

Soluciones para las prácticas de Entrada/Salida

Manuel Prieto, Antonio J. de Vicente, Rubén Aldea, Esperanza Bonillo

Dpto. de Automática
Universidad de Alcalá
Ctra. N-II km 33,600. 28871, Alcalá de Henares
mpm@aut.uah.es

Resumen

En esta publicación se recogen las soluciones de actualización que están aplicando en determinadas asignaturas de laboratorio del área de Arquitectura y Tecnología de Computadores del Departamento de Automática de la Universidad de Alcalá para dar respuesta a la problemática que surge cuando se abordan las prácticas de entrada/salida, dentro de la estructura de un computador.

1. Motivación

Al tener los ordenadores personales tecnología cada vez más compleja, es difícil mantener las actuales prácticas de laboratorio de asignaturas que abordan el nivel inferior en el diseño de computadores, tales como: Estructura de Computadores, Fundamentos de Computadores o Sistemas Electrónicos Digitales. Esto es debido a que, dado los objetivos de dichas asignaturas, las prácticas están orientadas a mostrar al alumno los aspectos básicos de la estructura de un computador. Así, de este modo, como herencia de tiempos anteriores, las prácticas se desarrollan generalmente en un entorno de MSDOS y se emplea el lenguaje ensamblador. Precisamente porque los microprocesadores más actuales de la arquitectura PC mantienen la compatibilidad con sus antecesores, y porque los nuevos sistemas operativos disponen de un intérprete de órdenes, se han podido ir manteniendo las prácticas sin que se vean mermados sus objetivos. Sin embargo, hay un campo donde las nuevas arquitecturas y los nuevos sistemas operativos limitan las prácticas: estamos hablando de la E/S.

Por un lado, los mecanismos de seguridad de los actuales sistemas operativos restringen el acceso a los puertos de E/S y lo que antes se

resolvía con un acceso directo a un puerto, ahora se convierte en un problema.

Por otro lado, la desaparición progresiva del bus ISA en los ordenadores PC, implica la búsqueda de nuevos mecanismos para el acceso físico a periféricos (bus PCI, USB, RS232, LPT, etc.).

Estos problemas, entre otros, llevan en la mayoría de los casos a recurrir a la simulación. Aunque la simulación es una solución rápida, cómoda y de bajo coste, los autores son de la opinión que el alumno debe sumergirse en la medida de lo posible en la estructura de un ordenador, para lo cual consideramos recomendable no abandonar el sentido práctico y combinar simulación con aplicaciones reales.

En el presente artículo se muestran las soluciones aportadas por los profesores de las asignaturas antes citadas para resolver este problema.

2. Problemática

Se ha llevado a cabo un estudio de las prácticas de E/S que se desarrollan en diversas titulaciones y universidades españolas. De la revisión realizada, se ha observado que las soluciones pasan desde un entorno meramente de simulación, a la realización de prácticas reales de entrada/salida, bien empleando *kits* comerciales, o propios.

Sin querer entrar en analizar qué solución es mejor que otra, dadas las particularidades de cada titulación y departamento, se va a mostrar como ejemplo, el programa de prácticas del curso 2004/2005 de la asignatura Laboratorio de Sistemas Electrónicos Digitales perteneciente al plan de estudios de la titulación de Ingeniería Técnica en Telemática impartida por el Departamento de Automática de la Universidad de Alcalá (<http://atc2.aut.uah.es>).

El programa de prácticas se estructura en un total de 6 prácticas, que son las siguientes:

Práctica 1: Organización Básica de un Ordenador.

El objetivo de esta primera práctica es dar a conocer al alumno los componentes típicos de un ordenador y la función de cada uno de ellos dentro del sistema, así como su organización.

Práctica 2: Introducción a la Arquitectura de un Microprocesador.

Como introducción a la arquitectura del microprocesador i8086, esta práctica consiste en la realización de una serie de ejercicios empleando el simulador MSX88 [1].

Práctica 3: Introducción a la Programación en Lenguaje Ensamblador del i8086.

Conocimiento del programa ensamblador MacroAssembler, Link y CodeView de Microsoft.

Práctica 4: Programación en Lenguaje Ensamblador del 8086.

Distintos programas de aplicación general del ensamblador del 8086.

Práctica 5: Programación Básica de la Entrada/Salida.

Mediante unas placas de desarrollo y simuladores, se pondrán en práctica las técnicas básicas de entrada/salida.

Práctica 6: Controladores de dispositivos

Ejercicios de acceso a periféricos a través de interfaces hardware. Ejercicios de diseño y acceso a controladores de dispositivos.

Tanto el programa de prácticas como el programa teórico de ésta y otras asignaturas afines, se fundamenta en la arquitectura i8086. Se seleccionó este microprocesador por su simplicidad y por el dominio de la plataforma PC en el ámbito doméstico, ya que, dado que estas asignaturas se imparten generalmente en primero o segundo de carrera, se creyó conveniente escoger un microprocesador que fuera lo más familiar y accesible al alumno.

Salvo por el tema de entrada/salida, todas las prácticas pueden hacerse desde el intérprete de órdenes del sistema de un simple PC, no necesitando hardware adicional, mientras los microprocesadores para PC sigan manteniendo

la compatibilidad con el i8086 original y los sistemas operativos dispongan de un intérprete de órdenes. Este punto es importante, ya que el alumno puede aplicar lo tratado en clase y completar el estudio de la estructura de un computador desde el ordenador que tenga en su casa.

Tal y como puede verse, el tema de E/S se aborda en la práctica 5. Esta práctica es un ejemplo de combinación de simulación y ejercicio práctico. Por un lado, los alumnos disponen en el laboratorio de una tarjeta de expansión del bus ISA, junto con un juego de placas de pruebas para el desarrollo de la práctica, todo ello diseñado y fabricado en nuestro Departamento. Por otro lado, a los alumnos se les facilita unos simuladores de la entrada/salida, de modo que puedan realizar y depurar las prácticas de manera cómoda en sus hogares o en la biblioteca y luego probar sus simulaciones en las placas físicas de E/S [2].

La tarjeta de expansión, llamada TEBI (Tarjeta de Expansión del Bus ISA), es una tarjeta de bajo coste que se conecta a una ranura libre del bus ISA del PC y que aporta el bus del sistema en su conector de salida. A dicho conector se conecta la placa de pruebas que se desee para la práctica en cuestión. Así, por ejemplo, se dispone de una placa que contiene un juego de LEDs para mostrar los procesos de salida y un juego de microinterruptores y pulsadores para mostrar los procesos de entrada. Una vista de estas placas se muestra en las figuras 1 y 2. Los esquemáticos y el manual de usuario están disponibles en la web del laboratorio de Sistemas Electrónicos digitales en la titulación de I.T. Telemática.

La continuidad de esta clase de prácticas depende evidentemente de que el PC en el que se desarrolle la misma disponga de un bus ISA. Esto, que hasta hace poco era algo muy normal, ha pasado a ser una rareza en los PC modernos. Los PC actuales ya no disponen de ranuras ISA y han pasado a ser sustituidas por buses de alta velocidad como los buses PCI o AGP.

Si se quiere evitar usar exclusivamente la simulación, se tienen dos opciones para continuar manteniendo las prácticas de E/S: o se siguen realizando con ordenadores antiguos o se adaptan las prácticas a los nuevos tiempos.

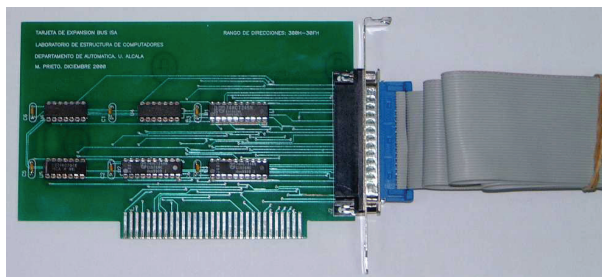


Figura 1. TEBI

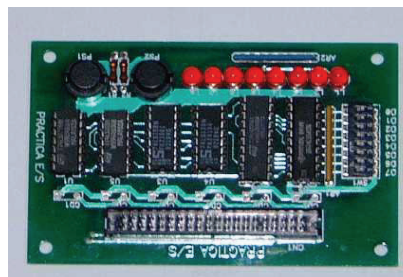


Figura 2. Placa E/S

La primera de las opciones es una solución a corto plazo, puesto que llegará un momento en que sea necesario renovar los equipos. Por lo tanto, la única solución viable es la segunda, y adaptarnos a la situación actual. Sin embargo, no hay que olvidar el carácter básico de las prácticas, es decir, en dichas asignaturas se abordan las técnicas básicas de aplicación de los procesos de entrada/salida, con lo que no es factible, hacer prácticas con el bus PCI, el AGP o el bus USB, ya que esto se escaparía a los objetivos de la asignatura. Entonces, ¿cómo mantener unas prácticas básicas de E/S, en ensamblador, en los nuevos ordenadores PC? En los siguientes apartados se describirán las soluciones que actualmente están estudiando aplicar los profesores de las asignaturas en cuestión para el curso que viene.

3. Apertura de puertos

En MSDOS y en los sistemas operativos Windows 95/98, se permitía el acceso directo a los puertos de E/S con las instrucciones IN y OUT. Como es lógico, esto supone un enorme riesgo para la integridad del sistema, puesto que un acceso mal intencionado o inadecuado, podría suponer consecuencias catastróficas. A partir de Windows 2000, este acceso se restringe exclusivamente a los procesos que se ejecuten en modo kernel, de modo que los procesos que se ejecuten en modo usuario, como es el caso del intérprete de órdenes, no puedan acceder directamente a los puertos.

Para realizar las prácticas de E/S es preciso abrir los puertos y para ellos existen diversos programas que lo hacen. Este es el caso de

Userport, desarrollado por Tomas Franzon (tomas_franzon@hotmail.com), o WinIO, de Yariv Kaplan (www.internals.com).

4. Interfaz paralela

La primera de las soluciones se basa en el clásico puerto paralelo del PC. Este puerto se ha ido manteniendo desde los primeros PC a los más modernos. Este puerto ha evolucionado partiendo de un puerto unidireccional de salida, a un puerto bidireccional de alta velocidad. Gracias a estas mejoras en el estándar IEEE 1284, se ha diseñado un pequeño circuito electrónico de bajo coste que permite emular las líneas básicas del bus del sistema, esto es, un bus de direcciones, un bus de datos y bus de control. Dicho circuito se acopla al puerto paralelo del PC a modo de mochila o *dongle* y en el otro extremo se conecta la placa de pruebas; bien la asociada a la práctica en cuestión o diseños realizados por el alumno en aquellos laboratorios que así lo contemplan en sus programas.

Para manejar la placa y hacerlo transparente al alumno, se ha desarrollado un controlador que, mediante dos macros, llamadas INM y OUTM, permiten el acceso a la placa de pruebas como si de las instrucciones originales IN y OUT se tratase.

Como se ha comentado, el coste de este circuito es muy reducido, no llegando a los 10 euros por placa. Por un lado, el bajo coste facilita la reposición de material en el laboratorio en caso de pérdida. Por otro lado, los alumnos interesados pueden hacerse con una de estas placas sin mucho esfuerzo económico.

5. Interfaz PCI

La segunda de las soluciones va más allá y consta de una placa de circuito impreso, que mediante un controlador PCI, aporta el bus de control del sistema que buscamos. Esta placa viene a ser la sustituta a la actual placa TEBI. La placa PCI está basada en el controlador 9052 de PLX Technologies, y es, básicamente, un puente PCI-ISA.

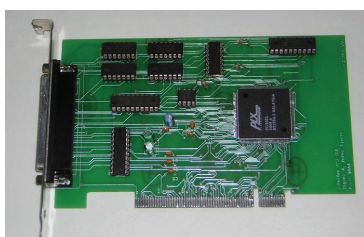


Figura 3. Tarjeta TE-PCI

En la figura 3 se muestra esta tarjeta que se ha denominado TE-PCI (Tarjeta Extensora Bus PCI), y su precio es sensiblemente más elevado que el de la mochila, aproximadamente de 25 euros. No obstante, tiene como ventajas sus mayores posibilidades al estar basada en el bus PCI, en cuanto a prestaciones y continuidad. La TE-PCI constituye una tarjeta para la conexión de dispositivos a un PC en aplicaciones de adquisición y tratamiento de datos, lo que amplía su uso a otras asignaturas más avanzadas.

Por otro lado, aunque no menos importante, es que al estar dentro del ordenador es menos susceptible a daños ocasionados por el manejo habitual en el laboratorio y a sustracciones.

Todos los esquemáticos y el software asociado, tanto de la mochila como de la tarjeta TE-PCI, puede conseguirse de los autores.

6. Entorno de programación

Paralelamente a las soluciones hardware aportadas, se ha desarrollado un software que crea un entorno de desarrollo cómodo y sencillo al usuario. Este software se ha desarrollado empleando Visual Studio C++ y consta básicamente de un editor de texto y de una serie de controles que lanzan la ejecución de los programas ensambladores y enlazadores que se precisen en cada momento. Con este programa

se persigue dejar el entorno MSDOS. Tal y como se ha ideado la herramienta, se puede utilizar cualquier programa ensamblador o enlazador, ya que el programa simplemente lanza la ejecución del programa que previamente le hayamos configurado. Con esto se garantiza la actualización de la misma herramienta. En la figura 4 se muestra la ventana principal de la herramienta que se ha llamado Visual Assembler o VASM.

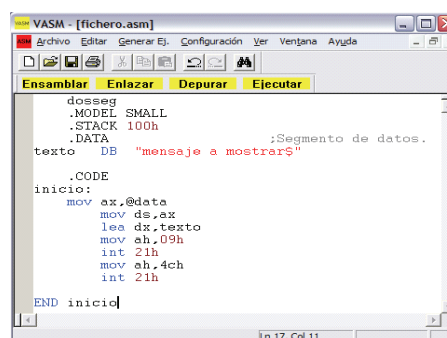


Figura 4. Visual Assembler

El entorno de programación puede conseguirse de los autores.

7. Conclusiones

Se han presentado las soluciones que han desarrollado los autores en el Departamento de Automática de la Universidad de Alcalá para hacer frente a la enseñanza en laboratorio de los conceptos básicos de los procesos de entrada/salida de un computador.

Gracias a la mochila paralela y la TE-PCI se pueden realizar prácticas completas reales de entrada/salida con la mínima inversión. Por otro lado, estos dispositivos no están limitados a un único laboratorio, sino que su uso puede extenderse a otras asignaturas de diseño electrónico más avanzadas y en otras aplicaciones.

Referencias

- [1] MSX88. Rubén de Diego. URSI94 (<http://msx88.diatel.upm.es>)
- [2] Simulador de Dispositivos de Entrada/Salida Programables. M. Prieto, A. Vicente, J.A. Vargas. JENUI 2002.