

ENTRENADOR DIGITAL

A. Abarca, J. Abril y P. Casanova

Avda. de Madrid 35, 23007 Jaén.

Tfno.: + 34-53-212434, Fax: + 34-53-212400

e-mail: aabarca@tripas.ujaen.es, <http://voltio.ujaen.es/>

RESUMEN.- Se pretende explicar los motivos que han llevado al diseño, desarrollo y construcción de un entrenador digital para la realización de prácticas de laboratorio de sistemas digitales, se acompaña de los resultados e impresiones obtenidas de la utilización de dicho equipo en el laboratorio.

1.- INTRODUCCION

La idea del diseño de un equipo que permita realizar gran parte de las prácticas de lógica cableada surge no como un hecho aislado, sino como un evento más dentro de la línea de investigación aplicada a la docencia que se realiza en la actualidad en el Departamento de Electrónica de la Universidad de Jaén.

2.- OBJETIVOS

Los objetivos que se plantearon a la hora de realizar el diseño fueron los siguientes:

Se consideró necesario que el equipo fuera versátil y que permitiera acometer en gran medida las prácticas de lógica cableada que se realizan en las asignaturas que imparte el departamento, con la finalidad de evitar la dispersión que supone para los alumnos que acuden por primera vez al laboratorio el empleo simultáneo de varios instrumentos.

Este primer objetivo lleva implícito un gran ahorro a la hora de montar un laboratorio de sistemas digitales, ya que no hace necesarios, en todo caso complementarios, los tradicionales instrumentos que integran un puesto de laboratorio como son fuente de alimentación, generador de B. F., polímetro y osciloscopio; debido a que el entrenador digital permite realizar las prácticas correspondientes a lógica cableada. Para completar cada puesto de laboratorio se puede añadir un ordenador personal con alguna tarjeta de adquisición de datos y uno o varios sistemas de desarrollo para realizar las prácticas correspondientes a lógica programada.

Otro objetivo considerado a la hora de diseñar el entrenador digital fue el de realizar un equipo simple, pero a la vez ordenado, estructurado y completo. El equipo debía ser simple para lograr que el primer contacto con el alumno sea lo más positivo posible y no se produzca un rechazo que a la larga redunde en una influencia negativa en la relación alumno-entrenador, por este motivo se intentó no hacer un diseño recargado, sino con una distribución homogénea y lo suficientemente espaciada que permitiera trabajar con soltura.

Por otra parte se intentó establecer unos criterios para distribuir espacialmente todos los elementos que se consideró debían integrar el sistema para que cubrieran el mayor abanico de prácticas posible sin recargar demasiado el sistema.

Se llegó a la distribución actual en la que se puede observar que en el panel superior o frontal aparecen indicadores y elementos que hacen las veces de instrumentos, como son los osciladores e indicadores, mientras que en el panel horizontal o inferior se distribuyen por un lado, a la izquierda, los elementos combinacionales y por otro, a la derecha, los elementos secuenciales, estando de esta forma totalmente separados y diferenciados. Gracias a esta modularidad o distribución ordenada, es rápida e intuitiva la localización de cualquier elemento integrante del entrenador.

También fue un objetivo considerado el tener rápido y fácil acceso a los componentes más vulnerables del equipo para poder comprobar su estado en caso de funcionamiento anómalo, así como su inmediata y económica reparación, de esta forma cualquier persona con unos elementales conocimientos de electrónica puede comprobar el componente y verificar su funcionamiento, reparando el equipo si fuera necesario de forma casi instantánea, evitando los habituales envíos a los laboratorios de reparación, con los consiguientes gastos de transportes y el problema más importante, el tiempo que transcurre desde el envío del equipo averiado hasta la recepción del mismo reparado, con el consiguiente trastorno para el desarrollo normal de las prácticas, sin olvidar los elevados costes de dichas reparaciones.

3.-METODO

El camino seguido a la hora de diseñar el entrenador digital fue el siguiente:

En primer lugar se realizó un estudio detallado de las necesidades de las asignaturas que se imparten en el departamento sobre electrónica digital para intentar cubrir la mayor parte de las prácticas.

Una vez establecidas las necesidades globales, se determinaron los elementos de mayor interés, así como aquellos que complementan a los componentes estrictamente imprescindibles y que hacen del entrenador en su conjunto una herramienta de gran utilidad en el laboratorio.

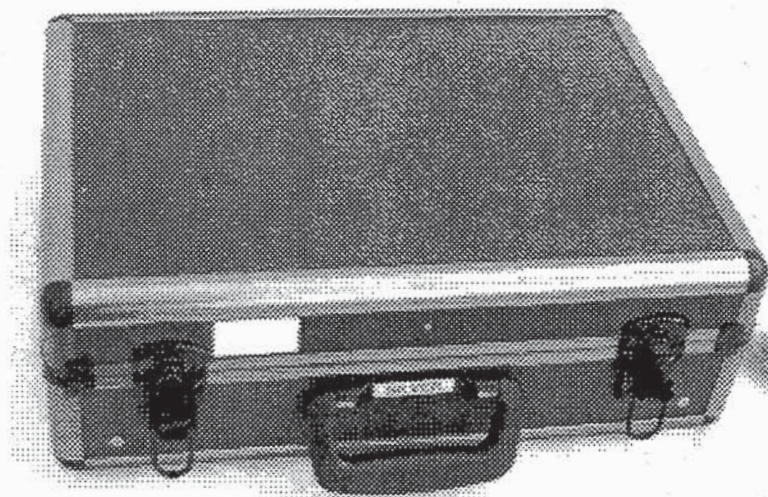


Figura 1.- Vista externa del entrenador.

Establecidos los bloques integrantes del entrenador, fue necesario ubicarlos en un recinto que cumpliera varias propiedades: ser resistente, compacto, cómodo de manejar y guardar y por último, fácil de manipular. Se eligió como lugar donde ubicar el entrenador un maletín de aluminio con capacidad y resistencia más que suficiente para albergar los componentes

electrónicos que forman el equipo. Este maletín se puede observar en la figura 1.

Elegido ya el lugar donde se va a ubicar el entrenador, se comenzó a pensar en la distribución de los distintos bloques de forma coherente y que facilitara el trabajo del alumno a la hora de realizar el montaje de los circuitos objeto de las prácticas.

La solución adoptada consistió en repartir los componentes en módulos que van situados en placas de circuito impreso con un tamaño suficientemente grande como para que fuera cómodo realizar la instalación y utilización de las mismas, pero que a su vez no fuera demasiado grande de forma que se pudiera actualizar alguno de los módulos sin tener que modificar el resto.

Se comenzó estructurando en el panel inferior todos los componentes correspondientes a lógica combinatorial y secuencial, realizando además una separación entre ambos tipos de circuitos, por un lado se dispusieron las puertas lógicas (izquierda) y en el otro (derecha) los biestables.

A la hora del diseño se ha considerado la colocación de los componentes mediante zócalos con el fin de tener un acceso inmediato a los circuitos afectados cuando se detecta un funcionamiento anómalo y la posibilidad de reparación instantánea del equipo, no afectando al desarrollo de las clases de prácticas.

Además se ha incluido en este panel inferior una serie de zócalos multifunción de manera que se puedan insertar componentes, pudiendo tener los terminales accesibles para realizar su conexionado, según se puede observar en la figura 2. También se dispone de varios terminales correspondientes a 1 y 0 lógicos repartidos a lo largo del circuito por si hay necesidad de obtener estos valores en alguna parte del diseño.

Asimismo este panel inferior cuenta con una placa estándar de prototipos para poder realizar el montaje de diseños que no se puedan implementar con los elementos disponibles en el entrenador.

Por último, bajo el panel se encuentra la fuente de alimentación encargada de suministrar la tensión adecuada al sistema para su correcto funcionamiento, aunque no queda accesible al alumno, y a que

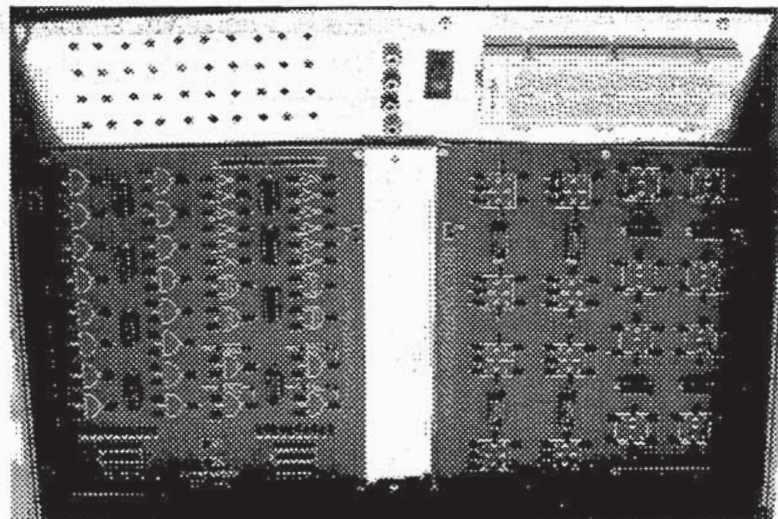


Figura 2.- Panel inferior del entrenador digital.

externamente solo se observa una pequeña rejilla que permite la ventilación, además del interruptor general, así como varios terminales de tipo banana que permiten disponer de la tensión de alimentación para aplicaciones que así lo requieran.

Por lo que respecta al panel frontal, consta de varios bloques como son: 2 convertidores analógico/digital de 2 y de 1 bit respectivamente, un convertidor digital/analógico de 4 bits, un doble visualizador-convertidor de hexadecimal a 7 segmentos, 8 visualizadores a base de diodos LED, 2 multivibradores monoestables, 8 pulsadores y 8 interruptores con protección antirrebotes, un registro de desplazamiento de 16 bits con displays de 7 segmentos, un indicador de nivel lógico y 2 osciladores, uno de ellos con 4 escalas. Por último, dispone de un compartimento donde se pueden guardar tanto el cable de alimentación, como los cables que se utilizan para el montaje de las prácticas. Se puede observar esta distribución en la figura 3.

Por cada terminal accesible para cada componente se dispone de 2 ó 3 pines que permiten conectar a varios puntos del circuito el mismo nodo mediante los cables de diversas longitudes que acompañan a cada entrenador y que permiten realizar el conexionado entre los distintos elementos.

Para completar el entrenador digital se han desarrollado un amplio abanico de prácticas con un grado de dificultad creciente, pudiendo elegir las adecuadas a cada asignatura y al nivel de conocimientos adquiridos. Además se proponen una serie de prácticas para que el alumno pueda elegir las que considere conveniente y realizarlas de forma voluntaria.

Se está desarrollando un simulador del entrenador que permita realizar las mismas prácticas que se pueden llevar a cabo con el entrenador digital en el laboratorio, donde se disponga de un ordenador personal, permitiendo de esta forma realizar las prácticas sin la necesidad de asistir al laboratorio a realizarlas, abriendo un nuevo camino de forma que se pueden realizar las prácticas de forma no presencial.

4.- RESULTADOS

El resultado obtenido se puede decir que ha cubierto los objetivos establecidos inicialmente y cumple adecuadamente la misión para la que fue concebido.

Se dispone en la actualidad de un conjunto compacto, robusto y resistente que ha demostrado su fiabilidad durante 2 cursos, con escasas averías y problemas. Además el entrenador ha sido bien acogido por los alumnos que comprueban día a día su comodidad de manejo y la rapidez con que se pueden realizar las prácticas. La figura 4 presenta una vista global del entrenador.

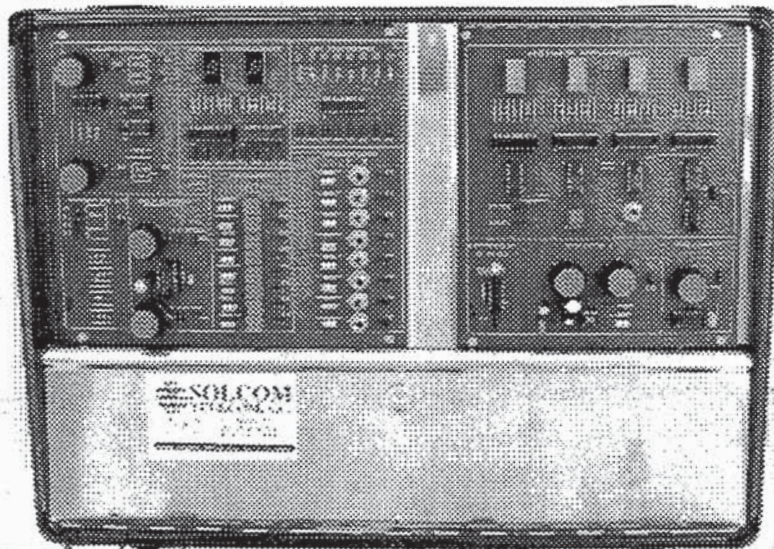


Figura 3.- Panel frontal del entrenador digital.

Presenta un fácil acceso a los componentes y una rápida detección y reparación de averías, ya que los elementos vulnerables están totalmente accesibles y se pueden cambiar rápidamente en caso de fallo.

Se evitan los largos tiempos de espera para la reparación, habituales en los equipos de laboratorio, eliminando también los costes de transporte, así como las costosas reparaciones.

Un factor de gran importancia a la hora de pensar en realizar el diseño y posterior construcción de los entrenadores digitales era el económico, ya que de poco serviría realizar todo el proceso para obtener finalmente un producto tan caro o más que los

existentes en el mercado, aún considerando las restantes ventajas que se han mencionado anteriormente. Afortunadamente el precio final de los entrenadores ha sido muy inferior al de los equipos comerciales de parecidas características, lo cual resulta casi evidente si se considera que se han eliminado los costes de I+D, distribución y márgenes comerciales, si bien es cierto que al realizar la construcción de pocas unidades (10 equipos) se ha encarecido un poco el coste, pero aún a pesar de este inconveniente, el resultado final ha sido satisfactorio en cuanto al aspecto económico.

Por último, merece la pena comentar que se dispone de un sistema fácilmente actualizable, y que al tener una distribución modular en varias placas, se puede modificar cualquiera de ellas de forma rápida y económica.

5.- CONCLUSIONES

La experiencia de 2 cursos utilizando el sistema descrito aporta una gran cantidad de elementos de juicio, no ya solo por la experiencia de los profesores, sino además por las diversas impresiones recogidas de los alumnos, de su conjunto se han puesto de manifiesto una serie de ventajas e inconvenientes del entrenador, siempre referidas a la forma en que se realizaban anteriormente las prácticas empleando una placa estándar de prototipos y facilitándole al alumno los componentes necesarios, así como cable para que realizara las uniones necesarias a los terminales de los componentes, comprobando posteriormente su

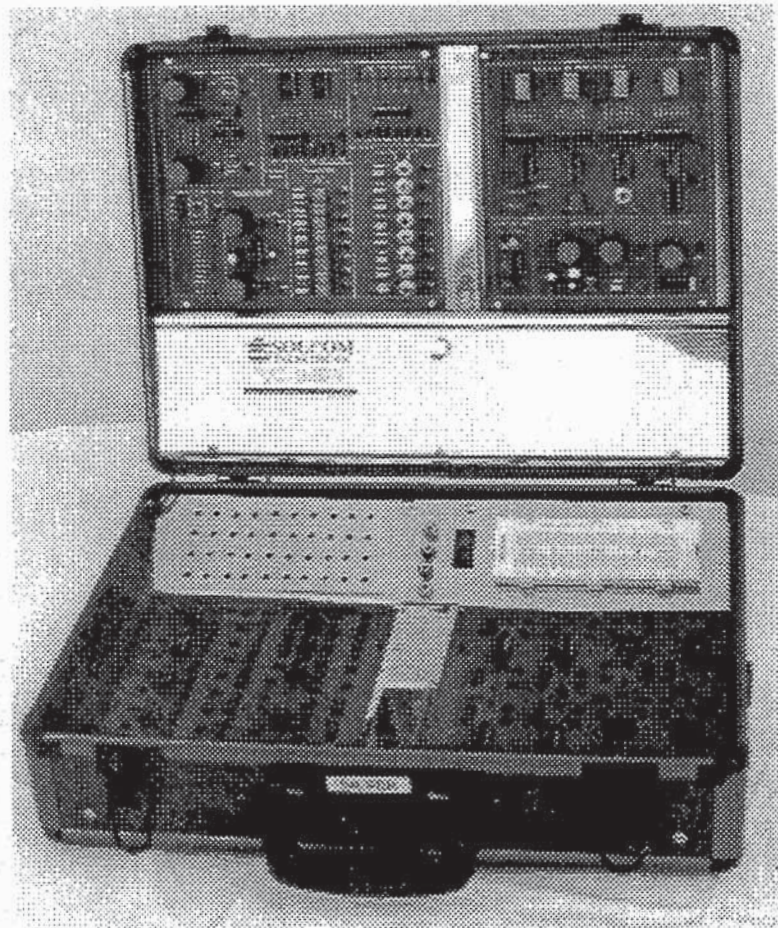


Figura 4.- Vista global del entrenador digital

correcto funcionamiento.

5.1.- Ventajas

Menor complejidad en la realización de las prácticas ya que el alumno utiliza los componentes electrónicos (puertas lógicas y biestables) como bloques funcionales con entradas y salidas, no desviando su atención hacia cuestiones secundarias en algunas prácticas como son la alimentación de los circuitos.

Esta menor complejidad redundará en una mayor operatividad en el laboratorio, así como un mejor aprovechamiento del mismo, permitiendo realizar más prácticas en el tiempo dedicado a ellas, pudiendo así descongestionar el laboratorio, optimizando el tiempo destinado a prácticas.

Concentra la atención del alumno en un solo instrumento, evitando la dispersión que se produce al manipular varios instrumentos (fuente de alimentación, generador de B. F., polímetro y osciloscopio), permitiendo además profundizar más en el conocimiento de sus características y su utilización.

Economía en la realización de las prácticas, produciendo un doble ahorro, por un lado el uso del entrenador digital permite montar un puesto de laboratorio de electrónica digital con un bajo coste y pocos elementos, ya que pueden ser suficientes: un entrenador digital, un ordenador personal con alguna tarjeta de adquisición de datos y un sistema de desarrollo. Por otro lado se obtiene un ahorro sustancial en cuanto a material fungible (componentes) utilizados con anterioridad en el laboratorio, ya que se detecta un descenso grande en el número de componentes necesarios, debido a que con el empleo del entrenador se realizan únicamente las conexiones estrictamente necesarias para el correcto funcionamiento del elemento correspondiente, evitando el tener que realizar conexiones a Vcc, para alimentar los circuitos, que son el principal origen de las averías con la inversión de polaridad.

5.2.- Inconvenientes

Los alumnos no se fijan en aspectos tales como la alimentación de los circuitos, si se quiere hacer más énfasis en estos aspectos se puede emplear la placa estándar de prototipos en el panel inferior.

6.- BIBLIOGRAFIA

La naturaleza del diseño, así como las peculiaridades del mismo no han hecho necesario el empleo de bibliografía, la única información utilizada ha sido documentación a nivel interno del departamento para establecer los requisitos y necesidades que se pretenden cubrir con el presente diseño.