

AUTOMATIZACION DE LAS PRACTICAS DE CIRCUITOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS PARA ALUMNOS DE LA DIPLOMATURA DE INFORMATICA

Lara M., Polonio C., Villatoro F., Molina M.D.,
Montijano M.A., Benavides J.I., Hernández M.

Universidad de Córdoba
E.U. Politécnica
Unidad Docente Arquitectura Ordenadores
Dpto. E. y Electrónica
Avda. Menendez Pidal s/n 14004 Córdoba

Tfno: (957) 218375/76

Fax: (957) 218316

RESUMEN

En esta comunicación vamos a presentar el diseño e implementación de un sistema de automatización de procesos experimentales y su aplicación a la enseñanza de circuitos eléctricos y electrónicos, para alumnos que cursan estudios de la Diplomatura de informática. Las características, habilidades, conocimientos y preferencias de estos alumnos, los hacen aptos para el empleo de sistemas de automatización controlados mediante ordenadores personales, que incluyen hardware adicional y software apropiado.

La utilización de estos sistemas de automatización no eliminan el montaje real, el cual deberá ser realizado por el alumno, pero si realizan de forma transparente al alumno todas las tareas necesarias para la generación de las señales de excitación, que se utilizan en el proceso, y la captación de la respuesta del circuito a estudiar. El procesamiento de la información obtenida, y su análisis, comparación y presentación adecuada al alumno cierra el proceso de automatización y da pie para su interpretación.

1. INTRODUCCION

Cada día está más generalizada la utilización de los computadores en la enseñanza de las distintas materias de las Ciencias y de las Letras. Sin duda, uno de los principales "causantes" ha sido la gran disponibilidad de computadores en todos los centros de enseñanza, a partir de la aparición en el mercado, a precios muy asequibles, de los Ordenadores Personales.

Teniendo como objetivo el desarrollo de un sistema aplicado al estudio y comprensión de procesos reales, son dos las líneas que consideramos de interés: la Simulación de los procesos reales y la automatización en la experimentación de esos procesos reales. Dentro de la primera se encuentran todos los paquetes software de tratamiento de modelos del proceso y su resolución mediante tratamiento numérico. En nuestro caso, nos centraremos en el desarrollo de un Sistema electrónico controlado por un ordenador, que se corresponda con esa segunda línea, aunque puede englobarse en un sistema que considere las dos, incluyendo la comparación entre los resultados obtenidos mediante simulación y la automatización experimental.

En el presente trabajo, vamos a describir un Sistema electrónico, basado en la utilización de un Ordenador Personal, tipo IBM compatible, junto con un hardware adicional y un software apropiado, que sea capaz de automatizar todo lo relacionado con la generación de las señales de excitación para un tipo de circuito eléctrico y/o electrónico, así como la captación de la respuesta del citado circuito a esas señales de excitación. Posteriormente, mediante el tratamiento adecuado de la información recogida, se procederá al análisis de esos datos, al cálculo de parámetros de ese circuito a partir de la relación encontrada entre la señal de excitación y la respuesta así como a la representación gráfica de toda la información recogida y calculada, incluida la comparación con los resultados teóricos esperados.

Nosotros pretendemos, en una primera etapa, hacer transparente al alumno estos procesos, para que en posteriores etapas de aprendizaje pueda el mismo desarrollar el software necesario que permita introducir procesos adicionales en la automatización del experimento.

Como hemos dicho, este sistema se va a emplear, entre otras actividades, en la parte experimental de las materias de Teoría de Circuitos, que se imparte en el primer curso de los estudios de informática, y en la de Electrónica General, de segundo curso.

Aquí solo presentaremos algunos de los procesos experimentales que ya se han completado, pero su extensión a otros de las mismas materias u otras materias, resulta fácil. En concreto se ha aplicado también al estudio de la transmisión del calor en diferentes tipos y formas de sólidos, dentro de las enseñanzas prácticas de Física General.

En la figura 1 se muestra un diagrama de bloques del Sistema en el que se pueden distinguir los tres bloques básicos: el Ordenador Personal, el Sistema de captación y generación de señales, y el módulo de montaje de los componentes para el desarrollo del proceso experimental.

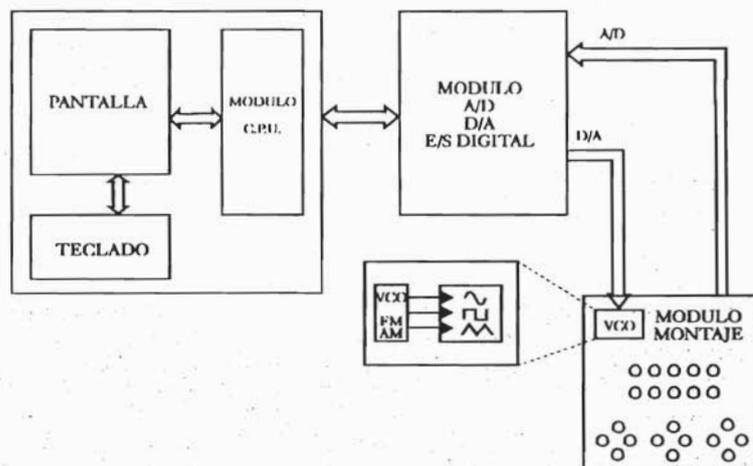


Figura 1. Diagrama de bloques del Sistema

2. COMPONENTES HARDWARE

En la figura 1, podemos observar, en primer lugar, el bloque denominado O.P. (Ordenador Personal) que se trata de un compatible IBM PC, que presenta las siguientes características: procesador 80286 a 12 Mhz., 1 Mbytes de RAM, 40 Mbytes de Disco, tarjeta gráfica VGA (512 K) y monitor color.

El segundo bloque que se muestra en la figura 1, se corresponde con el módulo de captación, y conversión en su caso, de señales externas así como la generación de señales analógicas hacia el exterior. El subsistema electrónico que realiza las funciones de entrada/salida se presenta en dos versiones. En una primera versión utilizamos una placa comercial de E/S (PC LAB) que se inserta en uno de los slot del PC. En la segunda versión se ha utilizado una placa desarrollada en colaboración con el laboratorio de Electrónica de la Facultad de Física de La Habana, que presenta unas características aceptables para su uso en este Sistema.

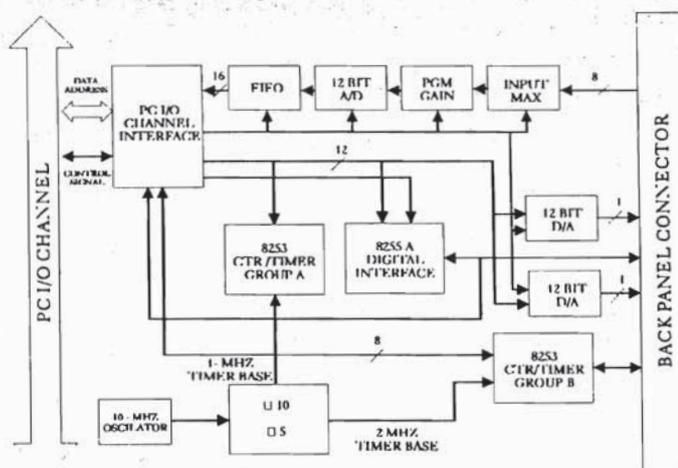


Figura 2. Diagrama de bloques del LAB-PC

En la figura 2 se muestra un diagrama de bloques de la placa comercial LAB PC, cuyas principales características son:

- 8 entradas analógicas (12 bits)
- 3 puertos de salidas digitales (8bits)
- temporizadores
- salidas analógicas

Como puede deducirse de las especificaciones del fabricante, estas cubren sobradamente la mayor parte de las necesidades para la automatización, salvo en lo referente a la velocidad de conversión cuando se trate de convertir señales analógicas de frecuencias altas.

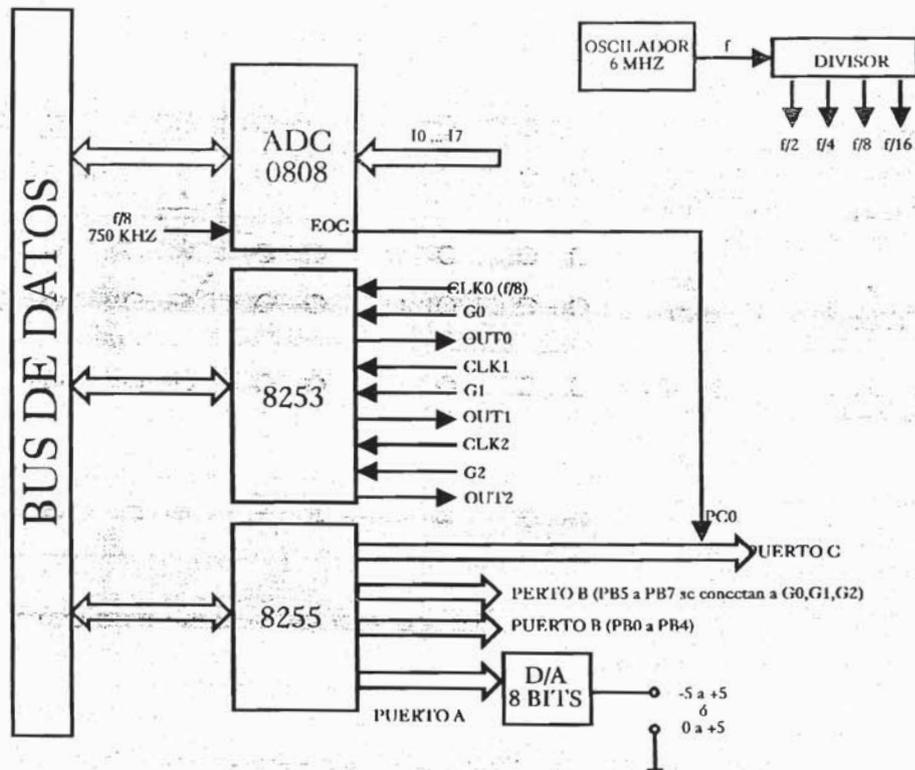


Figura 3.

Desarrollada en la segunda versión, se usa la tarjeta de E/S, cuyo diagrama de bloques se muestra en la figura 3, y que presenta las siguientes características:

- Conversión A/D 8 canales (8 bits)
- Conversión D/A 2 salidas (8 bits).
- 13 E/S digitales
- 1 temporizador de tres canales.

Como podemos observar, las principales diferencias con respecto a la anterior son la capacidad de los convertidores, 12 bits en la primera y 8 en la segunda, así como la velocidad de conversión y las etapas de ganancia programable. A pesar de estas diferencias, favorables a la primera, en la gran parte de las cosas proponemos la segunda para el Sistema, ya que tanto su capacidad como precisión son suficientes para la mayoría de las aplicaciones

y el costo es totalmente favorable a la segunda.

El tercer bloque del Sistema se denominada Módulo de montaje y se compone de una base de montaje, realizada sobre un circuito impreso al que se le han incorporado un conjunto de bornas, adecuadamente dispuestas, que permite realizar montajes experimentales con componentes reales. Además de dicha base, insertada en una caja que actúa de soporte, dispone de un determinado número de conectores para su acoplo con la tarjeta de E/S y también un subsistema de generación de señales de tipo sinusoidal, triangular y cuadrada, para su utilización en la caracterización de los circuitos con los que se experimentan. Dichas señales pueden ser controladas en frecuencia y en amplitud por el ordenador, a través de las líneas analógicas de salida de la tarjeta de E/S.

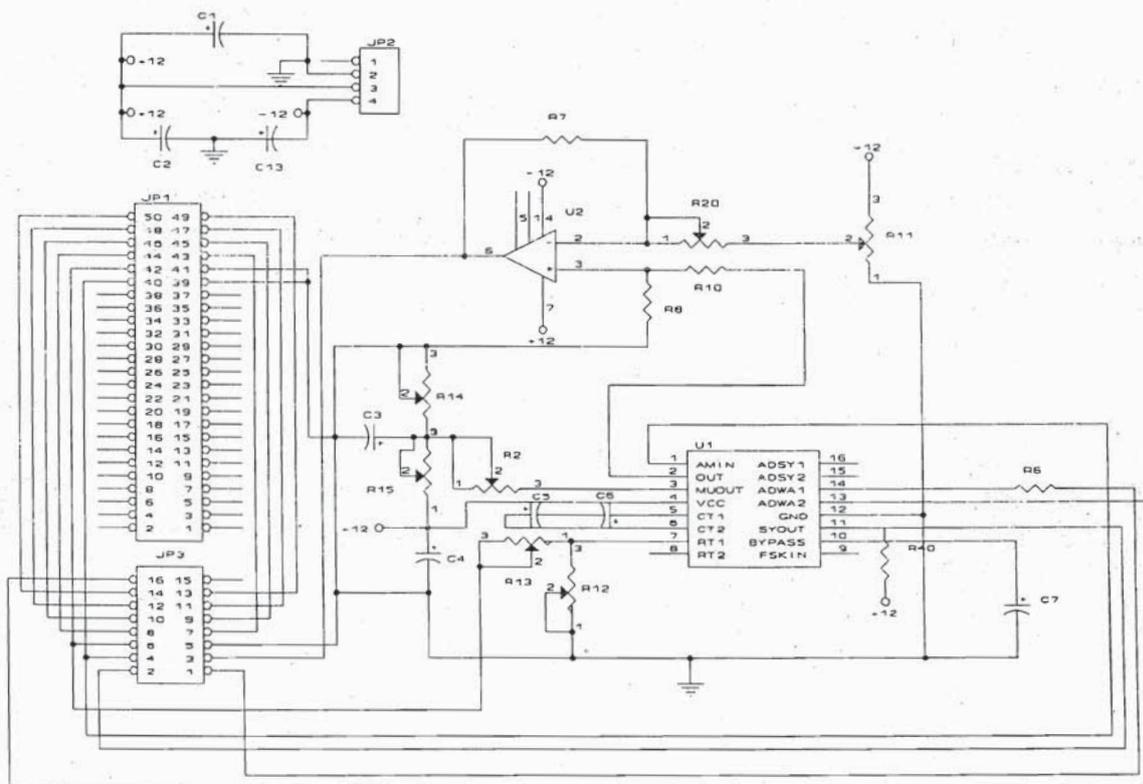


Figura 4. Sistema de generación de señales

Un diagrama de bloques de este subsistema de generación se presenta en la figura 4, donde puede observarse que el componente principal es un oscilador controlado por tensión (XR2206), cuya salida puede ser modulada en amplitud y frecuencia.

3. COMPONENTES SOFTWARE

Se ha procurado que tanto el Software utilizado como las características hardware del ordenador requeridas sean lo más standar posible. Por ello el soporte software

sobre el que se ha desarrollado es el siguiente:

- Sistema Operativo MSDOS 3.0 o superior
- Lenguaje de programación C de Microsoft, incluyendo el compilador y linkador
- Lenguaje ensamblador del 80286

Con respecto a las rutinas software desarrolladas para la automatización de diferentes tipos de prácticas, podemos agruparlas en varios tipos:

- **Rutinas de adquisición de datos:** obtenemos una representación digital de las señales analógicas involucradas en el experimento. Dependiendo del experimento que se esté automatizando, deberán dar las ordenes y parametros que se necesiten, a la tarjeta de adquisición de datos para captar, digitalizar y almacenar los valores de las señales de excitación y/o de respuesta del montaje. Parámetros tales como número de muestras, velocidad de muestreo, número de señales, canales utilizados, etc...

- **Rutinas de acondicionamiento de las señales captadas:** éstas nos sirven para preparar los datos que se han obtenido con las rutinas anteriores, para su posterior uso en la representación gráfica. Todas ellas han sido desarrolladas en C, de acuerdo con el soporte software utilizado.

- **Rutinas para la representación gráfica de los resultados obtenidos:** como indicamos en la introducción, uno de las etapas de automatización era la representación gráfica de los resultados experimentales obtenidos. Desde el punto de vista pedagógico es muy importante esta etapa, ya que posibilita que el alumno vea de manera inmediata el resultado del montaje que ha realizado.

- **Rutinas para el procesamiento de la información:** en este caso, y a partir de los datos disponibles, se realizará el correspondiente análisis de estos para la obtención de aquellos parámetros o valores característicos del montaje que se estudia, así como la comparación con los resultados teóricos esperados. Valores como frecuencias de corte, impedancias, ancho de banda, tiempos de carga, etc..., son calculados aquí.

4. PROCESOS EXPERIMENTALES A AUTOMATIZAR

En este apartado vamos a comentar algunos de los experimentos que hemos automatizado. El primero de ellos se trata del análisis del comportamiento de un circuito RC, que se realiza en las sesiones prácticas de la materia de electricidad. El segundo se trata del estudio de las funciones de amplificación, filtrado y realización de operaciones mediante la utilización de los amplificadores operacionales integrados, de acuerdo con la materia de electrónica general.

- Circuito RC

En este experimento se trata de automatizar el análisis del comportamiento del

circuito eléctrico RC en régimen transitorio, así como su comportamiento respecto a la frecuencia para diferentes tipos de señales variables. En la figura 5 se muestra de una manera esquemática el montaje de esta experiencia.

En el primer caso, y una vez conectado los terminales de los módulos de generación y captación de señales, se le aplica a la entrada un escalón unitario y se van captando los distintos valores de las señales de entrada y salida al circuito. Una vez recogidos y almacenados los datos del experimento, se procederá a aplicarle las diferentes rutinas de preproceso, obtención de parámetros (constante de tiempo de carga) y las representaciones gráficas correspondientes.

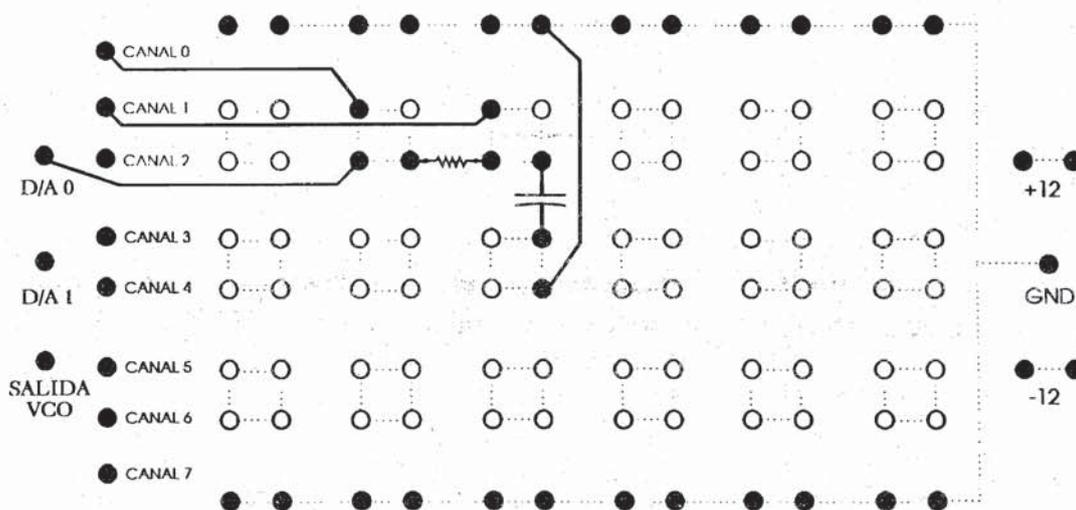


Figura 5. Módulo de montaje del Circuito RC

Para el estudio del comportamiento en frecuencia, mediante software se van generando señales, por ejemplo de tipo sinusoidal, de frecuencia variable mediante la modulación de la salida del V.C.O.. Posteriormente se realizará la representación gráfica de la respuesta en frecuencia (Ganancia y Fase frente a Frecuencia) así como el cálculo de la frecuencia de corte y el desfase a esa frecuencia. En ambos casos siempre se realiza una comparación entre los valores de los parámetros obtenidos en función de la solución teórica al problema y la solución que nos proporciona el experimento.

- Funciones Electrónicas con Amplificadores Operacionales

Con este experimento pretendemos que el alumno pueda analizar y comprobar las principales características de los Amplificadores Operacionales integrados así como la realización de ciertas funciones electrónicas básicas, como: amplificación, filtrado, etc... El módulo de montaje lleva incorporado un zócalo de manera que se pueda insertar fácilmente el circuito integrado que incorpora el Amplificado Operacional. Este circuito, junto con

diferentes redes externas de componentes discretos, serán los circuitos a analizar. En la figura 6 se muestra un diagrama esquemático de uno de los montajes que se ha automatizado su experimentación.

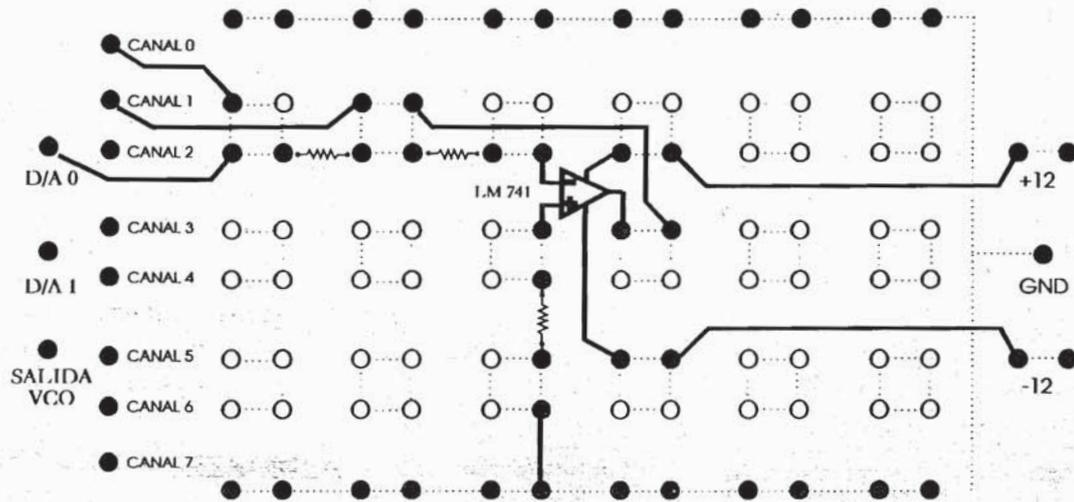


Figura 6. Módulo de montaje del A.O.

A partir de la adecuada generación y captación de señales en la entrada y salida de cada uno de los montajes podemos, con el tratamiento software apropiado, obtener algunas de las características del montaje realizado como: ganancia en lazo abierto, impedancias de entrada y salida, tensiones de offset, rango dinámico, respuestas en frecuencia, etc...

5. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

En este apartado vamos a comentar las etapas necesarias para la automatización de uno de los experimentos que hemos propuesto anteriormente. En concreto nos vamos a centrar en el análisis del comportamiento de un circuito RC. La secuencia de pasos que se han de seguir son:

- a.- Conexión de los diferentes módulos del Sistema de forma adecuada a la experiencia a realizar, incluyendo la alimentación de todos ellos y arranque del programa de automatización.
- b.- Elección, de acuerdo con el menú que se nos presenta en pantalla, del montaje concreto que se va a analizar, indicándole posteriormente los parámetros y datos que se nos solicitan.
- c.- Realización del montaje a automatizar, con los valores de los elementos que hemos indicado anteriormente. Esta etapa puede realizarse antes de la b sin que ello suponga

problema alguno.

d.- Elección, tal y como se indica, del proceso a realizar de ese montaje. En el caso que presentamos esta elección debe comenzar con la etapa de generación y captura de las señales. Posteriormente se podrán elegir las otras de presentación gráfica de resultados, presentación de los parámetros obtenidos, etc... Cada una de estas se pueden hacer para todas las experiencias posibles con ese montaje, como son: carga del condensador, descarga del condensador, respuesta en frecuencia a onda triangular cuadrada o sinusoidal, etc...

En la figura 7 se muestran algunas de las pantallas que se van mostrando en la automatización de esa experiencia, tal y como se indicaba en los pasos anteriores. En otras experiencias el proceso es similar, solo que varían las características del montaje y las señales y parámetros que se manejan.

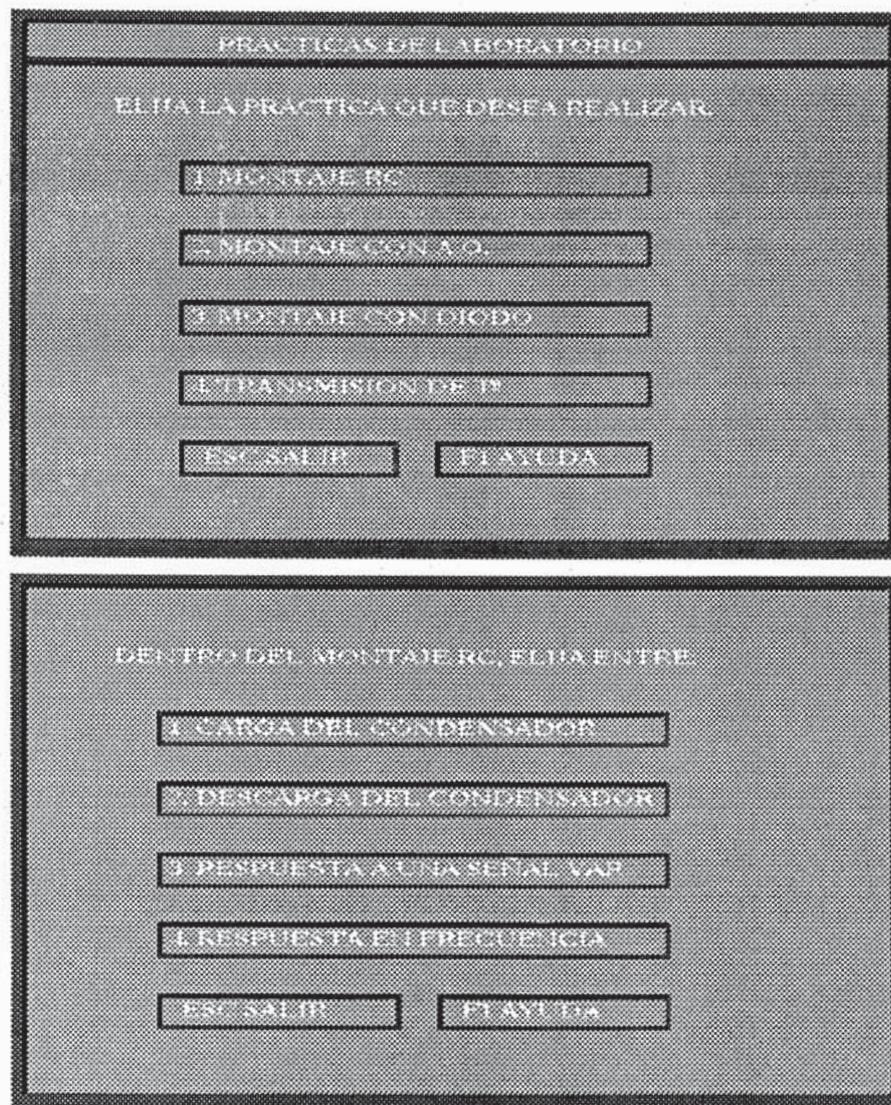


Figura 7. Pantallas de la automatización de la experiencia

6. CONCLUSIONES

A lo largo de la presente comunicación hemos intentado mostrar, de una forma simple los componentes y características de este sistema de automatización de prácticas. Aunque será necesario introducirlo en las sesiones prácticas, de las asignaturas correspondientes, durante un curso escolar para su evaluación, creemos que su aplicación será positiva desde el punto de vista pedagógico. Como hemos comentado a lo largo de la comunicación, hemos huido deliberadamente de Soportes hardware y software complejos, ya que su aplicación estaría condicionada a la existencia de unos laboratorios con infraestructura informática y medios económicos relativamente altos, que aunque no es el caso de los centros de diplomatura de informática si lo sería en el caso de querer aplicar este sistema en centros de Enseñanza Media. Con respecto al soporte hardware hemos de tener en cuenta que una tarjeta de E/S comercial como la que hemos utilizado (PC LAB) supone un gasto de más de cien mil pesetas, lo que si añadimos el costo del módulo de montaje, el generador de señal y el Ordenador Personal apropiado aparecería un costo excesivo. Con respecto al soporte Software ocurre algo similar, si utilizamos entornos más potentes y actuales, y no solo por el software propiamente, sino también por el aumento de prestaciones, y de coste, que debe presentar el ordenador.

Sería ilusorio pensar que estos sistemas de automatización, por si solos serían suficientes para resolver el problema de las sesiones prácticas en la enseñanza de cualquier temática. Hay dos aspectos que no podemos olvidar. El primero es la presencia activa del profesor-tutor de prácticas, que en cada momento esté dirigiendo la actividad de los alumnos que realizan las prácticas. En segundo lugar está un buen manual de prácticas de forma que el alumno conozca perfectamente y con la antelación suficiente, el experimento que esta analizando. Aunque no lo incluimos en esta comunicación, se han realizado las correspondientes guías de cada una de las prácticas.

En la actualidad estamos trabajando en la introducción de la simulación de los procesos que experimentan, mediante las técnicas de cálculo numérico, de manera que incluso en aquellos procesos que no presenten un solución analítica, al aplicarle condiciones reales, se pueda hacer una comparación entre la solución numérica y los datos experimentales. Esto ya se está aplicando en el caso del análisis de los procesos de transmisión del calor en sólidos.

7. BIBLIOGRAFIA

- [1] J. León Alvarez. "Cálculo con el ordenador de la transmisión de calor en aletas refrigerantes". *Ingeniería Química*.
- [3] R. Menéndez Barzanallama. "Hardware y Software, basados en PC, para automatización de laboratorios". *Revista Técnica de Laboratorio*.
- [4] M.C. Haton. "El Ordenador Pedagogo". *Revista Mundo Científico*.
- [5] J. Maimo. "Laboratory by means of cheap home microcomputers". *Revista Química Analítica*.