TEMA 2

CAMPO ELÉCTRICO

2.1 CAMPO ELÉCTRICO

Definimos un *campo* como una región del espacio en la cual podemos hacer una medición de una cantidad física.

Se dice que existe un *campo eléctrico* en un punto, si sobre un cuerpo cargado colocado en dicho punto se ejerce una fuerza de origen eléctrica. Es una propiedad del espacio causada por la presencia de una o varias cargas en reposo.

El campo eléctrico es una magnitud vectorial.

El valor del campo eléctrico en cualquier punto se define, como el cociente obtenido al dividir la fuerza **F** ejercida sobre la carga de prueba colocada en el punto, por la cantidad **q** de carga de prueba.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \qquad (2.1)$$

El vector campo tiene las siguientes características:

- *Módulo*: El cociente entre módulo de la fuerza y la carga ($E = \frac{F}{q}$)

- *Dirección*: La de la fuerza ejercida sobre la carga de prueba **q**.

- *Sentido:* El de la fuerza ejercida sobre una carga de prueba **q** que sea positiva.

En el S.I. la unidad de campo es: *newton por culombio* ($N.C^{-1}$), o *voltio por metro* ($V.m^{-1}$)

2.2 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DEL CAMPO ELÉCTRICO.

Se puede calcular a partir de la Ley de Coulomb.

Supongamos que en la Figura 2.1 se tiene una carga de prueba **q** situada en el punto **P** de coordenadas **(x, y, z),** y se mide la fuerza que ejerce sobre ella otra carga puntual $\mathbf{q_1}$ situada en el punto $\mathbf{P_1}$ de coordenadas $\mathbf{(x_1, y_1, z_1)}$.

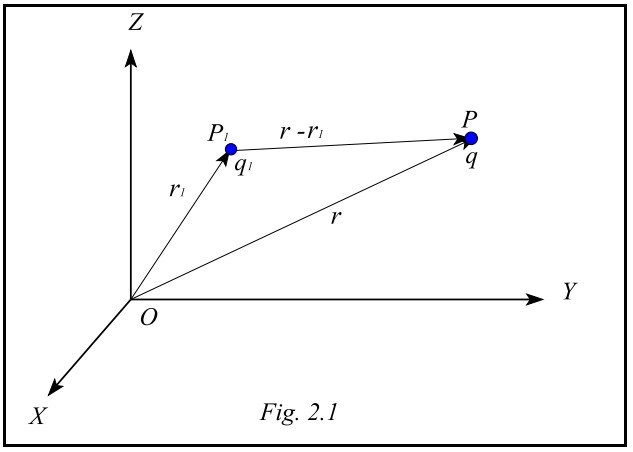


Fig. 2.1

$$\vec{F} = \frac{1}{4.\pi.\varepsilon_0}.\frac{q.q_1}{|\vec{r} - \vec{r}_1|^2}.\frac{(\vec{r} - \vec{r}_1)}{|\vec{r} - \vec{r}_1|} = \frac{1}{4.\pi.\varepsilon_0}.q.q_1\frac{\vec{r} - \vec{r}_1}{|\vec{r} - \vec{r}_1|^3} \qquad (2.2)$$

La intensidad del campo eléctrico en el punto **P** será:

$$\vec{E}_p = \frac{\vec{F}}{q} = \frac{1}{4.\pi.\varepsilon_0}.q_1\frac{\vec{r} - \vec{r}_1}{|\vec{r} - \vec{r}_1|^3} \qquad (2.3)$$

En el caso de una distribución discreta de cargas puntuales $\mathbf{q_1, q_2, ..., q_n}$, el campo eléctrico producido por el conjunto de cargas en el punto **P**, será:

$$\vec{E}_p = \sum_{i=1}^{n} \vec{E}_i = \frac{1}{4.\pi.\varepsilon_0}.\sum_{i=1}^{n} [q_i.\frac{\vec{r} - \vec{r}_i}{|\vec{r} - \vec{r}_i|^3}] \qquad (2.4)$$

Si el campo es creado por cargas distribuidas sobre una superficie conductora de tamaño finito, el campo eléctrico en **P** es:

$$\vec{E}_p = \frac{1}{4.\pi.\varepsilon_0}.\int \frac{dq.\vec{r}}{|\vec{r}|^3} \qquad (2.5)$$

2.3 LÍNEAS DE FUERZA.

"Una línea de fuerza es una línea imaginaria, dibujada de modo que su dirección en cada punto sea la misma que la dirección del campo en ese punto".

El número de líneas de fuerza que atraviesa la unidad de superficie, perpendicular a la dirección de un campo uniforme, es igual en cada punto, al producto de ε_0 por la intensidad del campo eléctrico en dicho punto.

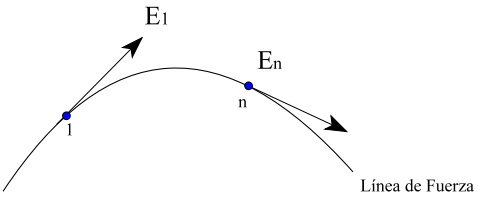


Fig. 2.2

Si se designa:

A: La superficie perpendicular al campo uniforme.

E: Intensidad del campo en toda la superficie.

N: Número de líneas de fuerza que atraviesan la superficie.

Se verifica:

$$N = \varepsilon_0.\vec{E}.\vec{A} \qquad (2.6)$$

Si el campo no es uniforme, si la superficie no es normal al campo en todos sus puntos o si se dan ambas circunstancias, la expresión que define el número de líneas de fuerza que cortan una superficie **dA,** que forma un ángulo φ con el campo **E** en su centro, es:

$$N = \int \varepsilon_0.\vec{E}.d\vec{A} = \int \varepsilon_0.E.\cos\varphi.dA \qquad (2.7)$$

2.4 TEOREMA DE GAUSS [1].

"Si se considera una superficie cerrada de forma cualquiera en un campo eléctrico, el número neto de líneas de fuerza que atraviesan la superficie es igual a la carga neta que existe dentro de la superficie".

$$q = \int \varepsilon_0.\vec{E}.d\vec{A} = \int \varepsilon_0.E.\cos\varphi.dA \qquad (2.8)$$

[1] Carl Friedrich Gauss (Brunswick, 1777-Gotinga, 1855) Matemático, físico y astrónomo alemán. Colaboró desde 1831 con Wilhelm Eduard Weber en investigaciones sobre el magnetismo. Gauss ideó un sistema coherente de unidades para el magnetismo y Weber otro para la electricidad. La unidad cegesimal de inducción electromagnética lleva su nombre, *gauss*, y equivale a una diezmilésima de *tesla* (unidad correspondiente en el Sistema Internacional de unidades de medida). Sus lemas, aplicables a sus publicaciones, eran *Pauca, sed matura* (pocas, pero maduras) y *Ut nihil amplius desiderandum relictum sit (*que no quede nada por hacer).

2.5. CAMPO Y CARGA DENTRO DE UN CONDUCTOR.

Un conductor es un cuerpo dentro del cual hay cargas libres.

Si por cualquier medio se mantiene un campo eléctrico dentro de un conductor, habrá un movimiento continuo de sus cargas libres. Este movimiento se denomina *corriente eléctrica*.

Si las cargas en un conductor están en reposo, el campo dentro del conductor es nulo.

Un conductor cargado tiene la carga en exceso sobre su superficie. En efecto:

- Al cuerpo se le suministra una carga **q**.
- Construimos una superficie *gausiana* justamente debajo de su superficie.
- Las cargas están en reposo, por tanto el campo en el interior del conductor es cero.
- Si el campo es cero, las líneas de fuerza que cruzan la superficie *gausiana* es cero.
- Si las líneas son cero, la carga en el interior es cero.
- Pero como existe una carga **q**, está tiene que estar necesariamente sobre la superficie.

Si las cargas están en reposo, la dirección del campo situado justamente fuera de la superficie de un conductor cargado, es perpendicular a la superficie.

En efecto, en la Fig. 2.3 supongamos que el campo, **E** sea un vector que forma un ángulo **φ,** con la normal a la superficie en el punto considerado. La componente **E.sen** φ movería la carga, pero como está en reposo, **E.sen φ = 0,** y en consecuencia el campo es normal a la superficie.

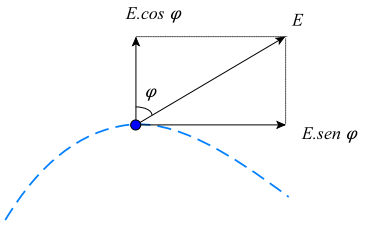


Fig. 2.3

2.6. RIGIDEZ DIELÉCTRICA.

Se denomina *rigidez dieléctrica* de un dieléctrico[2], la máxima intensidad del campo eléctrico, que el dieléctrico puede soportar sin rotura.



Carl Friedrich Gauss

[2]En el aire la rigidez dieléctrica es 100 Dinas por unidad electrostática de carga.