

Informe 3: MPLI mediante el uso de Photogate 7

araceli.coceres¹, santiagotero54¹, luz², and Cecilia Zaza²

¹Affiliation not available

²Física 1 Mañana Lunes

January 22, 2019

Resumen

El objetivo de este trabajo práctico es en primer lugar, familiarizarse con el Software Sensor Daq, cuya función es digitalizar puntos selectos en un gráfico de voltaje en función del tiempo de un objeto en estudio a una frecuencia dada asignada por el usuario. El objeto en estudio es un carrito con movimiento rectilíneo uniformemente variado. Luego de encontrar la frecuencia óptima se determina su velocidad suponiendo que el riel y el cuerpo no tienen rozamiento.

En segundo lugar, se estudió el movimiento del cuerpo de manera experimental y teórica, para ello se le asocio un contrapeso vinculado a él mediante una soga inextensible a través de una polea ideal dando como resultado una aceleración del sistema. Utilizando las leyes de Newton se pudo establecer una relación entre el peso del sistema y su aceleración (a) correspondiente al valor $23,18 \text{ cm/s}^2 + 1,38 \text{ cm/s}^2$. Por otro lado utilizando el Software Origin bajo la hipótesis de que el sistema realiza un MRUV se obtuvo un gráfico de velocidad media en función del tiempo donde la pendiente corresponde al valor de a .

Introduccion

La aceleración constante de una partícula es igual a la pendiente de la recta en un gráfico de velocidad en función del tiempo $v(t)$. La velocidad en un intervalo de tiempo determinado está dada por la variación de posición en ese intervalo de tiempo.

La adquisición de datos consiste en la toma de muestras del mundo real (sistema analógico) para generar datos que puedan ser manipulados por un ordenador (sistema digital). Esto es, tomar un conjunto de señales físicas, convertirlas en tensiones eléctricas y digitalizarlas de manera que se puedan procesar en una computadora. El elemento que hace dicha transformación es el módulo de digitalización o tarjeta de Adquisición de Datos (DAQ).

En esta práctica se utilizará el sistema de adquisición de datos, Sensor DAQ Data Collection. El sistema permite adquirir una o múltiples señales analógicas en función del tiempo, pudiendo controlarse la frecuencia de muestreo, la longitud del experimento y los niveles de disparo. Para medir velocidades se utilizan sensores infrarrojos (photogates). Los photogates envían a la interfaz de adquisición una señal con valores de voltaje diferentes dependiendo si el sensor se encuentra o no obturado. Para familiarizarse con este método, antes de comenzar con el trabajo se midió la velocidad en función del tiempo de un carrito de masa m con una cebrá sobre él, que se deslizaba sobre un riel, cuando pasaba por debajo del photogate, la cebrá obturaba la señal, pudiendo medir la diferencia de potencial a través del sistema DAQ, según muestra la **figura 1**. Este trabajo tiene como objetivo presentar las herramientas básicas de la adquisición digital de datos. Para esto

se realizara una experiencia en la cual se busca determinar la aceleracion del sistema (**figura 1**) a partir de la caida libre de un objeto.

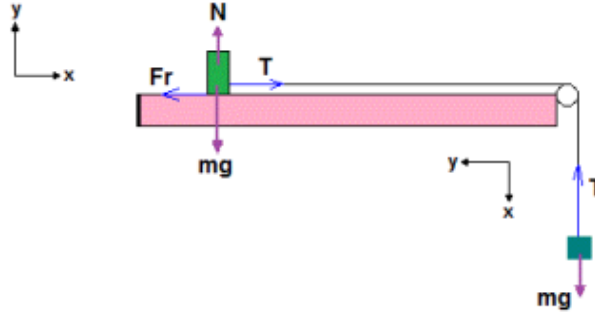


Figure 1: *Sistema de dos cuerpos ligados mediante una soga y polea inextensibles sobre una superficie de deslizamiento sin rozamiento.*

En base a los diagrama de cuerpo libre se pueden realizar las ecuaciones de Newton del sistema, para la obtencion de los datos de forma teorica:

Ecuación del carrito: *eje x*) $P_c - T = m_c \cdot a$ *Ecuación 1*

Ecuación del bloque + pesas: *eje x*) $T - P_b = M_b \cdot g$ *Ecuación 2*

Al considerarse que es un cuerpo vinculado por una soga inextensible y de masa despreciable por sumatoria de la ecuacion 1 y 3 se puede obtener que:

$$a = M_b \cdot g / (M_b + m_c) \quad \text{Ecuacion 3}$$

Desarrollo Experimental

Previo a realizar el experimento se calibró el Sensor Daq mediante una calibración predeterminada de rango de 0-5v.

En una primera parte de la experiencia, se realizaron pequeñas mediciones para familiarizarnos con el manejo del software.

Luego se armó el dispositivo ilustrado en la **figura 2**: sobre un riel se colocó un carrito de masa 530,6 g + 0,01g (Error instrumental de la balanza) con una masa situada encima de 492,2 g + 0,01 g conectado mediante una soga y polea ideales a un contrapeso (M) de masa 70,16 g +0,01g. El carrito comenzó a desplazarse de acuerdo con la figura 2 sobre el riel sin rozamiento de manera horizontal.

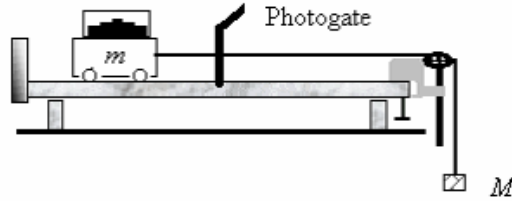


Figure 2: *diagrama de dispositivo utilizado durante la experiencia realizada.*

Sobre el carrito se colocó también una plaqueta metálica con 13 ranuras de igual tamaño llamada *cebra*. Esta pasó por el photogate situado sobre el riel el cual funciona como foto-interruptor: un extremo del sensor emite un haz infrarrojo que recibe el otro extremo. El haz podía ser interrumpido por la cebra. Al digitalizar los datos se construyó un gráfico de voltaje en función del tiempo el cual oscilaba entre 0v (cuando la cebra tapaba el haz) y 5v (cuando el haz pasaba por las ranuras). Exportando los datos obtenidos de dicho gráfico al software Origin permitió medir el tiempo transcurrido en el pasaje desde el principio de una ranura hasta el comienzo de la siguiente ($\Delta x / \Delta t$). Este gráfico tendrá crestas (cuando estamos en presencia de una señal alta) y valles (señales bajas por paso del obturador). Se realizaron diversas mediciones para encontrar la frecuencia óptima de 5000 Hz.

Entonces al dejarse caer la masa M, se registró el movimiento acelerado en el Sensor DaQ, que nos permitió obtener datos de posición y tiempo, que luego serían analizados en el programa Origin para obtener la aceleración del sistema de un gráfico de velocidad media vs tiempo medio y poder así compararla con la aceleración del sistema tomada de manera teórica mediante las leyes de Newton **Ecuación 3**.

Tomando como g, la gravedad del laboratorio cuyo valor es de $g = 9,796 \text{ m/s}^2$.

Para el análisis gráfico obtenido de manera experimental, a partir de los datos medidos, se construyó el gráfico de velocidad en función del tiempo con el programa Origin, por último se utilizó el ajuste lineal para establecer la aceleración del sistema junto con su incerteza a partir del valor de la pendiente de la recta.

Cabe aclarar que en la placa todas las bandas transparentes son del mismo tamaño, al igual que las bandas oscuras. Se determinó en promedio la distancia entre ranura y ranura (es decir el haz obturado) era de $0,53 \text{ cm} + 0,02$ medido con un calibre.

Resultados y Discusion

Como primera parte de la experiencia, se procedió a buscar la frecuencia óptima, que es aquella en la cual tendremos un mínimo de 13 puntos en cada cresta y en cada valle. Con esta frecuencia óptima hallada correspondiente a $F: 5000 \text{ (Hz)}$,

Para realizar un gráfico de velocidad en función del tiempo se tomaron los tiempos en los que cada ranura pasaba por el photogate, teniendo en cuenta que las distancias eran las mismas ($0,53 \text{ cm} + 0,02 \text{ cm}$). Para obtener los tiempos específicos de cada ranura se restaron los tiempos de la columna A ($i+1$) a los de la columna A (i) es decir $Col A (i+1) - Col A (i)$. (vease tabla 1 apéndice). Para el gráfico de velocidad entonces se dividió la columna de la distancia por la columna de tiempos obtenida, dando como resultado una velocidad promedio de $26,5 \text{ m/s} + 1,89 \text{ m/s}$.

Tomando los datos, transformándolos las variables y graficando la velocidad media en función al tiempo medio, realizamos un ajuste lineal y obtuvimos de la pendiente la aceleración correspondiente para el cuerpo:

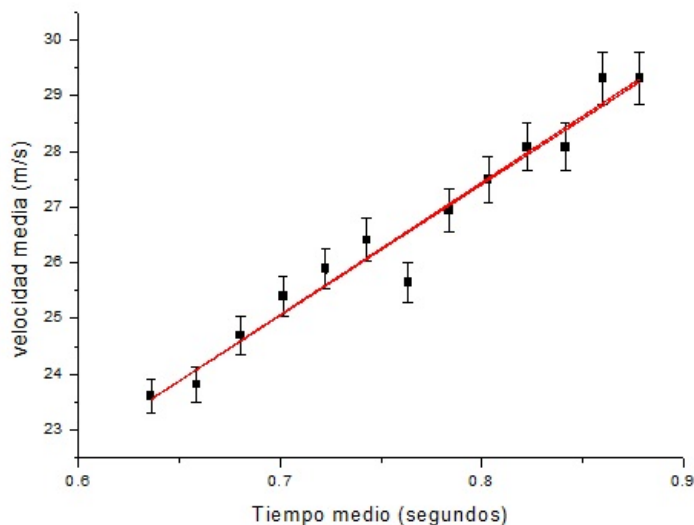


Figure 3: Gráfico de la velocidad del carrito en función del tiempo que tardó en pasar por el *Photogate*, nótese una velocidad creciente con aceleración positiva constante, comprobando la hipótesis del comportamiento del carrito como un MRUV. R Square adjust = 0,961. La pendiente de la recta representa la aceleración a cuyo resultado es de $23,75 \text{ cm/s}^2 + 1,38 \text{ cm/s}^2$.

Se considero que tanto la sogas como la polea eran ideales y que el hilo conector siempre se mantuviera tenso y paralelo al riel. Para el calculo de la aceleracion de manera teorica sabiendo que el sistema corresponde a la figura 1. Analizando mediante el estudio de las leyes de Newton obtuvimos que la aceleracion a era de 114 cm/s^2 (Ec 1), (Fig 1).

Conclusion

En esta oportunidad se adquirieron nuevas herramientas de trabajo, como el manejo de un sistema de adquisicion de datos. Es decir que de la primera parte del experimento, concluimos que es necesario encontrar una buena frecuencia y tomar todas las precauciones y medidas necesarias para poder calcular correctamente la velocidad del carrito con los sensores y el software Sensor Daq. Para encontrar una frecuencia optima, no es lineal con su aumento o disminucion, depende de otros factores tambien, como la velocidad del carrito, estado del sensor y del obturador, por ejemplo. Del calculo experimental de la aceleracion de un cuerpo, se concluye que experimentalmente su aceleracion tiene una dependencia inversamente proporcional a la masa del sistema (es decir, al aumentar la fuerza del peso, disminuye la aceleracion). Obtuvimos diferentes valores de a en cuanto al estudio por el software Sensor Daq y el estudio teorico, siendo la aceleracion $23,75 \text{ cm/s}^2 + 1,38 \text{ cm/s}^2$ y 114 cm/s^2 respectivamente.

Apendice

Tiempo (s)	Distancia (cm)	T2 -T1
0.62	0.53	0.02
0.65	0.53	0.02
0.67	0.53	0.02
0.69	0.53	0.02
0.71	0.53	0.02
0.73	0.53	0.02
0.75	0.53	0.02
0.77	0.53	0.02
0.79	0.53	0.02
0.81	0.53	0.02
0.83	0.53	0.02
0.85	0.53	0.02
0.87	0.53	0.02
0.89	0.53	–

Table 1: tabla correspondiente al calculo de velocidad promedio de la experiencia. En base a los valores obtenidos se realizo el gráfico en función del tiempo para obtener su pendiente a .

Propagación del error de la variable velocidad:

$$\Delta V = \frac{d}{(T2-T1)}$$

$$\Delta V = \sqrt{\left(\frac{\partial d}{\partial(T2-T1)}|\Delta d\right)^2 + \left(\frac{\partial d}{\partial(T2)}|\Delta T2\right)^2 + \left(\frac{\partial d}{\partial(-T1)}|\Delta T1\right)^2}$$

$$\Delta V = \sqrt{\left((T2 - T1)^{-1} \cdot \Delta d\right)^2 + \left(-d(T2 - T1)^{-2} \cdot \Delta T2\right)^2 + \left(d(T2 - T1)^{-2} \cdot \Delta T1\right)^2}$$

Propagación del error de la variable tiempo:

$$\Delta T = \frac{(T2+T1)}{2}$$

$$\Delta V = \sqrt{\left(\frac{\partial(T2+T1)}{2}|\Delta T2\right)^2 + \left(\frac{\partial(T2+T1)}{2}|\Delta T1\right)^2}$$

$$\Delta V = \sqrt{\left(\frac{1}{2}|\Delta T2\right)^2 + \left(\frac{1}{2}|\Delta T1\right)^2}$$

Figure 4: Formulas utilizadas para la obtencion de los errores de la figura 3 obtenidas de la propagación del error de las variables tiempo medio (x) y velocidad media (y)

Bibliografía

Manual Photogate Vernier : <https://www.vernier.com/manuals/vpg-btd/>

Manual Sensor DaQ Vernier: <https://www.vernier.com/products/interfaces/sdaq/>

