

## UN MOTOR DE INDUCCION

AGUSTIN J. FRASCINO

Grupo de Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología  
Universidad Nacional de Córdoba

Este trabajo es una propuesta destinada a docentes y estudiantes de Física, invitándolos a la construcción de un modelo experimental de motor que funciona por la interacción de un campo magnético rotante y las corrientes inducidas por éste en un cuerpo conductor, en forma similar que ciertos modelos de tipo industrial.

La utilización de este dispositivo en su trabajo de laboratorio permitiría a los educandos observar, discutir y comprender, frente a un mecanismo con todos los componentes esenciales a la vista, un fenómeno de cierta complejidad como es la inducción electromagnética, y las posibilidades de su aprovechamiento tecnológico.

Dos bobinas planas cruzadas  $E_1$  y  $E_2$  (Fig. 1) por las cuales circulan las corrientes  $I_1$  e  $I_2$  generan un campo magnético cuya conformación depende de la geometría del sistema y de la intensidad y el sentido de dichas corrientes.

El vector  $H$  representa el campo magnético en el punto A, como resultante de  $H_1$  y  $H_2$ , producidos por  $I_1$  e  $I_2$ . Si estas corrientes son constantes,  $H$  permanece invariable. Si, en cambio, hiciéramos circular por ambas bobinas corrientes alternadas, de modo que entre ellas exista un desfase de  $90^\circ$ , obtendríamos un campo rotante: las componentes  $H_1$  y  $H_2$  varían sinusoidalmente con las corrientes (manteniendo su dirección normal al plano de las bobinas) y dan por resultado un campo total  $H$  que gira con igual frecuencia que las corrientes. En la figura 2 se ha representado la variación con el tiempo de  $H_1$  y  $H_2$  durante un período completo, tomando instantes cada octavo de ciclo; sobre la diagonal figura la variación de la resultante  $H$  que, con módulo constante, ha cumplido una rotación de  $360^\circ$  en sentido horario.

Una aguja imantada (Fig. 3) montada sobre el

eje  $n$  que determina la intersección de las bobinas, debiera ser arrastrada por el campo, rotando con la misma frecuencia. En la práctica no ocurre así, a menos que el imán ya estuviera en rotación con parecida velocidad angular: el rápido cambio de dirección del campo no alcanza a vencer su inercia, y el imán queda en reposo.

La alternativa que se propone en este trabajo es disponer, en el espacio limitado por las bobinas, un conductor cilíndrico que tenga a  $n$  como eje de rotación (Fig. 4). En este caso el campo rotante  $H$  produce en el cuerpo conductor, en cada instante, corrientes inducidas  $I_i$  con dirección normal a  $H$  y a su desplazamiento. Estas corrientes a su vez interactúan con  $H$ , apareciendo fuerzas  $F$  que se oponen al movimiento relativo entre corrientes inducidas y campo y que, en consecuencia, actúan sobre el conductor haciéndolo girar en persecución de  $H^1$ .

La velocidad de rotación del cilindro conductor aumentará progresivamente hasta alcanzar un valor más o menos próximo a la del campo. La diferencia entre ambas velocidades (resbalamiento) será mayor cuanto más importantes sean las fuerzas que se oponen al movimiento. A su vez, la cupla motora crecerá al aumentar el resbalamiento. En este caso, por tratarse de un motor experimental que no entrega trabajo mecánico al exterior, las fuerzas frenantes son únicamente las de rozamiento.

Para construir el modelo que obedece al esquema anterior (Fig. 5) deberán confeccionarse las siguientes piezas:

1. Otros dos motores de construcción artesanal con campo fijo (estator de imanes permanentes y estator de electroimanes) que responden a esquemas teóricos de mayor sencillez, han sido propuestos en "El Taller de Física", edición de los autores A. J. Frascino y A. P. Maiztegui - Córdoba - 1985/86.

**Base:** Es un rectángulo de madera de 100 mm por 150 mm, de 20 mm de espesor. A 50 mm de uno de sus extremos debe practicarse un orificio pasante de 10 mm de diámetro, donde se aloja el apoyo del rotor. En la misma figura está indicado el circuito eléctrico del sistema, y la posición de las restantes piezas (Fig. 6).

**Rotor:** El cuerpo del rotor es un cilindro de hojalata de 50 mm de altura y 50 mm de diámetro (Fig. 7). El eje que va soldado al cuerpo es un alambre recto de 2 mm. de diámetro y de 110 mm de longitud, con su extremo inferior aguzado. La construcción del rotor debe ser cuidadosa, para que su masa quede bien balanceada.

**Bobinas:** Se harán con alambre de cobre esmaltado de 0,5 mm. Para una prolija terminación es conveniente usar como montaje trozos rectangulares de madera, de 60 mm por 80 mm para la bobina E<sub>1</sub>, y de 60 mm por 70 mm para la bobina E<sub>2</sub>, envolviendo el alambre sobre los bordes (Fig. 8). La primera es de 100 vueltas, y la segunda de 140 vueltas.

Después de retiradas del montaje, se las empaqueta con dos ataduras en cada uno de los lados (Fig. 9). Estas ataduras pueden hacerse con hilo, o bien con trozos del mismo alambre envueltos apretadamente en espiral.

En los tramos superior e inferior de cada bobina se separa el paquete en mitades en forma de ojal, para permitir el paso del eje y del apoyo.

Finalmente se acomodan en cruz, con el rotor colocado dentro de ellas, y se las sujeta con ataduras firmes. Es conveniente evitar el contacto entre ellas usando cinta aisladora.

**Apoyo del rotor:** Es un trozo cilíndrico de hierro o de aluminio (Fig. 10). En su cara superior debe practicarse, con broca de 3 mm, una perforación de 5 mm de profundidad, donde se inserta el extremo inferior del eje del rotor.

**Armadura:** Con una tira de chapa de aluminio de 1 mm de espesor y de 20 mm de ancho se confecciona un arco (Fig. 11) que mantendrá el rotor en posición vertical. En el centro de su tramo superior lleva una perforación de 3 mm de diámetro.

**Juego de capacitores:** Este sistema, constituido por dos capacitores de 1000  $\mu$  F y 40 V tiene por objeto producir el desfase entre las corrientes, y va en serie con la bobina E<sub>1</sub>.

**Conectores:** Son dos rectángulos de hojalata

de 20 mm por 40 mm, y servirán para conectar el motor a la fuente.

Ambos capacitores están en anti-serie: deben soldarse entre sí las dos salidas con signo positivo, como se indica en la figura 6.

### **Armado**

— Introduzca el apoyo del rotor en el orificio de la base: sobresaldrá de ella unos 15 mm. Si no queda firme en esa posición, asegúrela con cemento.

— Acomode el sistema de bobinas sobre la base, de modo que el apoyo se inserte en los ojales inferiores, y el extremo del eje en su alojamiento. Si es necesario, asegure las bobinas a la base mediante grampas.

— Coloque la armadura en posición, y fíjela a los costados de la base mediante tornillos o clavos pequeños. Verifique que el eje ha quedado vertical. Haga girar el rotor, y compruebe que no hay rozamiento con las bobinas.

— Fije los conectores a la base con clavos pequeños, en la posición indicada en la figura 6.

— Remueva el esmalte de los terminales de las bobinas, y suelde con estaño las distintas piezas, según el circuito marcado en la misma figura.

— Asegure los capacitores a la base con clavos pequeños, o mediante algunas gotas de cemento.

— Lubrique ambos apoyos del eje con aceite mineral.

### **Funcionamiento**

Conecte el motor a una fuente de corriente alternada de 6 V: el motor comenzará a girar, poniéndose rápidamente a régimen. Si no ocurre así, o si la velocidad de rotación está muy por debajo del límite teórico (50 revoluciones por segundo) desconecte la fuente y verifique si el circuito ha sido armado correctamente, si hay soldaduras defectuosas, si se producen rozamientos, o si hay algún cortocircuito en el sistema. Recuerde que I<sub>1</sub> e I<sub>2</sub> tienen circuitos independientes, y que de ello depende la existencia del campo rotante. No olvide que el eje debe estar siempre lubricado.

Por otra parte debe evitarse el calentamiento excesivo de las bobinas, que podría dañarlas, manteniendo el motor en funcionamiento por períodos breves (uno o dos minutos) y dejando transcurrir el tiempo necesario para que se enfríen antes de volver a conectarlo.

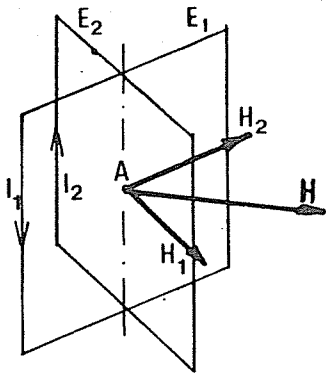


Figura 1

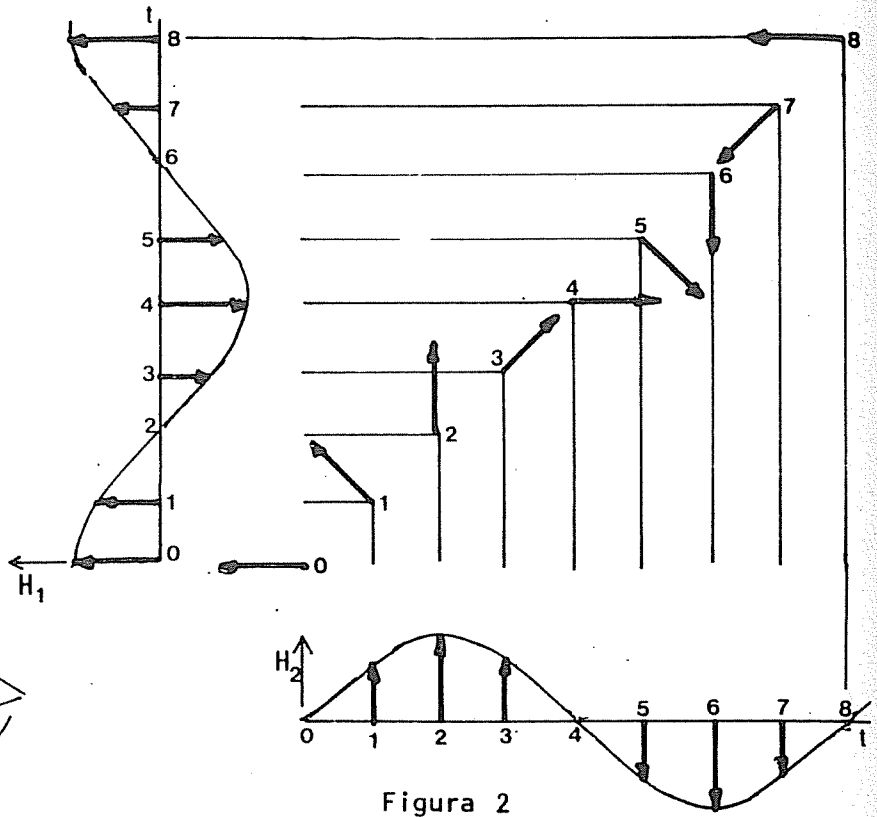


Figura 2

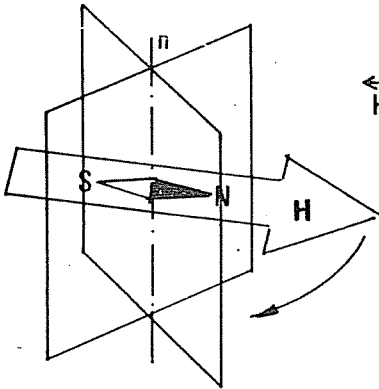


Figura 3

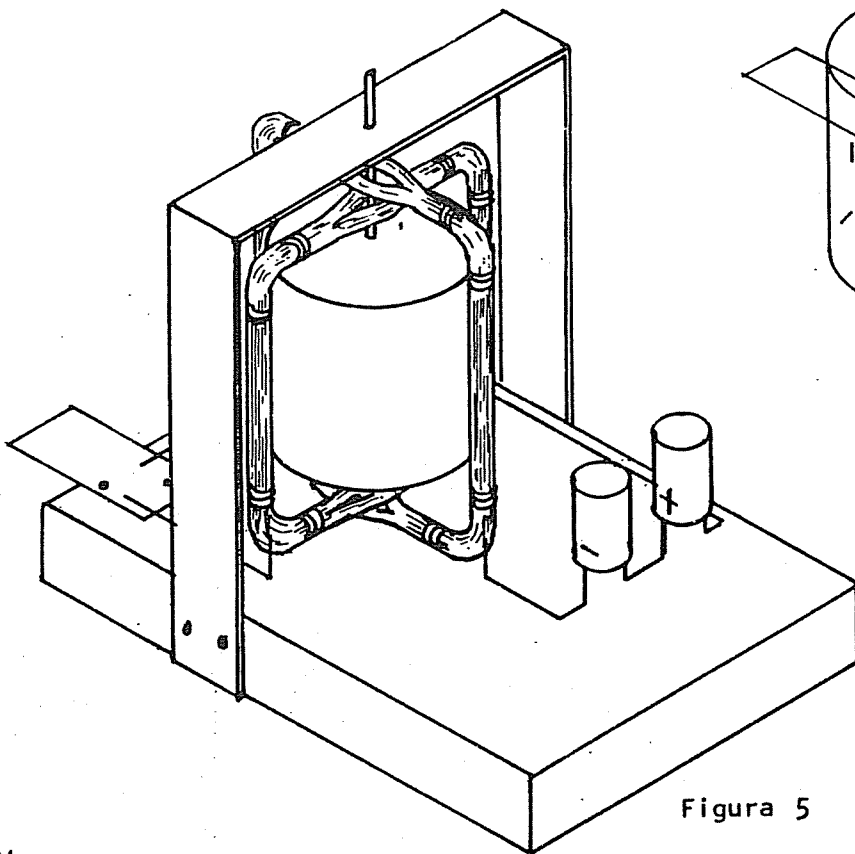


Figura 5

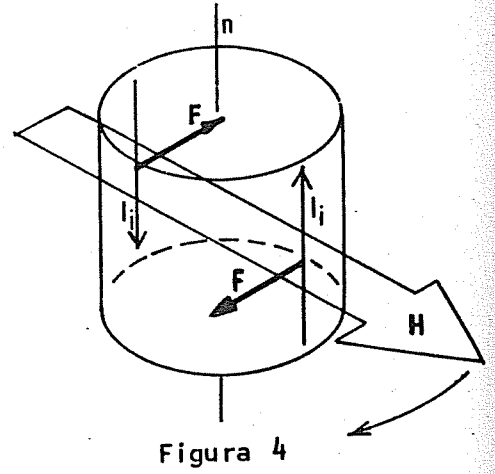


Figura 4

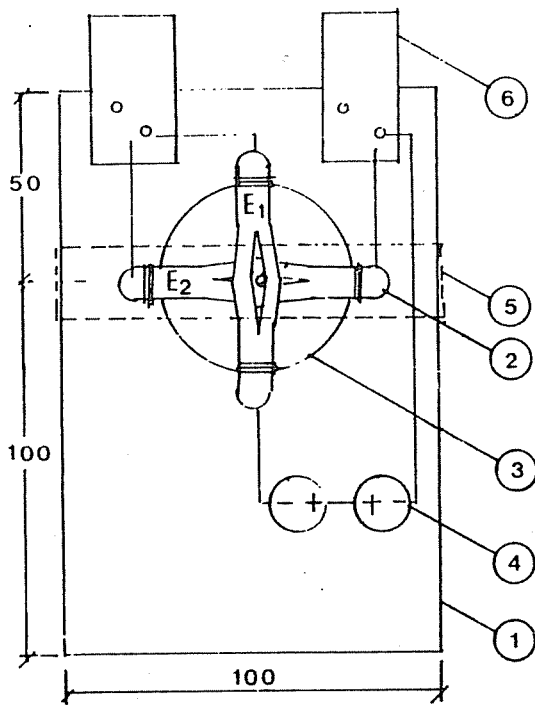


Figura 6

- 1. Base
- 2. Bobinas
- 3. Rotor
- 4. Capacitores
- 5. Armadura
- 6. Conectores

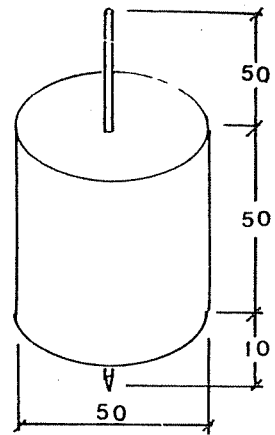


Figura 7

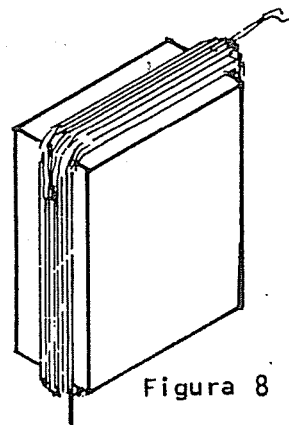


Figura 8

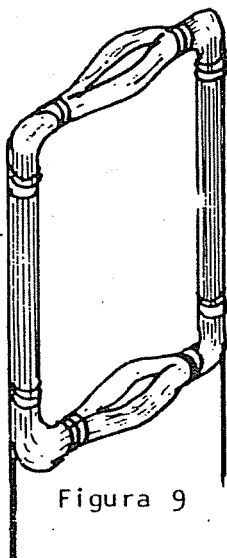


Figura 9

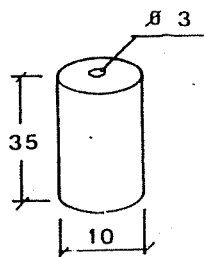


Figura 10

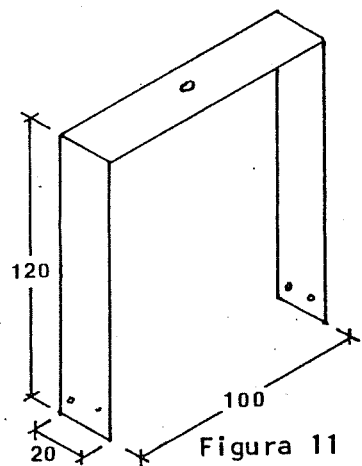


Figura 11

Marzo, 1987.