
UN REGISTRADOR DE MOVIMIENTOS

AGUSTIN J. FRASCINO

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

El análisis cuantitativo del movimiento de un cuerpo por los procedimientos clásicos resulta engorroso: piénsese en el plano inclinado de Galileo y en la máquina de Atwood.

Un instrumento que permite operaciones fáciles y rápidas es el registrador, del cual se ofrece aquí una versión de construcción artesanal (figura 1). Este aparato consiste esencialmente en un electroimán alimentado por corriente alternada, y en una pequeña masa de hierro (el percutor) montada sobre una hoja elástica, que registra el desplazamiento del móvil sobre una cinta de papel con carbónico, imprimiendo un punto cada centésima de segundo.

El cuerpo del registrador es un bloque de madera, que se recorta en la forma indicada (figura 2).

El núcleo del electroimán es un cilindro de hierro de 70 mm de longitud y de 12 mm de diámetro. Va cubierto con dos vueltas de papel, que se pega sobre él con cola vinílica. En cada uno de sus extremos se fija, con el mismo adhesivo, una arandela de cartón de 18 mm de diámetro, con un orificio central que se adapte al núcleo. El conjunto así armado tiene la apariencia de un carrete. Una vez secado el adhesivo se realiza el bobinado, en seis capas de alambre de cobre esmaltado de 0,5 mm² de sección, dejando terminales de unos 10 cm (figura 3).

El electroimán va sujeto al cuerpo por una abrazadera de chapa de aluminio de 1 mm de espesor (figura 4), y dos tornillos para madera de 15 mm de longitud. Entre la abrazadera y el electroimán se dispone un trozo de cartulina, que evita el contacto entre metales. El ex-

tremo del núcleo debe quedar al ras con la cara superior del cuerpo.

La hoja elástica (figura 5) es un trozo de sierra para corte de metal (puede usarse una sierra de descarte).

El percutor es el conjunto de dos tuercas y un tornillo de 3 mm de diámetro, aguzado y con punta roma, que se toman en el extremo perforado de la hoja elástica (figura 6).

La hoja elástica va sujeta al cuerpo entre dos tablillas (figura 7) mediante dos tornillos para madera de 30 mm de longitud. El percutor debe quedar centrado respecto al núcleo, y la separación entre ambos es del orden del milímetro.

La cinta registradora es guiada por dos pasacintas de madera (figura 8), que se fijan al cuerpo mediante tornillos de 20 mm.

En uno de los costados del cuerpo se instala el interruptor (figura 9) que se confecciona con dos rectángulos de hojalata de 25 mm x 20 mm, y de 25 mm x 40 mm. La fijación de esta pieza se realiza con clavos pequeños.

El armado del circuito fuente-interruptor-electroimán-fuente se completa con doble cable forrado de 1,5 m de longitud, que conecta el aparato con la fuente. Todas las uniones deben realizarse con soldadura de estaño.

La cinta registradora y el papel carbónico son de 14 mm de ancho, y se obtienen cortando hojas de papel oficio en dirección longitudinal. Si se requiere cintas de mayor longitud se utilizarán pliegos de mayor tamaño.

Este registrador funciona con un transformador de 12 V de salida. El prototipo desarrollado dio resultado satisfactorio usando un "Re-

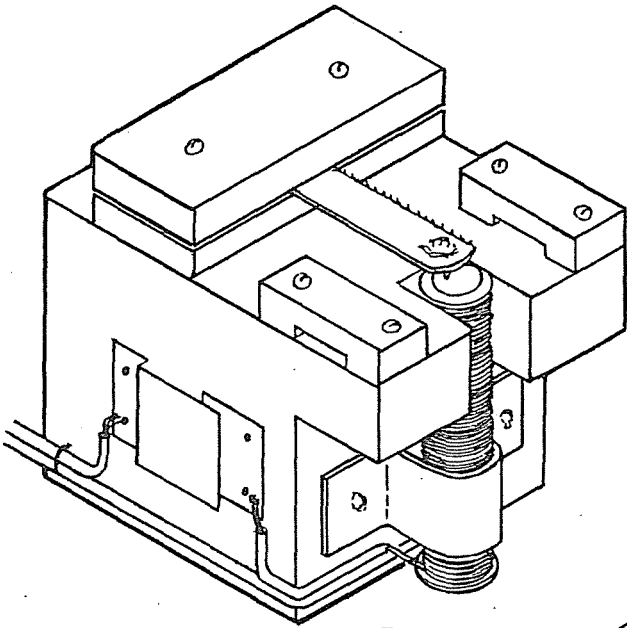


Figura 1

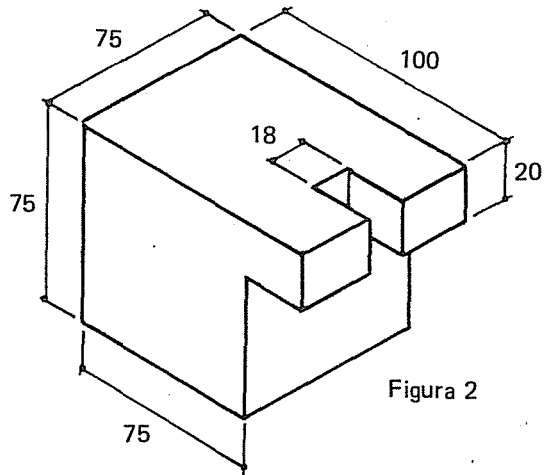


Figura 2

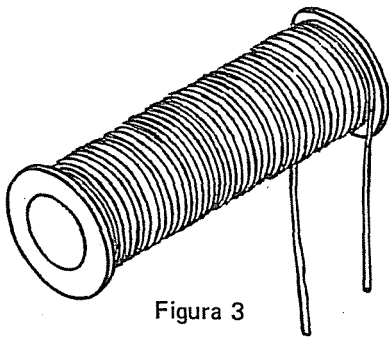


Figura 3

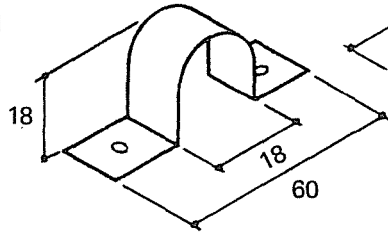


Figura 4

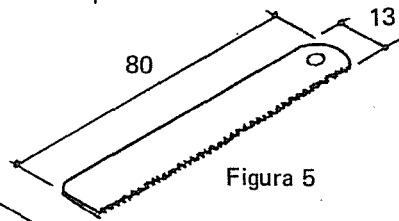


Figura 5

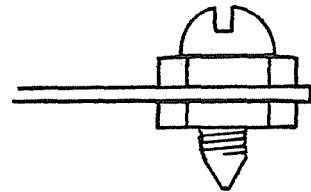


Figura 6

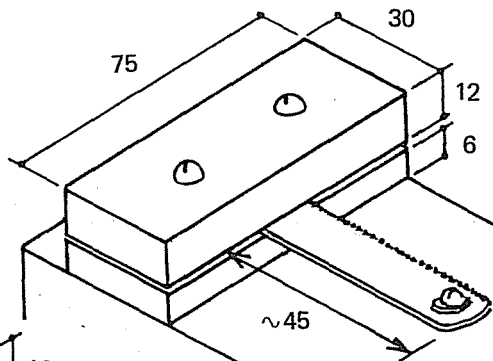


Figura 7

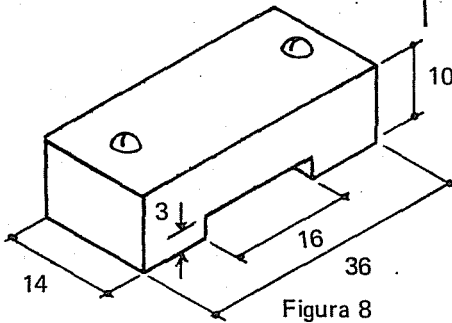


Figura 8

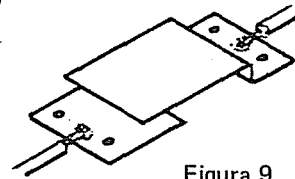


Figura 9

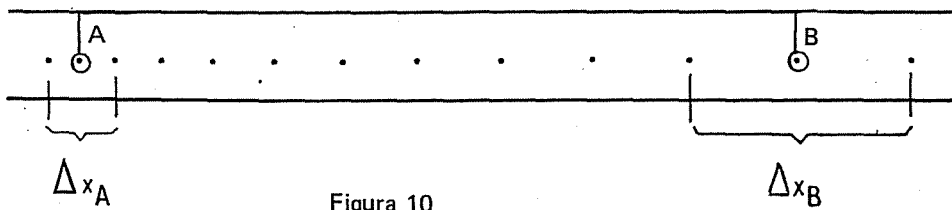


Figura 10

activador de tubo" de 220 V de entrada, re-puesto electrónico que puede adquirirse en el comercio del ramo.

Funcionamiento

Si en los primeros intentos no se consigue un buen registro (puntos impresos bien definidos) deberá ensayarse modificando dos variables: la separación entre percutor y núcleo y la longitud libre de la hoja elástica, hasta obtener una percusión neta.

Las operaciones del registro se realizan en el siguiente orden:

- Se conecta el aparato a la fuente, y ésta a la línea de 220 V.
- Se pasa el extremo del par cinta-carbónico por los pasacintas, y se las deja bien extendidas para que no se enreden durante el desplazamiento. Para una mejor impresión, el carbónico debe ir por encima de la cinta.
- Debe mantenerse oprimido el interruptor, mientras se desplaza la cinta.

Para registrar una caída libre se fija con cinta adhesiva el extremo de la cinta a la masa con la cual se realizará la experiencia. En este caso se apoya el registrador en el borde de la mesa, sobre uno de sus lados, y se sostiene verticalmente la cinta por el otro extremo, hasta el instante en que comienza la caída del cuerpo. En forma parecida se procede para registrar el movimiento de un carro que rueda por un plano inclinado.

Una vez finalizadas las operaciones de registro, debe desconectarse la fuente de la línea.

Análisis del movimiento

En todos los casos el Δt entre dos puntos sucesivos es de 0,01 s, y el Δx se obtiene midiendo su separación con una regla milimetrada.

La velocidad para cada intervalo (velocidad media, en realidad, si se trata de un movimiento variado) resultará entonces:

$$V_i = \frac{\Delta x_i}{0,01 \text{ s}}$$

Si se quiere determinar la aceleración entre dos puntos A y B (figura 10) se procede como sigue:

- Se determina la velocidad media en A, tomando como Δx_A los dos intervalos inmediatos al punto; en este caso, el período correspondiente es: $t = 0,02 \text{ s}$. En consecuencia:

$$V_A = \frac{\Delta x_A}{0,02 \text{ s}}$$

Se procede de idéntica manera para conocer el valor de V_B

- La aceleración se obtiene dividiendo $V_B - V_A$ por el tiempo transcurrido. En el ejemplo de la figura, t vale 0,1 s, ya que A y B están separados por 10 intervalos. Será entonces:

$$a_{A-B} = \frac{V_B - V_A}{0,1 \text{ s}}$$

Tomando otros puntos C, D, E, etc., y determinando de igual forma las velocidades correspondientes se podrá verificar, calculando las aceleraciones respectivas entre ellos, si la aceleración ha sido o no constante.

NOTA: Es corriente que en las determinaciones aparezcan resultados algo alejados del cálculo teórico. Ello es debido al efecto de frenamiento de la cinta, que es oprimida por el percutor al imprimir cada punto. Se aconseja por ello tomar masas suficientemente importantes (en la caída libre o casos semejantes) para minimizar estos errores.