

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN RIEL DE AIRE AUTOMATIZADO PARA EL ESTUDIO DEL MOVIMIENTO UTILIZANDO SENSORES MAGNÉTICOS

P. A. Dorado Mora¹, P. E. Escobar Martínez¹, L. F. Idrobo Idrobo¹, M. Patiño Velasco², F. Racedo Niebles³

¹*Grupo de Electrónica del Estado Sólido, Universidad del Cauca*

²*Grupo de Óptica y Láser, Universidad del Cauca*

³*Grupo GEOEL, Universidad del Atlántico*

(Recibido 23 de Sep.2005; Aceptado 26 de Abr. 2006; Publicado 16 de Jun. 2006)

RESUMEN

Se diseñó e implementó un riel de aire, que mediante el uso de sensores de posición magnéticos permite la adquisición automática de datos para el estudio del movimiento rectilíneo uniforme y uniformemente acelerado. El sistema de adquisición consta básicamente de una interfaz al puerto paralelo del *PC* que se controla a través de una aplicación desarrollada en *LabVIEW*. El sistema fue probado en un curso de laboratorio de mecánica obteniéndose excelentes resultados en las medidas en cuanto a precisión, confiabilidad y reproductibilidad. El sistema construido es de bajo costo comparado con los sistemas comerciales disponibles en el mercado.

Palabras claves: riel de aire, sensores magnéticos, movimiento uniforme.

ABSTRACT

An air rail was designed and implemented that, by means of the use of magnetic sensors of position, allows the automatic data acquisition for the study of uniform rectilinear movement and uniformly accelerated. The acquisition system consists, basically, of an interfaz connected to the parallel port of the *PC* and is controlled through an application developed in *LabVIEW*. The system was proved in a course of mechanics laboratory having obtained itself excellent results in the measures as far as precision, trustworthiness and reproductibility. The constructed system is of low cost compared with the commercial systems available in the market.

Keywords: rail of air, magnetic sensors, uniform movement.

1. Introducción

En la realización de prácticas para estudiar el movimiento rectilíneo uniforme y el movimiento rectilíneo uniformemente acelerado se presentan fuerzas de rozamiento que no se pueden despreciar y que afectan las medidas. Para un análisis más preciso de estos movimientos se hace necesario eliminar estas fuerzas, lo que a nivel de laboratorio esto se consigue con la ayuda de rieles de aire que disminuyen significativamente la fricción entre las superficies de contacto.

Estos sistemas se adquieren en el mercado generalmente a costos elevados, lo que no permite que se adquieran con facilidad, por lo tanto se presenta una alternativa que permite reducir costos y mejorar la precisión en las medidas.

En este trabajo se describe la construcción de un riel de aire con un sistema capaz de determinar la posición de un móvil en función del tiempo. Como sensores de posición se utilizan *reed-switch* que son activados por medio de imán a medida que el móvil avanza; la señal se adquiere a través del puerto paralelo del *PC*, donde es interpretada y desplegada por un desarro-

llado en *LabVIEW*. A partir de esta información se elaboran las gráficas que muestran el movimiento en función del tiempo, así como los cambios de velocidad que se presentan. El sistema implementado se comporta como una herramienta didáctica para la enseñanza de la física clásica, como en el caso del movimiento rectilíneo uniforme y uniformemente acelerado.

2. Diseño y construcción del sistema

Aspectos generales del equipo

El riel diseñado e implementado fue construido con tubos y conexiones de PVC usados frecuentemente en obras civiles. El riel se sitúa de forma paralela sobre una tabla de madera que se sostiene con tornillos de nivelamiento. Se ubica una lámina de aluminio en forma de U unida a los tubos de PVC laterales, en la que se mantienen fijos los sensores de posición magnéticos que monitorean el carro que se desliza sobre el riel. La señal de estos detectores es enviada al PC a través del puerto paralelo y la adquisición de datos se hace mediante una interfaz gráfica realizada en *LabVIEW*. El aire inyectado al riel se genera a través de un compresor de la Pasco Scientific modelo SF-9216. Una fotografía del riel de aire y del compresor de aire utilizado se presenta en la figura No.1.



Figura No.1. Vista general del riel de aire y el compresor utilizado para la experiencia.

Descripción y funcionamiento del riel de aire

El móvil utilizado consiste en un trozo de tubo de PVC, en el que la cara interna tiene un acabado fino, que proporciona un fácil deslizamiento sobre el riel; el tubo es de 10.0cm de largo y su diámetro interno es de 4.4cm, ligeramente mayor al diámetro del riel. El riel es construido con un tubo de PVC de 130.0cm de largo y de 4.2cm de diámetro externo, la cara externa del riel es pulida para facilitar el desplazamiento del carro. Para permitir la salida del aire fueron realizados orificios de 1mm de diámetro, separados 1cm uno de otro. El imán encargado de activar los sensores de posición magnéticos durante el movimiento del móvil sobre el riel, es fijado con una pequeña unión al centro del carro.

Los sensores se ubican en la lamina de aluminio separados por una distancia de 10cm uno de otro, cubriendo una distancia de 100cm entre el primero y el último. Los detectores son conectados en paralelo y la señal que generan pasa a una etapa de acondicionamiento, donde se convierte en una señal digital apta para ser leída por el computador a través del puerto paralelo. Cuando el móvil inicia el movimiento se activa un cronómetro y cada vez que alcanza la posi-

ción de un *reed-switch* este se dispara generando un pulso. Las curvas de desplazamiento y de velocidad contra tiempo son obtenidas a partir de la posición del sensor activo y del tiempo que se tardó en activarse.

3. Resultados y análisis

Para probar el sistema de adquisición de datos, se realizan dos experimentos con el riel de aire: se estudia el movimiento cuando el riel esta en posición perfectamente horizontal y cuando tiene una cierta inclinación.

El movimiento que realiza el móvil es descrito por la siguiente ecuación:

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad (1)$$

En el primer caso, en el que la fuerza resultante sobre el carro es nula, se deja el riel de aire horizontalmente mediante el ajuste de los tornillos de nivelamiento de la base, hasta que el carro se mueva solo con un empujón. En la Figura No.2. se observa el movimiento del carro después de un impulso representado por la siguiente ecuación:

$$x = x_0 + v_0 t \quad (2)$$

La trayectoria de este movimiento es una línea recta como se observa en la Figura No.2., el módulo, dirección y sentido de la velocidad media del carro permanecen constantes en el tiempo con un valor de $v = 0.151 m / s$ (Figura No.2, derecha), observándose la uniformidad del movimiento por lo que la aceleración es cero.

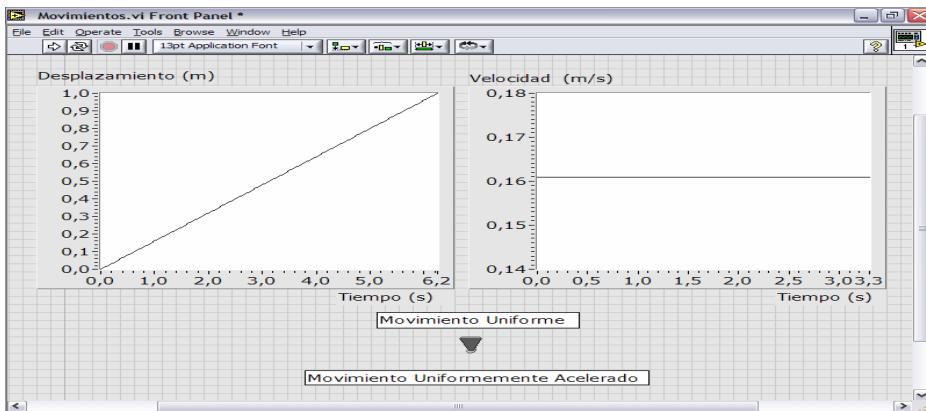


Figura No.2. Desplazamiento y velocidad en función del tiempo en el riel horizontal

En el segundo experimento, el riel fue inclinado con un ángulo aproximado de 2° con respecto a la horizontal, para que la fuerza resultante sobre el carro no sea nula. La curva de desplazamiento en función del tiempo es una parábola como se observa en la Figura No.3. (izquierda) representándose mediante la siguiente ecuación:

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad (3)$$

El carro no cambia de sentido, la única variación que experimenta la velocidad es la de su módulo que varía uniformemente con el tiempo (Figura No.3., derecha), consecuentemente, la aceleración normal es nula y la aceleración tangencial constante, por lo que se mantiene constante la aceleración. La ecuación de la velocidad del móvil es representada por:

$$v = v_o + at \tag{4}$$

con $a = 0.34 \text{ m} / \text{s}^2$. En la Figura No.3. se muestra este movimiento comprobándose que en el riel inclinado el movimiento del móvil es uniformemente acelerado.

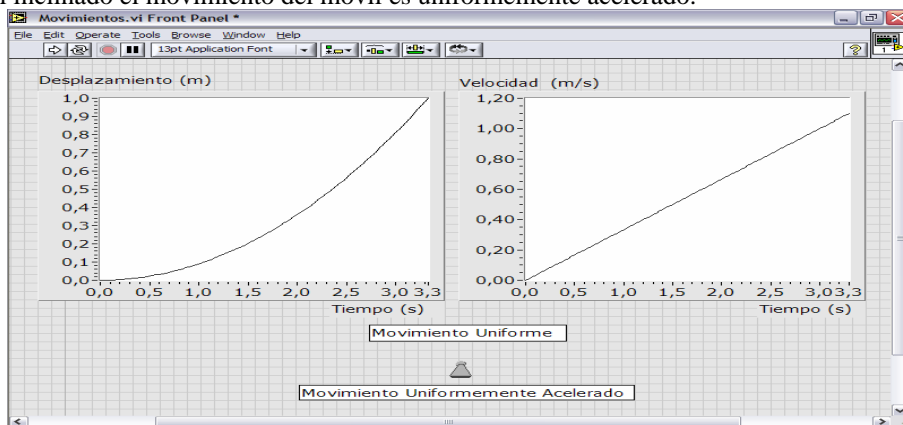


Figura No.3. Desplazamiento y velocidad en función del tiempo en el riel inclinado

Despreciando la fricción, la aceleración a del carro esta dada por la relación:

$$a = g \sin \theta \tag{5}$$

donde g es la aceleración gravitacional y θ el ángulo entre el riel de aire y la horizontal. Con los valores de a y θ dados anteriormente obtenemos $g = 9.74 \text{ m} / \text{s}^2$.

4. Conclusiones

Se implementó un sistema de medida y adquisición de datos a bajo costo en comparación con equipos que se encuentran en el comercio, el montaje y la operación del sistema es de forma sencilla, puesto que se utilizaron sensores de posición de fácil manejo (*reed-swicth*) y una herramienta de programación grafica como *LabVIEW*.

La adquisición y el análisis de los datos a través del PC, permite obtener resultados más precisos, eliminando el error humano presente en las prácticas realizadas de forma manual.

5. Referencias

[1] J. McKelvey, H. Grotch, Física para Ciencias e Ingeniería, Harla, 1980
 [2] Feynman, Física volumen I, Mecánica, Radiación y Calor, Addison-Wesley, 1987
 [3] B. Crowell, Conservation Laws, Light and matter, 2002