

## **LABORATORIO AUTOMATIZADO DE FISICA**

José Menéndez Villa, Roberto Noy Monteagudo, Omar Zamora Díaz  
Alfredo Moreno Yeras, Jesús Iglesias Durán, Manuel Iglesias Pérez  
Medel Pérez Presmanes, Carlos Osaba Rodríguez.

Departamento de Física  
Instituto Superior Politécnico "José A. Echavarría"  
Habana, Cuba.

### **Resumen:**

La realización de prácticas automatizadas en el laboratorio docente de Física General puede constituir un medio de adiestrar al estudiante en el uso de técnicas avanzadas de adquisición y procesamiento de información en tiempo real.

En este trabajo se exponen los criterios aplicados en ese sentido a un conjunto de experimentos de laboratorio de Física General acoplados a microcomputadoras encargadas del proceso de medición y procesamiento de los datos y algunas conclusiones deducidas a partir de los resultados obtenidos hasta el momento.

### **Abstract:**

An automatized general physics laboratory course can be used as an opportunity to induce students in the modern techniques of acquisition and data processing in real time.

In this paper we expose this approach in a set of experiments attached to microcomputers in a general laboratory.

Finally the results we have obtained up to now are discussed.

### **1. Introducción.**

La aplicación de las microcomputadoras en la educación, que inicialmente se manifestó en la enseñanza de nuevos contenidos [1] o la recapitulación de lo impartido en clases, ha comenzado a aparecer en los últimos años en los laboratorios docentes [2,3,4,5,6].

En el presente trabajo se abordarán algunos aspectos generales del problema así como los trabajos preliminares realizados en este sentido en el Departamento de Física del ISPJAE.

### **2. Papel de la computadora en los laboratorios docentes.**

El desarrollo de la actividad docente de laboratorio puede dividirse en cinco etapas:

- Preparación previa del estudiante.
- Preparación del sistema experimental.
- Adquisición de datos experimentales.
- Procesamiento de los datos.

#### **- Discusión de resultados.**

Hasta el momento los trabajos automatizados realizados alcanzan las etapas de adquisición y procesamiento de datos, con las siguientes ventajas:

- Permite que el procesamiento de datos se realice en el laboratorio, por lo que el profesor puede interactuar con el alumno mediante preguntas u orientaciones y la discusión de los resultados puede realizarse inmediatamente.

- Reduce la diversidad de equipamiento en el laboratorio ya que la microcomputadora asume algunas o todas las funciones de los instrumentos de medición.

- Provoca una mayor motivación de los estudiantes (tanto por la novedad como por la supresión de tareas monótonas) y su familiarización con técnicas que forman parte de muchos sistemas o dispositivos modernos de medición y control.

Con respecto a la última ventaja, debe destacarse el hecho de que la aplicación de la microcomputadora a los laboratorios docentes de física en especialidades de ingeniería familiariza a los estudiantes con sistemas automatizados que estudiarán posteriormente dentro de su especialidad, por lo que puede considerarse no sólo una herramienta de trabajo, sino también un objeto de estudio [2].

Como particularidades a tener en cuenta deben señalarse las siguientes:

- El estudiante puede obtener resultados sin conocer a fondo la técnica experimental o el fenómeno físico de estudio.

- En los programas se aplican de forma implícita conocimientos que quedan "ocultos" al estudiante (por ejemplo, métodos de procesamiento de datos experimentales).

El estudiante no adquiere habilidades con los instrumentos de medición convencionales.

Dependiendo de los objetivos que se persiguen, estas particularidades pueden ser ventajosas o no.

### **3. Criterios aplicados a la automatización.**

En la mayoría de los casos se establecen como objetivos generales de las prácticas de laboratorio [7] la adquisición de habilidades experimentales y la comprensión experimental de leyes. Estos objetivos comprenden en la actualidad el desarrollo de habilidades de trabajo con instrumentos de medición, la familiarización con sistemas y métodos experimentales previamente desarrollados y la aplicación manual de algoritmos de procesamiento de datos, todo dentro de las limitaciones prácticas de tiempo y posibilidades de equipamiento.

La primera etapa de la automatización se dirige fundamentalmente a la ampliación de dichas posibilidades, o sea, abordar dentro de las prácticas un mayor número de casos o situaciones más complejas. Esto evidentemente implica el desarrollo de nuevas prácticas o el rediseño de las existentes, pero permite, en cambio, obtener una visión más amplia de los fenómenos estudiados.

En este sentido la selección de las prácticas a automatizar se hace atendiendo fundamentalmente a las nuevas posibilidades que abre la microcomputadora conectada al experimento. Como excepción se incluye una práctica cuyo objetivo es la familiarización del estudiante con la microcomputadora como instrumento de

laboratorio.

Con el fin de reducir al mínimo los posibles efectos negativos de las particularidades antes mencionadas, las prácticas automatizadas se insertan dentro del plan general de laboratorio de manera que se garanticen los objetivos de éste y los programas se diseñen para una alta interactividad con el operador (estudiante) según un estilo de operación único e independiente de la práctica.

### **3.1 Desarrollo del Hardware.**

El desarrollo del hardware ha estado dirigido en dos vertientes: interfases de acoplamiento de los sistemas experimentales a la microcomputadora y red para la transmisión y recepción de programas y datos.

En el diseño de las interfases se ha puesto como primer objetivo la simplicidad, por lo que se han preferido las soluciones por software. Como desventaja general de este enfoque se plantea un bajo aprovechamiento del hardware y un mayor tiempo de puesta a punto del sistema. Sin embargo, las prácticas docentes pueden adaptarse mejor a las posibilidades del hardware, siempre mayores que las de los métodos convencionales, sin detrimento de los objetivos docentes. En este caso, el mayor tiempo de puesta a punto está compensado por la rapidez y economía en la reproducción de los circuitos [8].

El segundo objetivo en el diseño ha sido la generalidad de aplicación, reflejado en la posibilidad de utilizar las interfases resultantes en varias prácticas, e incluso con un mínimo de modificaciones, en sistemas experimentales comerciales.

Hasta el momento se han introducido en el laboratorio tres tipos de interfases de entrada: un contador, un cronómetro y un fotómetro. Además, se han desarrollado y están en vía de aplicación una interfase de entrada para lectura multiplexada de temperaturas y una interfase de salida para control de tensión o corriente por modulación de ancho de pulso.

Como ejemplo de las posibilidades brindadas por estas interfases cabe mencionar que el sistema contador formado por tres circuitos de bajo nivel de integración y algunos componentes discretos, permite el conteo de los pulsos de una cámara de ionización con un error no mayor del 2% en frecuencias medias de hasta 1000 pulsos por segundo. Esto es perfectamente aceptable en un laboratorio docente, dado que la actividad de las fuentes no debe ser alta por razones de seguridad del personal.

Para lograr un mejor aprovechamiento del hardware, se ha ubicado en un local 12 microcomputadoras tipo TOSHIBA HX-21 y TRS-80 C.C.2, conectadas a los experimentos y unidas por una red desarrollada para el efecto, aprovechando las posibilidades del puerto de grabadora.

El centro de esta red es un controlador de operación manual construido con un costo de materiales menor que el precio de venta de los dispositivos comerciales similares [9]. Este controlador se conecta a una microcomputadora NEC del tipo PC-9801F con impresora a través del puerto RS232, lo que permite el almacenamiento en disco flexible de 5" de los programas empleados en las prácticas, su transmisión a cada puesto de trabajo y la recepción e impresión de los resultados obtenidos por los estudiantes.

En estos momentos se encuentra en vía de introducción, una segunda variante de

conmutador, de operación automática, desarrollada también en el Departamento de Física.

### 3.2 Desarrollo del software.

Hasta el momento se han puesto a punto programas para nueve prácticas y los programas de comunicación entre las microcomputadoras que conforman la red. Estos son:

PRACTICA	PROGRAMA
Alcance de partículas beta	ALPABE
Histograma de una fuente beta	HIPABE
Difracción de rayos x	DIRAX
Ley de Stokes	STOKES
Máquina de Atwood	ATWOOD
Momento de inercia	MICRUZ
Péndulo físico y matemático	PENDUL
Polarización de la luz	POLLUZ
Conductividad térmica	DEPRES
Programas de Transmisión y recepción	N88MSX
	N88TRS
Programas de recepción e impresión	INFORM.

Las tres primeras prácticas emplean interfase contador y se caracterizan por generar un volumen de datos relativamente grande. En "Difracción de rayos x" en particular, la microcomputadora completa el equipamiento requerido por un sistema experimental comercial.

En el caso de "Ley de Stokes" se aprovecha la posibilidad de medir varios intervalos de tiempo brindada por la interfase cronómetro y la facilidad de resolver trascendentes mediante la microcomputadora, para estudiar el movimiento de una esfera en un medio viscoso en toda su trayectoria y no solamente en la zona de movimiento con velocidad límite (método tradicional).

La práctica de péndulos se desarrolló para la familiarización del estudiante con la microcomputadora como instrumento de laboratorio.

La "Polarización de la luz" está montada sobre la microcomputadora TRS-80 y aprovecha la entrada analógica del "joystick".

Para cada una de estas prácticas se ha escrito el folleto correspondiente con los objetivos docentes, los aspectos teóricos, la técnica operatoria a seguir y la bibliografía. Además se elaboró el manual de operación del programa de comunicación.

Como aplicación colateral se ha desarrollado un conjunto de demostraciones de mecánica (cinemática, dinámica y leyes de conservación) sobre un sistema comercial de pista sin fricción [10].

## 4. Conclusiones y recomendaciones.

Aunque este sistema de prácticas de Física General sólo se ha explotado durante los últimos dos años, pueden presentarse algunas conclusiones preliminares en cuanto a la validez de los criterios iniciales aplicados y dificultades a enfrentar.

Desde el punto de vista docente es evidente el interés que despierta en la mayoría de los estudiantes la aplicación de la microcomputadora a la actividad del laboratorio, manifestado tanto hacia el objetivo de la práctica en sí como hacia el sistema de medición, por lo novedoso de la presentación.

Además, al reducirse el tiempo dedicado a la adquisición y procesamiento de los datos, el profesor a cargo del laboratorio puede hacer más hincapié en la discusión de los aspectos teóricos del fenómeno estudiado.

Las prácticas automatizadas hasta el momento justifican la valoración hecha en cuanto a la aplicación de soluciones por software y simplificar el hardware.

También se considera acertada la aplicación de un diseño sencillo de red, tanto por la eficiencia como por la confiabilidad logradas, aunque este aspecto debe seguirse desarrollando.

Como dificultades que deben ser enfrentadas están la preparación de docentes en las líneas de explotación de laboratorios automatizados y desarrollo de los mismos. En esta última línea deben incluirse los estudios metodológicos sobre la introducción de la microcomputadora en los laboratorios.

La reducción del tiempo y esfuerzo requeridos del estudiante para la obtención de resultados permite plantear en una segunda etapa de automatización, objetivos que requieran un trabajo independiente mayor por parte del estudiante, incluyendo el diseño del experimento.

## **BIBLIOGRAFIA.**

- [1]. Alessi S., Trollip S., "Computer-Based Instruction", Prentice Hall, 1985.
- [2]. Ministerio de Educación Superior, Programa de Computación, Ciudad Habana, 1987.
- [3]. ISPJAE, Informe al pleno, 1989
- [4]. Calviño et al., "Espectrómetro multicanal", Habana, 1988.
- [5]. Menéndez J., Noy R., "Práctica automatizada de alcance de partículas beta.", Primer Taller Metodológico de Occidente, Pinar del Río, 1989.
- [6]. Nuñez H., et al, "Chaos in dripping faucet", AVOCONS, AEJP1086, 24.11.88, UNAM, México.
- [7]. Manzur-G A., et al, "El papel del laboratorio en la enseñanza de la física".
- [8]. Peatman J.B., "Microcomputer-Based Design", Edición revolucionaria, Habana, 1986.
- [9]. Radio Shack, TRS-80 Catalog, Tandy Co., 1983
- [10]. Griffin, Linear air track, England, 1977.