

DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTÓNOMO DE ADQUISICIÓN DE DATOS

Jordi Prat Tasia^{*}, *Antonio García Roza*^{**}

* Profesor del Departamento de Ingeniería Electrónica de la Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona. España. Email: jprat@eel.upc.es

** Profesor Titular del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad de los Andes. Bogotá. Colombia. Email: angarcia@uniandes.edu.co

RESUMEN

La captura de señales procedentes de determinados sistemas físicos en cuyo ámbito no pueda disponerse de ordenadores convencionales o de sistemas de instrumentación estándares, se puede realizar en la actualidad utilizando la opción de tarjetas de adquisición para ordenadores portátiles. Sin embargo, la problemática del diseño específico de las circuiterías de acondicionamiento de los sensores, así como la robustez necesaria del ordenador portátil en según que situaciones sigue siendo un condicionante a tener en cuenta en muchos casos. En este trabajo se presenta la descripción de un sistema de adquisición de datos que cubre cuatro objetivos principales, esto es, la versatilidad a la hora de trabajar con diversos tipos de sensores, la funcionalidad y autonomía a la hora de situar el equipo en ambientes adversos, su bajo costo y la posibilidad de miniaturización. Se ha conseguido, en una primera fase, el diseño de un equipo prototipo que incluye un bus análogo al que es posible conectar hasta 14 tarjetas acondicionadoras, un sistema de almacenamiento basado en una tarjeta PCMCIA de hasta 4Mb y un método sencillo de interacción con el usuario mediante un teclado hexadecimal y un display alfanumérico. Después de haber sido contrastado el rendimiento y las funcionalidades de este primer prototipo, se pretende, en una segunda fase, una reducción de tamaño, integrando determinados bloques, especialmente los que constituyen las tarjetas de acondicionamiento de la señal, la unidad de control y la unidad de adquisición, consiguiendo mejoras importantes tanto de prestaciones como de consumo.

ABSTRACT

The purpose of this paper is to describe a data acquisition system, designed for be used whit conventional portable computers. It outlines four major principals that the system is designed to adhere to. These are: the ability to adapt to diverse types of sensors; that the equipment can function properly and independently when placed under different environments; that the costs are kept relatively low; and the likelihood that the equipment will eventually be more compact.

During the first phase of the design of the system a prototype was obtained. This model was insightful in that it contained an analog bus, which made it possible to connect up to fourteen data acquisitions card and a alphanumeric display. It also had a memory system with a PCMCIA card with up to 4Mb and a simple interaction technique which uses a hexadecimal keyboard as its base.

After having analyzed the efficiency and performance of the first prototype, there is a desire to improve and develop many areas in the second phase. This includes reducing the size of the equipment, integrating some of the blocks (particularly those that contain the signal conditioning, the control unit and the acquisition unit), and making important power consumption reduction.

DESARROLLO DE UN SISTEMA AUTÓNOMO DE ADQUISICIÓN DE DATOS

Jordi Prat Tasia^{}, Antonio García Roza^{**}*

* Profesor del Departamento de Ingeniería Electrónica de la Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona. España. Email: jprat@eel.upc.es ** Profesor Titular del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad de los Andes. Bogotá. Colombia. Email: angarcia@uniandes.edu.co

RESUMEN

La captura de señales procedentes de determinados sistemas físicos en cuyo ámbito no pueda disponerse de ordenadores convencionales o de sistemas de instrumentación estándares, se puede realizar en la actualidad utilizando la opción de tarjetas de adquisición para ordenadores portátiles. Sin embargo, la problemática del diseño específico de las circuiterías de acondicionamiento de los sensores, así como la robustez necesaria del ordenador portátil en según que situaciones sigue siendo un condicionante a tener en cuenta en muchos casos. En este trabajo se presenta la descripción de un sistema de adquisición de datos que cubre cuatro objetivos principales, esto es, la versatilidad a la hora de trabajar con diversos tipos de sensores, la funcionalidad y autonomía a la hora de situar el equipo en ambientes adversos, su bajo costo y la posibilidad de miniaturización. Se ha conseguido, en una primera fase, el diseño de un equipo prototipo que incluye un bus análogo al que es posible conectar hasta 14 tarjetas acondicionadoras, un sistema de almacenamiento basado en una tarjeta PCMCIA de hasta 4Mb y un método sencillo de interacción con el usuario mediante un teclado hexadecimal y un display alfanumérico. Después de haber sido contrastado el rendimiento y las funcionalidades de este primer prototipo, se pretende, en una segunda fase, una reducción de tamaño, integrando determinados bloques, especialmente los que constituyen las tarjetas de acondicionamiento de la señal, la unidad de control y la unidad de adquisición, consiguiendo mejoras importantes tanto de prestaciones como de consumo.

1. INTRODUCCION

Este equipo de adquisición se plantea como un sistema autónomo de adquisición y almacenamiento de datos, genérico, de dimensiones reducidas y de fácil utilización. El sistema debe ser flexible, disponer de una unidad de almacenamiento para poder realizar posteriormente un procesado y estudio de las señales capturadas, autónomo y no necesitar personal experto para manejarlo. La flexibilidad se ha conseguido con el diseño de un bus análogo al que pueden conectarse hasta catorce tarjetas, cada una de ellas acondicionadora de un determinado

sensor. La capacidad de almacenaje se obtiene con la utilización de una unidad de almacenamiento PCMCIA de hasta 4Mb de capacidad. El equipo se alimenta con batería y dispone de un sistema operativo de muy fácil configuración.

Para desarrollar estos objetivos se realizó la puesta en marcha de un primer equipo prototipo que permite la adquisición de hasta 14 canales análogos con una resolución máxima de 12 bits y almacenamiento en unidad PCMCIA de hasta 4Mb, así como el desarrollo de los programas de control y utilidades del sistema operativo.

2. DESCRIPCION DEL SISTEMA

2.1 Subsistema hardware.

El subsistema hardware, según se muestra en la figura 1, se compone de una unidad de control, unidad de adquisición, bus análogo, tarjetas acondicionadoras, unidad de almacenamiento PCMCIA, periféricos y fuente de alimentación.

2.1.1 Unidad de control

La **unidad de control** se encarga de controlar todo el proceso de conversión y de almacenamiento, así como de atender a los periféricos. La unidad de control consta de un microcontrolador 80c32 acompañado de una ROM externa para el programa, ya que esta versión de microcontrolador no contiene ROM interna y una memoria RAM de 32K.

2.1.2 Periféricos de comunicación con el usuario

Los **periféricos de comunicación** con el usuario se componen de un teclado matricial de 16 teclas y un visualizador LCD alfanumérico de 4 líneas por 20 columnas con el que se dispone de un margen suficiente para realizar los menús de configuración del sistema operativo.

2.1.3 Sistema de almacenamiento

El **sistema de almacenamiento** se compone de una tarjeta SRAM en formato PCMCIA.

El standard PCMCIA permite trabajar con tarjetas de memoria de hasta 64MBytes de las llamadas *Common*

Memory y un máximo de 64MBytes de *Attribute Memory*. Esto permite una memoria total de 128MBytes en una sola tarjeta de memoria. Podemos suponer que esta capacidad es suficiente para cualquier sistema portátil actual.

También están presentes tarjetas de entrada/salida con un espacio de direccionamiento de 64Kbytes en puertos de 8 bits o su equivalente en puertos de 16 ó 32 bits.

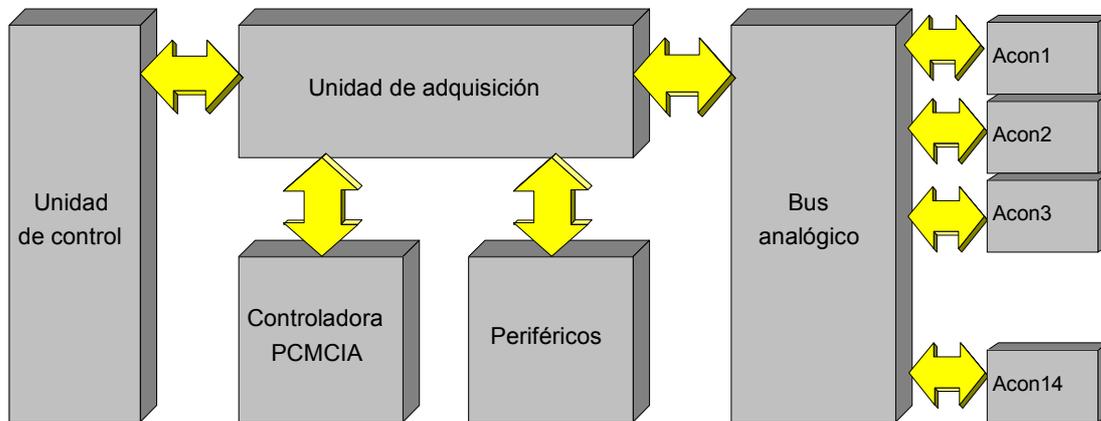


Figura 1. Diagrama de bloques del subsistema hardware

La interface PCMCIA puede reconocer diversos estados de las tarjetas como, por ejemplo, aviso de batería gastada, inserción y extracción de tarjetas o inhabilitación de escritura.

2.1.4 Unidad de adquisición

La **unidad de adquisición** se encarga de realizar la conversión analógico a digital y controlar las tarjetas de acondicionamiento. Está basada en el AD1674.

La unidad de adquisición consta de un sistema de adquisición de datos integrado que es ampliado con un multiplexor externo para poder aumentar el número de canales a 14. El convertor analógico a digital utilizado es un ADC de 12 bits con un tiempo de conversión de 12 μ s de propósito general y que cumple con las especificaciones requeridas, esto es, suficiente rapidez para adquirir un número mayor de 14 canales a una frecuencia de muestreo de 1000 Hz, conversión a 12 bits para tener medidas con una precisión de mV, inclusión de un S&H, tecnología CMOS y compatibilidad con la familia MCS-51.

Es importante destacar el circuito de decodificación de las tarjetas de acondicionamiento. Este circuito se encarga de leer los registros de las tarjetas de acondicionamiento y aislar el bus digital para poder añadir o quitar tarjetas con el sistema en funcionamiento.

Incluimos dentro de la unidad de adquisición el bus analógico. Entenderemos por **bus analógico** el soporte por donde transcurren todas las señales procedentes de las tarjetas de acondicionamiento de la señal de medida. Este bus está compuesto por ocho líneas de datos digitales, catorce líneas de selección de tarjetas, 14 líneas de señales

análogas, una tensión de referencia de 2,5 V y las alimentaciones digitales y analógicas de +5 y \pm 12V respectivamente. Dicho sistema incorpora 14 conectores DIN41612 de 32 x 2 pines para poder acondicionar hasta 14 sensores distintos. Ver figura 2.

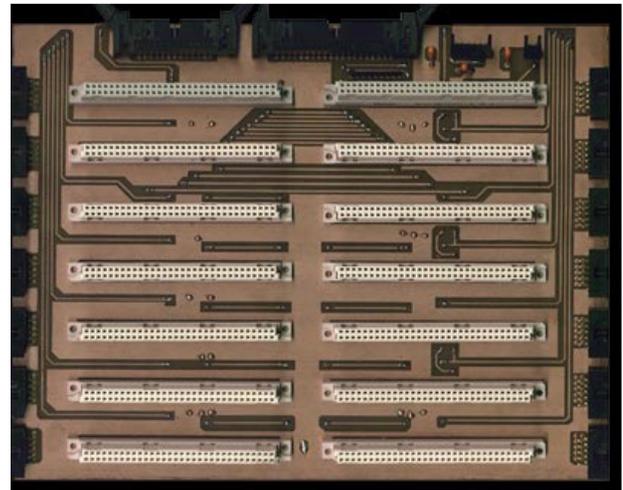


Figura 2. Placa base con bus analógico. Obsérvese los 14 slots para disponer las tarjetas de acondicionamiento de la señal de medida

De hecho, el prototipo construido es un sistema de doble bus. Uno digital, de comunicación entre los diferentes periféricos, y otro mixto (analógico-digital) para las tarjetas de adquisición de señales. Este tipo de topología nos permite una independencia total entre el sistema de control-adquisición y el sistema de acondicionamiento de

señal. Nos permite también la detección automática de tarjetas acondicionadoras insertadas, el tipo de sensor utilizado, la inclusión de periféricos digitales directamente al bus de 8 bits y la ampliación del número de canales a adquirir.

Un esquema representativo de la arquitectura utilizada se refleja en la figura 3, donde se describen los acondicionadores de señal y los diferentes sensores, que adquieren un topología de multiplexado de alto nivel, lo que permite tarjetas de adquisición intercambiables.

2.1.5 Tarjetas de acondicionamiento de la señal de medida

Al bus análogo van a ir conectadas las **tarjetas acondicionadoras**, que se van a encargar de adaptar los niveles de señal de los distintos sensores a los requeridos por el bus análogo. Las tarjetas acondicionadoras se han diseñado bajo unas medidas en las que la longitud es la del conector Eurocard DIN 41612 macho acodado de, aproximadamente, 94 mm de largo y anchura variable de hasta 45 mm.

Para realizar pruebas con el prototipo se diseñaron diversas tarjetas acondicionadoras de señal, entre ellas podemos destacar un voltímetro, un amperímetro, un termómetro, un inclinómetro, un manómetro, un medidor de vibraciones, etc. La figura 4 muestra una de las tarjetas acondicionadoras junto con su esquema de conexión al bus y la figura 5 distingue algunas de las tarjetas diseñadas

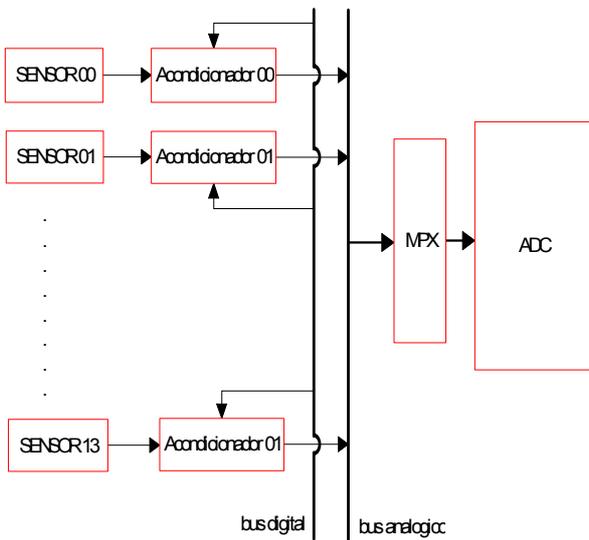


Figura 3. Esquema funcional de las tarjetas acondicionadoras conectadas al bus análogo y al bus digital

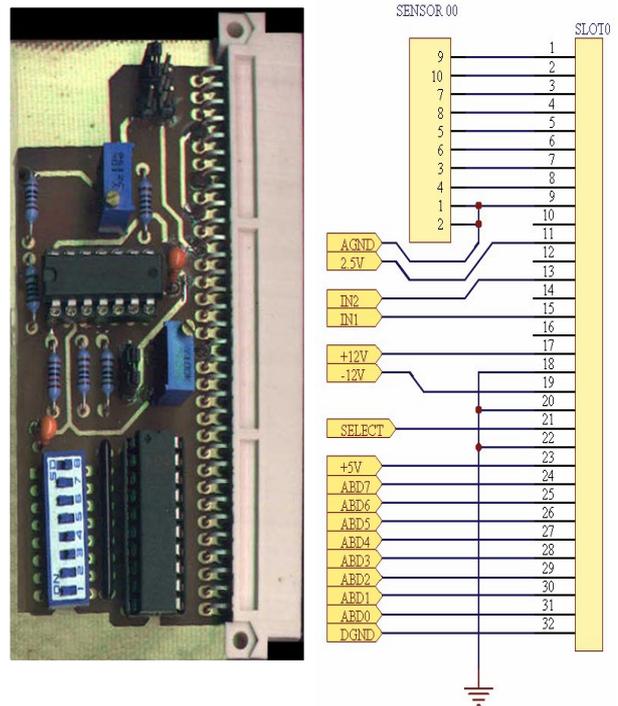


Figura 4. Esquema eléctrico del conector de cada tarjeta acondicionadora de señal

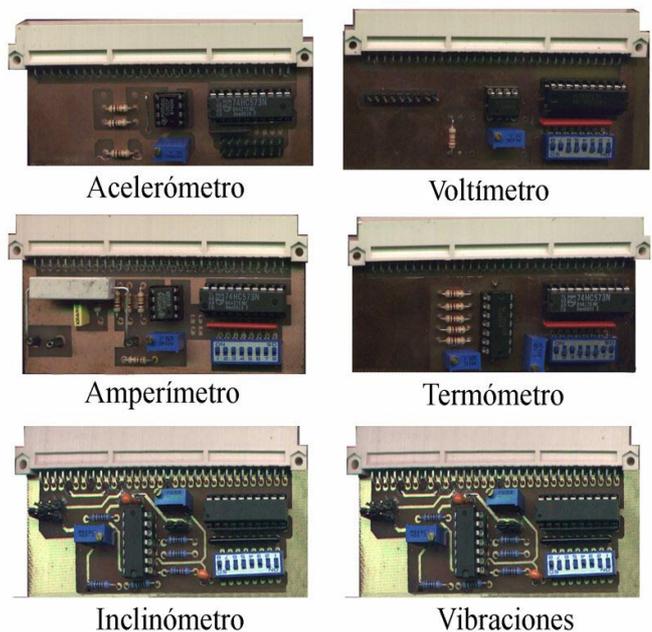


Figura 5. Diversos tipos de tarjetas de acondicionamiento de señal diseñadas

2.1.6 Alimentación

Finalmente, para la correcta **alimentación** del sistema se han diseñado dos fuentes de alimentación conmutadas que nos permiten disponer de una tensión simétrica de $\pm 12V$ y 500 mA (tipo fly-back a partir de PWM UC3834) y otra de +5V y 750 mA (tipo buck a partir del MAX 744) con un rendimiento elevado, a partir de una batería de 12 V.

2.2 Subsistema software

Las principales funciones del sistema operativo diseñado son:

- Gestión de las rutinas de conversión y de la frecuencia de muestro.
- Configuración de los parámetros de conversión (canales de 8 ó 12 bits y parámetros, frecuencia de muestro)
- Control del puerto de comunicaciones serie RS-232.
- Detección y gestión de la lectura y escritura de la tarjeta PCMCIA.
- Detección y configuración de las tarjetas de acondicionamiento de señal de medida.

La figura 6 esquematiza el flujograma del sistema operativo diseñado para la gestión del equipo.

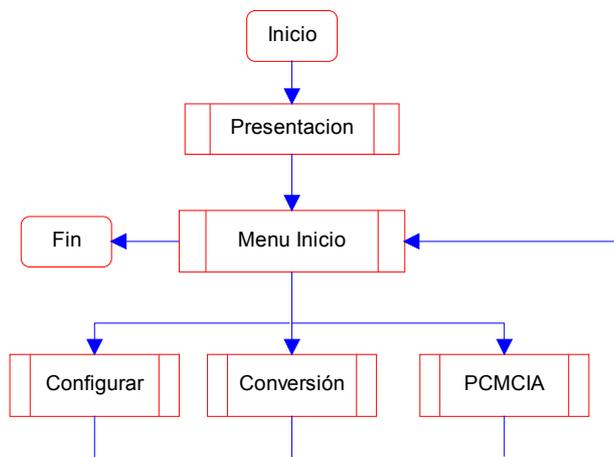


Figura 6. Flujograma del sistema operativo diseñado

Vamos a describir brevemente la función que realiza cada rutina.

Presentación: Es la rutina que se ejecuta cuando se inicializa el sistema, no es más que la pantalla de presentación.

Menú Inicio: Es la rutina donde elegimos que hará el sistema.

Configurar: Configuramos todos los parámetros del sistema (Velocidad del puerto RS-232, PCMCIA, frecuencia de muestro y configuración de las tarjetas)

Conversión: Iniciamos conversión.

PCMCIA: Realizamos la lectura de la PCMCIA. Los datos son enviados por el puerto serie.

Una secuencia típica de funcionamiento sería la siguiente:

- Elegimos configurar el sistema. En el menú revisamos las tarjetas de acondicionamiento y decidimos donde almacenar los datos.
- Seleccionamos la opción iniciar conversión. En este momento el equipo se dedica a almacenar datos hasta nueva orden.
- Apagamos el equipo. Los datos quedan almacenados en la tarjeta PCMCIA.

3. RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS

3.1 Resumen de las principales características del sistema

3.1.1 Especificaciones generales

- Unidad de control de 8 bits.
- 14 Canales análogos de 8/12bits, configurables individualmente.
- Display LCD de 4 líneas x 20 columnas.
- Teclado hexadecimal de 16 teclas.
- Unidad de almacenamiento PCMCIA para tarjetas de hasta 4MBytes de capacidad.
- Detección automática de acondicionadores de señal y de tipo de sensor utilizado.
- Salida para comunicación serie RS-232.
- Sistema operativo de menús.
- Programa de lectura de tarjetas PCMCIA.
- Placas acondicionadoras de tamaño reducido (94x30mm)
- Alimentación con batería sellada de ácido-plomo modelo HP2-12, 12V, 2Ah.
- Más de 6 horas de autonomía.
- Medidas aproximadas en mm (largo, ancho, alto), 250x200x75

3.1.2 Características de la unidad de control

- Microcontrolador de 8 bits 80c32.
- Velocidad de trabajo del microcontrolador, 11.0592MHz.
- Tamaño máximo del programa de 32Kbytes.
- RAM externa de 32Kbytes.
- Puerto de comunicación serie RS-232.
- Puerto digital de entrada-salida de 8bits.
- Decodificador de direcciones programable de 8 salidas.
- 2 conectores de ampliación de 50 vías con todo el bus del microcontrolador.
- Dimensiones en mm (largo, ancho, alto) 139x75x 20
- Consumo: 70mA

3.1.3 Características de los periféricos de comunicación con el usuario

- Placa de periféricos con teclado y display integrados.
- Display LCD alfanumérico de 4 filas x 20 columnas.
- Teclado matricial hexadecimal de 16 teclas.
- Dimensiones en mm (largo, ancho, alto), 160x78x30
- Consumo: 10mA

3.1.4 Características del sistema de almacenamiento

- Unidad de lectura y escritura de tarjetas PCMCIA
- Admite tarjetas de memoria SRAM PCMCIA de 64KBytes hasta 4MBytes.
- Bus de datos de 8 bits
- Bus de direcciones de 22 bits multiplexado por registros.
- Direccionamiento por bloques de 256 posiciones que son accesibles de forma directa.
- Dimensiones en mm (largo, ancho, alto), 84x96x34
- Consumo: 10mA

3.1.5 Características de la unidad de adquisición

- Convertor analógico-digital de 8/12bits, AD1674.
- Multiplexor analógico de 16 canales. (14 canales de adquisición y 2 para ampliación).
- Rango de entrada al multiplexor de -5V a +5V
- 2 conectores de 26 vías para los periféricos.
- Bus análogo con 14 slots, para 14 canales.
- Slots con conector EuroCard DIN 41612 B hembra.
- Tensión de referencia de 2.5V \pm 1%.
- Dimensiones de la placa de adquisición en mm (largo, ancho, alto), 130x92x20
- Dimensiones de la placa del bus en mm (largo, ancho, alto), 250x200x45
- Consumo: 20mA

3.1.6 Características de la fuente de alimentación

- Batería Hitachi modelo HP2-12, 12V, 2Ah
- Fuente de alimentación conmutada de \pm 12V 300mA
- Fuente de alimentación conmutada de +5V 750mA
- Rendimiento: 87%
- Dimensiones de la batería en mm (largo, ancho, alto) 175x35x63
- Dimensiones de la placa en mm (largo, ancho, alto) 97x67x20

4. CONCLUSIONES

Se ha diseñado un sistema de adquisición de datos de 14 canales, autónomo y suficientemente sencillo para ser manipulado por, prácticamente, todo tipo de personal. Se han realizado diversas pruebas de campo para contrastar su funcionalidad y verificar sus posibilidades reales. Dicho equipo incorpora una unidad de almacenamiento PCMCIA que añade una alta fiabilidad de los datos almacenados y facilita enormemente su transporte. La

portabilidad del sistema es ideal para medidas de campo de todo tipo. El prototipo desarrollado facilita y homogeneiza, en determinadas aplicaciones, el proceso de adquisición, especialmente en aquellas en las que sea indispensable utilizar instrumentos con alimentación autónoma, ya sea en ámbito industrial o de investigación. Su reducido costo permite la construcción y experimentación sin demasiados problemas e iniciar la siguiente fase de integración de determinados bloques del sistema. En efecto, después de haber sido contrastado el rendimiento y las funcionalidades de este primer prototipo se pretende una reducción de tamaño con la integración de determinados bloques, especialmente los que constituyen las tarjetas de acondicionamiento de la señal, la unidad de control y la unidad de adquisición consiguiendo, además, mejoras importantes tanto de prestaciones como de consumo.

4. REFERENCIAS

- [1]R. Pallas and John Webster. Sensors and signal conditioning Design. John Wiley.1991
- [2]M.Torres Portero. "Microprocesadores y microcontroladores aplicados a la industria". Paranifo. 1992
- [3]Daniel H. Sheingold, Analog-Digital conversion Handbook, Third Edition, Prantice-Hall.1986
- [4]Daniel H. Sheingold. Transducer Interfacing Handbook. Analog Devices.1980
- [4]C.D. Motchenbacher and J.A. Connelly, Low Noise Electronic System Design, John Wiley, 1993
- [5]Practical Design Techniques for sensor signal conditioning. Analog Devices. 1999
- [6]E.M. Petriu. Instrumentation and Measurement Technology and Applications. IEEE. 2000
- [7]MCS-51 Macroassembler user's guide for DOS systems. Intel