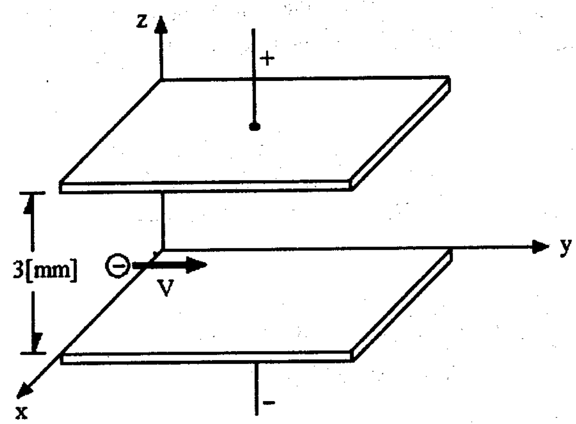
Problemas propuestos

1. La figura representa dos placas planas, paralelas, muy grandes, con una diferencia de potencial de 15 [V] y 3 [mm] de separación entre ellas, en medio de las cuales existe un campo magnético $\vec{B}$ uniforme, que tiene la dirección del eje x. Si se lanza un electrón entre las placas con velocidad $\vec{V} = 2 \times 10^4 \hat{j}$ [m/s], obtenga:



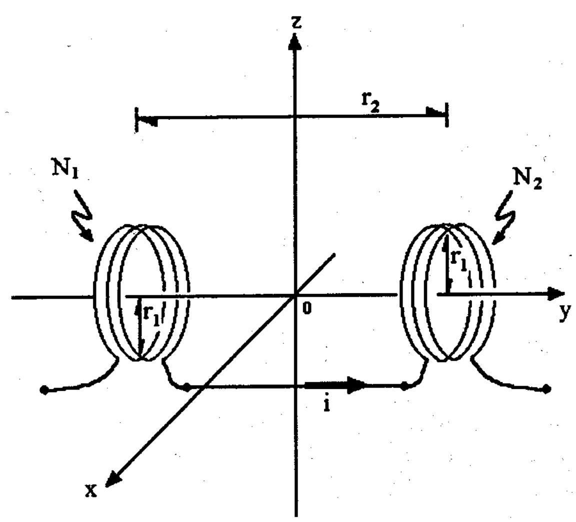
a) El campo eléctrico entre las placas.

b) La fuerza magnética que le permitiría al electrón pasar sin desviación entre las placas.

c) El campo magnético capaz de originar la fuerza del inciso *b*.

d) Si se lanzara una partícula α con la misma velocidad del electrón, ¿cuál debería ser $\vec{B}$ para que dicha partícula pase sin desviación?

2. Un par de bobinas circulares se colocan paralelas y se conectan en serie. La corriente aplicada es 3 [A], si $r_1 = r_2 = 15\,[\text{cm}] = r$ y $N_1 = N_2 = 300\,\text{vueltas} = N$, determine:



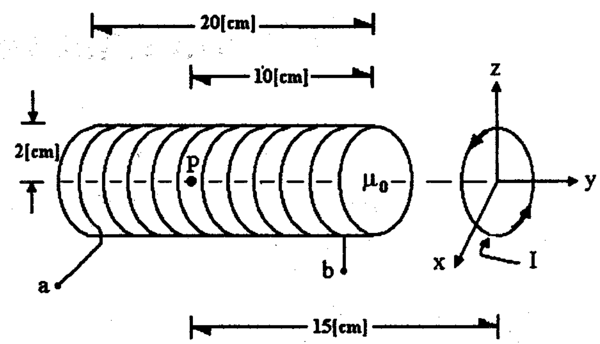
a) El modelo matemático para calcular la magnitud de campo magnético en el centro del arreglo, el origen.

b) El vector de campo magnético en el origen, si las bobinas (de Helmholtz) se encuentran en aire.

c) El vector fuerza que actuaría sobre un electrón que pasara por el origen con una velocidad $\vec{V} = 3 \times 10^4 \hat{j}$ [m/s].

d) La corriente i necesaria para producir en el origen y su entorno, un campo $\vec{B} = 40\hat{j}$ [mT], considere los datos de N y r dados en el enunciado.

3. La figura muestra un anillo circular situado sobre el plano *xz*, con centro en el origen, radio $r = 2\,[\text{cm}]$ e $I = 1\,[\text{A}]$, y un solenoide de N = 5000 vueltas coaxial con el eje y. Determine:



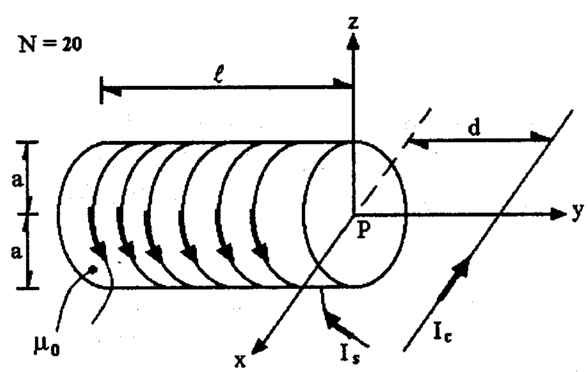
a) El sentido y magnitud de la corriente en el solenoide I_s que anule el campo magnético producido por el anillo circular en el punto *P*, situado sobre el eje del solenoide y en su parte media.

b) La fuerza magnética sobre la carga $q = 3.2 \times 10^{-19}\,[\text{C}]$ con una velocidad $\vec{V} = 10^6 \hat{k}\,[\text{m/s}]$ al pasar por el origen. Considere únicamente el anillo circular.

c) Si el anillo pudiera desplazarse libremente y en el solenoide circulara la corriente del inciso *a*, ¿sería atraído o rechazado por el solenoide?

d) El campo magnético total en el origen si $I = 1\,[\text{A}]$ e I_s es 50 [mA], entrando por la terminal *b*.

4. Para el solenoide coaxial con eje *y*, de longitud $\ell = 30\,[\text{cm}]$, radio $a = 2\,[\text{cm}]$, $N = 20$ vueltas, núcleo de aire y corriente eléctrica $I_s = 5\,[\text{A}]$ y el conductor recto (de longitud muy grande) contenido en el plano *xy*, paralelo al eje *x*, situado a $d = 4\,[\text{cm}]$ de éste y con corriente eléctrica $I_c = 50\,[\text{A}]$, calcule:



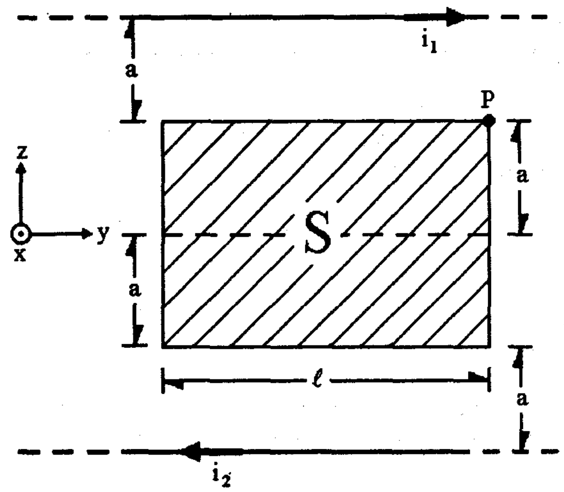
a) El campo magnético en el punto *P*, producido por el solenoide.

b) El campo magnético en el punto *P*, producido por el conductor recto y largo.

c) El campo magnético total en el punto *P*.

d) La fuerza de origen magnético que actuaría sobre un electrón que al pasar por el punto *P* llevara una velocidad $\vec{V}_e = (3\hat{j} - 4\hat{k})\,10^6\,[\text{m/s}]$.

5. Para el par de conductores rectos y muy largos, mostrados en la figura, se sabe que $a=5[\text{cm}]$, $\ell=30[\text{cm}]$ y que el flujo magnético total en la superficie S es 9.8875 [μWb] entrando al plano de la figura. Calcule:



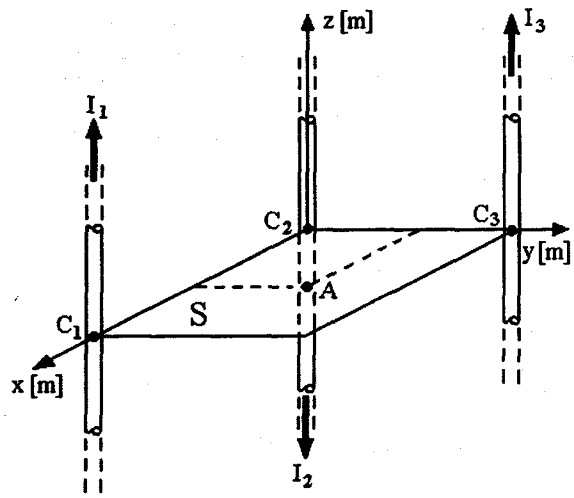
a) El valor de la corriente i_2 si i_1 = 50[A].

b) El vector de inducción magnética en el punto P, suponiendo que i_2= 60[A].

c) La fuerza que experimentan 5[m] del conductor 1, debido al conductor 2, si i_2 = 60[A].

d) La fuerza de origen magnético que experimentaría un electrón que tuviera una velocidad $\vec{V}=2\times10^6\hat{k}$[m/s] al pasar por P, si i_2 = 60[A].

6. Se tienen tres conductores rectos, largos y paralelos con corrientes: $I_1=2$, $I_2=3$, $I_3=2$, en [A], y las coordenadas de los puntos $A(1,1,0)$, $C_1(2,0,0)$, $C_2(0,0,0)$ y $C_3(0,2,0)$ en [m], como lo indica la figura. Con base en ello, determine:



a) El campo magnético en el punto A.

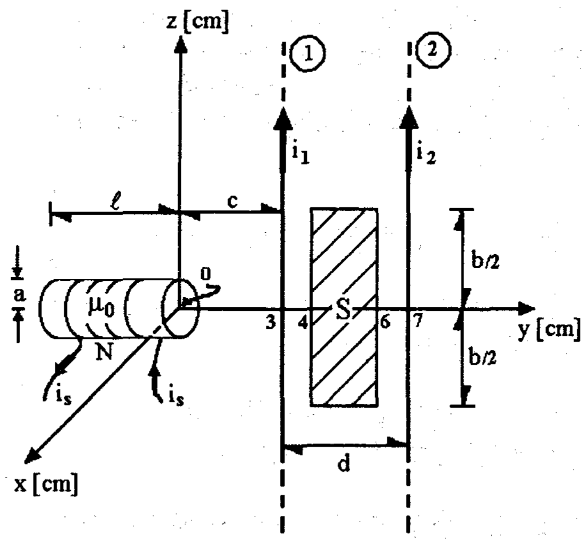
b) La fuerza magnética que experimentaría un electrón si pasara por A con una velocidad $\vec{V}=10^7\hat{k}$[m/s].

c) La fuerza magnética que experimenta cada unidad de longitud del conductor 2.

d) El flujo magnético en la superficie S.

7. En la figura se muestran los conductores rectos muy largos 1 y 2 y la superficie S que están contenidos en el plano yz; el eje del solenoide coincide con la parte negativa del eje y y además se sabe que:

$a=2$ [cm]	$c=3$ [cm]	$i_s=2$ [A]	$N=120$
$b=6$ [cm]	$d=4$ [cm]	$i_1=60$ [A]	$\ell=30$ [cm]
		$i_2=70$ [A]	$\mu_{aire} \doteq \mu_0$



Determine:

a) El campo magnético en el origen $\left(\vec{B}_0\right)$ debido al solenoide y conductores rectos.

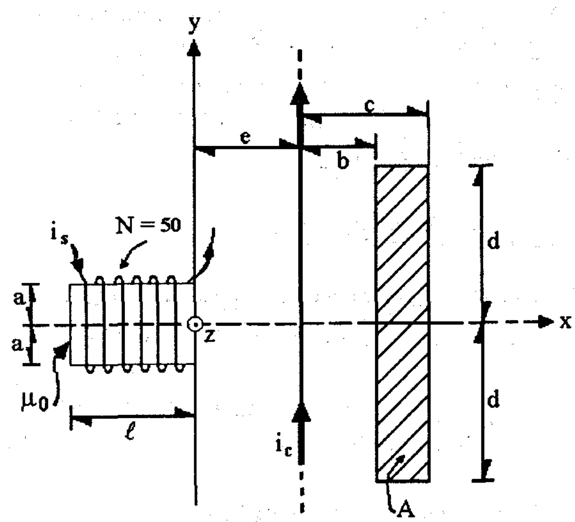
b) La fuerza de origen magnético que experimentan 8 [m] del conductor 2, debida a la corriente del conductor 1.

c) El flujo magnético a través de la superficie S, debido a cada conductor por separado.

d) La fuerza de origen magnético que experimentaría un electrón que pasara por 0, con $\vec{V}_e=(8\hat{i}+2\hat{j})10^6$ [m/s].

8. En la figura se muestra un solenoide coaxial con el eje x, uno de cuyos extremos coincide con el origen del sistema de coordenadas; además se representa un conductor recto muy largo, paralelo al eje y y contenido en el plano xy, de igual manera que el área rectangular A. También se sabe que:

$a=0.5$ [cm]	$c=3$ [cm]	$e=4$ [cm]	$i_s=2$ [A]
$b=2$ [cm]	$d=3$ [cm]	$\ell=6$ [cm]	$i_c=200$ [A]



Determine:

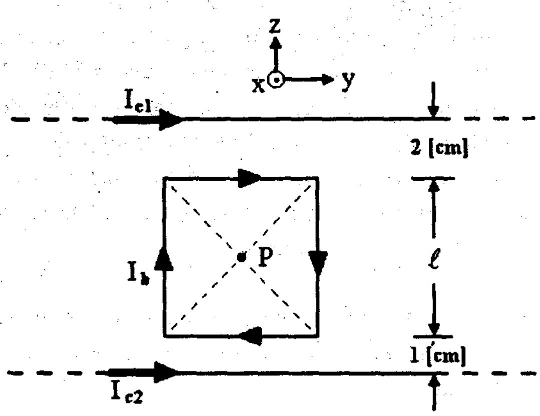
a) El campo magnético total en el origen $0(0,0,0)$, $\vec{B}_0$.

b) El flujo magnético a través del área A.

c) La fuerza de origen magnético que actuaría sobre una partícula $\alpha\left(q_\alpha=3.2\times10^{-19}\,[\text{C}]\right)$, si ésta tuviera en el origen una velocidad $\vec{V}_\alpha=(9\hat{i}+3\hat{k})10^5$ [m/s].

d) La fuerza de origen magnético sobre 5 [cm] de un conductor muy largo que se colocara sobre el eje y con corriente de 100 [A] y en el mismo sentido que el primer conductor; no considere el efecto del solenoide.

9. Una bobina cuadrada de $\ell = 4$[cm] de lado y 20 vueltas, se encuentra en el plano *yz* junto con dos conductores rectos, largos y paralelos, como se muestra en la figura. Con base en ello, determine:



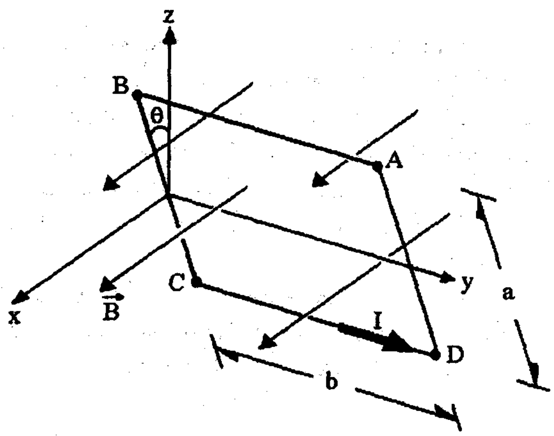
a) El campo magnético en el punto *P* cuando $I_{c1} = I_{c2} = 0$ e $I_b = 200$[mA].

b) El campo magnético en el punto *P* si $I_{c1} = 20$[A], $I_{c2} = 40$[A] e $I_b = 0.2$[A].

c) El flujo magnético a través de la bobina, si $I_{c1} = 20$[A], $I_{c2} = 40$[A] e $I_b = 0$,

d) La fuerza sobre la bobina cuando $I_b = 0.1$[A], $I_{c1} = 0$, e $I_{c2} = 40$[A].

10. La espira rectangular mostrada en la figura tiene dimensiones: $a = 10$[cm] y $b = 30$[cm], por ella circula una corriente $I = 10$[A] y está en una región de campo magnético $\vec{B} = 5\hat{i}$ [T]. El plano de la espira forma un ángulo $\theta = 60°$ con el plano *yz*. Determine:



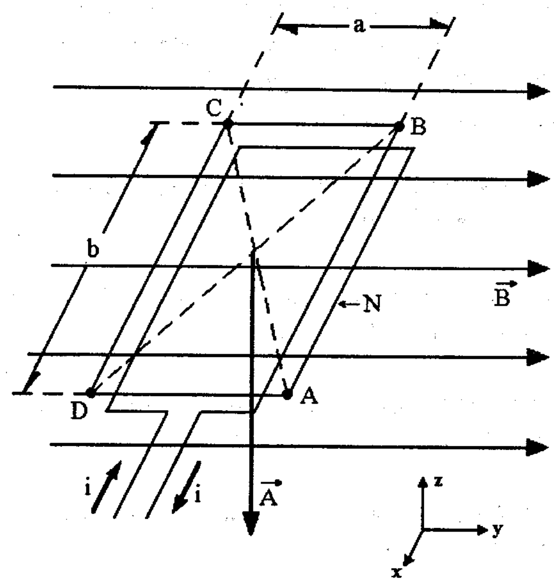
a) La fuerza magnética sobre el lado *AD* de la espira.

b) El flujo magnético a través de la espira.

c) El par magnético que actúa sobre la espira.

d) El ángulo θ para el cual el par magnético es igual a cero.

11. En la figura se muestra una bobina rectangular de $N = 50$ espiras, cada una de ancho $a = 5\,[\text{cm}]$ y largo $b = 10\,[\text{cm}]$, hechas de alambre de cobre AWG No. 35 (diámetro nominal = 0.142 [mm]); el número de portadores de carga libres (electrones) del cobre es 8.38×10^{22} en cada cm^3. La corriente que circula en la bobina es 5 [A] y la magnitud del campo magnético es $B = 0.005\,[\text{T}]$. Calcule:



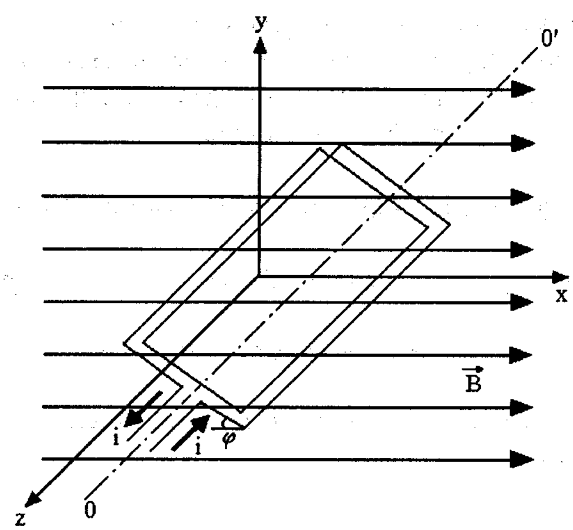
a) La fuerza de origen magnético que actúa sobre un electrón que se mueve del vértice A al B de una de las espiras.

b) El flujo magnético que cruza el área de una espira si ésta gira $\pi/6\,[\text{rad}]$, en sentido antihorario, con respecto a la posición de la figura.

c) La fuerza de origen magnético que actúa sobre el lado DC de la bobina.

d) El momento máximo sobre la bobina y el valor del ángulo α entre los vectores $\vec{A}$ y $\vec{B}$, de este caso.

12. En la figura se muestran dos espiras de las $N = 20$ que forman la bobina rectangular de $20\,[\text{cm}^2]$ de área, que se encuentra dentro de un campo magnético uniforme $\vec{B} = 2\hat{x}\,[\text{T}]$. La bobina está sujeta al eje 00' y su plano forma un ángulo $\varphi = (\pi/3)\,[\text{rad}]$ con el plano xz; por ella circula la corriente $i = 10\,[\text{A}]$. Determine:



a) La ubicación de los vectores $\vec{A}$ (área de la bobina) y $\vec{\tau}$ (momento de torsión) y el sentido de giro de la bobina, de acuerdo con la figura.

b) El vector momento de torsión $\vec{\tau}$ en la posición mostrada, y el $\tau_{máx}$.

c) El valor del ángulo α, entre $\vec{A}$ y $\vec{B}$ para el cual el par sobre la bobina es máximo.

d) ¿De qué manera(s) se puede conseguir un momento $\vec{\tau}_{máx}$ sobre la bobina que sea 5 veces el calculado en el inciso b?

Respuestas de los problemas propuestos

1. *a)* $\vec{E} = -5\hat{k}$[kV/m]
   b) $\vec{F}m = -8 \times 10^{-16}\hat{k}$[N]
   c) $\vec{B} = -0.25\hat{i}$[T]
   d) $\vec{B} = -0.25\hat{i}$[T]

2. *a)* $B_0 = \mu_0 Ni/\left[(5/4)^{3/2}r\right]$
   b) $\vec{B}_0 = -5.395\hat{j}$[mT]
   c) $\vec{F} = \vec{0}$[N]
   d) $i = -22.243$[A]

3. *a)* $I_s = 2.309$[μA] y entrando por *a*
   b) $\vec{F}m = -1.005 \times 10^{-17}\hat{i}$[N]
   c) Se rechazan mutuamente
   d) $\vec{B}_0 = 85.07\hat{j}$[μT]

4. *a)* $\vec{B}_{Ps} = 2.0944 \times 10^{-4}\hat{j}$[T]
   b) $\vec{B}_{Pc} = 2.5 \times 10^{-4}\hat{k}$[T]
   c) $\vec{B}_P = (2.0944\hat{j} + 2.5\hat{k})10^{-4}$[T]
   d) $\vec{F}m = -2.54 \times 10^{-16}\hat{i}$[N]

5. *a)* $i_2 = 100$[A]
   b) $\vec{B}_P = -280\hat{i}$[μT]
   c) $\vec{F}_{12} = 0.015\hat{k}$[N]
   d) $\vec{F}m = 8.96 \times 10^{-17}\hat{j}$[N]

6. *a)* $\vec{B}_{\underline{A}} = 0.3(\hat{i} - \hat{j})$[$\mu$T]
   b) $\vec{F}e = -4.8 \times 10^{-19}(\hat{i} + \hat{j})$[N]
   c) $\vec{F}_2 = -6 \times 10^{-7}(\hat{i} + \hat{j})$[N]
   d) $\phi_s = 0$[Wb]

7. *a)* $\vec{B}_0 = (600\hat{i} + 502.65\hat{j})$[$\mu$T]
   b) $\vec{F}_{21} = -0.168\hat{j}$[N]
   c) $\phi_{ss} = 0$, $\phi_{s1} = 0.791$[μWb], hacia $-x$
   $\phi_{s2} = 0.923$[μWb], hacia $+x$
   d) $\vec{F}e = -4.514 \times 10^{-16}\hat{k}$[N]

8. *a)* $\vec{B}_0 = (1.047\hat{i} + \hat{k})$[mT]
   b) $\phi_A = 973.12$[nWb]
   c) $\vec{F}_\alpha = -1.875 \times 10^{-16}\hat{j}$[N]
   d) $\vec{F}_{21} = 0.5\hat{i}$[N]

9. *a)* $\vec{B}_{Pb} = -113.137\hat{i}$[$\mu$T]
   b) $B_P = 53.529\hat{i}$[μT]
   c) $\phi = 0.339$[μWb], sale de la figura
   d) $\vec{F}_{bob} = 51.2\hat{k}$[$\mu$N]

10. *a)* $\vec{F}_{AD} = 2.5\hat{j}$[N]
    b) $\phi_{esp} = 75$[mWb] hacia $+x$
    c) $\vec{\tau}_m = -1.3\hat{j}$[N · m]
    d) $\theta = 0$ y $\Theta = \pi$[rad]

11. *a)* $\vec{F}e = 1.884 \times 10^{-23}\hat{k}$[N]
    b) $\phi_b = 12.5$[μWb], a la derecha
    c) $\vec{F}_{DC} = -0.125\hat{k}$[N]
    d) $\vec{\tau}_{máx} = 6.25 \times 10^{-3}\hat{i}$[N · m], con
    $\alpha = (\pi/2)$[rad]

12. *a)* $\vec{A} = (17.32\hat{i} + 10\hat{j})10^{-4}[\text{m}^2]$
    $\vec{\tau}$ tiene dirección $(-\hat{k})$, ↺ giro
    b) $\vec{\tau} = -0.4\hat{k}$[N · m], $\vec{\tau}_{máx} = -0.8\hat{k}$[N · m]
    c) $\alpha = (\pi/2)$[rad] $= 90°$
    d) Para que $\vec{\tau}'_{máx} = 5\,\vec{\tau}_{máx}$:
    $i' = 5i = 50$[A]
    $\vec{B}' = 5\vec{B} = 10\hat{i}$[T]
    $N_b' = 5N_b = 100$ vueltas
    $A' = 5A = 1 \times 10^{-2}[\text{m}^2]$
    cambiando una sola variable a la vez.