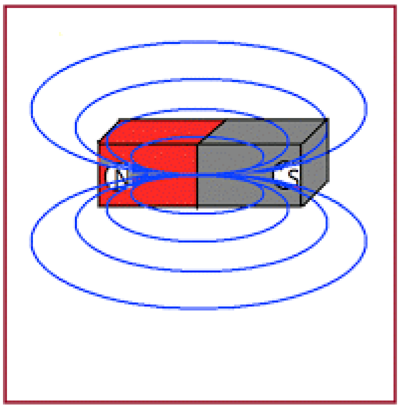
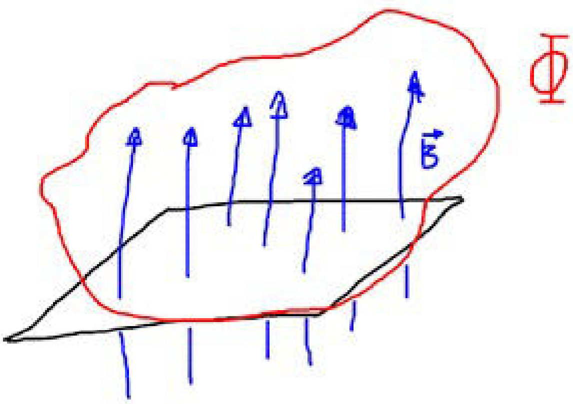
Una partícula o una serie de partículas cargadas en movimiento crean una corriente eléctrica y a su vez un campo magnético cuyo módulo/valor viene dado por la ley de Bio-Savart y su dirección y sentido responde a la Regla de la mano derecha, los científicos se preguntaron si al mover un conductor en un campo magnético también se podría producir electricidad, y la respuesta fue afirmativa.

Flujo Magnético y Fuerza Electromotriz. Leyes de Faraday y Lenz



Las líneas del campo magnético, al contrario que en el gravitatorio y el electroestático, no mueren en la carga sino que atraviesan la superficie que lo genera. Por ejemplo, si tenemos un imán con sus dos polos, las líneas de campo magnético van del Norte al Sur, pero no mueren en el Sur, sino que atraviesan el imán, y vuelven a salir por el Norte, esto es importante, por ejemplo, para entender el **flujo magnético** y que las fuerzas magnéticas no son conservativas y por lo tanto sus superficies, tampoco equipotenciales (misma energía).

El flujo magnético es el conjunto de líneas de campo (magnético) que atraviesan una superficie, en la imagen, cada vector azul sería una línea de campo y el cuadrado (en negro) la superficie que atraviesan.



Su expresión viene dada por el producto entre el módulo de la superficie, del campo magnético y el coseno que forman ambos vectores. Este flujo se mide en Weber (wb)

$$\phi = \vec{B} \cdot \vec{s} = |B| \cdot |s| \cdot \cos\theta$$

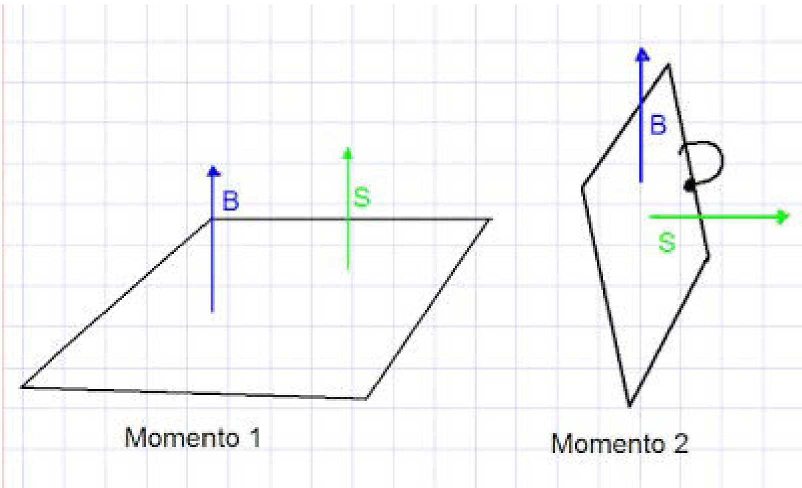
Siendo "B" módulo del campo magnético medido en Tesla (T)

Siendo "S" el área de la superficie, en el caso de la imagen, al ser un cuadrado será lado x lado

Siendo el coseno de "tita" o de alfa, o como queráis ponerlo, el ángulo que forman los dos vectores anteriores

En un primer momento, "B" y "S" van a formar un ángulo de 0 grados, por lo que van a ser paralelos como se ve en la imagen de abajo, el valor máximo del coseno puede ser 1, por lo que en ese primer momento va a coincidir con el flujo magnético máximo

Φ(máx) = B • S (ya que el coseno de 0 es 1)

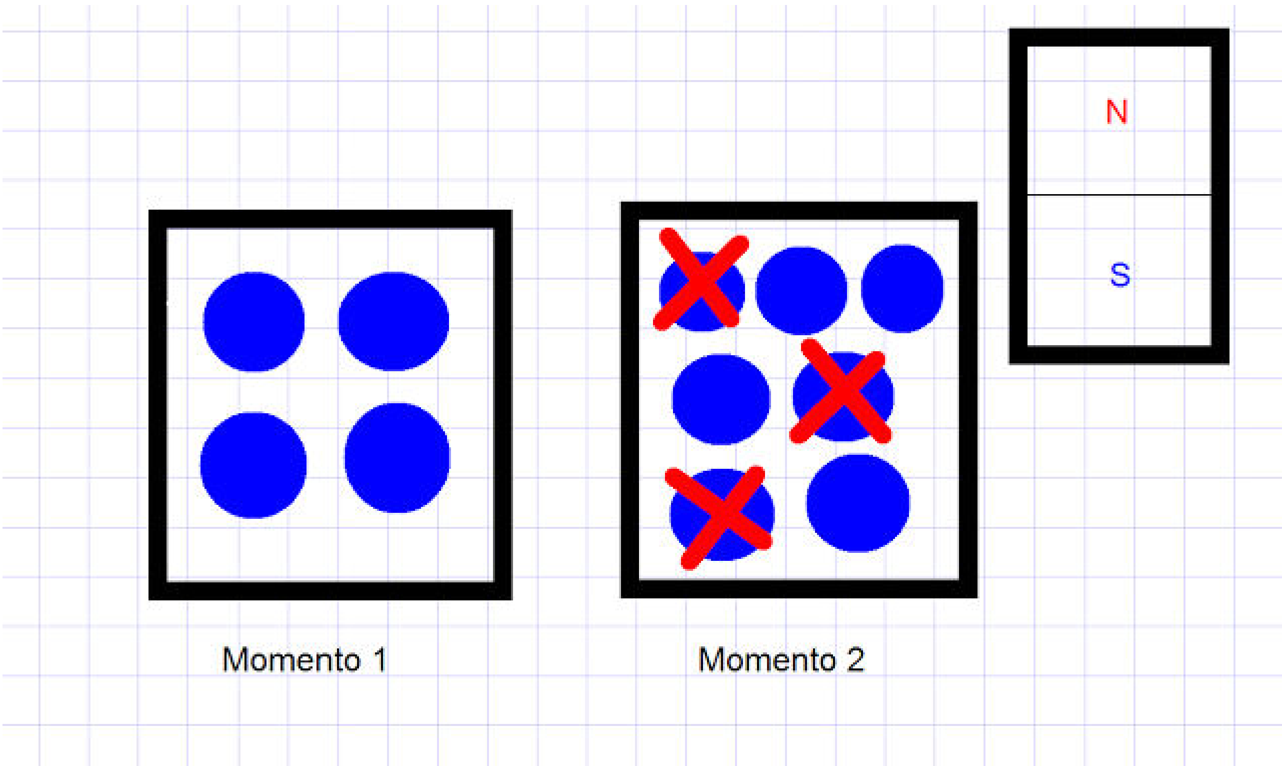


Sin embargo, la superficie va a ir girando, como vemos en el "Momento 2", esto va a hacer que el vector superficie también gire con ella, por lo que el ángulo que van a formar B y S ya no va a ser cero, sino que responde a un movimiento circular uniforme (pues la superficie gira) que se calcula con el producto de la velocidad angular por el tiempo, por ello, deducimos una nueva expresión:

$\Phi (t) = B \cdot S \cdot \cos \omega t$

Fuerza Electromotriz

Bien, pues la variación de este flujo, que se puede deber a muchas causas, por ejemplo porque acerquemos un imán a la superficie (con lo que aumentamos la líneas de campo) o lo retiremos (las disminuimos), en definitiva, un cambio en el número de líneas, produce que una fuerza se oponga a esa variación y al efecto que la modifica, en este caso, el imán.



Como vemos en la imagen de arriba, en el "Momento 2", el número de líneas de campo aumenta por acercar el imán, bien, la fuerza electromotriz correspondería a las cruces que tachan ese aumento

Para buscar un paralelismo con la realidad sería en medicina, cuando tenemos más bacterias de la cuenta el cuerpo intenta que esa cantidad se mantenga estable. "Esta fuerza recibe el nombre de *Fuerza Electromotriz* y su importancia, radica, en que con ella podemos llegar a producir electricidad " (Ley de Faraday). En la actualidad, la ley de Faraday se aplica en todos los motores eléctricos, en transformadores, bobinas, energías renovables... La fuerza electromotriz se mide en Voltios (V).

Se deduce mediante la expresión:

$$\mathcal{E} = \frac{-d\Phi}{dt}$$

Con ella haremos tres observaciones:

- El signo "menos" fue añadido por Lenz, pues determinó que esa fuerza se opone a la variación del flujo

-Utilizamos la derivada porque se dan cambios muy pequeños, y la derivada responde a la variación infinitesimal de una variable respecto a otra, si tuviésemos valores concretos (que no es lo normal) utilizaríamos los incrementos

-Que sea respecto al tiempo no significa que tengamos que dividir entre el tiempo, sino que todo lo que no tenga "t" como veremos más adelante, son constantes que pueden salir de la derivada

Haciendo un poco de desarrollo matemático...

$$\mathcal{E} = \frac{-d(B \cdot S \cdot \cos\alpha)}{dt}$$

$$\mathcal{E} = -B \cdot S^{*} d(\cos\alpha)$$

$$\mathcal{E} = \cancel{-} B \cdot S \; (\cancel{-}\operatorname{sen}\alpha)$$

$$\mathcal{E} = B \cdot S \cdot \operatorname{Sen}\alpha$$

* Al ser constantes, podemos sacarlo fuera de la derivada

¡Eh! esa expresión de la fuerza electromotriz, al igual que nos pasó con el flujo, solo es para un momento determinado, pero como ya sabemos, la superficie puede girar o que existan diversas situaciones que impliquen un cambio en el flujo, y por tanto, de la fuerza electromotriz respecto al tiempo, por lo que si recordamos la expresión....

Φ (t) = B • S • Cos ωt

Ahora tenemos que...

$$\mathcal{E}(t) = \frac{-d(B \cdot S \cdot \cos(\omega t))}{dt}$$

$$\mathcal{E}(t) = \frac{-B \cdot S \cdot d(\cos(\omega t))^{*}}{dt}$$

$$\mathcal{E}(t) = \cancel{-}B \cdot S \cdot (\cancel{-}\operatorname{Sen}(\omega t)) \cdot \omega$$

$$\mathcal{E}(t) = B \cdot S \cdot \operatorname{Sen}(\omega t) \cdot \omega$$

* Hemos aplicado la regla de la cadena, para verlo más claro podéis dar cualquier valor a "w", por ejemplo:

Cos (2t) ---- Tendríamos que hacer la derivada de la función coseno y después multiplicarla por la derivada de "2t", que en este caso sería dos

Nota: Debemos recordar que el máximo valor que puede adquirir las funciones trigonométricas es "1", por lo que si queremos el valor máximo de la fuerza electromotriz nos encontramos con lo siguiente:

$$\mathcal{E} = \frac{-d(B \cdot S \cdot \cos(\omega t))}{dt}$$

$$\mathcal{E} = \frac{-B \cdot S \cdot d(\cos(\omega t))^{*}}{dt}$$

$$\mathcal{E} = \cancel{-}B \cdot S \cdot (\cancel{-}\operatorname{Sen}(\omega t)) \cdot \omega$$

$$\mathcal{E} = B \cdot S \cdot \underbrace{\cancel{\operatorname{Sen}(\omega t)}}_{1} \cdot \omega \rightarrow \mathcal{E}_{máx} = B \cdot S \cdot \omega$$