

DESARROLLO DE SOFTWARE Y HARDWARE PARA ADQUISICION DE DATOS EN TÚNELES DE VIENTO

C. Bustamante ¹

¹ Departamento Aerodinámica Experimental y Aplicada – Centro de Investigaciones Aplicadas
Instituto Universitario Aeronáutico
Avenida Fuerza Aérea Argentina 6500 – 5010 Córdoba Argentina
Tel.: +54 351 5688800 / int.: 34381
E-mail: tunelesdeviento@iua.edu.ar

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es desarrollar una cadena de medición que responda a las necesidades de los ensayos que se llevan a cabo en el Túnel de Viento de Baja Turbulencia que posee el Centro de Investigaciones Aplicadas del Instituto Universitario Aeronáutico. De los ensayos que se realizan en dicho túnel de viento, se trabajó específicamente sobre el ensayo de relevamiento de la capa límite sobre un perfil aerodinámico.

Para relevar el perfil de velocidades dentro de la zona de capa límite automatizando el proceso se desarrolló una placa digitalizadora de adquisición y control utilizando micro-controladores PIC. Las características de la placa le permiten realizar la adquisición de dos canales analógicos y controlar un periférico mediante cuatro salidas digitales. Los canales de adquisición son utilizados para relevar valores de presión y temperatura necesarios para determinar el perfil de velocidades buscado; mientras que los canales de control son utilizados para comandar el motor paso a paso que desplaza la sonda de presión dentro de la zona de estudio prefijada.

Por último, se desarrolló una aplicación en lenguaje LabView para comandar la adquisición de datos y control del mecanismo de sonda. Esta aplicación permite visualizar en tiempo real los datos adquiridos.

Palabras clave: Hardware para adquisición de datos

INTRODUCCIÓN

En trabajos anteriores realizados en el CIA se desarrolló y construyó el sistema necesario para relevar velocidades dentro de la capa límite existente en perfiles aerodinámicos; encontrando que el procedimiento de adquisición de datos y control del sistema eran rudimentarios e insumían tiempo en el procesado de los datos adquiridos. Por tal motivo se decide realizar un nuevo desarrollo del sistema de adquisición y control más eficiente y automático.

Debido a las características del fluido dentro de la cámara de ensayo del túnel de viento en cuestión, el perfil de velocidades de la capa límite existente en las proximidades de la placa plana puede ser obtenido conociendo los valores de presión dinámica, temperatura y posición relativa de la sonda de presión respecto del contorno de la placa. Para realizar la adquisición de estos parámetros se desarrolla una placa con dos canales de adquisición analógicos que reciben la señal de presión y temperatura de transductores adecuados a tal fin. El canal de control comanda la posición de la sonda de presión de manera indirecta, ya que el mismo controla un motor paso a paso que posiciona la sonda de presión mediante un mecanismo de desplazamiento micrométrico de precisión.

Al diseñar el hardware se buscó la manera de emplear la menor cantidad de componentes posible, desarrollando una placa de construcción accesible con las instalaciones que se dispone, empleando componentes comerciales, versátiles y económicos dentro de lo posible. Para satisfacer las necesidades de diseño se emplean micro controladores, específicamente el micro controlador 16F873, que incluye puerto de entradas / salidas configurables y un conversor Analógico / Digital de 5 canales de entrada y 10 bits de resolución.

La necesidad de controlar con un sistema y adquirir datos de una manera automática e intuitiva para el operador, la capacidad de poder operar mediante un PC Standard a través de su puerto serie y el requerimiento de un sistema versátil para soportar futuros cambios, son los motivos por los cuales se realiza el sistema de operación y adquisición mediante LabView.

METODOLOGÍA

Se dividió el trabajo en módulos de manera de simplificar las etapas de prueba una vez construido.

Convertor analógico – digital e interfaz de comunicación con la PC

Para adquirir con la PC los valores de presión y temperatura provenientes de los transductores fue necesario diseñar un circuito electrónico capaz de convertir las señales de salida analógicas de los transductores en señales binarias para ser interpretadas por la computadora. Se utilizó por simplicidad un circuito integrado micro controlador PIC16F873 Este circuito integrado realiza la conversión de analógico a digital y transmite los datos binarios de la conversión por medio de su interfaz serial al circuito integrado MAX 232, quien adaptara los valores de voltajes necesarios para establecer la comunicación serial con la computadora. Además, este micro controlador se encargara de controlar el motor paso a paso enviando señales a la interfaz del motor, conectada entre el motor y el PIC; esto será posible configurando los puertos del micro-controlador como puertos de salida digital en la secuencia requerida por un motor unipolar.

Transductor de presión dinámica utilizado

El dispositivo empleado es un transductor de presión diferencial de 0 a 0,5 psi de alta precisión, marca SETRA serie 239, específicamente diseñado para aplicaciones de baja presión que requieran alta precisión.

Como gran ventaja, no requiere de circuito acondicionador de señal.

Características principales:

- Exactitud +/- 0.14 % a fondo de escala
- Rápida puesta en marcha
- Bajos efectos térmicos acoplados
- Rápida respuesta, menor a 10 milisegundos
- Protección contra sobre presión

Transductor de temperatura

Se basa en la utilización de un moderno integrado sensor de temperatura, con un coeficiente lineal, y que entrega una tensión de 10 mV por cada grado centígrado de la temperatura a que este expuesto. Este sensor es el LM35 y viene directamente ajustado de fábrica, o sea que, a cero grado entrega 0 mV y a 100 grados centígrados entrega 1000 mV.

Solo basta medir su tensión de salida para conocer la temperatura a la cual está expuesto. Para esta finalidad se ha utilizado el convertor analógico-digital del PIC 16F873.

Por ultimo, la salida del LM35 es llevada al pin 3 del amplificador operacional LM358N que en este caso será utilizado como acoplador de impedancia, esto se hace con el fin de que el PIC no le mande pequeñas señales al LM35 que puedan alterar su buen funcionamiento.

Características principales:

- Calibrado en escala Celsius
- Factor lineal de escala +/- 10 mV / °C
- Exactitud garantizable 0.5 °C (a + 25 °C)
- Rango de operación - 55 °C a + 150 °C
- Tensión de operación de 4 V C C a 30 V C C
- Corriente de consumo menor a 60 μ A
- No linealidad típica de solo +/- 1/4 °C
- Baja impedancia de salida 0.1 Ω para 1 mA de carga

Motor desplazador y sonda de presión

El motor utilizado es un motor paso a paso unipolar que transmite los movimientos a través de una transmisión flexible a un tornillo micrométrico montado sobre una base de aluminio. Para alimentar el eléctricamente fue necesario crear una interfaz electrónica transistorizada, compuesta por cuatro transistores bipolares de potencia, capaces de manejar las corrientes requeridas por el motor.

La sonda de presión se encuentra acoplada a un tornillo micrométrico el cual le transmite movimiento vertical dentro de la cámara de ensayo del túnel de viento. Esta sonda está constituida por dos tomas de presión: una censa la presión estática y la otra la presión de impacto.

La finalidad de este sistema es lograr un rápido y preciso posicionamiento de la sonda dentro de la zona de capa límite existente sobre el perfil a ensayar. La sonda es desplazada perpendicularmente al perfil relevando las presiones a intervalos preestablecidos desde la superficie de la placa hasta la zona donde se estima que ya no existe capa límite. El movimiento vertical de la sonda en este caso, es lo que permite medir el espesor de la capa límite.

A continuación se presenta una fotografía (figura 1) con los componentes mecánicos del desplazador de sonda, en la figura puede observarse el motor paso a paso, la transmisión, la base del tornillo micrométrico y la sonda de presión.

En la figura 2 se presenta el diagrama en bloques del circuito electrónico y la relación entre ellos por medio de flechas que indicación la circulación de las señales eléctricas.

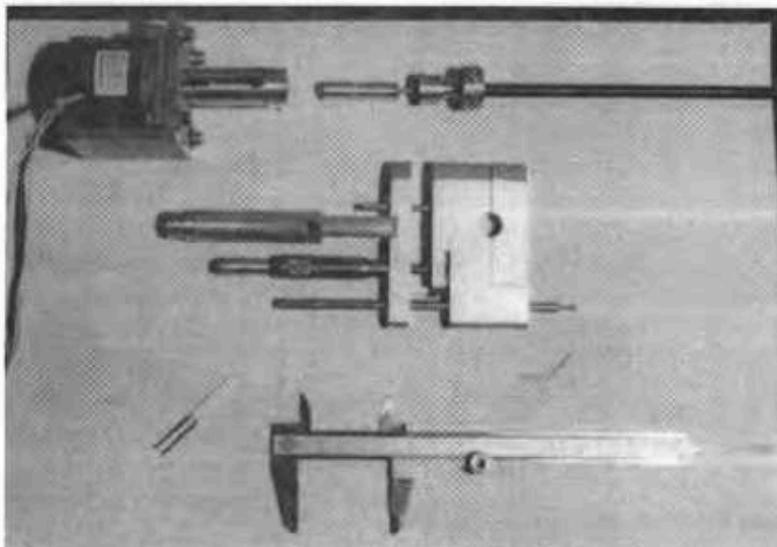


Figura 1: Componentes del sistema desplazador de sonda

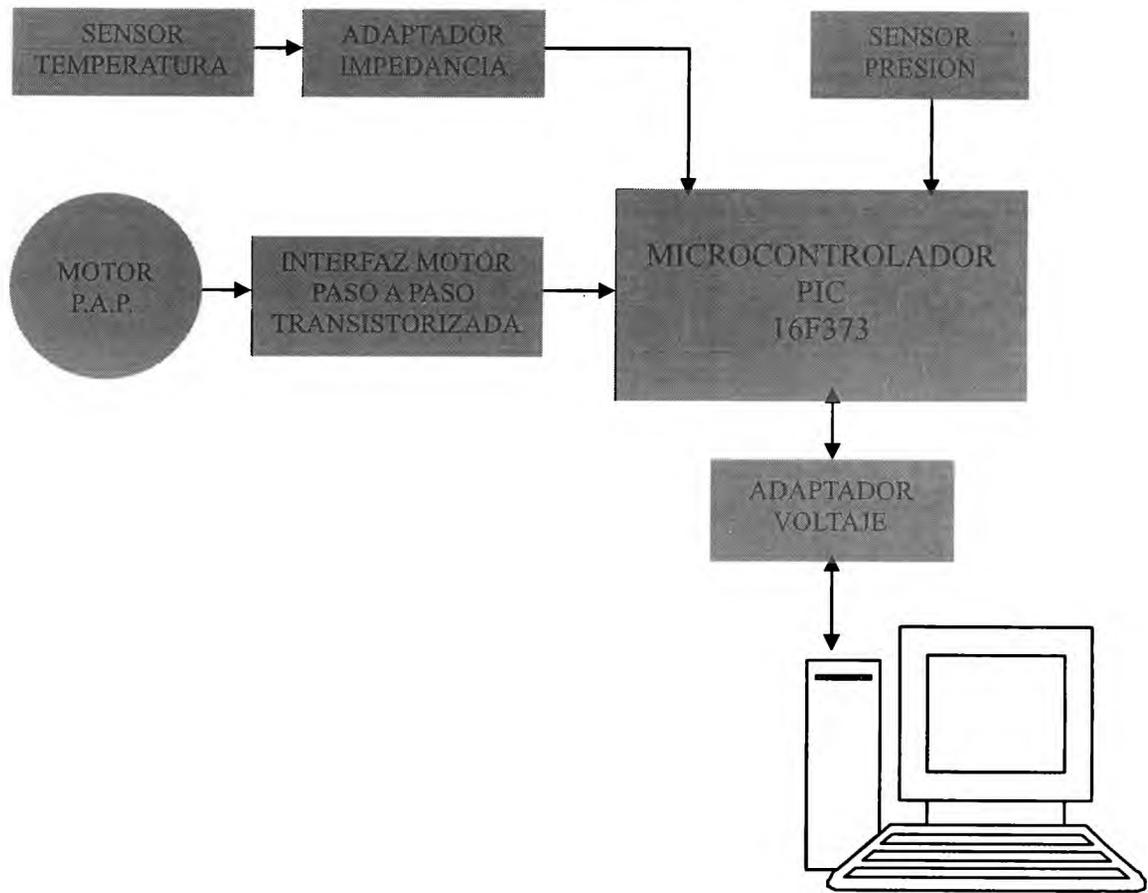


Figura 2: Circuito electrónico en bloques

Túnel de viento y perfil aerodinámico

El Túnel de Viento de Baja Turbulencia a utilizar para realizar las mediciones, es del tipo NPL con circuito abierto, posee una cámara de ensayos troncocónica de sección circular media de 200 mm de diámetro por 800 mm de largo. Ha sido diseñado especialmente con una alta relación de convergencia (36:1) y con 9 mallas ubicadas en la cámara de tranquilización para reducir el nivel de turbulencia. La cámara de ensayos posee una sección levemente divergente para corregir efecto de bloqueo por presencia de capa límite.

La velocidad máxima aproximada con cámara vacía es de 53 m/s, lo cual da un número de Reynolds de 30000 1/cm. Para poder utilizar los modelos de corrección aerodinámicas disponibles, aplicables a los resultados obtenidos, se debe tener en cuenta que la envergadura máxima de los modelos no debe superar 160 mm aproximadamente.

La regulación de rpm puede realizarse en forma discontinua mediante el cambio en la relación de poleas o en forma continua mediante el empleo de un variador de rpm. La operación discontinua permite 3 velocidades de aproximadamente 28, 40 y 53 m/s con cámara vacía.

El túnel de viento está equipado con un soporte especial para modelos, con variación de ángulo de incidencia -70° a $+70^\circ$ y de ángulo de guiñada de 360° , apto para soporte de sondas y balanzas electrónicas adecuadas.

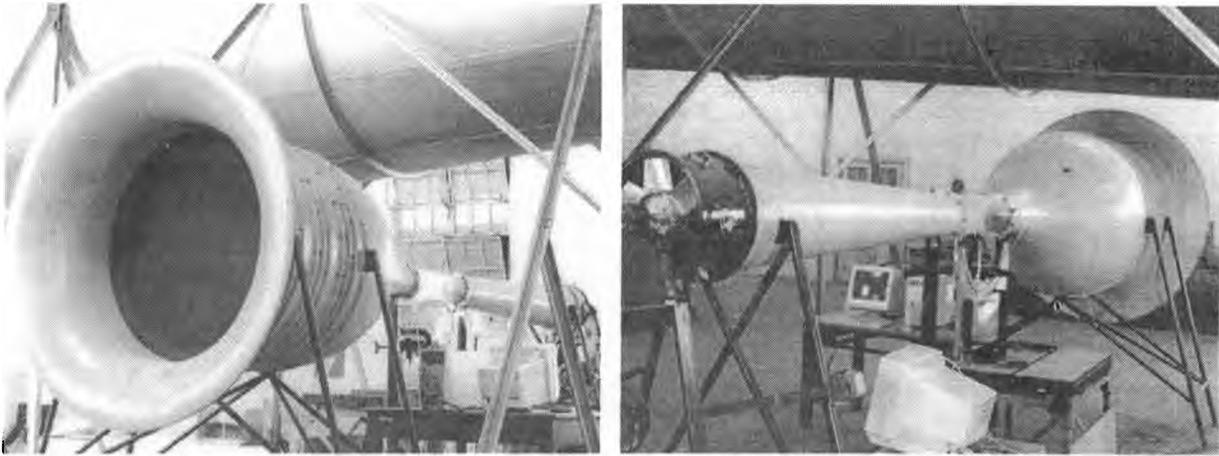


Figura 3: Túnel de viento de baja turbulencia

Características principales:

- Número de Mach: 0.15
- Velocidad aprox.: 27,44, 40,91 y 52,21 m / s. (con cámara vacía)
- Número de Reynolds máximo. aproximadamente: 30000 l/cm
- Envergadura de modelos: 160 mm (máximo)
- Potencia del motor accionador del ventilador axial aspirante: 3 HP
- Velocidad del motor: 1400 r.p.m.
- Regulación de velocidad del ventilador: 3 velocidades (con intercambio de poleas)

Medición de perfil de velocidades de la capa límite desarrollada sobre una placa plana

El ensayo que se describe a continuación consiste en la aplicación didáctica del sistema descrito en dicho informe. La misma consiste en la medición de un perfil de velocidad de capa límite desarrollada sobre una placa plana con borde agudo. Debido al bajo número de Reynolds del ensayo, se ha dispuesto colocar una banda de rugosidad sobre dicha placa con el objetivo de inducir la transición de flujo laminar a turbulento. El motivo de esto no es medir flujo turbulento, sino aumentar el espesor de la capa límite en la zona de medición. De esta manera, se logra medir mayor cantidad de puntos, a fines didácticos resulta más claro y representativo el perfil de velocidad que se obtiene de la medición. Si bien, debido a las dimensiones de la placa no es posible lograr la transición completa a flujo turbulento, se logra el efecto buscado y se obtiene un perfil de velocidad que permite tomar una cantidad suficiente de puntos y de forma aproximada al que se mediría en flujo totalmente turbulento.

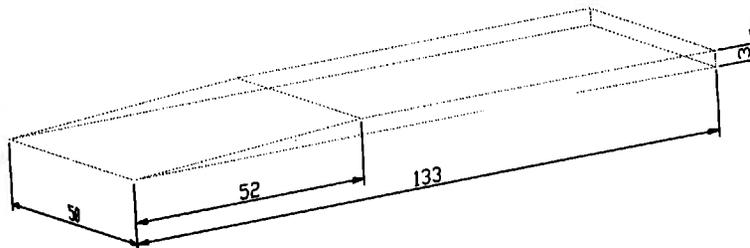


Figura 4: Placa plana para ensayos de capa límite (medidas en milímetros)

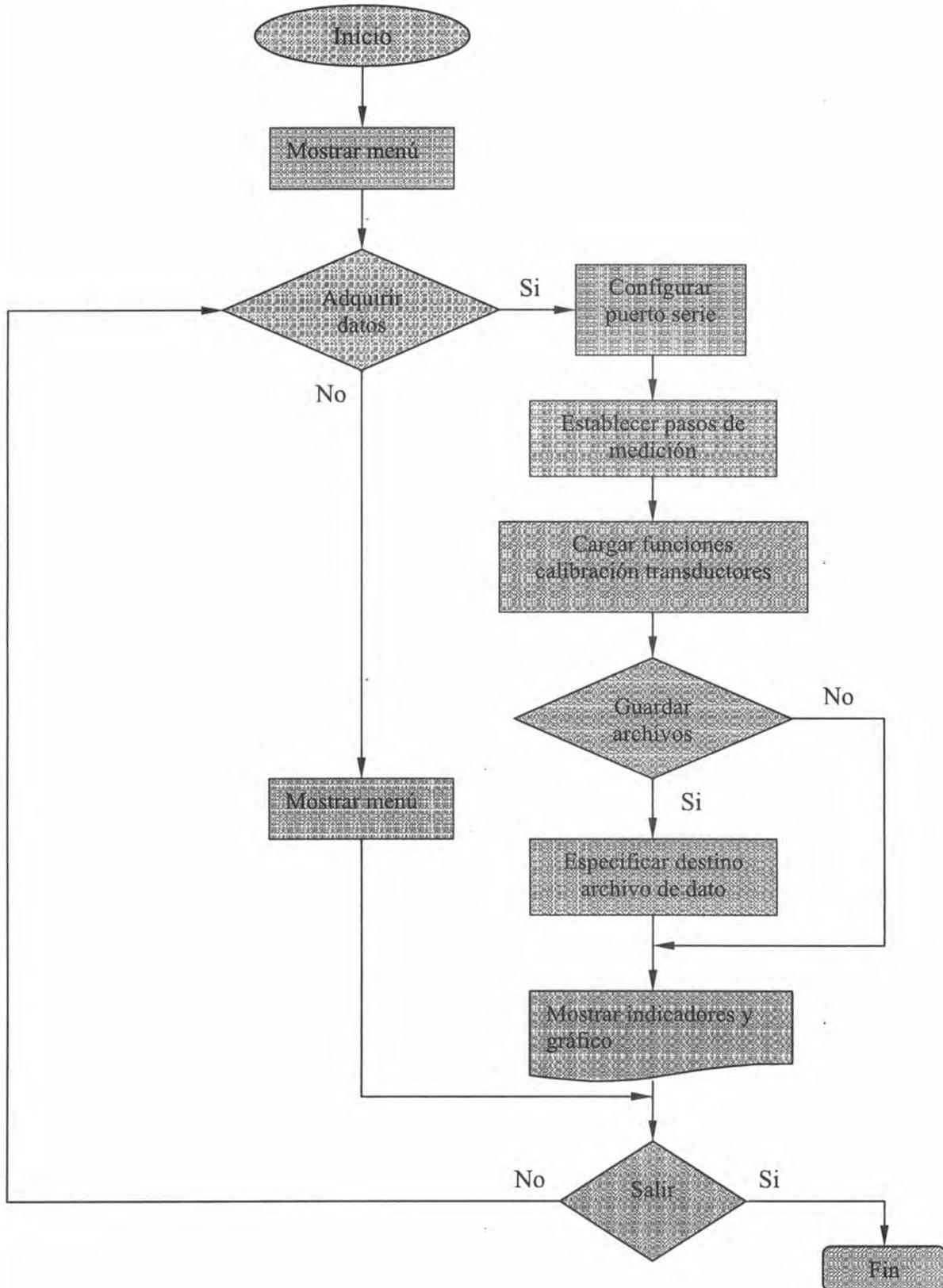


Figura 6: Diagrama de flujo del programa de adquisición de datos

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A esta altura ya se cuenta con los elementos necesarios para completar el trabajo descripto aquí, de ahora en mas se trabajara en el armado de los circuitos impresor de las distintas etapas que lo conforman.

Sin embargo durante el armado fueron surgiendo algunas mejoras que facilitarían la capacidad del circuito en general, estas mejoras no serán implementas en esta primera etapa de diseño pero si en el futuro.

CONCLUSIONES

La meta principal fue cumplida, poder desarrollar un sistema de adquisición, y la segunda intención, quizás la mas importante, aprender los conceptos básicos referidos a este tema, también fue concretada.

De ahora en mas, queda el armado y prueba de las etapas por separado y luego trabajando en conjunto. Con este trabajo no se pretende sustituir equipamiento ya existente en los túneles de viento del Centro de Investigaciones Aplicadas sino poseer la capacidad de desarrollar sistemas similares donde se los requiera y no existan medios para adquirirlos.

REFERENCIAS

1. D. Campasso, C. Paoletti, C. Cagliolo, L. Ibarrola, y L. Soria: Diseño de sistema para relevamiento de capa limite y ensayos de aplicación; División Experimental Túneles de Viento, Informe Técnico N° TV 005 / 00, Córdoba, Febrero 2000, Centro de Investigaciones Aplicadas (*Nota Técnica*).
2. A. Lázaro: Labview Programación gráfica para el control de instrumentación, Editorial Parainfo 1996.
3. E. Cuenta, J. Usategui e I. Martínez: Microcontroladores PIC La clave del diseño, Thompson 2003.