

Forma diferencial	Forma integral	Comentario
$\nabla \cdot \mathbf{D} = \rho_v$	$\oint_S \mathbf{D} \cdot d\mathbf{S} = \int_v \rho_v dv$	Ley de Gauss
$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0$	$\oint_S \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S} = 0$	No existencia de monopolos
$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$	$\oint_L \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = -\frac{\partial}{\partial t} \int_S \mathbf{B} \cdot d\mathbf{S}$	Ley de Faraday
$\nabla \times \mathbf{H} = \mathbf{J} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}$	$\oint_L \mathbf{H} \cdot d\mathbf{l} = \int_S \left( \mathbf{J} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} \right) \cdot d\mathbf{S}$	Ley de circuitos de Ampere

Table 1: Leyes de Maxwell

## 0.1 Leyes de maxwell

Se presentan las ecuaciones de Maxwell en la tabla 1. Donde es necesario recordar el operador DEL (??)

- El gradiente de un escalar  $V$ :  $\nabla V$
- La divergencia de un vector  $A$ :  $\nabla \cdot A$
- La rotacional de un vector  $A$ :  $\nabla \times A$
- El Laplaciano de un escalar  $V$ :  $\nabla^2 V$

Además se tienen ecuaciones auxiliares:

Relación entre la Densidad de Campo Eléctrico y la Intensidad de Campo Eléctrico.

$$\mathbf{D} = \epsilon \mathbf{E} \quad (1a)$$

Relación entre la Densidad de Campo Magnético y la Intensidad de Campo Magnético.

$$\mathbf{B} = \mu \mathbf{H} \quad (1b)$$

Densidad de Corriente de conducción.

$$\mathbf{J} = \sigma \mathbf{E} \quad (1c)$$

Densidad de Corriente de convección en función de la densidad de carga volumétrica.

$$\mathbf{J} = \rho_v \mathbf{v} \quad (1d)$$

Hay ligeras modificaciones si son para conductores malos (aislantes):

$$\mathbf{D} = \epsilon \mathbf{E} + \mathbf{P} \quad (2a)$$

$$\mathbf{B} = \mu (\mathbf{H} + \mathbf{M}) \quad (2b)$$

Donde  $\mathbf{P}$  es el campo de polarización y  $\mathbf{M}$  es el campo de magnetización, cuando el dieléctrico es lineal se tiene:

$$\mathbf{P} = \chi_e \epsilon_0 \mathbf{E}$$

$$\mathbf{M} = \chi_m \mathbf{H}$$

The diagram shows the wave equation for electric fields:  $\nabla^2 \vec{E} = \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2}$ . Annotations include:
 

- $\nabla^2$ : The Laplacian operator
- $\vec{E}$ : The vector electric field
- $\mu_0$ : The magnetic permeability of free space
- $\epsilon_0$ : The electric permittivity of free space
- $\frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2}$ : The second derivative of the vector electric field with time

(a) Ecuación de onda para campos eléctricos.

The diagram shows the wave equation for magnetic fields:  $\nabla^2 \vec{B} = \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial^2 \vec{B}}{\partial t^2}$ . Annotations include:
 

- $\nabla^2$ : The Laplacian operator
- $\vec{B}$ : The vector magnetic field
- $\mu_0$ : The magnetic permeability of free space
- $\epsilon_0$ : The electric permittivity of free space
- $\frac{\partial^2 \vec{B}}{\partial t^2}$ : The second derivative of the vector magnetic field with time

(b) Ecuación de onda para campos magnéticos.

Figure 1: Ecuaciones de onda

**R** Los sistemas numéricos son los siguientes: los binarios son escritos: **0b**xxxx\_xxxx, los hexadecimales son: **0x**xx y los decimales son: **\$**xx. El AVR trabaja en **hexadecimal** pero se pueden ingresar datos en otros sistemas, pero los cálculos internos son en hexadecimal. Las entradas binarias se transforman en hexadecimales: Puedes ingresar 0b1001\_0011 o 0x93 como también \$147.