

UF1099: Electricidad, electromagnetismo y electrónica aplicados al automóvil

Certificado de Profesionalidad

*TMVG0209 - Mantenimiento de los sistemas
eléctricos y electrónicos de vehículos*



TMVG0209 > MF0626_2 > UF1099

ic editorial

Juan Manuel Molina Mengíbar

**Electricidad, electromagnetismo y
electrónica aplicados al automóvil.
TMVG0209**

Juan Manuel Molina Mengíbar

ic editorial

Electricidad, electromagnetismo y electrónica aplicados al automóvil. TMVG0209

Autor: Juan Manuel Molina Mengíbar

1ª Edición

© IC Editorial, 2013

Editado por: IC Editorial

C.I.F.: B-92.041.839

Avda. El Romeral, 2. Polígono Industrial de Antequera
29200 ANTEQUERA, Málaga

Teléfono: 952 70 60 04

Fax: 952 84 55 03

Correo electrónico: iceditorial@iceditorial.com

Internet: www.iceditorial.com

IC Editorial ha puesto el máximo empeño en ofrecer una información completa y precisa. Sin embargo, no asume ninguna responsabilidad derivada de su uso, ni tampoco la violación de patentes ni otros derechos de terceras partes que pudieran ocurrir. Mediante esta publicación se pretende proporcionar unos conocimientos precisos y acreditados sobre el tema tratado. Su venta no supone para **IC Editorial** ninguna forma de asistencia legal, administrativa ni de ningún otro tipo.

Reservados todos los derechos de publicación en cualquier idioma.

Según el Código Penal vigente ninguna parte de este o cualquier otro libro puede ser reproducida, grabada en alguno de los sistemas de almacenamiento existentes o transmitida por cualquier procedimiento, ya sea electrónico, mecánico, reprográfico, magnético o cualquier otro, sin autorización previa y por escrito de INNOVACIÓN Y CUALIFICACIÓN, S. L.; su contenido está protegido por la Ley

vigente que establece penas de prisión y/o multas a quienes intencionadamente reprodujeren o plagiaren, en todo o en parte, una obra literaria, artística o científica.

ISBN: 978-84-16109-42-5

Nota de la editorial: IC Editorial pertenece a Innovación y Cualificación S. L.

Presentación del manual

El **Certificado de Profesionalidad** es el instrumento de acreditación, en el ámbito de la Administración laboral, de las cualificaciones profesionales del Catálogo Nacional de Cualificaciones Profesionales adquiridas a través de procesos formativos o del proceso de reconocimiento de la experiencia laboral y de vías no formales de formación.

El elemento mínimo acreditable es la **Unidad de Competencia**. La suma de las acreditaciones de las unidades de competencia conforma la acreditación de la competencia general.

Una **Unidad de Competencia** se define como una agrupación de tareas productivas específica que realiza el profesional. Las diferentes unidades de competencia de un certificado de profesionalidad conforman la **Competencia General**, definiendo el conjunto de conocimientos y capacidades que permiten el ejercicio de una actividad profesional determinada.

Cada **Unidad de Competencia** lleva asociado un **Módulo Formativo**, donde se describe la formación necesaria para adquirir esa **Unidad de Competencia**, pudiendo dividirse en **Unidades Formativas**.

El presente manual desarrolla la Unidad Formativa **UF1099: Electricidad, electromagnetismo y electrónica aplicados al automóvil**,

perteneciente al Módulo Formativo **MF0626_2: Sistemas de carga y arranque de vehículos y circuitos electrotécnicos básicos**,

asociado a la unidad de competencia **UC0626_2:**
Mantener los sistemas de carga y arranque de
vehículos,

del Certificado de Profesionalidad **Mantenimiento de los**
sistemas eléctricos y electrónicos de vehículos.

Índice

Portada

Título

Copyright

Presentación del manual

Índice

Capítulo 1 Electricidad aplicada a sistemas de carga y arranque de vehículos

1. Introducción
 2. Magnitudes y unidades
 3. Carga eléctrica. Condensador
 4. Clases de electricidad. Electricidad estática y dinámica
 5. Campo eléctrico
 6. Potencial eléctrico
 7. Diferencia de potencial
 8. Intensidad de corriente
 9. Efectos de la corriente eléctrica
 10. Resistencia eléctrica
 11. Ley de Ohm
 12. Energía y potencia eléctrica
 13. Efecto Joule
 14. Resumen
- Ejercicios de repaso y autoevaluación

Capítulo 2 Resolución y medición de circuitos básicos de corriente continua

1. Introducción

2. Aplicación de la ley de Ohm
 3. Resistencias en serie, en paralelo y acoplamiento mixto
 4. Leyes de Kirchhoff
 5. Condensadores en serie, paralelos y mixtos. Energía almacenada por un condensador
 6. Resumen
- Ejercicios de repaso y autoevaluación

Capítulo 3 Aparatos de medida de electricidad y electrónica

1. Introducción
 2. Lámpara de pruebas
 3. Polímetros
 4. Aplicaciones del polímetro
 5. El osciloscopio y su manejo
 6. Equipo de diagnóstico
 7. Resumen
- Ejercicios de repaso y autoevaluación

Capítulo 4 Electromagnetismo aplicado a sistemas de carga y arranque de vehículos

1. Introducción
 2. Producción de movimiento por efecto electromagnético
 3. Procedimiento de producción de la electricidad por movimiento giratorio. Ley de Lenz
 4. El transformador de inducción aplicado al encendido del motor de gasolina
 5. Perturbaciones electromagnéticas e inductivas en los circuitos electrónicos del automóvil. Cómo neutralizarlas en origen y cómo inmunizar los sistemas electrónicos
 6. Resumen
- Ejercicios de repaso y autoevaluación

Capítulo 5 Tecnología de los componentes eléctricos y electrónicos

1. Introducción
 2. Fusibles y limitadores de intensidad
 3. Resistencias y reóstatos
 4. Resistencias dependientes o especiales
 5. Condensadores
 6. Relés
 7. Diodos semiconductores
 8. Transistores
 9. Tiristores
 10. IGBT
 11. Amplificadores operacionales
 12. Nociones de microprocesadores
 13. Resumen
- Ejercicios de repaso y autoevaluación

Capítulo 6 Disposición de la instalación eléctrica. Cableado

1. Introducción
 2. Cableados eléctricos y fijaciones
 3. Central de conexiones y caja de fusibles
 4. Conductores eléctricos
 5. Terminales y conectores
 6. Simbología eléctrica y planos
 7. Interpretación de esquemas eléctricos
 8. Resumen
- Ejercicios de repaso y autoevaluación

Bibliografía

Capítulo 1

Electricidad aplicada a sistemas de carga y arranque de vehículos

1. Introducción

El objetivo de esta unidad didáctica es el de analizar cualquier problema que se pueda dar en el ámbito del automóvil de forma sencilla y lógica, aplicando para su solución algunos principios básicos bien conocidos de la electricidad y sus leyes fundamentales. Estos conceptos básicos de la electricidad son la estática y la dinámica, y sus dos leyes correspondientes, que son la ley de Coulomb y la ley de Ohm, respectivamente.

El circuito de arranque comprende todo lo necesario para poder poner en marcha el vehículo con la generación de la electricidad necesaria y el sistema de carga proporciona al circuito dicha generación de electricidad necesaria para el funcionamiento del vehículo.

Dentro del automóvil hay numerosos aparatos que funcionan por medio de la electricidad, lo que otorga una alta seguridad y confort al habitáculo. Es por esto que se van a aprender aquí los fundamentos principales de la electricidad y sus componentes esenciales para su aplicación en el mundo del motor.

2. Magnitudes y unidades

Las magnitudes fundamentales eléctricas son:

- **Intensidad (I):** su unidad de medida es el amperio (A) y el instrumento de medida, el amperímetro o galvanómetro.

$$I = \frac{V}{R}$$

Donde:

- I es la intensidad de corriente.
 - V, la diferencia de potencial.
 - R, la resistencia.
- **Tensión o diferencia de potencial:** su unidad de medida es el voltio (V) y el instrumento de medida se llama voltímetro.

$$I = \frac{V}{R} \rightarrow V = I \cdot R$$

- **Resistencia:** su unidad de medida es el **ohmio (Ω)** y el instrumento de medida es el ohmímetro u óhmetro.

$$I = \frac{V}{R} \rightarrow R = \frac{V}{I}$$

- **Potencia eléctrica:** su unidad es el vatio (W), y se define como la *energía o trabajo consumido o producido en un determinado tiempo*. Un caballo de vapor (CV) equivale a 736 W.



Aplicación práctica

A un conductor se le aplica una tensión de 12 voltios y dicho conductor ofrece una resistencia de 100 ohmios. ¿Qué cantidad de corriente eléctrica circula por él?

SOLUCIÓN

Se usa la formula que anteriormente se ha conocido:

$$I = \frac{V}{R}$$

Se sustituyen los valores:

- $V = 12 \text{ V}$
- $R = 100 \Omega$

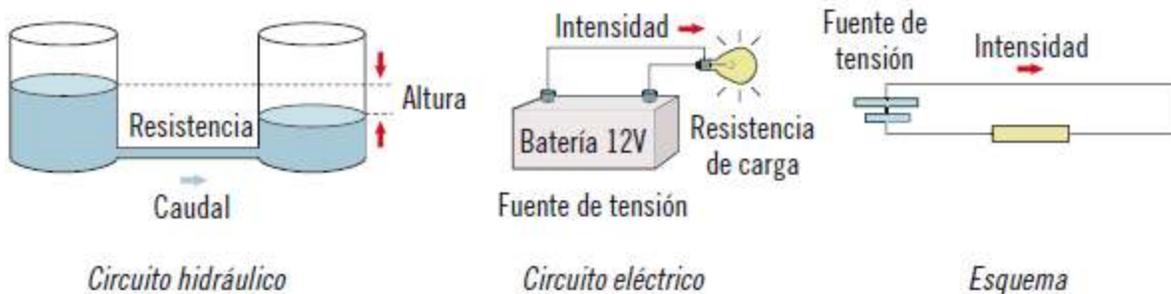
Tensión: 12 V.

Resistencia: 100 Ω .

Con lo cual se obtiene:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{12}{20} = 0,12 \text{ A}$$

Esquema explicativo de las magnitudes básicas



Ahora se van a explicar cuáles son las principales unidades eléctricas:

- **Ohmio (Ω):** Es la resistencia de un conductor que, con una diferencia de potencial de un voltio, deja pasar una corriente de intensidad de un amperio.

$$\Omega = \frac{V}{A}$$

- **Vatio (W):** es la unidad de la potencia eléctrica. Análogamente:

$$W = \frac{J \text{ (Julio)}}{s \text{ (segundo)}}$$

- **Voltio (V):** es la diferencia de potencial a lo largo de un conductor cuando una corriente de un amperio utiliza un vatio de potencia.

$$W = V \cdot A \rightarrow V = \frac{W}{A} = \frac{J \text{ (Julio)}}{C \text{ (Culombio)}}, \text{ es una unidad del SI.}$$

- **Amperio (A):** es la intensidad de corriente constante que transporta una cantidad de electricidad de un culombio por segundo.

$$1A = \frac{1C}{1s}$$

Tabla resumen de magnitudes y unidades en el Sistema Internacional:

Magnitud	Símbolo	Unidades	Símbolo
Cantidad de electricidad	Q	Culombio	C
Potencial eléctrico	U	Voltios	V
Intensidad de corriente	I	Amperios	A
Resistencia eléctrica	R	Ohmios	Ω

Energía eléctrica	T	Julios	J
Potencia eléctrica	P	Vatios	W
Generación de calor	Q	Calorías	cal
Capacidad	C	Faradio	F



Recuerde

El sentido real de la corriente eléctrica va desde donde hay un defecto de cargas eléctricas (terminal positivo) hasta donde hay un exceso de cargas (terminal negativo).

Tabla de múltiplos y submúltiplos:

Factor	Prefijo	Símbolo
10^9	Giga	G
10^6	Mega	M
10^3	Kilo	k
10^2	Hecto	h
10^1	Deca	da
10^{-1}	Deci	d
10^{-2}	Centi	c
10^{-3}	Mili	m
10^{-6}	Micro	μ
10^{-9}	Nano	n
10^{-12}	Pico	p

3. Carga eléctrica. Condensador

Los condensadores son dos placas metálicas de poco espesor, a las que se les llama **electrodos**, separados por un material aislante llamado **dieléctrico**. Este material podrá ser aire, mica o papel encerado.

Si se aplica una carga a los dos electrodos de igual intensidad y signo contrario, se almacenará la carga eléctrica entre las placas metálicas del condensador. Se denomina **capacidad** a la cantidad de cargas que es capaz de acumular el condensador en sus placas metálicas. La unidad de medida de dicha capacidad en el Sistema Internacional es el Faradio.

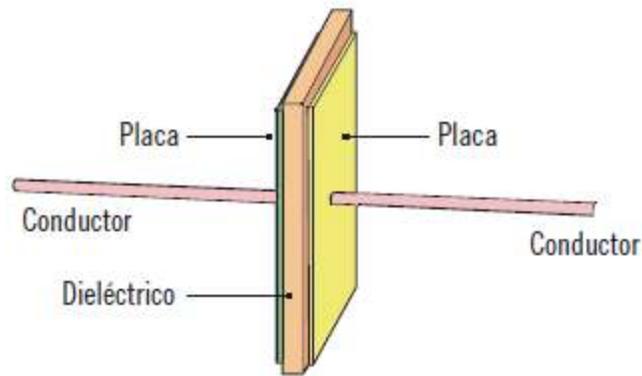
$$Q = C \cdot V$$

Donde:

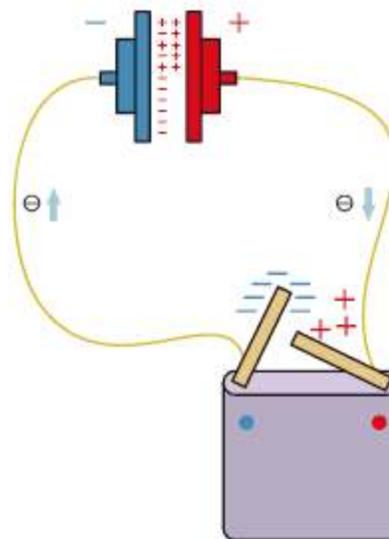
- Q es la carga del condensador. Unidad SI Culombio (C).
- C es la capacidad del condensador. Unidad SI Faradio (F).
- V es la tensión. Unidad SI Voltios (V).

La capacidad del condensador varía en función de la geometría de los electrodos, de la distancia entre las placas y del material dieléctrico. En general, todos los condensadores son fabricados en seco, es decir, con cintas de plástico metalizado, de altas estabilidades térmicas y resistentes a la humedad.

Composición del condensador



Funcionamiento del condensador



Importante

La tensión de ruptura del dieléctrico está relacionada con la tensión máxima que puede soportar.

En esta figura se distingue el funcionamiento de un condensador. El borne positivo cede electrones, ya que se ha conectado a la placa que tiene ausencia de electrones

positivos. La placa que se conecte al borne negativo recibirá electrones de la placa positiva a través del generador. Se observa en este experimento que, aun estando las placas separadas por un dieléctrico, se establece una corriente eléctrica. Esta corriente finalizará cuando la carga de las dos placas en tensión sea igual a la de la pila.

La capacidad de los condensadores y los de voltaje máximo de ruptura se indican en los condensadores. También hay condensadores que tienen el mismo código de colores que las resistencias.

La carga eléctrica (Q) que hay en las placas metálicas tiene la característica de que la tensión es proporcional entre ellas. Puede ser positiva o negativa. Los electrones son los que tienen la carga negativa (-1 o -e) y los protones son los que tienen la carga positiva (+1 o +e).

$$Q = C \cdot V \rightarrow \text{unidades} \rightarrow \text{culombio} = \text{faradio} \cdot \text{voltio}$$



Sabía que...

Se utiliza un condensador para la activación de los inyectores de los sistemas de Common rail.

3.1. Ley de Coulomb

Se define como la fuerza de atracción o repulsión que hay entre dos cargas eléctricas puntuales y que es directamente

proporcional al producto de dichas cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.

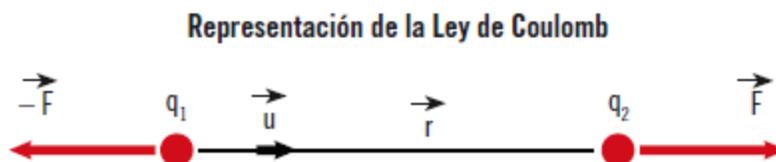
También depende de la constante que, según el medio donde interactúe, responde de una forma distinta.

$$F = K \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2}$$

Donde:

- F = fuerza de atracción o repulsión.
- q_1, q_2 = valores de las cargas.
- d = distancia entre ellas.
- K = constante que depende del medio donde se encuentre. El valor de K en el vacío es:

$$K_0 = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$$



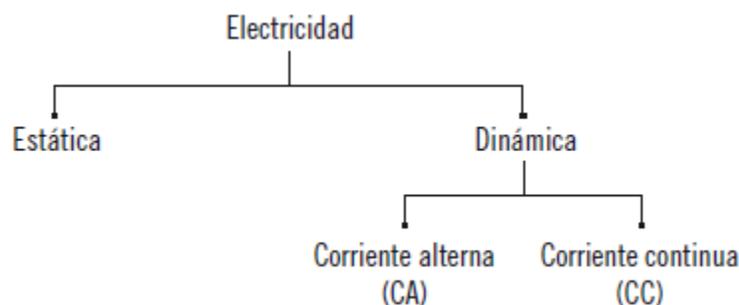
1. Calcular la fuerza de repulsión de dos cargas positivas, sabiendo que el valor de las cargas son: $1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ para q_1 y $2.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ para q_2 y que la constante del vacío K es igual a $9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}$ y la distancia que los separa es de $d = 0.10 \text{ m}$.
 2. Calcular la distancia de separación que hay entre las dos cargas positivas, sabiendo que la fuerza de repulsión es $7.252 \cdot 10^{-16} \text{ N}$ y que el valor de las cargas positivas es $2.5 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. Dato: la constante de vacío K es igual a $9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}$.
-

4. Clases de electricidad. Electricidad estática y dinámica

Hay dos clases de electricidad: **positiva y negativa**. Las cargas con el mismo signo se repelen, las cargas de signo contrario se atraen y los neutros se dice que no están electrizados.

Dentro de la electricidad hay dos tipos:

- Estática.
- Dinámica. Esta, a su vez, se ramifica en corriente continua y corriente alterna.

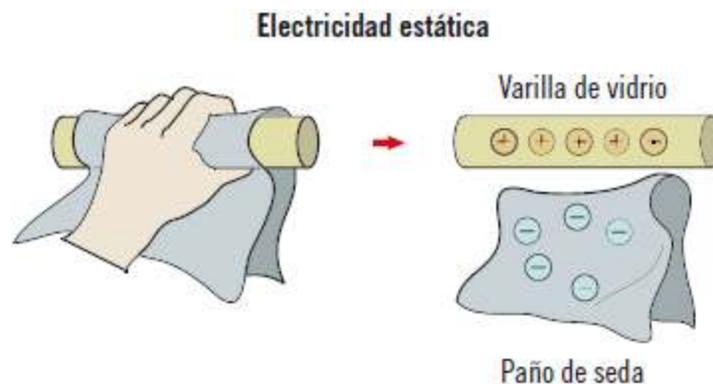


4.1. Electricidad estática

Como su nombre indica, la electricidad estática es la que permanece en su lugar, no se mueve. Todos los elementos están constituidos por distintos materiales y estos materiales pueden estar constituidos por alguno de los átomos que existen en la naturaleza. Cada átomo tiene un núcleo positivo y una nube de electrones negativos. Esto, a su vez, hace que se comporte el átomo como neutro. Por lo tanto, al ser neutro el átomo no se manifiesta.



Ejemplo



Se tiene una varilla de vidrio y un paño de seda. Si se frota el paño de seda con la varilla, estos objetos se quedarán cargados eléctricamente [el paño con electrones (-) y la varilla con protones (+)]. Estas cargas tienen igual cantidad de electricidad pero de signo contrario, esta permanecerá constante hasta que entre en contacto una con otra o se conecten por medio de un conductor. Mediante la atracción de cargas de signo se produce la electrización, que es un desplazamiento de electrones.

Carga eléctrica se define como la cantidad de electricidad con la que se carga un objeto, su abreviatura es Q y se mide, en el Sistema Internacional (SI), en culombios (C).



Recuerde

1 culombio = $6.25 \cdot 10^{18}$ electrones libres. El sentido que tienen las cargas eléctricas positivas es de mayor a menor potencial.

4.2. Electricidad dinámica

La electricidad dinámica se produce cuando existe una fuente permanente de electricidad que provoca la circulación permanente de electrones por un conductor. Los protones y neutrones se sitúan en pequeñas zonas que se denominan núcleos atómicos y en su periferia circulan los electrones.

Lo más característico de la electricidad dinámica es su forma, como la corriente eléctrica, y lo más característico de la electricidad dinámica que se encuentra en un automóvil es la batería.

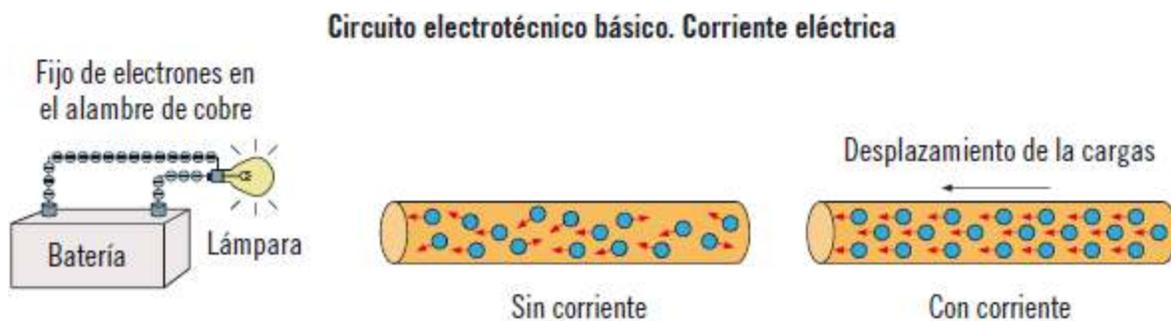
Corriente eléctrica

La corriente eléctrica aparece cuando hay un movimiento ordenado y en un solo sentido de electrones. El movimiento es de polo negativo a polo positivo, y esto continuará mientras haya una diferencia de potencial entre dos puntos del material. La fuente de energía empleada se convierte en energía eléctrica potencial.

A la energía eléctrica potencial se le llama **fuerza electromotriz**, siendo su abreviatura **FEM**. Esta FEM es la que causa la corriente eléctrica y su energía se usa para que los electrones se muevan.

La FEM y la diferencia de potencial no son lo mismo, pero en la práctica sí lo son y su unidad es el voltio. A la diferencia de potencial también se le llama **tensión**.

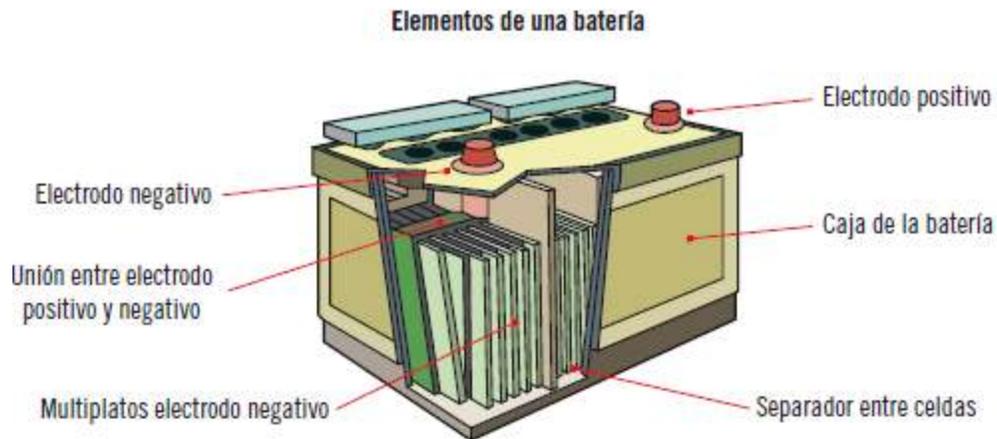
Teniendo dos conductores a diferente potencial (por ejemplo, los polos de una batería), que se unen mediante un conductor (un alambre o un hilo conductor) y se intercalan con una bombilla, esta bombilla se ilumina. Esto se produce gracias a que los electrones libres que hay en el conductor son atraídos por el polo positivo (ánodo), y en el polo negativo (cátodo) salen electrones a la vez que han sido atraídos por el polo positivo.



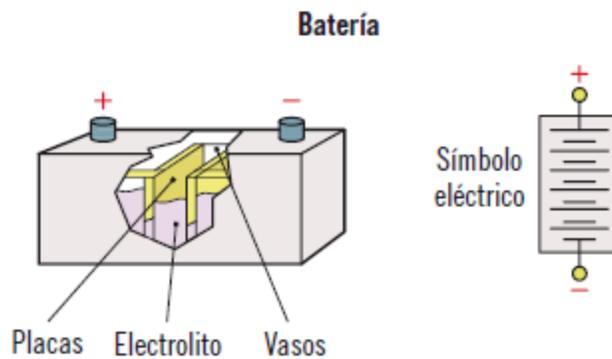
La batería

A continuación se verá la producción de energía electroquímica que se genera en una batería. Esta está formada por elementos acumuladores, también llamados **vasos** (cada vaso produce 2 voltios aproximadamente). Estos vasos se conectan en serie, por lo que se suman sus voltajes (para una batería de 12 voltios se necesitan 6 vasos conectados en serie). Los vasos se encuentran encerrados

en la carcasa de la batería, que es un plástico resistente a los ácidos. Los vasos en su parte superior también están hechos de dicho material.



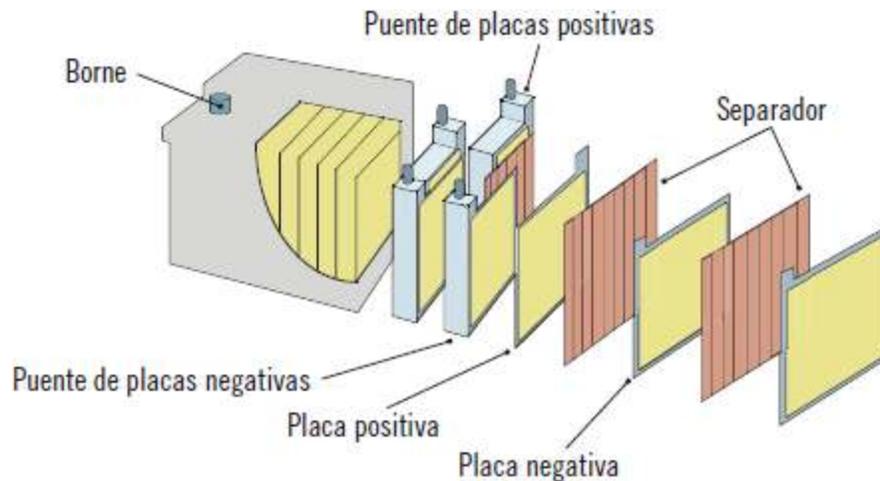
Elemento: cada vaso está formado por un elemento sumergido en ácido sulfúrico y agua destilada. A esto se le llama **electrólito**. Es la sustancia encargada de producir las reacciones químicas de la carga y descarga de la batería. Este elemento está tapado por una cubierta a prueba de ácido y encerrado en un compartimento de la carcasa de la batería. Cada elemento del vaso está formado por una placa negativa y otra positiva y estas, a su vez, separadas por separadores. La densidad del electrólito varía con la carga, con lo que es posible medir la batería para saber su estado.



Partes de una batería

Las partes que componen una batería son:

- **Placas positivas:** están formadas por una armadura de aleación de plomo, y tienen una gran cantidad de mallas que forman compartimentos llenos de pentóxido de plomo.
- **Placas negativas:** están formadas igual que las placas positivas pero se diferencian en que sus compartimentos están llenos de plomo activo.
- **Cámara de decantación:** se depositan los residuos de la reacción química en el fondo.
- **Separadores:** se encuentran situados entre cada placa, esto evita cortocircuitos. Hace posible que el electrolito circule libremente. Son resistentes al ácido del electrolito y están hechos de plástico.
- **Electrolito:** es una mezcla de ácido sulfúrico y agua destilada. Cubre las placas de cada elemento.
- **Puente de placas:** tanto las placas positivas como negativas se unen por estos puentes, estas se conectan en paralelo, y se montan intercalando las positivas entre las negativas y con los separadores entre cada par de placas. Unas y otras se colocan en el interior de un vaso, formando lo que se llama un **elemento de batería o acumulador**.
- **Bornes:** el borne positivo es de mayor diámetro que el negativo. Esto sirve para diferenciarlos.



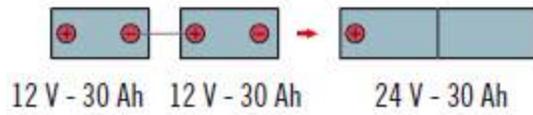
Características de una batería

Las características que definen una batería son:

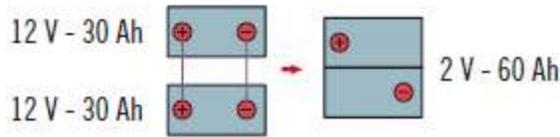
- Tensión nominal: 6 o 12 V.
- Capacidad: se mide en amperios/hora e indica los amperios hora que puede suministrar.
- Intensidad: es la corriente máxima que suministra en un instante para accionar el motor de arranque sin que la tensión descienda por debajo de 10.5 V.

La figura anterior indica cómo se pueden acoplar las baterías. Si se acoplan en serie, se suman sus voltajes y su capacidad no varía, pero si se acoplan en paralelo, su capacidad varía pero su voltaje queda igual.

Acoplamiento en serie o paralelo de la batería



Acoplamiento de batería en serie



Acoplamiento de batería en paralelo

Simbología de la batería y alternador o generador de CA más común

Elemento	Simbología
Batería	
Alternador o generador CA	



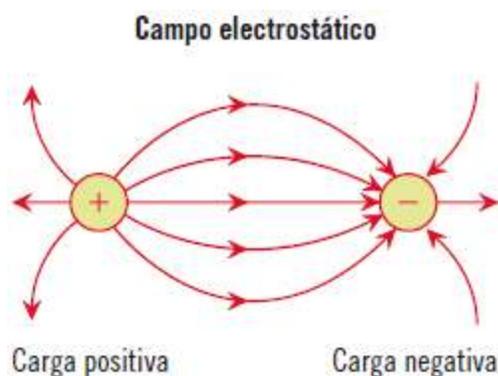
Sabía que...

La batería la carga un aparato que se mueve por el funcionamiento del motor y este genera corriente alterna (alternador), el cual en su interior dispone de un rectificador que transforma la corriente alterna en

continua, y por lo tanto hace posible el funcionamiento de los dispositivos eléctricos y electrónicos. La batería es la encargada de suministrar electricidad cuando el motor está parado.

5. Campo eléctrico

En el campo eléctrico no solo intervienen las cargas eléctricas sino que este también está influenciado por los fenómenos de atracción y repulsión que se producen. Estos se ejercen a distancia.

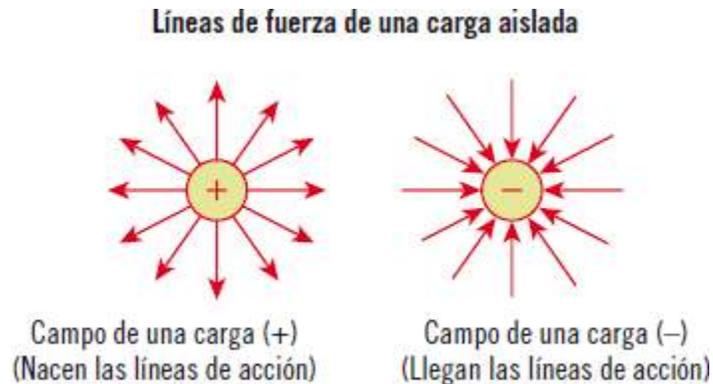


Ejemplo

Una carga positiva llamada A y otra carga negativa llamada B se encuentran a una cierta distancia de separación, y ese espacio de separación queda influenciado por ambos conductores. Su consecuencia es que sus propiedades iniciales quedan alteradas. Por lo tanto, se denomina campo electrostático a ese espacio que hay entre las cargas eléctricas.

5.1. Líneas de fuerza

A la trayectoria que sigue una carga positiva abandonada libremente en el campo se le denomina **línea de fuerza**.



La carga positiva abandonada en el campo se verá sometida a fuerzas que la desplazan. Si es negativa, esas fuerzas serían de la misma dirección pero de signo contrario.

5.2. Intensidad de campo eléctrico

La intensidad del campo eléctrico en un punto es la fuerza que se ejerce sobre la unidad de carga positiva colocada en dicho punto.

$$E = \frac{F}{q}, \text{ cuyas unidades son } \frac{N}{C} \left[\frac{\text{Newton}}{\text{Culombio}} \right]$$



Recuerde

Unidades y simbología: intensidad es el amperio (A); tensión o diferencia de potencial es el voltio (V) y de la resistencia es el ohmio (Ω).



Aplicación práctica

Una carga de $2 \mu\text{C}$ se encuentra en un punto en el que la intensidad del campo eléctrico tiene un valor de $5 \times 10^2 \text{ N/C}$. ¿Cuál es el valor de la fuerza que actúa sobre ella?

SOLUCIÓN

Datos

$$Q = 2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

Fórmula

$$E = \frac{F}{q}$$

Se despeja F