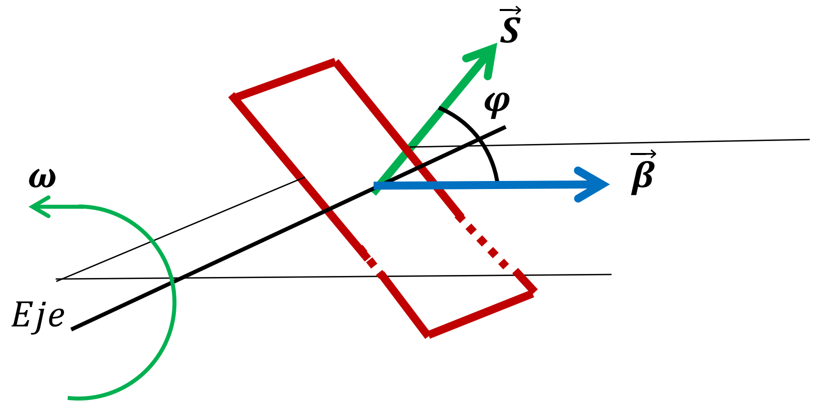
Producción de fuerza electromotriz. 2 GIRANDO UNA O VARIAS ESPIRAS DENTRO DE UN CAMPO MAGNÉTICO CONSTANTE

Si giramos una espira conductora dentro de un campo magnético, tal como se indica en la figura, variará la dirección del vector $\vec{S}$ Se producirá entonces una variación de flujo en ella y, por la ley de Faraday, una fuerza electromotriz. Este es el método utilizado con más frecuencia en la industria. En el ejemplo, la varilla da vueltas con $\boldsymbol{\omega = cte}$



El flujo por la espira será:

$$\emptyset = \beta S cos\varphi = \beta S cos(\omega t + \varphi_0)$$

Siendo entonces la fuerza electromotriz:

$$\varepsilon = -\frac{d\emptyset}{dt} = \beta S \omega sen(\omega t + \varphi_0)$$

Y si hubiera N espiras enlazadas

$$\boldsymbol{\varepsilon = \beta S N \omega sen(\omega t + \varphi_0)}$$

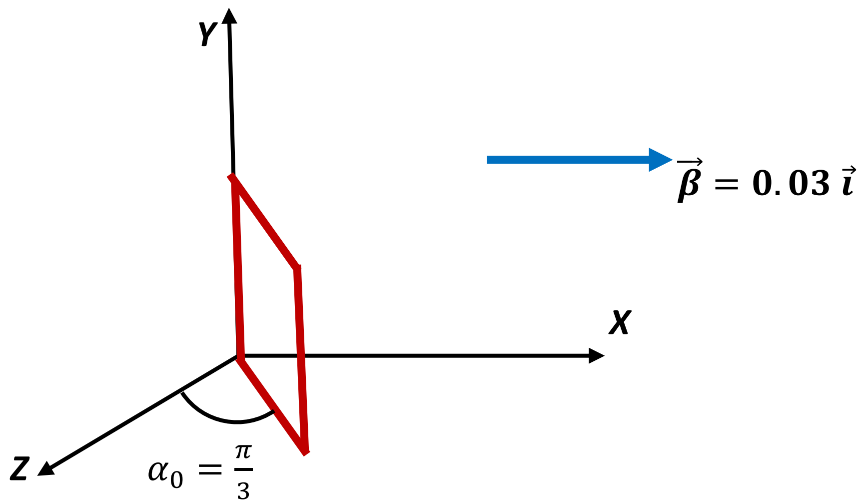
Como vemos, el signo del seno va a ir cambiando según el ángulo y por lo tanto también el sentido de la corriente, lo que significa que se va a producir un cambio de polaridad cada media vuelta. Es por ello que a esta corriente se le denomina alterna.

Ejemplo

Una espira cuadrada de 2 cm de lado está inmersa dentro de un campo magnético β= 0.03 T dirigido en el sentido positivo del eje de las X. Su eje de giro es el eje Y, según figura. Si se hace girar con una frecuencia de rotación de 50 Hz siendo el ángulo inicial formado por el plano de la espira y el plano ZY $\alpha_0 = \frac{\pi}{6}$ calcular:

a) Expresión de la fuerza electromotriz en la espira en función del tiempo
b) Si la resistencia eléctrica de la espira es $R = 2\Omega$, calcula la nueva velocidad angular a la que ha de girar para que la intensidad máxima sea de 5 mA.

a) Expresión de la fuerza electromotriz en la espira en función del tiempo



Hemos dado la fórmula y, en ese sentido, el problema no tiene especial dificultad. Sin embargo, como siempre, hemos de ir con cuidado y aplicar las fórmulas conscientes de el significado de los parámetros que entran en ellas. En nuestro caso:

$$\varepsilon = \beta S N \omega sen(\omega t + \varphi_0)$$

N vale 1, pues sólo tenemos una espira

S es el área de la espira. $S = L^2 = 0.02^2 = \mathbf{4 \cdot 10^{-4} m^2}$

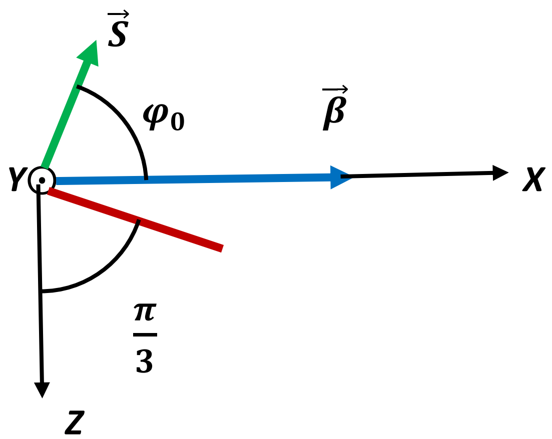
Para calcular la velocidad angular, ω, hemos de recordar del movimiento uniforme circular que

$$\boldsymbol{\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f}$$

Donde ***T* es el periodo**, o tiempo en dar una vuelta, y ***f* es la frecuencia o número de vueltas dadas en un segundo**. Se cumple además que la frecuencia es el inverso del periodo. En nuestro caso:

$$\boldsymbol{\omega} = 2\pi \cdot 50 = \boldsymbol{100\pi\ Rd/s}$$

El último parámetro de la fórmula es el ángulo inicial de fase **entre el vector campo magnético y el vector superficie.** Cuidado entonces, ese ángulo no tiene por qué ser el dado, $\alpha_0 = \frac{\pi}{6}$. Para calcularlo y ver mejor los dos vectores, superficie y campo, miramos desde arriba (no olvidar que el vector superficie es perpendicular a la superficie)



Como vemos, el ángulo que hemos de poner en la fórmula, φ_0, coincide con el ángulo dado. Entonces:

$$\varepsilon = \beta S N \omega sen(\omega t + \varphi_0) = 0.03 \cdot 4 \cdot 10^{-4} \cdot 100\pi sen(100\pi t + \frac{\pi}{3})$$

$$\boldsymbol{\varepsilon = 1.2 \cdot 10^{-3}\pi sen\left(100\pi t + \frac{\pi}{3}\right)\ V}$$

b) Si la resistencia eléctrica de la espira es $R = 2\Omega$, calcula la nueva velocidad angular a la que ha de girar para que la intensidad máxima sea de 5 mA.

La relación entre el voltaje, la intensidad y la resistencia de un conductor viene dada por la ley de Ohm

$$\boldsymbol{i = \frac{V}{R}}$$

Donde V es la fuerza electromotriz o diferencia de potencial (se escribe sólo V en vez de ΔV por simplicidad). Al ser esta variable también lo es la intensidad que circulará por la espira.

$$\boldsymbol{\varepsilon = \beta S N \omega sen(\omega t + \varphi_0)}$$

Pero toma un **valor máximo cuando el valor absoluto del seno es *1***. Por lo tanto, la fuerza electromotriz máxima es:

$$\boldsymbol{\varepsilon_M = \beta S N \omega}$$

En nuestro caso:

$$\varepsilon_M = 0.03 \cdot 4 \cdot 10^{-4} \omega$$

Y la intensidad máxima:

$$\boldsymbol{i_M = \frac{\varepsilon_M}{R}}$$

Resolviendo:

$$5 \cdot 10^{-3} = \frac{1.2 \cdot 10^{-5} \omega}{2} \rightarrow$$

$$\boldsymbol{\omega \approx 833.34\ Rd/s}$$