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
$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$	$\oint_L \mathbf{E} \cdot dl = -\frac{\partial}{\partial t} \int_S \mathbf{B} \cdot dS$	Ley de Faraday
$\nabla \times \mathbf{H} = \mathbf{J} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}$	$\oint_L \mathbf{H} \cdot dl = \int_S \left(\mathbf{J} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}\right) \cdot d\mathbf{S}$	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: ∇V
- La divergencia de un vector A: ∇·A
- La rotacional de un vector A: ∇×A
- El Laplaciano de un escalar V: ∇^2V

Además se tienen ecuaciones auxiliares:

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

$$\mathbf{D} = \varepsilon \mathbf{E} \tag{1a}$$

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

$$\mathbf{B} = \mu \mathbf{H} \tag{1b}$$

Densidad de Corriente de conducción.

$$\mathbf{J} = \sigma \mathbf{E} \tag{1c}$$

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

$$\mathbf{J} = \rho_v \mathbf{v} \tag{1d}$$

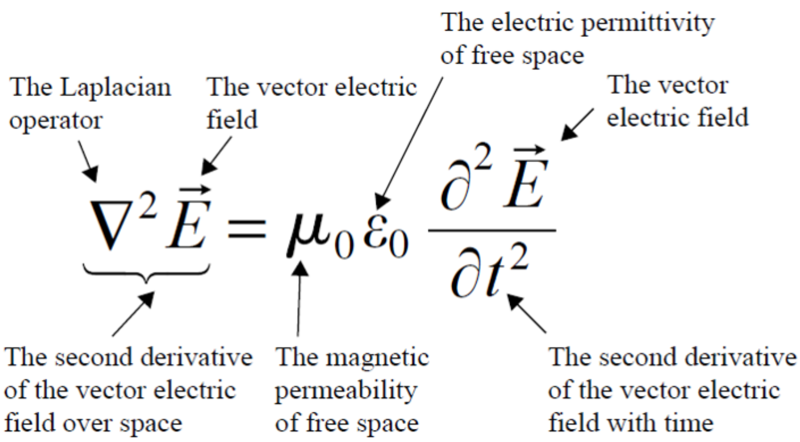
Hay ligeras modificaciones si son para conductores malos (aislantes):

$$\mathbf{D} = \varepsilon \mathbf{E} + P \tag{2a}$$

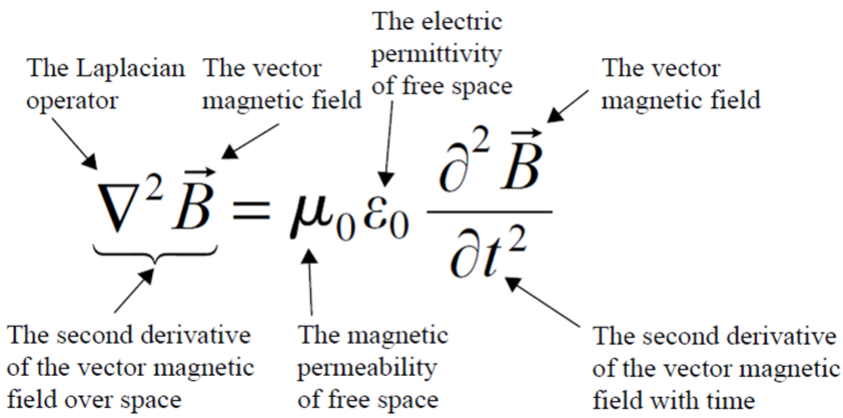
$$\mathbf{B} = \mu(\mathbf{H} + M) \tag{2b}$$

Donde P es el campo de polarización y M es el campo de magnetización, cuando el dieléctrico es lineal se tiene:

$$P = \chi_e \varepsilon_0 \mathbf{E} \qquad\qquad M = \chi_m \mathbf{H}$$



(a) Ecuación de onda para campos eléctricos.



(b) Ecuación de onda para campos magnéticos.

Figure 1: Ecuaciones de onda

Ejemplo 0.1 — Enlace geoestacionario. Se tiene un enlace geoestacionario para tramas Ethernet, con protocolo parada y espera. Calcule la eficiencia si el canal si este admite 100Mbps.
Solución La eficiencia de un canal será el tiempo útil entre el tiempo usado de uso general. Primero, habrá un retraso natural ya que los satélites estacionarios están a una altura de 35 800 km, y las ondas viajan a la velocidad de la luz:

$$t = \frac{35800Km}{3 \times 10^5 Km/s} = 119,3 \times 10^{-3} = \simeq 0.12seg$$

1 trama son de 12000 bits y la velocidad de una trama es 100Mbps:

$$\frac{12 \times 10^3}{100 \times 10^6} = 1.2 \times 10^{-4} seg$$

La utilización es el cociente entre el tiempo útil y el total:

$$\frac{10^{-4}seg}{0.12+0.12} = 5 \times 10^{-4} = 0.05\%$$

Usando la formula en base al ancho de banda: el ancho de banda es de 100Mbps, el tiempo de tránsito en un sentido es 0.12 seg, aparte debemos tener el tamaño de trama que es de 12000 bits. Usando la ecuación **??**:

$$Utilizacin = \frac{1}{1+2(0.12s)\frac{(100Mbps)}{12000}} = 4.99 \times 10^{-4} \simeq 0.05\%$$