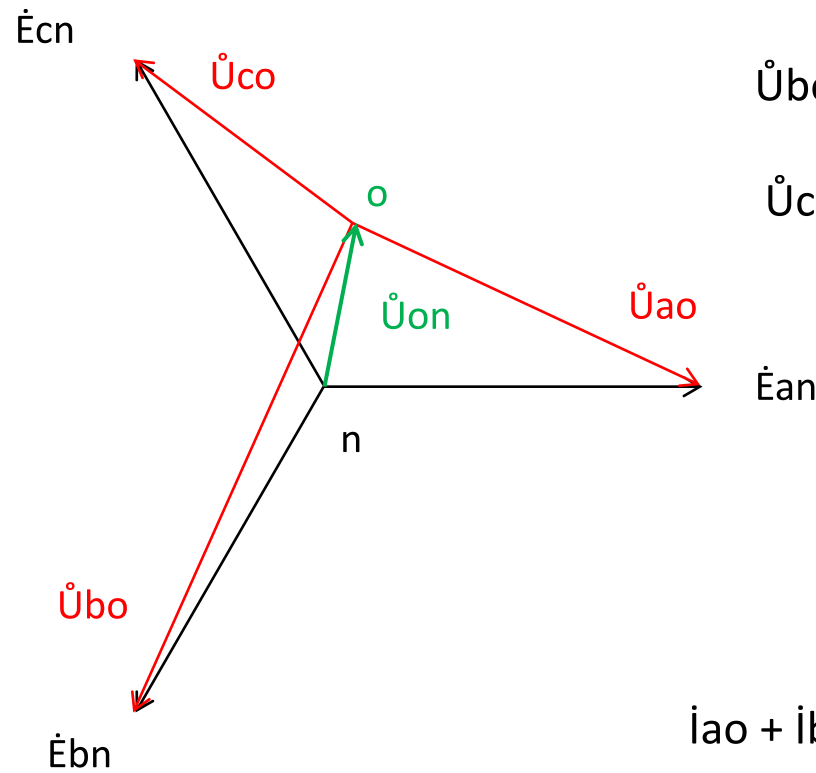
$$\mathring{U}bo = \dot{E}bn - \mathring{U}on$$

$$\mathring{U}co = \dot{E}cn - \mathring{U}on$$





Ejercicio N° 7



$$\mathring{U}_{ao} = \dot{E}_{an} - \mathring{U}_{on}$$

$$\mathring{U}_{bo} = \dot{E}_{bn} - \mathring{U}_{on}$$

$$\mathring{U}_{co} = \dot{E}_{cn} - \mathring{U}_{on}$$

$$\dot{I}_{ao} + \dot{I}_{bo} + \dot{I}_{co} = 0$$

$$\frac{\dot{E}_{an} - \mathring{U}_{on}}{Z_{ao}} + \frac{\dot{E}_{bn} - \mathring{U}_{on}}{Z_{bo}} + \frac{\dot{E}_{cn} - \mathring{U}_{on}}{Z_{co}} = 0$$

Ejercicio N° 7

$$\dot{I}ao + \dot{I}bo + \dot{I}co = 0$$

$$\frac{\dot{E}an - \mathring{U}on}{Zao} + \frac{\dot{E}bn - \mathring{U}on}{Zbo} + \frac{\dot{E}cn - \mathring{U}on}{Zco} = 0$$

$$\frac{\dot{E}an}{Zao} + \frac{\dot{E}bn}{Zbo} + \frac{\dot{E}cn}{Zco} = \mathring{U}on \left(\frac{1}{Zao} + \frac{1}{Zbo} + \frac{1}{Zco}\right)$$

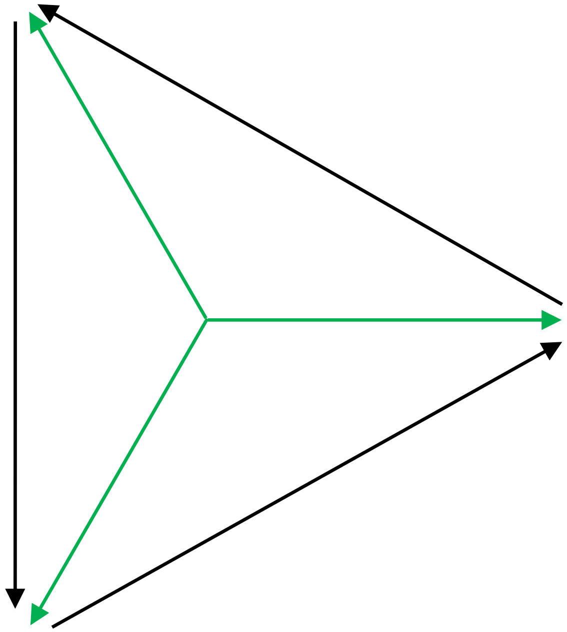
$$\dot{E}an.Yao + \dot{E}bn.Ybo + \dot{E}cn.Yco = \mathring{U}on\,(Yao + Ybo + Yco)$$

$$\mathring{U}on = \frac{\dot{E}an.Yao + \dot{E}bn.Ybo + \dot{E}cn.Yco}{Yao + Ybo + Yco}$$

Resolución de Problema N° 8

Un sistema trifásico de secuencia directa de tres conductores de 380V, alimenta a una carga conectada en
triángulo, de impedancia igual a 20<45° □ .
8.1 Hallar las corrientes, dibujar el fasorial y calcular las potencias de fase y trifásicas.
8.2 Indicar el valor que deberían tener las impedancias para producir el mismo efecto que en el punto anterior,estando estas conectadas en estrella

Primero debemos determinar el sistema de tensiones Trifásicas. Si consideramos que es de secuencia directa, se debe cumplir la siguiente sucesión de fases R,S,T o 1,2,3 o a,b,c girando en el esquema fasorial en sentido antihorario.



Tensiones de Fase

$\dot{E}a = 220\ e^{j0°}$

$\dot{E}b = 220\ e^{j240°}$

$\dot{E}c = 220\ e^{j120°}$

Tensiones Compuestas

$\dot{E}ab = \dot{E}a - \dot{E}b = \sqrt{3}\ 220\ e^{j30°}$

$\dot{E}bc = \dot{E}b - \dot{E}c = \sqrt{3}\ 220\ e^{j270°}$

$\dot{E}ca = \dot{E}c - \dot{E}a = \sqrt{3}\ 220 e^{j150°}$

Resolución de Problema N° 8 – inciso 8.1

Como la carga es equilibrada $Zab = Zbc = Zca = Z_{\Delta} = 20\ e^{j45°}\ \Omega$, entonces puedo calcular las corrientes en cada impedancia del triángulo.

$$\dot{I}ab = \frac{\dot{U}ab}{Z\Delta} = \frac{380}{20}\ e^{j(30°-45°)} = 19{,}0\ e^{-j\ 15°} = 18{,}35 - j\ 4{,}92\ \Omega$$

$$\dot{I}bc = \frac{\dot{U}bc}{Z\Delta} = \frac{380}{20}\ e^{j(270°-45°)} = 19{,}0\ e^{j\ 225°} = -13{,}44 - j\ 13{,}44\ \Omega$$

$$\dot{I}ca = \frac{\dot{U}ca}{Z\Delta} = \frac{380}{20}\ e^{j(150°-45°)} = 19{,}0\ e^{j\ 105°} = -4{,}92 + j\ 18{,}35\ \Omega$$

Observamos que el sistema de corrientes del triángulo **es Simétrico en módulos y desfasajes**

A partir de las corrientes del triángulo podemos calcular las corrientes en cada línea de alimentación a la carga

$$\dot{I}a = \dot{I}ab - \dot{I}ca = [18{,}35 - (-4{,}92)] + j\,(-4{,}92 - 18{,}35) = 23{,}27 - j\ 23{,}27 = 32{,}91\ e^{-j\ 45°}$$

$$\dot{I}b = \dot{I}bc - \dot{I}ab = (-13{,}44 - 18{,}35) + j[-13{,}44 - (-4{,}92)] = -31{,}79 - j8{,}52 = 32{,}91\ e^{j\ 195°}$$

$$\dot{I}c = \dot{I}ca - \dot{I}bc = [-4{,}92 - (-13{,}44)] + j[\ 18{,}35 - (-13{,}44)] = 8{,}52 + j31{,}79 = 32{,}91\ e^{j\ 75°}$$

Resolución de Problema N° 8 – inciso 8.1

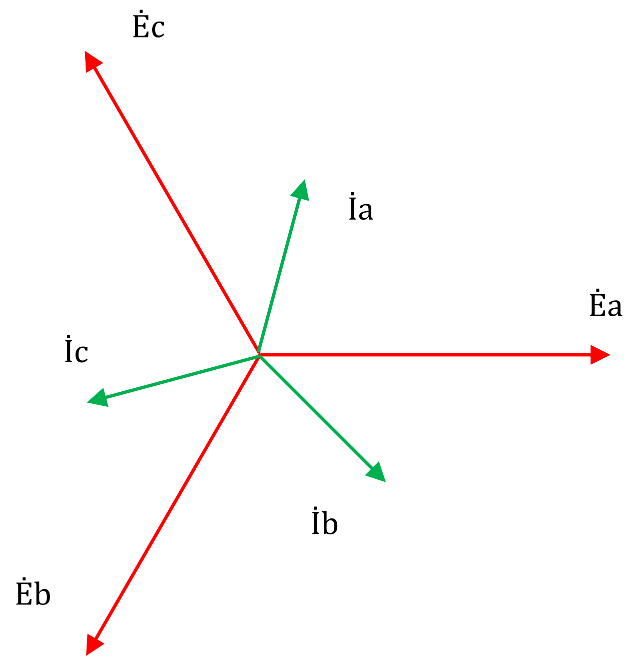
Puede observarse que el sistema de corrientes de línea también resulta simétrico en módulo y desfasajes.

Verificamos la condición de corriente de neutro resultante

$\dot{I}a + \dot{I}b + \dot{I}c = \dot{I}n$

$\dot{I}n = (23{,}27 - 31{,}79 + 8{,}52) + j\,(-23{,}27 - 8{,}52 + 31{,}79) = 0 + j0$

Con lo cual se verifica también que es equilibrado y por lo tanto Perfecto



Resolución de Problema N° 8 – inciso 8.1

Determinar la Potencia por fase y Trifásica.
Representar los triángulos de potencia por fase y trifásico

E línea = $\sqrt{3}$.E = 380 V
$I\Delta$ = 19 A
I línea = $\sqrt{3}$. $I\Delta$ = 32,9 A
Φ = 45° en atraso
Cos φ = 0,707
Sen φ = 0,707

Potencias en cada Fase del Triángulo

$Sf\Delta = \sqrt{3}.U0.I\Delta = \sqrt{3}.E.I\Delta$
$Pf\Delta = \sqrt{3}.U0.I\Delta.\cos\phi = \sqrt{3}.E.\ I\Delta.\ \cos\phi$
$Qf\Delta = \sqrt{3}.U0.\ I\Delta\ .\mathrm{sen}\,\phi = \sqrt{3}.E.\ I\Delta.\ \mathrm{sen}\,\phi$

$Sf\Delta$= 380.19 = 7220 VA
$Pf\Delta$ = 380.19.0,707 = 5105 W
$Qf\Delta$ = 380.19.0,707 = 5105 VAR inductivos

Potencia trifásica con carga equilibrada

$S3 = \sqrt{3}.UL.IL = \sqrt{3}.\ EL.\ IL$
$P3 = \sqrt{3}.UL.IL.\cos\phi = \sqrt{3}.\ EL.\ IL.\ \cos\phi$
$Q3 = \sqrt{3}.UL.IL.\mathrm{sen}\,\phi = \sqrt{3}.\ EL.\ IL.\ \mathrm{sen}\,\phi$

S3 = $\sqrt{3}$.380.32,9 = 21654 VA
P3 = $\sqrt{3}$.380.32,9. 0,707 = 15311 W
Q3 = $\sqrt{3}$.380.32,9.0,707 = 15311 VAR inductivos

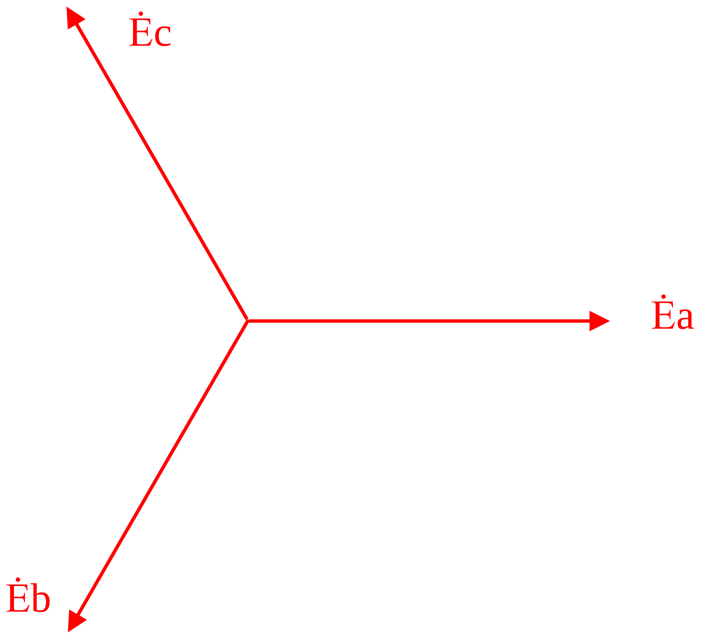
Cos φ = P3 / S3

Resolución de Problema N° 8 – Inciso 8.2

8.2 Indicar el valor que deberían tener las impedancias para producir el mismo efecto que en el punto anterior,estando estas conectadas en estrella

Primero debemos determinar el sistema de tensiones Trifásicas. Si consideramos que es de secuencia directa, se debe cumplir la siguiente sucesión de fases R,S,T o 1,2,3 o a,b,c girando en el esquema fasorial en sentido antihorario.

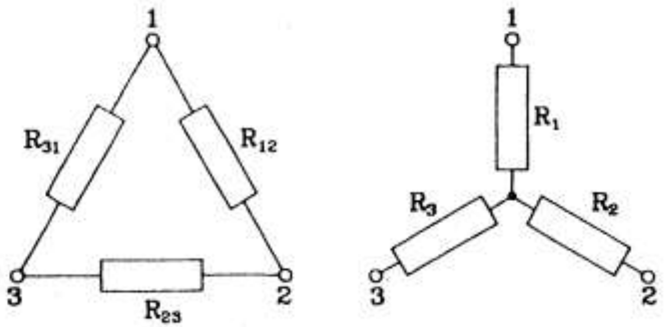
El Sistema de tensiones de fase conforma un **Sistema Perfecto**.



Resolución de Problema N° 8 – Inciso 8.2

8.2 Indicar el valor que deberían tener las impedancias para producir el mismo efecto que en el punto anterior,estando estas conectadas en estrella

Debo aplicar la Transformación de una carga conectada en triángulo en otra carga equilibrada conectada en estrella



Conversión de una conexión triángulo a su estrella equivalente.

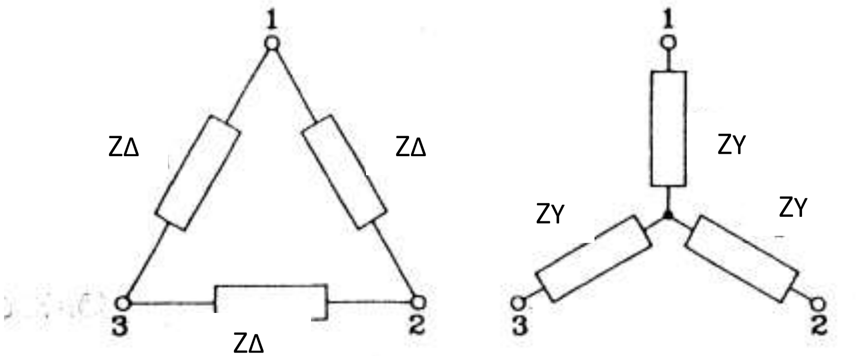
$$R_1 = \frac{R_{12} \cdot R_{31}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$$

$$R_2 = \frac{R_{23} \cdot R_{12}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$$

$$R_3 = \frac{R_{31} \cdot R_{23}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$$

Resolución de Problema N° 8 – Inciso 8.2

En nuestro caso es una carga RL conectada en triángulo de carácterística equilibrada



Conversión de una conexión triángulo a su estrella equivalente.

$$ZY_1 = \frac{Z\Delta . Z\Delta}{Z\Delta + Z\Delta + Z\Delta} = \frac{Z\Delta^2}{3.Z\Delta} = \frac{Z\Delta}{3}$$

$$ZY_2 = \frac{Z\Delta . Z\Delta}{Z\Delta + Z\Delta + Z\Delta} = \frac{Z\Delta^2}{3.Z\Delta} = \frac{Z\Delta}{3}$$

$$ZY_3 = \frac{Z\Delta . Z\Delta}{Z\Delta + Z\Delta + Z\Delta} = \frac{Z\Delta^2}{3.Z\Delta} = \frac{Z\Delta}{3}$$

$ZY_1 = ZY_2 = ZY_3 = Z\Delta / 3$

Resolución de Problema N° 8 – inciso 8.2

La Impedancia equivalente en estrella resulta ser:

$$Za = Zb = Zc = Z_Y = \frac{Z\Delta}{3} = \frac{20}{3}\ e^{+j45°}\,\Omega,$$

entonces puedo calcular las corrientes en la carga, que por condición estrella son iguales a las de línea.

$$\mathrm{Ia}\ e^{j\,0-\varphi a} = \frac{\mathrm{Ea}\ e^{j0°}}{\mathrm{Za}\ e^{-j\varphi a}} = \frac{3.\,220\ e^{j0°}}{20\ e^{+j45}} = 33\ e^{-j45°} = 23{,}3 - j\ 23{,}3\ \Omega$$

$$\mathrm{Ib}\ e^{j\,240-\varphi b} = \frac{\mathrm{Eb}\ e^{j240°}}{\mathrm{Zb}\ e^{-j\varphi b}} = \frac{3.\,220\ e^{j240°}}{20\ e^{+j45}} = 33\ e^{j195°} = -31{,}9 - j\ 8{,}5\ \Omega$$

$$\mathrm{Ic}\ e^{j\,120-\varphi a} = \frac{\mathrm{Ec}\ e^{j120°}}{\mathrm{Zc}\ e^{-j\varphi c}} = \frac{3.\,220\ e^{j120°}}{20\ e^{+j45}} = 33\ e^{j75°} = 8{,}5 + j\ 31{,}9\ \Omega$$

Verificamos la condición de corriente el neutro con carga en estrella

$$\dot{I}a + \dot{I}b + \dot{I}c = \dot{I}n$$

$$\dot{I}n = (23{,}3\ - 31{,}9 + 8{,}5) + j\ (-23{,}3\ - 8{,}50 + 31{,}9) = 0{,}1 \approx 0\ A$$

Resultado que verifica la nulidad de la corriente de neutro para carga equilibrada en estrella

Resolución de Problema N° 8 – inciso 8.2

8.2 Determinar la Potencia por fase y Trifásica.
8.3 Representar los triángulos de potencia por fase y trifásico

E = 220 V
I = 33 A
Φ = 45° en atraso
Cos φ = 0,707
Sen φ = 0,707

Potencias en cada Fase

Sf = U0.IL = E. IL
Pf = U0.IL .cos ϕ= E. IL. cos ϕ
Qf = U0.IL .sen ϕ= E. IL. sen ϕ

Sf = 220.33 = 7260 VA
Pf = 220.33. 0,707 = 5133 W
Qf = 220.33,707= 5133 VAR inductivos

Potencia trifásica con carga equilibrada

S3= √3.UL.IL = √3. EL. IL
P3 = √3.UL.IL.cos ϕ= √3. EL. IL. cos ϕ
Q3 = √3.UL.IL.sen ϕ= √3. EL. IL. sen ϕ

S3 = √3.380.33 = 21720 VA
P3 = √3.380.33. 0,707 = 15358 W
Q3 = √3.380.33. 0,707 = 15358 VAR inductivos

Resolución de Problema N° 8