

## DISEÑO DE UN SISTEMA DE BAJO COSTO PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE MEDIDAS EN EXPERIMENTOS DE FÍSICA. “LabGICM”.

L.Reyes<sup>1</sup>, B. Buitrago<sup>1</sup>, A. Velasquez<sup>1</sup>, J. Tobón, J. Lopez<sup>1</sup> y J. Otálora<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>*Grupo de Instrumentación Científica y Microelectrónica*

*Instituto de Física. Universidad de Antioquia.*

*(Recibido 20 de Sep.2005; Aceptado 13 de Mar. 2006; Publicado 16 de Jun. 2006)*

### RESUMEN

Se diseñó y construyó un sistema de control de adquisición de datos para laboratorios de física básica. Este se compone de un sistema embebido y una interfaz de procesamiento de datos ejecutable desde un PC. El sistema embebido hace medidas de distancia usando un sensor de ultrasonido, con la ayuda de un fotogate (photo-gate) realiza medidas de tiempo de diferentes modos como: intervalos de tiempo, período y tiempo de oscuridad. Dispone además, de un teclado, una pantalla de cristal líquido, memoria RAM, la cual le da autonomía para realizar experimentos de campo en los que no se tiene acceso a un PC y de cuatro entradas análogas para efectuar diferentes medidas, como por ejemplo: temperatura, campo magnético, intensidad lumínica, entre otras. El software del sistema tiene un menú de selección de funciones que se adaptan a diferentes experimentos de física. Se presentan los resultados obtenidos en los experimentos para la máquina de Atwood y la fuerza centrípeta

**Palabras Claves:** Microcontrolador, LabVIEW, sensores, adquisición de datos.

### ABSTRACT

A data acquisition control system for basic physics laboratories was design and built. It is composed by an embedded system and a data processing interface executable from a PC. The embedded system makes time measurements in different ways such as: time intervals , period and darkness time. The system has an ultrasound sensor for distance measurement, a keyboard, a liquid crystal display, Ram memory wich provides the system with autonomy to make field experiments where there is not available PC, and four analog inputs to make different measurements such as: temperature, magnetic field, luminic intensity among others. The software of the system has a functions selection menu, wich adaptates to different physics experiments. The results obtained in experiments for the Atwood machine and the centripetal force are shown.

**Keywords:** Microcontroller, LabVIEW, sensors, data acquisition.

### 1. Introducción

En la mayoría de experimentos en los laboratorios de física es útil el uso de sistemas de adquisición de datos y análisis por computador, el uso de la tecnología facilita el planteamiento de conjeturas razonables para explicar los fenómenos observados, permitiendo un análisis más profundo y eficiente. El hecho que un experimento pueda ser repetido fácil y rápidamente cuando del análisis surgen nuevos interrogantes o hipótesis hacen que estas herramientas sean imprescindibles en el laboratorio de clase. Pensando en las necesidades de los laboratorios de cinemática del Instituto de Física de la Universidad de Antioquia se diseño e implemento el sistema LabGICM.

Para el desarrollo del hardware se tomo como eje central del sistema el microcontrolador MC68HC908GP32 de Motorola y para el manejo y control desde el computador del sistema se diseño una inteface gráfica en LabVIEW.

## 2. Instrumentación del sistema LabGICM

### 2.1. Hardware

Como elemento administrador del LabGICM se tiene un microcontrolador **MC68HC908GP32** de *Freescale* en el cual se almacena el *firmware* que se encarga de controlar todas las acciones del sistema. Este microcontrolador se eligió según los requerimientos de memoria (tanto RAM como FLASH), tipo y cantidad de periféricos, la frecuencia de reloj a la que puede operar, el tipo de encapsulado y la facilidad de adquisición. Con los periféricos usados se logró medir eventos externos de tiempo con una resolución de 1  $\mu$ s, mediciones de voltaje de 0 a 5 voltios con resolución de 20mv. Se utilizó el conversor serial a paralelo sincronico **74HC595** para darle más capacidad en cuanto a cantidad de terminales de entrada/salida, esta comunicacion sincrónica se implementó mediante el periférico de Interfase Serial Periférica (SPI) del microcontrolador. Además se cuenta con un periférico de Comunicación Serial Asíncrona (SCI) para la iteración con un PC. Se utiliza un Display de cristal líquido (LCD) que permite al usuario la interacción con el sistema, y por medio del cual se despliega un menú que permite escoger y programar las distintas funciones que se tienen. El ingreso de datos y el manejo del menú se realizan por medio de un teclado matricial 4x4 cuando se opera en forma manual.

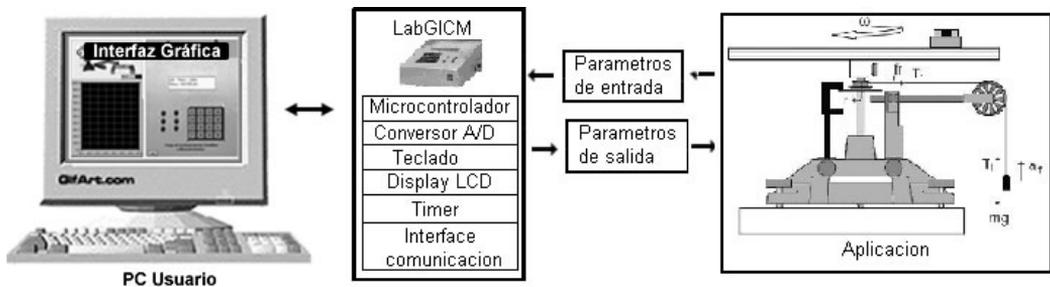


Figura 1. Módulos de hardware del LabGICM.

### 2.2. Arquitectura del SOFTWARE

La interfaz gráfica fue desarrollada en LabVIEW 5.0, lo que permitió contar con herramientas robustas para el análisis y graficación de datos, en la figura 1 se observa el diagrama del sistema. Dicha interfaz gráfica cuenta con las mismas opciones que se tienen cuando se opera manualmente, pero además permite supervisar el sistema desde un PC y guardar los datos en un archivo para su posterior análisis.

### 2.3. Arquitetura del FIRMWARE

El desarrollo del *firmware* para el microcontrolador se realizó bajo lenguaje ensamblador propio de los microcontroladores de la familia HC08 de *freescale*. La ventaja de este lenguaje es que permite optimizar los tiempos de ejecución de las acciones del microcontrolador, lo cual es relevante para nuestras medidas de tiempo.

La estructura del código se divide en varios módulos que se encargan de ejecutar una determinada función. Entre estos módulos están los controladores de dispositivos y las funciones de aplicación.

### 2.4. Sensores del LabGICM

El sistema construido cuenta con dos sensores que son los encargados de la mayoría de medidas en los montajes de cinemática. El primero es un sensor de ultrasonido [1] que mide la distancia entre la posición que ocupa el sensor y un objeto o pared. Su intervalo de detección está entre tres metros y tres milímetros con una resolución máxima de tres milímetros. El segundo sensor, *fotogate* [2], consta de un emisor de luz (LED) y un receptor (fototransistor), es usado para hacer medidas de tiempo, período y velocidad con una resolución de 1 milisegundo.

### 3. Aplicaciones

En este trabajo se presentan los resultados de la máquina de Atwood y la fuerza centrípeta.

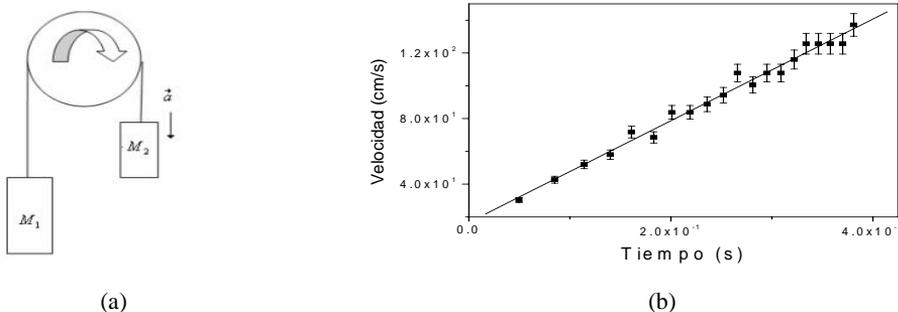


Figura 2. (a) Máquina de Atwood, (b) Gráfica de velocidad en función del tiempo obtenida con el LabGICM.

La máquina de Atwood, figura 2 (a), se puede utilizar para medir la aceleración de la gravedad. Usando el LabGICM en este experimento se obtuvieron los datos mostrados en la figura 2 (b), para los cuales el resultado de la aceleración de la gravedad en la ciudad de Medellín fue de  $976,58 \text{ cm/s}^2$  que comparado con el valor teórico para Medellín ( $978,11 \text{ cm/s}^2$ ) [5] dió un error relativo de  $0,16 \%$ .

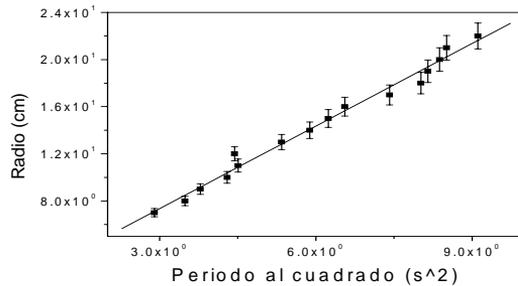
En el experimento de fuerza centrípeta se estudió la relación de una fuerza central y unas masas conocidas con respecto al radio y el período de giro, cuya relación [6] está dada por:

$$\frac{F_c}{4\pi^2 m} = \frac{R}{T^2} = 2,384 \frac{\text{cm}}{\text{s}^2}. \quad (1)$$

Donde  $F_c$  es la fuerza centrípeta,  $m$  la masa,  $R$  el radio y  $T$  el período. En la figura 3 (a) puede verse el montaje experimental Pasco [7] y en la figura 3 (b) los datos obtenidos con el LabGICM. La pendiente obtenida es  $2,335 \text{ cm/s}^2$  con un error relativo de  $2,05 \%$ .



(a)



(b)

Figura 3 (a) Montaje Pasco para la medida de fuerza centrípeta. (b) Radio en función del período al cuadrado.

## 5. Conclusiones

La interfaz de control LabGICM hace parte de un esfuerzo de nuestra Universidad por mejorar la calidad de la enseñanza de la física. Como la adquisición de datos se hace por un sistema controlado por computador, le permite al estudiante analizar y confrontar una mayor cantidad de resultados experimentales con la teoría, además, le permite hacer análisis estadístico de los resultados debido al gran número de datos que pueden ser tomados. El LabGICM es un sistema diseñado con elementos de bajo costo y de buen desempeño, lo que facilita su mantenimiento, adecuación y reconfiguración.

Aprovechando el diseño implementado, nuestro laboratorio está evolucionando hacia un laboratorio en red que preste servicios a las diferentes facultades y a otras instituciones e incluso a colegios de nuestra región sin necesidad de desplazarse al laboratorio.

La calidad de las medidas hechas por el LabGICM, su versatilidad, fácil manejo y resolución hacen que el equipo pueda ser utilizado en los laboratorios de física básica y en la investigación científica.

## Agradecimientos

Al proyecto “Apoyo a Programas Acreditados. ICFES, Vicerrectoría de Docencia”.

## Referencias

- [1] Manual de Referencia SENSOR DE ULTRASONIDO SRF04
- [2] Manual de Referencia emisor de luz infrarroja OPL800
- [3] MC68HC908GP32 Technical Data.
- [4] Manual de Referencia LabVIEW 5.0.
- [5] Solar Energy Applications. Meinel and Meinel
- [6] Física. Serway, Raymon A. Tomo I, cuarta edición.
- [7] PASCO SCIENTIFIC, 1999.