

# *I Semana del Control y de la Instrumentación*

## *Octubre 10 - 14, 2005*

**LAS ACTIVIDADES SE DESARROLLARÁN ALREDEDOR DE LAS SIGUIENTES TEMÁTICAS:**

- Control clásico
- Control moderno
- Automatización
- Robótica
- Sensores y transductores
- Robótica
- Instrumentación virtual
- Medición
- Control e instrumentación en la educación
- Adquisición de datos
- Procesamiento de datos
- Aplicaciones biomédicas

### **COMITÉ ORGANIZADOR**

#### **PRESIDENTE**

M. en C. Raymundo Barrales Guadarrama

#### **JEFE DE DEPARTAMENTO**

M. en C. José Raymundo Lira Cortés

### **INFORMES:**

Edificio H, cubículo: H-283  
5318-9000 ext. 2034  
rbg@correo.azc.uam.mx

### **DIRIGIDA A:**

Estudiantes de licenciatura en programas relacionados

### **LUGARES:**

**Conferencias:** Edificio B, planta baja

**Exposiciones:** Edificio G, tercer piso

### **ACTIVIDADES:**

#### **• Conferencias con profesionistas del ramo**

Estas conferencias serán presentadas por representantes de empresas dedicadas a la ejecución de proyectos de control e instrumentación para la industria nacional de procesos. Es una excelente oportunidad para conocer el grado de avance de la ingeniería electrónica de control e instrumentación.

#### **• Conferencias de profesores-investigadores**

Estas conferencias serán presentadas por los profesores-investigadores en el Área de Instrumentación y el Grupo de Control para difundir sus avances académicos en la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la educación.

#### **• Exposición de carteles**

Los carteles resumen la descripción de los trabajos realizados por profesores y alumnos bajo la temática de la ingeniería electrónica en control e instrumentación y proporcionan un acercamiento al tipo de proyectos que se desarrollan en el área.

#### **• Exposición de proveedores**

En esta exposición, los estudiantes podrán conocer a proveedores de materiales y equipo para los proyectos de control e instrumentación de procesos industriales.

#### **• Exposición de libros**

Estarán presentes editoriales de libros técnicos afines a la temática del evento.

#### **• Diplomas de participación**

# DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO DE LA ETAPA ANALÓGICA Y DIGITAL DE UN MEDIDOR DE PH.

J. A. Mota Ramírez, F. J. Sánchez Rangel, J. Jaimes Ponce,  
J. Forcada Granados, R. Petrov Popnikolov

UAM Azcapotzalco. Departamento de Electrónica. Área de Instrumentación.  
Av. San Pablo No. 180, Col. Reynosa Tamaulipas, C. P. 02200, México D. F.  
Tel. (55) 5319-9031, Fax: (55)5394-6843

Email. Corsario12@prodigy.net.mx, jamr@correo.azc.uam.mx, fjsr@correo.azc.uam.mx, jjp@correo.azc.uam.mx

## RESUMEN

Se muestra el diseño, la implementación y el desarrollo de las etapas analógica y digital de un medidor automático de Ph utilizando un electrodo de vidrio combinado.

## 1 INTRODUCCIÓN

El pH es la manera más común de representar el grado de acidez o alcalinidad de las soluciones acuosas, este se define como: El logaritmo negativo de la actividad de iones Hidrógeno, expresado en moles por litro. Muchos procesos biológicos e industriales son extremadamente sensibles a la acidez, por ello requieren un control minucioso del pH. La medición de pH se realiza generalmente por medio del método Potenciométrico, cuyo principio es el siguiente: cuando una corriente directa pasa a través de una solución electrolítica esta sufre cambios en su composición química, a partir de esta reacción es posible obtener energía eléctrica. Una celda galvánica para la medición de pH, está formada por dos electrodos conectados eléctricamente por una o más soluciones electrolíticas. Generalmente interesa el potencial de uno de los electrodos, este potencial estará relacionado con la actividad de los iones hidrógeno de la solución que se desee medir, a este electrodo se le designa como electrodo indicador; el potencial del otro electrodo deberá de ser constante y no depender de las propiedades de la solución que se esté midiendo, a este electrodo se designa electrodo de referencia.

## 2 METODOLOGIA

Se empleó un electrodo de vidrio combinado, en el cual el electrodo de referencia y el electrodo indicador se encuentran ensamblados en un mismo encapsulado. Este se muestra en la figura 1. La respuesta del sensor de muestra en la figura 2.

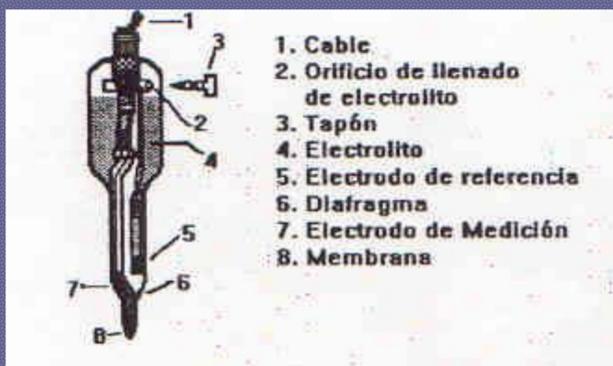


Fig. 1 Electrodo de vidrio combinado.

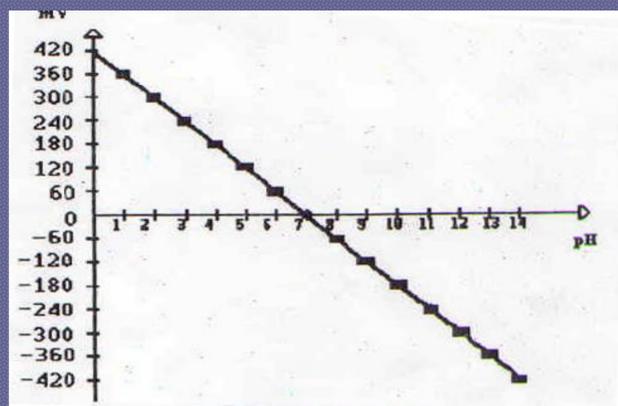


Fig. 2 Respuesta del sensor.

### 2.1 ETAPA ANALÓGICA

La función de esta etapa es la de dar a la respuesta del sensor ciertas características, de manera que pueda ser manejada por el CAD. La etapa analógica esta compuesta de un acoplador de impedancias, un filtro paso bajas, un amplificador, un inversor sumador, y un reforzador de salida. El diagrama a bloques de esta etapa se muestra en la figura 3.

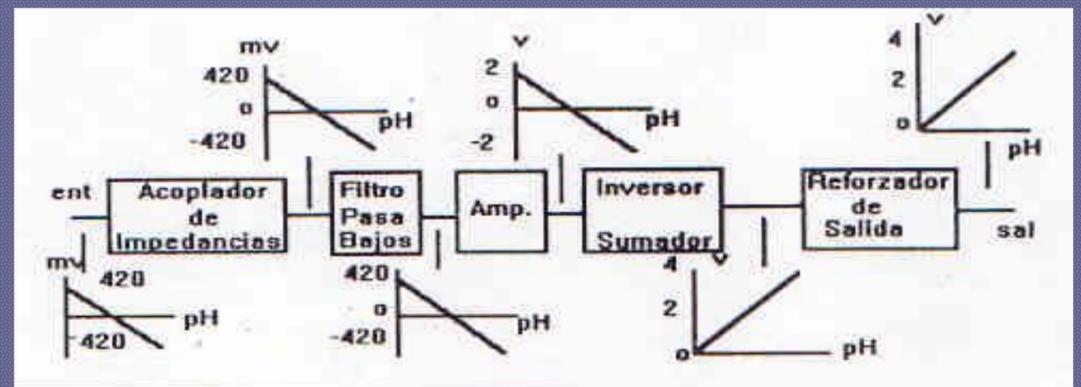


Fig. 3 Diagrama a bloques del medidor de pH.

### 2.2 ETAPA DIGITAL

La etapa digital esta compuesta fundamentalmente del microcontrolador MC68HC11F1 de Motorola, una memoria RAM, una memoria EPROM, sensores de posición de dos estados lógicos. Adicionalmente, un teclado y un exhibidor alfanumérico permiten la comunicación con el usuario vía diversos menús de opciones lo cual simplifica la operación del instrumento.

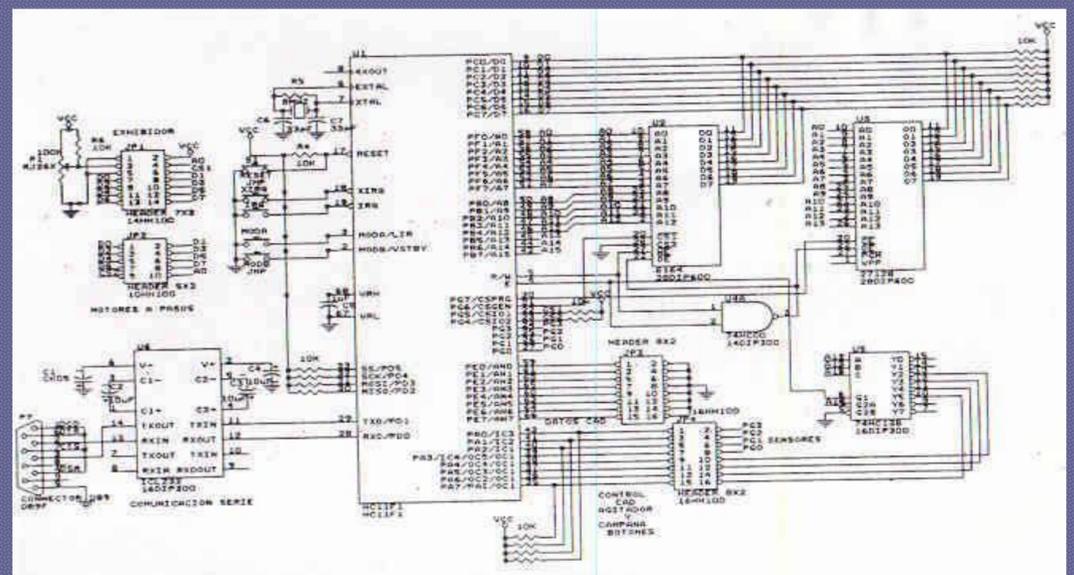


Fig. 4 Diagrama de la etapa digital del medidor de pH.

## 3 CONCLUSIONES

El sistema automático completo pretende ser un sistema capaz de cubrir todas las necesidades inherentes a la medición del pH a nivel de laboratorio.

En la siguiente etapa de este desarrollo, sabemos que éste cuenta con dos botones para varias funciones del control del sistema. Estos se encontraran de manera accesible al usuario y las funciones fundamentales de los mismos serán: la inicialización total del sistema, la calibración y la medición, todas estas funciones podrán ser seleccionadas por medio de varios menús de opciones que se presentaran conforme se avance en la medición, incluso el sistema contara con una alarma sonora para la inicialización y la conclusión de la medición.

## INSTRUMENTACIÓN DE UN SISTEMA PARA LA OBSERVACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE UN SUPERCONDUCTOR

Arturo Velásquez-Estrada, Ezequiel Rodríguez-Rodríguez.,  
Universidad Autónoma Metropolitana – Azcapotzalco  
e-mail err@correo.azc.uam.mx

### RESUMEN

Se presenta un sistema que permite observar las características de un material superconductor. El sistema permite mediante la tarjeta de sonido de una PC y MATLAB hacer mediciones de resistencia y temperatura de manera que es posible ver la grafica de la transición al estado superconductor. Los superconductores serán decisivos en la industria electronica del futuro, por ello es necesario tener conocimiento de sus propiedades y características.

### INTRODUCCIÓN

La superconductividad es un fenómeno que denota el estado en el cual la resistencia eléctrica de ciertos materiales desaparece de forma repentina. La temperatura por debajo de la cual la resistencia eléctrica de un material se acerca a cero se conoce como temperatura crítica ( $T_c$ ). Por arriba de esta temperatura, al material se le conoce como normal, y por debajo de  $T_c$ , se dice que es superconductor. Además de la temperatura el estado superconductor también depende de otras variables, tales como el campo magnético ( $B$ ) y la densidad de corriente ( $J$ ). De este modo, para que un material sea superconductor, la temperatura crítica del material, su campo magnético y su densidad de corriente no deben ser mayores de los valores que son específicos para cada caso, ya que para cada material superconductor existe una superficie crítica en el espacio de  $T$ ,  $B$ , y  $J$ .

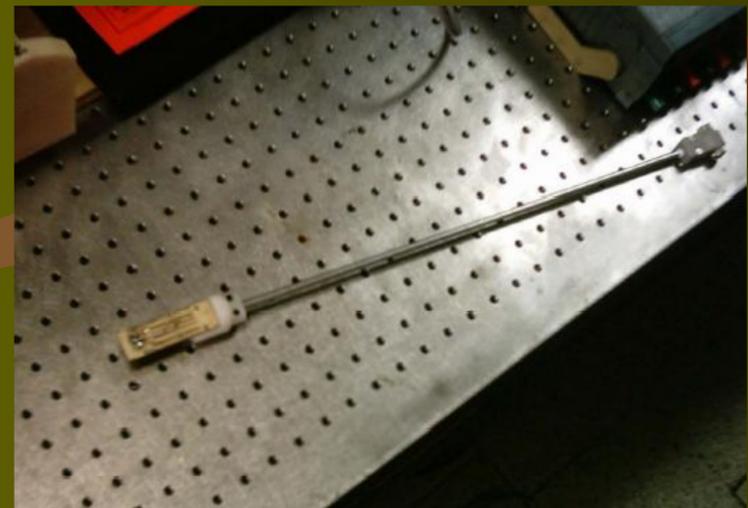
Los superconductores son dispositivos de gran aplicación tecnológica, se aplican en resonancia magnética nuclear, imagenología, SQUIDS, transistores, aceleradores de partículas, sensores, transductores, magnetos, aislamiento magnético, almacenamiento de energía, fusión etc. Con el fin de interesar a los alumnos en esta nueva tecnología se presentan estos dispositivos que pretenden facilitar la visualización de los principales efectos en un superconductor, como es la transición al estado superconductor.

### DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

Para observar el cambio de estado, el superconductor se colocó en una placa fenólica así como un medidor de temperatura PT-100. Para la obtención de los valores de temperatura y voltaje se colocaron 4 contactos al anillo superconductor utilizando indio, la señal de voltaje desarrollada en el superconductor es muy pequeña (del orden de microvolts) para la adecuación de la señal se utilizó un amplificador de muy bajo ruido con ganancia de 1000. Para observar el cambio al estado superconductor es necesario enfriar el material por debajo de la temperatura crítica que es del orden de los 90 K, para enfriar nuestra muestra se utilizó un Dewar con nitrógeno líquido. Una vez generados los datos de voltaje y temperatura estos son amplificados y posteriormente se colectan utilizando una tarjeta de sonido y utilizando MATLAB son procesados para obtener la curva típica de Voltaje-Temperatura. La disposición de los elementos de muestra en la figura 2

### RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Aunque es difícil trabajar con temperaturas criogénicas se logró obtener graficas donde se observa la transición del superconductor. Nuestra pretensión al fabricar este equipo es mostrar a los alumnos las características de los materiales superconductores utilizando equipo construido en la UAM, el desempeño de estos equipos mejorara con la experiencia que se tenga en los laboratorios con los alumnos, en el futuro se pretende construir mas equipos didácticos como estos de tal forma que puedan ser fácilmente adquiridos por otras instituciones a precios mucho mas bajos de los que ofrecen compañías extranjeras.



•Fig. 1. Conexión del Superconductor y el sensor de temperatura.

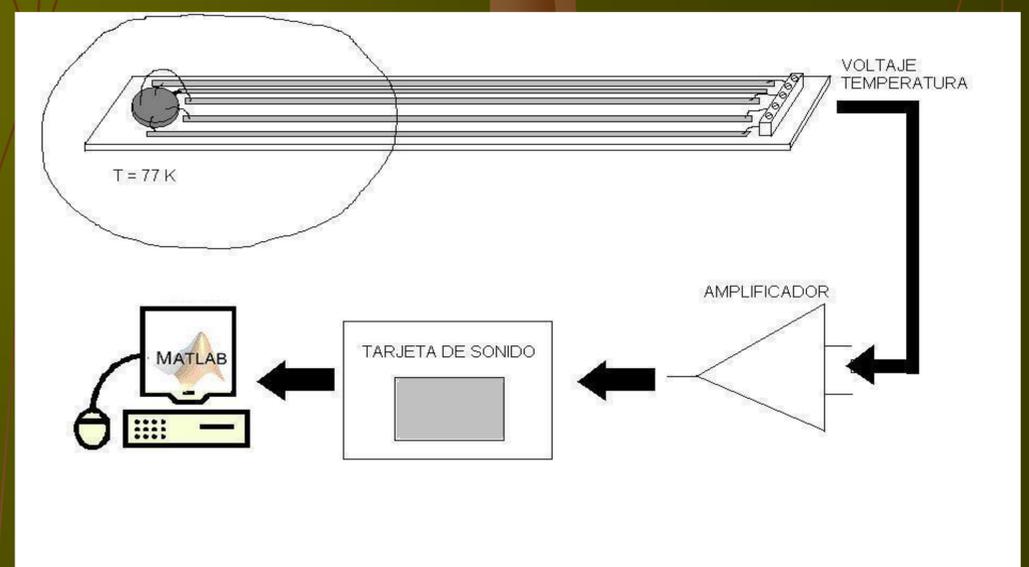


Fig. 2. Arreglo para hacer mediciones de voltaje-temperatura.

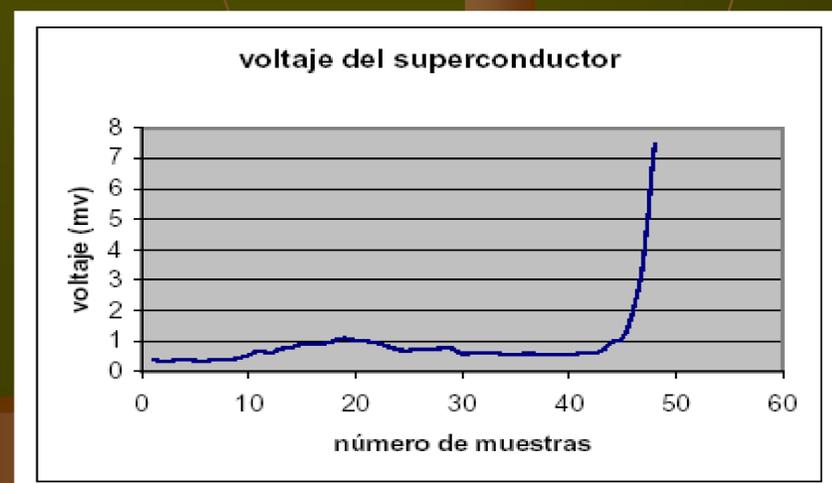


Fig. 3 Curva Voltaje-Temperatura

# DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN DISPOSITIVO DE ALARMA SISMICA PORTATIL

E. R. Vázquez-Cerón y F.J. Martínez Martínez

e-mail ervc@correo.azc.uam.mx

Universidad Autónoma Metropolitana-AZCAPOTZALCO

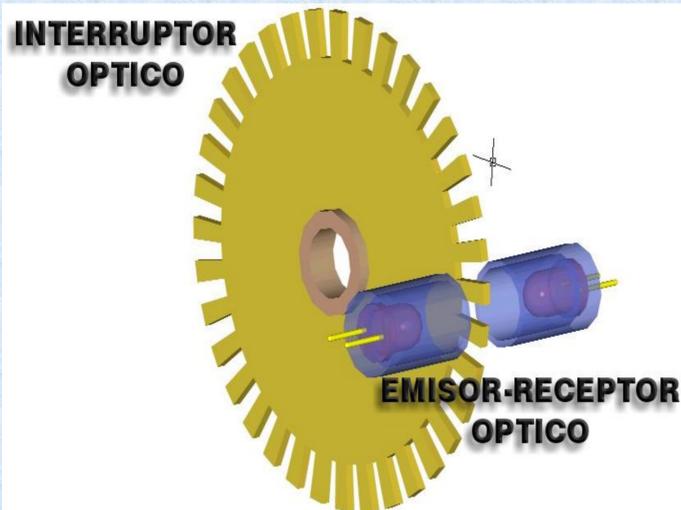
Av. San Pablo 180, Col. Reynosa Tamaulipas, México, D.F. C.P.02200



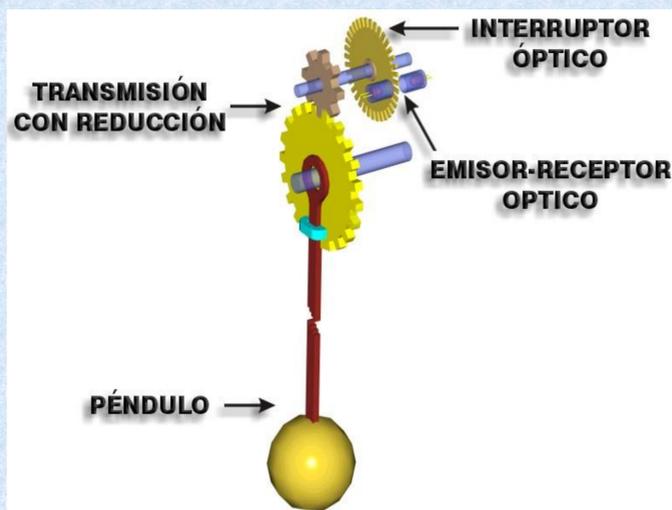
## INTRODUCCION

Basado en un sistema pendular doble y en el mecanismo de posicionamiento del apuntador mouse, se ha propuesto el diseño de un sistema de alarma para sismos. El propósito es el de contar con un sistema que al suscitarse un movimiento telúrico active en la computadora el software de registro sísmológico y simultáneamente una señal acústica de alerta. El software está conformado de diversos elementos que realizan las siguientes funciones, informe del momento de inicio del sismo, duración del sismo, cuenta con dos gráficos que le dan seguimiento a los movimientos registrados en las direcciones norte-sur y oriente-poniente. El dispositivo mecánico utiliza la misma conexión del puerto del mouse en la computadora, de esta manera al suscitarse un sismo se origina el movimiento angular en los péndulos e interferencia en los sensores ópticos del mouse, lo cual se traduce en una señal que es enviada a la computadora y alerta al usuario de que está ocurriendo un sismo.

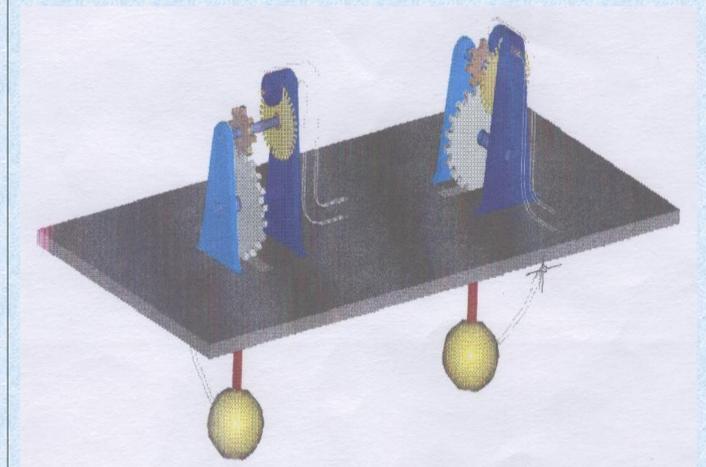
## SENSOR OPTICO



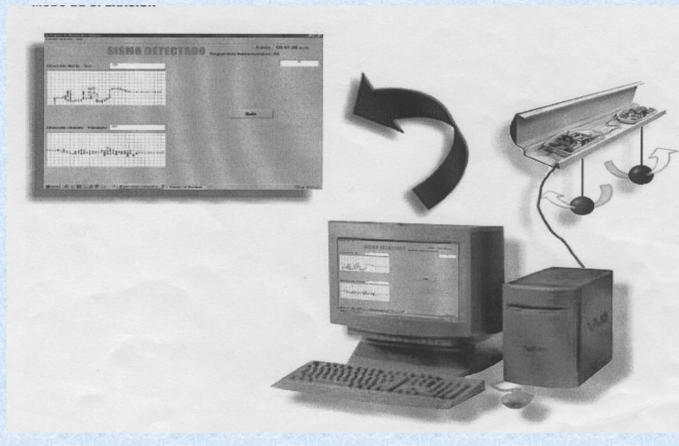
## ACOPLAMIENTO



## SENSORES EN DOS DIRECCIONES



## DISPOSITIVO DE ALARMA SISMICA



## VENTAJAS

- Poder advertir la presencia de un sismo sin contar con los mecanismos de alerta del CENAPRED.
- Puede registrar cualquier movimiento telúrico que perturbe el sistema pendular, no importando donde se ubique el epicentro del mismo.
- Además de registrar el inicio de un sismo, puede dar seguimiento hasta que el movimiento cese.
- Ofrece gráficas en tiempo real que reflejan la magnitud del sismo, así como el almacenamiento de información de cada evento registrado.
- Puede ser implementado este sistema en un hogar o en una red de computadoras de una institución requiriéndose solamente un equipo.
- Se puede calibrar la sensibilidad del dispositivo.
- No es necesario estar atentos al monitor de la computadora en el momento del sismo, pues una señal acústica también puede ser activada.
- Este dispositivo es compatible con cualquier computadora.

## PERSPECTIVAS

- [1] Comparar el tiempo de respuesta e inercia del sistema de péndulos actual frente al uso de acelerómetros y analizar si es necesario la sustitución del sensor de movimiento.
- [2] Realizar la programación de un microcontrolador que utilice el puerto paralelo e independiente del apuntador mouse.
- [3] Validado el dispositivo, formar una red de alarma sísmica

# AUTOMATIZACION DEL PROCESO DE CONSTRUCCION DE INDUCTORES Y TRANSFORMADORES

M.A. García Galván R. Castro Medina, S. Cárdenas Tlaxcala

UAM Azcapotzalco. Departamento de Electrónica. Área de Sistemas Digitales.  
Av. San Pablo No. 180, Col. Reynosa Tamaulipas, C. P. 02200, México D. F.

## RESUMEN

Se diseñó un sistema para automatizar el proceso de fabricación de inductores y transformadores a través de un microcontrolador y empleando dispositivos analógicos y mecánicos como motores a pasos, display digital y arreglos analógicos. La idea principal era la de crear un dispositivo, que sea una alternativa real para simplificar el proceso de fabricación de inductores y transformadores, con eficiencia de tiempo y precisión.

## ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN

La automatización de este proceso surge de la necesidad de crear dispositivos que cuenten con un valor útil y que ayude a los estudiantes de la licenciatura a desarrollarlos con mayor rapidez y que estos observen las aplicaciones de la electrónica en un problema cotidiano que actualmente no está automatizado en la universidad. En el mercado estos dispositivos se construyen de manera especial para cierta aplicación, ya que no es lo mismo construir devanados para motores de uso industrial, que bobinas para filtros, cuya intención será la de ser elementos pasivos en un circuito electrónico. Son muchos los factores que intervienen en su fabricación, para sus diferentes aplicaciones. Estas variables van, desde el calibre del alambre y la calidad del cobre, hasta la tensión de surtido del alambre y el tamaño de las orquillas surtidoras, además de ser bastante caros en el mercado nacional, con precios del orden de varios miles de pesos.

## DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El dispositivo cuenta con 2 modos de operación: el *modo preprogramado* y el de *elección libre*. En el primero el usuario cuenta con valores predeterminados para inductores. El segundo modo ofrece una opción para que el usuario,

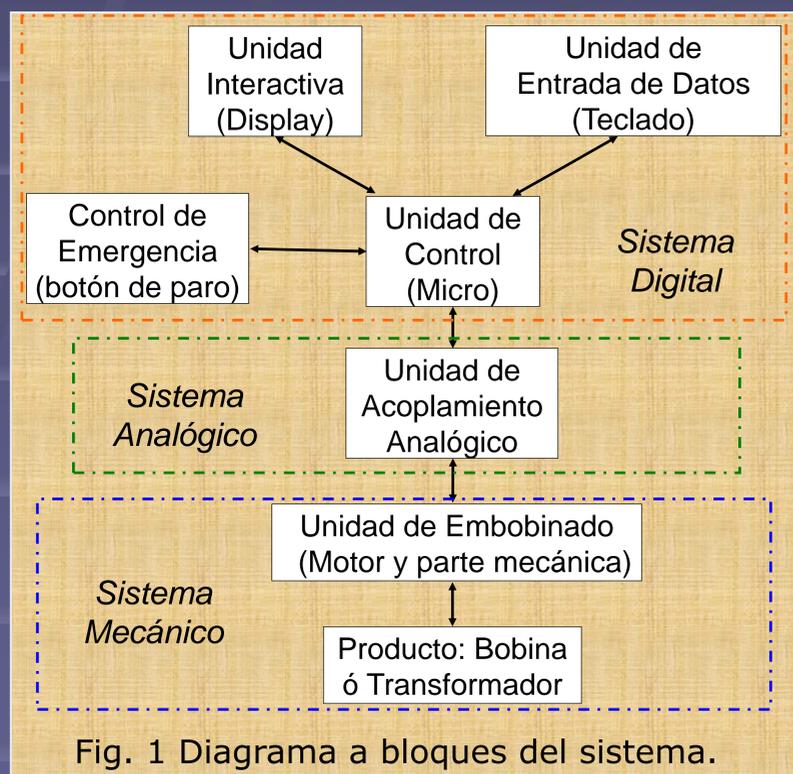


Fig. 1 Diagrama a bloques del sistema.

basándose en su diseño, especifique el número de vueltas y cree su propio inductor o transformador. Un teclado matricial y un display permiten al usuario programar al sistema mediante un menú de opciones. La figura 1 muestra las tres partes en que se puede dividir el dispositivo: Sistema Digital, Sistema Analógico y Sistema Mecánico, estas son descritas a continuación.

La parte del *Sistema Digital*, esta compuesta por los controladores de entrada y salida, el dispositivo central de control y los dispositivos de sensado o de señales en tiempo de proceso. Todos estos elementos de hardware son controlados enteramente por un programa dentro del microcontrolador.

La parte del *Sistema Analógico*, abarca un arreglo de potencia para acoplar las señales del sistema digital a los motores, hablando en términos de sistemas de control, a este bloque se le llama acondicionador de potencia. Además se incluye una fuente de alimentación para todo el sistema, con diferentes voltajes apropiados para los diferentes tipos de dispositivos (voltaje TTL y voltaje alto de DC para la parte analógica).

La parte de *Sistema Mecánico* que considera el diseño del enrollador y la guía de alambre, que con precisión deben moverse para realizar físicamente el producto.



Fig. 2 Sistema mecánico.



Fig. 3 Sistema electrónico construido.

## CONCLUSIONES

A pesar de que se tuvieron problemas mecánicos por los cuales no se lograron obtener embobinados uniformes, los sistemas digitales y analógicos funcionaron de forma correcta, ya que los motores giraron en el sentido adecuado, y con el número de vueltas exacto para el que fue diseñado por lo que en los dos modos de operación el sistema funcionó correctamente. Por lo anterior se puede concluir que los objetivos planteados al inicio de este proyecto, se cubrieron por completo en la parte del diseño electrónico, mas sin embargo tuvimos ciertas restricciones para obtener el 100% de eficiencia en términos de la calibración de la máquina.

# SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA DE UN RECIPIENTE

R. Galindo Casiano, J. A. Estrada Soto

UAM Azcapotzalco. Departamento de Electrónica. Área de Sistemas Digitales  
Av. San Pablo No. 180, Col. Reynosa Tamaulipas, C. P. 02200, México D. F.

## INTRODUCCIÓN

La electrónica se ha convertido hoy en día, en parte fundamental de la vida diaria y mediante ella nuestra sociedad ha alcanzado gran nivel de desarrollo ya que nos proporciona grandes servicios en la totalidad de los ámbitos de nuestra existencia, desde la medicina, el esparcimiento, el desarrollo industrial y la computación, entre otros. Una de las grandes aplicaciones de la electrónica se da en el control de procesos y en éste trabajo, en particular, se pretende mostrar una alternativa tecnológica para aquellas personas dedicadas a elaborar experimentos que involucren el calentamiento de líquidos.

## DESARROLLO

La figura 1 muestra los elementos que constituyen el Sistema de Control de Temperatura de un recipiente.

**Sistema calefactor.** Está compuesto por una plancha metálica con una resistencia de alambre colocada debajo de ella que soporta el recipiente y eleva su temperatura al aplicársele una corriente eléctrica alterna. La temperatura máxima es de 130°C. La resistencia de alambre se activa a través de un relevador controlado desde el PIC vía su modulador por ancho de pulso (PWM).

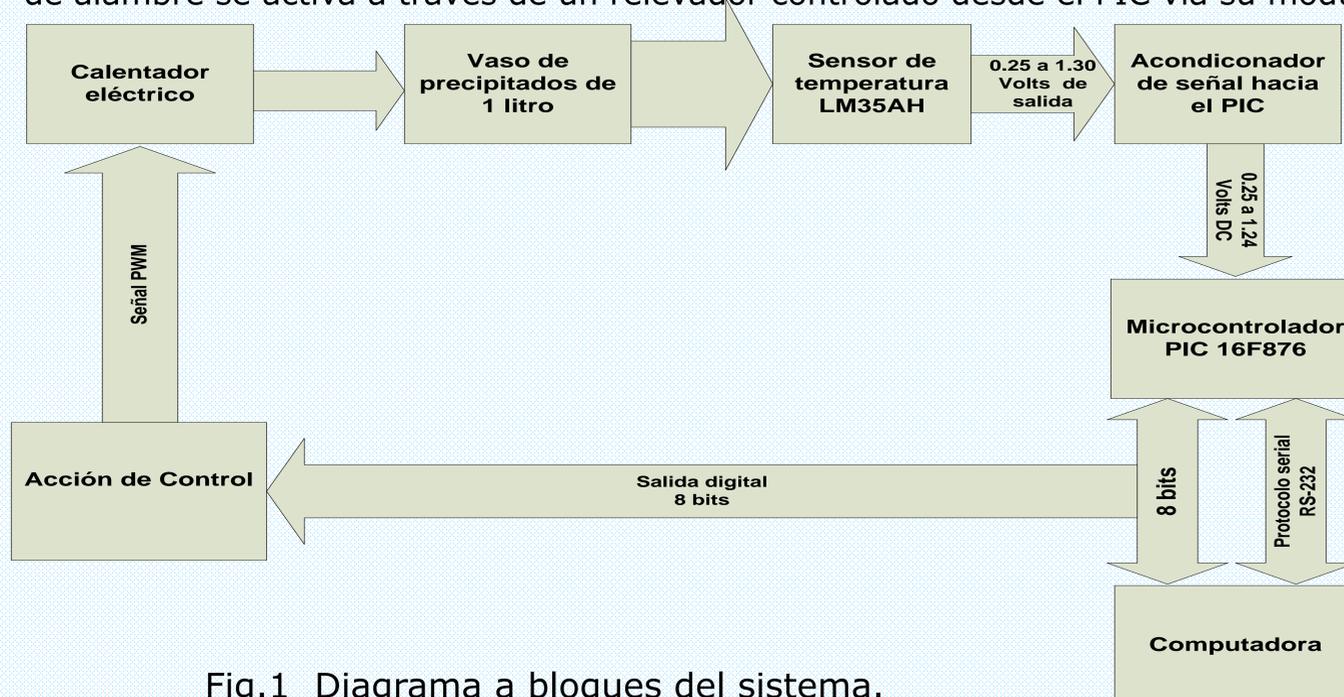


Fig.1 Diagrama a bloques del sistema.

**Vaso de precipitados** con capacidad para 1 litro.

**Sistema actuador.** Corresponde al módulo PWM del PIC 16F876. Mediante programación se habilitan dos salidas PWM, una controla el ventilador del sistema y la otra el elemento calefactor.

**Sensor LM35AH.** Presenta una salida de 10mv/°C con un rango de -55 a 150°C.

**Sistema acondicionador de señal.** Su entrada es de 0 a 1.3 VDC y su salida es de 0 a 1.24 VDC debido a los requerimientos de la entrada analógica del PIC 16F876.

**Microcontrolador PIC 16F876.** Toma los valores del sensor y los convierte a un valor binario. Genera las señales de control a través de su modulador por ancho de pulsos. La interfase con la computadora se da a través del protocolo RS232. También se encarga de controlar el display LCD.

**Interfaz RS232.** Se implementa en el PIC mediante la programación en ensamblador y en el programa en Visual Basic 6.

**Programa en computadora.** Realizado en lenguaje de programación Visual Basic 6, habilita la comunicación serial también aquí se establecen los algoritmos para enviar la señal de control al PIC y recibir los datos del sensor.

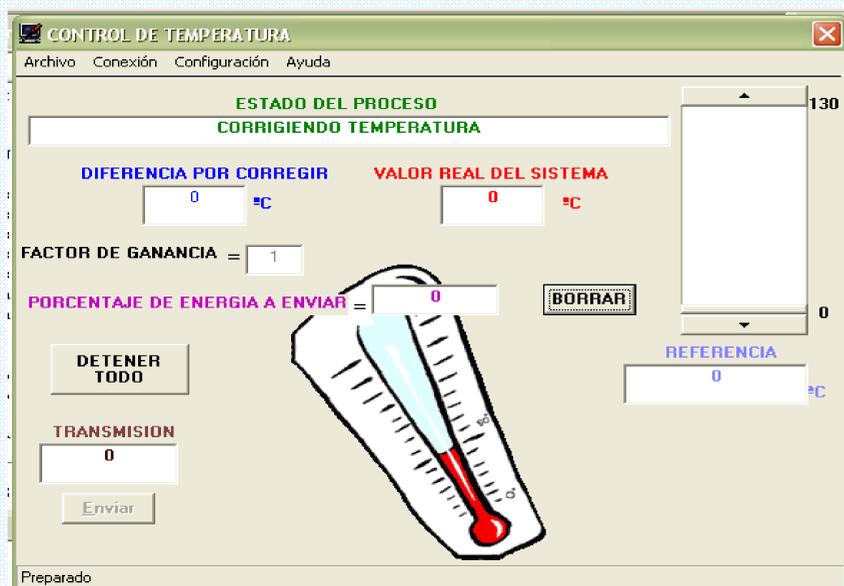


Fig. 2 Pantalla de visualización.



Fig. 3 Sistema construido.

## CONCLUSIONES

El Sistema desarrollado no es óptimo aún. Presenta algunos problemas debidos al calor generado por el mismo Sistema y al uso de relevadores no aptos para trabajar a la frecuencia del microcontrolador. Sin embargo, los resultados obtenidos muestran un nivel de rendimiento y confiabilidad aceptable.

# Sistema de Pesaje Automático

A. Márquez Espinoza, J.N. Nahón Robles, R.A. Alcántara Ramírez, J.M. Jaimes Ponce

UAM Azcapotzalco. Departamento de Electrónica. Grupo de Control de Procesos.  
 Av. San Pablo No. 180, Col. Reynosa Tamaulipas, C. P. 02200, México D. F.

## OBJETIVO.

Diseñar y construir un sistema de pesaje automático con respaldo de energía capaz de mostrar al usuario el peso en kilogramos de un objeto y/o enviar este valor a algún otro proceso donde el peso sea una variable de entrada.

## ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN.

Este proyecto surgió de la necesidad de muchos comerciantes e industriales de nuestro país de llevar a cabo mediciones de peso ("masa") de forma eficiente y precisa. Los instrumentos mecánicos de este tipo ofrecen una medición bastante buena, pero no superan a los sistemas electrónicos. La necesidad de instrumentos electrónicos de medición se incrementa cada día debido a la generalización de sistemas de cómputo o automatizados, los cuales son mas eficientes que sus equivalentes mecánicos reflejándose esto en una reducción de costos. La mayoría de los equipos de medición disponibles en el mercado mexicano son de origen extranjero y con un costo muy elevado; en consecuencia existen muchos problemas con estos instrumentos, por ejemplo: no existen refacciones en el país, mantenimiento muy costoso, etc. Por esta razón se optó por desarrollar un instrumento que resuelve la mayoría de estos problemas y necesidades.

## DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO.

El sistema construido es capaz de leer el peso con la ayuda de un sensor de peso (celda de carga) y mostrarlo en un display inteligente LCD, el equipo permite que el usuario ingrese parámetros de configuración como son: calibración externa para tomar un peso patrón como referencia, establecer la referencia de cero, la tara, impresión por el puerto de comunicaciones; todo lo anterior con un teclado hexadecimal. Este instrumento puede formar parte de otro sistema mayor que tenga como una variable de entrada "el peso", para esto se incluyó una interfaz serie RS-232 la cual es compatible con diversos dispositivos tales como PC's, impresoras, sistemas de control que posean conexión serie, etc.

El sistema de pesaje cuenta con un sistema inteligente de carga de batería que se puede usar en caso de falla eléctrica o en lugares donde es difícil tener un contacto eléctrico. Se cuenta con un respaldo máximo de 200 horas. El sistema indica al usuario cuando la carga en la batería está baja, así mismo, esta se puede cargar al mismo tiempo que el sistema está en operación sin necesidad de conmutar entre carga y trabajo.

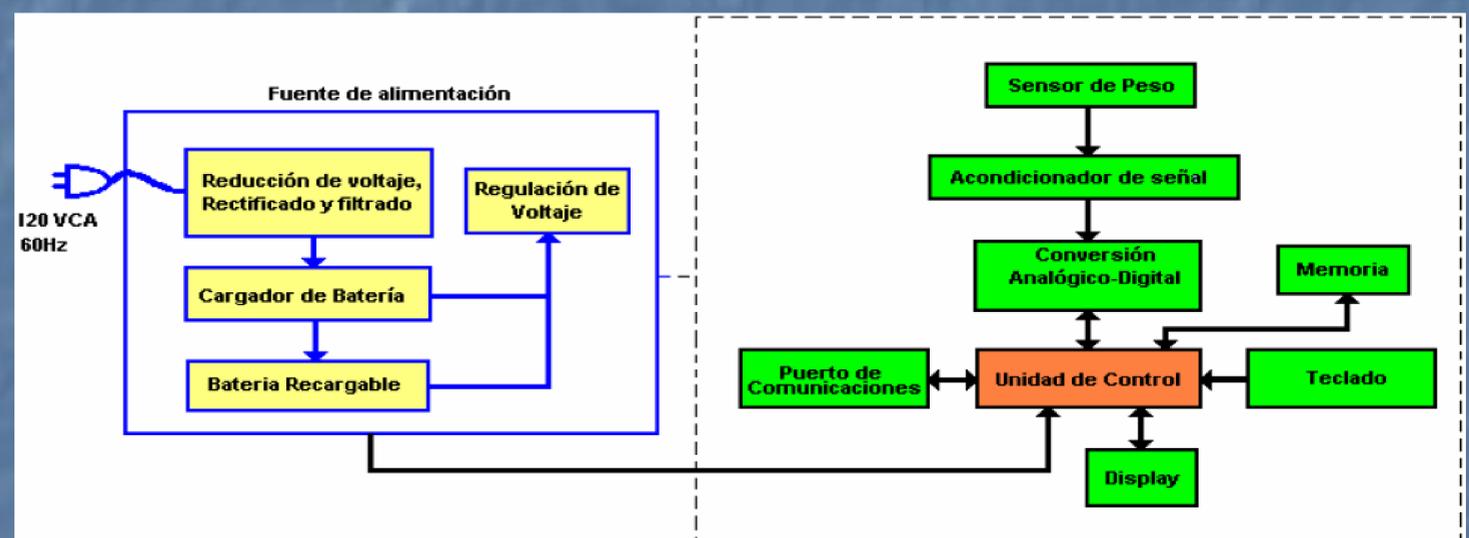


Fig. 1 Diagrama a bloques del sistema.



Fig.2 Conexión de la PC con el sistema de pesaje.

## CONCLUSIONES.

El sistema de pesaje automático es mucho más barato que los que ofrecen en el mercado mexicano (una tercera parte). El mantenimiento es muy sencillo debido al uso reducido de componentes. Si se desea disminuir aun más el precio se puede construir con tecnología de montaje de superficie y microcontroladores con memoria OTP. El funcionamiento del sistema es muy intuitivo para el usuario y la configuración de los parámetros y calibración es muy fácil con el empleo de solo 2 teclas junto con la guía que ofrece la pantalla LCD. El sistema no depende de la celda de carga utilizada de tal forma que el usuario puede cambiar el sensor en caso de que se dañe y seguir los pasos de calibración que se despliega en el LCD. Esto es posible gracias a los algoritmos dinámicos programados en el microcontrolador para tomar una muestra conocida (peso patrón) y guardarla en memoria EEPROM para usarla como referencia cada vez que se usa el sistema de pesaje.

# REGISTRADOR AUTOMÁTICO DE DATOS PARA TEMPERATURA AMBIENTAL

J. L. Zamorano Flores, S. R. Guevara Hernández\*

UAM Azcapotzalco. Departamento de Electrónica. Área de Comunicaciones  
Av. San Pablo No. 180, Col. Reynosa Tamaulipas, C. P. 02200, México D. F.

E mail: jlzf@correo.azc.uam.mx, ronelguevara@hotmail.com

## Resumen.

La mayoría de los medidores, de todo tipo, realizan las mediciones y las despliegan en tiempo real, es decir, el dato mostrado en la pantalla corresponde a la medición hecha en ese instante (con un pequeño retraso). Sin embargo, en ocasiones, se requiere saber el comportamiento de la variable medida a lo largo de un tiempo, es decir, se requiere llevar un registro de los valores medidos. En este trabajo se presenta, el diseño e implementación de un registrador automático de datos para temperatura ambiental; este tiene como elemento central a un microcontrolador; el cual, a su vez contiene un convertidor Analógico/Digital (CAD). Con ayuda de este CAD se toman muestras de un sensor de temperatura basado en el C.I. LM35. Estas muestras se almacenan en la memoria del microcontrolador junto con la hora exacta, esta última, es tomada de un reloj (C.I.) de tiempo real. El registrador cuenta con: un transmisor de fibra óptica de plástico, un transmisor de radio a 433.19 MHz y una interfaz serie RS-232; con estos medios, el registrador se puede comunicar con una computadora, u otro dispositivo. El registrador automático de temperatura fue implementado y probado, comunicándolo con una computadora, de manera satisfactoria. El registrador automático de datos, por las capacidades que tiene, abre un abanico muy grande de posibilidades de aplicación; en nuestro caso particular, lo vamos aplicar en una estación micro meteorológica, en la que todos los instrumentos serán inalámbricos. Los resultados del diseño y construcción de esta estación, serán reportados en futuros congresos.

## DESARROLLO

Un diagrama a bloques del registrador se muestra en la figura 1. Como se puede observar, el registrador, tiene como elemento central a un microcontrolador; el cual a su vez, contiene un convertidor Analógico/Digital (CAD). Con ayuda de este CAD se toman muestras del voltaje de salida del circuito LM35. Este último es un sensor de temperatura que entrega un voltaje proporcional a la temperatura de su encapsulado, por lo que se puede utilizar para medir temperatura ambiente. Otro bloque con el que cuenta el registrador automático de datos, es un reloj de tiempo real, mediante el cual podemos saber la hora exacta en que se toma una muestra y entonces almacenarla con esta. Para poner a la hora, al reloj, el registrador cuenta con tres teclas. Las lecturas del sensor de temperatura, pueden ser tomadas de manera periódica, este periodo es seleccionado por medio de cuatro micro interruptores y tiene valores desde un minuto hasta una hora con quince minutos. Las lecturas de temperatura, junto con la hora, son almacenadas en la memoria del microcontrolador; se pueden almacenar hasta 500 muestras; lo cual, nos da la posibilidad de guardar datos durante 26 días. El sistema tiene la capacidad de comunicación con una computadora, ó con cualquier otro dispositivo que tenga mayores prestaciones que un microcontrolador. Esto le permite enviar la información contenida en la memoria hacia el otro dispositivo, para que esta sea: procesada, analizada, desplegada y almacenada; de una manera más: rápida, precisa, amigable y ordenada; además en una computadora se pueden almacenar grandísimas cantidades de datos. Esta comunicación se puede realizar a través de varios medios, el registrador cuenta con: un transmisor de fibra óptica de plástico, un transmisor de radio a 433.19 MHz y una interfaz serie RS-232. Aquí cabe señalar que la interfaz serie siempre está activa, lo que quiere decir que: cada vez que es tomada una lectura, ésta es transmitida junto con la hora actual a través dicha interfaz.

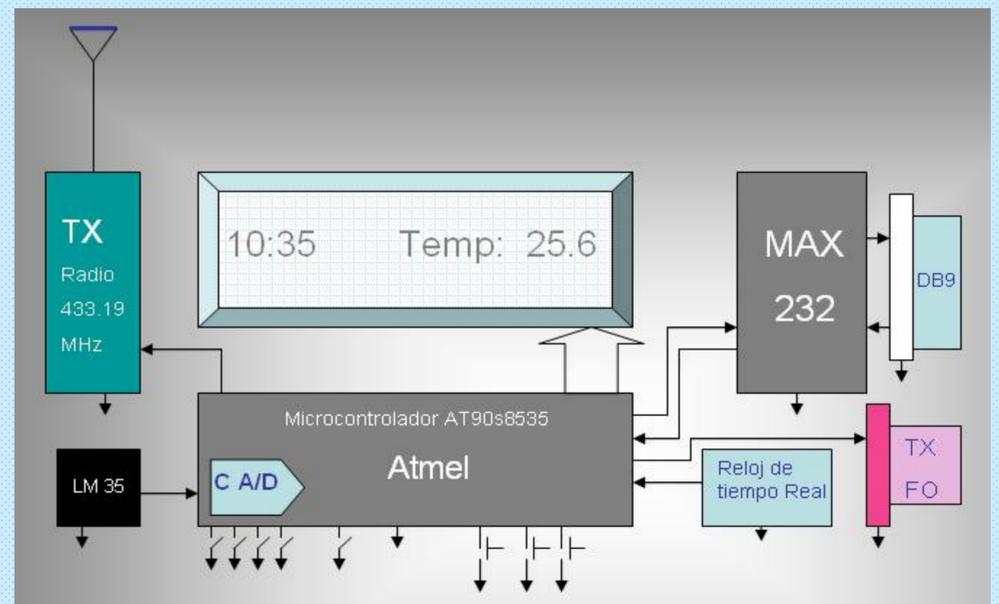


Fig.1 Diagrama a bloques del sistema.

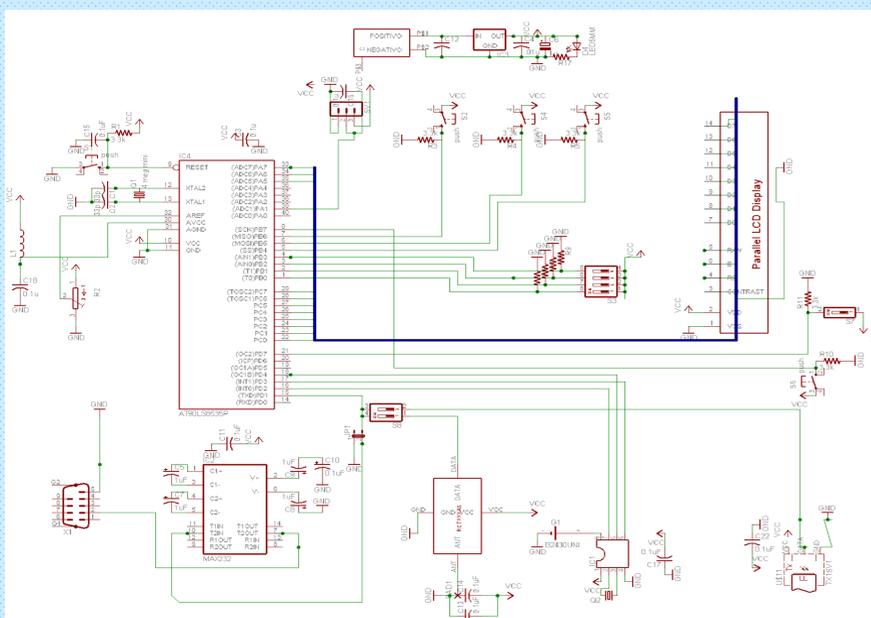


Fig. 2 Diagrama esquemático del registrador

## RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El registrador automático de temperatura fue implementado y probado de manera satisfactoria. En la figura 2 se muestra su diagrama esquemático y en la 3 una imagen del sistema comunicándose con una computadora. El registrador automático de datos, por las capacidades que tiene, abre un abanico muy grande de posibilidades de aplicación, por ejemplo: se puede utilizar para monitorear la temperatura exterior, colocándolo en una caseta y comunicándolo vía radio con una computadora, instalada en un lugar cómodo a 70 metros de distancia; o se puede emplear para medir la temperatura ambiental en el interior de una factoría, poniéndolo en un lugar adecuado, y comunicándolo vía fibra óptica con un centro de control. En nuestro caso particular, lo vamos aplicar en una estación micro meteorológica, en la que todos los instrumentos serán inalámbricos. Los resultados del diseño y construcción de esta estación, serán reportados en futuros congresos.

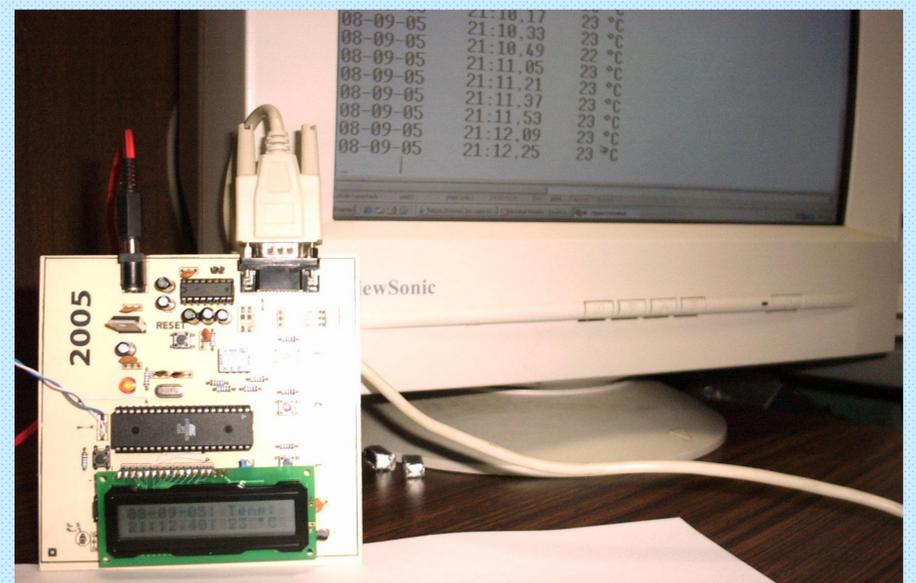


Fig. 3 Imagen del equipo comunicándose con una computadora.

# DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTADOR INDUSTRIAL DE OBJETOS UTILIZANDO FIBRA ÓPTICA

J. L. Zamorano Flores \*, J. A. Mota Ramírez \*\*, F. J. Sánchez Rangel, S. R. Guevara Hernández\*  
UAM Azcapotzalco. Departamento de Electrónica.  
Área de Comunicaciones \*, Área de Instrumentación \*\*  
Av. San Pablo No. 180, Col. Reynosa Tamaulipas, C. P. 02200, México D. F.  
E mail: jlzf@correo.azc.uam.mx, jamr@correo.azc.uam.mx

## Resumen.

En este trabajo se presenta el diseño e implementación de un equipo electrónico para contar objetos, que pasen por una banda, a la salida de maquinas industriales. Con el fin de que este contador sea inmune al ruido electromagnético se utiliza como señal de entrada un rayo de luz que atraviesa lateralmente la banda de transporte y que es interrumpido al paso de los objetos. La luz utilizada es producida por un Led rojo y llevada hasta el lugar adecuado por una fibra óptica de plástico. Al otro lado de la banda otra fibra óptica recoge la luz y la guía hasta un fotodetector. La fuente óptica, el fotodetector, los circuitos electrónicos asociados a estos y el contador digital pueden estar en un lugar alejado de la banda transportadora (protegidos del ruido electromagnético) y junto al usuario. El contador industrial de objetos se construyó y probó su funcionamiento, el cual resulto satisfactorio. Las aplicaciones de este aparato no se restringen al ambiente industrial, también se puede aplicar en otras situaciones, por ejemplo: el conteo de personas que pasan por un punto determinado. En trabajos futuros se pretende ampliar las características técnicas del contador, agregándole la capacidad de comunicarse con una computadora para reportar las mediciones de manera periódica.

## Introducción

La industria (fabril) es uno de los ambientes más contaminados, no solo por elementos químicos y ruido sonoro, también está muy contaminado por una clase de ruido que no se ve, ni se huele y que "tal vez" no perjudica al ser humano. Pero, a los que si perjudica, es a los sistemas electrónicos que ayudan al buen funcionamiento de los procesos de producción. Esta clase de ruido es: el ruido electromagnético, generado por máquinas eléctricas y electromecánicas. Por lo tanto los equipos electrónicos industriales, para cumplir con sus tareas de una manera eficiente, deben ser resistentes a esta clase de ruido. El ruido radioeléctrico se introduce a estos equipos, principalmente a través de las líneas de alimentación y de los cables (líneas de transmisión) que unen a los diferentes componentes del sistema, por ejemplo: en un sistema de medición donde el sensor tiene que estar en un lugar separado del elemento que despliega ("display") las mediciones, estos dos componentes generalmente están comunicados a través de un línea de transmisión (cables eléctricos) de varios metros de longitud; esta última es rodeada por potentes campos electromagnéticos presentes en el ambiente, estos campos inducen corrientes eléctricas en la línea, contaminando a las señales provenientes del sensor y por lo tanto alterando la medición. Un dispositivo que es totalmente inmune a este tipo de problemática, es la fibra óptica. Ésta, al estar hecha de un material dieléctrico (vidrio ó plástico) y conducir señales de luz, resulta imposible que dichas señales sean contaminadas por el ruido radio eléctrico.

## Descripción del diseño.

El sistema consta esencialmente de tres partes. La fibra óptica, un modulo óptico y un contador digital. En la figura 1 se muestra un diagrama a bloques del contador, y en la figura 2 el diagrama esquemático del módulo óptico.

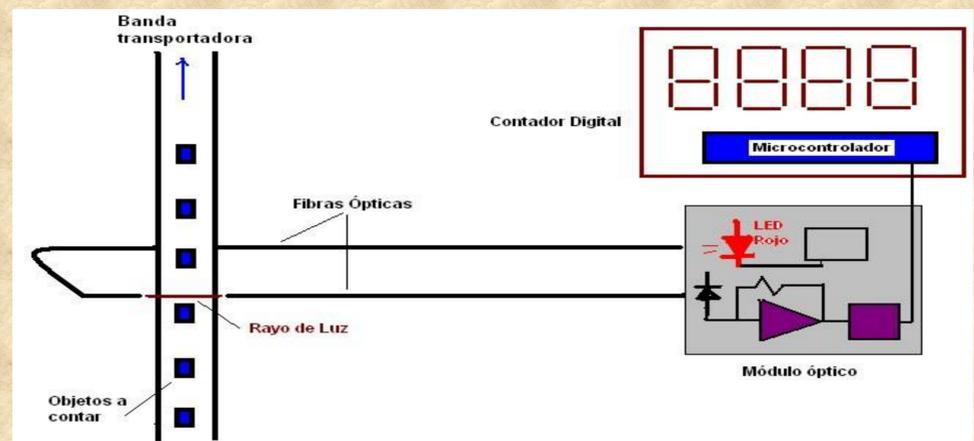


Fig.1 Diagrama a bloques del contador industrial de objetos.

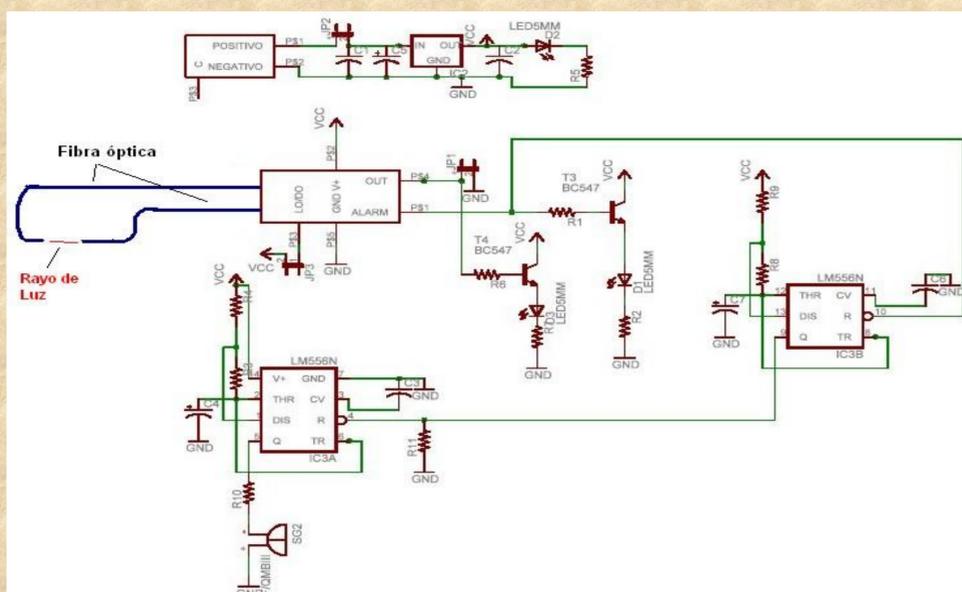


Figura 2 diagrama esquemático del módulo óptico.

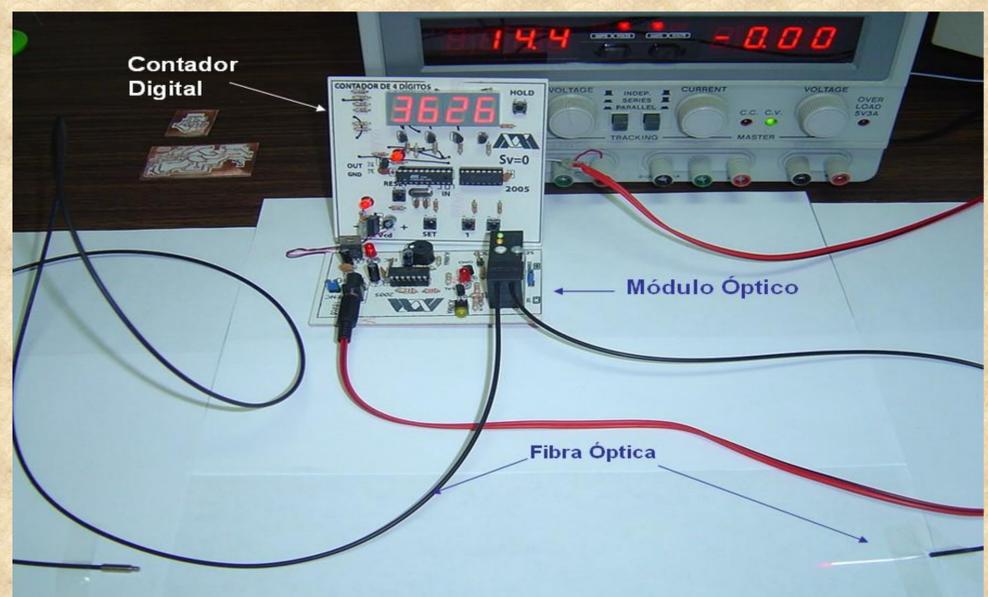


Fig. 3 Imagen del contador de objetos.

## RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El contador industrial de objetos, se construyó y se probó en su funcionamiento, resultando satisfactorio. Una fotografía del contador, se muestra en la figura No 3. Las aplicaciones de este aparato no se restringen al ambiente industrial, también se puede aplicar en otras situaciones, por ejemplo: el conteo de personas que pasan por un punto, como puede ser a la subida de un camión ó a la entrada del metro. En trabajos futuros se pretende ampliar las características técnicas del contador, agregándole más dígitos, y la capacidad de comunicarse con una computadora para reportar las mediciones cada determinado tiempo.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1 Weinert, Plastic Fiber Optics: Principles, Components, Installation, Siemens
- 2 Zanger , Fiber Optics, Mc Millan
- 3 Pallás, Sensores y acondicionadores de señal, Alfaomega
- 4 www.microchip.com

**H. Quiñones Urióstegui, A. Romero Martínez, M. Magos Rivera**  
UAM. Azcapotzalco. Grupo de Control de Procesos.  
Av. San Pablo No. 180, Col. Reynosa Tamaulipas, C. P. 02200, México D. F.

## RESUMEN

En este trabajo, se describe la automatización de una máquina llenadora de botellas de shampoo con base en un PLC, así como su conexión a una red de comunicación de PLC's con la finalidad de monitorear la operación del proceso desde una computadora.

### I ANTECEDENTES

Gillette de México es una empresa dedicada a la producción de artículos para el cuidado personal. En el departamento de cosméticos existe una máquina llenadora y tapadora la cual, debido a problemas en el diseño original de su sistema de control, pasaba demasiado tiempo en reparación y corrección de fallas. Como se trabaja con líquidos, las fallas ocasionaban derrames generando tiempo improductivo y pérdida de producto. Por otro lado, para Gillette de México, es importante monitorear y llevar registro en tiempo real de parámetros, tales como: cantidad de piezas fabricadas, número de rechazos, tiempo productivo de las líneas, etc. De esta manera, se propuso la sustitución del equipo de control original por un sistema basado en PLC's, así como su conexión a la red de comunicación de datos existente en la planta.

### II DESARROLLO

El proceso completo (fig 1) consta de 3 etapas: llenado, tapado y codificado.

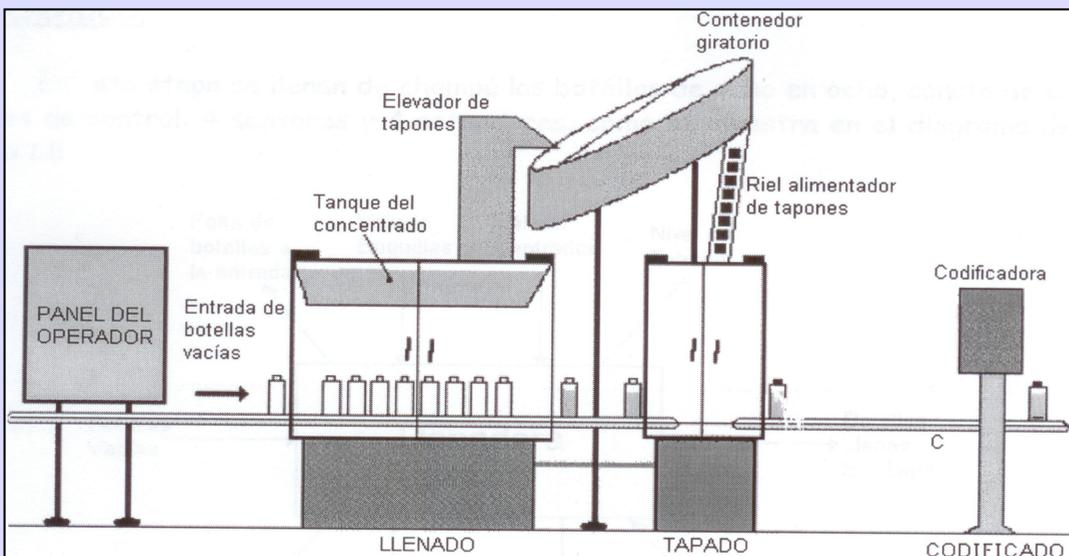


Fig 1. Vista frontal de la máquina.

Las botellas son introducidas manualmente en una banda transportadora que opera continuamente, una vez en la **etapa de llenado**, éstas son detenidas bajo las boquillas de inyección de producto en grupos de 8 y son llenadas. En esta etapa 4 sensores verifican el flujo constante de botellas, la existencia de botellas bajo las boquillas, la correcta introducción de las boquillas en las botellas y el nivel del tanque de suministro de producto. Con base en estas señales 4 válvulas neumáticas son accionadas las cuales permiten frenar y centrar las botellas bajo las boquillas, abrir éstas y accionar un dispositivo antigoteo.

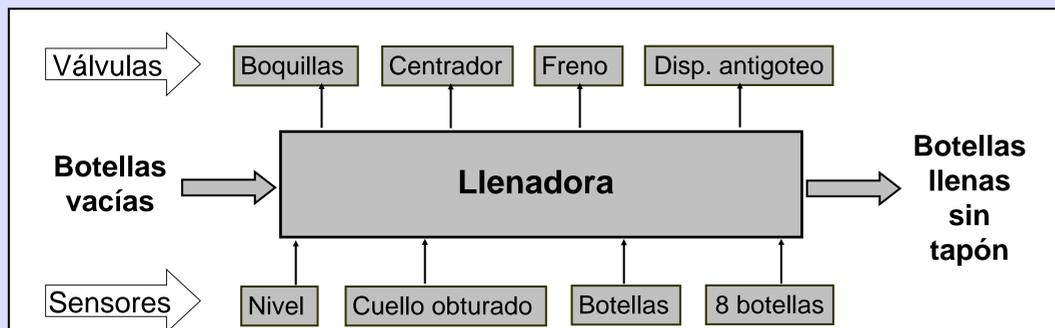


Fig 2. Etapa de llenado.

Las botellas llenas son llevadas por la banda transportadora a la **etapa de tapado**. En esta sección un sistema de estrella giratoria hace pasar las botellas bajo un riel alimentador colocándose por gravedad un tapón sobre su boca. Finalmente,

un cabezal roscador se encarga de apretar el tapón. El riel alimentador es surtido de tapones vía una tolva giratoria inclinada, este sistema centrífugo separa los tapones depositados en la tolva para que entren de uno en uno al riel. Por último, se tiene un elevador de tapones el cual surte a la tolva giratoria cuando un sensor de nivel mínimo se lo indica.

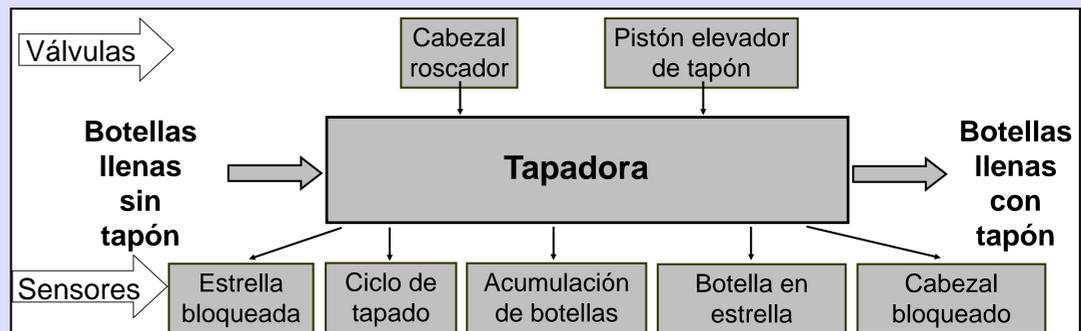


Fig. 3 Etapa de tapado.

Antes de llegar al área de empaque, las botellas pasan frente a una codificadora la cual imprime la fecha y el lote de la botella mediante inyección de tinta. En caso de presentarse una falla en la codificadora, ésta envía una señal al PLC a fin de detener el proceso. La figura 4, muestra el panel del operador, el cual permite visualizar en forma local el estado del proceso así como controlar, entre otras funciones, su arranque y paro.

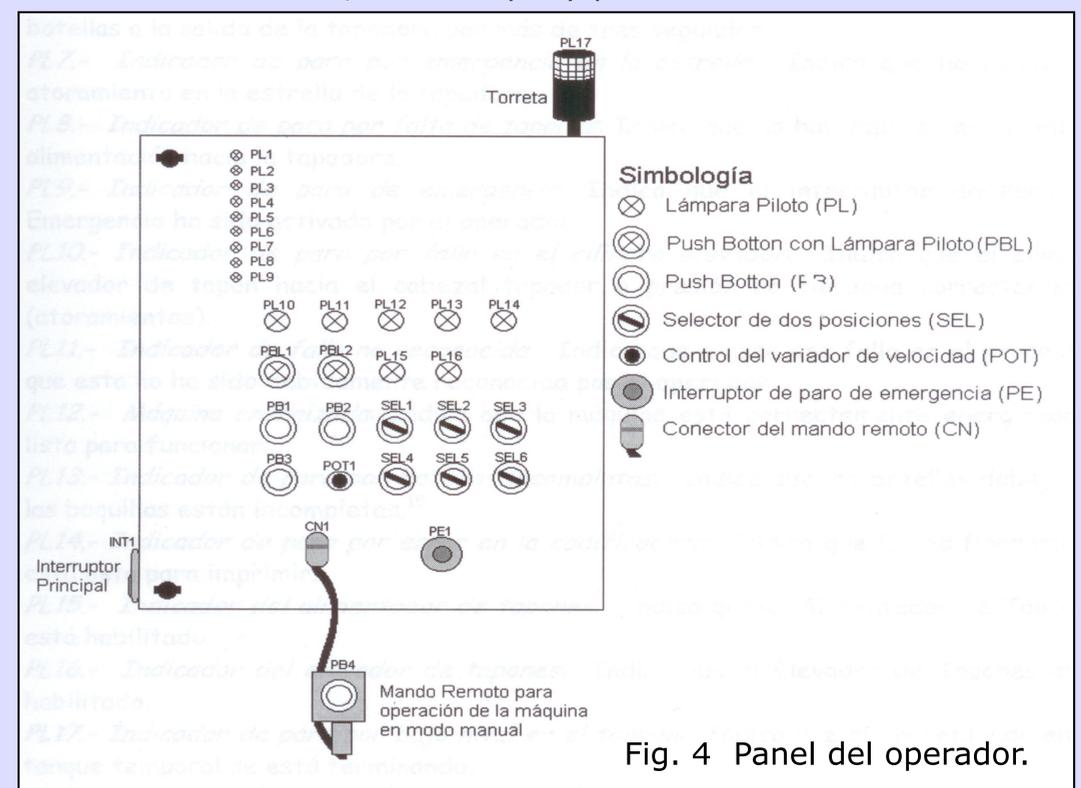


Fig. 4 Panel del operador.

El monitoreo del proceso se realiza con el programa WIntelligent el cual a través del protocolo DDE envía los datos a Microsoft Excel. Un programa en Visual Basic para Excel genera una hoja con la siguiente información: número de botellas llenadas, tiempo productivo, tiempo improductivo, número de fallas, tiempo total de fallas y eficiencia de la máquina.

### III CONCLUSIONES

Después de realizados los ajustes finales se realizaron pruebas al sistema observándose que el nuevo programa de control permitió un incremento en la eficiencia de más de un 30%, una reducción del tiempo improductivo, mayor control y seguridad para el operador, reducción en el desperdicio de materiales, además que el monitoreo del proceso vía una computadora abrió la posibilidad de realizar estudios de productividad y eficiencia.

**R. A. ALCÁNTARA R. I. I. SILLER A. J. M. JAIMES P. J. G. MORENO O. R. ORTEGA M. M. SÁNCHEZ O.**

UAM Azcapotzalco. Departamento de Electrónica. Grupo de Control de Procesos.

Av. San Pablo No. 180, Col. Reynosa Tamaulipas, C. P. 02200, México D. F.

Tel. (55) 5318-9030, 5318-9031, 5318-9034 Fax: (55)5394-6843

Email. raar@correo.azc.uam.mx sai@correo.azc.uam.mx jjp@correo.azc.uam.mx jgmo@correo.azc.uam.mx

## RESUMEN

Se describe el diseño e implementación de un control digital que permite ajustar las condiciones ambientales (humedad y temperatura) requeridas para la experimentación con organismos unicelulares multirresistentes sometidos a diversos tipos y magnitudes de campos magnéticos

### I INTRODUCCIÓN

En estos momentos una diversidad enorme de ondas electromagnéticas están atravesando nuestro cuerpo provenientes de transformadores de línea, teléfonos celulares, estaciones de radio y televisión, hornos de microondas, etc. Poco se ha estudiado en cuanto a las repercusiones de esta situación en los seres vivos. Por esta razón un investigador de la UAM Xochimilco decidió indagar más al respecto, y para hacerlo se le desarrolló un dispositivo llamado 'Cámara Magnética de Portamuestras Biológicas' [1]. Los resultados observados en las primeras experimentaciones, mostraron que era necesario controlar las variables del proceso para tener resultados fiables.

### II INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL PROPUESTOS

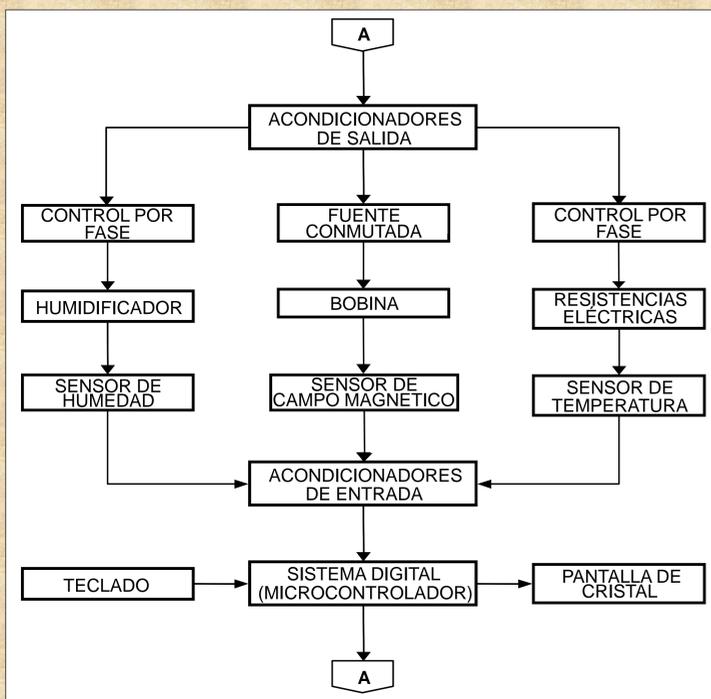


Fig. 1 Diagrama a bloques del sistema.

### III DESARROLLO

En la instrumentación propuesta para la cámara magnética, se utilizaron las siguientes etapas:

#### **Sensor y acondicionador de temperatura.**

Se utilizó un sensor de tipo semiconductor con un rango de 0 a 100 °C y resolución de 10 mV/°C. Su señal es amplificada y filtrada a fin de adecuarla para las etapas posteriores.

#### **Sensor y acondicionador de campo magnético.** [4]

Es un sensor de Efecto Hall con un rango de 0 a 1000 [G] y resolución de 2.5 mV/G. De igual forma que en la etapa anterior se incluye un circuito acondicionador para el sensor.

#### **Sensor y acondicionador de humedad.**

Se utilizó un sensor de efecto capacitivo, cuyo dieléctrico varía proporcionalmente a las variaciones en la humedad que lo rodea [5], con un rango de medición del 10% al 90% de humedad relativa (HR), resolución de  $\pm 0.4p[F]$  por cada  $\pm 1\%$  de HR. En este caso, el acondicionador consta de un oscilador cuyo ciclo de trabajo depende del valor de la capacitancia presentada por el sensor. El voltaje medio de esta señal es finalmente obtenido vía un filtro pasa bajas.

#### **Sistema digital.**

Basado en el circuito integrado PIC16C74A, a este bloque llegan las señales provenientes de las etapas de sensado, así mismo, es el encargado de generar las señales tanto para los actuadores como

En este trabajo se muestra la instrumentación y el control electrónicos propuestos para mantener controladas las variables físicas de campo magnético, humedad y temperatura del sistema. En la figura 1 se aprecia el diagrama a bloques de la instrumentación y control propuestos.

para los dispositivos de comunicación con el usuario (pantalla alfanumérica y teclado). Esta etapa cuenta también con un convertidor analógico digital encargado de convertir las señales analógicas de los sensores a valores digitales, dos convertidores digital analógico encargados de convertir las señales digitales entregadas por el microcontrolador en señales analógicas para los actuadores. Finalmente se tienen 3 actuadores constituidos por 2 controles por fase y una fuente conmutada, los primeros se utilizan para controlar la energía que se le aplica a las resistencias eléctricas que producen el aumento de temperatura y a un humidificador, la fuente conmutada proporciona energía a la bobina.



Fig. 2 Cámara instrumentada:  
1. Control electrónico 2. Bobina 3. Cubierta de acrílico 4. Base 5. Humidificador

### IV RESULTADOS

A continuación se muestra el comportamiento del campo magnético ante una referencia de tipo rampa (fig. 3). La gráfica de la figura 4, muestra el comportamiento de la humedad relativa al interior de la cámara

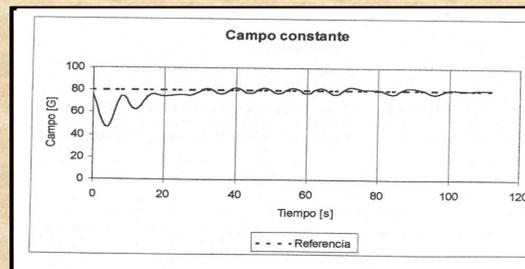


Fig. 3 Referencia tipo rampa.

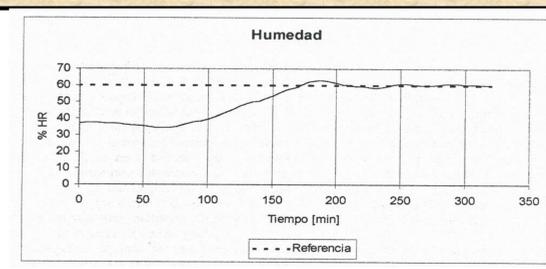


Fig. 4 Humedad relativa.

### V CONCLUSIONES

La cámara magnética de portamuestras biológicas que se instrumentó se encuentra instalada y en operación [2] en el Depto. del Hombre y su Ambiente, de la División de Ciencias Básicas y de la Salud (CBS), en la unidad Xochimilco de la UAM. Para efectos de la experimentación biológica, cuyo tiempo de exposición es de 24 a 48 hrs. promedio, el comportamiento de las variables controladas se consideraron muy satisfactorios, garantizando así la correcta operación del proceso biológico.

### VI REFERENCIAS

1. R. Arvizu R., J. J. García T., *Diseño y Construcción de una cámara Magnética de Portamuestras Biológicas*, Tesis de Licenciatura, U.A.M.-Az., Oct. 1996.
2. R. Alcántara R., M. Bonilla N., I. Siller A., F. Toledo T., *Camara Magnética de Porta-muestras Biológicas; Parte I: Efectos de un Campo Magnético Constante sobre Organismos Unicelulares*. RVP-AI/99. IEEE. México.
3. <http://www.microchip.com/1000/pline/tools/analog/software/flab/>
4. J. Boettger, F. Bell, *The Hall Effect Gaussmeter*, Sensors Magazine. Dec. 1997.
5. R. Fischer, *Digital Correction of Capacitive Signals*, Sensors Magazine, Cap. Sensor Technology and Design, April 2002 Vol. 19-4.
6. *Capacitance Multiplier, Op Amp Circuit Collection*, Appl. Note 31. NSC, Feb-78.
7. [http://www.analog.com/UploadedFiles/Data\\_Sheets/267824459ad574a.pdf](http://www.analog.com/UploadedFiles/Data_Sheets/267824459ad574a.pdf)
8. K. Ogata, *Sistemas de control en tiempo discreto*, 2a ed., Prentice Hall, 1996.
9. R. Ortega M., M. Sánchez O., *Control de variables físicas para un prototipo de cámara magnética de portamuestras biológicas*. Tesis de Licenciatura en Electrónica, U.A.M.-Az., Septiembre 2000.

# AUTOMATIZACIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN DE SUSCEPTIBILIDAD MAGNÉTICA DE AC MEDIANTE LABVIEW

Raymundo Barrales Guadarrama y J. L. Avendaño-Juárez,

e-mail rbarrales@correo.azc.uam.mx

Departamento de Electrónica

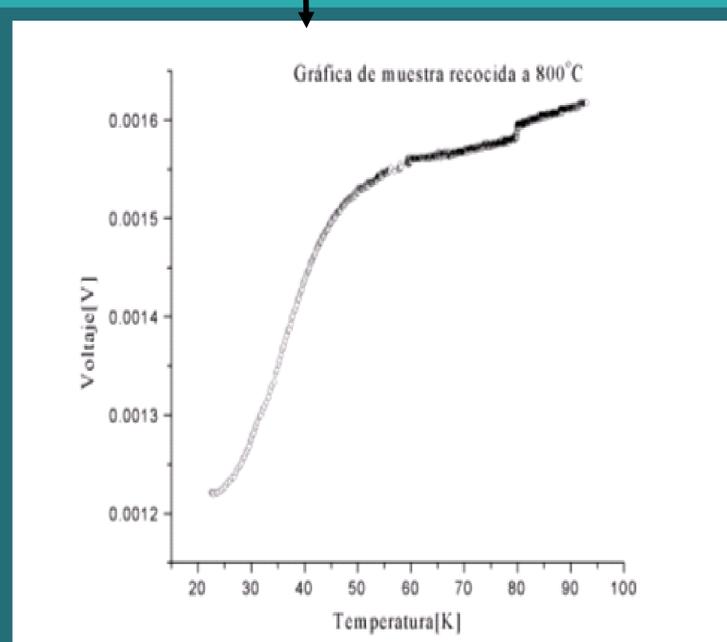
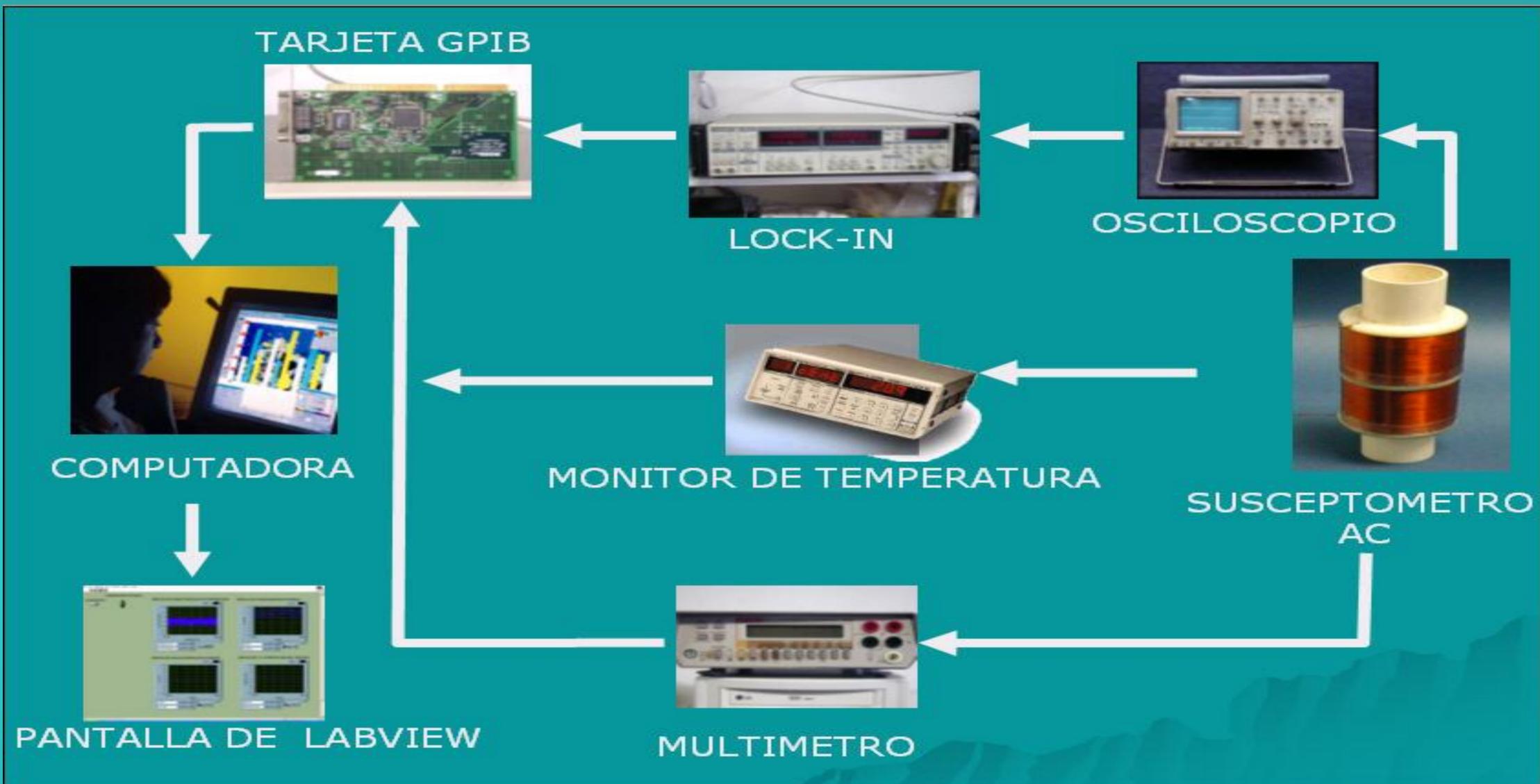
Universidad Autónoma Metropolitana-AZCAPOTZALCO

Av. San Pablo 180, Col. Reynosa Tamaulipas, México, D.F. C.P.02200



## RESUMEN.

Se desarrolló un sistema utilizando LabView, para controlar las variables asociadas a una técnica de medición de susceptibilidad magnética de ac: magnitud y frecuencia de la corriente y voltaje que generan el campo magnético en las bobinas primarias. El sistema registra los datos, con capacidad de efectuar cálculos estadísticos, numéricos y de ecuaciones de la física-matemática. La instrumentación de la técnica consta de un generador de funciones, un lock-in, un amplificador de corriente, un osciloscopio y un monitor de temperatura. Las variables de interés son controladas y adquiridas a través de una interfase GPIB con capacidad para controlar trece instrumentos, con una velocidad de muestreo de 1 MHz. Este sistema es versátil ya que el usuario puede reprogramar con facilidad una nueva aplicación, obteniendo la representación gráfica de las variables en tiempo real.



## CONCLUSIÓN

El concepto del lazo de control en LABVIEW permitió automatizar con facilidad y a bajo costo un sistema que hasta hace poco tiempo era complejo y robusto, por la dificultad que se presentaba en la programación con otros lenguajes, al intentar controlar varias variables simultáneamente, además de presentar sus registros en tiempo real.

LABVIEW permitió dar una presentación conveniente a las necesidades de operación del sistema, no sólo para representar los datos sino para llevar a cabo el análisis de éstos.

La automatización en LABVIEW permite jerarquizar de manera rápida los diferentes parámetros que intervienen en la obtención de una película delgada y con ello se puede tomar la decisión de modificar dichos parámetros para mejorar la calidad de éstas.

## BIBLIOGRAFÍA:

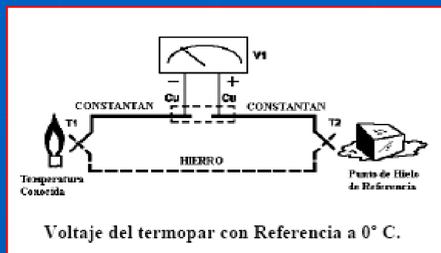
- [1] M. I Youssif, a. Bahgad and I. A. Ali. Egypt. J. Sol., (23), (2), (2000), 231-250.
- [2] NATIONAL INSTRUMENTS, User Manual, (Ed. National Instruments Corporation, USA), 320, 1998.
- [3] Sensors, transducers and labview, BARRY e. paton, (ed. printice hall ptr, USA) 1999 ISBN:0-13-081155-6.
- [4] keithley, LOW Level Measurements, (ED. KEITHely instruments, USA), 120, 1993.

## I. OBJETIVO.

Diseñar y construir un termómetro digital basado en un termopar tipo j para un rango de 0 [°C] a +200 [°C] con una resolución de  $\pm 1$  [°C]

## II. INTRODUCCIÓN.

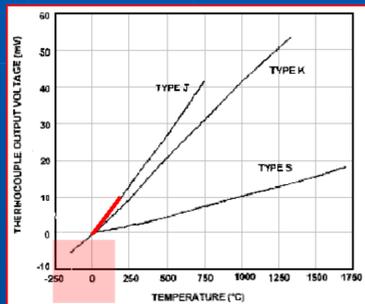
Debido a que el número de electrones libres en un metal depende de la temperatura y de su composición, dos metales de diferente isoterma, dan una diferencia de potencial que es una función de la temperatura, como se muestra en la figura de abajo. El voltaje resultante depende de las temperaturas, T1 y T2, de una manera repetible.



Puesto que el termopar es básicamente un dispositivo de medida diferencial, se necesita una temperatura de referencia conocida para una de las uniones, así la temperatura de la otra unión será deducida del voltaje de salida. Los termopares están fabricados con materiales especialmente seleccionados que se han caracterizado en términos de voltaje con la temperatura de comparación, que normalmente es la del punto de agua/hielo de 0° C.

El hecho de que los termopares sean dispositivos de bajo nivel de tensión, a la vez que de baja impedancia, hace que el acondicionador de señal sea totalmente imprescindible.

Además, la linealidad en algunos tipos es pobre, aunque el hecho de ser predecible y repetible, lo que permite que puedan ser compensados analógica y/o digitalmente. En la siguiente grafica se muestra el comportamiento de algunos termopares .

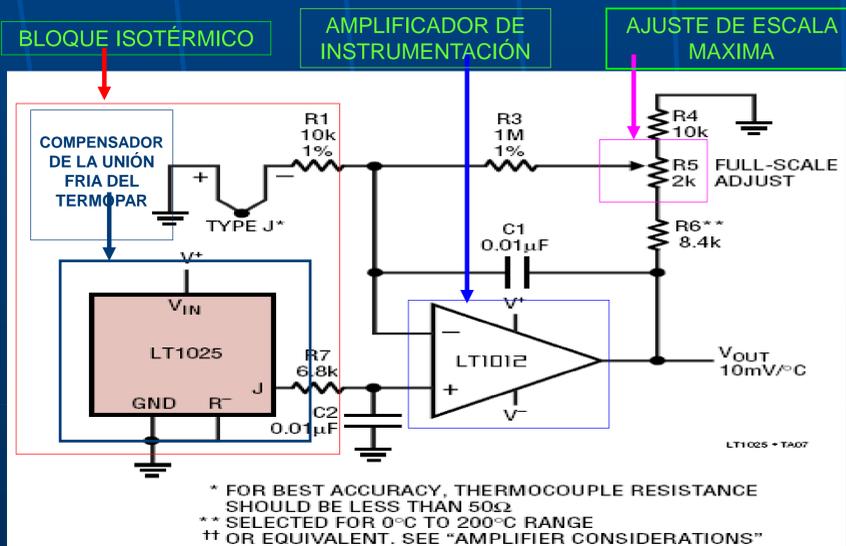


El área indicada representa el rango de trabajo y la linealidad del termopar.

## III. ACONDICIONAMIENTO DE LA SEÑAL.

Existen muchas maneras de acondicionar la señal que se recibe de un termopar. El diseño empleado en este caso es el propuesto por **LINEAR TECHNOLOGY** que emplea un amplificador de instrumentación y el compensador de unión fría. Todos los compensadores de unión fría requieren colocarse dentro de un bloque isotérmico

El **LT1025** es un compensador de la unión fría del termopar (**J, E, K, R o S**). Su función es mantener una voltaje constante dentro de un bloque isotérmico.



## CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES DEL MATERIAL UTILIZADO EN EL BLOQUE ISOTÉRMICO.

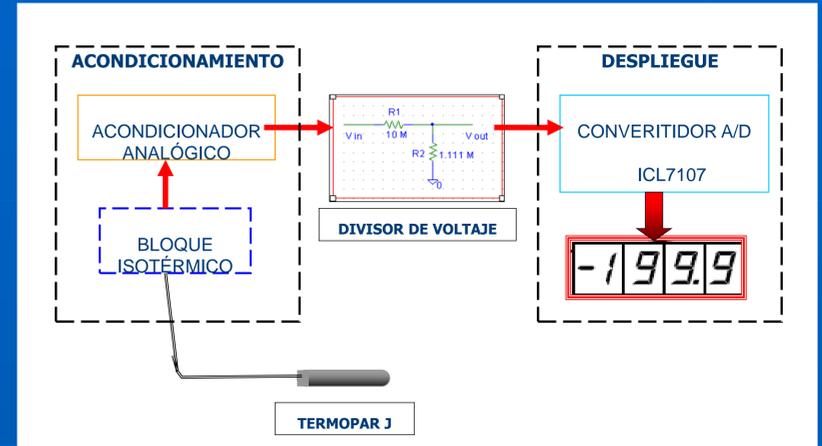
### Yeso Piedra de alta resistencia.

- Tiempo de fraguado: 10 ±2 min.
- Expansión al fraguado: 0.15 % después de 2 hrs.
- Resistencia a la compresión: 390 Kg/cm<sup>3</sup> después de una hora.

Por sus propiedades bioclimáticas es térmicamente aislante, debido a su gran inercia térmica y por **su bajo coeficiente de conductividad** reduce los puentes térmicos eliminando el fenómeno de pared fría.

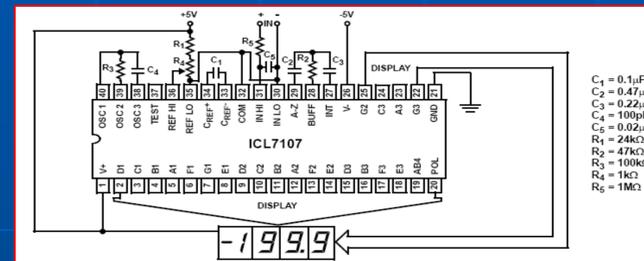
## IV. DIAGRAMA A BLOQUES DEL TERMÓMETRO.

A continuación se muestra el diagrama del instrumento elaborado en dos bloques básicos, el acondicionamiento y el despliegue. Como observamos en el diagrama, es necesario adicionar un divisor de voltaje entre la salida del acondicionador y la entrada del convertidor (ICL 7107) debido a que la salida del primer bloque tiene un rango de 0[V] a 2[V] y el segundo bloque tiene una entrada de 0[V] a 200 m[V].



## V. VISUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN.

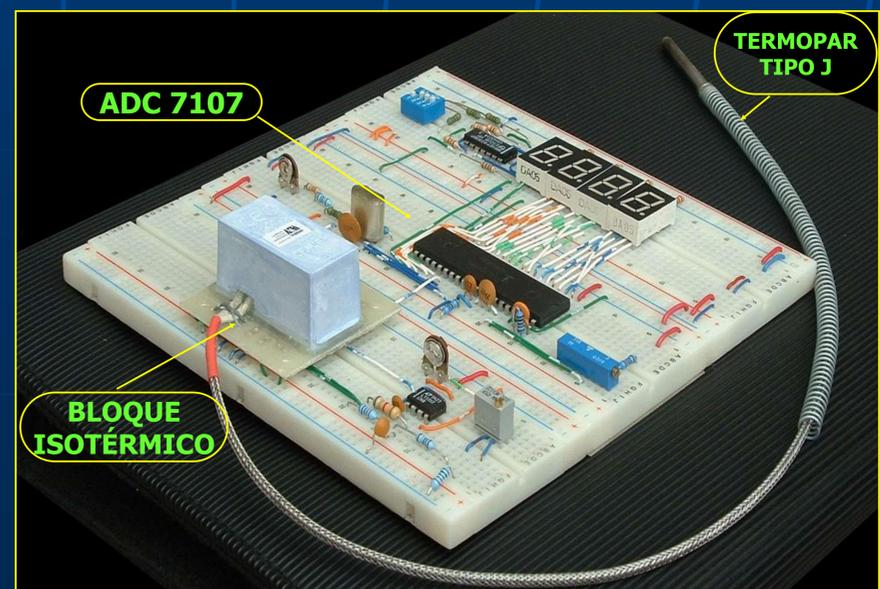
La medición de la temperatura se visualiza con ayuda del circuito integrado ICL7107, el cual realiza la conversión numérica y envía la salida a un display de LEDs de 3 ½ dígitos. El voltaje de entrada a escala completa es de  $\pm 200$ m[V]. Cuenta con oscilador integrado y referencia, polaridad y puesta a cero automáticas, entradas diferenciales y una impedancia de entrada excepcionalmente alta.



## VI. CONCLUSIÓN.

- La calibración del termómetro se logró con la técnica de los mínimos cuadrados y un contraste lineal, obteniendo una resolución de  $\pm 0.6$  [°C] y una muy buena linealidad con respecto al patrón.
- Todos los materiales se encuentran comercialmente disponibles en el mercado nacional.
- COSTO ESTIMADO DEL PROYECTO: \$ 320.00.
- COSTO DE UN TERMOMETRO COMERCIAL: \$ 2,265.00.  
(MARCA FLUKE-51-II1 termómetro digital para termopar).

El proyecto es interesante, desde un punto de vista didáctico, porque pone a prueba los conocimientos y habilidades del estudiante en ingeniería electrónica especializado en la rama de la instrumentación. La realización del proyecto lo enfrenta a dar una solución material eficiente y económica a un problema práctico, lo que aumenta su grado de conciencia y responsabilidad.



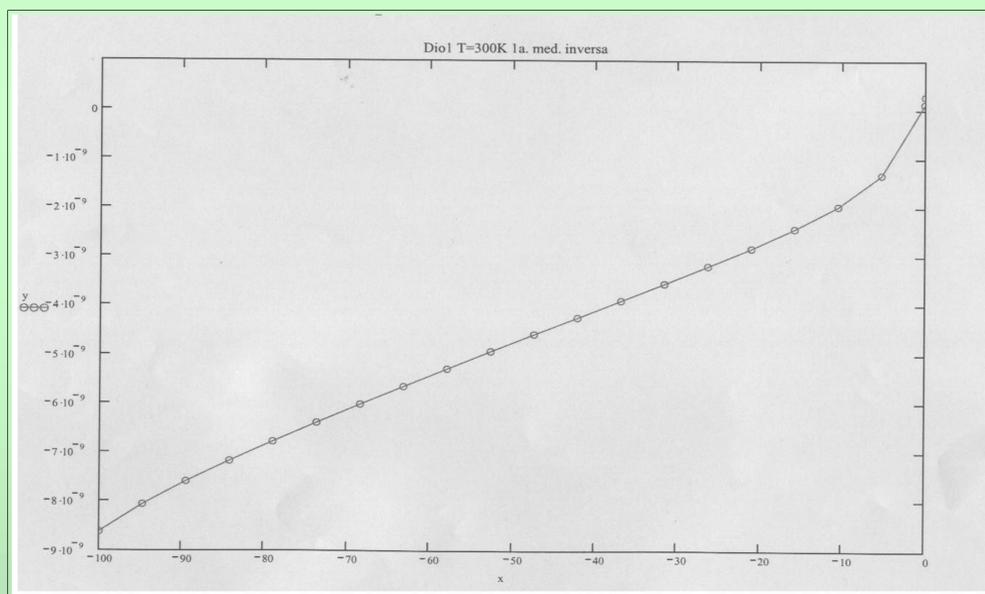
# CARACTERIZACIÓN Y ESTUDIO DEL RENDIMIENTO DE DIODOS DE UNIÓN PARA APLICACIONES BIOMÉDICAS

V. R. Barrales-Guadarrama y G. I. Hernández López  
 Universidad Autónoma Metropolitana - Azcapotzalco  
 Laboratorio de Optoelectrónica

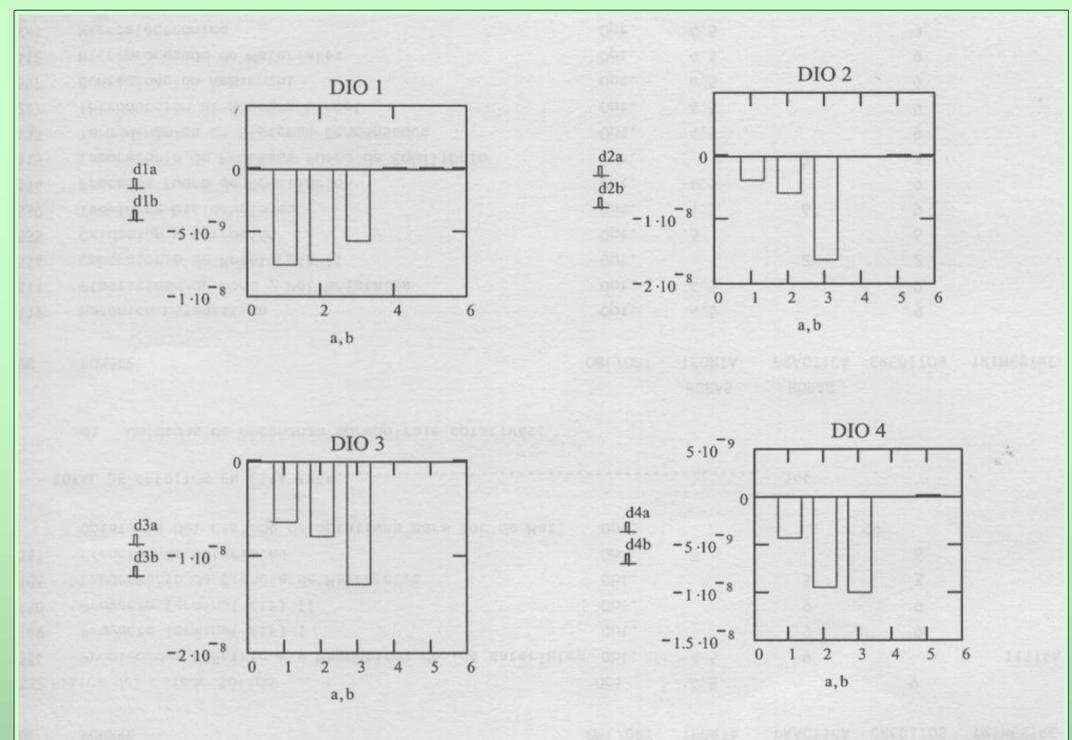


## INTRODUCCION:

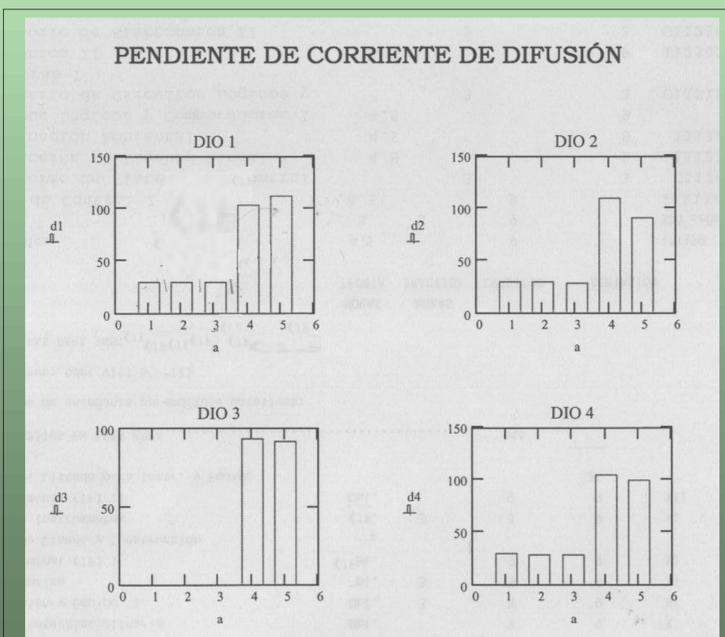
- Se caracterizaron las propiedades de transporte de diodos de unión semiconductor, a diferentes regímenes de temperatura con el fin de evaluar su rendimiento y decidir si son adecuados para soportar cambios continuos de temperatura sin afectar tanto en sus características físicas como en sus propiedades de transporte, ya que serán utilizados en aplicaciones de instrumentación biomédica. El rango de caracterización va de los 60 K a los 300 K. Se analizó el comportamiento  $I$  vs.  $V$  en polarización directa, tomando especial atención en las corrientes de difusión y recombinación, así como de la resistencia en serie; en polarización inversa, el estudio se concreta a las características de la corriente de fuga. El comportamiento de las características de las propiedades de transporte como función de la temperatura hace evidente la detección de cambios significativos durante o después de los tratamientos



I VS V EN INVERSA



ESTADISTICA DE I vs. V EN INVERSA



ESTADISTICA DE IVS EN INVERSA

## DISCUSIÓN:

El punto de avalancha o de ruptura ocurren en voltajes inversos suficientemente grandes tal que el campo eléctrico en la región de vaciamiento excede su valor crítico. Al valor crítico del campo magnético, los portadores ganan energía suficiente para que al colisionar con un cristal de átomo se genere un par electrón-hueco. Los recién generados portadores también ganan energía y causan avalanchas adicionales hasta que grandes corrientes sean generadas.

El rompimiento de Zener se obtiene de las uniones densamente impurificadas  $p-n$ , donde los electrones pueden tunear directamente desde la banda de valencia hasta la banda de conducción. Un pequeño cambio en el voltaje resulta en grandes números de portadores capaces de tunear.

La generación térmica de electrones y huecos en el ancho de vaciamiento del diodo polarizado en inversa produce una componente más grande de corriente que la predicha por la ecuación del diodo ideal. Sólo a pequeños valores de la corriente total es la recombinación en la componente de  $W$  de importancia.

Cuando la densidad de corriente es muy larga, la inyección de alto nivel como la resistencia en serie del dispositivo o ambas, se vuelve importante. En la inyección de alto nivel tiene el efecto de cambiar el factor de idealidad en aproximadamente dos. Las resistencias en serie incrementan el descenso de voltaje a través del diodo para una corriente dada.

## BIBLIOGRAFIA

- G.E. Gottlieb and J.F. Corboy, RCA Rev. 24, 585 (1963).
- P.H. Robinson, RCA Rev. 24, 574 (1963).
- F. Chavez, J. Mimila-Arrollo, F. Bailly, and J.C. Bourgoin, J.Appl. Phys. 54, 6646 (1983).
- A.G. Chynoweth, W.L. Feldmann, C.A. Lee, R.A. Logan, G.L. Pearson and P. Aigrain, Phys. Rev., 118, 425, (1960).
- M. Singh Tyagi, Solid-State Electron, 11, 99, 117, (1968).

# DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y CALIBRACIÓN DE UN MEDIDOR ELECTRÓNICO DE ESFUERZOS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES.

N. Neri González, R. Godínez Bravo

UAM Azcapotzalco. Departamento de Electrónica. Área de Sistemas Digitales.  
Av. San Pablo No. 180, Col. Reynosa Tamaulipas, C. P. 02200, México D. F.

## OBJETIVO.

Diseñar, construir y calibrar un medidor electrónico de esfuerzos para determinar las deformaciones en algunos implantes ortopédicos.

## INTRODUCCIÓN.

Es evidente que la ciencia física ha logrado avances tecnológicos innegables, por lo menos en este siglo, que dan pie al desarrollo de instrumentos, técnicas, metodologías, equipos, etc. para apoyar el desarrollo de otras ciencias, entre las cuales podemos mencionar la medicina. Tomando en cuenta lo anterior se propone un proyecto que con bases en la ingeniería Física y Electrónica coadyuve a la medicina en su especialidad ortopédica a determinar los esfuerzos permisibles en algunas prótesis e implantes que apoyan a la restauración de huesos fracturados.

## ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN.

El uso de ciertos metales biocompatibles que se integran al organismo en reemplazo de dientes o de partes óseas ha aumentado notablemente en los últimos años. Si bien esto ha permitido mejorar las condiciones de vida de muchas personas con problemas articulares, cardíacos, óseos y hasta alimentarios, distintos grupos de investigación están evaluando los posibles efectos adversos que podría tener la liberación de partículas metálicas desde los implantes cuando se corre el riesgo de ruptura o fractura de los mismos dentro del organismo. Debido a esto, este proyecto pretende caracterizar los esfuerzos que sufren algunas prótesis e implantes antes de fracturarse o fisurarse, con el propósito de establecer condiciones de riesgo, mediante el desarrollo de un sistema electrónico capaz de cuantificar dichas deformaciones.

## DESCRIPCIÓN DEL INSTRUMENTO.

A continuación se muestra el diagrama a bloques del sistema (Fig. 1), así como el esquema del circuito acondicionador del sensor (Fig. 2). El medidor construido se muestra en la figura 3.

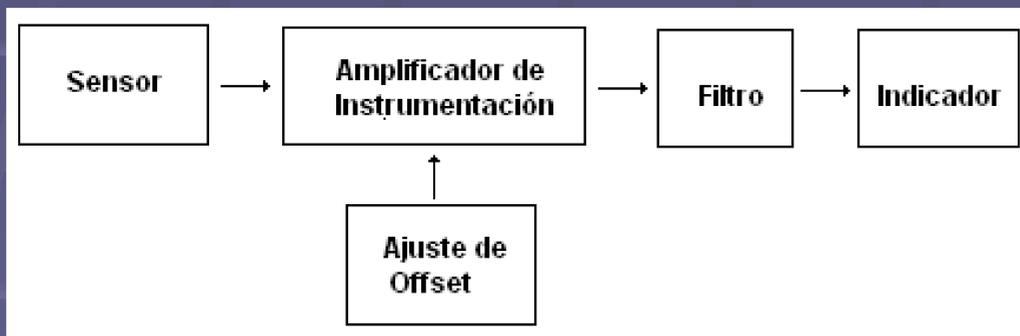


Fig. 1 Diagrama a bloques del sistema.

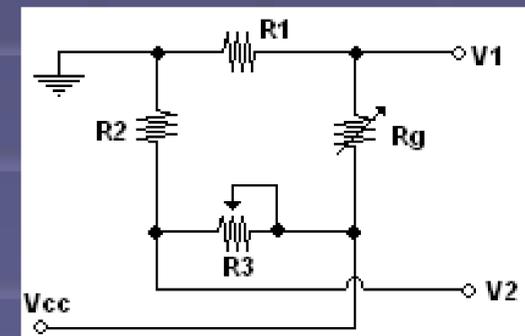


Fig. 2 Circuito acondicionador.



Fig.3 Vistas del medidor electrónico de esfuerzos longitudinales y transversales.

## CONCLUSIONES.

El medidor electrónico de esfuerzos longitudinales y transversales, es un instrumento que puede realizar lecturas de voltaje a través de un transductor, las cuales están relacionadas con una deformación debido a la aplicación de una presión o peso sobre un material.

En los resultados se observa que la constante de proporcionalidad (pendiente) depende del material, es decir, para un material más rígido, medirá el mismo esfuerzo si y sólo si el material adquiere la misma deformación.

Para que la relación siga siendo lineal en diferentes tipos de materiales, habría que modificar la ganancia según su aplicación para que la lectura corresponda al esfuerzo que se está aplicando a otros materiales, de tal manera que la lectura del instrumento indique el esfuerzo al cual está siendo sometido el material en sus unidades correspondientes.

# Robot Autónomo Multifuncional (RAMULT)

**J. R. Lira Cortes, V. Tapia Vargas**

UAM Azcapotzalco. Departamento de Electrónica. Área de Sistemas Digitales  
Av. San Pablo No. 180, Col. Reynosa Tamaulipas, C. P. 02200, México D. F.

## INTRODUCCIÓN

Una de las principales aplicaciones de la electrónica y los sistemas de control están en los sistemas automáticos llamados comúnmente robots, estos sistemas cada vez son más complejos y cumplen con una mayor cantidad de funciones. Además, permiten un estudio de posibles aplicaciones en la industria, pues los dispositivos empleados pueden adaptarse a condiciones industriales. Lo anterior nos hace reflexionar acerca de lo importante de la robótica para la electrónica y la importancia de implementar nuevos sistemas para analizar su funcionamiento. Un robot se puede definir como un sistema electro-mecánico e informático que interactúa con el medio. Con la robótica se concibe poder realizar y automatizar sistemas basados en estructuras mecánicas poli articuladas, dotados de un determinado grado de "inteligencia" y destinados a la producción industrial o a la sustitución del hombre en muy diversas tareas.

## OBJETIVO

Diseñar y realizar con un mínimo de hardware un robot móvil multifuncional que no sea de uso específico, sino adaptable a otras funciones con un mínimo cambio en su software, pero con el mismo hardware.

## DESARROLLO

RAMULT utiliza una base de aluminio en la cual se tienen alojados los motores y pilas, las tarjetas que contienen los sensores están sujetas con tornillos y distribuidas a los lados, enfrente y por la parte de abajo del robot. La tarjeta principal se encuentra en la parte superior con unas extensiones de tubos para poder visualizar su comportamiento. Dos motores de corriente continua, son el medio con lo que dará respuesta el robot a las diferentes señales que se obtengan de los sensores. Por la parte de abajo cuenta con tres tipos de sensores alojados en una tarjeta: un micro switch para detectar cuando es levantado o volcado, un arreglo de cuatro sensores infrarrojos CNY70 en fila para seguir una línea, cuatro sensores infrarrojos CNY70 uno en cada esquina para evitar salir de una área determinada. En la parte derecha e izquierda se diseñaron tarjetas las cuales cuentan con dos leds emisores y un receptor de infrarrojo para detectar objetos a una distancia aproximada de 30 cm. Ajustable a través de un potenciómetro. También en la parte delantera cuenta con otra tarjeta con tres leds emisores y dos receptores para detectar objetos a una distancia de 30 cm ajustable. Por último se diseñó la tarjeta principal donde se tiene lo siguiente: acondicionamiento de voltaje para la alimentación de las tarjetas de los sensores y los motores, interfase de grabación para descargar programas al microcontrolador con lo que se puede tomar como una tarjeta de desarrollo, leds que indican que señal se esta recibiendo en los sensores y entregando al microcontrolador. El robot autónomo multifuncional es un conjunto de software y hardware el cual como su nombre lo dice puede realizar varias funciones aprovechando la infraestructura con que cuenta, realiza diferentes acciones mediante una selección, para agregarle nuevas o modificar las existentes en su memoria del microcontrolador únicamente se tiene que conectar al puerto serie de la computadora mediante el conector DB9 de la tarjeta principal y cambiar el selector a programar. Para la realización del proyecto se considero el siguiente diagrama a bloques, tratando cada uno de los bloques de manera individual para una mejor distribución, así como para tener una manera mas fácil de comprender su funcionamiento.

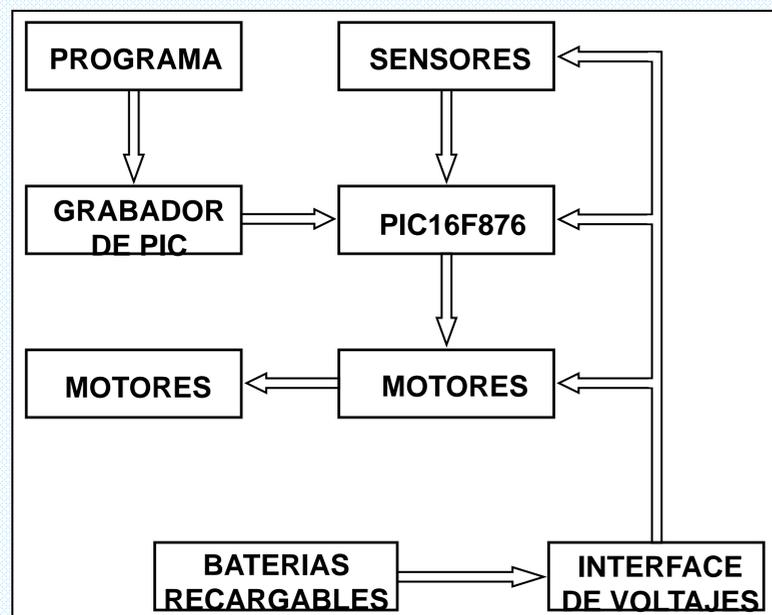


Fig.1 Diagrama a bloques del sistema.

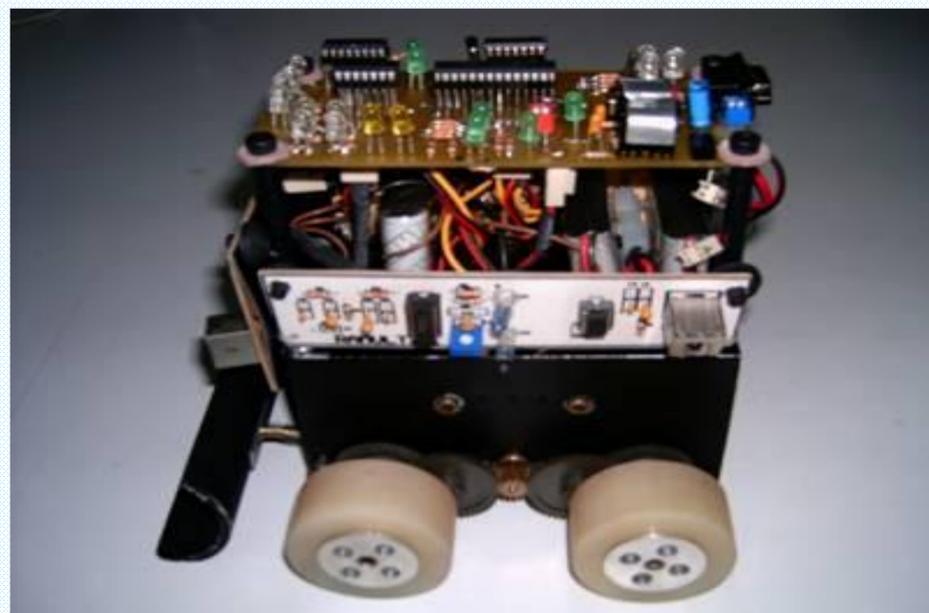


Fig. 2 Imagen del robot terminado.

## CONCLUSIONES

El robot autónomo multifuncional es un conjunto de software y hardware que realiza diferentes acciones mediante una selección de los programas contenidos en memoria y un microcontrolador, permite la modificación de éstos, mediante el puerto serie de una PC, aprovechando los recursos de sensores y actuadores.

L. García Moreno, R. Arechiga Martínez, R. Miranda Tello  
IMP. Geofísica de Pozos

Eje Central Lázaro Cárdenas 152, Col. San Bartolo Atepehuacan, C.P. 07730, México, D.F.  
UAM. Azcapotzalco. Área de Comunicaciones. Grupo de Control de Procesos.  
Av. San Pablo No. 180, Col. Reynosa Tamaulipas, C. P. 02200, México D. F.  
leogar@correo.azc.uam.mx

## RESUMEN

Se describe el diseño e implementación de un equipo de medición multicanal programable aplicado a los Métodos Electromagnéticos Superficiales de la industria petrolera (Inspección de Ductos y Contaminación de Suelos).

## I INTRODUCCIÓN

Los Métodos Electromagnéticos Superficiales (MES) son utilizados en diversas áreas como: protección ambiental, ingeniería civil, materiales, geofísica, geología, ingeniería petrolera, entre otras [1]. En la industria petrolera los MES son aplicados a problemas que incluyen: la inspección de ductos, el análisis de fracturas en tanques de almacenamiento, la determinación de contaminación del suelo por productos petroleros así como la evaluación y la caracterización de yacimientos [2]. Los MES basan su principio de operación en la transmisión de señales electromagnéticas sobre las áreas de estudio, en donde es medida su respuesta. La exactitud y precisión de las mediciones realizadas repercute directamente en la calidad de los datos y en la interpretación de resultados [3], por lo que se requiere de equipos que presenten alta inmunidad al ruido, sean de operación confiable y compatibles en diversas áreas de estudio. Éste último punto resulta importante debido a que actualmente para cada tipo de MES se emplea un medidor diferente. En este trabajo se presenta la metodología de diseño, el desarrollo del Hardware y Software que integran el sistema de medición.

## II DESARROLLO

Las características del sistema de medición desarrollado son las siguientes :

- Adquisición multicanal (8 canales) en forma diferencial.
- Nivel mínimo y máximo de señal a medir:  $1\mu\text{V}$ -3V.
- Resolución y rangos dinámicos de entrada configurables:  $\pm 0.1\text{V}$ ,  $\pm 1\text{V}$  y  $\pm 10\text{V}$ .
- Inmunidad al ruido industrial (para el armónico de 60Hz).
- Ancho de banda por canal de 2Hz a 2KHz.
- Ganancia variable (Ganancia 1 y 10).
- Adquisición y procesamiento de datos en tiempo real.
- Interfaz grafica para la configuración, y control del sistema.
- Visualización y procesamiento de los datos adquiridos.
- Muestreo máximo: 200,000 muestras por segundo (1 canal) y 20,000 muestras por segundo por canal (8 canales simultáneos).
- Diseño tipo modular programable para facilitar su actualización y mantenimiento.

El sistema de medición se encuentra conformado por un bloque de hardware y otro de software. El bloque de hardware encargado de acondicionar y adquirir las señales de entrada se compone de cuatro secciones. (Fig. 1)



Figura 1. Bloques del equipo de medición.

El bloque de software está compuesto por una interfaz grafica (Fig. 2) para configurar a la tarjeta de adquisición de datos y por algoritmos de procesamiento para sincronizar, procesar, visualizar y almacenar los datos recibidos. Este programa fue realizado con el software LabWindows CVI de National Instruments.

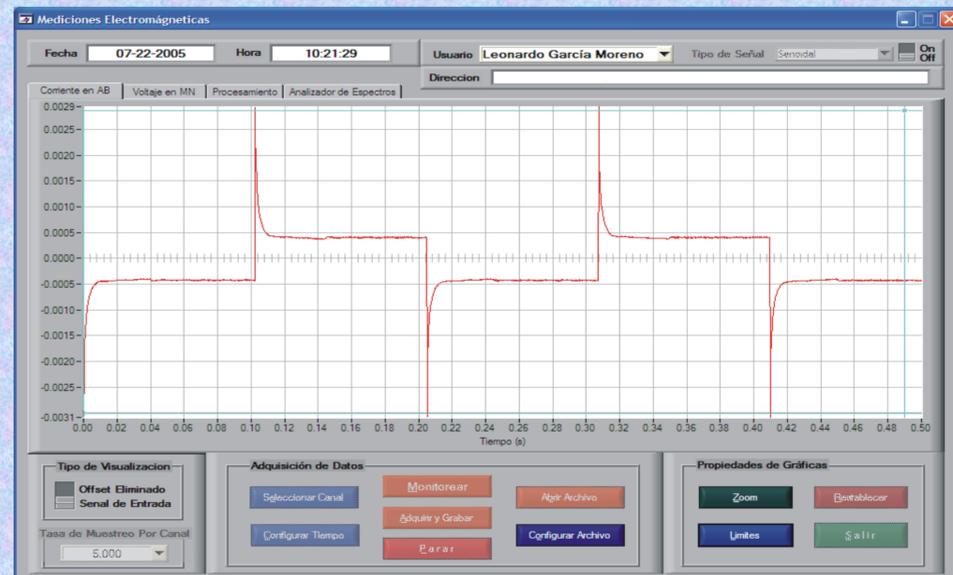


Fig. 2 Panel Principal de la Interfaz de Usuario.

## III RESULTADOS

Se efectuaron diversas pruebas para determinar: la relación máxima de muestreo, el nivel de ruido intrínseco de la tarjeta de adquisición a temperatura constante y variable, el defasamiento de hardware de acondicionamiento, la linealidad y la respuesta en frecuencia del equipo completo. Se observó que:

El sistema tiene la capacidad de adquirir, visualizar y almacenar los datos en tiempo real hasta 200,000 mps con solo canal, o 160,000 mps empleando ocho canales.

- Los datos pueden ser procesados y analizados en el dominio de la frecuencia mediante filtros tipo IIR y FIR.
- Es posible la lectura, regeneración y reprocesamiento de los archivos grabados previamente con la finalidad de ser estudiados nuevamente. Además cuenta con archivo de resultados en Excel de valores estadísticos y resistividades.
- El ruido intrínseco calculado para el rango dinámico de  $\pm 0.1\text{V}$  fue del intervalo de  $12\text{nV}$ - $36\text{nV}$  para el rango de relaciones de muestreo 100,000-10,000 mps incrementándose en forma proporcional a la ganancia del rango dinámico y no depende de las variaciones de temperatura de operación de la PC.

## IV CONCLUSIONES

Los resultados experimentales satisfacen plenamente los requerimientos iniciales de diseño. Las pruebas de laboratorio, permitieron determinar exitosamente el valor de la resistividad de muestras salinas y comprobaron que el sistema de medición puede ser aplicado para cualquier registro geofísico electromagnético superficial.

## V REFERENCIAS

- Mousatov A., Shevnin V., Delgado O., Nakamura E., Mejía A., Application of superficial electromagnetic methods for localization and inspection of oil and gas pipeline's technical condition, Proc., SAGEEP 2003, San Antonio TX USA, pp. 10.
- Mousatov A., Nakamura E., Shevnin V., Modin I., Inspección y control periódico de ductos aplicando mediciones del campo electromagnético producido por sistemas de protección catódica, 6th CID, Mérida, México. 2001.
- Mousatov A., Mejía A., Nakamura E., Shevnin V., Delgado O., Generador multifuncional programable para métodos electromagnéticos superficiales. XXV Congreso Internacional ELECTRO 2003. Chihuahua, México. pp 419-424.

# DISEÑO DE UN PROTOTIPO PARA SER EMPLEADO EN LOS CURSOS DE LA TEORÍA DE CIRCUITOS

F. J. Sánchez Rangel \*, J. A. Mota Ramírez \*\*,  
J. L. Zamorano Flores \*\*\*

UAM Azcapotzalco. Departamento de Electrónica.

Área de Sistemas Digitales\*, Área de Instrumentación \*\*, Área de Comunicaciones \*\*\* ,  
Av. San Pablo No. 180, Col. Reynosa Tamaulipas, C. P. 02200, México D. F.

## INTRODUCCIÓN.

En la actualidad se ha hecho muy común que los estudiantes de todas las ramas de la ingeniería, tomen cursos introductorios de análisis de circuitos. Quien se ha inscrito en un programa de ingeniería eléctrica, o electrónica encontrará que la materia de análisis de circuitos representa el curso básico introductorio para el desarrollo del campo elegido. En la enseñanza de los circuitos eléctricos, los profesores debemos proporcionar el material que facilite el manejo y la comprensión de la materia, tanto en el aula como en el laboratorio. En este trabajo se muestra el diseño y el desarrollo de un prototipo para ser empleado en la enseñanza de la teoría de circuitos.

## OBJETIVO.

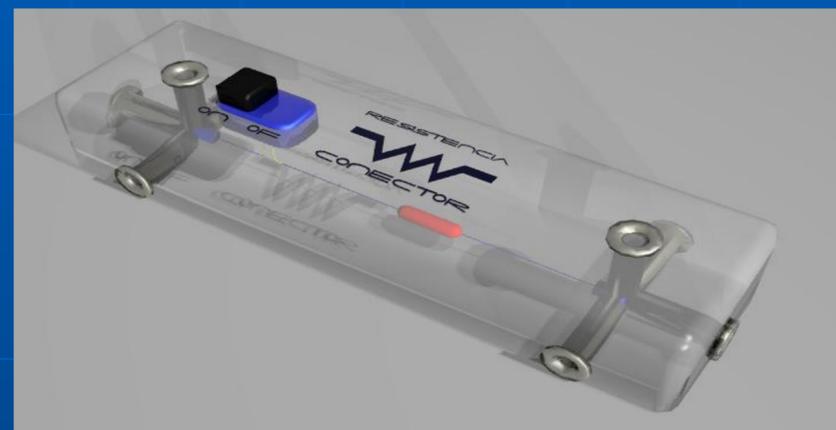
Diseñar y construir un prototipo para ser empleado en la enseñanza de la teoría de circuitos.

## DESARROLLO.

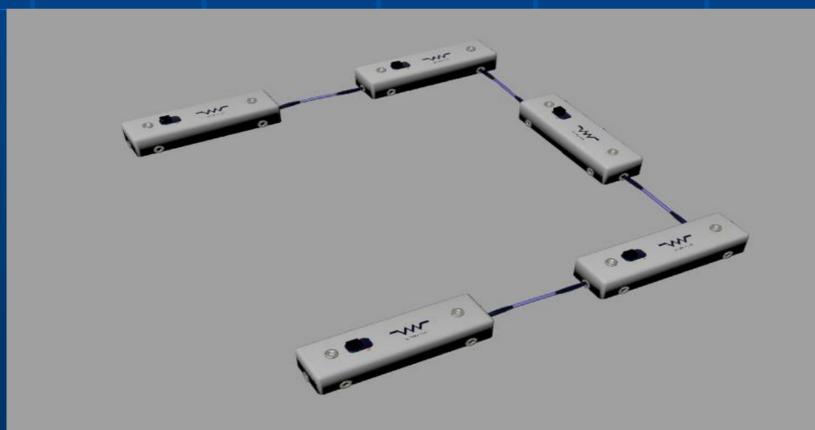
El prototipo que se desarrolló fue en forma de bloque, para que fuera más comprensible y se acercara lo más físicamente al diagrama de un circuito, como los que hay impresos en los libros. Al desarrollar un circuito en el laboratorio con este prototipo, los alumnos tienen que unir a través de los conectores hembra los diferentes componente de este, la ventaja es que físicamente ven los componentes igual a como aparecen en los libros, y de esta manera es más fácil y comprensible armar un circuito con todos sus componentes.



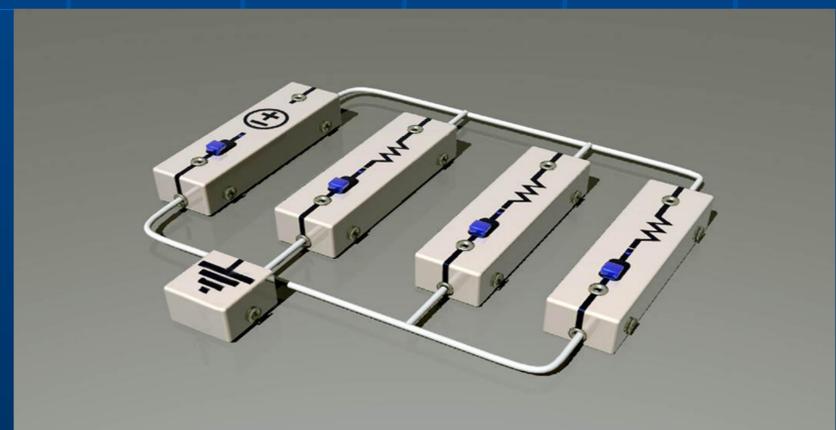
**Fig.1 Prototipo final de una resistencia con sus conectores**



**Fig.2 Detalle de los ocho conectores, el switch, y el elemento**



**Fig.3 Realización de una conexión en serie de resistencias**



**Fig.4 Realización de una conexión en paralelo de resistencias**

## CONCLUSIONES.

Se logró desarrollar un prototipo que ayudará a los alumnos de circuitos eléctricos a comprender y entender de manera sencilla como desarrollar un circuito en el laboratorio, lo cual desembocará en un conocimiento más profundo de nuestros estudiantes de la teoría de circuitos.

En este sistema se logró el desempeño que se marcó en los objetivos, sin embargo consideramos que existen características deseables que se pueden agregar. También creemos que es necesario depurar el sistema del prototipo ya que falta una mayor comprobación y validación en los laboratorios de circuitos, en las aulas, así como abatir los costos de producción del prototipo, para mantenerlo dentro de los estándares de competitividad.

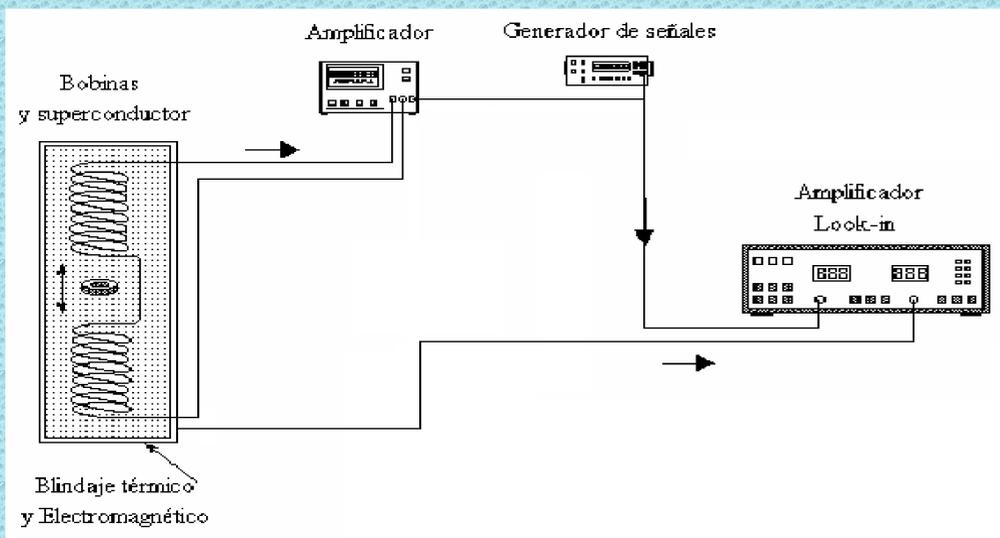
# "SISTEMA DE MEDICIÓN DE SUSCEPTIBILIDAD MAGNÉTICA AC"

A. Aguillón Armijo, A. Y. Velázquez Cadena, E. R. Vázquez Cerón<sup>1</sup>, V. R. Barrales Guadarrama, E. M. Rodríguez R.

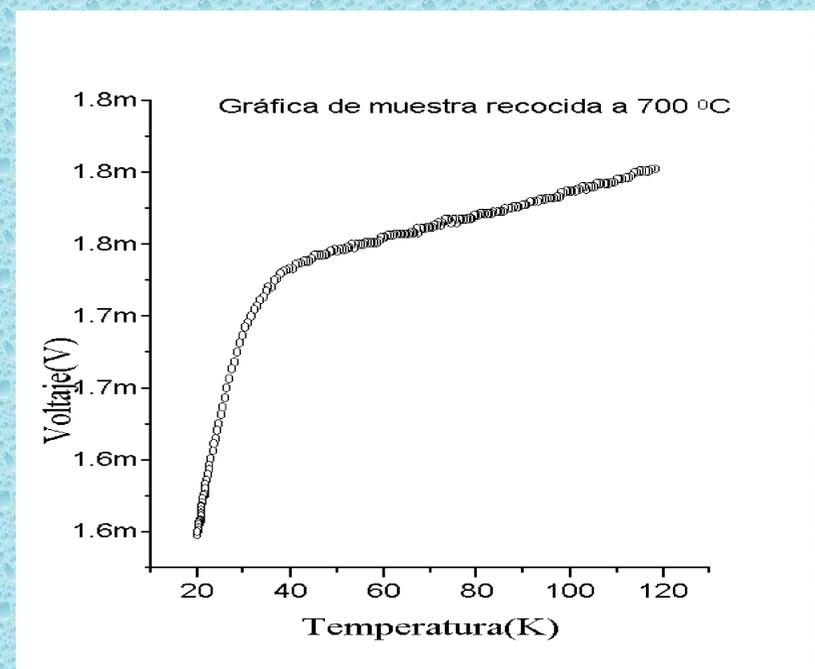
Universidad Autónoma Metropolitana - Azcapotzalco.  
Departamento de Electrónica. Laboratorio de Optoelectrónica.  
ervc@correo.azc.uam.mx<sup>1</sup>.

## RESUMEN

Se describe la instrumentación de un susceptómetro ac basado en el método de inductancia mutua y la técnica lock - in. Es posible detectar una parte por millón de material volumétrico magnetizable. Mide las componentes real e imaginaria de la susceptibilidad magnética compleja. A partir de los datos experimentales se pueden obtener las propiedades superconductoras: temperatura crítica ( $T_c$ ), intervalo de temperatura ( $\Delta T$ ) durante la transición, densidad de corriente crítica ( $J_c$ ) y la resistividad eléctrica ( $\rho$ ). Permite seleccionar la sensibilidad y la constante de tiempo del filtrado para obtener registros fiables.



Se muestran los instrumentos que componen el susceptómetro ac,



Bobina secundaria (Izq). Bobina primaria (Der)

Gráfica del voltaje inducido en la bobina secundaria como función de la temperatura para una película delgada superconductora de YBaCuO.

CARACTERISTICAS	EQUIPO IMPORTADO	EQUIPO ELABORADO
SENSIBILIDAD	$1 \times 10^{-6} \text{ A.m}^2$	$1 \times 10^{-10} \text{ A.m}^2$
COSTO	\$ 300,000.00	\$ 2,000.00
FABRICADO EN	INGLATERRA	MEXICO
AMPLIFICADOR	USO GENERAL	USO ESPECIFICO
GENERADOR DE FUNCIONES	USO GENERAL	USO ESPECIFICO

Diferencias entre el equipo importado y el diseñado.

## CONCLUSIÓN

Se describió el diseño y operación de un sistema de medición de susceptibilidad magnética para la caracterización de películas delgadas superconductoras.

El diseño del susceptómetro ac esta basado en el método de inductancia mutua consistente de dos bobinas idénticas con enrollamientos en sentidos contrarios, las cuales son excitadas por un campo magnético externo, proveniente de otra bobina. La característica más sobresaliente de este diseño es que permite la medición de la susceptibilidad magnética compleja. La parte real representa la componente en fase y la parte imaginaria la componente fuera de fase, que pueden ser medidas en forma independiente utilizando LABVIEW.

El susceptómetro es capaz de medir el momento magnético polar con una sensibilidad de  $7 \times 10^{-10} \text{ A m}^2$ .

La técnica está fundamentada en un modelo de susceptibilidad de la teoría electromagnética aplicada a los sólidos.

## REFERENCIAS

M. I Youssif, a. Bahgad and I. A. Ali. Egipt. J. Sol., (23), (2), (2000), 231-250.

S. Mukherjee, A. Chekravarti and R. Ranganathan. Rev. Sci, instrument, (68), (7), (1997), 2834-2837.