

Manual Técnico del Electricista

Electrónica para electricistas



EPE



C/ Toledo, 176
28005-MADRID
Telf.: 913 660 063
www.plcmadrid.es

AUTOMATIZACIÓN AVANZADA Y FORMACIÓN
P.L.C. MADRID S.L.U.

© P.L.C. Madrid®

C/ Toledo 176

28005-Madrid

Tlf: 913 660 063 Fax: 913 664 655

www.plcmadrid.es

plcmadrid@plcmadrid.es

**SALVADOR DOMINGUEZ POMBO
JOSÉ MORENO GIL
CARLOS FERNÁNDEZ GARCÍA
JOSÉ RAMÓN BERGAÑA MEDINA
ALEJANDRO PINDADO RUIZ**

Reservados todos los derechos de la obra

No está permitida la reproducción total o parcial de este manual técnico, de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de P.L.C. MADRID®.

Edita **P.L.C. MADRID™**

Depósito Legal M-7829-2014

I.S.B.N. 84-95357-54-2

INDICE DE CONTENIDOS:

Presentación	2
Simbología eléctrica	3
Magnitudes	10
Resistores	
Tipos	11
Características	12
Código de colores	16
Ley de Ohm	17
Resistencias en serie	18
Resistencias en paralelo	19
Resistencias en serie y paralelo	20
Bobina	
Tipos	21
Características	22
Código de colores	24
Circuitos con bobinas	25
Bobinas en serie	26
Bobinas en paralelo	28
Condensadores	
Tipos	30
Carga y descarga	32
Capacidad	34
Código de denominación	35
Condensadores en serie	39
Condensadores en paralelo	40
Funcionamiento en corriente alterna	41
Relación de magnitudes eléctricas	44

PRESENTACIÓN

El objetivo de este manual técnico es ofrecer una guía de consulta rápida a estudiantes de Formación profesional y a todos los electricistas en general, donde se incluyen los conceptos y aspectos básicos más relevantes de electrónica.

El manual aborda de manera resumida la simbología normalizada y las características de los componentes electrónicos más usuales, indicando su constitución funcionamiento y las aplicaciones más frecuentes. También se incluyen las fórmulas más utilizadas y algunos circuitos básicos y su comportamiento

En resumen, creemos que con esta colección de guías de bolsillo para el instalador electricista, cualquier profesional del sector va a disponer de una importante herramienta de consulta.

Este manual lo queremos dedicar a nuestros abonados al **Servicio y Gestión al Instalador (S.G.I.)**. Un grupo selecto de profesionales, cuya inquietud y animo de superación les hace diferentes. Por encima de todo les une el amor a la profesión, la profesionalidad y el trabajo bien hecho.

Con el ánimo de mejorar el contenido de este manual agradeceríamos nos aportaran sus comentarios y sugerencias a través de alguno de estos medios.





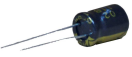





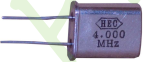

Simbología

Imagen	Símbolo	Descripción	Características
		Resistencia	<p>Se le llama resistencia eléctrica a la propiedad para oponerse al paso de la corriente.</p> <p>La unidad de resistencia en el Sistema Internacional es el ohmio, que se representa con la letra griega omega (Ω), en honor al físico alemán George Ohm, quien descubrió el principio que ahora lleva su nombre.</p> <p>Según sea la magnitud de esta medida, los materiales se pueden clasificar en conductores, aislantes y semiconductor.</p> <p>Existen además ciertos materiales en los que, en determinadas condiciones de temperatura, aparece un fenómeno denominado superconductividad, en el que el valor de la resistencia es prácticamente nulo.</p>
		Resistencia variable (Potenciómetro)	
		Resistencia variable con plots (Décadas de resistencias)	
		Resistencia ajustable	
		Resistencia dependiente de la luz (Fotoresistencia LDR)	
		Resistencia dependiente de la temperatura (Termistancia NTC ó PTC)	
		Resistencia dependiente de la tensión (Varistancia VDR)	
		Resistencia dependiente de la presión	
		Resistencia dependiente del campo magnético	




Simbología

Imagen	Símbolo	Descripción	Características
		Autoinducción	<p>Un inductor está constituido normalmente por una bobina de conductor, típicamente alambre o hilo de cobre esmaltado. Existen inductores con núcleo de aire o con núcleo hecho de material ferroso (por ejemplo, acero magnético), para incrementar su capacidad de magnetismo.</p>
		Autoinducción con núcleo	
		Autoinducción con polaridad	
		Autoinducción variable	
		Autoinducción variable con polaridad	<p>Los inductores pueden también estar contruidos en circuitos integrados, usando el mismo proceso utilizado para realizar microprocesadores. En estos casos se usa, comúnmente, el aluminio como material conductor.</p>
		Autoinducción ajustable	
		Autoinducción ajustable con polaridad	
		Impedancia	<p>La impedancia (Z) es la oposición al paso de la corriente alterna.</p> <p>A diferencia de la resistencia, la impedancia incluye los efectos de acumulación y eliminación de carga (capacitancia) o inducción magnética (inductancia). Este efecto es apreciable al analizar la señal eléctrica implicada en el tiempo.</p>
			
			

















Simbología

Imagen	Símbolo	Descripción	Características
		Condensador	Un condensador es un dispositivo pasivo, utilizado en electricidad y electrónica, capaz de almacenar energía sustentando un campo eléctrico. Está formado por un par de superficies conductoras, generalmente en forma de láminas o placas, en situación de influencia total (esto es, que todas las líneas de campo eléctrico que parten de una van a parar a la otra) separadas por un material dieléctrico o por el vacío. Las placas, sometidas a una diferencia de potencial, adquieren una determinada carga eléctrica, positiva en una de ellas y negativa en la otra, siendo nula la variación de carga total.
		Condensador con polaridad	
		Condensador variable	
		Condensador ajustable (trimmer)	
		Cristal (oscilador de cuarzo)	El oscilador de cristal se caracteriza por su estabilidad de frecuencia y pureza de fase, dada por el resonador. Estos osciladores admiten un pequeño ajuste de frecuencia, con un condensador en serie con el resonador, que aproxima la frecuencia de este, de la resonancia serie a la paralela. Este ajuste se puede utilizar en los VCO para modular su salida.






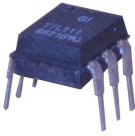





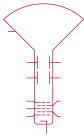
Simbología

Imagen	Símbolo	Descripción	Características
		Diodo	<p>Un diodo es un componente electrónico de dos terminales que permite la circulación de la corriente eléctrica a través de él en un solo sentido.</p> <p>Este término generalmente se usa para referirse al diodo semiconductor, el más común en la actualidad; consta de una pieza de cristal semiconductor conectada a dos terminales eléctricos.</p> <p>El diodo de vacío (que actualmente ya no se usa, excepto para tecnologías de alta potencia) es un tubo de vacío con dos electrodos: una lámina como ánodo, y un cátodo.</p>
		Diodo emisor de luz (Led)	
		Fotodiodo	
		Diodo varicap	
		Diodo zener	
		Diodo Schottky	
		Diodo tunel	<p>Consiste en cuatro diodos comunes. Convierte la corriente alterna en corriente continua.</p>
		Puente de diodos	

Simbología

Imagen	Símbolo	Descripción	Características
		Transistor PNP	El transistor es un dispositivo electrónico semiconductor que cumple funciones de amplificador, oscilador, conmutador o rectificador.
		Transistor NPN	Actualmente se encuentran prácticamente en todos los aparatos electrónicos de uso diario.
		Fototransistor PNP	Los fototransistores son sensibles a la radiación electromagnética en frecuencias cercanas a la de la luz visible; debido a esto su flujo de corriente puede ser regulado por medio de la luz incidente. Un fototransistor es, en esencia, lo mismo que un transistor normal, sólo que puede trabajar de 2 maneras diferentes:
		Fototransistor NPN	
		Fototransistor Fet canal N	Como un transistor normal con la corriente de base.
		Fototransistor Fet canal P	Como fototransistor.
		Transistor Mosfet canal P	Es el transistor más utilizado en la industria microelectrónica, ya sea en circuitos analógicos o digitales, aunque el transistor de unión bipolar fue mucho más popular en otro tiempo. Prácticamente la totalidad de los microprocesadores comerciales están basados en transistores MOSFET.
		Transistor Mosfet canal N	

Simbología









Imagen	Símbolo	Descripción	Características
		Tiristor	Los materiales de los que se compone son de tipo semiconductor, es decir, dependiendo de la temperatura a la que se encuentren pueden funcionar como aislantes o como conductores. Son dispositivos unidireccionales porque solamente transmiten la corriente en un único sentido. Se emplea generalmente para el control de potencia eléctrica.
		Triac	
		Diac	
		Optoacoplador con transistor PNP	Es un dispositivo de emisión y recepción que funciona como un interruptor activado mediante la luz emitida por un diodo LED que satura un componente optoelectrónico, normalmente en forma de fototransistor o fototriac. Se suelen utilizar para aislar eléctricamente a dispositivos muy sensibles.
		Optoacoplador con transistor NPN	
		Optoacoplador con tiristor	
		Optoacoplador con triac	
		Tubo de rayos catódicos (TRC)	El tubo de rayos catódicos es una tecnología que permite visualizar imágenes mediante un haz de rayos catódicos constante dirigido contra una pantalla de vidrio recubierta de fósforo y plomo. Se emplea principalmente en monitores, televisores y osciloscopios, aunque en la actualidad se está sustituyendo paulatinamente por tecnologías como plasma, LCD, LED o DLP.

Simbología

Imagen	Símbolo	Descripción	Características
		Pila	Una pila eléctrica es un dispositivo que convierte energía química en energía eléctrica por un proceso químico.
		Fuente de alimentación	Una fuente de alimentación se encarga de convertir la corriente alterna en continua. En caso de ser fija, solo nos dan un valor constante. Las regulables o ajustables ofrecen diferentes valores de salida.
		Altavoz	Un altavoz es un transductor electroacústico utilizado para la reproducción de sonido.
		Antena FM	Una antena es un dispositivo diseñado con el objetivo de emitir o recibir ondas electromagnéticas hacia el espacio libre.
		Auricular	Los auriculares son altavoces que por su diseño permiten colocar cerca de los oídos para generar ondas sonoras audibles.
		Micrófono	El micrófono es un transductor electroacústico.
		Cabeza grabadora	El electroimán actúa reorientando las partículas del material ferromagnético (óxidos de hierro o de cromo) que recubren el soporte. La reproducción del sonido recorre el camino opuesto.
		Cabeza lectora	

Magnitudes			
Prefijo	símbolo	Múltiplo	Valor
yotta	Y	10^{+24}	1.000.000.000.000.000.000.000.000
zetta	Z	10^{+21}	1.000.000.000.000.000.000.000.000
exa	E	10^{+18}	1.000.000.000.000.000.000.000
peta	P	10^{+15}	1.000.000.000.000.000.000
tera	T	10^{+12}	1.000.000.000.000.000
giga	G	10^{+9}	1.000.000.000
mega	M	10^{+6}	1.000.000
kilo	k	10^{+3}	1.000
		10^0	1
mili	m	10^{-3}	0,001
micro	μ	10^{-6}	0,000.001
nano	n	10^{-9}	0,000.000.001
pico	p	10^{-12}	0,000.000.000.001
femto	f	10^{-15}	0,000.000.000.000.001
atto	a	10^{-18}	0,000.000.000.000.000.001
zepto	z	10^{-21}	0,000.000.000.000.000.000.001
yocto	y	10^{-24}	0,000.000.000.000.000.000.000.001

Tipos de resistores

Resistores Fijos	Carbón construidos con carbón o grafito (baja resistencia)	Aglomerados: Se mezcla con otro elemento aislante como la cera o cola. Robustez mecánica y eléctrica. Elevado nivel de ruido. Bajo coeficiente de temperatura	
		Película de carbón: Se forman al recubrir un cilindro cerámico con una película de carbón. El grosor determina el valor de la resistencia.	
		Resistores de montaje superficial: Son contruidos también depositando una película de carbón, pero en este caso es sobre una base de cerámica rectangular. El valor de la resistencia en ohmios es determinado ahora por un corte realizado sobre la capa, lo cual aumenta la resistencia eléctrica al reducir la sección por la que la corriente puede circular	
	Metálicos metal, óxidos metálicos, o aleaciones metálicas	Capa metálica: Se deposita óxido de estaño y antimonio sobre un soporte de vidrio o porcelana. -Tolerancias reducidas -Bajo coeficiente de temperatura -Muy bajo nivel de ruido	
		Película metálica: Los metales más utilizados son Cromo, Molibdeno, Wólfam y Titanio. -Muy estables y fiables. -De alta precisión. -Baja disipación de potencia. -Bajo nivel de ruido y buena estabilidad térmica.	
		Bobinados	
Resistores Variables	Resistores Ajustables	Potenciómetro de ajuste Potenciómetro giratorio Potenciómetro de cursor	
	Resistores Dependientes de magnitudes	De presión De luz (Fotorresistencias) De temperatura (termistor) De voltaje (varistor) De campo magnético	

Características de los resistores

LDR

Cuando aumenta la intensidad luminosa sobre la misma disminuye su valor óhmico.
Se utiliza en aplicaciones relacionadas con la intensidad luminosa (interruptores y alarmas activados por la luz o por la oscuridad, alarmas de barrera luminosa, alarmas de humo por reflexión, etc)

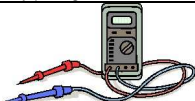


VDR

Cuando aumenta la tensión en sus extremos disminuye su valor óhmico, y circula más corriente por sus extremos.

Se utiliza como protección para evitar subidas de tensión en los circuitos.

Cuando se supera la tensión de la VDR la corriente se marcha por ella y protege al circuito.



TERMISTOR PTC

PTC: Resistencia de coeficiente positivo de temperatura. Cuando aumenta la temperatura de la misma aumenta su valor óhmico.

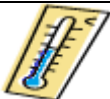
Se utiliza en sensores de temperatura, en temperaturas que oscilan entre 60°C a 180°C, por ejemplo, para protección de los bobinados de motores eléctricos y transformadores.



TERMISTOR NTC

Resistencia de coeficiente negativo de temperatura. Cuando aumenta la temperatura de la misma disminuye su valor óhmico. Si nos pasamos de la temperatura máxima o estamos por debajo de la mínima se comporta de forma inversa.

Se utiliza en medición y control de temperatura, compensación de temperatura y medición del flujo de fluidos.



Resistencia eléctrica

Factores principales
Tipo de material (resistividad)
Longitud y sección transversal
Temperatura

Tipo de material. Resistividad.

Resistividad (ρ) [rho]: Resistencia eléctrica específica de una determinada sustancia.

La **resistividad** de los metales aumenta al aumentar la temperatura al contrario de los semiconductores en donde este valor decrece.

El inverso de la **resistividad** se llama **conductividad (σ) [sigma]**

$$\sigma = 1 / \rho$$

Material	Conductividad	Resistividad
Plata	0,6305	0,0164
Cobre	0,5958	0,0172
Oro	0,4464	0,0230
Aluminio	0,3767	0,0278
Latón	0,1789	0,0590
Cinc	0,1690	0,0610
Cobalto	0,1693	0,0602
Níquel	0,1462	0,0870
Hierro	0,1030	0,0970
Acero	0,1000	0,1000
Platino	0,0943	0,1050
Estaño	0,0839	0,1200
Plomo	0,0484	0,2815
Magnesio	0,0054	2700
Cuarzo	0,0016	4500
Grafito	0,0012	8000
Madera seca	0,0010	10000
Carbón	0,00025	40000

Longitud y sección transversal de las resistencias

- Un material de mayor longitud ofrece más resistencia al paso de la corriente que el de menor longitud
- Un material con mayor sección transversal tiene menor resistencia.
- Los materiales que se encuentran a mayor temperatura tienen mayor resistencia. Ver variación de la resistencia con la temperatura

La resistencia de un material viene dada por la fórmula:

$$R = \rho \frac{l}{s}$$

Parámetro	Símbolo	Unidad	Símbolo
Resistencia	R	Ohmio	Ω
Resistividad	ρ	Ohmio por metro	$\Omega \cdot m$
Longitud	l	metros	m
Sección	s	Milímetros cuadrados	mm^2

Temperatura

La variación de la temperatura del cuerpo de un resistor produce una variación de su resistencia.

La resistencia de un resistor a una temperatura determinada se calcula con la siguiente expresión:

$$R_{(T)} = R_{(T_0)}(1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

Símbolo	Parámetro	Unidad
R	Resistencia	ohmios
T_0	Temperatura inicial	Grados Kelvin o Grados centígrados
T	Temperatura final	Grados Kelvin o Grados centígrados
ΔT	Diferencia entre las dos temperaturas	Grados Kelvin o Grados centígrados
α	Coefficiente de temperatura	Constante (K^{-1})

Coeficientes de temperatura	
Material	Coefficiente a 20 °C (1/K)
Plata	$3,8 \times 10^{-3}$
Cobre	$3,9 \times 10^{-3}$
Aluminio	$3,9 \times 10^{-3}$
Tungsteno	$4,5 \times 10^{-3}$
Acero	$5,0 \times 10^{-3}$
Mercurio	$0,9 \times 10^{-3}$
Carbón	$-0,5 \times 10^{-3}$
Germanio	$-4,8 \times 10^{-2}$

Características de los resistores

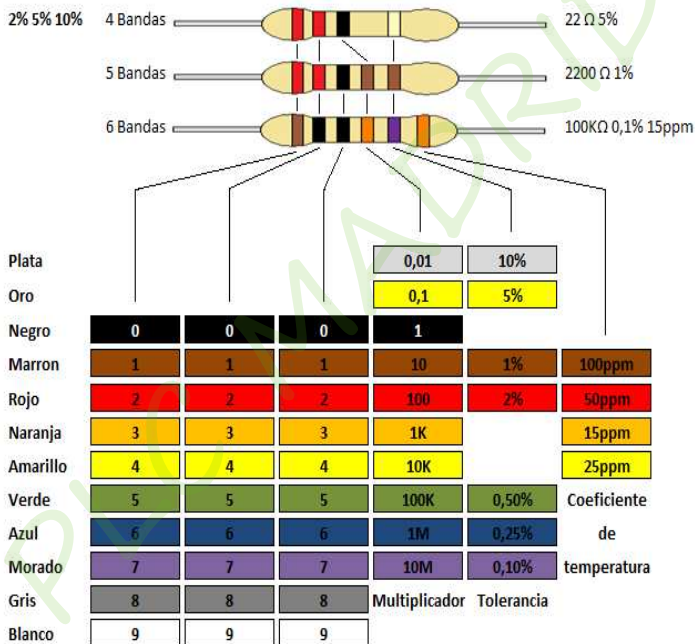
Las características más generales son:

- **Valor nominal (Ω):** Es el valor esperado de resistencia, a la temperatura de 25°C, del resistor.
- **Tolerancia (%):** Se establece el concepto de tolerancia como un % del valor nominal. De esta forma, si nosotros sumamos el resultado de aplicar el porcentaje al valor nominal, obtenemos un valor límite superior. Si por el contrario lo que hacemos es restarlo, obtenemos un valor límite inferior. Con la tolerancia, el fabricante nos garantiza que el valor real de la resistencia va a estar siempre comprendido entre estos valores. Si esto no es así, el componente está defectuoso.
- **Potencia nominal (W):** Es aquella que se puede disipar sobre la resistencia nominal, de forma continuada, sin que el componente sufra deterioro, a una temperatura de trabajo y condiciones ambientales especificadas. El tamaño del componente da una idea de la potencia nominal.
- **Tensión nominal (V):** Es la tensión continua, que hay en bornas de la resistencia nominal, cuando sobre ella, se disipa la potencia nominal.
- **Tensión máxima (V):** Es la tensión continua, o alterna eficaz a 50 Hz, por encima de la que no se puede pasar, a la temperatura de trabajo especificada.



Resistencia eléctrica

Código de colores



La Ley de Ohm

$$U = I \cdot R$$

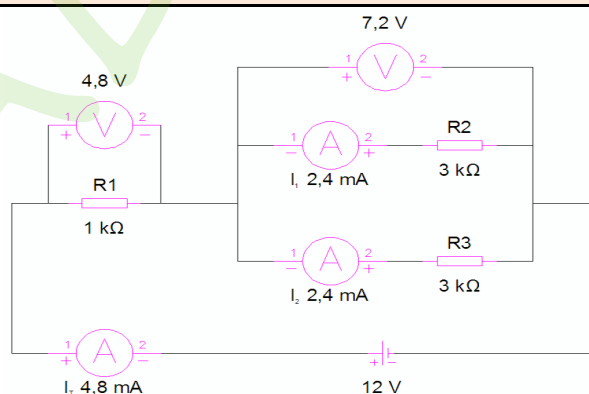
Parámetro	Símbolo	Unidad	Símbolo
Tensión	U	voltios	V
Intensidad	I	Amperios	A
Resistencia	R	Ohmio	Ω

Leyes de kirchoff

PRIMERA LEY

En cualquier nodo, la suma de las corrientes que entran en ese nodo es igual a la suma de las corrientes que salen.
De forma equivalente, la suma de todas las corrientes que pasan por el nodo es igual a cero.

$$\sum_{K=1}^N I_K = I_1 + I_2 + I_3 \dots + I_N = 0$$

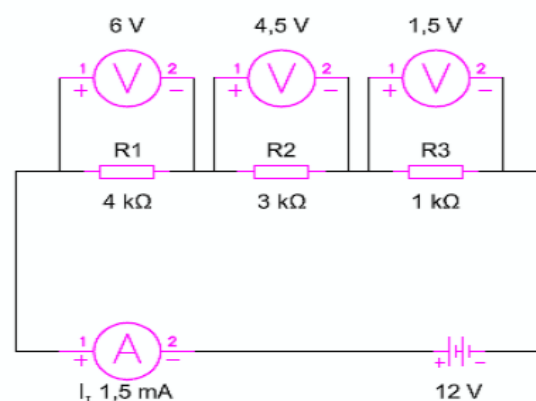


$$4,80\text{mA} = 2,40\text{mA} + 2,40\text{mA}$$

SEGUNDA LEY

En un lazo cerrado, la suma de todas las caídas de tensión es igual a la tensión total suministrada.
De forma equivalente, la suma algebraica de las diferencias de potencial eléctrico en un lazo es igual a cero.

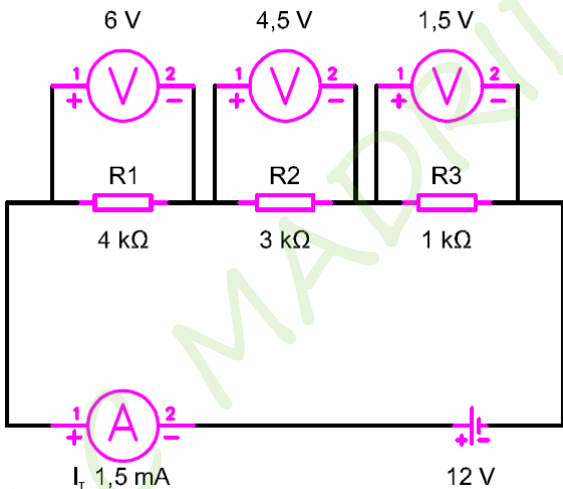
$$\sum_{K=1}^N U_K = U_1 + U_2 + U_3 \dots + U_N = 0$$



$$12\text{V} = 6\text{V} + 4,5\text{V} + 1,5\text{V}$$

Resistencias en serie

Calcular la intensidad total que recorre el circuito y la caída de tensión en cada resistencia.



$$I_T = \frac{U_T}{R_T}$$

$$I_T = \frac{12V}{8K\Omega} = 1,5mA$$

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 \quad R_T = 4K\Omega + 3K\Omega + 1K\Omega = 8K\Omega$$

$$U_{R1} = I_T \cdot R_1 = 1,5mA \cdot 4K\Omega = 6V$$

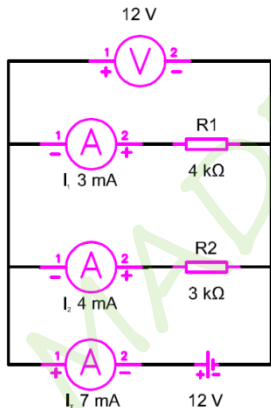
$$U_{R2} = I_T \cdot R_2 = 1,5mA \cdot 3K\Omega = 4,5V$$

$$U_{R3} = I_T \cdot R_3 = 1,5mA \cdot 1K\Omega = 1,5V$$

$$U_T = U_{R1} + U_{R2} + U_{R3} = 6V + 4,5V + 1,5V = 12V$$

Resistencias en paralelo

Calcular la intensidad total que recorre el circuito y la caída de tensión en cada resistencia.



$$I_T = \frac{U_T}{R_T}$$

$$I_T = \frac{12V}{1,7K\Omega} = 7mA$$

$$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{4K\Omega \cdot 3K\Omega}{4K\Omega + 3K\Omega} = 1,7K\Omega = 1K7\Omega$$

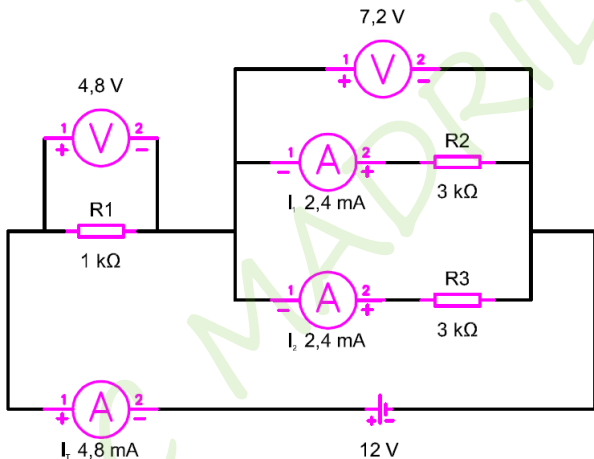
$$I_1 = \frac{U_T}{R_1} = \frac{12V}{4K\Omega} = 3mA$$

$$I_2 = \frac{U_T}{R_2} = \frac{12V}{3K\Omega} = 4mA$$

$$I_T = I_1 + I_2 = 4mA + 3mA = 7mA$$

Resistencias en serie y paralelo

Calcular la intensidad total que recorre el circuito y la caída de tensión en cada resistencia.









$$U_T = U_{R1} + U_{R2//3}$$

$$U_{R1} = I_T \cdot R_1$$

$$U_{R2//3} = I_T \cdot R_{2//3}$$

$$R_T = 1K\Omega + \frac{3K\Omega \cdot 3K\Omega}{3K\Omega + 3K\Omega} = 2,5K\Omega = 2K5\Omega$$

Tipos de bobinas

Bobinas Fijas	De núcleo de aire	Núcleo de Aire: Poseen valores de inductancia bajos entre 1 nH y 15 mH, utilizadas para filtros y circuitos en general.	
	De núcleo sólido	Núcleo de ferrita: Poseen valores de inductancia más altos que los anteriores debido a su nivel elevado de permeabilidad magnética.	
		Toroides: Se caracterizan por que el flujo generado no se dispersa hacia el exterior ya que por su forma se crea un flujo magnético cerrado, dotándolas de un gran rendimiento y precisión.	
		Encapsulados: Se emplean debido a las características que ofrecen al funcionamiento de osciladores y filtros, trabajando entre valores de 0,1 μ H a 1mH.	
		Chips: Su característica más importante es su tamaño, ya que en muy poco espacio podemos emplear una bobina, los valores que ofrecen son parecidos al de las bobinas encapsuladas.	
	Ajustables	<p>Si se quiere obtener un valor exacto de la inductividad, ésta deberá ser graduable, esto se consigue fácilmente por medio de un entrehierro variable. Por ejemplo, se modifica el núcleo del molde de tal manera que el pivote central sea más corto que el molde.</p> <p>Uno o ambos pivotes centrales se construyen vacíos y se proveen de una rosca, en la que se aplica un tornillo de núcleo, que es del mismo material que el núcleo del molde.</p> <p>Su empleo más popular es el de los equipos de radio frecuencia, transistores y receptores.</p>	

Características de la bobina

Una bobina es un componente formado por N espiras conductoras arrolladas sobre un núcleo de un material magnético (en algunas ocasiones aire).

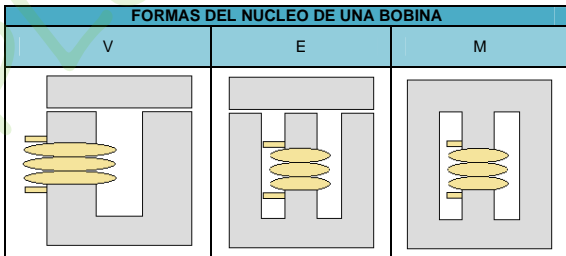
Cuanto más alta es la frecuencia de la corriente aplicada a una bobina menos espiras se necesitan para obtener una reactancia u oposición al paso de la corriente alterna suficiente.

El coeficiente de autoinducción L de una bobina con núcleo ferromagnético se puede definir por medio de la fórmula:

$$L = \frac{N^2}{R_m}$$

Parámetro	Símbolo	Unidad	Símbolo
Coefficiente de autoinducción	L	Henrios	H
Número de espiras	N	Espiras	
Reluctancia (Resistencia magnética)	R _m	Amperivueltas/Weber	Av/Wb

A causa del constante cambio de magnetización y de las corrientes parásitas, llamadas también corrientes de Foucault, se originan, dentro del núcleo de hierro, pérdidas que producen calor. Se disminuyen considerablemente las pérdidas ocasionadas por corrientes parásitas construyendo un núcleo de hierro a base de planchas aisladas entre sí.



Características de la bobina

Características principales
Coeficiente de autoinducción
Tolerancia
Factor de calidad

Coeficiente de autoinducción: En una bobina con núcleo de aire depende exclusivamente de sus características constructivas es decir, del número de espiras, sección de la espira y longitud del arrollamiento, mientras que en el caso de una bobina con núcleo ferromagnético el coeficiente de autoinducción depende además del coeficiente de permeabilidad del núcleo. Su valor se expresa en Henrios (H).

Tolerancia: El valor del coeficiente de autoinducción discrepa, dentro de unos ciertos límites, del valor nominal o valor teórico de la bobina. Estas discrepancias son debidas al proceso de fabricación, y se designan, como en el caso de las resistencias y condensadores, por tolerancias.

Factor de calidad: Es la relación entre la reactancia inductiva y la resistencia óhmica de la bobina, y viene expresada:

$$Q = \frac{X_L}{R} = \frac{2\pi fL}{R}$$

Con frecuencias elevadas se empeora el factor de calidad de la bobina, a pesar de que según la fórmula anterior tendríamos que suponer que aumenta con la frecuencia. Ello es debido a que con frecuencias más elevadas la resistencia óhmica aumenta también debido al fenómeno pelicular.

Para que el factor de calidad de una bobina sea grande, debe ser su resistencia R pequeña y su inductividad L grande.

Código de colores



Plata

0,01

10%

Oro

0,1

5%

Negro

0

0

1

Marron

1

1

10

Rojo

2

2

100

Naranja

3

3

1K

Amarillo

4

4

10K

Verde

5

5

100K

Azul

6

6

1M

Morado

7

7

10M

Gris

8

8

Multiplicador Tolerancia

Blanco

9

9

Unidad µH

Circuitos con bobinas

Para la fuente de corriente alterna la bobina presenta una especie de resistencia, denominada reactancia inductiva, que es consecuencia de su inductividad.

Cuanto mayor sea la frecuencia de la tensión del generador, tanto menor será el valor cresta que la corriente que podrá alcanzar. La reactancia inductiva de toda bobina depende, pues, de la frecuencia con que varía la tensión del generador y de la inductividad propia de la bobina.

Esta relación se expresa por la siguiente fórmula:

$$X_L = 2\pi fL$$

Parámetro	Símbolo	Unidad	Símbolo
Reactancia Inductiva	X_L	Ohmios	Ω
Pi	π	3,1416	
Frecuencia	f	Herzios	Hz
Inductancia	L	Henrios	H

Calcular la intensidad de corriente que circulará por una bobina de 5 mH a la que se le aplica una tensión de 12 V 50 Hz:

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 5 \text{ mH} = 1,57\Omega$$

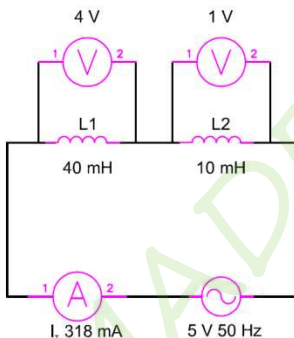
El valor de la corriente se halla por la ley de Ohm:

$$I = \frac{U}{X_L} = \frac{12V}{1,57\Omega} = 7,64A$$

Parámetro	Símbolo	Unidad	Símbolo
Intensidad	I	Amperios	A
Tensión	U	Voltios	V
Reactancia Inductiva	X_L	Ohmios	Ω

Bobinas en serie

Calcular la intensidad total que recorre el circuito y la caída de tensión en cada bobina.



El valor inductivo total:

$$L_T = L_1 + L_2 = 40\text{mH} + 10\text{mH} = 50\text{mH}$$

Reactancia individual de cada bobina y del conjunto de bobinas:

$$X_{L1} = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L_1 = 2 \cdot \pi \cdot 50\text{Hz} \cdot 40\text{mH} = 12,56\Omega$$

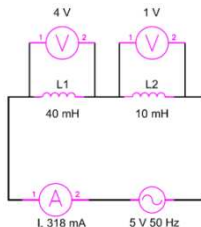
$$X_{L2} = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L_2 = 2 \cdot \pi \cdot 50\text{Hz} \cdot 10\text{mH} = 3,14\Omega$$

$$X_{LT} = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L_T = 2 \cdot \pi \cdot 50\text{Hz} \cdot 50\text{mH} = 15,7\Omega$$

Tensiones y corriente presentes en el circuito

$$I = \frac{U_T}{X_T} = \frac{5\text{V}}{15,7\Omega} = 0,318\text{A} = 318\text{mA}$$

Bobinas en serie



Tensión en bornes de cada una de ellas:

$$U_{L1} = X_{L1} \cdot I = 12,56\Omega \cdot 0,318A = 4V$$

$$U_{L2} = X_{L2} \cdot I = 3,14\Omega \cdot 0,318A = 1V$$

$$U_T = U_{L1} + U_{L2} = 4V + 1V = 5V$$

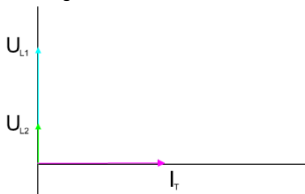
De esto último se deduce que dos bobinas conectadas en serie se comportan como un divisor de tensión alterna.

Desarrollo del diagrama vectorial

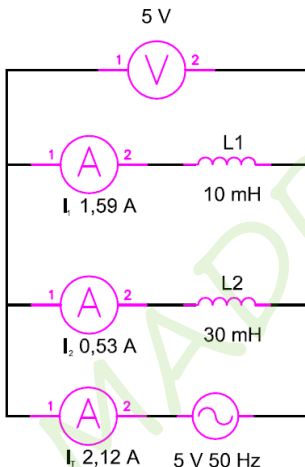
El vector intensidad está atrasado 90° con respecto a los vectores de tensión U_{L1} y U_{L2} .

La longitud de U_{L1} es proporcional a su valor (4 V) y la de U_{L2} al suyo (1V).

Las tensiones U_{L1} y U_{L2} están en fase, la suma de ambos vectores nos da el vector U_T , no indicado, cuyo valor es igual a la suma aritmética de $U_{L1} + U_{L2}$ (5 V).



Bobinas en paralelo



$$L_T = \frac{L_1 \cdot L_2}{L_1 + L_2} = \frac{10\text{mH} \cdot 30\text{mH}}{10\text{mH} + 30\text{mH}} = 7,5\text{mH}$$

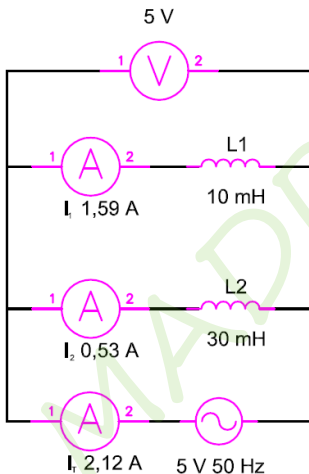
$$X_{L1} = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L_1 = 2 \cdot \pi \cdot 50\text{Hz} \cdot 10\text{mH} = 3,14\Omega$$

$$X_{L2} = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L_2 = 2 \cdot \pi \cdot 50\text{Hz} \cdot 30\text{mH} = 9,42\Omega$$

$$X_{LT} = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L_T = 2 \cdot \pi \cdot 50\text{Hz} \cdot 7,5\text{mH} = 2,36\Omega$$

$$X_{LT} = \frac{X_{L1} \cdot X_{L2}}{X_{L1} + X_{L2}} = \frac{3,14\Omega \cdot 9,42\Omega}{3,14\Omega + 9,42\Omega} = 2,36\Omega$$

Bobinas en paralelo



Corrientes y tensión presentes en el circuito:

$$I_{L1} = \frac{U}{X_{L1}} = \frac{5V}{3,14\Omega} = 1,59A$$

$$I_{L2} = \frac{U}{X_{L2}} = \frac{5V}{9,42\Omega} = 0,53A$$

$$I_T = I_{L1} + I_{L2} = 1,59A + 0,53A = 2,12A$$

Tipos de condensadores

CONDENSADORES FIJOS NO POLARIZADOS	DE PAPEL	<p>Se fabrican de dos tipos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Con dieléctrico de papel impregnado, parafinado, baquelizado o sometido a algún otro tratamiento que reduzca su higroscopia y aumente su resistencia de aislamiento. Se usan en acoplo / desacoplo y aplicaciones antiparásitos, fluorescentes, etc. Con dieléctrico de papel metalizado: tienen la capacidad de autorregenerarse cuando se perfora el dieléctrico por exceso de tensión. Se usan en aplicaciones industriales, para eliminación de interferencias en RF, etc. 	
	DE PLÁSTICO	<p>Tienen buenas prestaciones y bajo precio, por lo que son los más habituales en aplicaciones normales. Presentan alta resistencia de aislamiento y altas temperaturas de funcionamiento. Según el proceso de fabricación, pueden ser de electrodo metálico o de electrodo de metal vaporizado (dieléctrico metalizado). Estos últimos son los más habituales, y tienen la capacidad de autorregenerarse.</p> <p>Dependiendo del tipo de dieléctrico, pueden ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> de poliestireno (KS) de poliéster (KT) de poliéster metalizado (MKT) de polipropileno (KP) de polipropileno metalizado (MKP) de policarbonato metalizado (MKC) de teflón (PTFE) 	
	CERÁMICOS	<p>Dependiendo del tipo de construcción, pueden ser en forma de disco, de placa, tubulares, o chips. El dieléctrico es un material cerámico (generalmente dióxido de titanio), metalizado por ambos lados. Se clasifican en:</p> <p>De grupo I (baja constante dieléctrica): Muy estables, resistencia de aislamiento elevada, alta fiabilidad y capacidades bajas (hasta 1 nF). Se usan en alta frecuencia y en circuitos resonantes y de sintonía.</p> <p>De grupo II y III (alta constante dieléctrica): Menor estabilidad, menor resistencia de aislamiento y menor fiabilidad. Tienen mayor capacidad para un mismo volumen (hasta 500 nF). Se usan en filtros de RF, en circuitos con transistores y para eliminar interferencias.</p>	
	DE MICA	<p>Constan de una serie de láminas de mica y de metal, apiladas y superpuestas alternativamente. Se fabrican con capacidades entre 2pF y 220 nF. Tienen bajas pérdidas, y pueden soportar altas temperaturas y tensiones elevadas, de hasta 5000 voltios. No se degradan con el tiempo, ni por oxidación ni con la humedad. Se usan en lugar de los cerámicos cuando se necesita alta estabilidad, por lo que son más caros. También se emplean en aplicaciones de alta frecuencia, circuitos de filtrado, sintonía y paso de radiofrecuencia.</p>	

Tipos de condensadores

CONDENSADORES FIJOS (ELECTROLÍTICOS)	DE ALUMINIO	<p>De electrolito líquido: Son generalmente polarizados, en los que el ánodo es una lámina de aluminio oxidado, el dieléctrico es el óxido que se deposita sobre el ánodo y el cátodo está constituido por otra lámina de aluminio y un electrolito húmedo. Tienen capacidades entre 1 y 220.000 μF y tensiones nominales que pueden alcanzar 500 V. Presentan alta corriente de fuga y pérdidas grades en frecuencias medias y bajas. Se usan para filtrado en fuentes de alimentación, acoplo/desacoplo en baja frecuencia y almacenamiento de energía. Pueden estallar si se conectan con la polaridad invertida. También se fabrican de tamaño reducido para montajes superficiales (SMD).</p>	
		<p>De electrolito sólido (dióxido de manganeso): Presentan capacidades y tensiones nominales inferiores pero son más fiables que los de electrolito húmedo. Están protegidos externamente mediante cápsulas de aluminio o resina epoxi.</p>	
	DE TÁNTALO	<p>Son similares a los de aluminio, pero en este caso el dieléctrico es de óxido de tántalo, lo que permite que con menor volumen se obtengan capacidades similares, fabricándose con valores entre 10 nF y 500 μF y tensiones nominales entre 2 V y 75 V. La corriente de fuga y las pérdidas que ofrece son también menores. Se usan en baja frecuencia, en circuitos que requieran gran relación capacidad/volumen y en equipos profesionales que requieran alta fiabilidad.</p>	
CONDENSADORES VARIABLES	GIRATORIOS	<p>Disponen de una serie de placas que al ser accionadas mediante un eje se modifica la superficie enfrentada, variando la capacidad. El dieléctrico es de aire, y se fabrican con capacidades comprendidas entre 1 y 500 pF. Se emplean para sintonizar emisoras de radio.</p>	
	AJUSTABLES (TRIMMERS)	<p>Pueden usar como dieléctrico materiales cerámicos, plásticos y mica. Se utilizan para realizar ajustes finos, una sola vez, y dejarlos fijos en el circuito. Su capacidad puede variar entre 1 y 100 pF, aunque los de mica pueden alcanzar los 2000 μF. Algunos se fabrican con tamaño muy reducido, para montaje superficial (SMD).</p>	

Carga y descarga de un condensador

La carga almacenada en una de las placas es proporcional a la diferencia de potencial entre esta placa y la otra, siendo la constante de proporcionalidad la llamada capacidad o capacitancia.

$$C = \frac{Q}{U_1 - U_2}$$

Parámetro	Símbolo	Unidad	Símbolo
Capacitancia	C	Faradios	F
Carga	Q	Culombios	C
Tensión borne 1	U ₁	Voltios	V
Tensión borne 2	U ₂	Voltios	V

Al conectar un condensador en un circuito, la corriente empieza a circular por el mismo y va acumulando carga entre sus placas. Cuando se ha cargado totalmente, deja de circular corriente por el circuito. Si se quita la fuente y se presenta un elemento como es el caso de una resistencia, la carga empieza a fluir de una de las placas del condensador a la otra en sentido contrario pasando por la resistencia, hasta que la carga es nula en las dos placas.

$$U_c = U_0 \quad I_c = \frac{U_0}{R}$$

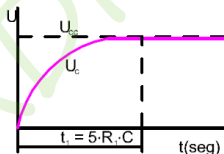
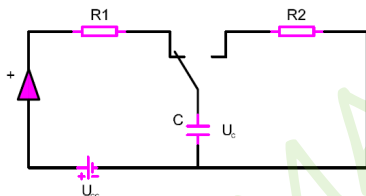
Parámetro	Símbolo	Unidad	Símbolo
Tensión del condensador	U _c	Voltios	V
Tensión de la fuente de alimentación	U ₀	Voltios	V
Intensidad	I	Amperios	A
Resistencia	R	Ohmios	Ω

Carga y descarga

Cuando cerramos el circuito de carga el condensador se carga hasta alcanzar casi la tensión de alimentación. A partir de entonces se comporta como un circuito abierto.

El tiempo de carga depende de la capacidad del condensador y del valor óhmico de la resistencia que está en serie con él R_1 , siguiendo la fórmula:

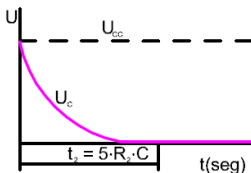
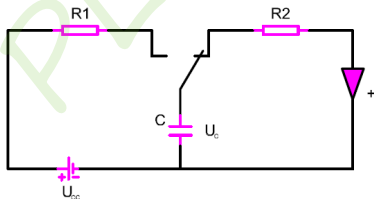
$$t_1 = 5 \cdot R_1 \cdot C$$



Cuando cerramos el circuito de descarga, es el condensador el que entrega la corriente a la resistencia hasta agotarse su carga.

El tiempo de descarga ahora depende de la capacidad y de la resistencia de descarga R_2 .

$$t_2 = 5 \cdot R_2 \cdot C$$



Capacidad de un condensador

Es la medida de su aptitud para acumular cargas eléctricas.

$$C = \frac{Q}{U}$$

Parámetro	Símbolo	Unidad	Símbolo
Capacitancia	C	Faradios	F
Carga	Q	Culombios	C
Tensión	U	Voltios	V

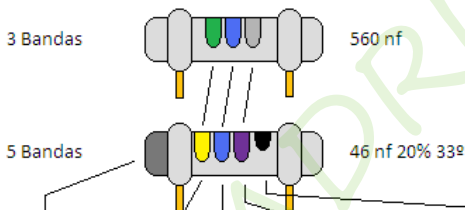
Un condensador tiene una capacidad de un faradio cuando adquiere la carga de un culombio si la diferencia de potencial o tensión eléctrica entre sus armaduras es de un voltio.

El faradio es una unidad grande, y como no resulta práctica, se trabaja con submúltiplos.

Submúltiplo (F)	Símbolo	Faradios	Potencia
microfaradio	μF	0,000001	10^{-6}
Nanofaradio	nF	0,000000001	10^{-9}
Picofaradio	pF	0,000000000001	10^{-12}

Condensador metálico

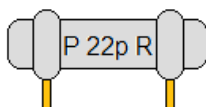
Código de colores



Oro					100
Negro	0	0	1	20%	0
Marron	1	1	10	1%	-33
Rojo	2	2	100	2%	-47
Naranja	3	3	1K	3%	-220
Amarillo	4	4	10K		
Verde	5	5	100K	0,10%	-330
Azul	6	6			-1500
Morado	7	7	0,001		-750
Gris	8	8	0,01	0,25%	33
Blanco	9	9	0,1	10%	
<div> <div>Multiplicador</div> <div>Tolerancia</div> <div>Unidad μF</div> </div>					<div> <div>de</div> <div>temperatura</div> </div>

Condensador metálico

Código de dígitos



24 f 0/100% -220

LETRA

B

0,1

C

0,25

D

0,5

F

1

G

2

H

2,5

J

5

K

10

M

20

P

0/100

R

-20/30

S

-20/50

Z

-20/80

Tolerancia

LETRA

A

100

C

0

H

-30

L

-75

P

-150

R

-220

S

-330

T

-470

U

-750

W

-1500

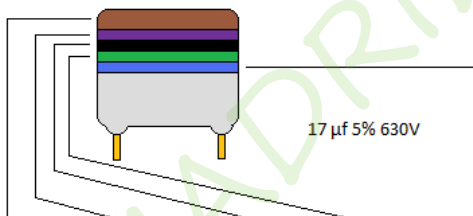
Coeficiente

de

temperatura

Condensador plástico

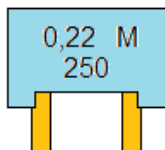
Código de colores



Negro	0	0	1	20%	
Marron	1	1	10	1%	
Rojo	2	2	100	2%	250
Naranja	3	3	1K	3%	
Amarillo	4	4	10K		400
Verde	5	5	100K	5,00%	
Azul	6	6			630
Morado	7	7	0,001		Tensión máxima
Gris	8	8	0,01		
Blanco	9	9	0,1	10%	
Multiplicador				Tolerancia	
Unidad µF					

Condensador plástico

Código de dígitos



0,22 μ f 10% 250V

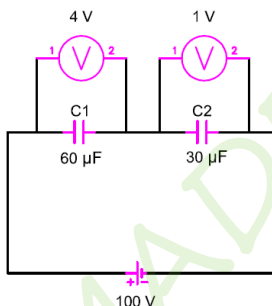
LETRA

D	0,5
F	1
G	2
H	2,5
J	5
K	10
M	20
P	0/100
R	-20/30
S	-20/50
Z	-20/80

Tolerancia

Condensadores en serie

Calcular la carga total del circuito y la caída de tensión en cada condensador.



$$C_T = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}}$$

$$C_T = \frac{1}{\frac{1}{60 \mu F} + \frac{1}{30 \mu F}} = 20 \mu F$$

$$Q_T = Q_1 = Q_2 = U \cdot C \quad Q_T = 100V \cdot 20 \mu F = 2mC$$

Al conectar condensadores en serie todos toman la misma carga, que es igual a la del conjunto.

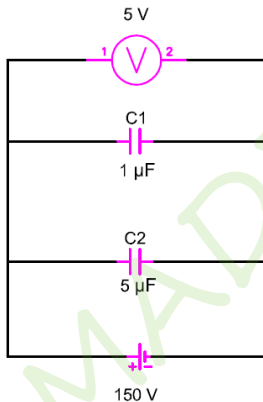
$$U_{C1} = \frac{Q_T}{C_1} = \frac{2mC}{60 \mu F} = 33,33V$$

$$U_{C2} = \frac{Q_T}{C_2} = \frac{2mC}{30 \mu F} = 66,66V$$

En régimen estacionario, la corriente que circula por el circuito externo de los condensadores vale 0 A.

Condensadores en paralelo

Calcular la carga total del circuito y la caída de tensión en cada condensador.



$$C_T = C_1 + C_2$$

$$C_T = 5 \mu F + 1 \mu F = 6 \mu F$$

$$Q_T = U_T \cdot C_T = 150 V \cdot 6 \mu F = 900 \mu F$$

$$Q_1 = U_T \cdot C_1 = 150 V \cdot 1 \mu F = 150 \mu F$$

$$Q_2 = U_T \cdot C_2 = 150 V \cdot 5 \mu F = 750 \mu F$$

Como los condensadores están en paralelo, la tensión que adoptará cada uno, es la tensión de la batería, 150 V. Por lo tanto será posible la conexión de los condensadores en paralelo, solo en el caso de que la menor de las tensiones nominales de los condensadores sea mayor que la aplicada.

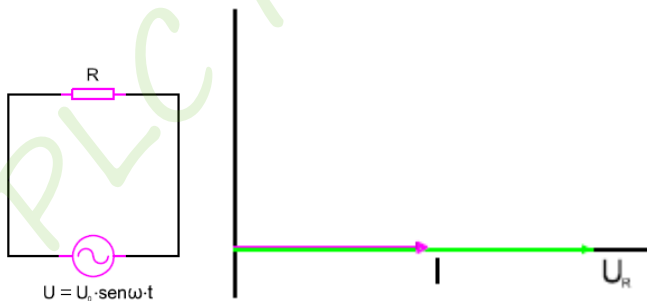
Funcionamiento en corriente alterna para resistencias

Cuando la carga es únicamente una resistencia, la tensión y la corriente están en fase y la relación entre ambas se puede obtener mediante la ley de ohm aplicada a los valores eficaces (igualmente se puede aplicar a los valores instantáneos, máximos y medios):

$$U = I \cdot R$$

Parámetro	Símbolo	Unidad	Símbolo
Tensión	U	Voltios	V
Intensidad	I	Amperios	A
Resistencia	R	Ohmios	Ω

Cuando el receptor es una resistencia, hay una sincronización entre la fase y la intensidad, no existe desfase entre ambas.



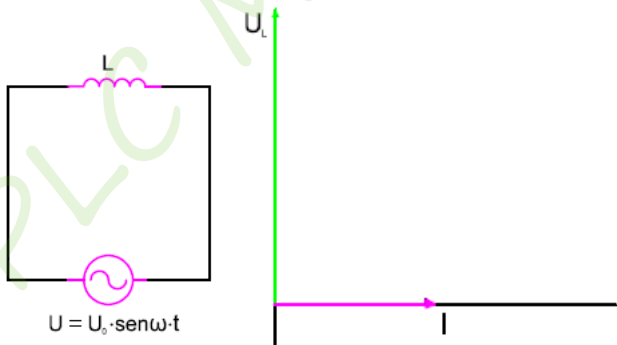
Funcionamiento en corriente alterna para bobinas

La tensión y la corriente son magnitudes vectoriales, la relación entre ambas es:

$$U = j \cdot \omega L \cdot I$$

Parámetro	Símbolo	Unidad	Símbolo
Tensión	U	Voltios	V
Número complejo	j		
Reactancia inductiva	ωL	Ohmios	Ω
Intensidad	I	Amperios	A

Cuando el receptor es una bobina cuyo coeficiente de autoinducción es L, se produce un desfase de 90° entre la tensión y la corriente, estando ésta desfasada de la tensión.



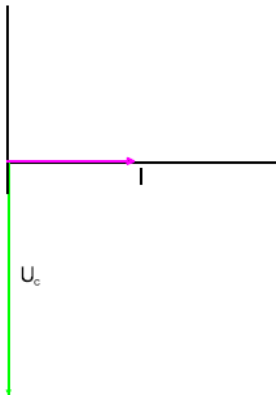
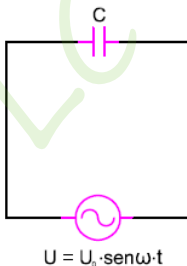
Funcionamiento en corriente alterna para condensadores

Funcionamiento en alterna

Cuando el receptor es un condensador se produce igualmente un desfase de 90° entre tensión y corriente, estando la tensión retrasada respecto a la corriente.

$$U = -j \frac{1}{C\omega} I$$

Parámetro	Símbolo	Unidad	Símbolo
Tensión	U	Voltios	V
Número complejo	j		
Reactancia capacitiva	$1/C\omega$	Ohmios	Ω
Intensidad	I	Amperios	A



Relación de magnitudes eléctricas:

Para estudiar el funcionamiento de los circuitos eléctricos es necesario conocer algunas magnitudes eléctricas, como intensidad de corriente, diferencia de potencial, resistencia y potencia eléctrica.

A continuación se expone una tabla con las formulas que interrelacionan estas magnitudes eléctricas fundamentales facilitando la comprensión de estas y sirviendo de ayuda al cálculo de secciones en los conductores.

Magnitudes		Corriente Alterna Monofásica	Corriente Alterna Trifásica
Potencia	P	$P = U \cdot I \cdot \cos\varphi$	$P = U \cdot I \cdot \cos\varphi \cdot \sqrt{3}$
	Q	$Q = U \cdot I \cdot \sen\varphi$	$Q = U \cdot I \cdot \sen\varphi \cdot \sqrt{3} = P \cdot \tan\varphi$
	S	$S = U \cdot I$	$S = U \cdot I \cdot \sqrt{3} = \sqrt{P^2 + Q^2}$
Tensión	U	$U = \frac{R \cdot I}{\cos\varphi} = \frac{P}{I \cdot \cos\varphi}$	$U = \frac{P}{I \cdot \cos\varphi \cdot \sqrt{3}} = \frac{S}{I \cdot \sqrt{3}}$
Intensidad	I	$I = \frac{U \cdot \cos\varphi}{R} = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi}$	$I = \frac{P}{U \cdot \cos\varphi \cdot \sqrt{3}} = \frac{S}{U \cdot \sqrt{3}}$
	I_a	$I_a = I \cdot \cos\varphi$	$I_a = I \cdot \cos\varphi$
	I_r	$I_r = I \cdot \sen\varphi$	$I_r = I \cdot \sen\varphi$
Resistencia	R	$R = \frac{U}{I} \cdot \cos\varphi$	$R = \frac{U}{I \cdot \sqrt{3}} \cdot \cos\varphi$
	X	$X = \frac{U}{I} \cdot \sen\varphi$	$X = \frac{U}{I \cdot \sqrt{3}} \cdot \sen\varphi$
	Z	$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$	$Z = \sqrt{R^2 + X^2} = \frac{U}{I \cdot \sqrt{3}}$



¿Qué es el Servicio y Gestión al Instalador S.G.I?

Es un servicio de calidad creado en el año 2005, orientado a cubrir las necesidades de información, formación y asesoramiento técnico integral, dentro del sector eléctrico y muy especialmente entre los instaladores electricistas con inquietud y ánimo de superación.

El objetivo primordial es el de ofrecer servicios y gestiones que hagan el trabajo del instalador más cómodo y productivo.

**P.V.P. del Servicio S.G.I. 60 €
año**



Mucho más que un reglamento



**Manual
técnico IEI de
regalo**

Ventajas de comprar nuestro reglamento



Actualizado



**Encuadernado en
espiral.**



A todo color



**Plataforma web para
descargas.**



**Servicio de consultas
online**



**Curso online del REBT con
diploma y bolsa de
empleo.**



**Espacio Web exclusivo
para profesores.**



**Resúmenes Guía REBT y
normas UNE**

Otros Manuales Técnicos



Infraestructuras
Comunes de
Telecomunicación



Documentación y
Puesta en Servicio
de las
Instalaciones



Instalaciones
Eléctricas
Interiores



Protecciones
Eléctricas



Matemáticas para
Electricistas



Cálculo de
Secciones

Cursos especialmente pensados para el profesional de la electricidad
Grupos reducidos- Horarios flexibles:
Mañanas, tardes, noches, fines de semana

Servicio de asesoramiento técnico a profesionales