



Instituto Alemán TU Querétaro

Electrónica

Principios y Fundamentos

2021 v01

Principios y fundamentos



- Objetivo
 - Entender conceptos de electricidad para podernos adentrar en la tecnología de vehículos eléctricos
- Temas
 - Ecuaciones de Maxwell
 - Electricidad, magnetismo y campos eléctricos
 - Ley de Coulomb
 - Trabajo en un campo eléctrico
 - Potencia y voltaje en un circuito eléctrico
 - Movimiento de una carga entre 2 planos cargados



Ecuaciones de Maxwell

- James Maxwell – físico escocés
 - A mediados de 1800 predijo la existencia de las ondas electromagnéticas
 - Con las 4 ecuaciones de Maxwell se describen los fenómenos de electricidad y magnetismo:
 - Existencia de ondas electromagnéticas
 - Un campo magnético variable genera un campo eléctrico variable alrededor de este
 - Un campo eléctrico variable genera un campo magnético variable
 - Cualquier dispositivo electrónico está basado en las ecuaciones de Maxwell

$$\epsilon_0 \cdot \operatorname{div} \vec{E} = \rho$$

$$\operatorname{div} \vec{B} = 0$$

$$\operatorname{rot} \vec{B} = \mu_0 \left(\vec{J} + \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \right)$$

$$\operatorname{rot} \vec{E} = - \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

\vec{E} : campo eléctrico

\vec{B} : campo magnético

\vec{J} : densidad de corriente

ϵ_0 : permisibilidad (constante dieléctrica)

μ_0 : permeabilidad (constante del campo magnético)

ρ : densidad de carga

Ecuaciones de Maxwell

- Definiciones:

- Campo eléctrico E : define la magnitud y dirección de la fuerza de una carga en el campo eléctrico, es decir, el campo eléctrico es un vector al igual que una fuerza
- Campo magnético B : no tiene fuerza como un campo eléctrico. Sólo actúa una fuerza magnética cuando una carga es movida
- Fuerza Lorentz: es el efecto del campo eléctrico y magnético. A esto se le conoce como la fuerza Lorentz:

$$\vec{F} = q \cdot (\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})$$

\vec{E} : campo eléctrico

\vec{B} : campo magnético

\vec{J} : densidad de corriente

ϵ_0 : permisibilidad (constante dieléctrica)

μ_0 : permeabilidad (constante del campo magnético)

ρ : densidad de carga

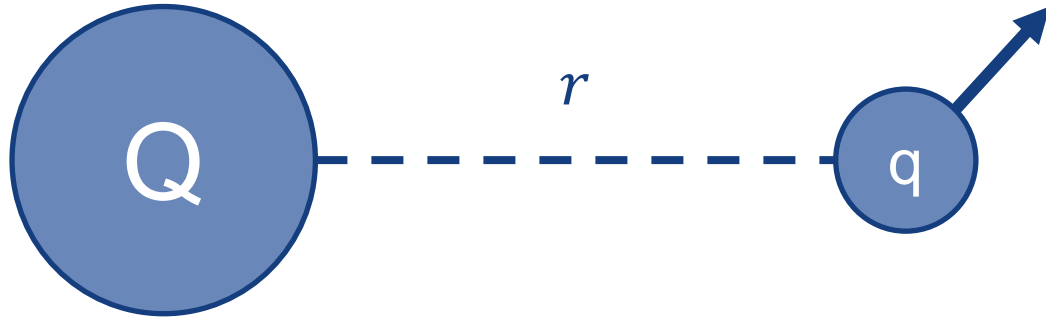
$$\epsilon_0 \cdot \text{div} \vec{E} = \rho$$

$$\text{div} \vec{B} = 0$$

$$\text{rot} \vec{B} = \mu_0 \left(\vec{J} + \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \right)$$

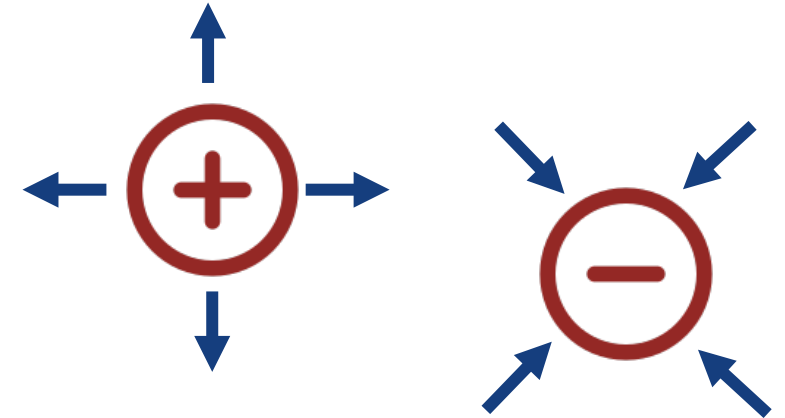
$$\text{rot} \vec{E} = - \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

Ecuaciones de Maxwell – campo eléctrico



$$\vec{E} = \begin{matrix} E_x \\ E_y \\ E_z \end{matrix}$$

Cargas eléctricas
generan un campo
magnético



$$F_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Qq}{r^2}$$

Ley de Coulomb [N]

$$\frac{F_e}{q} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2}$$



$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2}$$

Q es la fuente de la
carga eléctrica E.

$$F = Q \cdot E$$

$$\epsilon_0 \cdot \text{div} \vec{E} = \rho$$

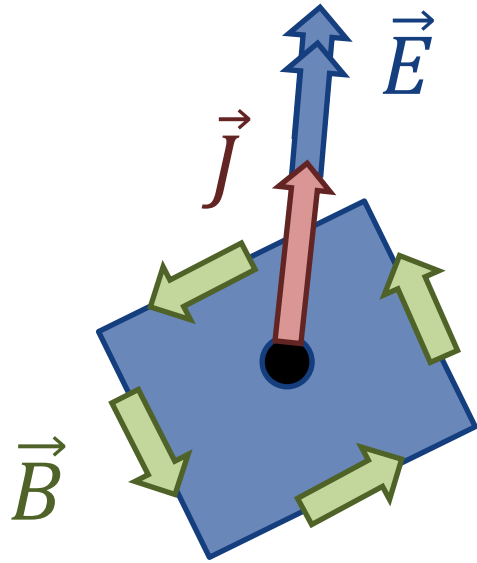
ρ : densidad de carga

\vec{E} : campo eléctrico

ϵ_0 : permisibilidad (constante dieléctrica)

Ecuaciones de Maxwell – campo magnético

$$\text{rot} \vec{B} = \mu_0 \left(\vec{J} + \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \right)$$

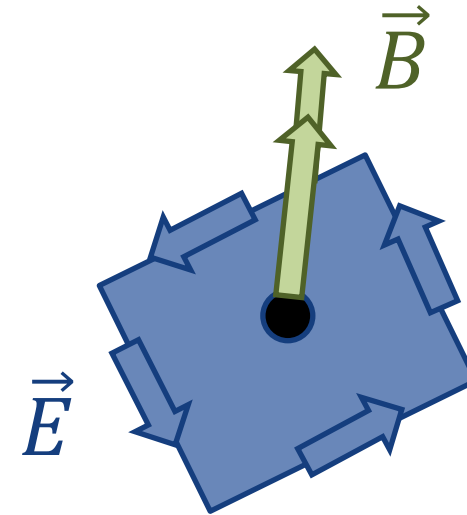


La corriente J y un cambio en el campo eléctrico E en el tiempo generan un campo magnético B .

$$\text{rot} \vec{B} = \nabla \times \vec{B}$$

$$\text{rot} \vec{E} = \nabla \times \vec{E}$$

$$\text{rot} \vec{E} = - \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$



Un cambio en el campo magnético B , crea un campo rotario eléctrico E y viceversa.

Ecuaciones de Maxwell

- Significado de las ecuaciones:

- Primera: es la ley de Coulomb. Los campos eléctricos son causados por cargas eléctricas, donde “ ρ ” lleva la carga
- Segunda: no hay cargas puntuales magnéticas, así el campo magnético está siempre cerrado
- Tercera: “Ley de Flujo”, indica como los campos magnéticos son creados por campos eléctricos a través del tiempo
- Cuarta: describe la inducción electromagnética, es decir, la generación de campos eléctricos o voltajes mediante el cambio de un campo magnético

\vec{E} : campo eléctrico

\vec{B} : campo magnético

\vec{J} : densidad de corriente

ϵ_0 : permisibilidad (constante dieléctrica)

μ_0 : permeabilidad (constante del campo magnético)

ρ : densidad de carga

$$\text{rot} \vec{B} = \nabla \times \vec{B}$$

$$\text{rot} \vec{E} = \nabla \times \vec{E}$$

$$\epsilon_0 \cdot \text{div} \vec{E} = \rho$$

$$\text{div} \vec{B} = 0$$

$$\text{rot} \vec{B} = \mu_0 \left(\vec{J} + \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \right)$$

$$\text{rot} \vec{E} = - \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

Principios y fundamentos



- Objetivo
 - Entender conceptos de electricidad para podernos adentrar en la tecnología de vehículos eléctricos
- Temas
 - Ecuaciones de Maxwell
 - **Electricidad, magnetismo y campos eléctricos**
 - Ley de Coulomb
 - Trabajo en un campo eléctrico
 - Potencia y voltaje en un circuito eléctrico
 - Movimiento de una carga entre 2 planos cargados



Electricidad, magnetismo y campos eléctricos

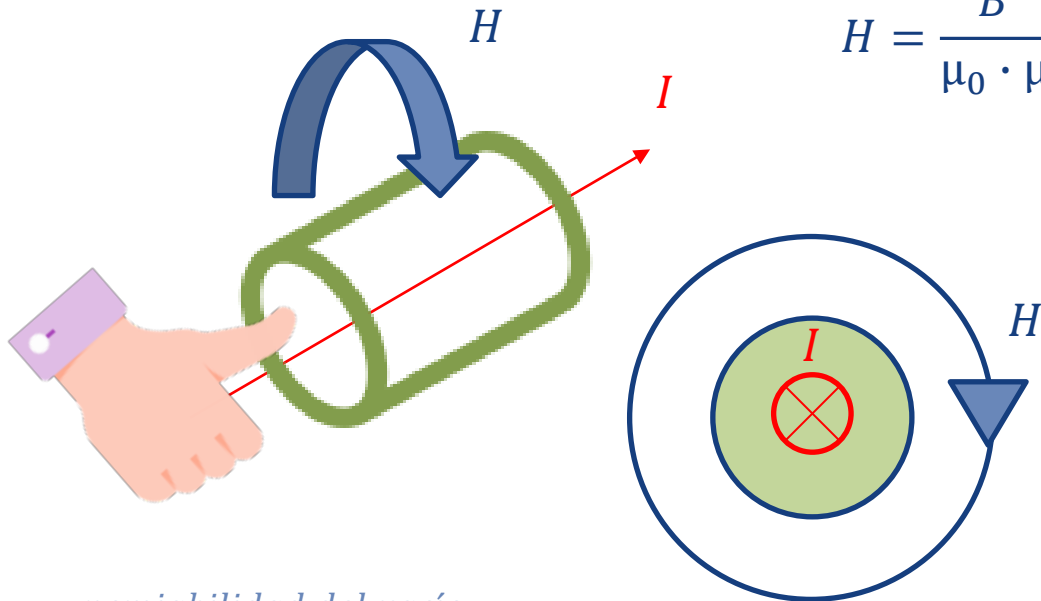


- Conceptos básicos:

- Øersteds: Detección de un campo magnético cerca de un cable llevando corriente.
- Densidad de flujo magnético B :
- Fuerza del campo magnético H :

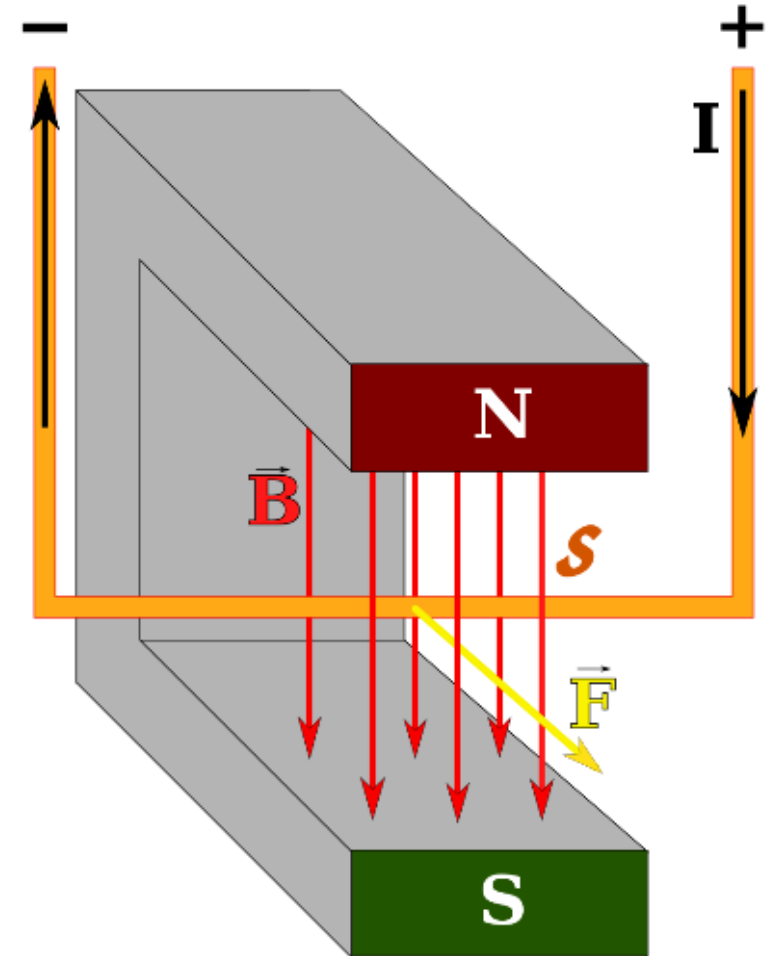
$$B = \frac{F}{I \cdot s}$$

$$H = \frac{B}{\mu_0 \cdot \mu}$$



μ_0 : permeabilidad del vacío

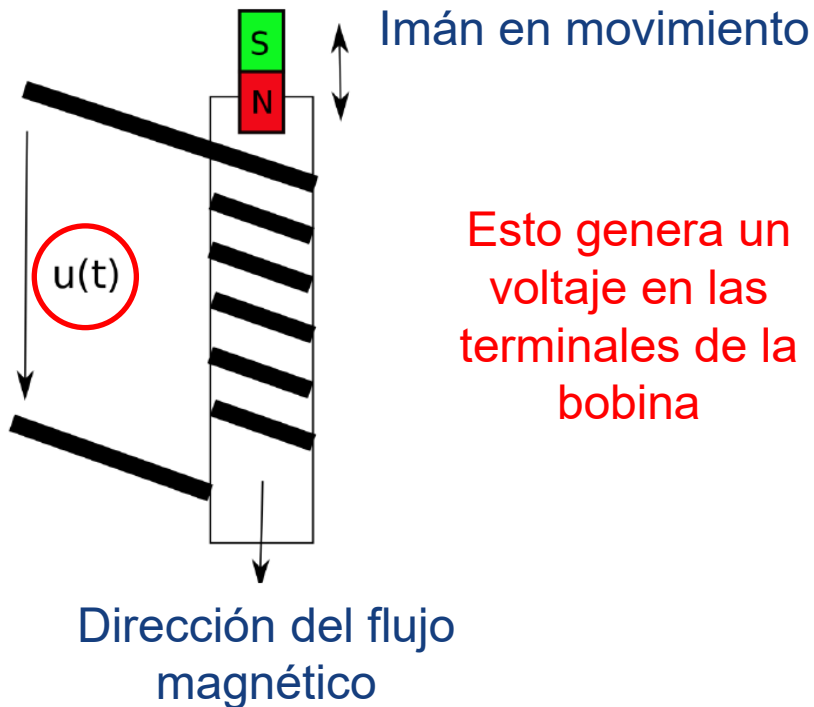
μ : permeabilidad (habilidad del material en adaptarse al campo magnético)



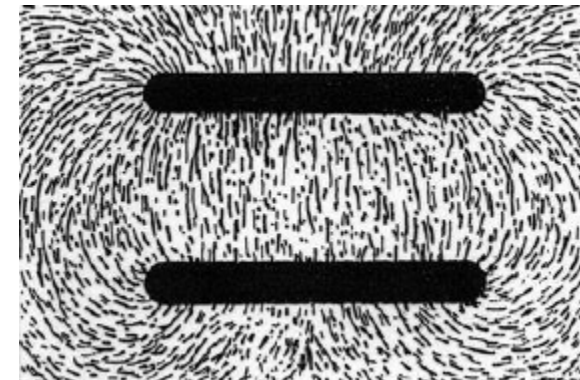
Electricidad, magnetismo y campos eléctricos



- Conceptos básicos:
 - Experimento de inducción de Faraday (1831)



- Conclusiones:
 - Las fuentes de las líneas del campo eléctrico son las cargas eléctricas positivas y negativas
 - Las líneas de campo eléctrico no pueden superponerse
 - Un espacio sin carga rodeado por un conductor está libre de campo
 - Las líneas de campo eléctrico siempre terminan verticalmente en las superficies conductoras



Principios y fundamentos



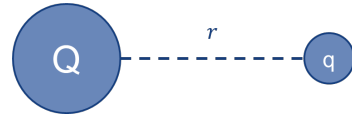
- Objetivo
 - Entender conceptos de electricidad para podernos adentrar en la tecnología de vehículos eléctricos
- Temas
 - Ecuaciones de Maxwell
 - Electricidad, magnetismo y campos eléctricos
 - **Ley de Coulomb**
 - Trabajo en un campo eléctrico
 - Potencia y voltaje en un circuito eléctrico
 - Movimiento de una carga entre 2 planos cargados



Ley de Coulomb

- Determinando la fuerza entre dos cargas:

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Qq}{r^2}$$

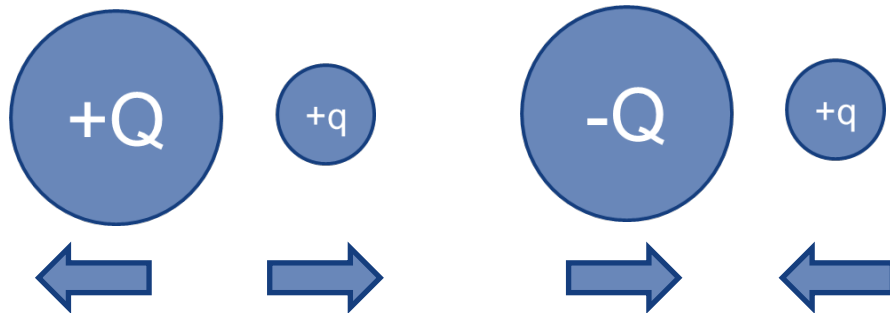


ϵ_0 : permisibilidad (constante dieléctrica)

$$\epsilon_0 = 8,8542 \cdot 10^{-12} \frac{As}{Vm}$$

$Q - q$: carga [Coulomb]

- Nota: cargas iguales se repelan, cargas opuestas se atraen



- Comportamiento de la fuerza:

- Haciendo un experimento donde se pueda medir la fuerza con sensores y teniendo cargas constantes, donde $Q = q$, se puede aumentar la distancia entre las cargas y obtenemos lo siguiente:

r (cm)	F (mN)
4	3,4
5	2,7
6	2,4
7	1,9
8	1,3
9	0,9
10	0,8

r (cm)	F (mN)
15	0,4
20	0,2
25	0,1

- Conclusión: Mientras mayor la distancia "r", menor es la fuerza "F".