

Tema 2. Sistemas Trifásicos

The logo for Cartagena99 features the text "Cartagena99" in a stylized, green, cursive font. The text is set against a light blue background that resembles a map of the city of Cartagena. Below the text is a yellow and orange graphic element that looks like a stylized arrow or a banner.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

--

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



Sistemas trifásicos. Historia. Ventajas.
Conexión en estrella y en triángulo
Sistemas trifásicos equilibrados
Potencia en sistemas trifásicos equilibrados



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
- - -
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



la monofásico

ira de superficie S (m^2) girando sobre su eje a una velocidad angular constante ω (rad/s) dentro de un campo magnético uniforme de valor B (T) producido por un imán permanente. Se genera una f.e.m. sinusoidal (tema anterior)

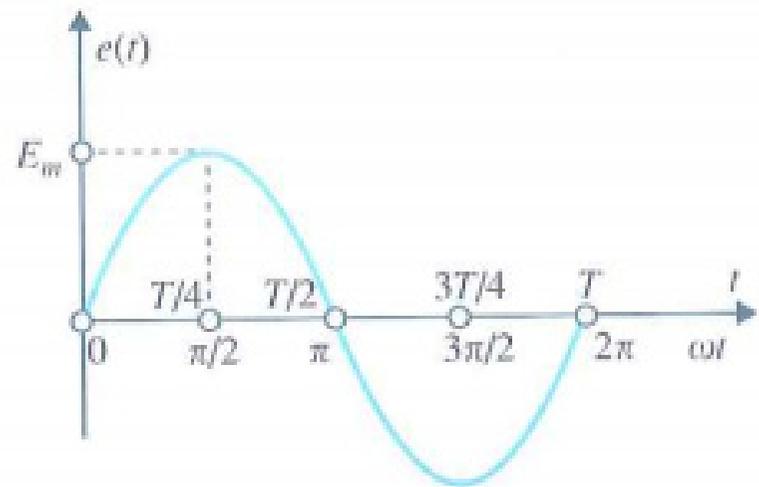
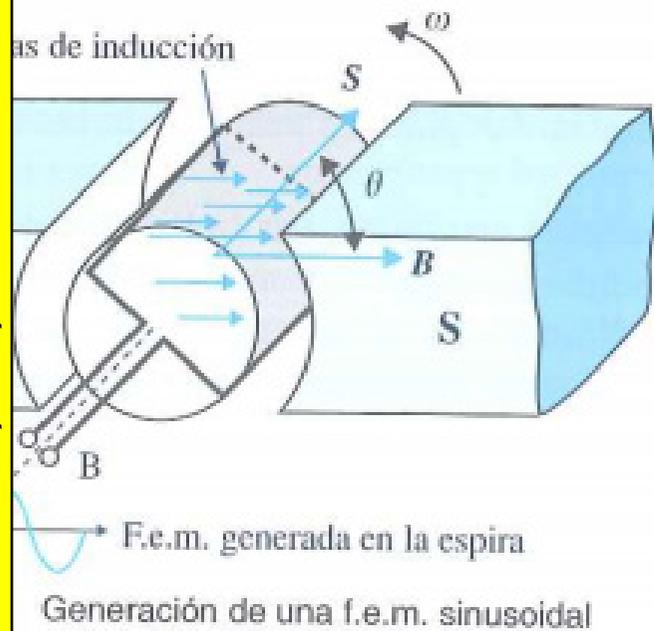


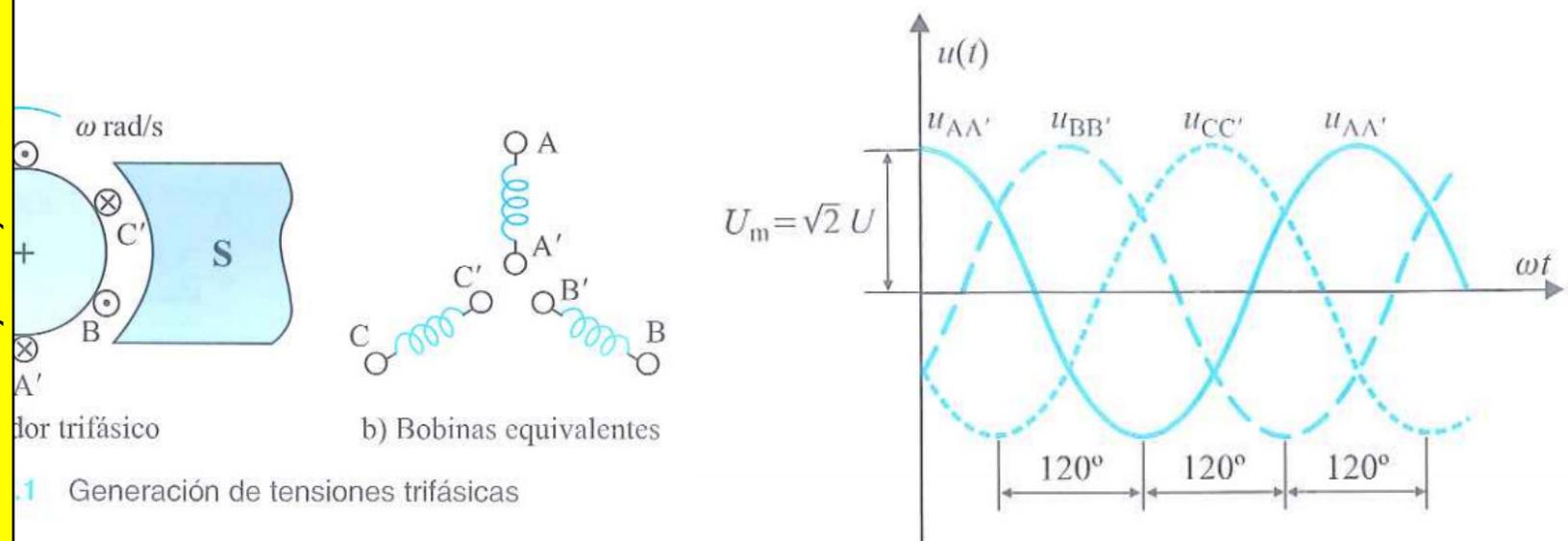
Figura 2.2 Onda sinusoidal

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Las trifásicas

de un imán fijo existe un rotor que gira a velocidad constante ω (rad/s) y sobre él **tres juegos de** formadas por los **devanados AA', BB' y CC'** que **en un ángulo entre sí de 120°** . Se genera una f.e.m en devanado de igual amplitud y frecuencia y defasadas **en el tiempo**.



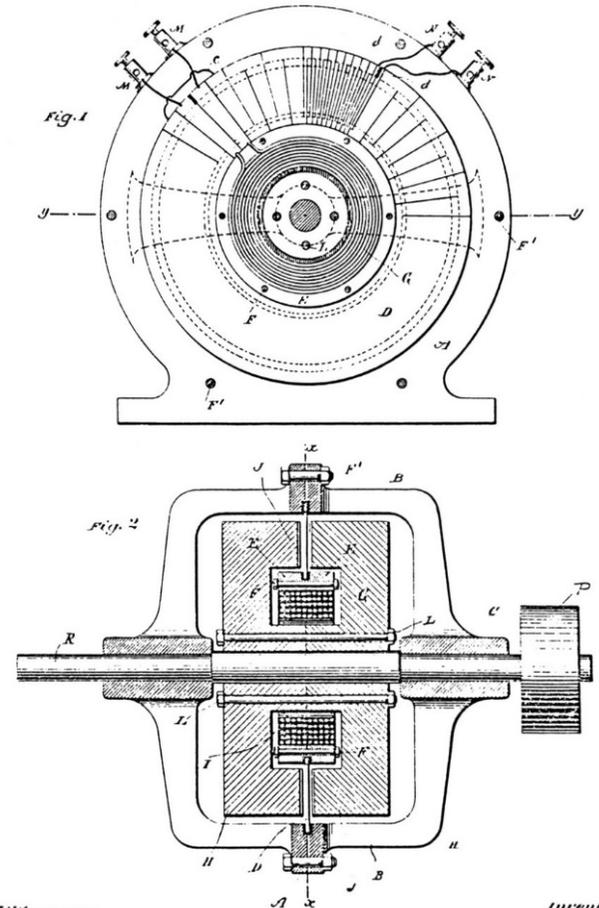
o de historia

ma trifásico es un sistema de polifásico de 3 fases

ión se debe a Nikola Tesla, quién en a siglo XIX desarrolló y patentó motores y es de corriente alterna polifásica

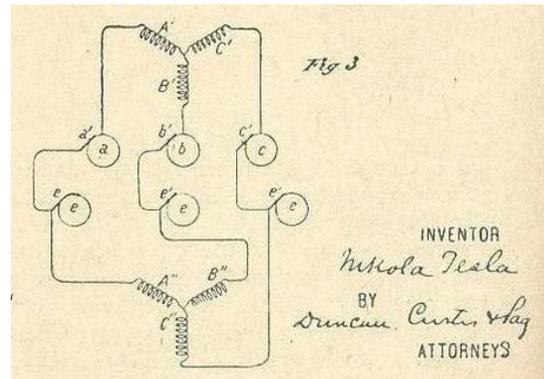
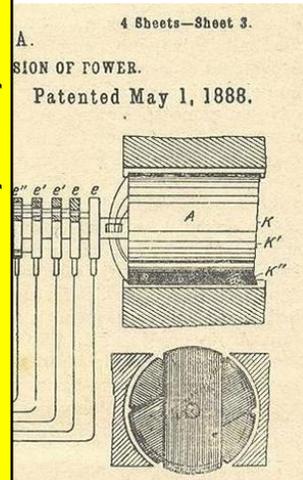
ó las patentes a George Westinghouse, nsiguió un contrato para construir la planta generadora de corriente alterna (paratas del Niágara)

(No Model.) N. TESLA. 2 Sheets--Sheet 1. ALTERNATING ELECTRIC CURRENT GENERATOR. No. 447,921. Patented Mar. 10, 1891.



Witnesses: Ernest Hopkinson, Frank B. Murphy.

Inventor: Nikola Tesla by Duncan & Page Attorneys.



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

o de historia

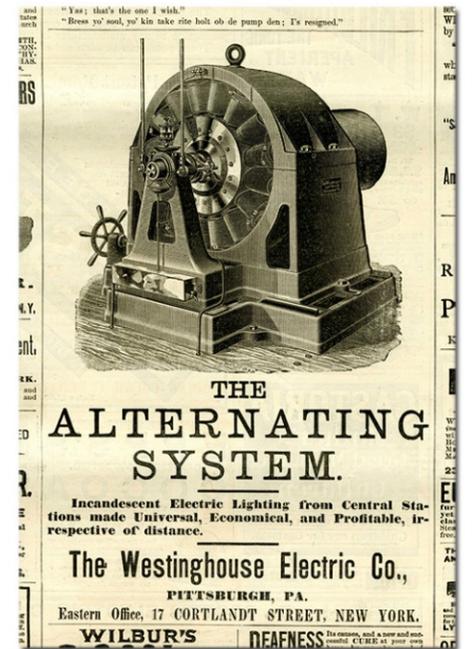
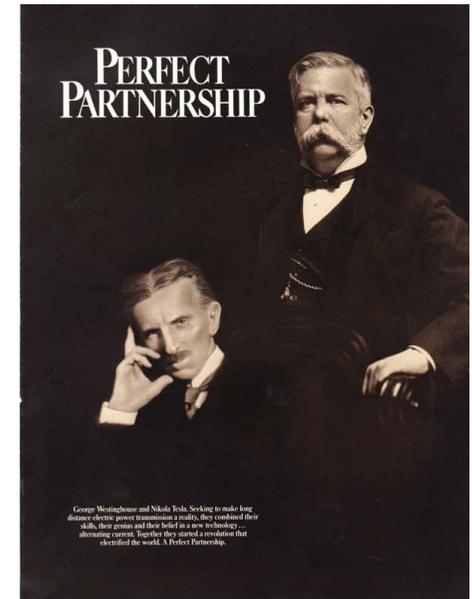
tonces el sistema trifásico se ha **adoptado** **ente** para la transmisión de energía eléctrica en corriente alterna.

La de corriente alterna trifásica presenta **s ventajas** en generación, distribución y de energía eléctrica con respecto al sistema de corriente continua (el desarrollado por **Thomas A. Edison**):

Para transmitir la misma potencia eléctrica se requiere un menor peso de cobre, por lo que se consigue un **aprovechamiento de los generadores, líneas, transformadores...**

La **potencia instantánea es constante** (no depende de t), lo que los motores trifásicos tienen un par uniforme (sin vibraciones). La **potencia de un motor trifásico** es **aproximadamente 150%** mayor que la de un motor de corriente continua del mismo tamaño.

La **potencia** **facilita** la construcción de convertidores electrónicos de potencia.



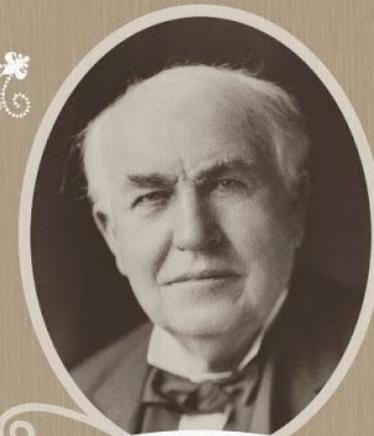
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

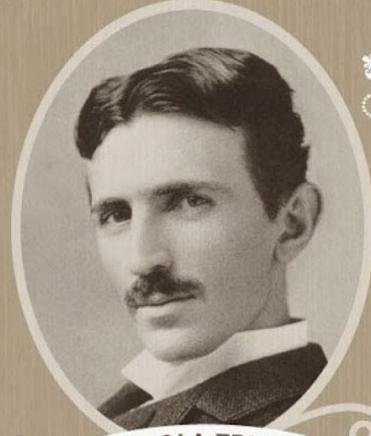
la historia: la "guerra de las corrientes"

Cartagenapp

THE CURRENT WAR THE TALE OF AN EARLY TECH RIVALRY



THOMAS EDISON



NIKOLA TESLA

VS.

You would have never found two geniuses so spiteful of each other beyond turn-of-the-century inventors Nikola Tesla and Thomas Edison. They worked together—and hated each other. Let's compare their life, achievements, and embittered battles.

AC ALTERNATING CURRENT

Electric charge periodically reverses direction and is transmitted to customers by a transformer that could handle much higher voltages.

Alternating current runs through:



Car Motors



Radio Signals



Appliances

"IF EDISON HAD A NEEDLE TO FIND IN A HAYSTACK, HE WOULD PROCEED AT ONCE... UNTIL HE FOUND THE OBJECT OF HIS SEARCH. I WAS A SORRY WITNESS OF SUCH DOINGS, KNOWING THAT A LITTLE THEORY AND CALCULATION WOULD HAVE SAVED HIM 90 PERCENT OF HIS LABOR."

- NIKOLA TESLA



WAR OF CURRENTS OFFICIALLY SETTLED

In 2007, Con Edison ended 125 years of direct current electricity service that began when Thomas Edison opened his power station in 1882. It changed to only provide alternating current.

NOBEL PRIZE CONTROVERSY



In 1915, both Edison and Tesla were to receive Nobel Prizes for their strides in physics, but ultimately, neither won. It is rumored to have been caused by their animosity towards each other and refusal to share the coveted award.



only, level high-

t Emitting Diodes

THEY ARE

THE BLOOMER

Edison, the youngest in his family, didn't learn to talk until he was most 4 years old.

"Genius is one percent inspiration and ninety nine percent perspiration."

-Thomas Edison

THE ELEPHANT

Edison's alternating current was highly publicized as being shocked with

1847 BORN 1858

Milan, Ohio

BIRTHPLACE

Smiljan, Croatia

Wizard of Menlo Park

NICKNAME

Wizard of the West

Home-schooled and self-taught

EDUCATION

Studied math, physics, and mechanics at The Polytechnic Institute at Graz

Mass communication and business

FORTE

Electromagnetism and electromechanical engineering

Trial and error

METHOD

Getting inspired and seeing the invention in his mind in detail before fully constructing it

DC (Direct Current) WAR OF CURRENTS: ELECTRICAL TRANSMISSION IDEA AC (Alternating Current)

Incandescent light bulb; phonograph; cement making technology; motion picture camera; DC motors and electric power

NOTABLE INVENTIONS

Tesla coil - resonant transformer circuit; radio transmitter; fluorescent light; AC motors and electric power generation system

1,093 NUMBER OF US PATENTS

112

0 NUMBER OF NOBEL PRIZES WON

0

1 NUMBER OF ELEPHANTS ELECTROCUTED

0

1931—Passed away peacefully in his New Jersey home, surrounded by friends and family

DEATH

1943—Died lonely and in debt in Room 3327 at the New Yorker Hotel

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



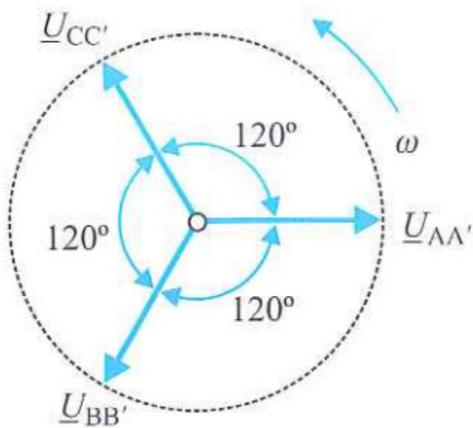
www.cartagenapp.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002.

Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

as trifásicos

licidad, los sistemas de tensiones polifásicos se representan **fasores (tema anterior)**, en lo que se denominan **diagramas**

na de las tensiones (fase) se representa fasorialmente en un pero son **vectores rotatorios** en sentido contrario a las agujas (término $e^{j\omega t}$ que multiplica al fasor)



de las fases se denomina **secuencia de fases**

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

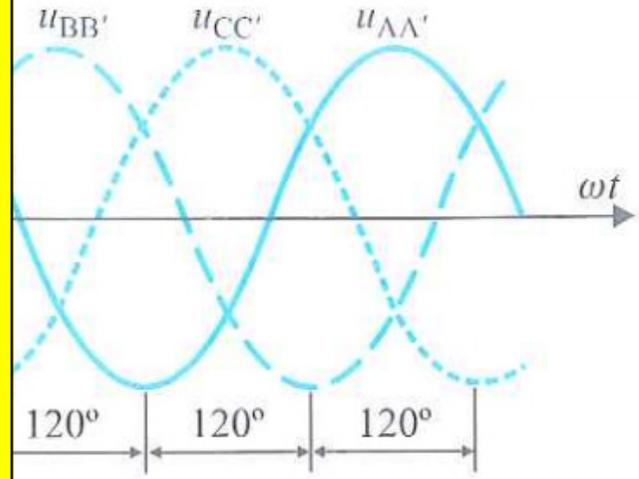
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



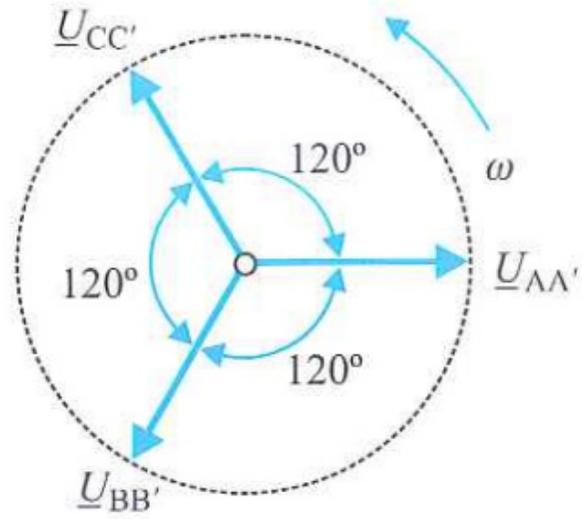
entación de los sistemas trifásicos

sentación temporal

Representación fasorial



$$\begin{aligned}
 & \cos \omega t \\
 & \cos(\omega t - 120^\circ) \\
 & \cos(\omega t - 240^\circ) = \sqrt{2}U \cos(\omega t + 120^\circ)
 \end{aligned}$$



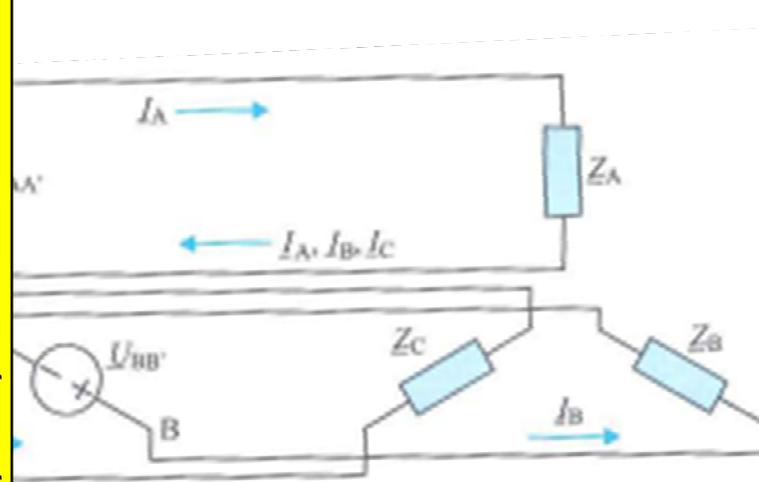
$$\begin{aligned}
 U_{AA'} &= U \angle 0^\circ \\
 U_{BB'} &= U \angle -120^\circ \\
 U_{CC'} &= U \angle 120^\circ
 \end{aligned}$$



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Trifásico independiente

Trifásico en que cada fase del generador **está unida a las** **fasas de carga independientemente de los demás** por medio de conductores: circuito trifásico independiente (tres mallas independientes)



$$I_A = \frac{U_{AA'}}{Z_A} \quad I_B = \frac{U_{BB'}}{Z_B} \quad I_C = \frac{U_{CC'}}{Z_C}$$

$$Z_A = Z_B = Z_C = Z$$

$$I_A + I_B + I_C = 0$$

(Iguales en módulo. Desfasadas 120°. La suma fasorial es cero.)

Fig. 1. Circuito trifásico independiente de tres cargas por medio de un generador trifásico

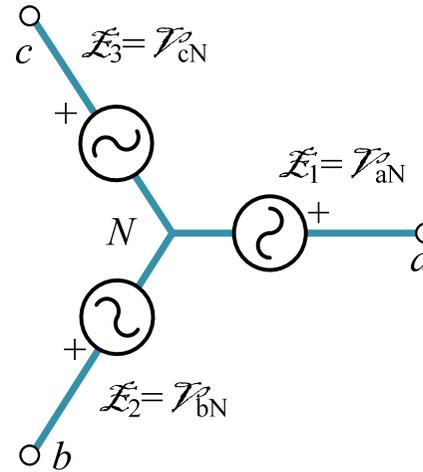
Si las impedancias de carga son iguales en módulo y fase constituyen un **sistema equilibrado**

Cartagena99

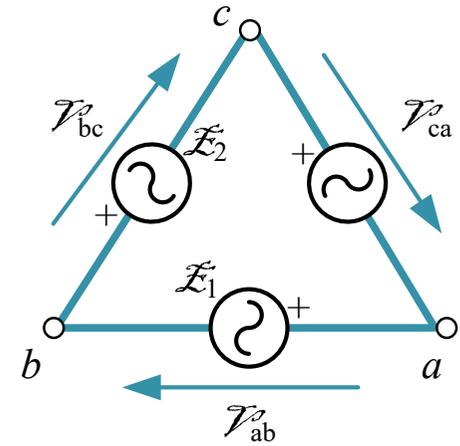
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Conexión de sistemas trifásicos

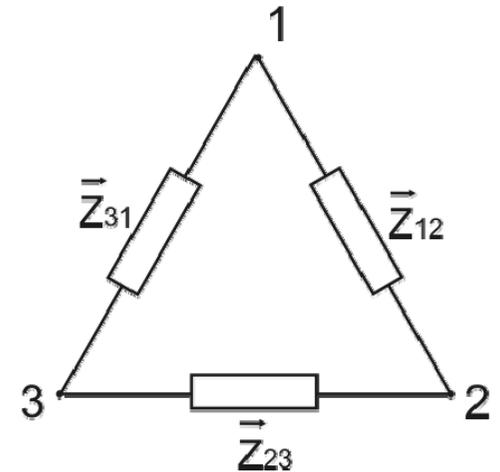
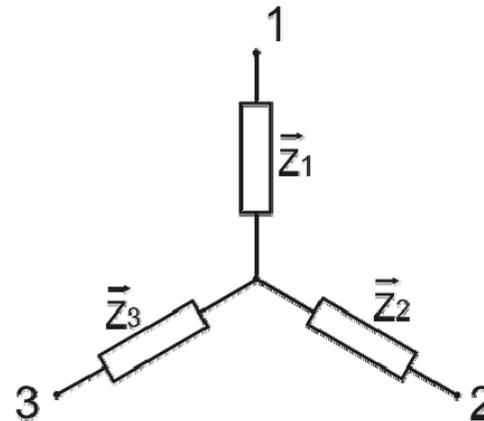
La suma de las tensiones en un sistema trifásico puede conectarse de otras formas: en estrella (Y) y en triángulo (Δ), también en polígono o delta.



Conexión en estrella



Conexión en triángulo



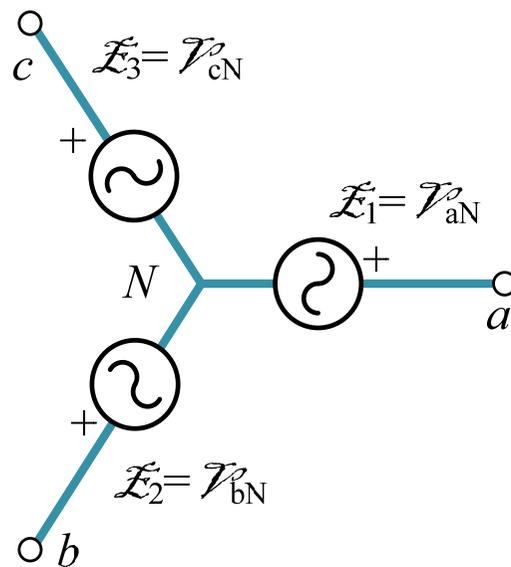
Las impedancias de un sistema trifásico pueden ser conectadas de otras formas: en estrella (Y) o en triángulo (Δ).

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

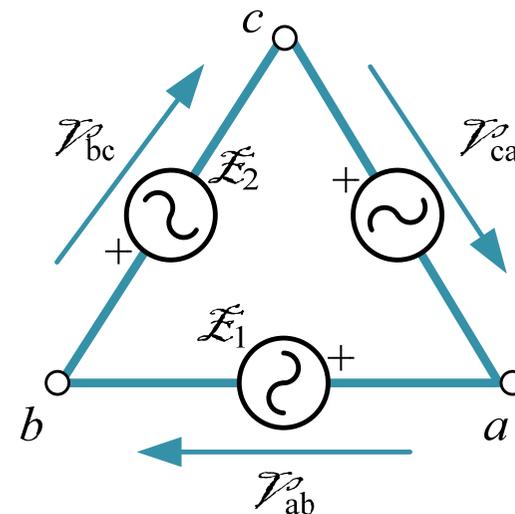
Conectar en estrella y en triángulo

La **conexión en estrella** se obtiene uniéndolo en un punto común N , el punto neutro, a los terminales de polaridad de referencia positiva.

La **conexión en triángulo** (polígono o delta) se obtiene uniéndolo directamente los terminales de distinta polaridad. No existe punto



Conexión en estrella



Conexión en triángulo

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Conexión estrella-estrella y estrella-triángulo

Conexión de los generadores y las cargas en estrella-estrella o estrella-triángulo reduce el número de conductores necesarios para alimentar una carga respecto de tres conexiones monofásicas independientes

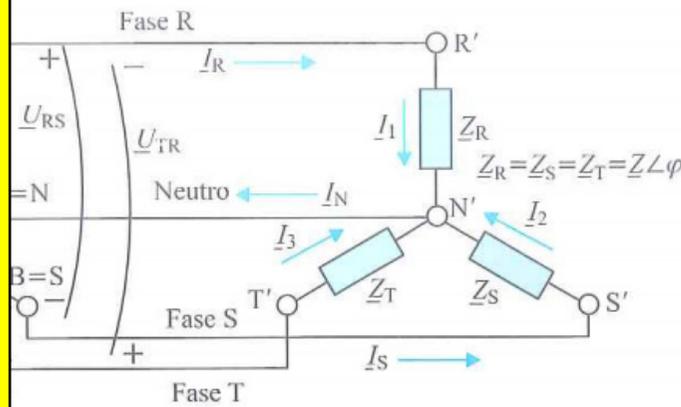


Figura 3.17 Sistema equilibrado Y-Y con neutro (a cuatro hilos)

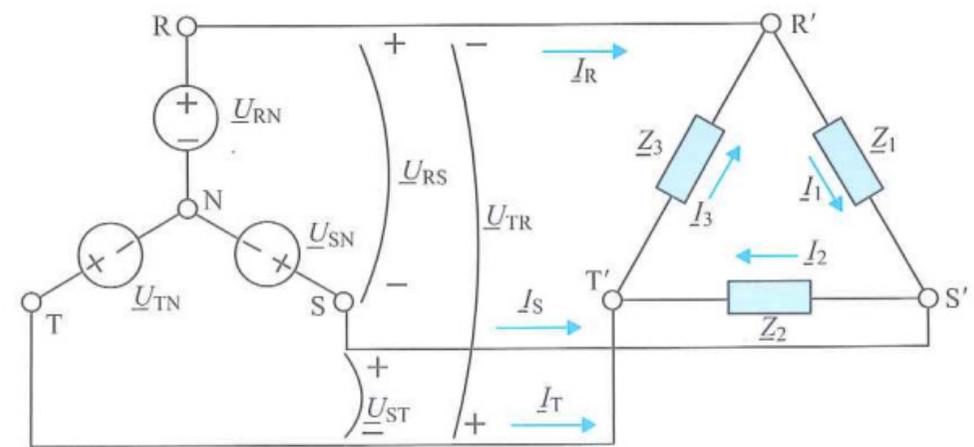


Figura 3.18 Carga equilibrada conectada en triángulo

Conexión estrella-estrella (Y-Y)

Sistema estrella-triángulo (Y- Δ)

La conexión estrella-estrella se usa un **único conductor de retorno** en lugar de tres al conectar los terminales de todas las fases y de los receptores. En la conexión triángulo **no hay conductor de retorno**.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

Tensiones y corrientes de fase y de línea

Tensión de fase: tensión entre un terminal y el punto neutro, U_{AN} , U_{BN} , U_{CN} .

Corriente de fase: corriente que circula por cada rama de la carga, I_1 , I_2 , I_3 .

Tensión de línea: tensión entre dos conductores o fases, U_{AB} , U_{BC} , U_{CA} .

Corriente de línea: corriente que circula por los conductores de conexión, I_R , I_S , I_T .

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Las trifásicos equilibrados

Un sistema (circuito) trifásico es **equilibrado** cuando lo es el generador (fuentes de igual amplitud y frecuencia y fase entre ellas) y la carga (impedancias iguales entre sí).

Impedancia de la línea

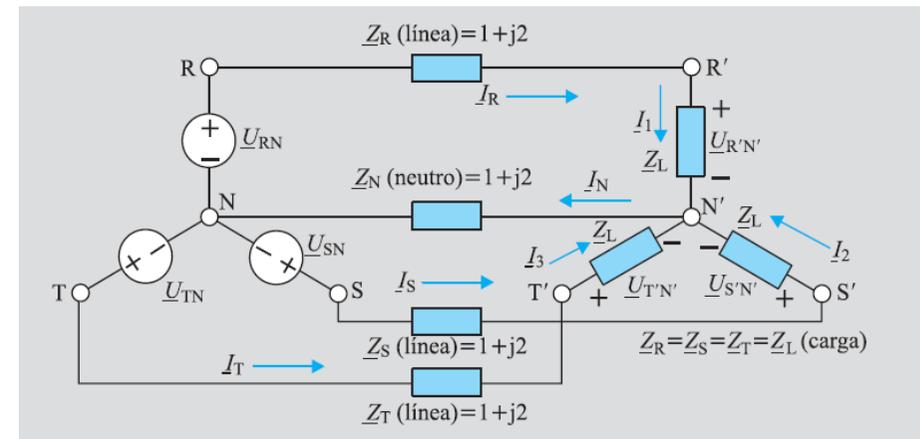
es la misma en todas las fases.

Las magnitudes de fase y de línea

en sistemas equilibrados **están relacionadas entre sí**

Existen relaciones entre tensiones de línea y de fase en sistemas conectados en estrella Y

Existen relaciones entre intensidades de línea y de fase en sistemas conectados en triángulo (polígono) Δ

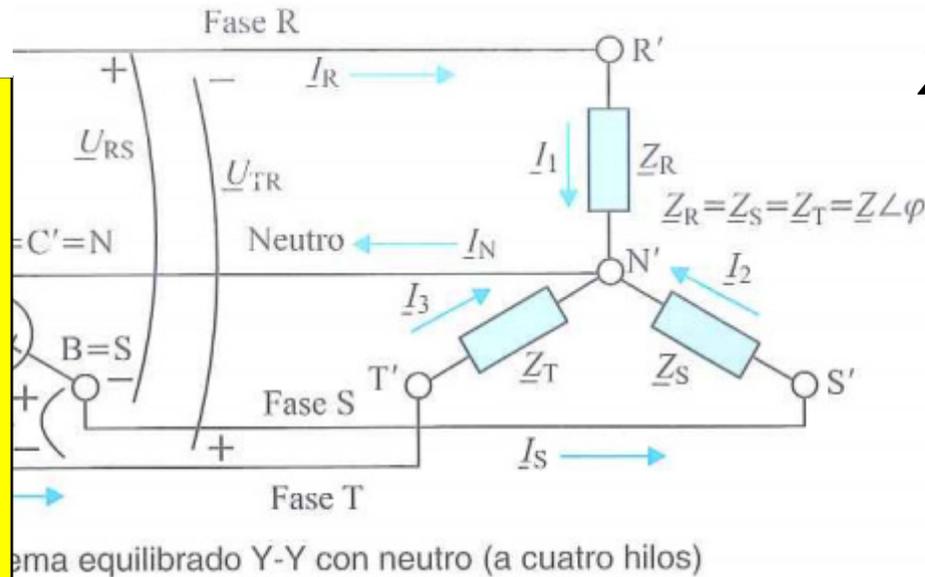


CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Cartagena99



Conexión en estrella-estrella (Y-Y) equilibrado



$$Z_R = Z_S = Z_T = Z e^{j\varphi}$$

Conductores externos:
conductor de fase

Conductor de retorno: conductor
neutro

e:
$$U_{AN} = U_{RN} = U_F e^{j0^\circ} = U_F \angle 0 = U_F$$

$$U_{BN} = U_{SN} = U_F e^{j-120^\circ} = U_F \angle -120 = U_F \left(-\frac{1}{2} - j \frac{\sqrt{3}}{2} \right)$$

$$U_{CN} = U_{TN} = U_F e^{j+120^\circ} = U_F \angle +120 = U_F \left(-\frac{1}{2} + j \frac{\sqrt{3}}{2} \right)$$

Conexión en estrella- estrella (Y-Y) equilibrado

$$Z_R = Z_S = Z_T = Ze^{j\phi}$$

Sea:

$$U_{BN} = \sqrt{3}U_{AN} e^{i30^\circ}$$

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

$$U_{CN} = \sqrt{3}U_{BN} e^{i30^\circ}$$

La tensión de línea adelanta 30° respecto de la tensión de fase (sentido de giro antihorario)

$$U_{AN} = \sqrt{3}U_{CN} e^{i30^\circ}$$

Corriente y línea:

$$I_{L1} = I_F e^{-j\phi} = I_A$$

$$I_L = I_F$$

$$I_{L2} = I_F e^{-j120} e^{-j\phi} = I_B$$

$$I_{L3} = I_F e^{j120} e^{-j\phi} = I_C$$

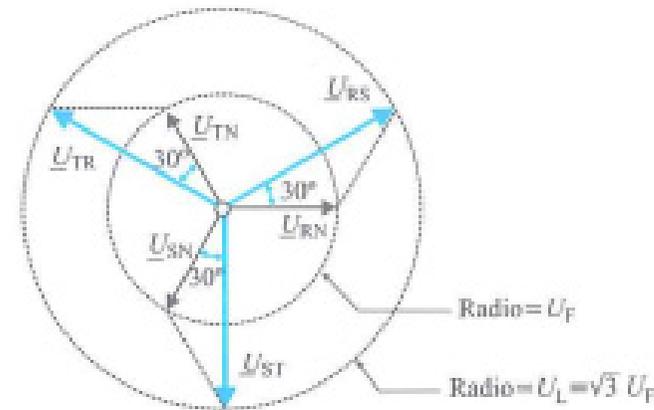


Figura 3.8 Diagrama fasorial de tensiones simples y compuestas en un sistema en estrella

www.cartagenap99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002. Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.

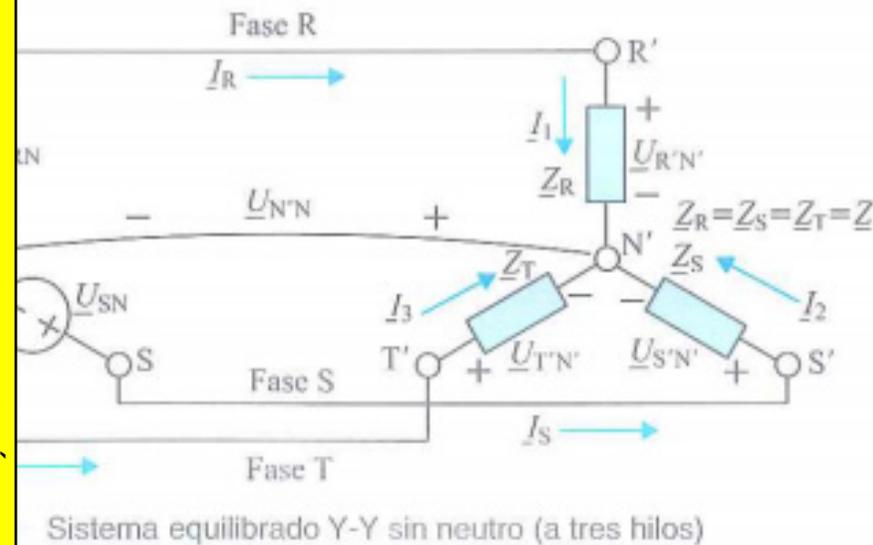
Cartagenap99

**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**

Conexión en estrella- estrella (Y-Y) equilibrado

El punto N de la fuente y N' de la carga están a igual potencial, con o sin neutro o no, por lo que no circula corriente.



$$U_{NN'} = 0$$

$$I_2 + I_3 = I_R + I_S + I_T = \frac{U_F}{Z} e^{j\phi} (1 + e^{-j120} + e^{j120}) = 0$$

Estrella-Estrella Y-Y a tres hilos

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Conexión en triángulo (Y-Δ) equilibrado

$$Z_1 = Z_2 = Z_3 = Ze^{j\varphi}$$

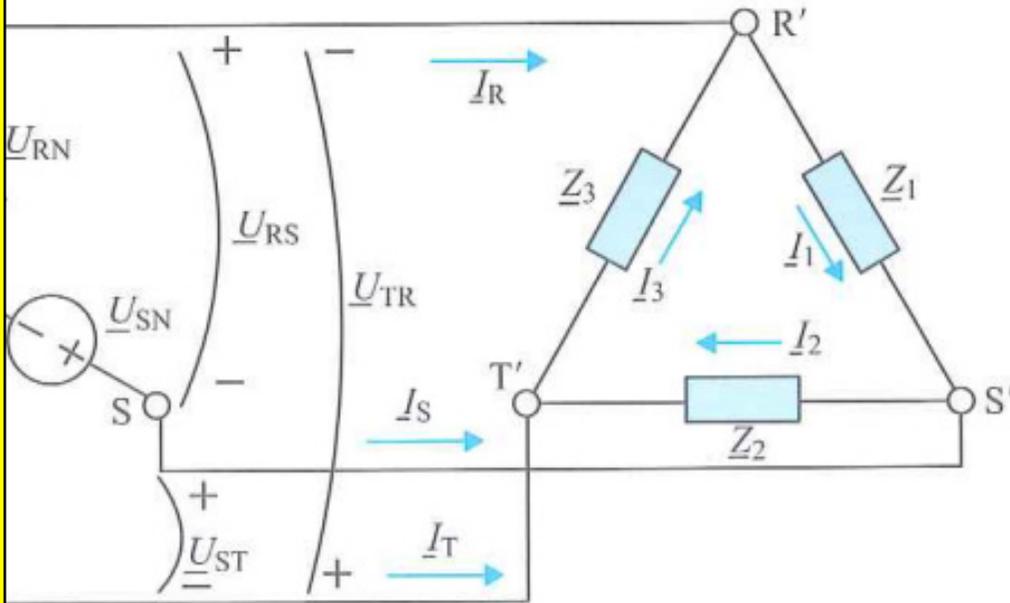


Figura 3.18 Carga equilibrada conectada en triángulo

$$U_{R'S'} = U_{RS}$$

$$U_{S'T'} = U_{ST}$$

$$U_{T'R'} = U_{TR}$$

$$U_{F\Delta} = U_L$$

$$U_{F\Delta} = U_{R'S'} = U_{S'T'} = U_{T'R'}$$

$$U_L = U_{RS} = U_{ST} = U_{TR}$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Conexión en triángulo (Y-Δ) equilibrado

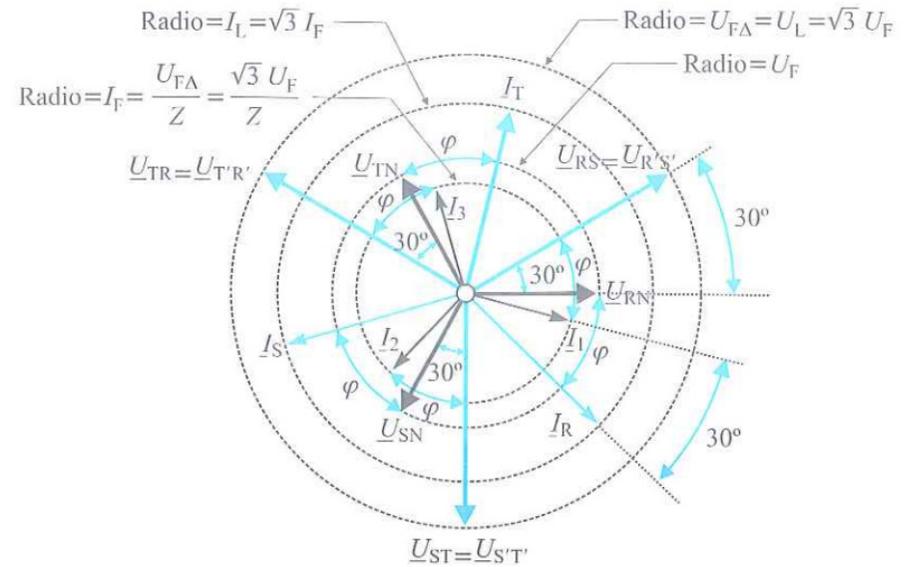
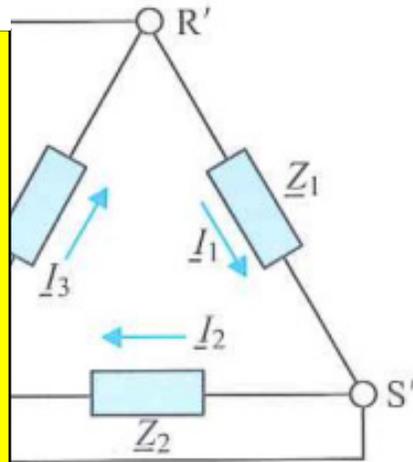


Figura 3.19 Diagrama fasorial de tensiones y corrientes en un sistema en triángulo equilibrado

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

$$I_1 e^{-j30}$$

$$I_2 e^{-j30}$$

$$I_3 e^{-j30}$$

$$I_L = \sqrt{3} I_F$$

$$U_{F\Delta} = U_L = \sqrt{3} U_F$$

$$I_L = |I_R| = |I_S| = |I_T| \quad I_F = |I_1| = |I_2| = |I_3|$$

$$(U_{F\Delta} = U_{R'S'} = U_{S'T'} = U_{T'R'})$$

La tensión de línea retrasa 30° respecto de la intensidad de fase (Sentido antihorario)

as trifásicos equilibrados

culo de sistemas o circuitos trifásicos equilibrados se ca reduciendo el mismo a un problema monofásico ente

temas posibles son

temas con conexión Estrella-Estrella Y-Y

temas con conexión Triángulo-Triángulo Δ - Δ

temas con conexión Estrella-Triángulo Y- Δ

temas con conexión Triángulo-Estrella Δ -Y

Cartagena99

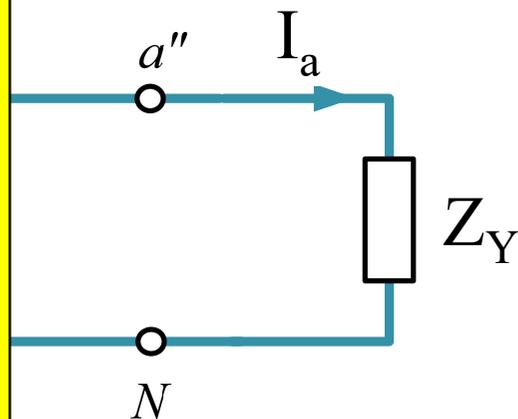
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



as trifásicos equilibrados

ema se puede reducir a tres circuitos monofásicos



$$Z_Y = Z_g + Z_L + Z$$

$$E_1 = E \angle 0^\circ$$

$$E_2 = E \angle -120^\circ$$

$$E_3 = E \angle +120^\circ$$



$$I_a = \frac{U_1}{Z_Y}$$

viendo uno de ellos, se obtienen los demás

$$I_b = I_a (1 \angle -120^\circ)$$

$$I_c = I_a (1 \angle +120^\circ)$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Potencia en sistemas trifásicos equilibrados

La potencia instantánea en un sistema trifásico equilibrado es constante (no dependen del t).

$$P = 3U_F I_F \cos \varphi [W]$$

Los motores y generadores trabajan mejor a potencia constante que a potencia fluctuante (monofásicos), ya que ésta causa problemas.

Los desequilibrios en la carga de un sistema trifásico provocan un exceso de potencia fluctuante. Si falta una fase (sin neutro) aparece una potencia fluctuante del doble de la potencia de fundamental de la red, es decir, aparecen picos de tensión.

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Potencia en sistemas trifásicos equilibrados

La potencia activa P en un sistema trifásico equilibrado (generador o receptor) es igual a 3 veces la potencia en una de sus fases P_F

$$3U_F I_F \cos \varphi [W] \rightarrow P = 3U_F I_F \cos \varphi [W]$$

La potencia reactiva Q en un sistema trifásico equilibrado (generador o receptor) es igual a 3 veces la potencia en una de sus fases Q_F

$$3U_F I_F \sin \varphi [VAr] \rightarrow Q = 3U_F I_F \sin \varphi [VAr]$$

La potencia aparente o total S en un sistema trifásico equilibrado (generador o carga) resulta:

$$P^2 + Q^2 = 3U_F I_F [VA]$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70
 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Potencia en sistemas trifásicos equilibrados

valores de fase. Por convenio se trabaja con **valores de línea**

equilibrada conectada en estrella.

$$U_F = \frac{U_L}{\sqrt{3}} \quad I_F = I_L$$

$$P_F \cos \varphi = 3 \frac{U_L}{\sqrt{3}} I_L \cos \varphi = \sqrt{3} U_L I_L \cos \varphi [W]$$

$$P_F \sin \varphi = 3 \frac{U_L}{\sqrt{3}} I_L \sin \varphi = \sqrt{3} U_L I_L \sin \varphi [VAr]$$

$$S_F = 3 \frac{U_L}{\sqrt{3}} I_L = \sqrt{3} U_L I_L [VA]$$

ángulo que forman U_F e I_F (no U_L e I_L)

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



Potencia en sistemas trifásicos equilibrados

valores de fase. Por convenio se trabaja con **valores de línea**

potencia equilibrada conectada en triángulo.

$$U_{F\Delta} = U_L \quad I_F = \frac{I_L}{\sqrt{3}}$$

$$P_{F\Delta} \cos \varphi = 3 \frac{U_L}{\sqrt{3}} I_L \cos \varphi = \sqrt{3} U_L I_L \cos \varphi [W]$$

$$P_{F\Delta} \text{sen} \varphi = 3 \frac{U_L}{\sqrt{3}} I_L \text{sen} \varphi = \sqrt{3} U_L I_L \text{sen} \varphi [VAr]$$

$$S_{F\Delta} = 3 \frac{U_L}{\sqrt{3}} I_L = \sqrt{3} U_L I_L [VA]$$

ángulo que forman U_F e I_F (no U_L e I_L)

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

 ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



ia en sistemas trifásicos equilibrados

transmitir la misma potencia a un carga, un sistema de distribución **tiene la mitad de pérdidas** que uno monofásico

ad de pérdidas en la distribución, un **sistema trifásico** requiere **$\frac{3}{4}$ de volumen de conductor** que uno monofásico

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



os Eléctricos. Jesús Fraile Mora. Pearson.
de Circuitos. V. Parra, J. Ortega, A. Pastor, A.
UNED.

BIBLIOGRAFÍA



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

--

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

