



MAD.RID

Nº 51 MAYO 2018

ISSN
2171-7842

CONSEJO EDITORIAL

Coordinador

- Francisco J. García Tartera

Editores

- Antonio Martínez Fernández
- Lilliane Boudon Gorraiz
- Javier Pérez-Castilla Álvarez

DISEÑO E IMAGEN

- Francisco J. García Tartera
- Inmaculada Del Rosal Alonso

MAQUETACIÓN

- Francisco J. García Tartera

CONTACTO

C/. Alcalá, 182 1º Izqda.
28028 Madrid
T. +34 913555932
F. +34 913555804
E-mail: ense28.mad.rid@csif.es
Web: CSI-F Enseñanza Madrid

ENVÍO DE ARTÍCULOS

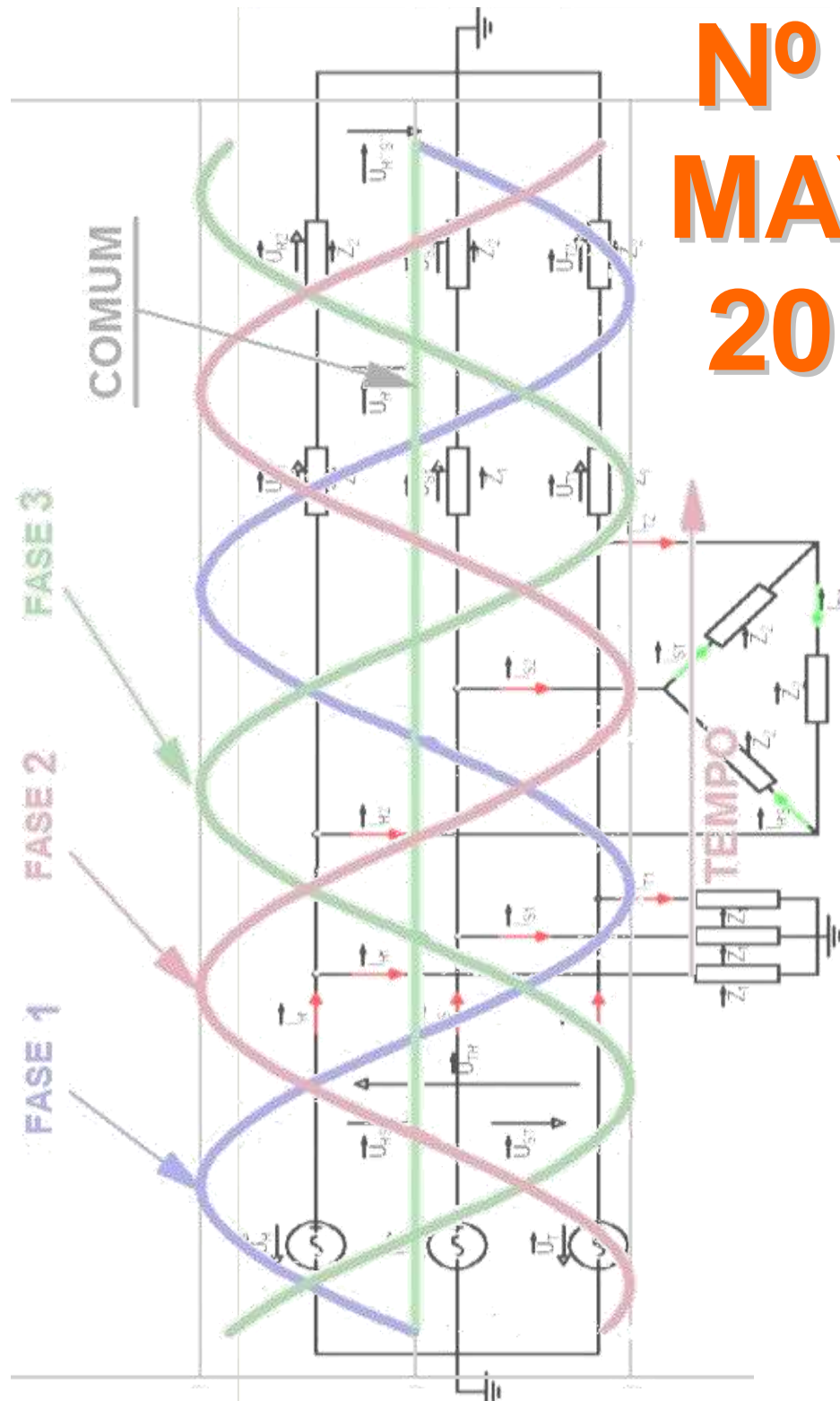
ense28.mad.rid@csif.es

INFORMACIÓN E INSTRUCCIONES

- Los artículos se enviarán en el formato DOC de la plantilla.
- CSI-F Enseñanza Madrid se reserva el derecho de publicar aquellos artículos que reúnan los requisitos mínimos de calidad en los contenidos.
- Se expedirá un certificado de publicación a cada usuario.

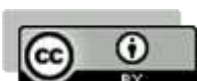
NÚMEROS ANTERIORES Y BBDD

MAD.RID



ACTUALIZACIÓN

DOCENTE



ISSN
2171-7842

CONSEJO EDITORIAL

Coordinador

- Francisco J. García Tartera
- ##### Editores
- Antonio Martínez Fernández
 - Lilliane Boudon Gorraiz
 - Javier Pérez-Castilla Álvarez

DISEÑO E IMAGEN

- Francisco J. García Tartera
- Inmaculada Del Rosal Alonso

MAQUETACIÓN

- Francisco J. García Tartera

CONTACTO

C/. Alcalá, 182 1º Izqda.
28028 Madrid
T. +34 913555932
F. +34 913555804
E-mail: ense28.mad.rid@csif.es
Web: CSI-F Enseñanza Madrid

ENVÍO DE ARTÍCULOS

ense28.mad.rid@csif.es

INFORMACIÓN E INSTRUCCIONES

- Los artículos se enviarán en el formato DOC de la plantilla.
- CSI-F Enseñanza Madrid se reserva el derecho de publicar aquellos artículos que reúnan los requisitos mínimos de calidad en los contenidos.
- Se expedirá un certificado de publicación a cada usuario.

NÚMEROS ANTERIORES Y BBDD

MAD.RID

EDITORIAL



Número 51

(MAYO, 2018)

Tenía que llegar el día en el que la publicación presentara un monográfico sobre ciencia. ¡Pues aquí lo tenemos! El número 51 va íntegramente dedicado al ámbito científico tecnológico.

La reunión de artículos relacionados con el tema no ha sido una casualidad, pero tampoco se ha ido buscando expresamente. Es el resultado del impacto cada vez mayor que tiene nuestra revista, estando ya presente en todos los ámbitos de la enseñanza. Así, los colaboradores más activos que animaron con sus artículos nuestros primeros números fueron los profesores de Infantil y de Primaria, entre los que se “colaba” de vez en cuando alguno de Secundaria. Poco a poco estos últimos fueron incrementando su participación y contagiando a profesores de la línea de Formación Profesional, que brillaban por su ausencia en los números publicados.

En la actualidad, se están recibiendo más artículos de corte científico o tecnológico que de cualquier otro ámbito, de forma que la casualidad, un poco dirigida, ha contribuido a que en este número se produjera, casi de forma fortuita, el primer monográfico dedicado a este ámbito.

Como tolo lo que hacemos, esperamos que sea de vuestro agrado y que encontréis en este número la motivación necesaria para seguirlo con el máximo interés, pues los artículos que aparecen son de actualidad y seguro que muchos lectores los encontrarán especialmente prácticos y de uso en sus clases.

Y por rodear la publicación de señas de identidad temporales asociadas al momento que vivimos, decir que lo más relevante es la situación que seguimos atravesando desde octubre de 2017 con respecto al tema de Cataluña. Se ha incrementado el número de políticos que han entrado en prisión, mientras que otros permanecen fugados en Alemania, Bélgica, Suiza e Inglaterra. El artículo 155 de la Constitución sigue en vigor en Cataluña, y el nuevo Parlamento ha elegido en estos últimos días a un nuevo presidente de la Generalidad, el Sr. Quim Torra, que a su vez ha propuesto como Consejeros a algunos de los políticos que están en prisión o fugados y perseguidos por la Justicia española. Todo ello apunta a una difícil solución a corto plazo.

Pues nada, a lo seguro, que es el Nº 51 de MAD.RID, que ya podéis descargar.

Francisco J. García Tartera
Coordinador y redactor de **MAD.RID**

ISSN
2171-7842

CONSEJO EDITORIAL

Coordinador

- Francisco J. García Tartera

Editores

- Antonio Martínez Fernández
- Lilliane Boudon Gorraiz
- Javier Pérez-Castilla Álvarez

DISEÑO E IMAGEN

- Francisco J. García Tartera
- Inmaculada Del Rosal Alonso

MAQUETACIÓN

- Francisco J. García Tartera

CONTACTO

C/. Alcalá, 182 1º Izqda.

28028 Madrid

T. +34 913555932

F. +34 913555804

E-mail: ense28.mad.rid@csif.es

Web: CSI-F Enseñanza Madrid

ENVÍO DE ARTÍCULOS

ense28.mad.rid@csif.es

INFORMACIÓN E INSTRUCCIONES

- Los artículos se enviarán en el formato DOC de la plantilla.
- CSI-F Enseñanza Madrid se reserva el derecho de publicar aquellos artículos que reúnan los requisitos mínimos de calidad en los contenidos.
- Se expedirá un certificado de publicación a cada usuario.

NÚMEROS ANTERIORES Y BBDD

MAD.RID

- **AUTOR**
- FRANCISCO J. GARCÍA TARTERA
- VÍTOR GONÇALVES

- **TEMA**
- TECNOLOGÍA / ELECTRICIDAD /
ELECTRÓNICA

- **TÍTULO**
- SECUENCIA DE UN SISTEMA
TRIFÁSICO, MEDICIÓN DE
POTENCIA Y LUGAR GEOMÉTRICO
DE ELEMENTOS

- **NIVEL**
- BACH, FP (CGS), UNIV.

- **AUTORES**
- JOSÉ MANUEL CARMONA
CONCHA

- **TEMA**
- INFORMÁTICA / TECNOLOGÍA

- **TÍTULO**
- MOVIMIENTO MANUAL DEL ROBOT
CON EL FLEX PENDANT

- **NIVEL**
- BACH.; FP (CGS); UNIV.

- **AUTOR**
- ANTONIO DADER GARCÍA

- **TEMA**
- DIBUJO. DISEÑO

- **TÍTULO**
- OPERACIONES GRÁFICAS
EN LA EQUIVALENCIA DE
FIGURAS PLANAS. (1ª
PARTE)

- **NIVEL**
- ESO; BACH.; FP (CGS).

- **AUTOR**
- ESTHER GONZALO CHICO

- **TEMA**
- BIOLOGÍA / GEOLOGÍA

- **TÍTULO**
- LOS RESIDUOS
RADIOACTIVOS I

- **NIVEL**
- ESO; BACH.

- **AUTOR**
- LUIS GONZALO CHICO

- **TEMA**
- TECNOLOGÍA

- **TÍTULO**
- DISEÑO ASISTIDO POR
ORDENADOR CON QCAD 3.3.0
(PARTE III)

- **NIVEL**
- ESO; BACH.

- **AUTOR**
- RAÚL SALCEDO
MARTÍNEZ

- **TEMA**
- ORIENTACIÓN

- **TÍTULO**
- INTRODUCCIÓN A LA
ROBÓTICA CON ARDUINO

- **NIVEL**
- ESO; BACH.; FP (CGS).



ISSN
2171-7842

CONSEJO EDITORIAL

Coordinador

- Francisco J. García Tartera

Editores

- Antonio Martínez Fernández
- Lilianne Boudon Gorraiz
- Javier Pérez-Castilla Álvarez

DISEÑO E IMAGEN

- Francisco J. García Tartera
- Inmaculada Del Rosal Alonso

MAQUETACIÓN

- Francisco J. García Tartera

CONTACTO

C/. Alcalá, 182 1º Izqda.

28028 Madrid

T. +34 913555932

F. +34 913555804

E-mail: ense28.mad.rid@csif.es

Web: CSI-F Enseñanza Madrid

ENVÍO DE ARTÍCULOS

ense28.mad.rid@csif.es

INFORMACIÓN E INSTRUCCIONES

- Los artículos se enviarán en el formato DOC de la plantilla.
- CSI-F Enseñanza Madrid se reserva el derecho de publicar aquellos artículos que reúnan los requisitos mínimos de calidad en los contenidos.
- Se expedirá un certificado de publicación a cada usuario.

NÚMEROS ANTERIORES Y BBDD

MAD.RID

Listado de autores	Títulos	Págs.
- FRANCISCO J. GARCÍA TARTERA - VÍTOR GONÇALVES	SECUENCIA DE UN SISTEMA TRIFÁSICO, MEDICIÓN DE POTENCIA Y LUGAR GEOMÉTRICO DE ELEMENTOS	09 – 35
- JOSÉ MANUEL CARMONA CONCHA	MOVIMIENTO MANUAL DEL ROBOT CON EL FLEX PENDANT	37 – 54
- ANTONIO DADER GARCÍA	OPERACIONES GRÁFICAS EN LA EQUIVALENCIA DE FIGURAS PLANAS. (1ª PARTE)	56 – 63
- ESTHER GONZALO CHICO	LOS RESIDUOS RADIOACTIVOS I	65 – 78
- LUIS GONZALO CHICO	DISEÑO ASISTIDO POR ORDENADOR CON Qcad. 3.3.0 (PARTE III)	80 – 97
- RAÚL SALCEDO MARTÍNEZ	INTRODUCCIÓN A LA ROBÓTICA CON ARDUINO	99 – 112

ÍNDICE

FRANCISCO J. GARCÍA TARTERA y VITOR GONÇALVES

SECUENCIA DE UN SISTEMA TRIFÁSICO, MEDICIÓN DE POTENCIA...	9
1 DETERMINACION DE LA SECUENCIA DE UN SISTEMA TRIFASICO	11
2 MEDICION DE POTENCIA EN SISTEMAS TRIFÁSICOS	14
2.1 SISTEMAS EQUILIBRADOS	14
2.2 SISTEMAS DESEQUILIBRADOS	14
3 LUGAR GEOMÉTRICO. DIAGRAMAS CIRCULARES	16

JOSÉ MANUEL CARMONA CONCHA

MOVIMIENTO MANUAL DEL ROBOT CON EL FLEX PENDANT	37
1 INTRODUCCIÓN	39
2 PROCESO OPERATIVO	39
2.1 Descripción del arranque, paro, emergencias y modos de funcionamiento del robot.	39
2.2 Descripción de los ejes y sus movimientos	41
2.3 Uso y sujeción del Flex Pendant	43
2.7 Movimiento de reorientación de la herramienta. Observar el punto fijo en el espacio.....	49
3 REFERENCIAS	54

ANTONIO DADER GARCÍA

Operaciones gráficas en la equivalencia de fig. planas (1ª PARTE)

INTRODUCCIÓN	58
1 Conceptos generales	59
2 Equivalencias entre polígonos	59
2.1 Transform. de un polígono de n lados en otro equiv. que tenga n-1 lados (Fig. 3)	59
2.2 Transf. de un triáng. ABC en un rectáng. Equiv. (Fig. 5) o en un rombo equiv. (Fig. 6)	59
2.3 CUADRADO EQUIVALENTE A UN TRIÁNGULO (Fig. 7)	60
2.4 TRIÁNGULO EQUIVALENTE A UN CUADRADO.	60
3 REFERENCIAS	63

ESTHER GONZALO CHICO

LOS RESIDUOS RADIOACTIVOS I

1 INTRODUCCIÓN	65
2 RESIDUOS RADIATIVOS EN ESPAÑA	67
3 CLASIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SEGÚN SU GESTIÓN	68
4 REFERENCIAS	70
	78

LUÍS GONZALO CHICO

DISEÑO ASISTIDO POR ORDENADOR CON QCAD 3.3.0 (PARTE III)

1 DIBUJAR CIRCUNFERENCIAS Y ARCOS.	82
2 PERSPECTIVAS	87
2.1 PLANTILLA ISOMÉTRICA	88
3 EJERCICIOS ISOMÉTRICA	93
4 REFERENCIAS	97

RAÚL SALCEDO MARTÍNEZ

INTRODUCCIÓN A LA ROBÓTICA CON ARDUINO

1 INTRODUCCIÓN	101
2 LOS TIPOS DE ARDUINO	101
2.1 LAS PLACAS	101
2.2 LOS SHIELD	103
3 DESCRIPCIÓN DE LA PLACA ARDUINO UNO	104
4 ENTORNO DE DESARROLLO (IDE) DE ARDUINO	105
4.5 CONFIGURACIÓN DEL IDE	109
5 REFERENCIAS	112

VALORAR ESTE ARTÍCULO



SECUENCIA DE UN SISTEMA TRIFÁSICO, MEDICIÓN DE POTENCIA Y LUGAR GEOMÉTRICO DE ELEMENTOS

FRANCISCO J. GARCÍA TARTERA; VITOR GONÇALVES

Cita recomendada (APA):

GARCÍA TARTERA, Francisco J.; GONÇALVES, Vitor (mayo de 2018). Secuencia de un sistema trifásico, medición de potencia y lugar geométrico de elementos. *MAD.RID. Revista de Innovación Didáctica de Madrid*. Nº 51. Pág. 09-35. Madrid. Recuperado el día/mes/año de <https://www.csif.es/contenido/comunidad-de-madrid/ensenanza/205631>

SECUENCIA DE UN SISTEMA TRIFÁSICO, MEDICIÓN DE POTENCIA Y LUGAR GEOMÉTRICO DE ELEMENTOS

RESUMEN

La medición de potencia en los sistemas trifásicos conlleva tener en cuenta la secuencia de fases, ya que el voltaje en cada una de ellas alcanzará los máximos de acuerdo con la ley sinusoidal y en el orden con el que se han generado.

La secuencia afectará, por ejemplo, al sentido de marcha de un motor trifásico, según el modo en el que lo conectemos a las fases.

Por otro lado, la representación gráfica traslada todos los posibles valores reales a un elemento visual de todo el proceso.

En este artículo se desarrollan ejercicios sobre el análisis gráfico y analítico de circuitos trifásicos con diferentes tipos de cargas.

PALABRAS CLAVE

Diagramas, medición, potencia, secuencia, trifásica.

ABSTRACT

The measurement of power in three-phase systems involves taking into account the sequence of phases, since the voltage in each of them will reach the maximum according to the sinusoidal law and in the order in which they were generated.

The sequence will affect, for example, the running direction of a three-phase motor, according to the way in which we connect it to the phases.

On the other hand, the graphic representation transfers all the possible real values to a visual element of the whole process.

In this article, exercises are developed on the graphic and analytical analysis of three-phase circuits with different types of loads.

KEY WORDS

Diagrams, measurement, power, sequence, three-phase.

ÍNDICE

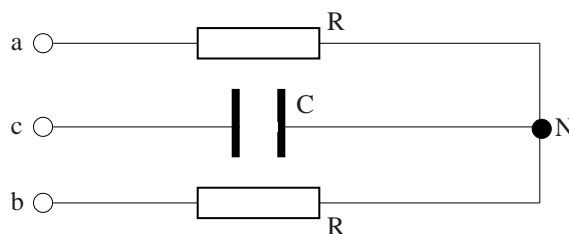
1	DETERMINACION DE LA SECUENCIA DE UN SISTEMA TRIFASICO	11
2	MEDICION DE POTENCIA EN SISTEMAS TRIFÁSICOS	14
	2.1 SISTEMAS EQUILIBRADOS	14
	2.2 SISTEMAS DESEQUILIBRADOS	14
3	LUGAR GEOMÉTRICO. DIAGRAMAS CIRCULARES	16

1 DETERMINACION DE LA SECUENCIA DE UN SISTEMA TRIFASICO

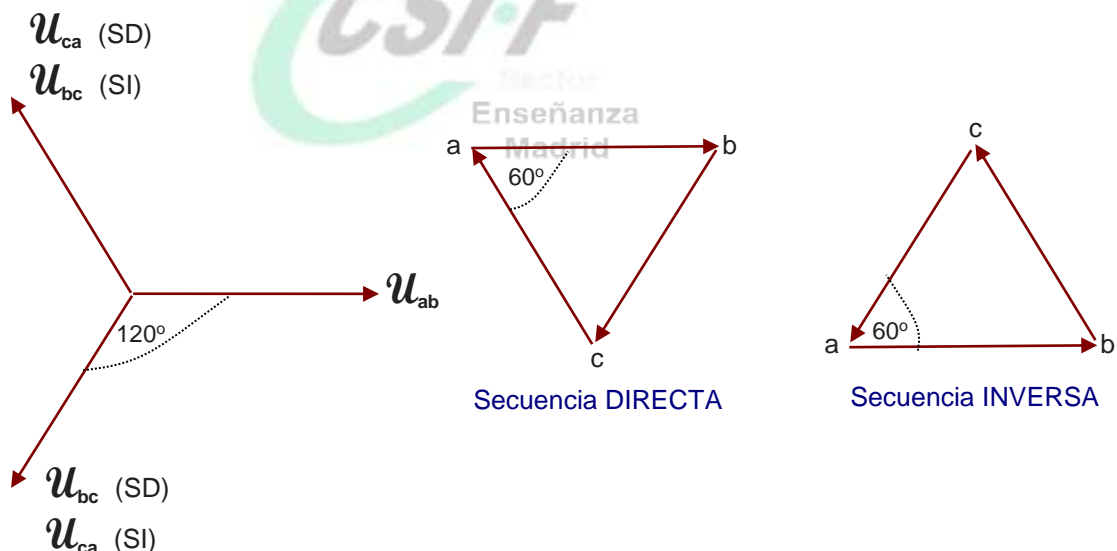
En la práctica nos encontraremos en más de una ocasión, con la necesidad de conectar un motor trifásico a la línea, debiendo éste girar en el sentido apropiado para su buen funcionamiento. Si la secuencia de fases que conectamos al motor no es la directa, girará en sentido contrario por lo que, según el caso, puede dañar el aparato al que está acoplado.

En un caso de éstos, podremos determinar la secuencia de fases de la siguiente manera:

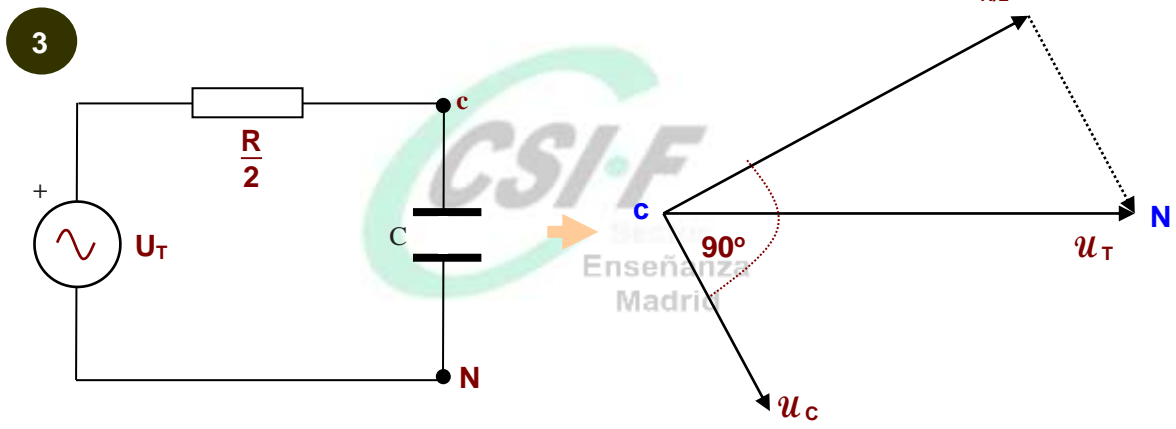
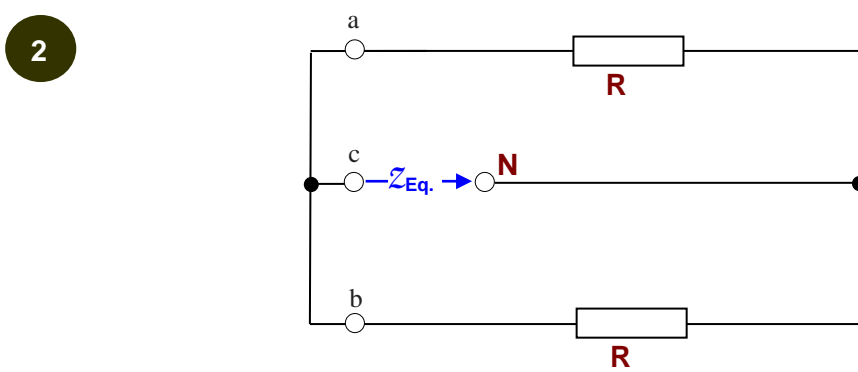
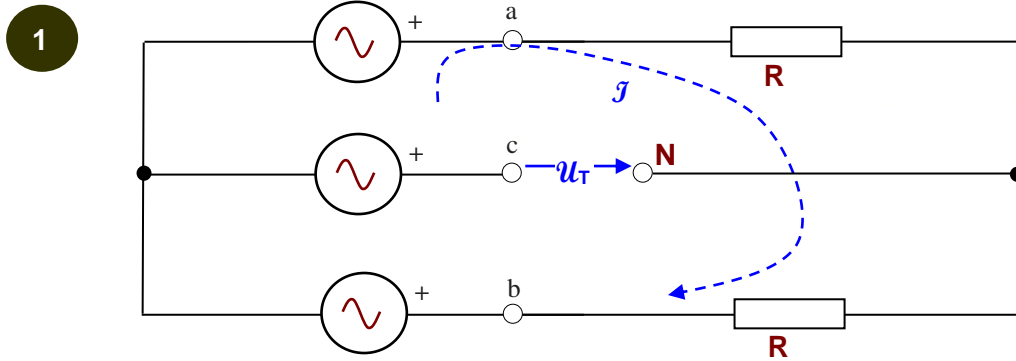
Partiendo de un circuito sencillo formado por dos resistencias puras de idéntico valor y de un condensador en conexión de estrella, nos proporcionarán esta información:



Para SECUENCIA DIRECTA y SECUENCIA INVERSA se cumplirán las siguientes figuras vectoriales que se muestran a continuación:

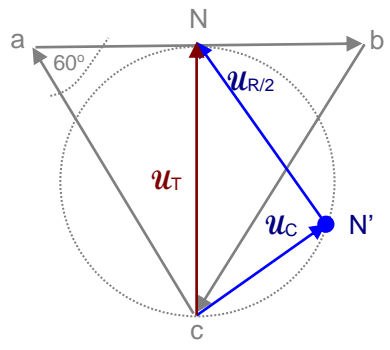


Si sustituimos las dos resistencias por dos lámparas de incandescencia de las más usuales, encontraremos que una lucirá más que la otra, determinando este hecho la secuencia de fases. Para demostrar esta diferencia de luminosidad en las lámparas recurriremos al EQUIVALENTE DE THEVENIN con respecto al condensador en la figura anterior, como se muestra a continuación:



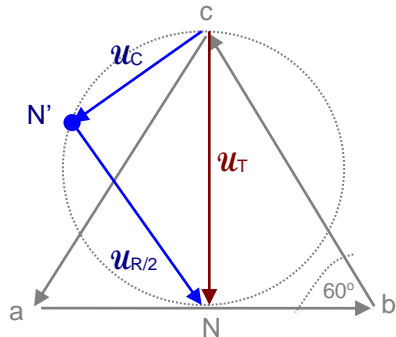
En realidad, lo que estamos llevando a la práctica es el retraso de tensión en el condensador respecto a la tensión de Thevenin, de ahí que luzca más una bombilla que otra (lucirá más la colocada entre a - N' que la de b - N', como se demuestra en la siguiente figura):

SECUENCIA DIRECTA



El vector a-N' siempre es mayor que el b-N'.

SECUENCIA INVERSA



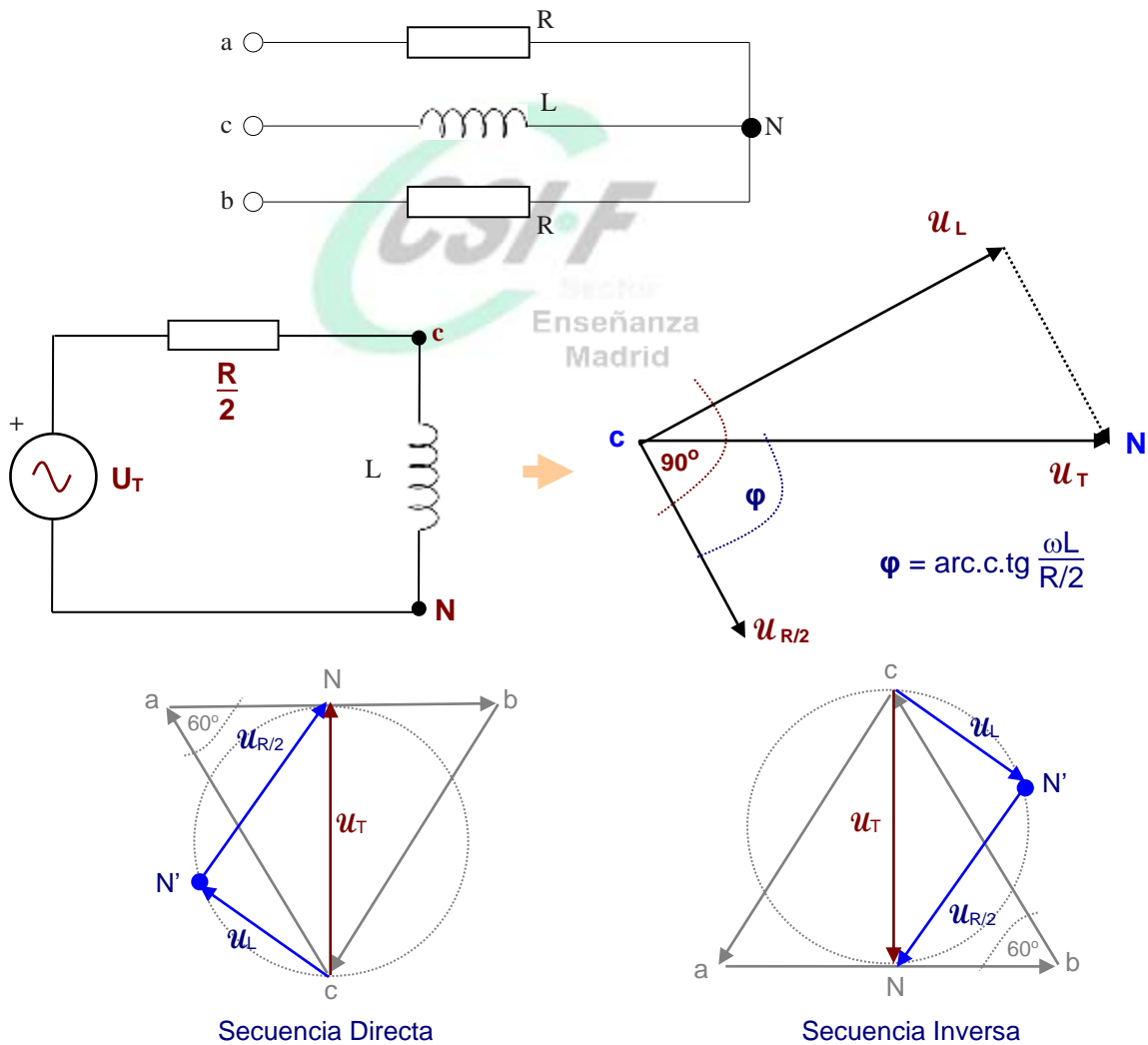
El vector a-N' siempre es menor que el b-N'.

$$u_T = u_{ca} + \frac{u_{ab}}{2}$$

$$Z_{Eq.} = \frac{R}{2}$$

En conclusión, con este circuito tendremos que **SI BRILLA MÁS LA BOMBILLA CONECTADA ENTRE A-N ES SECUENCIA DIRECTA, Y SI BRILLA MÁS LA DE B-N ES SECUENCIA INVERSA.**

Podemos plantear el mismo circuito sustituyendo el condensador por una autoinducción pura, con lo que el efecto será el inverso, es decir, la bombilla que luzca menos indica que esa fase está con adelanto respecto de la que contiene a la lámpara que brilla más.



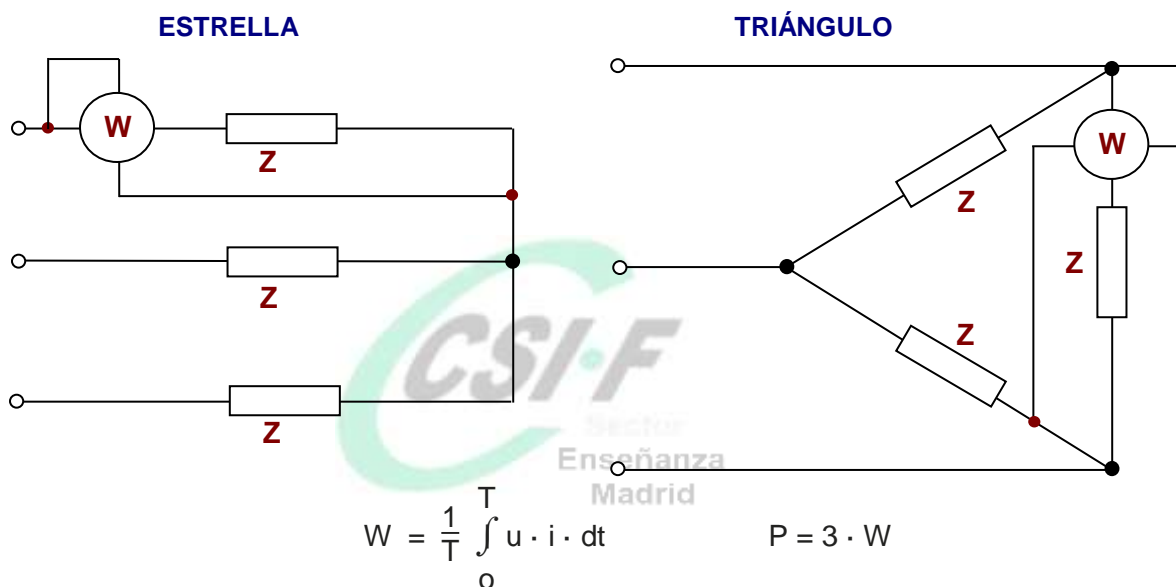
2 MEDICION DE POTENCIA EN SISTEMAS TRIFÁSICOS

Las formas más generalmente utilizadas en la práctica para llevar a cabo las mediciones de potencia, son las que se muestran a continuación, resaltando dos casos especialmente:

1. Sistemas Equilibrados.
2. Sistemas desequilibrados.

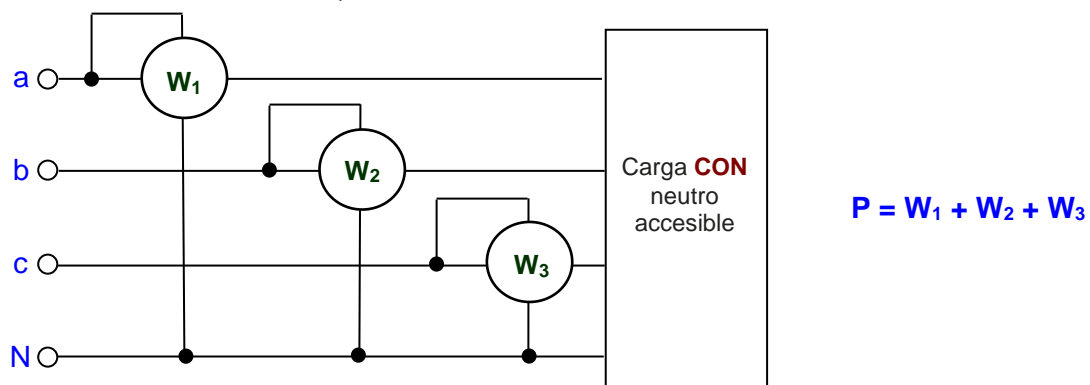
2.1 SISTEMAS EQUILIBRADOS

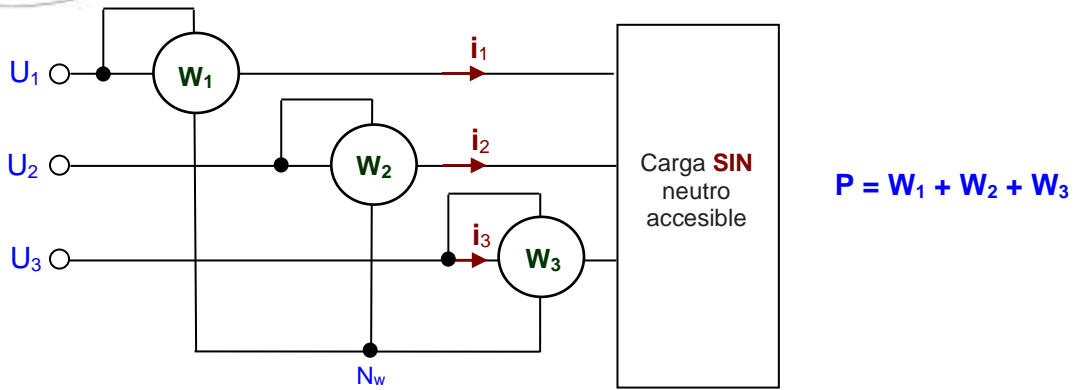
Entendemos que partimos de tensiones y de cargas iguales. Para estos casos, la conexión es la que se muestra en las figuras, siendo el valor de potencia activa el resultado del vatímetro multiplicado por tres:



Para la medición en los sistemas trifásicos desequilibrados, usaremos las siguientes configuraciones:

2.2 SISTEMAS DESEQUILIBRADOS





Como indican las figuras, la potencia activa total del sistema será la suma de las lecturas de los vatímetros.

En el caso de que no exista un **neutro** accesible, crearemos uno **ARTIFICIAL** uniendo uno de los extremos de los vatímetros, siendo el resultado el mismo que indicábamos anteriormente.

Esto lo podemos demostrar de la siguiente manera, (ver figura):

$$W_1 = \frac{1}{T} \int_0^T (U_1 - U) i_1 dt$$

$$W_2 = \frac{1}{T} \int_0^T (U_2 - U) i_2 dt$$

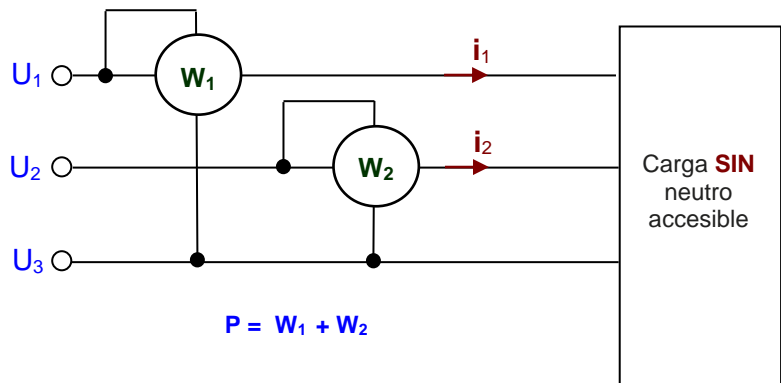
$$W_3 = \frac{1}{T} \int_0^T (U_3 - U) i_3 dt$$

$W_T = W_1 + W_2 + W_3$

$$W_T = \frac{1}{T} \int_0^T (U_1 \cdot i_1 + U_2 \cdot i_2 + U_3 \cdot i_3) dt - \frac{1}{T} \int_0^T U (i_1 + i_2 + i_3) dt$$

Como la suma de intensidades en un sistema trifásico es **0**, el segundo término de la expresión anterior se anula, obteniendo, como queríamos demostrar, *que para los sistemas trifásicos desequilibrados, la potencia activa total es la suma de las lecturas de los vatímetros.*

Podemos simplificar más este circuito a tenor de lo expuesto, tal como indica la siguiente figura:



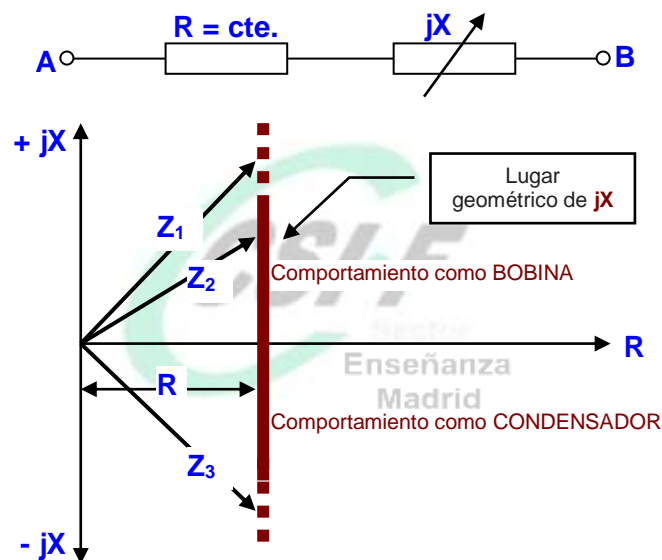
Tengamos en cuenta que la expresión de potencia activa total del sistema, suma de las lecturas de los vatímetros, contiene una suma algebraica, es decir, habrá casos en que se restarán las lecturas de los vatímetros.

3 LUGAR GEOMÉTRICO. DIAGRAMAS CIRCULARES

En este tema plantearemos el LUGAR GEOMÉTRICO que ocupan en representación vectorial los diversos componentes básicos de corriente alterna que se han visto hasta ahora.

Lo que se pretende es ver en una red compuesta por varios de estos elementos, dejando uno o más fijos y el resto variables, la representación vectorial para el/los que dejamos variables.

En una rama como la que se muestra, se conoce el valor del elemento resistivo puro (valor fijo), mientras que en la parte imaginaria se desconoce su naturaleza y, además, es variable. La representación vectorial que nos situará las posibles posiciones de la parte imaginaria será la siguiente:



En este ejemplo hemos situado el lugar geométrico para una REACTANCIA; si lo queremos situar para el valor correspondiente de ADMITANCIA, lo haremos de la siguiente manera:

$$R + jX = \frac{1}{G + jB} = \frac{G}{G^2 + B^2} - \frac{jB}{G^2 + B^2}$$

$$R = \frac{G}{G^2 + B^2} ; \quad jX = \frac{-jB}{G^2 + B^2}$$

$$R = \frac{G}{G^2 + B^2} \rightarrow \mathbf{R G^2 + R B^2 - G = 0}$$

Esta última expresión responde a la ecuación característica de una CIRCUNFERENCIA, por lo tanto, para hallar su centro:

$$f(x, y) = 0 \rightarrow \frac{df}{(dx)} = 0 \quad \text{y} \quad \frac{df}{(dy)} = 0$$

Derivaremos la expresión última de **R** respecto de los dos puntos que determinarán el centro de la circunferencia en el sistema de coordenadas, es decir, respecto de **G** y de **B**:

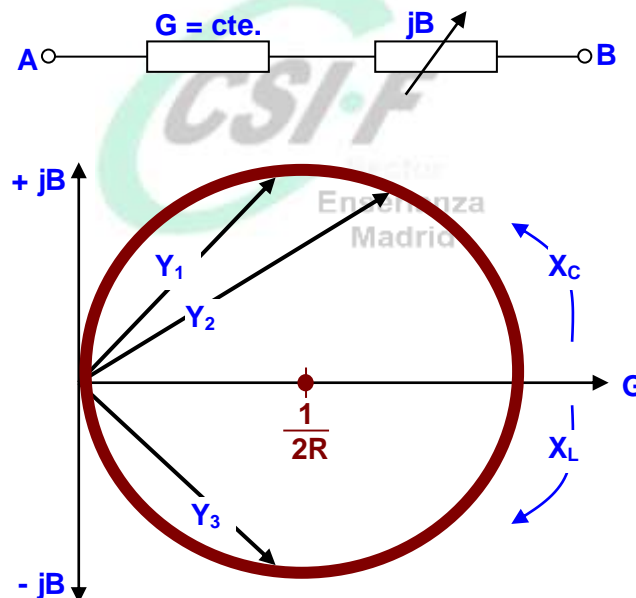
$$\frac{d(RG^2 + RB^2 - G)}{(dG)} = 2RG - 1 = 0 \rightarrow G = \frac{1}{2R}$$

$$\frac{d(RG^2 + RB^2 - G)}{(dB)} = 2RB = 0 \rightarrow B = 0$$

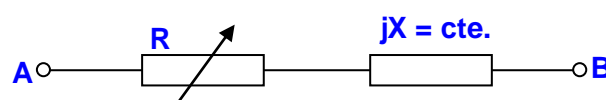
Por tanto, el centro de la circunferencia será el determinado por los puntos:

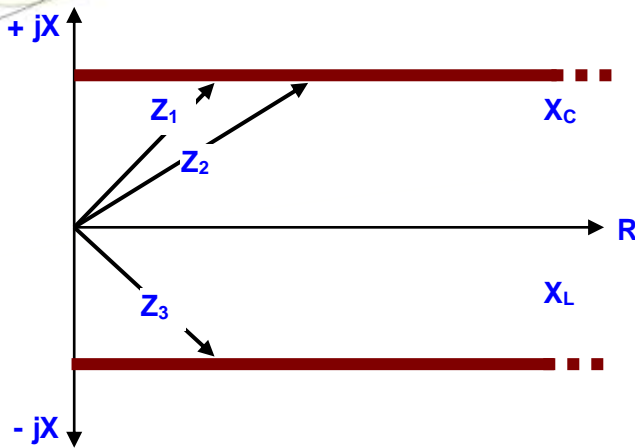
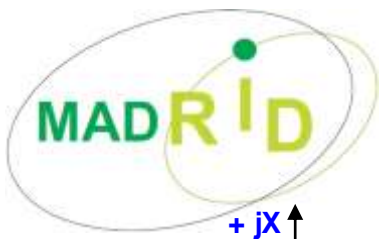
$$\text{Centro} = \left(\frac{1}{2R}, 0 \right)$$

Esto nos lleva a la siguiente figura:



En el caso de que la rama tuviera la parte imaginaria constante y la real variable, el resultado para el lugar geométrico de la RESISTENCIA sería:





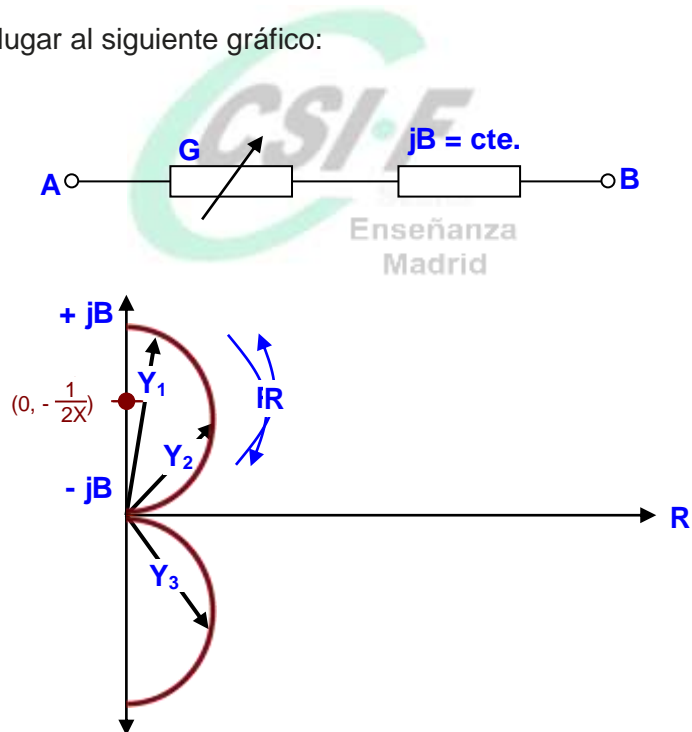
Y para la **CONDUCTANCIA**:

$$X = -\frac{B}{(G^2 + B^2)} \rightarrow XG^2 + XB^2 + B = 0$$

Derivando como hicimos anteriormente para hallar el centro:

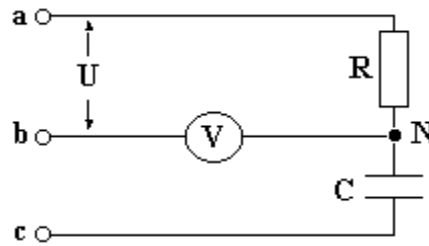
$$2XG = 0 \rightarrow G = 0.- \quad 2XB + 1 = 0 \rightarrow B = -\frac{1}{2X}$$

Esto nos da lugar al siguiente gráfico:

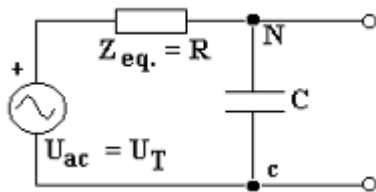


Veamos a continuación más ejercicios prácticos.

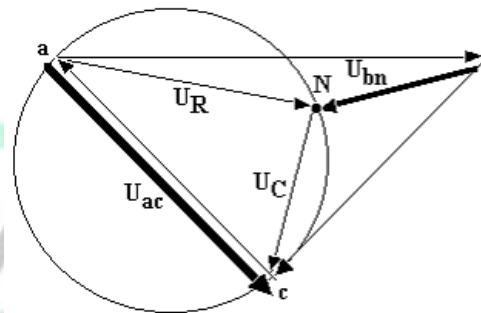
Determinar la secuencia en el siguiente circuito, sabiendo que la lectura del voltímetro es siempre mayor que la tensión de línea y que es un sistema equilibrado de generadores (tégase presente que el punto N no es el neutro si las tres impedancias del sistema trifásico no son iguales):



El equivalente de Thevenin será el siguiente:

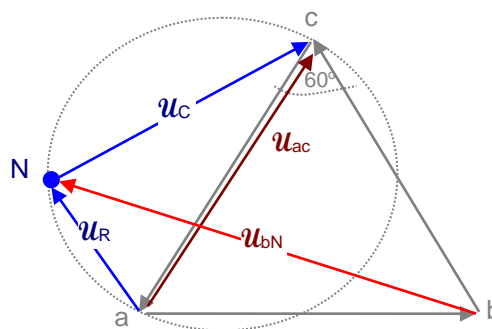


Si suponemos secuencia directa, comprobamos que U_{bn} es siempre menor que U_{ca} , de manera que se deduce que se trata de SECUENCIA INVERSA.



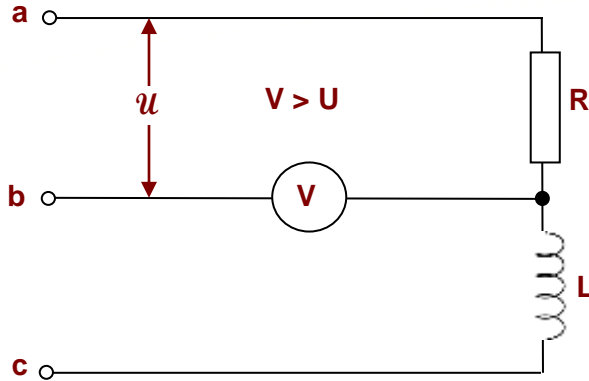
Enseñanza Madrid

Si trazamos el diagrama para **secuencia inversa** comprobaremos que, efectivamente, la tensión U_{bn} es siempre mayor que la de línea:

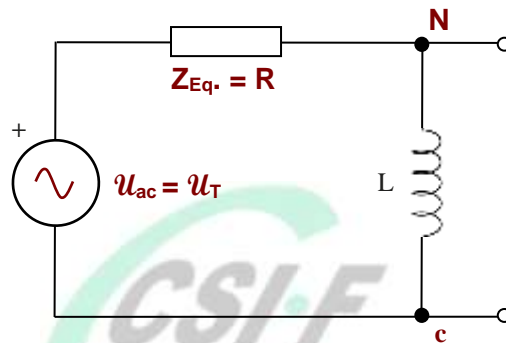


Secuencia Inversa

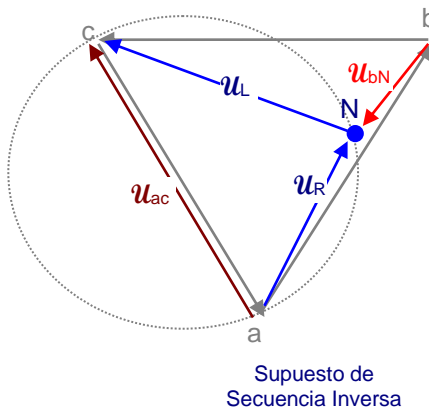
Determinar la secuencia del siguiente circuito:



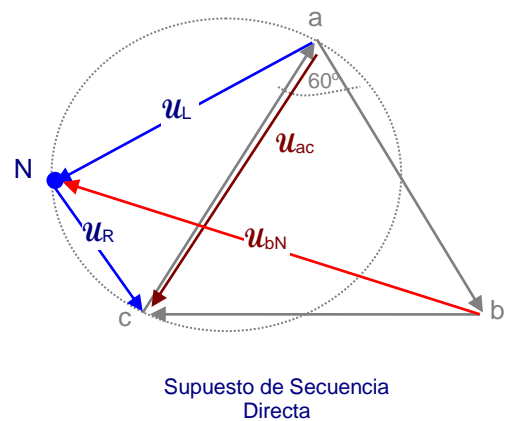
El equivalente de Thevenin será el siguiente circuito:



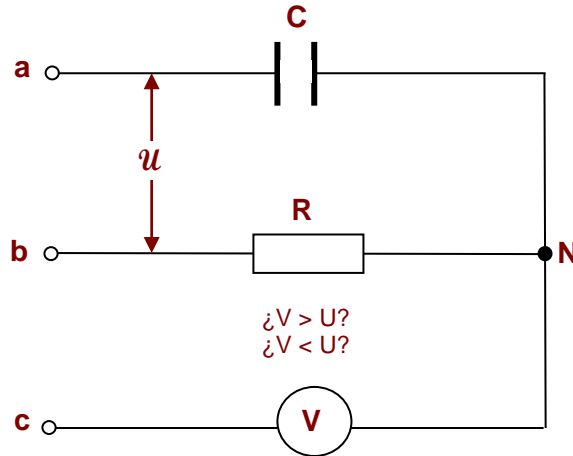
Si suponemos secuencia inversa, comprobamos que u_{bn} es siempre menor que u_{ca} , de manera que se deduce que se trata de SECUENCIA DIRECTA:



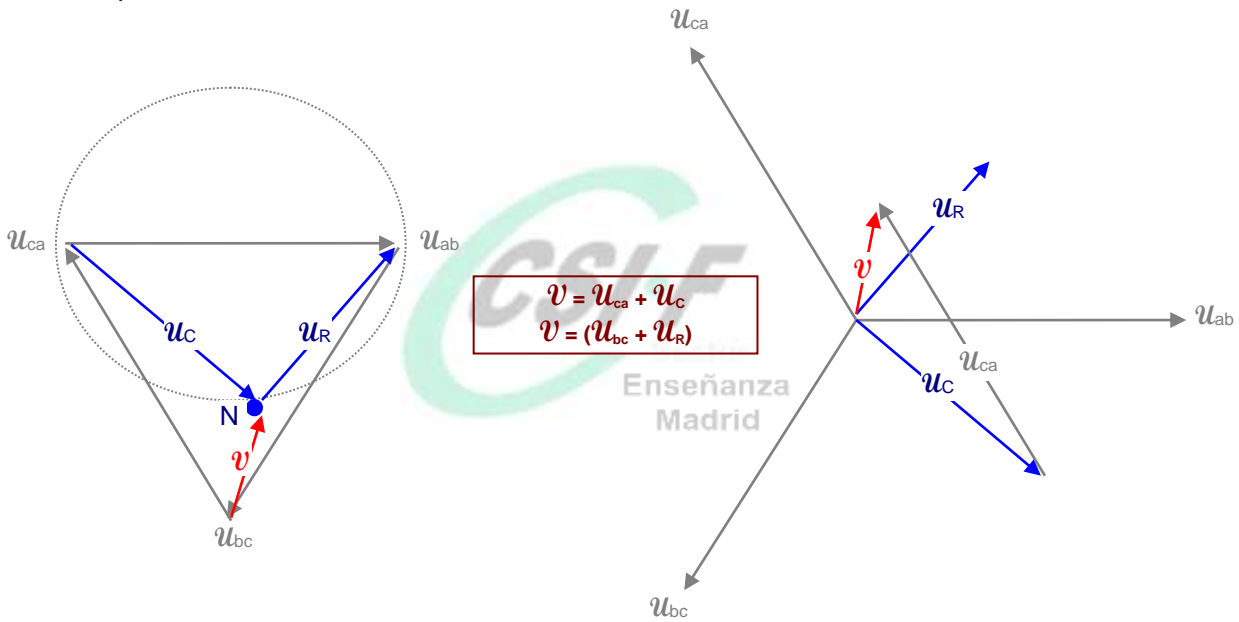
Si trazamos el diagrama para **secuencia directa** comprobaremos que, efectivamente, la tensión u_{bn} es siempre mayor que la de línea: \longrightarrow



En el siguiente sistema, sabiendo que es de generadores equilibrados de secuencia directa, determinar si la lectura del voltímetro será mayor o menor que la de línea:

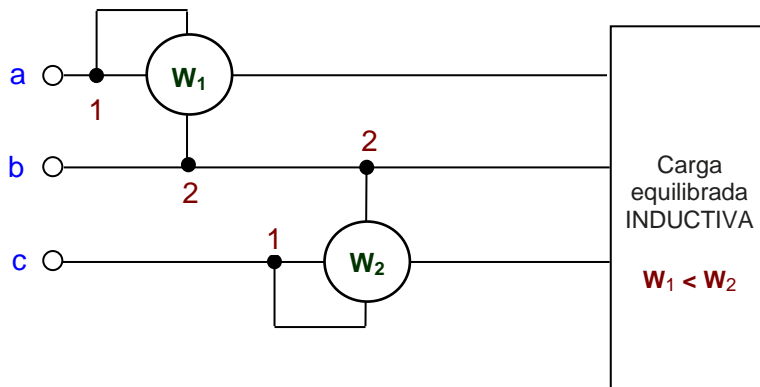


Si trazamos el triángulo vectorial de tensiones de línea para secuencia directa, veremos la composición del vector de **V**:



Se comprueba pues, que la lectura del voltímetro será menor que la de línea.

En el siguiente sistema trifásico de carga equilibrada inductiva, sabiendo que la potencia en el vatímetro 1 es menor que en el 2 ($W_1 < W_2$), hallar la secuencia.



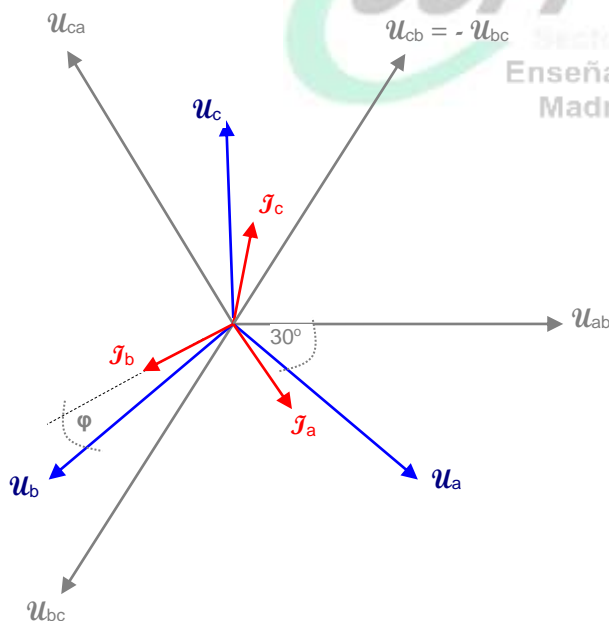
W_i responderá a la expresión (atendiendo a los terminales de los vatímetros):

$$W_1 = |U_{ab}| \cdot |I_a| \cdot \cos(\angle U_{ab}, I_a)$$

$$W_2 = |U_{cb}| \cdot |I_c| \cdot \cos(\angle U_{cb}, I_c)$$

Puesto que es un sistema equilibrado, los módulos serán iguales; solo existirá diferencia en el coseno del ángulo, por lo que al trazar el diagrama vectorial obtendremos:

Efectivamente, se deduce que W_2 marca más que W_1 , lo que implica que se trata de una SECUENCIA DIRECTA.

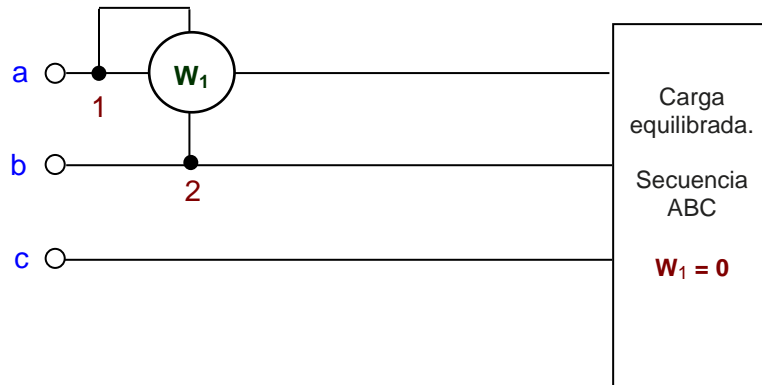


$$W_1 = U \cdot I \cdot \cos(30 + \varphi)$$

$$W_2 = U \cdot I \cdot \cos(30 - \varphi)$$

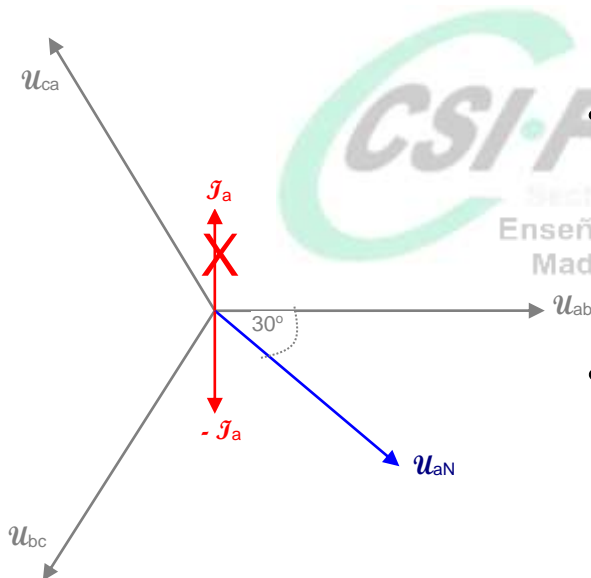
$$\cos(30 + \varphi) < \cos(30 - \varphi)$$

En el siguiente circuito se sabe que es de secuencia directa y de carga equilibrada, marcando el vatímetro 0. Determinar el tipo de carga (capacitiva o inductiva), y el factor de potencia.



Sabemos que: $W_1 = |U_{ab}| \cdot |I_a| \cdot \cos(\varphi_{ab}, \varphi_a) = 0$

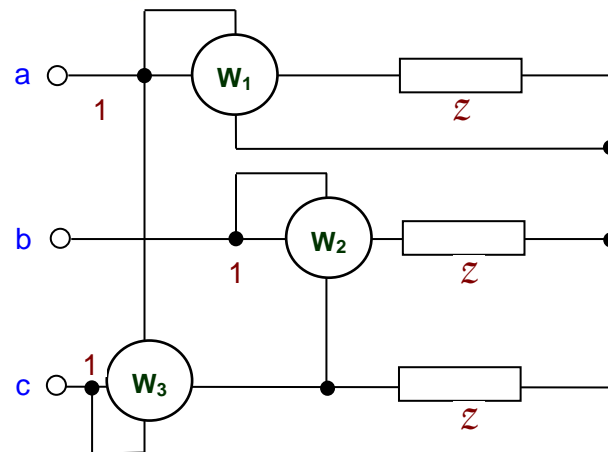
También se sabe (lo deducimos al ser $W_1 = 0$) que el desfase máximo en la carga será de 90° (totalmente inductiva o totalmente capacitiva), por lo que al trazar el diagrama vectorial:



- Para que el coseno sea 0, la I_a debe estar hacia abajo.

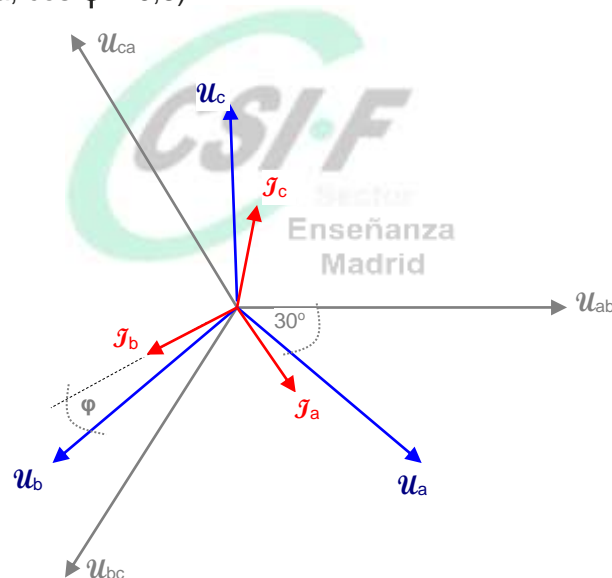
- En el diagrama vectorial se deduce que la I_a está con retraso, por lo que la carga debe ser INDUCTIVA.

Calcular la lectura de W_2 , W_3 , sabiendo que W_1 vale 24 w y el coseno de φ es de 0,8. El sistema es equilibrado y de secuencia directa.



Por la figura sabemos que: $W_1 = |U_a| \cdot |I_a| \cdot \cos(\varphi) = 24 \text{ w}$

Si trazamos el gráfico vectorial, deduciremos lo siguiente (téngase en cuenta que se trata de carga inductiva, $\cos \varphi = 0,8$):



$$W_2 = |U_{bc}| \cdot |I_b| \cdot \cos(30 + \varphi) \quad \text{.-} \quad W_3 = |U_{ca}| \cdot |I_c| \cdot \cos(30 + \varphi)$$

$$\text{Puesto que: } W_1 = |U_a| \cdot |I_a| \cdot \cos \varphi = 24 = \frac{(|U_{ab}| \cdot |I_a| \cdot 0,8)}{\sqrt{3}}$$

Ya que al ser sistema equilibrado, la tensión de fase está relacionada por raíz de tres con la de línea y, al mismo tiempo, **LOS MODULOS DE TENSIONES DE LINEA SERAN TODOS IGUALES.**

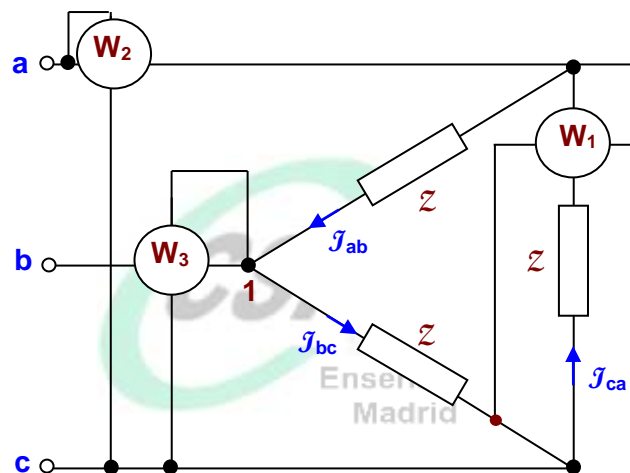
$$|u_{ab}| = |u_{bc}| = |u_{ca}| \rightarrow 24 = \frac{(|u_{bc}| \cdot |I_a| \cdot 0,8)}{\sqrt{3}} \rightarrow$$

$$\rightarrow W_2 = \frac{\sqrt{3} \cdot 24 \cdot \cos(30 + \varphi) \cdot |I_b|}{0,8 \cdot |I_a|}$$

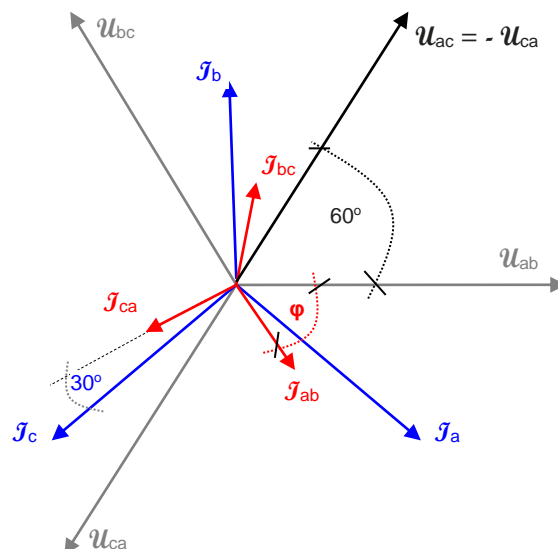
Pero como los módulos de las intensidades son también iguales, $|I_b|$ y $|I_a|$ se anulan:

$$W_3 = \frac{\sqrt{3} \cdot 24 \cdot \cos(30 + \varphi)}{0,8}$$

En el siguiente circuito equilibrado de secuencia inversa, $W_1 = 24 \text{ w}$ y el $\cos \varphi = 0,8$. Calcular la lectura en W_2 y W_3 .



Dibujando el gráfico vectorial y mirando al circuito, se obtiene:



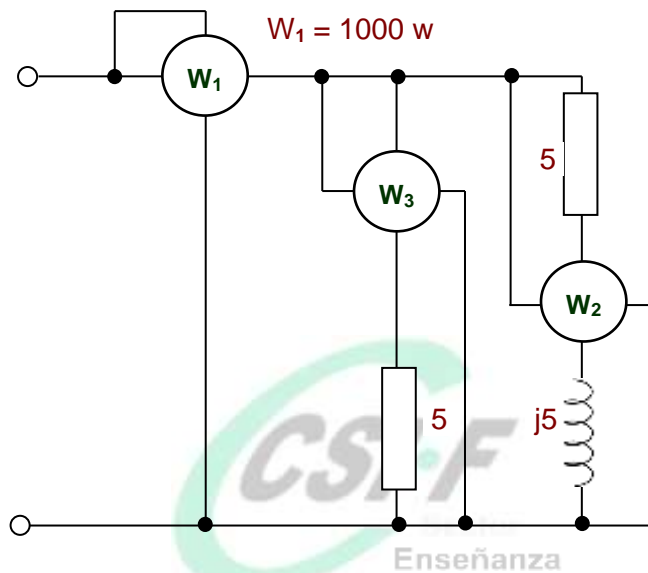
$$I_a = -I_{ca} + I_a \quad \therefore \quad U_L \cdot I_F = \frac{24}{0,8} = 30 \quad \therefore \quad U_L \cdot I_L = 30 \sqrt{3}$$

$$W_1 = |I_{ac}| \cdot |U_{ac}| \cdot 0,8 = 24$$

$$W_2 = 30 \sqrt{3} \cos(60 + \varphi - 30) = 30 \sqrt{3} \cos(30 + \varphi)$$

$$W_3 = 30 \sqrt{3} \cos(\varphi - 30)$$

Conociendo la lectura de $W_1 = 1000 \text{ w}$, calcular la de W_2 y W_3 :



Podemos calcular las lecturas de varias maneras:

1- Deduciendo del circuito, podemos escribir:

$$W_3 = \frac{U^2}{5} \quad \therefore \quad W_2 = U \cdot \frac{U}{(15 + j5)} \cdot \cos \varphi = \frac{U^2 \cdot \sqrt{2}}{(2 \cdot 5 \cdot \sqrt{2})}$$

Así obtenemos que:

$$1000 = W_2 + W_3 \quad \therefore \quad U^2 = 5 W_3 \quad \text{y} \quad U^2 = 10 W_2 \quad \rightarrow \quad W_3 = 2 W_2$$

Queda un sistema de ecuaciones que, una vez solucionado, proporciona:

$$W_3 = 666,66 \text{ w} \quad \therefore \quad W_2 = 333,33 \text{ w}$$

2- Otra forma podría ser por admitancias:

- Para W_3 :

$$P = G \cdot U^2 \rightarrow Z_T = \frac{5(5+j5)}{(10+j5)} = 3+j \rightarrow Y = \frac{1}{Z} \rightarrow$$

$$\rightarrow Y_T = \frac{1}{(3+j)} = \frac{(3-j)}{10} \rightarrow G_T = \frac{3}{10}$$

$$U = \sqrt{\frac{P}{G_T}} = \sqrt{\frac{1000}{\frac{3}{10}}} \rightarrow W_3 = \frac{U^2}{5} = \frac{10000}{15} = 666 \text{ w}$$

- Para W_2 : $Z_2 = 5+j5 \rightarrow Y_2 = \frac{1}{(5+j5)} \rightarrow G_2 = \frac{1}{10}$

$$\rightarrow W_2 = U^2 \cdot \frac{1}{10} = \frac{1000}{3} = 333 \text{ w}$$

3- También se puede calcular por **divisores de intensidad**:

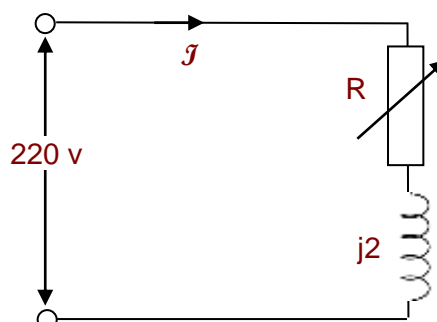
$$Z = R + jX = 3 + j ; P_1 = R \cdot I_T^2 \rightarrow I = \sqrt{\frac{1000}{3}}$$

$$W_3 = 5 \cdot I_3^2 \quad I_3 = I \cdot \frac{5+j5}{10+j5} \cdot \sqrt{\frac{1000}{3}} \rightarrow$$

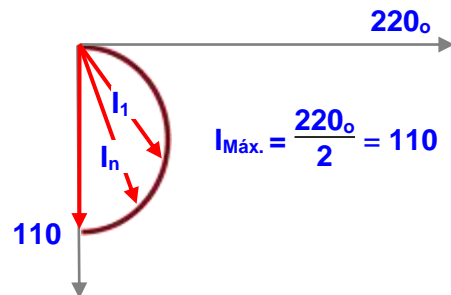
$$\rightarrow W_3 = 5 \cdot \frac{25 \cdot 2}{125} \cdot \frac{1000}{3} = 666 \text{ w}$$

$$W_2 = 5 \cdot \frac{25}{125} \cdot \frac{1000}{3} = 333 \text{ w}$$

Determinar el lugar geométrico de la intensidad en el siguiente circuito:

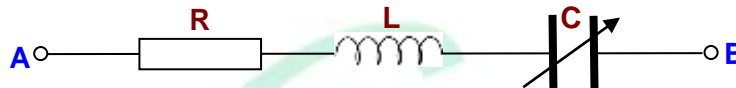


Siendo **R** una resistencia variable, puede oscilar entre un valor **0** y otro tendente a infinito, por lo que podremos distinguir entre un máximo y un mínimo de intensidad. Si esto lo llevamos a un gráfico donde situamos la tensión de alimentación de rama como origen, obtendremos:

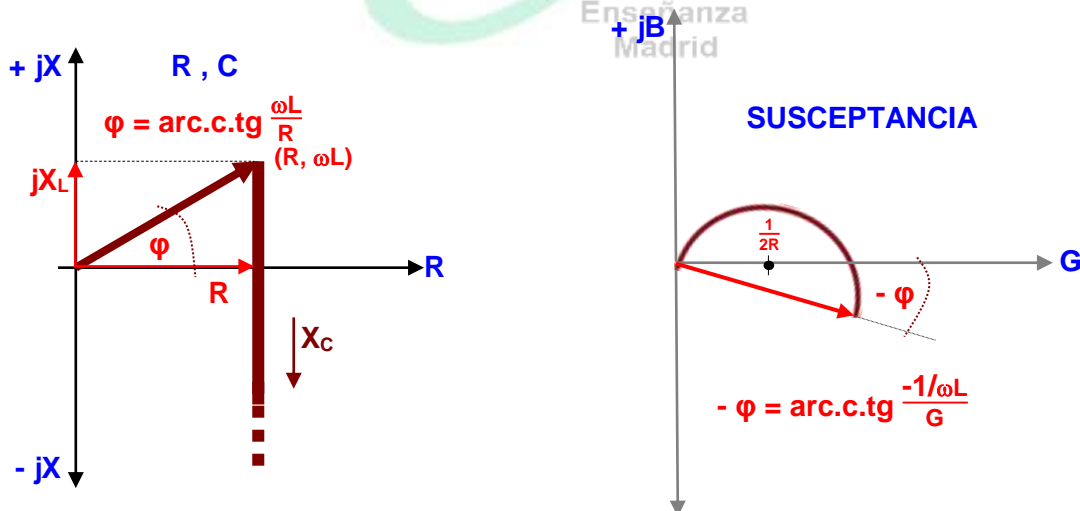


Podemos ver los diferentes valores que obtendría la intensidad para las variaciones de la resistencia, habiendo un máximo cuando ésta vale **0**, momento en que la intensidad estará desfasada **90°** en retraso respecto de la tensión, dado que solo quedará una carga inductiva pura.

Dibujar el lugar geométrico de R, C y de la susceptancia jB.



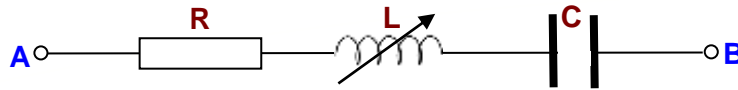
Trazando el gráfico vectorial directamente obtendremos la siguiente figura, donde para **C** igual a **0** la resistencia formará un ángulo φ con la inductancia, a partir del cual empezará a tener efecto la reactancia del condensador, conforme varíe.



Para el lugar geométrico de la susceptancia debemos tener en cuenta la expresión:

$$Z = R + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right) \rightarrow Y = G + j\left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right) = G + jB$$

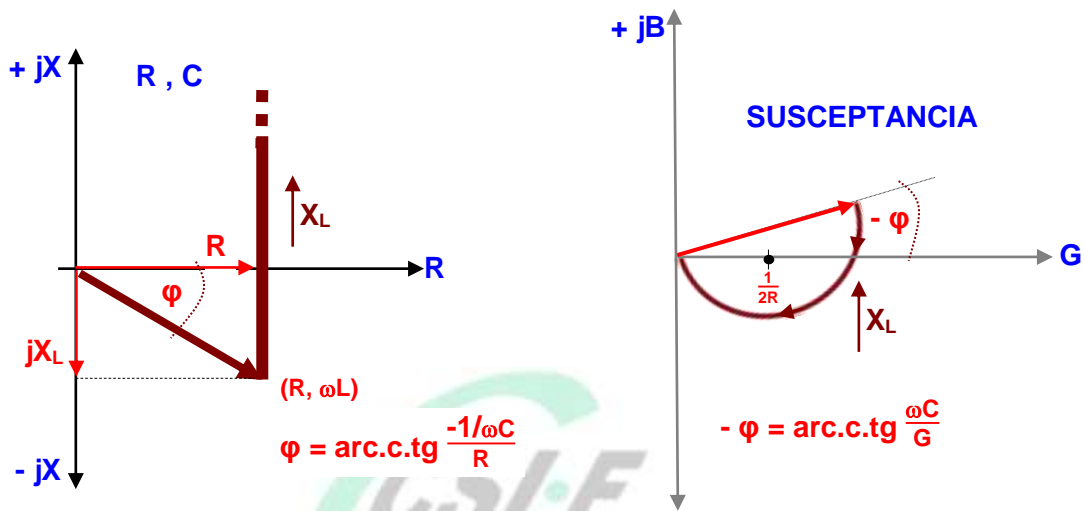
Dibujar el lugar geométrico de los elementos del circuito y de la susceptancia.



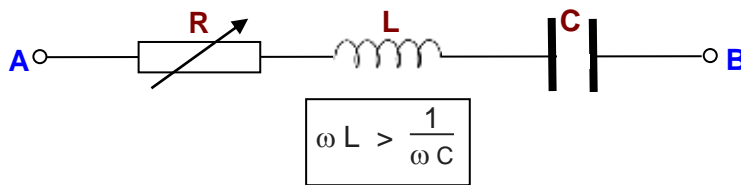
Como en el ejercicio anterior, en función de las expresiones:

$$Z = R + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right) \rightarrow Y = G + j\left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right) = G + jB$$

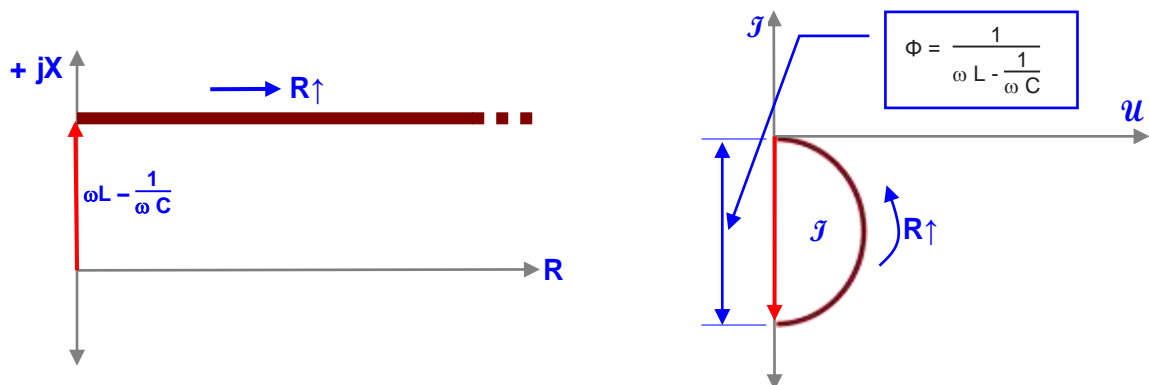
Dibujaremos el gráfico vectorial:



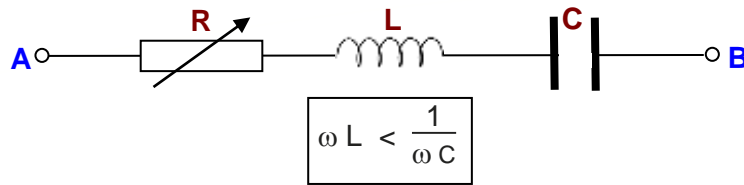
Dibujar los lugares geométricos de los elementos y el de la intensidad:



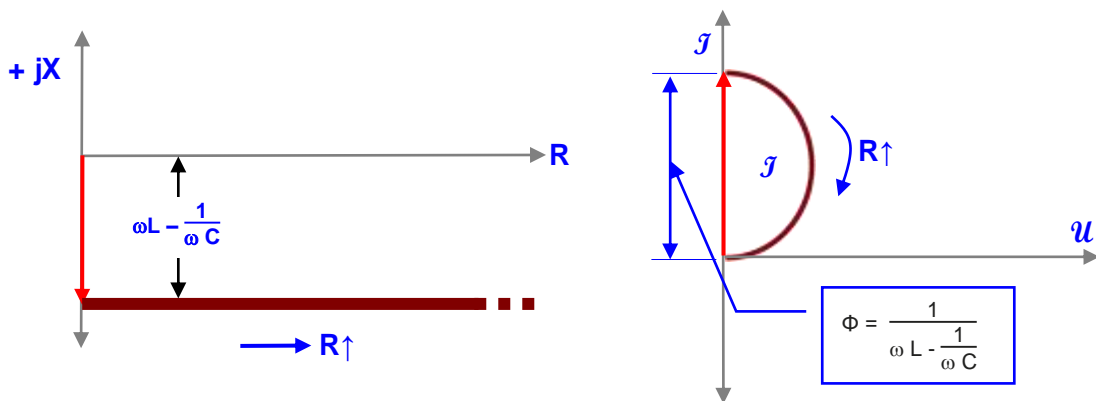
Dibujando directamente:



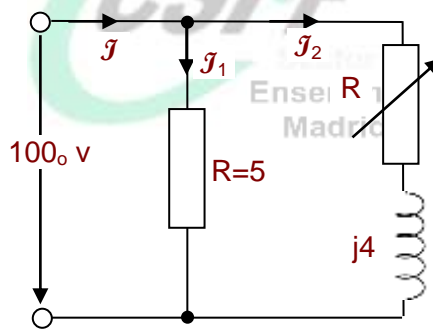
Dibujar los lugares geométricos de los elementos y el de la intensidad:



Dibujando directamente:



Dibujar el lugar geométrico de las intensidades \mathcal{I}_1 e \mathcal{I}_2 , y el de la \mathcal{I} total:

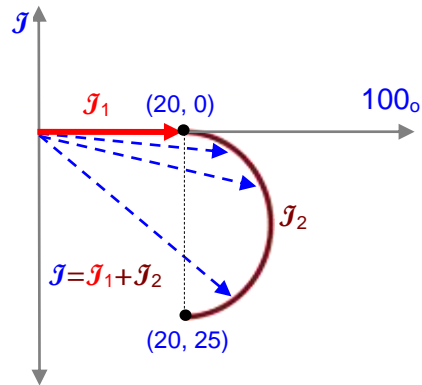
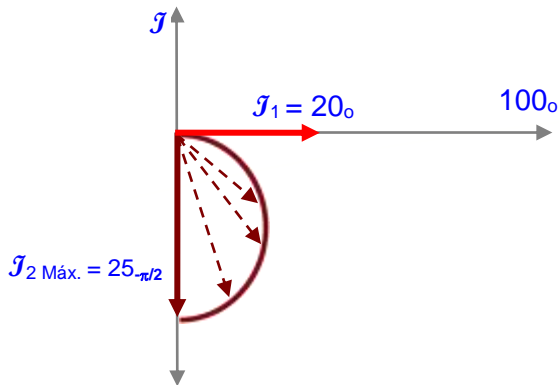


En la rama de la resistencia óhmica pura no tendremos ningún desfase de la intensidad respecto de la tensión, por lo que podremos dibujar la primera en el origen, de valor:

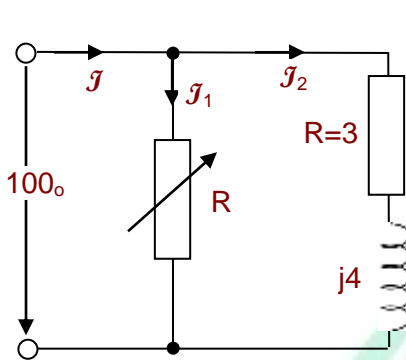
$$\mathcal{I}_1 = \frac{100}{5} = 20 \text{ o}$$

En la rama compuesta de autoinducción y resistencia pura variable nos encontraremos un desfase máximo de intensidad respecto a tensión de 90° , lo cual se producirá cuando la resistencia sea de 0Ω . El valor máximo coincidirá con:

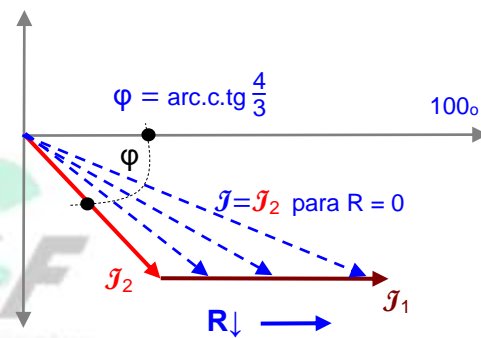
$$\mathcal{I}_2 = \frac{100}{j4} = 25 \text{ }_{-\pi/2}$$



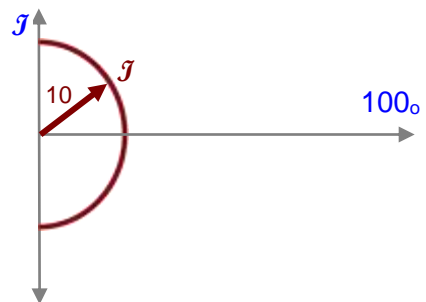
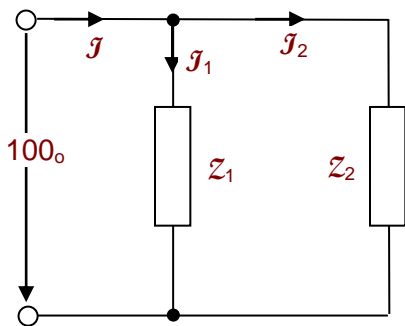
Dibujar los lugares geométricos de las intensidades:



Dibujando directamente:



A partir del circuito y del gráfico, sabiendo que J puede oscilar entre $\pm J_{\pi/2}$, dibujar el lugar geométrico de J_1 e J_2 y dar posibles valores de Z_1 y Z_2 .



A partir del diagrama de la intensidad deducimos que, al menos, una de las impedancias será variable dada la forma semicircular del lugar geométrico de la intensidad, y que cuando

valga $10_{\pi/2}$ estará pasando, forzosamente, por una carga capacitiva pura, lo cual nos lleva a fijar un valor, por ejemplo en este punto, con lo cual:

$$Z_1 = \frac{100_0}{10_{\pi/2}} = -j10$$

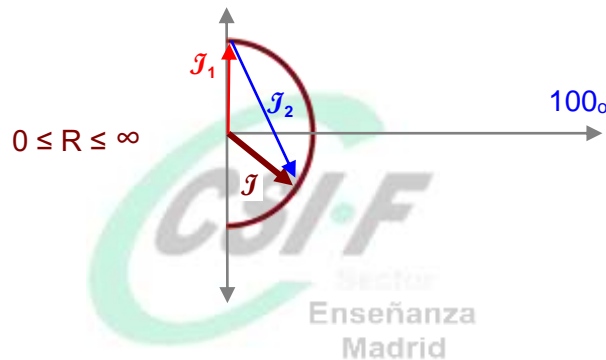
A partir de este posible valor, Z_2 valdrá: $\rightarrow Z_2 = R + jX$

Esto nos conduce al siguiente razonamiento:

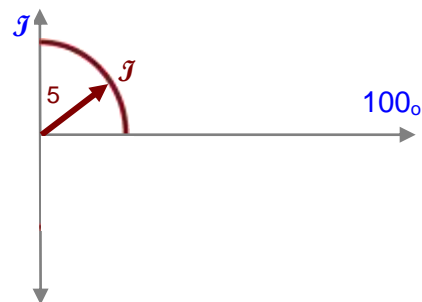
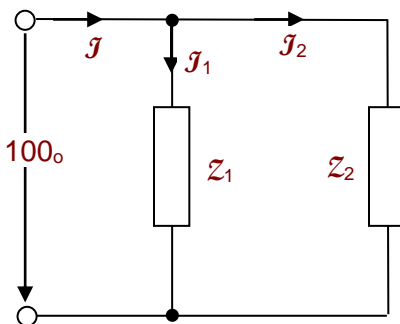
Si $R = 0 \rightarrow I_2 = -j20 \rightarrow$ con objeto de que la suma de intensidades nos siga proporcionando el valor máximo de $I = 10_{\pm\pi/2}$

De esta manera:

$$jX = \frac{100_0}{20_{-\pi/2}} = j5 \rightarrow X = 5 \rightarrow Z_2 = R + j5$$



A partir del circuito y sabiendo que I puede oscilar solo en el PRIMER CUADRANTE, dibujar el lugar geométrico de I_1 e I_2 y dar posibles valores de Z_1 y Z_2 .



Al igual que en el ejercicio anterior, cuando \mathcal{I} vale $5_{\pi/2}$ podemos suponer una impedancia Z_1 totalmente capacitiva, por ejemplo, por lo que partiendo de esta premisa:

$$Z_1 = \frac{100_o}{5_{\pi/2}} = -j 20$$

El módulo máximo que podrá tener la Z_2 será de **10**, con lo que Z_2 tendrá por valor:

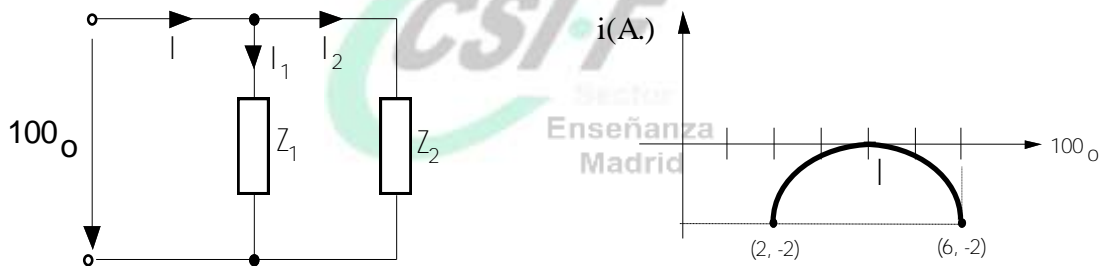
$$Z_2 = R + j \frac{100}{10} \quad \text{para} \quad 10 \leq R \leq \infty$$

Otra posible solución sería considerando que \mathcal{I}_1 tuviera sentido opuesto al considerado en la suposición anterior:

$$Z_1 \rightarrow \text{Bobina} \rightarrow Z_1 = j \frac{100}{5} = j 20$$

$$Z_2 = R - j \frac{100}{10} \quad \text{para} \quad 0 \leq R \leq 10$$

A partir del circuito y sabiendo que I puede oscilar como muestra la figura, dibujar el lugar geométrico de I_1 e I_2 y dar posibles valores para Z_1 y Z_2 .



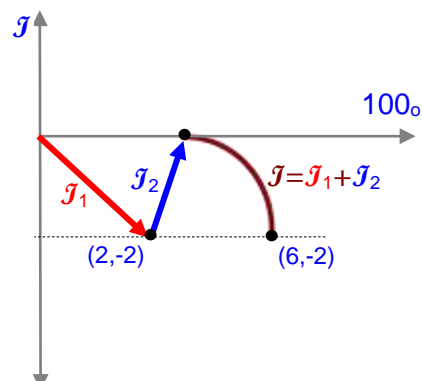
Para Z_1 encontraríamos una **R** en serie con una bobina, siendo variable la L:

$$Z_1 = \frac{u}{\mathcal{I}_1} = \frac{100_o}{2 - j 2} = \left(\frac{50}{\sqrt{2}} \right)_{\pi/4} = \frac{50}{\sqrt{2}} (\cos \pi/4 + j \sin \pi/4)$$

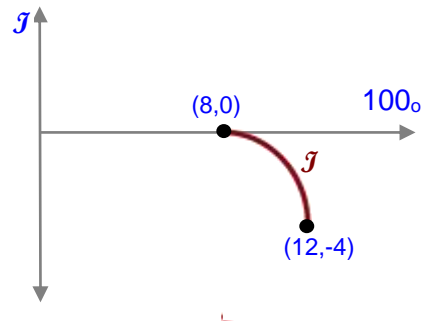
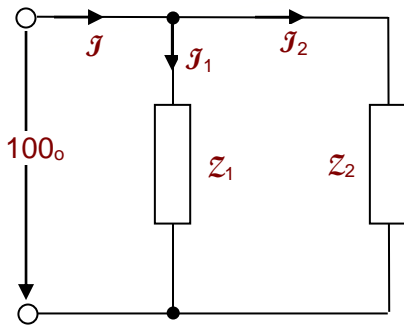
$$R = 25 \quad \text{.-} \quad j X_L = 25$$

$$Z_2 = 25 + j X_C$$

$$\text{Para} \quad 0 \leq X_C \leq \infty$$



A partir del circuito y sabiendo que \mathcal{I} puede oscilar como muestra la figura, dibujar el lugar geométrico de \mathcal{I} , \mathcal{I}_1 e \mathcal{I}_2 y dar dos posibles valores para \mathcal{Z}_1 y para \mathcal{Z}_2 .



$$\mathcal{Z}_1 = \frac{100}{8}$$

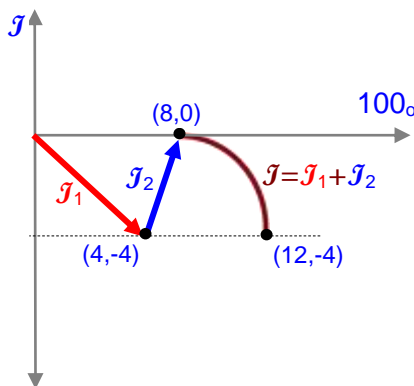
$$\mathcal{Z}_2 = R + jX_L \text{ para } R \text{ variable.}$$

$$jX_L = j \frac{100}{8} \rightarrow \mathcal{Z}_2 = R + j \frac{100}{8} \text{ para } \frac{100}{8} \leq R \leq \infty$$

O bien:

$$\mathcal{Z}_1 = \left(\frac{100}{4\sqrt{2}} \right) \pi/4 = \left(\frac{25}{\sqrt{2}} \right) \pi/4$$

$$\mathcal{Z}_2 = R - jX_C \rightarrow \mathcal{Z}_2 = \frac{100}{8} - jX_C \text{ para } 0 \leq X_C \leq \frac{100}{8}$$



4 REFERENCIAS CONSULTADAS

[INDICE](#)

- CABALLERO, M. A.; FERNÁNDEZ, E.; GARCÍA TARTERA, F. J.; CAMPILLEJO, G.; GUARDIA, S.; HOWE, M.; y PACHO, G. (2012). Evaluación de los efectos de la incorporación de las herramientas Web 2.0 en el diseño de nuestra práctica docente. *UPCommons*. UPC: BCN. Recuperado de <http://upcommons.upc.edu/handle/2099/12680>
- EDMINISTER, Joseph E. (1986). *Teoría y problemas de circuitos eléctricos*. McGraw-Hill. México, D.F. ISBN: 0-07-018984-6.
- GARCÍA TARTERA, Francisco J. (2000). *Electrónica industrial*. EUITI Virgen de La Paloma (Universidad Politécnica de Madrid –UPM–). Madrid. Distribución directa. ISBN 84-699-3006-0.
- GARCÍA TARTERA, Francisco J. (2000). *Experto en procesos de fabricación*. Curso universitario. Universidad Politécnica de Madrid (UPM). Madrid. Distribución directa. ISBN 84-699-3004-4.
- GARCÍA TARTERA, Francisco J. (2000). *Teoría de circuitos: problemas*. EUITI Virgen de La Paloma (Universidad Politécnica de Madrid –UPM–). Madrid. Distribución directa. ISBN 84-699-3005-2.
- GUALDA GIL, J.A.; MARTÍN RZ GARCÍA, S. (2006). *Electrónica de potencia. Componentes, topologías y equipos*. Madrid: Editorial Paraninfo. ISBN: 9788497323970.
- MILLMAN, J.; HALKIAS, C. (1991). *Electrónica integrada*. Editorial Hispano Europea, S.A. (9ª edición). ISBN 9788425504327.
- ORTEGA JIMÉNEZ, J.; PARRA PRIETO, V. M.; PASTOR GUTIÉRREZ, A.; PÉREZ-COYTO, Á. (2003a). *Circuitos eléctricos*. Madrid: Editorial UNED. Volumen I. ISBN: 8436249577.
- ORTEGA JIMÉNEZ, J.; PASTOR GUTIÉRREZ, A. (2003b). *Circuitos eléctricos*. Madrid: Editorial UNED. Volumen II. ISBN: 8436249577.
- PARRA PRIETO, V.; PÉREZ COYTO, A.; PASTOR GUTIERREZ, A.; ORTEGA JIMÉNEZ, J. (1988). *Teoría de Circuitos*. UNED. Vol 1. Madrid. ISBN: 84-362-1949-X.
- ROLDÁN VILORIA, J. (2006). *Tecnología eléctrica aplicada*. Madrid: Editorial Paraninfo. ISBN: 9788428329309.
- SANJURJO NAVARRO, R.; LÁZARO SÁNCHEZ, E.; MIGUEL RODRÍGUEZ, P. de (1997). *Teoría de circuitos eléctricos*. McGraw-Hill. Aravaca (Madrid). ISBN: 84-481-1133-8.

Autoría

-
- Francisco J. García Tartera. UCM, UCJC, UOC, IES Virgen de la Paz (Alcobendas - Madrid).
 - Vítor M. Barrigão Gonçalves. IPB. Instituto Politécnico de Bragança. Escola Superior de Educação de Bragança (Portugal).

[INDICE](#)