

# Módulo De Instrumentación Didáctica Implementado En Dispositivos Móviles

Allende Chávez Edgar<sup>\*</sup>, García Limón Brenda Yazmín, Guerrero Rodríguez Erick Damián, Hernández García Edgar, Martínez Rodríguez Cándido, Vergara Betancourt Ángel<sup>\*\*</sup>.

Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla  
División de Ingeniería Mecatrónica  
Carretera Acuaco-Zacapoaxtla, Km 8, Col. Totoltepec, Zacapoaxtla, Pue.  
Tel: (233) 31 75000.

<sup>\*</sup>[edge250592@gmail.com](mailto:edge250592@gmail.com), <sup>\*\*</sup>[a.vergara@live.itsz.edu](mailto:a.vergara@live.itsz.edu)

## Resumen

*En el siguiente trabajo se presenta el diseño e implementación de un módulo de instrumentación para adquisición y envío de datos útiles a un dispositivo móvil. Este módulo se caracteriza por permitir procesar, analizar y presentar de forma gráfica toda la información captada, siendo la parte medular del sistema un microcontrolador PIC18F4550. Este dispositivo puede ser adaptable a diversos sistemas de medición y activación de actuadores. En este artículo se demuestra su implementación en 3 distintas formas: un osciloscopio básico, sistema de medición de temperatura y activación de un motor. La vía de comunicación implementada es a través de tecnología Bluetooth ocupando un protocolo serial con norma RS232 y como plataforma para la programación de móviles se optó por el sistema operativo ANDROID.*

Palabras clave: Instrumentación, móvil microcontroladores, bluetooth, ANDROID, RS232,.

## 1. Introducción

La instrumentación es una de las áreas más importantes dentro de las diversas ingenierías, en especial en la ingeniería Mecatrónica. Ya que un adecuado sistema de medición permite al ingeniero y al estudiante de ingeniería tomar las mejores decisiones y actuar en consecuencia. Sin embargo, en la mayoría de las instituciones públicas descentralizadas de educación media superior y superior del país no se cuenta con el recurso necesario para adquirir sistemas de instrumentación

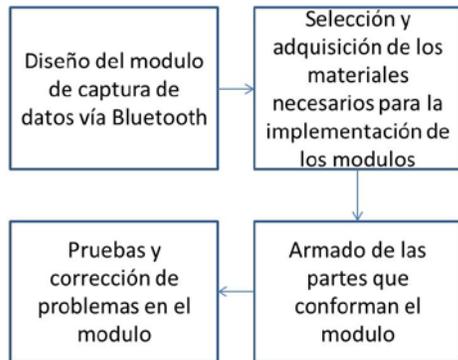
como son: osciloscopios, analizadores de espectro, medidores de vibración, generadores de señal, etc. siendo para el estudiante aún más complicado, la adquisición por cuenta propia de estos sistemas, los cuales fortalecerían su formación académica.

A su vez la telemetría se ha ido posicionando como una alternativa eficaz cuando se requiere de realizar mediciones en espacios poco accesibles e incluso los cuales representan peligros para el operario. Las opciones de interfaz que muchos diseñadores optan para estos casos, son las conexiones de red WiFi, Bluetooth y ZigBee, generalmente con conexión a una computadora personal o en algunos casos particulares en móviles, para los que se han desarrollado aplicaciones en sistemas operativos como SYMBIAN.

En el Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla, y en el marco de la materia denominada "Instrumentación" surge en un grupo de alumnos la inquietud de solventar esta problemática proponiendo una alternativa más económica: utilizar solo sensores y un módulo de captura y procesamiento de la señal basado en microcontroladores y que ha sido diseñado por nosotros, mientras que para los procesos de análisis y presentación de la información, los cuales generalmente son los que requieren la implementación de material más caro, hemos propuesto el uso del sistema operativo para dispositivos móviles ANDROID, el cual, se ha venido convirtiendo en el sistema operativo preferido para dispositivos móviles, tanto por usuarios de propósito general como para desarrolladores de aplicaciones (APP) móviles. Este último nos permite visualizar la información en dispositivos como celulares, tabletas, laptops, etc.

## 2. Diseño E Implementación Del Módulo de Instrumentación

La secuencia que se siguió para el desarrollo de actividades se muestra de forma sencilla en el diagrama a bloques la figura 1.

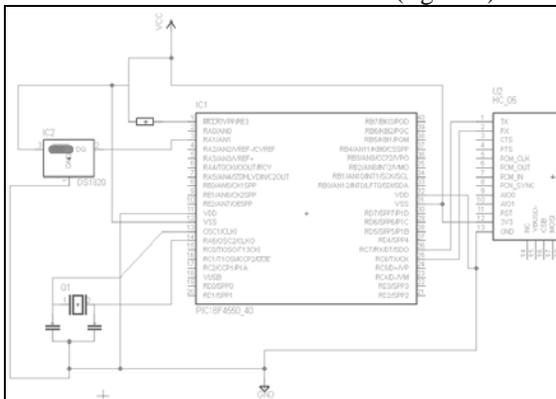


**Figura 1: diagrama a bloques de la secuencia de trabajo**

### 2.1 Diseño y construcción del módulo de captura y transmisión de datos.

En primera instancia se decidió que la vía de comunicación entre el módulo y el dispositivo móvil fuera a través de Bluetooth. La ventaja de esta opción es el monitoreo remoto, la movilidad del sistema y además presenta una ventaja adicional, debido a que al no haber una conexión cableada el dispositivo móvil, éste estaría protegido contra cualquier posible accidente en el circuito.

El micro controlador que se uso fue el modelo PIC18F4550 de Microchip, el cual se eligió debido a su bajo costo y buenas prestaciones para los propósitos que aquí se persiguen. La programación se realizó en alto nivel utilizando lenguaje C con el software PIC C COMPILER de CCS (figura 2).



**Figura 2: Diagrama de conexiones de la implementación del módulo con el microcontrolador.**

La primera meta del proyecto fue establecer comunicación entre el micro controlador y el dispositivo móvil. Para la comunicación inalámbrica se adquirió un módulo de transmisión Bluetooth el cual utiliza el protocolo serial bajo la norma RS232. La configuración de estos dos componentes se puede observar en la figura 2 así mismo la conexión del sensor de temperatura que posteriormente se explicará.

El primer programa cargado al micro controlador a manera de prueba, fue enviar un carácter "A" a través del puerto serial y visualizar dichos datos a través de la pantalla del dispositivo móvil; para las pruebas se utilizó una aplicación gratuita y de código abierto llamada "BlueTerm" (Figura 3) la cual nos recuerda la antigua hyperterminal usada en Windows. Utilizando La misma APP se realizaron pruebas para apagar y encender un LED de manera remota.



**Figura 3: Blueterm y PIC18F4550**

La última prueba de esta primera parte consistió en mantener monitorizado el estado de un pin del micro controlador, si este tenía un estado bajo el micro controlador enviaba un carácter "0" y si tenía un valor alto enviaba un carácter "1".

### 2.2 Diseño y construcción del módulo Osciloscopio.

Como etapa siguiente del proyecto se eligió por implementar un pequeño osciloscopio capaz de mostrar la forma de onda de señales eléctricas de hasta 1 KHz. La secuencia seguida para la construcción de esta parte del proyecto se muestra en el diagrama a bloques de la figura 4.

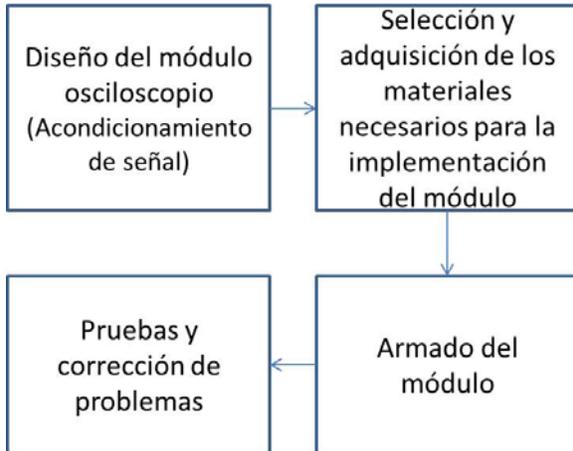


Figura 4: Diagrama a bloques osciloscopio

Para la captura de la señales por parte del osciloscopio se utilizaron los convertidores Analógico-Digital del microcontrolador. En esta parte, uno de los principales problemas al diseñar fue la medida de magnitudes fuera de los rangos del ADC utilizado, debido al alcance limitado de 5 Volts no se podían medir niveles de voltaje negativo, así que se procedió a realizar un acondicionamiento de señal con amplificador operacionales con los cuales pudiéramos medir niveles de voltaje desde -10 volts hasta 10 volts los cuales para nuestros propósitos didácticos y de prueba eran suficientes. El esquema del acondicionamiento de señal se muestra en la figura 5.

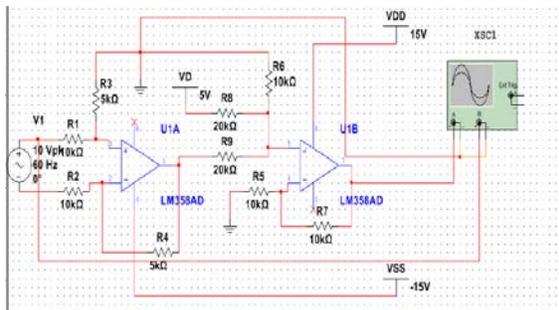


Figura 5: Acondicionamiento de señal.

Para este acondicionamiento se utilizaron amplificadores operacionales del modelo LM358 y resistencias de 1% de tolerancia. En la primera etapa se conectó un amplificador diferencial con ganancia de 0.5, con esto logramos bajar la magnitud del voltaje medido. Posteriormente en la segunda etapa se eleva el nivel del voltaje para no tener complicaciones con voltajes negativos [1].

La captura se realizó en modo ventana en el micro controlador:

Primero se capturaron 1024 datos a través del canal analógico y se guardaron en la SDRAM del micro controlador, como segundo paso se enviaron al celular donde por medio de la aplicación se lograron mostrar; posteriormente se explicara cómo se logró visualizar la forma de la onda en la aplicación del dispositivo móvil.

Este tipo de captura no es en tiempo real pero debido a la velocidad a la que trabaja el micro controlador es casi imperceptible el retraso que se tiene.

Otro punto importante es que durante las pruebas se lograron capturar sin problema alguno frecuencias de hasta 1 kHz, que resulta aceptable para los propósitos generales que manejamos en nuestras materias a lo largo de nuestra formación.

### 2.3 Construcción del módulo termómetro.

Durante el proceso de diseño de este módulo se escogió el sensor digital de temperatura modelo DS18B20 el cual emplea un protocolo de comunicación denominado 1-Wire y a la vez cuenta con una resolución de 0.1 grados centígrados lo cual es una resolución sumamente buena para aplicaciones didácticas e incluso en el ámbito profesional [5].

La implementación de este módulo facilitó el trabajo a la hora de la programación en el microcontrolador ya que empleamos una librería específica para el uso de este protocolo de comunicación la cual se puede encontrar de manera gratuita y específicamente para el PIC C compiler en: <http://www.puntofotante.net/DS18B20ANSIC.htm>

Se decidió hacer la implementación de este sistema de medición de temperatura con la finalidad de demostrar que el sistema no está limitado a aplicaciones solo en el área de Mecatrónica si no que es viable para cualquiera que necesite un modo de obtener y monitorear mediciones constantes como lo es el caso de la carrera de la licenciatura en Biología en el Instituto Tecnológico Superior De Zacapoaxtla.



Figura 6: Sensor de temperatura digital DS18B20

#### 2.4 Diseño y construcción del módulo de activación de motores.

Como parte final en lo que a hardware respecta se implementó un sencillo sistema de activación de motores de manera remota, dejando con esto la posibilidad de realizar sistemas de control en un futuro donde través de los datos recolectados se puedan tomar las mejores decisiones acerca de un sistema.

La lógica de programación para este pequeño sistema es:

El sistema está en espera por el código correcto cuando recibe un byte por el puerto serial lo compara con un código preestablecido y si es el correcto el micro controlador complementa el valor de un pin digital el cual a través de un transistor activa o desactiva un relevador que enciende y apaga un motor de corriente alterna un esquema del conexionado básico de este sistema es el mostrado en la figura 7.

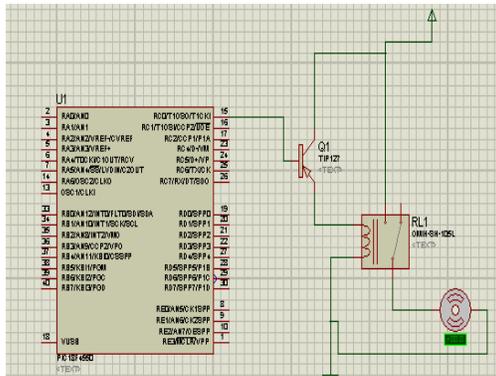


Figura 7: esquema de control del motor

### 3. Programación en el dispositivo móvil

Para crear la aplicación en el móvil se utilizó el lenguaje de programación JAVA sobre el entorno ECLIPSE utilizando también los respectivos plugins proporcionados por GOOGLE como base de la aplicación se utilizó el código fuente del programa antes mencionado “Blueterm” propiedad de “<http://pymasde.es/>” de ahí se extrajeron las funciones para implementar la comunicación RS232, mientras que para el graficado se recurrió a algunas otras librerías [2].

La lógica de programación para el desarrollo de la aplicación en el móvil sigue la secuencia mostrada en el diagrama de flujo de la figura 7.

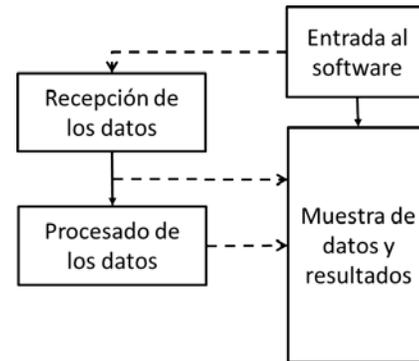


Figura 8: diagrama de flujo aplicación ANDROID

El funcionamiento de la aplicación funciona de la siguiente manera: una vez conectado el sistema del microcontrolador esta en STANDBY, desde el menú de la aplicación se accede a una de las tres opciones: el osciloscopio, el termómetro o bien el control de relé al acceder al elegir uno la aplicación manda un código que le dice al micro controlador lo que debe de hacer, el micro controlador pasa a un estado activo y comienza a realizar la tarea que le fue solicitada, cuando el usuario regresa al menú principal el programa envía un código de desconexión, una vez desconectado el micro controlador vuelve a su estado inicial de espera.



Figura 9: Pantallas de la aplicación

### 4. Análisis de resultados

Al finalizar las actividades se obtuvo un módulo de instrumentación integral con tres aplicaciones distintas trabajando en conjunto con una

aplicación para sistema operativo ANDROID los resultados detallados de cada módulo así como de su interfaz con la aplicación creada se detallan a continuación.

**Módulo osciloscopio:** se lograron captar señales eléctricas tanto directas como alternas con un rango de -10v a 10v y con una frecuencia máxima registrada de 1 KHz, la visualización lograda en el celular fue aceptable y asemeja un osciloscopio analógico ya que la pantalla está dividido en intervalos de tiempo y el cálculo de la frecuencia y periodo la debemos realizar de manera visual, pero el acercamiento es automático así como el ajuste de los intervalos base, las pruebas de medición de este módulo se realizaron con ayuda de un generador de funciones como fuente de excitación y un osciloscopio (Ver figura 10).

**Modulo Medición de temperatura:** Se obtuvieron mediciones precisas, con una resolución de 0.1 grados Celsius los cuales se muestran al usuario de una manera gráfica semejando un termómetro de mercurio pero dando la medida correcta sin necesidad de un procedimiento visual, las pruebas de este sensor se llevaron a cabo en vasos de agua a diferentes temperaturas y se corroboraron las medidas con un termopar acoplado a un multímetro (Ver figura 11).

**Módulo de activación a distancia:** se logró activar un motor AC a una distancia de aproximadamente 20 metros. Se tuvo una respuesta prácticamente inmediata el relevador mostrado anteriormente se intercambiò por un opto acoplador debido al ruido que inyectaba al mantener activado el motor mientras se realizaban otras mediciones.

## 5. Conclusiones

El desempeño del módulo de instrumentación obtenido cumple con las expectativas esperadas en su diseño y al mismo tiempo su uso es totalmente viable en aplicaciones de carácter didáctico a nivel licenciatura.

Dado el tipo de interfaz implementado en este módulo así como las piezas de software que lo conforman permiten una adaptabilidad tal que no se limita solo a dispositivos móviles como medio de procesamiento, si no que abre una ventana al trabajo en conjunto del mismo con herramientas de análisis numérico tales como Scilab, Octave, MatLab, etc.

Se pretende continuar con este trabajo especialmente para mejorar el osciloscopio, empezando por implementar micro controladores más potentes, ADCs y memorias externas de alta velocidad así mismo seguir dotando de nuevos aditamentos a este módulo integral.

Después de desarrollar el presente trabajo estamos convencidos de que en las instituciones de educación tecnológica se tiene la capacidad de crear nuevos sistemas de instrumentación y no solo aprender a usar los ya existentes logrando innovaciones en los mismos lo cual impulsa el desarrollo tecnológico del país.



Figura 10: Pantalla del osciloscopio



Figura 11: Pantalla del medidor de temperatura

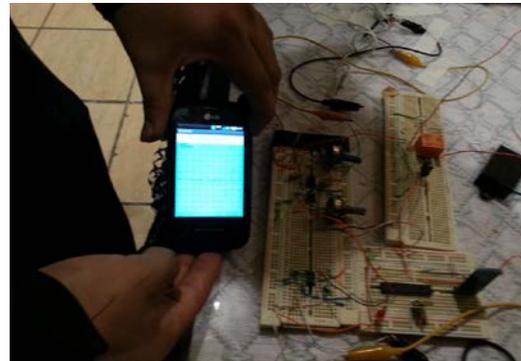


Figura 12: Presentación de Prototipo funcional

## Referencias

- [1] Roberto Francis, Frederick ,Amplificadores operacionales y circuitos integrales lineales, Pearson Education .1998.

- [2] *Cay, Shortmann, Gary Cornell, Core Java2: fundamentals*, Sun Mycosystem Press, (2013). *instalación fotovoltaica*. Tesis. Universidad Carlos III de Madrid. Octubre 2010.
- [3] *Amaro Soriano José Enrique, Android: Programación de dispositivos móviles a través de ejemplos* de Marcombo(2011).
- [4] *Boylestand Robet, L y Nashely, Louis, : Electronica, teoría de circuitos y dispositivos electrónicos* Editorial Prentice Hall, 1995.
- [5] *Coughlin: Amplificadores operacionales y circuitos integrados* 5ta. Edición, 1987.
- [6] *Herrera Quintero Luis Felipe, Telemetria y telegestion en procesos industriales mediante canales inalámbricos Wifi utilizando instrumentación virtual y dispositivos PDA (Personal Digital Assitant)*, Universidad Nacional de Colombia.
- [7] *Sánchez de la Nieta Infante Alberto, Conectividad Bluetooth para un dispositivo móvil con sistema operativo Symbian en una*
- [8] *Boquete Luciano, tarjeta electrónica para la realización de funciones de telemetría y control mediante tecnologías Wireless*.Universidad de Alcalá de Henares.
- [9] *Sistema de adquisición portátil ambiental telemetría para señales biomédicas* [en línea]:universia biblioteca de recursos 2013. [Fecha de consulta: 11 de junio de 2013]. Disponible desde [http://biblioteca.universia.net/html\\_bura/ficha/pa-rams/title/sistema-d-adquisicio-portatil-amb-telemetria-bluetooth-per-senyals-biomediques/id/55275637.html](http://biblioteca.universia.net/html_bura/ficha/pa-rams/title/sistema-d-adquisicio-portatil-amb-telemetria-bluetooth-per-senyals-biomediques/id/55275637.html)
- [10] *Jeff Friesent. Learn JAVA for Android development*. Edit.Apress.2010.