

Fundamentos de radiación

Ecuaciones de Maxwell

- $\nabla \times \mathbf{H} = \mathbf{J} + \varepsilon_0 \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}$ Ley Circ. de Ampere Generalizada
- $\nabla \times \mathbf{E} = -\mu \frac{\partial \mathbf{H}}{\partial t}$ Ley de inducción de Faraday
- $\nabla \cdot \mathbf{E} = \frac{\rho}{\varepsilon_0}$ Ley de gauss
- $\nabla \cdot \mathbf{H} = 0$ Ley de conservación de flujo

Los potenciales electromagnéticos retardados

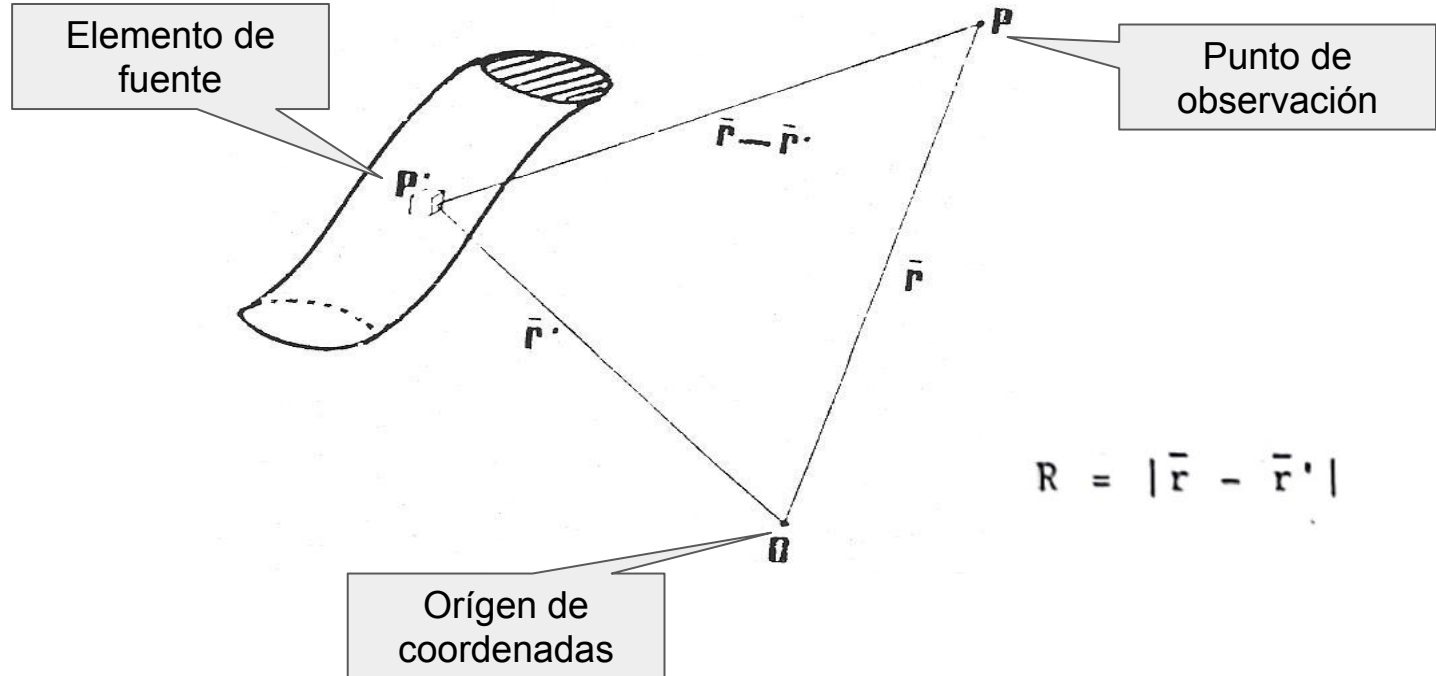
En electrostática se establece un potencial escalar V :

$$V(r) = \frac{1}{4\pi\epsilon} \int \frac{\rho(r')}{R} dV'$$

Para un campo magnético estático en un medio homogéneo, se obtiene un potencial vectorial A :

$$A(r) = \frac{\mu}{4\pi} \int \frac{Jc(r')}{R} dV'$$

Los potenciales electromagnéticos retardados



Los potenciales electromagnéticos retardados

- Teniendo en cuenta la distancia, es razonable considerar un tiempo de propagación:

$$t' = t - \frac{R}{v}$$

- de esta manera:

$$A(r, t) = \frac{\mu}{4\pi} \int \frac{J_{\vec{c}}(r', t - R/v)}{R} dV'$$

$$V(r, t) = \frac{1}{4\pi\epsilon} \int \frac{\rho(r', t - R/v)}{R} dV'$$

Los potenciales electromagnéticos retardados

- Entonces es razonable definir los campos EM con la introducción del tiempo:

$$A(r, t) = \frac{\mu}{4\pi} \int \frac{Jc(r', t')}{R} dV'$$

$$V(r, t) = \frac{1}{4\pi\epsilon} \int \frac{\rho(r', t')}{R} dV'$$

Los potenciales electromagnéticos retardados

- Ahora corresponde comprobar las componentes de los campos:

Definición
incorrecta

$$E = -\nabla V$$

$$B = \nabla \times A$$

Definición
correcta

De acuerdo con la teoría electromagnética de Maxwell, nos dice que, para que haya un proceso de propagación de ondas electromagnéticas es necesaria la existencia de la componente rotacional de campo eléctrico.

Los potenciales electromagnéticos retardados

No es posible continuar separando los procesos de cálculo de E y H, tal como se hiciera en el régimen estacionario esto surge del reflejo de la interdependencia de las fuentes del campo, en todo proceso de régimen dinámico. En efecto, el principio físico de la conservación de la carga eléctrica, expresa que:

$$\nabla \cdot \mathbf{J}_c = -\frac{\partial \rho}{\partial t}$$

Los potenciales electromagnéticos retardados

- Si las causas, o sea las fuentes de radiación, como los efectos, es decir los campos radiados, son interdependientes entre sí, no se puede pensar que el campo eléctrico sólo pueda ser considerado como consecuencia de la existencia de un potencial escalar, sino que, necesariamente, en el régimen dinámico, también debe originarse en el potencial vectorial.
- Recordar que la función potencial escalar eléctrica asocia al campo eléctrico a un esquema irrotacional mientras que el potencial vectorial aporta al fenómeno las características propias de un esquema rotacional.
- Por ello, de esta aproximación conceptual, resulta, claramente, que habrá que esperar un campo radiado de naturaleza compuesta, en el caso del componente eléctrico de la onda.

Los potenciales electromagnéticos retardados

- Nos afirma en esta concepción, el hecho de que al estudiar un proceso de radiación de ondas electromagnéticas, es evidente que el campo eléctrico será de naturaleza compuesta muy cerca de la antena (régimen cuasi-estacionario) donde las distancias del punto P, respecto de las fuentes, pueden ser pequeñas comparadas con las longitudes de onda.
- Desde el punto de vista físico, resulta razonable pensar que, en este caso las fluctuaciones del campo, en P, estarán prácticamente en sincronismo con las fluctuaciones de las fuentes (en los conductores que conforman el sistema de antenas) dado que el tiempo de retardo será prácticamente despreciable.

Próxima clase

Repasar:

Teorema de Stokes

Teorema de divergencia

Vector de Poynting

Potenciales escalares de campos

Potenciales Vectoriales de campos