

MAQUETA DIDÁCTICA APLICADA A LA DOMÓTICA

IÑIGO J. OLEAGORDIA AGUIRRE¹, JOSÉ IGNACIO SAN MARTÍN DÍAZ², JOSÉ JAVIER SAN MARTÍN DÍAZ³

¹*Departamento de Electrónica y Telecomunicaciones. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Bilbao. Universidad del País Vasco UPV/EHU
ij.oleagordia@ehu.es*

²*Departamento de Ingeniería Eléctrica. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Eibar. Universidad del País Vasco UPV/EHU
joseignacio.sanmartin@ehu.es*

³*Departamento de Ingeniería Eléctrica. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Eibar. Universidad del País Vasco UPV/EHU
josejavier.sanmartin@ehu.es*

En este trabajo se ha realizado el diseño e implementación, tanto desde la perspectiva software como hardware, de un sistema automático basado en un PC orientado a la monitorización y control de diversas variables físicas conformando un entorno que se aplica a un automatismo domótico. Es una aplicación multidisciplinar al integrar técnicas de software, hardware e instrumentación tanto de campo como de panel. Las pruebas experimentales se han realizado sobre una maqueta que representa una vivienda. El programa de control se ha confeccionado con Visual C++5.0 y la interfase hardware (tarjeta de adquisición de datos) se accede desde el puerto paralelo.

1. Introducción

En una primera aproximación, una infraestructura puede considerarse como inteligente si a ella se incorporan elementos de las tecnologías de la información que la capaciten para la prestación de servicios avanzados caracterizados por una gran facilidad de uso y la existencia de sistemas integrados e interactivos. Por lo general, estos servicios son versiones automatizadas de los servicios clásicos prestados por la infraestructura convencional.

En general, los principales atributos que hay que tener en cuenta en una infraestructura domótica como una vivienda, local comercial, laboratorio, etc. son:

- Comunicación entre los distintos equipos o sistemas situados en el interior y exterior a la infraestructura.
- Control de sus funciones tanto desde el interior como desde el exterior.

Desde la vertiente tecnológica, en cambio, la definición podría ser la siguiente: “es aquella en la que existen agrupaciones automatizadas de equipos, normalmente asociados por funciones, que disponen de la capacidad de comunicarse interactivamente entre ellas a través de un bus multimedia que las integre”.

Sus características operativas pueden resumirse en:

- Gran facilidad de uso
- Existencia de sistemas:
 - Integrados
 - Interactivos

2. Metodología empleada

Derivado de la iniciativa del Servicio de Asesoramiento Educativo (UPV/EHU), los objetivos globales de esta iniciativa están relacionados con la adquisición de un grado de experiencia en los diversos aspectos asociados a la renovación de la metodología docente, en la que el alumnado ha de desempeñar un papel más activo y protagonista, y de los sistemas de evaluación que pudieran repercutir en la adecuación de las actuales programaciones docentes en el Sistema Europeo de Transferencia de Créditos (ECTS).

Dentro del amplísimo campo correspondiente a la metodología docente aplicada al ámbito universitario, en la realización de este trabajo se hace hincapié en una metodología activa en la que se combinan de forma armónica teoría y práctica, ciencia y técnica conducente a la optimización del aprendizaje basado en la adquisición de las competencias necesarias para un desempeño profesional futuro de calidad en concordancia con las demandas sociales y laborales actuales.

Para aplicar esta metodología se ha tenido en cuenta:

- 1.- El contexto y las necesidades, los objetivos de la universidad UPV/EHU, el producto y los procesos implicados.
- 2.- La distribución del tiempo: secuenciación y nivel de cumplimentación de los programas previstos.
- 3.- La formulación de actividades que favorezcan el trabajo colaborativo.
- 4.- El fomento de la interacción entre todos los agentes que intervienen en el proceso formativo.
- 5.- La apuesta por prácticas de aprendizaje activo.
- 6.- La implicación docente en el aprendizaje del estudiante.
- 7.- La realización de un conjunto de actividades pre, inter y postactivas que el profesorado ha de realizar para asegurar el aprendizaje efectivo del alumnado.
- 7.- La edición de materiales de apoyo a los estudiantes.
- 8.- El aprendizaje tiene que ser significativo, fomentando la actividad del estudiante integrando de una manera significativa la teoría con la práctica.
- 9.- Este material didáctico se debe adecuar al método de trabajo del curso. Es un elemento en cierta medida prolongación de las clases prácticas, pudiendo englobarse en ellas siguiendo una estrategia de aprendizaje basada en proyectos (PBL: Project Based Learning), la cual es una de las más interesantes de cara a su aplicación en carreras de ingeniería [1]. Enseñar a diseñar, diseñando. Todo ello supone la creación de una experiencia piloto en el ámbito de las metodologías docentes.

2.1. Retos docentes

En este contexto, y con el firme propósito de llevar a la práctica estas directrices marco, un grupo de profesores de ingeniería, nos hemos propuesto la realización de una serie de maquetas cuya descripción constructiva, operativa y posterior empleo sirva como material didáctico afín a las nuevas necesidades formativas con los siguientes criterios funcionales:

- 1.- Se debe describir todo el proceso que abarca desde la fase de diseño a la implementación práctica tanto desde la perspectiva hardware como software.
- 2.- El contenido teórico y práctico debe estar en consonancia con el nivel académico de los estudiantes a quienes va dirigido.
- 3.- Su diseño y posterior uso debe tener una estructura multidisciplinar tanto horizontal como vertical, es decir aplicar, integrando en el prototipo diversos conocimientos tanto teóricos como práctico afines al plan de estudios enriqueciendo de este modo los contenidos transversales del curriculum.
- 4.- Deben ser sistemas abiertos susceptibles de ser modificados y sobre todo experimentar con ellos.
- 5.- Desde la perspectiva pragmática, la experimentación con una maqueta supone un paso adelante respecto de la simulación.

3. Desarrollo

A lo largo del trabajo se han investigado múltiples aspectos relacionados con la naturaleza multidisciplinar del sistema. Entre ellos cabe resaltar:

3.1. Criterios para distinguir los equipos y servicios de posible aplicación en una infraestructura domótica

La característica principal que hay que considerar es la capacidad de comunicación. Esta capacidad de comunicación puede presentar dos niveles de complejidad: un primer nivel, que se identifica por su interactividad, y un nivel más sencillo, cuyos principales atributos son el control (de consumos, de funciones, de funcionamiento de equipos, etc.) y la programación (siempre y cuando los efectos de dicha programación no se limiten a un solo equipo).

3.2. Servicios y aplicaciones con estructuras domóticas.

Los servicios y aplicaciones de que puede disponer una instalación domótica son muchos y de muy distinta índole; por esta razón, en este apartado se realiza una descripción general de los grandes grupos de servicios avanzados existentes, que aunque no totalmente independientes son los siguientes:

- *Control y gestión de la energía*
- *Seguridad*
- *Automatización de sistemas e instalaciones domésticas*
- *Comunicaciones*

Los *servicios de control y gestión de la energía* se encargan de racionalizar los distintos consumos energéticos domésticos en función de criterios de tipo diverso (ocupación, tarifas, potencias contratadas, etc.) orientativamente, pueden destacarse:

- Desconexión selectiva de cargas eléctricas
- Información monitorizada de: consumos y costes del agua, del gas o de la electricidad; costes de las distintas tarifas y horarios en los que éstas se aplican, o aviso en el momento en el que cambia la aplicación de la tarifa.
- Programación de la puesta en marcha de ciertos equipos cuando se entra en un horario en el que se aplica una tarifa más barata.
- Lectura remota (desde la compañía) de contadores de agua, gas y electricidad, para evitar visitas domiciliarias.
- Zonificación, a los efectos de la calefacción y del aire acondicionado, ya sea en cada estancia de la instalación o bien por zonas (norte/sur, día/noche). La climatización funcionará dependiendo de los horarios preestablecidos, de los niveles de temperatura deseados, de la detección de presencia, o de otros criterios a determinar. Gracias a esta prestación, se incrementa el confort y se optimiza el consumo energético.
- Activación del alumbrado exterior en función del grado de luminosidad ambiente y de la presencia de personas.

Las aplicaciones de *seguridad* contemplan tanto la protección de las personas (seguridad personal) como la de los bienes (seguridad patrimonial); algunas de ellas son:

- Sistemas antintrusión, tales como detectores de presencia, alarmas acústicas, conexión con centros de seguridad, grabación del intruso (o de quien se acerque o llame a la puerta de entrada) en el vídeo correspondiente, bloqueo automático de puertas y ventanas, etc.
- Detectores de fuego o de humo conectados con centros receptores de alarmas.
- Aviso telefónico (al usuario, a los bomberos, a la policía, centro de emergencias, etc.) ante cualquier alarma.
- Simulación de presencia mediante la activación aleatoria de: fuentes de iluminación, radios aparellaje eléctrico, etc., en periodos en los que la instalación no esté ocupada.
- Detectores de fugas de gas, agua o combustible. En este caso se cierran las válvulas de paso.
- Alarma de salud; consistente en un pulsador que, activado cuando se requiere asistencia sanitaria, envía el aviso a una central receptora, a un centro sanitario. Los pulsadores pueden estar distribuidos o ser portátiles.

El grupo de *automatización* de sistemas e instalaciones es muy amplio e incluye aplicaciones de muy distinto tipo. Se pueden indicar, como más significativas, las siguientes:

- Recepción de mensajes de anomalías en equipos e instalaciones, por ejemplo en un monitor u otro indicador de control.
- Posibilidad de generar un conjunto de ordenes de una sola vez para situaciones concretas. Como ejemplos se pueden citar: el apagado de las luces, la activación del sistema de seguridad, la bajada de persianas, el corte del suministro de gas, combustible, electricidad, agua, etc.
- Centralización de la información sobre el estado de los sistemas de la instalación en pequeños paneles o monitores.
- Accionamiento automático de ventanas, persianas y toldos para controlar el aporte solar, las corrientes de aire internas y evitar los efectos del viento sobre estos elementos.
- Posibilidad de modificar la actuación de los interruptores respecto a puntos de luz, de modo que, por voluntad del usuario, un mismo interruptor pueda activar una o varias luces
- Activación de los puntos de luz por detección de presencia (la iluminación “sigue” al usuario);
- Gestión de los equipos; éstos se paran, según la prioridad establecida por el usuario, evitando sobrecargas eléctricas que puedan provocar una interrupción en el suministro; generan ahorros al concentrar su funcionamiento en periodos de tarifa más barata; avisan de averías y permiten la programación del funcionamiento de algunos de ellos desde un panel central.
- Accionamiento de persianas y cierres corredizos mediante mando a distancia, pulsadores o desde un panel central (con posibilidad de “todo cerrado” o “todo abierto”).
- Red de aspiración con tomas distribuidas por la instalación.
- Riego exterior en función de la humedad de la tierra, la lluvia y el viento.
- Videoportero automático en combinación con las redes de distribución de televisión y telefonía

Los *servicios y aplicaciones de comunicaciones* contemplan el intercambio de mensajes, tanto entre personas como entre personas y equipos, dentro de la propia instalación y de ésta con el exterior. Algunos de dichos servicios son:

- Telefonía mediante el uso de centralitas que permiten realizar funciones tales como:
 - Intercomunicación con el portero automático; se puede hablar con la persona que llama a la puerta desde cualquier teléfono de la instalación así como abrir la puerta pulsando una o varias teclas en el mismo teléfono.
 - Intercomunicación entre diferentes teléfonos de la instalación doméstica.
 - Otras funciones como, espera musical, números abreviados, números prohibidos y autorizados, conversaciones internas simultaneas, puesta en espera, conferencia entre tres personas, llamada directa al descolar, etc.
- Telecompra, televenta y telebanco; acceso a servicios de compra y venta a distancia o a servicios bancarios mediante un ordenador personal o un terminal, por ejemplo videotex.
- Mantenimiento de los equipos e instalaciones industriales desde un lugar remoto. Periódicamente se verifica el estado de funcionamiento de dichos equipos a través de la línea telefónica y de un modo transparente para el usuario. Algunas reparaciones se pueden llevar a cabo desde el propio lugar remoto; en caso contrario, se realiza una visita "in situ".
- Posibilidad de poner en marcha y parar distintos equipos o instalaciones (sistema de seguridad, calefacción, aire acondicionado, etc.) a distancia a través de la línea telefónica.
- Posibilidad de cambiar puntos de consigna, programación de equipos, etc., desde fuera del sistema, a través de la línea telefónica y mediante el uso de un ordenador personal o terminal videotex.

En las figuras 1a y 1b se muestra la interfase de usuario desarrolladas con el entorno *Visual C++5.0* para la maqueta construida.

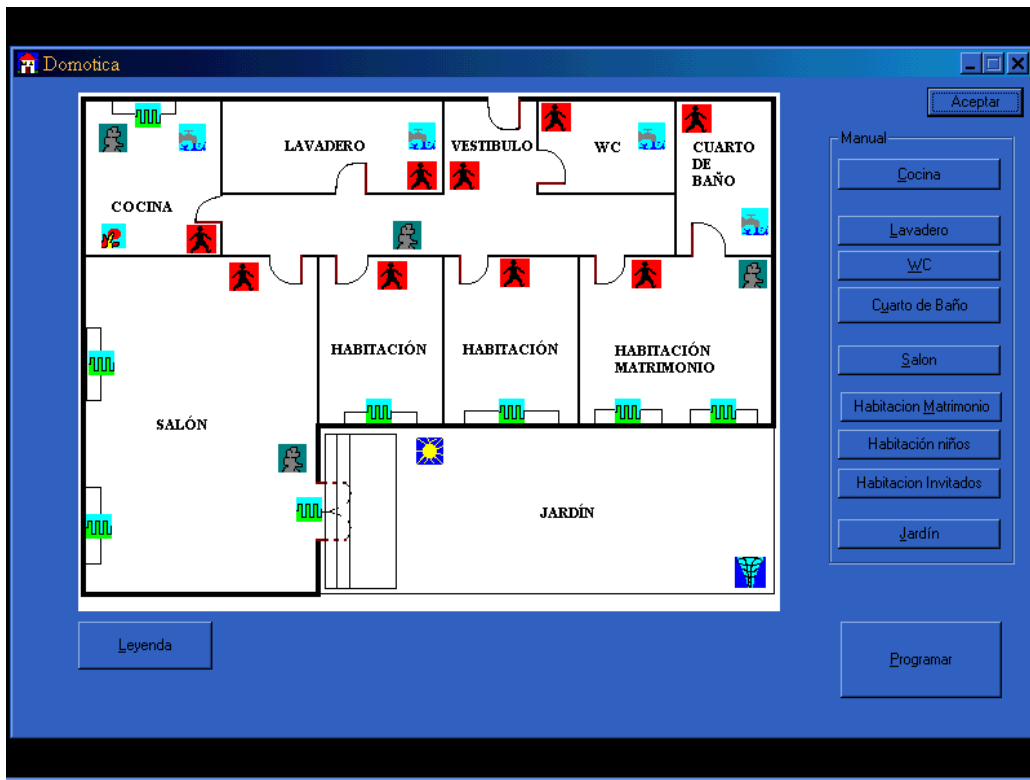


Figura 1a. Esquema en bloques del sistema de calefacción. Interfase gráfica de usuario

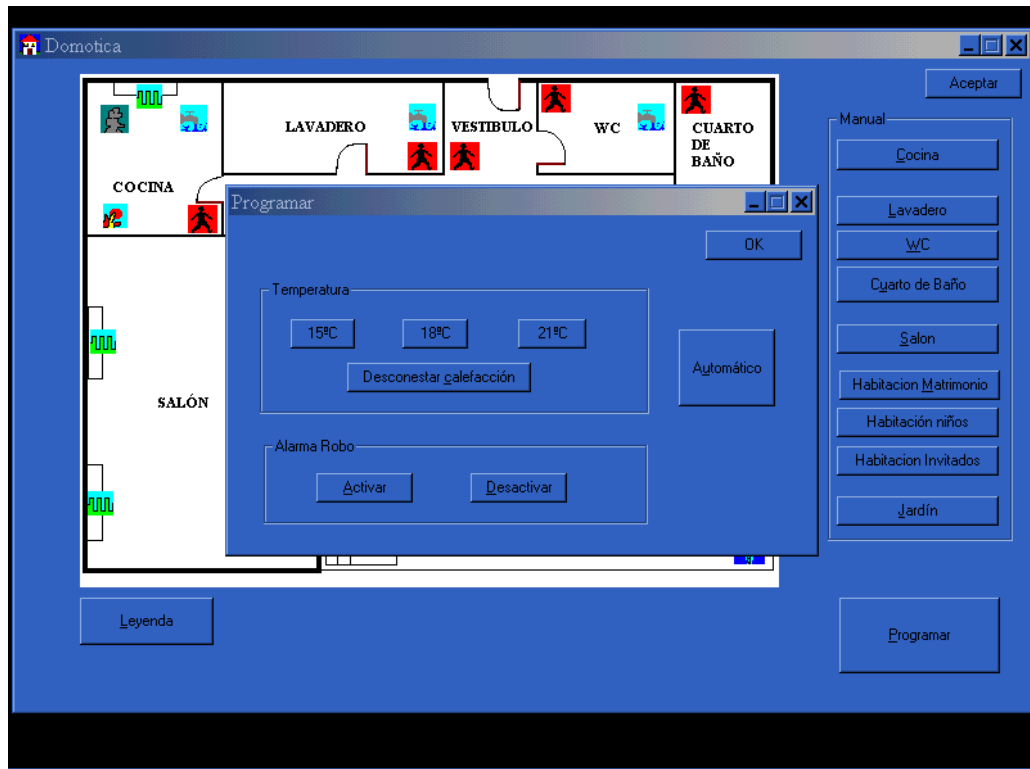


Figura 1b. Esquema en bloques del sistema de calefacción. Interfase gráfica de usuario

3.3. Nivel mínimo de equipamiento

El equipamiento mínimo se considera que consiste en un sistema de calefacción/climatización y en la existencia de ciertas cargas eléctricas para aplicaciones de discriminación y simulación de presencia. Se supone la existencia de un servicio telefónico ya que permite la comunicación de la instalación con su entorno. Este aspecto se concreta en la monitorización del funcionamiento de los sistemas desde el exterior. A nivel ilustrativo, en la figura 2 se muestra una propuesta del diagrama en bloques del sistema automático de control de la calefacción.

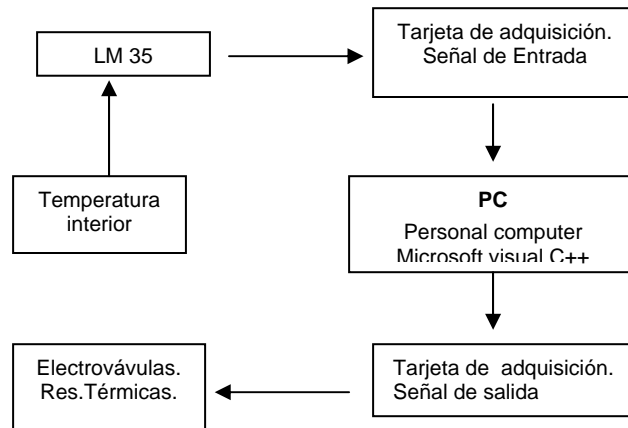


Figura 2. Esquema en bloques del sistema de calefacción.

4. Análisis de los transductores empleados

Se ha realizado un exhaustivo estudio de los distintos transductores y sensores a emplear así como de sus correspondientes circuitos acondicionadores de señal. Entre los más significativos:

- *Sistema automático de detección de gas.* Un tipo de sensor de detección de gas puede ser el TGS 812 o TGS 813
- *Sistema automático de detección de incendios.*
- *Sistema automático de defecto de puesta a tierra.*
- *Sistema automático de seguridad activa.*
- *Sistema automático de simulación de presencia.*
- *Sistema automático de control de maquinaria con accionamiento eléctrico.*

A modo de ejemplo para el sistema automático de detección de incendios se han tenido en cuenta los siguientes aspectos operativos:

- *Detección de cualquier síntoma de incendio.*
- *Localizar y señalar el lugar exacto del incendio.*
- *Activación de los diferentes sistemas de extinción del incendio.*

Existen en el mercado diferentes tipos de sensores de incendio y, según el punto de la etapa física y natural de la creación de un foco térmico, se empleara el sensor que mejor se ajuste a las características del entorno operativo. Teniendo en cuenta las características o fenómeno que detectan, pueden ser:

- *Sensores de infrarrojo:* Este detector es sensible al oscurecimiento por humo visible. Es de gran sensibilidad, siendo su alcance de unos 120 m como máximo y una cobertura de unos 1200 metros. Su funcionamiento se basa la emisión y recepción de infrarrojos. Cuando se interrumpe la barrera por la presencia de humo se activa la señal.

- **Auto (pin nº 14).** Es una señal de salida, la cual se emplea para seleccionar junto con la salida Strobe los diferentes canales del multiplexor.
- **Error -Int -Sect (pines nº 15, 16, 17 respectivamente):** Estos pines no son utilizados en esta aplicación.

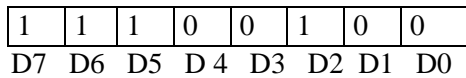
5.1 Operatividad del registro de estatus.

Mediante este registro de 5 bits y un procesado se consigue realizar la lectura de los diferentes sensores que se encuentran distribuidos en la instalación. Un ejemplo de esta lectura en lenguaje C y suponiendo que está configurado el puerto paralelo del ordenador en LPT1, sería de la siguiente forma:

- **_inp (889,x); _inp:** Palabra clave perteneciente al lenguaje Visual C++, la cual transmite al ordenador la orden de realizar una lectura de la máscara de status 0x 889, dirección hexadecimal donde se encuentra ubicado el registro de la máscara de status.
- **x :** Valor o magnitud en hexadecimal , octal o decimal (según se quiera realizar la lectura), del valor de la máscara de status en el momento de realizar la lectura. Este valor es procesado mediante el correspondiente algoritmo modificando la operatividad de la tarjeta en función del resultado del proceso realizado.

5.2 Operatividad del registro de datos.

- Por medio de este registro de un byte (D0 – D7) se accede a la información exterior, por ejemplo escribir un byte en la tarjeta electrónica y según la codificación diseñada se procede a la activación/desactivación de diferentes alarmas, relés, electroválvulas, etc.. integrados todos ellos en la instalación domótica. Un ejemplo, mediante la instrucción `_outp (888, y), _outp(888,E4);`



5.3 Operatividad del registro de control.

A través de este registro que esta compuesto de 5 bits (de los cuales sólo utilizamos dos, Auto feed = M1 y Strobe = M0) de escritura, se consigue modificar la operatividad de distintos circuitos integrados y subsistemas electrónicos. Es de destacar que tanto las entradas del conector paralelo centronics como las salidas están lacheadas. En la figura 3 se muestran los pines del conector centronics y registros asociados.

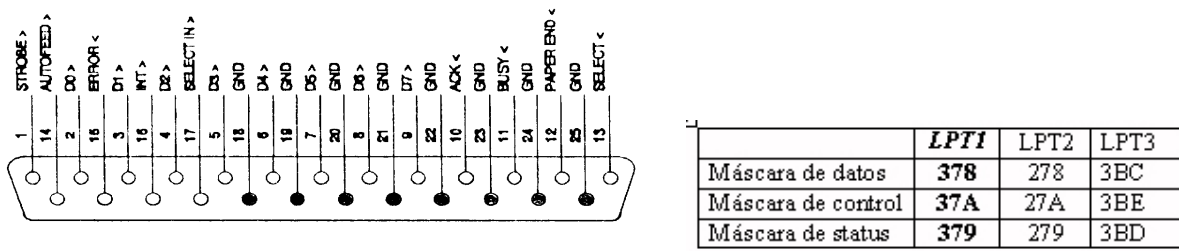


Figura 3. Conector centronics y registros asociados.

En la figuras 4 y 5 se muestran los diagramas en bloques de las secciones entradas y salidas analógicas y digitales de la tarjeta conectada al puerto paralelo.

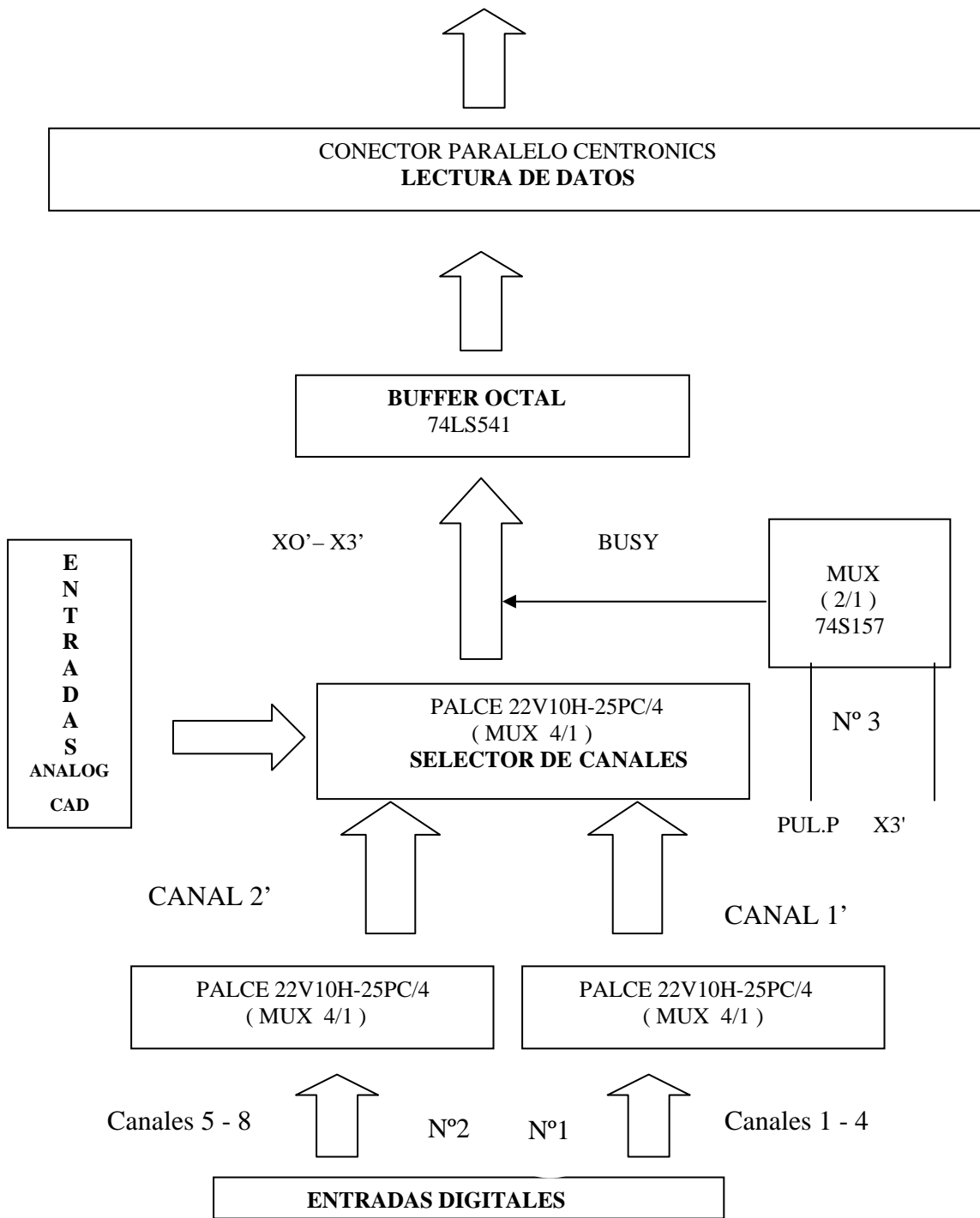


Figura 4. Diagrama en bloques de las entradas analógicas y digitales

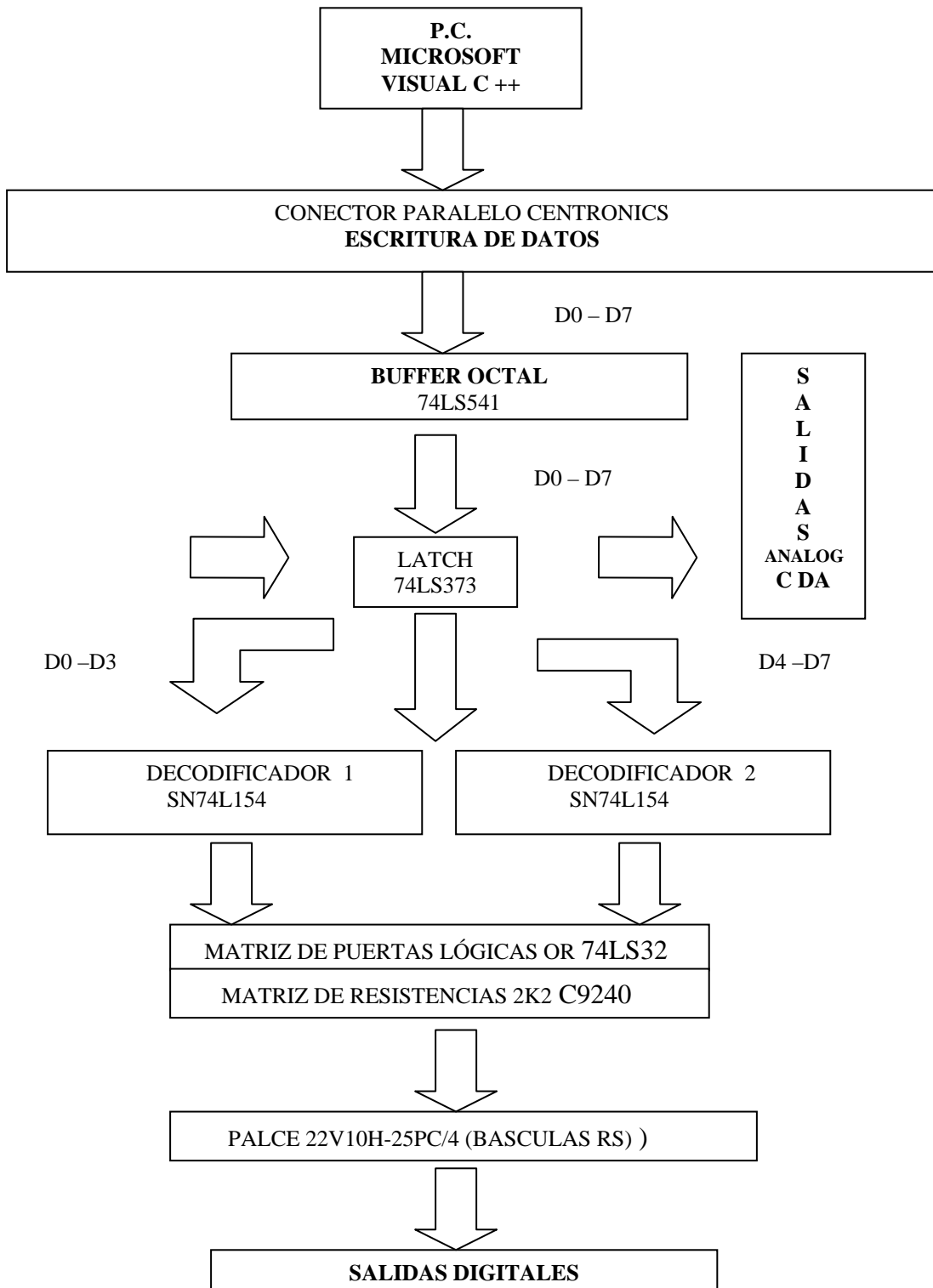


Figura 5. Diagrama en bloques de las salida analógicas y digitales

6. Evaluación

Los autores entendemos como evaluación la puesta en valor del trabajo realizado. Consecuentemente la evaluación es un proceso reflexivo, sistemático y riguroso de indagación sobre la realidad, que atiende al contexto, considera globalmente las situaciones, atiende tanto a lo explícito como lo implícito y se rige por principios de validez, participación y ética. De cara a su operatividad, el objetivo global de la evaluación sobre la eficacia de esta aplicación es disponer de información para aplicar mecanismos correctores que nos permitan poder tener un buen seguimiento del alumno de cara a lo que es la realización eficaz de las tareas encomendadas, por lo tanto no se entiende como un producto acabado sino, más bien, como un empeño tentativo de rediseñar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Un modelo exhaustivo de evaluación sobre la operatividad de la maqueta se puede adaptar de la norma ISO/IEC9126-1, [3].

Durante el primer año de disponibilidad, curso académico 2008/09 se ha realizado una encuesta a los alumnos para testear la influencia de esta aplicación sobre todo en su proceso de aprendizaje. La idea básica de la guía de evaluación se ha centrado en analizar los siguientes seis apartados cada uno de ellos con aproximadamente 10 preguntas con una valoración entre 0 (valor mínimo) y 10 (máximo).

- 1- La adecuación de la propuesta a las directrices que se han dado para completar la guía docente.
- 2- La coherencia entre las diversas partes de la propuesta, de manera que exista una relación coherente entre las competencias declaradas, las tareas propuestas y el sistema de evaluación empleado.
- 3- Si las tareas programadas abordan adecuadamente las competencias programadas.
- 4.- La motivación en el alumnado mediante el trabajo en el laboratorio y una actitud proactiva.
- 5.- Coordinación vertical y horizontal con otras asignaturas de la estructura curricular.
- 6.- Favorecer el trabajo en equipo.

Así mismo se ha incluido un apartado de recomendaciones

En la Tabla adjunta se muestra el resultado promediado de la evaluación correspondiente a los seis apartados y a su vez, promediada durante el curso académico. Los datos se han obtenido efectuando un análisis de varianza a las encuestas.

Apartado	1	2	3	4	5	6
Media	7.1	7.5	7.6	7.5	7.9	8.5

Respecto del alumnado, la actividad de evaluación por competencias se realiza mediante rúbricas para determinar el logro de los objetivos. Las rúbricas permiten cuantificar el trabajo del alumnado así como su evolución durante el proceso de aprendizaje, sus habilidades para trabajar de manera cooperativa, etc.

7. Conclusiones

A nivel tecnológico, se describen todos los elementos que componen el sistema, los materiales que se utilizan y sus características constructivas. También se aportan datos técnicos necesarios para su correcta utilización o dimensionado y rasgos característicos de aplicaciones. Los experimentos a realizar con la maqueta abarcan diversos aspectos básicos tanto de la ingeniería del software como de instrumentación. Por una parte se pone de manifiesto la problemática de monitorizar y controlar un sistema mediante un PC y la dificultad de la obtención de un modelo matemático adecuado. Así mismo es un sistema abierto utilizable en diversas áreas de conocimiento.

Desde la perspectiva metodológica realizar una experiencia de este tipo resulta un logro significativo dado el contexto multidisciplinar de la misma. Entre los diversos y amplios aspectos operativos se encuentran:

- 1.- La adecuación de los espacios de aprendizaje a los principios del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) y desarrollo e implementación de la infraestructura necesaria.
- 2.- Hacer más prácticas las enseñanzas. Incidir en el saber hacer.
- 3.- El fomento del trabajo en equipo tanto de los docentes como de los estudiantes
- 4.- La adecuación de las metodologías de enseñanza aprendizaje y evaluación a la nueva situación.

Como reflexión final, creemos que hay que continuar realizando experiencias de este tipo, por lo que suponen de reflexión y modernización de la estructura, programas y metodologías docentes y discentes aplicadas en el ámbito universitario.

Referencias

- [1] M. de Miguel Díaz (Coord). *“Metodologías de enseñanzas y aprendizaje: Orientaciones para el profesorado universitario ante el Espacio Europeo de Educación Superior”* Ed. Alianza, Madrid (2006).
- [2] D. W. Johnson, R. T. Johnson, K. A. Smith; *“Active Learning: Cooperation in the College Classroom”* Ed. Interaction Book Company, Minesota (1998).
- [3] ISO/IEC 91126-1: 2001. Software Engineering.-Product Quality-Part1: Quality Model