

# Electrónica

& Computadores

• PROYECTOS • TECNOLOGIA • APPLICACIONES PRACTICAS • TEORIA

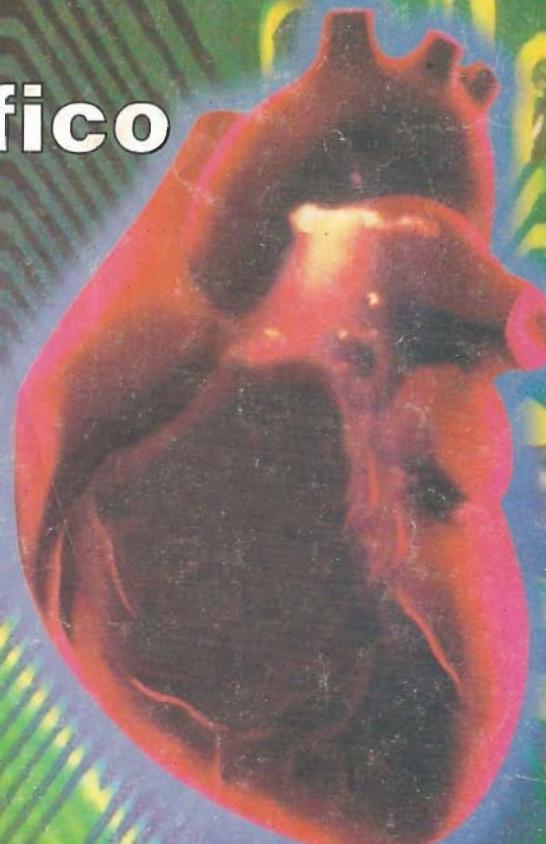
## Diseño de un canal electrocardiográfico

Proyecto para construir

Control de  
aparatos vía  
telefónica

Memorias  
no volátiles

El puerto de  
juegos



# CONTENIDO

Editorial ..... 2

## PROYECTOS

Generador de ondas seno ..... 4  
Control de aparatos vía telefónica ..... 9

## TECNOLOGÍA

La robótica. Controles para los robots. Parte 3 ..... 13  
Procesamiento digital de señales con la familia TMS320 ..... 18  
Introducción a la telemetría y al telecontrol. Parte 1 ..... 24  
Diseño de un canal electrocardiográfico ..... 28  
Ejercicios con el entrenador para BASIC Stamp I ..... 32  
Programación avanzada de la HP48.  
SysRPL. Parameterized ..... 36  
Qué hay de nuevo en ..... 41  
El verdadero valor RMS ..... 48  
ISO 9000. Productividad y competitividad en las empresas ..... 52

## ELECTRÓNICA PRACTICA

Cuaderno de experimentos ..... 57  
• Detector de video para televisor  
• Medición de temperatura con multímetro  
Las bobinas y su construcción ..... 59

## ELECTRÓNICA DIGITAL

Memorias no volátiles ..... 64

## COMPUTADORAS

El puerto de juegos ..... 69  
Rutas & Lugares ..... 74

## PROYECTOS

**Control de aparatos vía telefónica ..... 9**

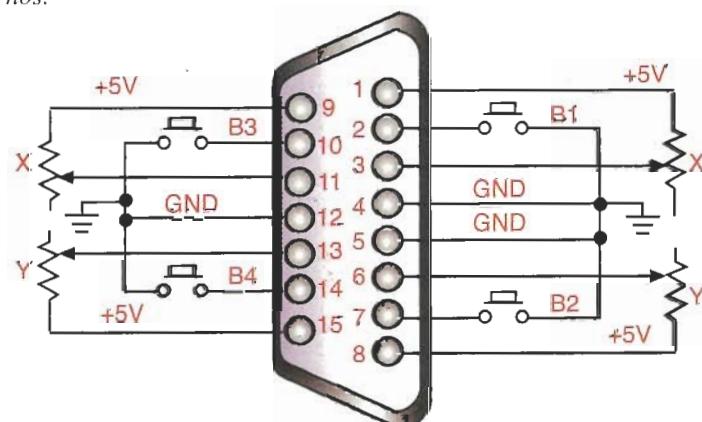


*En este proyecto, vamos a construir un equipo que permite activar y desactivar una carga remota, utilizando como medio de transmisión la línea telefónica. En esta primera parte, veremos la descripción general del equipo y su funcionamiento.*

## COMPUTADORAS

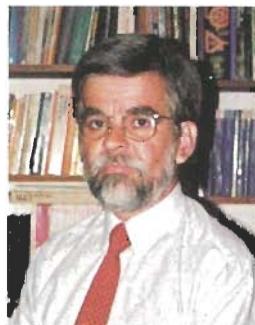
**El puerto de ..... 69**

*Los puertos de las computadoras han sido uno de los objetivos principales de quienes estamos involucrados tanto en la electrónica como en el campo de la informática. El uso del puerto de juegos, que casi siempre está disponible en todas las PCs, permite recibir señales externas digitales y análogas a través algunos de sus 15 pines. Además, tiene los dos terminales de la fuente de voltaje de la computadora para usarlo en nuestros circuitos externos.*



# EDITORIAL

En este editorial vamos a hablar sobre el contenido de esta edición y algunas de sus implicaciones en la vida práctica. En uno de los proyectos, "Control de aparatos vía telefónica", podemos visualizar el potencial que tiene este tipo de aplicaciones. Por medio de los "tonos" o código DTMF, podemos controlar casi cualquier cosa remotamente en nuestra oficina, industria u hogar utilizando una línea telefónica común o un teléfono celular desde cualquier lugar del mundo. Analicen el proyecto, constrúyanlo y el resto les queda a la imaginación ya que esta idea puede perfeccionarse y expandirse a un gran número de aplicaciones.



En la sección de robótica, mostramos algunas de las formas más conocidas para controlar los robots y así nos vamos acercando a la hora de publicar varios proyectos prácticos, quizás lo que todos los aficionados a este tema, están esperando. Lo mismo ocurre con el tema de DSP, sobre el cual publicaremos una aplicación práctica próximamente para así vislumbrar mejor la utilidad práctica de esta tecnología de gran actualidad. En esta edición estamos iniciando una serie de artículos sobre Telemetría y Telecontrol, una técnica remota de adquisición de datos y de control que esperamos les sea de gran utilidad a todos nuestros lectores y que la puedan aplicar en sus proyectos e investigaciones.

Para aquellos quienes han estado siguiendo el tema de la Bioelectrónica, se presenta en este número el primer circuito práctico; en este caso un canal para realizar electrocardiogramas sencillos apoyados en una computadora personal. Sobre este tema se ha entregado una base teórica y de investigación muy completas que finalmente las estaremos aplicando en una serie de proyectos de utilización real. Continuamos con la presentación de ejercicios con los microcontroladores BASIC Stamp, que nos confirman la simplicidad de la conexión y manejo de este tipo de dispositivos que seguramente adquirirán una gran popularidad entre nuestros lectores.

En cuanto a electrónica básica y digital, tenemos los temas de las bobinas, que siempre serán de gran utilidad para todo tipo de circuitos y el de las memorias no volátiles que están presentes en casi todos los aparatos y sistemas modernos. En cuanto a las computadoras, presentamos aquí una explicación detallada de la configuración y la forma de acoplar diferentes dispositivos electrónicos al puerto de juegos, una técnica fácil que nos puede servir para realizar aplicaciones muy interesantes a través de esta facilidad, muchas veces ignorada.

Vale la pena mencionar el artículo sobre las bases de las normas ISO 9000, un tema de gran actualidad y que es necesario analizar y tratar de aplicar en nuestras organizaciones con el fin de lograr la competitividad necesaria que nos haga posible una participación exitosa en el mundo actual de la industria, los negocios, la investigación, la docencia, etc.

A handwritten signature in cursive script that reads "Felipe González".

ecekit@avan.net

Avenida 30 de Agosto N° 36 - 79

A.A. 194

Tels. 3292492 - 3292267 - 3292165

Fax Nal. (6) 3360311

Pereira, Colombia, S.A.

<http://www.cekit.com.co>

e-mail: [ecekit@col2.telecom.com.co](mailto:ecekit@col2.telecom.com.co)

**Editor y gerente general**

Felipe González G.

**Gerente administrativo y financiero**

Marcelo Alvarez H.

**Director técnico**

Felipe González G.

**Subdirector**

Edison Duque C.

**Circulación Internacional**

Humberto Real Blanco

**Director Creativo**

Juan Guillermo Escalante E.

**Director de Mercadeo y Publicidad**

Daniel Carvajal C.

**Director de Arte**

Albert Cobos P.

**Diseño de carátula**

Albert Cobos P.

Daniel Carvajal C.

**Departamento técnico:**

Jorge Eduardo Hernández M.

Guillermo Ramos R.

Mario Andrés Suarez J.

Felipe Villegas

**Colaboradores**

Mario Andrés Córdoba

**Representación en Área II**

**Editorial CONSUR S.A. Avda. Belgrano 355**

**Gerente general:** Horacio L. Nittoli

**Piso 10 - (1092) Cap. Fed**

**Tel. (5411) 4342 - 9029 Fax. (5411) 4342 - 9025**

**Buenos Aires - Argentina**

**Edición Argentina**

**Editor responsable:** Carlos Alberto Magurno S.

**Ventas de Publicidad :** 4342-9029

**Distribuidores:**

**Argentina**

Capital: Vaccaro Sánchez y Cía.

Moreno 749, 9º (1091) Buenos Aires

Interior: Distribuidora Bertran S.A.C.

Av. Vélez Sársfield 1950 (1285) Buenos Aires

**Bolivia - La Paz:** Agencia Moderna Ltda.

**Colombia - Santafé de Bogotá:** Distribuidoras Unidas

**Chile - Santiago de Chile:** Distribuidora Alfa S.A.

**Ecuador - Quito:** Distribuidora Andes

**México - Ciudad de México D.F.:** Distribuidora INTERMEX

**Panamá - Ciudad de Panamá:** Distribuidora Panamex

**Paraguay - Asunción:** Selecciones S.A.C.

**Uruguay - Montevideo:** Grafia S.A.

**Venezuela - Caracas:** Distribuidora Continental

**©PUBLICACIONES CECIT S.A.**

Avenida 30 de Agosto N° 36-79

Tel.: (6) 3292492 - A.A. 194 - Fax: 3360311

Pereira, Colombia S.A. - 1.999 Pereira-Colombia S.A.

Abri 1999 - ISSN 0121-9138. Resolución 0444 de

Mayo 18/94 de la Dirección General del Derecho de

Autor, Mingobierno.

Prohibida su reproducción parcial o total por cualquier

medio sin permiso escrito del editor. La protección de

los derechos de autor se extiende no sólo al contenido,

sino también a los diagramas y circuitos impresos,

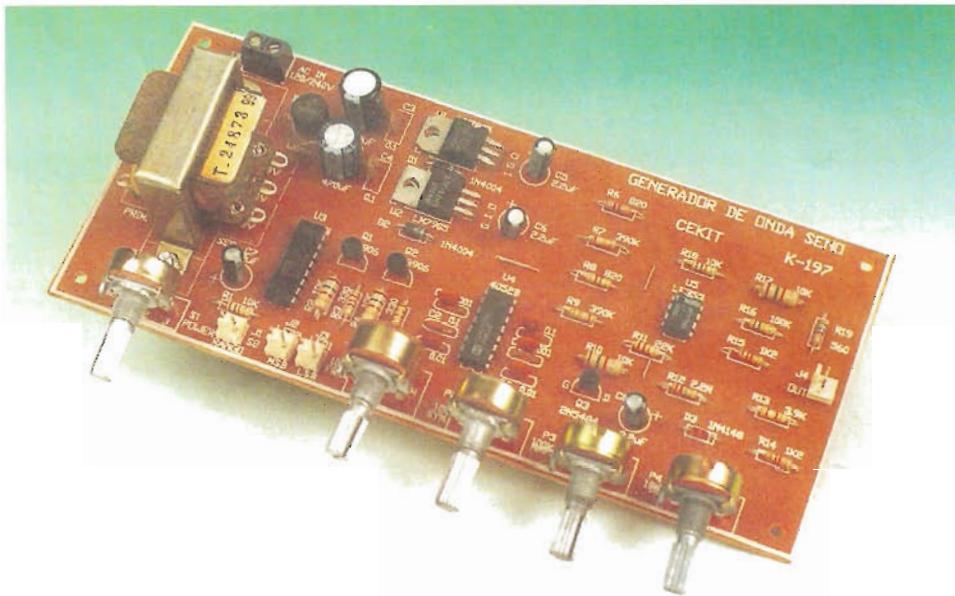
incluido su diseño, que en ella se reproducen.

**Impresión:**

**Atlántida Cochane**

Panamericana Km. 36,7

Buenos Aires



# Generador de ondas seno

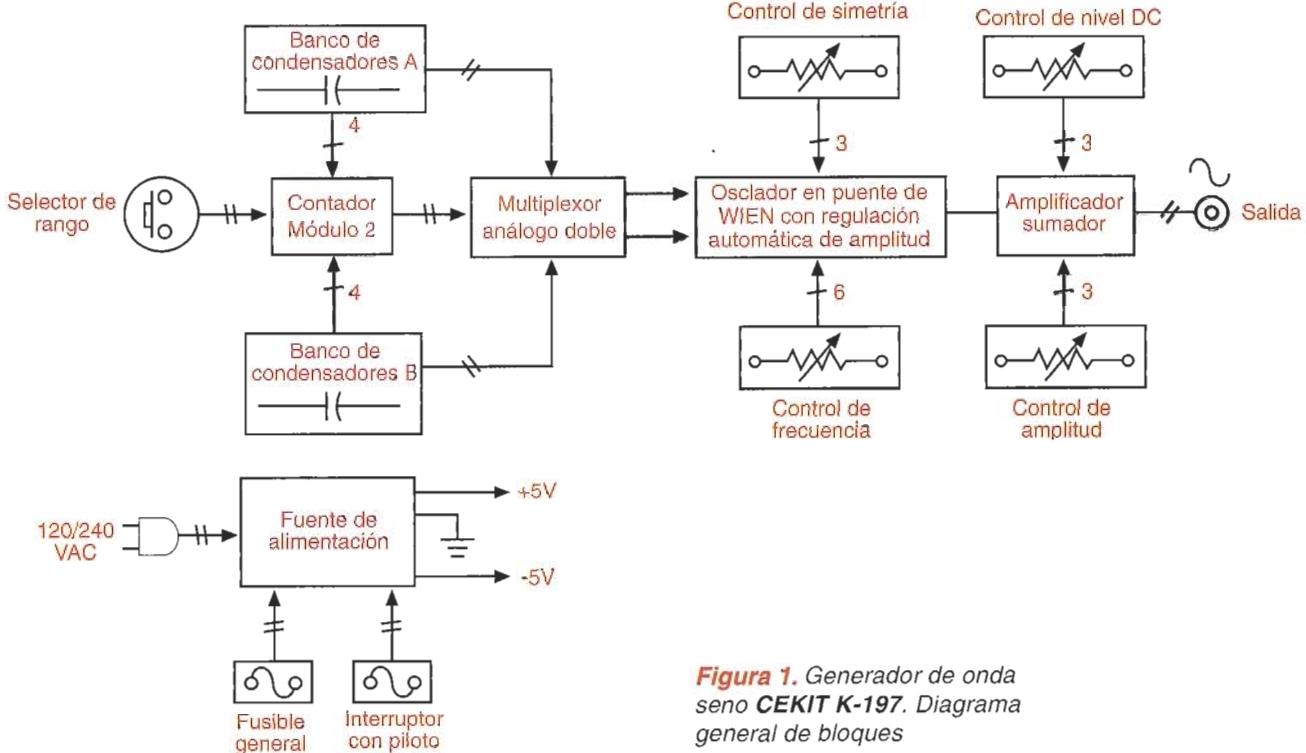
JORGE E. HERNÁNDEZ M.

*Un generador de onda seno es una herramienta de laboratorio extremadamente útil para propósitos de prueba, calibración y experimentación. El generador descrito en este artículo, basado en un oscilador de puente de Wien con selección digital de rango y control automático de amplitud por JFET, produce ondas seno de alta calidad de frecuencia, amplitud y nivel DC variables, respectivamente, desde 20Hz, 200mVpp y -4V, hasta 200kHz, 8Vpp y +4V. Además utiliza componentes económicos y de fácil consecución.*

Uno de los instrumentos de prueba más importantes, útiles y versátiles que debe poseer todo aficionado, profesional o amante de la electrónica en su banco de trabajo es un generador de señales, particularmente un generador de ondas seno. El generador descrito en este artículo, basado en un oscilador en puente de Wien, produce ondas seno de alta calidad de frecuencia, amplitud y nivel DC variables dentro de rangos muy amplios. Las siguientes son las principales características y especificaciones del equipo, identificado con la referencia **K-197** de CEKIT.

• Frecuencia continuamente variable entre 20Hz y 200Hz en tres rangos traslapados: 20Hz-2kHz, 200Hz-20kHz y 2kHz-200KHz. También se dispone de un rango muerto que proporciona un nivel DC de referencia de 0V. La selección del rango se realiza digitalmente. El usuario sólo tiene que accionar un botón y observar dos LEDs que le informan el rango en curso. De este modo se evita el uso de selectores rotatorios o multipozicionales los cuales, además de costosos, ocupan mucho espacio. La frecuencia específica dentro de cada rango se selecciona mediante un potenciómetro.

- Amplitud de la onda de salida continuamente variable desde aproximadamente 100mVpp hasta 9Vpp en condiciones de circuito abierto (sin carga). El ajuste de la misma se realiza mediante un potenciómetro. La impedancia de salida es del orden de 600Ω. Esta última la determina una resistencia conectada físicamente en serie la cual, adicionalmente, autoprotege la salida del generador en caso de conectar una carga en cortocircuito.\*
- Nivel DC de la onda de salida continuamente variable desde aproximadamente -4V hasta +4V, incluyendo 0V. El ajuste del mismo se realiza mediante un potenciómetro. También se incluye un control de distorsión, incorporado en el bucle de realimentación del oscilador básico, que permite configurar la simetría de la onda a cualquier grado de exactitud deseado.
- Opera directamente a partir de la red pública de corriente alterna de 120VAC/60Hz o 220V/50Hz, dependiendo del país. El encendido y apagado del equipo se realizan mediante un interruptor de balancín con piloto de neón incorporado. Además se incluye un fusible de fácil remoción que protege al equipo en caso de una sobrecarga.



**Figura 1.** Generador de onda seno **CEKIT K-197.** Diagrama general de bloques

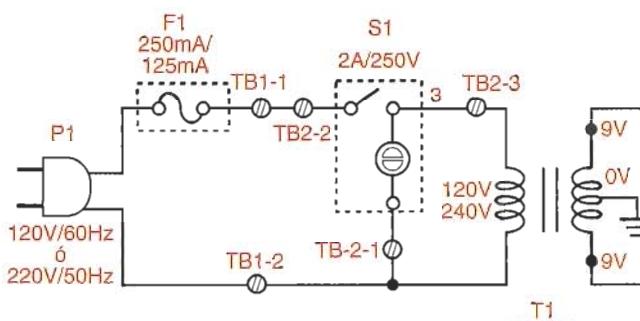
- Diseño compacto, centralizado en una sola tarjeta de circuito impreso que además aloja el transformador general de alimentación, los controles de frecuencia, amplitud, distorsión y nivel DC, y los conectores que reciben el cable de potencia, el interruptor general, el pulsador selector de rango, los LEDs indicadores de rango y los jacks tipo banana de salida.
- Para mayor comodidad, confiabilidad y economía, todos los componentes, incluyendo la tarjeta de circuito impreso y un chasis de montaje opcional, están disponibles en forma de kit o como producto terminado bajo la referencia **K-197** de **CEKIT**.

### Funcionamiento

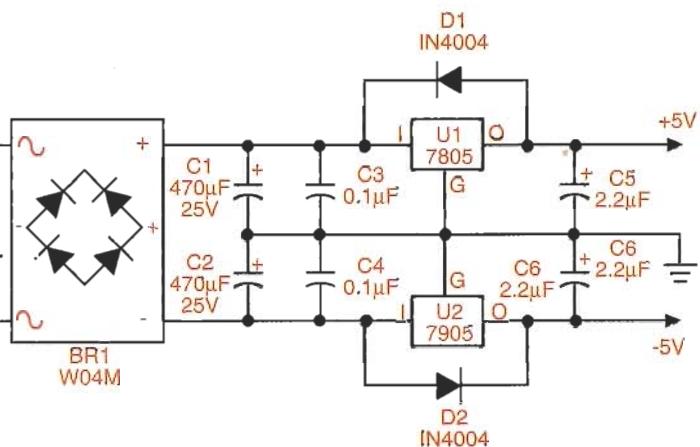
En la **figura 1** se muestra el diagrama general de bloques del generador de onda seno **CEKIT K-197**. El corazón del sistema es un oscilador sinusoidal RC en puente de Wien que incluye un control de simetría, un control de frecuencia y un selector automático de constante de tiempo. Este último es simplemente un multiplexor análogo direccionado por un contador binario de módulo 2. Cada vez que se pulsa el botón selector de rango, el contador avanza un bit y el multiplexor conecta al oscilador dos condensadores idénticos, uno del banco A y otro del banco B. La

señal de salida del oscilador se lleva a un amplificador sumador donde se controla su amplitud y su nivel DC. Todo el conjunto opera a partir de una fuente de alimentación de  $\pm 5V$  incorporada.

El diagrama esquemático correspondiente a la **fuente de alimentación** se muestra en la **figura 2**. El circuito es esencialmente un convertidor AC/DC que produce una tensión DC simétrica de salida de  $\pm 5V$  a partir de una tensión AC de entrada de 120V/60Hz o 220V/50Hz, según el país. Consta básicamente de un transformador reductor con derivación central (**T1**) que alimenta dos reguladores de voltaje monolíticos complementarios (**U1**, **U2**) a través un



**Figura 2.** Generador de onda seno **CEKIT K-197.** Detalle de la fuente de alimentación



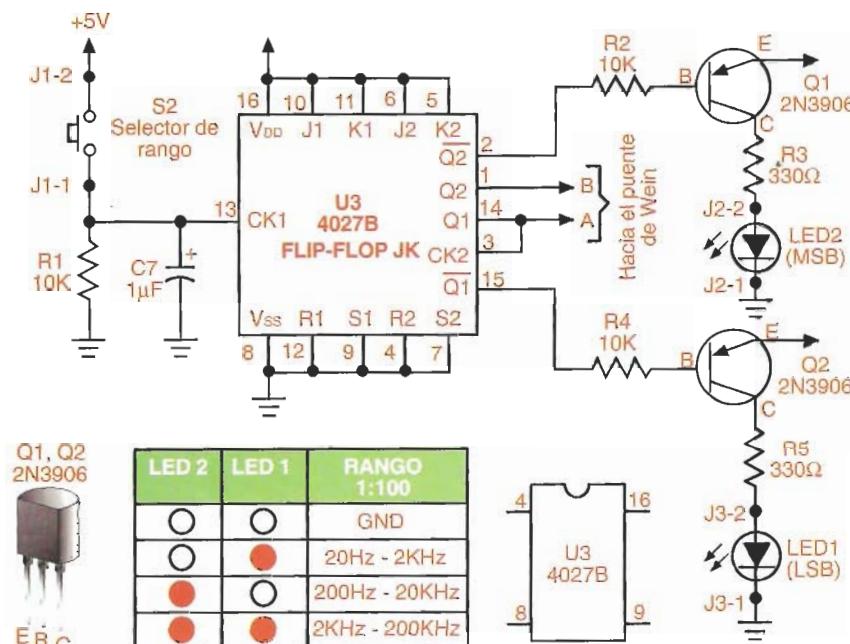


Figura 3. Generador de onda seno CEKIT K-197. Detalle del contador de direccionamiento

puente rectificador de onda completa (BR1). Los demás componentes cumplen funciones auxiliares usuales.

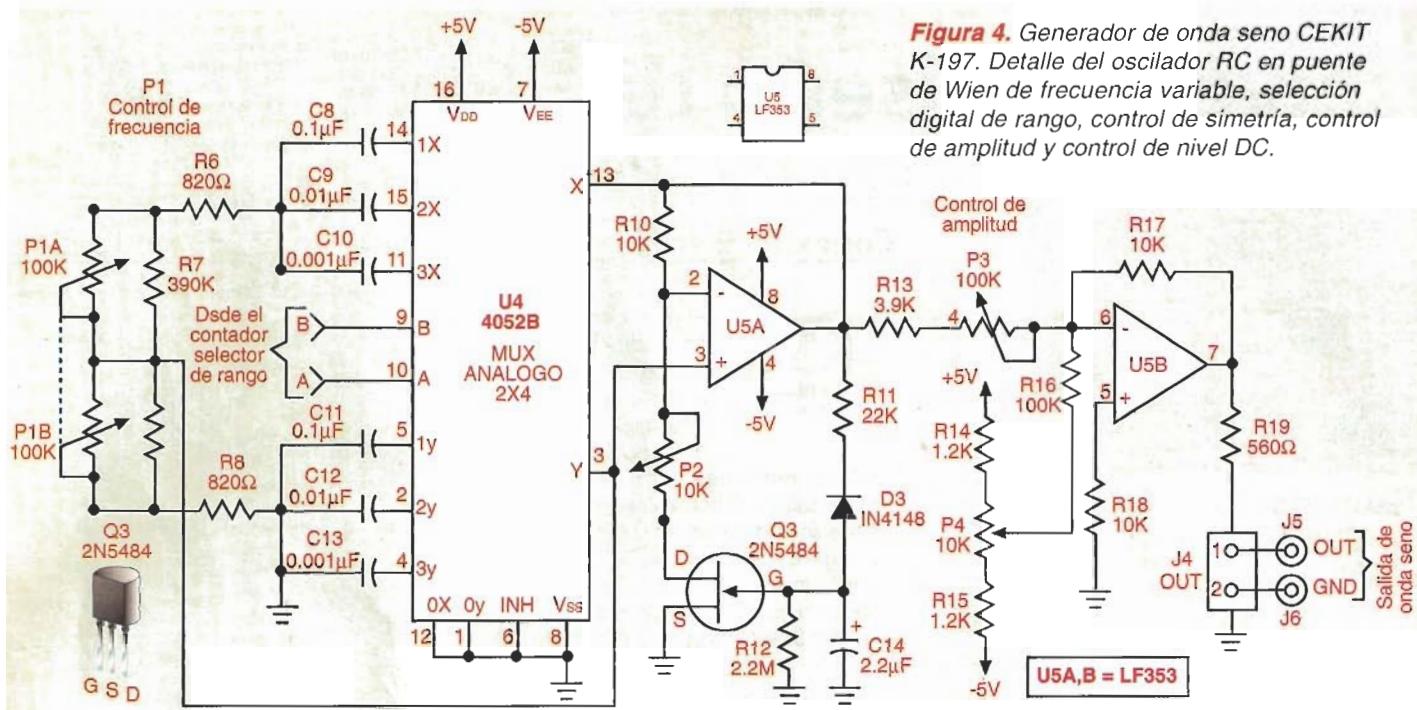
El diagrama esquemático correspondiente al **contador binario** se muestra en la figura 3. El circuito, desarrollado alrededor de los dos flip-flops J-K de un chip CMOS 4027B (U3), genera en sus salidas BA, con cada pulsación de S2, un código de dos bits que se repite cíclicamente en la secuencia **00 01 10 11 00 ...** Este código se utiliza para direccionar el multiplexor análogo del oscilador principal y seleccionar así el rango de frecuencias de operación del mismo. El estado de la cuenta, y por tanto el rango en curso, se visualiza en los diodos LED2 y LED1, controlados respectivamente por las salidas Q2 y Q1 de U3 a través de los transistores PNP Q1 y Q2 (2N3906).

Los demás componentes cumplen funciones auxiliares. Por ejemplo, R1 permite mantener la entrada de reloj del contador en **bajo** con S2 está liberado y en **alto** con S2 pulsado, C2 suaviza el rebote de S2 durante la apertura y cierre de los contactos, R2 (R4) crea una corriente de base suficiente para saturar Q1 (Q2) y R3 (R5) limita la corriente a través del LED2 (LED1) a un valor seguro (10 mA, aproximadamente).

Lista de materiales	
Resistencias fijas (1/4W, 5%)	
R1,2,4,10,17,18	10kΩ (6)
R3,5	330Ω (2)
R6	820Ω
R7,9	390kΩ (2)
R8	820Ω
R11	22kΩ
R12	2.2MΩ
R13	3.9kΩ
R14,15	1.2kΩ (2)
R16	6kΩ
R19	560Ω
Potenciómetros para panel	
P1	100kΩ, doble
P2,4	10kΩ, sencillos (2)
P3	100kΩ, sencillo
Condensadores fijos	
C1,2	470μF/25V, electrolíticos (2)
C3,4,8,11	0.1μF/50V, cerámicos (4)
C5,6,14	2.2μF/16V, electrolítico (3)
C7	1μF/16V, electrolítico
C9,12	0.01μF/50V, cerámico (2)
C10,13	0.001μF/50V, cerámico (2)
Transformadores	
T1	Primario=120V o 220V Secundario=9V-0V-9V Corriente = 200 mA o superior
Semiconductores	
BR1	Puente rectificador, W04M o equivalente
D1,2	Diódos rectificadores, 1N4004 (2)
D3	Diodo de commutación, IN4148
Q1,2	Transistores NPN, 2N3906 (2)
Q3	FET de unión, 2N5404 o equivalente
LED1,2	Diódos emisores de luz, 5mm (2)
Circuitos integrados	
U1	Regulador 7805T o LM340T5 (+5V/1A)
U2	Regulador 7905T o LM320T5 (-5V/1A)
U3	Flip-flop J-K 4027B
U4	Multiplexor análogo 4052B
U5	Amplificador operacional LF353
Componentes electromecánicos	
PL1	Cable de potencia monofásico, 6A/250V
F1	Fusible de 250mA o 125mA, corto
S1	Interruptor con piloto, 250V/10A
S2	Pulsador normal abierto para panel
TB1	Bornera para cto. imp., 2 terminales
TB2	Bornera para cto. imp., 3 terminales
J1-4	Conectores en línea, 2 terminales (4)
J5	Jack banana rojo aislado para panel
J6	Jack banana negro aislado para panel
Otros	
2	Disipadores de calor TO-220 (U1,2)
2	Bases DIP de 16 pines (U3,4)
1	Base DIP de 8 pines (U5)
2	Portalectos (LED1,2)
1	Portafusible de panel, corto
1	Tarjeta de circuito impreso CEKIT K-197
1	Chasis CEKIT K-197 (opcional)
	Chasis, pasacable de caucho, cable de conexiones Nº 20 (varios colores), soldadura, tornillos de montaje, separadores plásticos, etc.

y la entrada no inversora de U5A queda conectada a tierra. Como resultado, la salida es un nivel DC de 0V.

La principal razón por la cual el oscilador de la figura 4 produce ondas seno de alta calidad es la utilización de una red de control automático de ganancia, constituida por el JFET Q3 y sus componentes pasivos asociados (P2, R10-12, D3 y C14). La idea básica es utilizar el JFET como una resistencia variable controlada por voltaje de modo que cuando



**Figura 4.** Generador de onda seno CEKIT K-197. Detalle del oscilador RC en puente de Wien de frecuencia variable, selección digital de rango, control de simetría, control de amplitud y control de nivel DC.

se inicie la oscilación, la compuerta queda polarizada a 0V y la resistencia del FET sea baja. Como resultado, la ganancia es alta. Una vez alcanzada la oscilación, a medida que tiende aumentar la ganancia la compuerta queda polarizada negativamente. Por tanto, la resistencia del JFET aumenta, disminuyendo la ganancia. De este modo se consigue que la amplitud de la señal disponible a la salida de U5A sea esencialmente constante. Los demás componentes cumplen funciones auxiliares. En particular, P1 hasta P4 son, en su orden, los controles de frecuencia, simetría, amplitud y nivel DC del equipo.

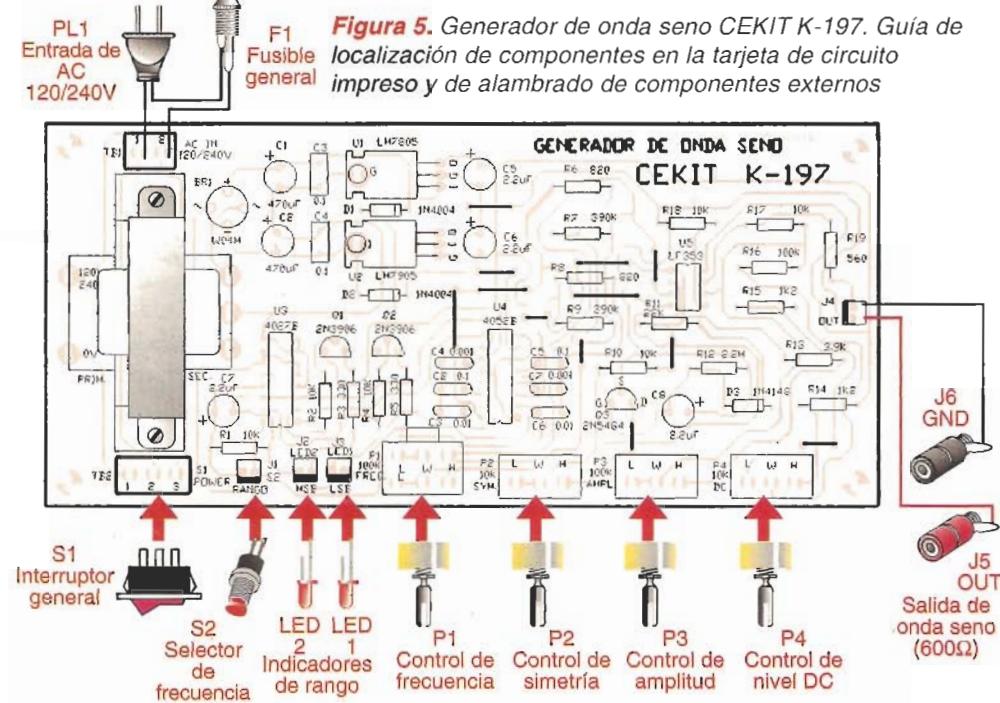
### Construcción y prueba

La guía completa de localización de componentes del generador de onda seno **CEKIT K-197**, incluyendo la conexión de los componentes externos, se muestra en la **figura 5**. La lista completa de materiales se relaciona en un recuadro. El montaje del proyecto se realiza en la forma usual, instalando primero los componentes de bajo perfil como puentes, resistencias, diodos y condensadores, continuando con los de mediano perfil como transistores, reguladores, circuitos integrados y conectores, y finalizando con los de más alto perfil

como el puente rectificador, los potenciómetros y el transformador. Para mayor facilidad de montaje, la serigrafía de la tarjeta incluye tanto los designadores como los valores y referencias de los componentes.

Una vez ensamblado la tarjeta y conectados los componentes externos en la forma indicada, proceda a la prueba

del mismo. Simplemente conéctelo a la red de AC, observe la señal de salida en un osciloscopio y manipule el selector de rango y los demás controles del mismo hasta obtener una onda seno de salida perfectamente pura, con las características de frecuencia, amplitud, nivel DC y simetría deseadas. Hecho esto, construya un chasis a la medida de sus necesidades o gustos personales.  $\square$



**Figura 5.** Generador de onda seno CEKIT K-197. Guía de localización de componentes en la tarjeta de circuito impreso y de alambrado de componentes externos



*En este proyecto, vamos a construir un equipo que permite activar y desactivar una carga remota, utilizando como medio de transmisión la línea telefónica. En esta primera parte veremos la descripción general del equipo y su funcionamiento.*

EDISON DUQUE C.

# Control de aparatos vía telefónica

## Parte 1

**E**l control a distancia es una modalidad que presenta muchas opciones y beneficios para los usuarios. Dentro de sus principales ventajas se encuentran la comodidad que ofrece el no tener que desplazarse hasta algún sitio para hacer alguna tarea, la seguridad obtenida ya que se pueden realizar labores peligrosas sin acercarse al área de trabajo y la rapidez con que se pueden tomar acciones respecto a alguna condición específica, entre otros. Todo lo anterior, conduce a que la realización de proyectos de este tipo sea una labor bastante interesante que nos abre un amplio rango de posibilidades.

El proyecto que vamos a realizar en esta ocasión consiste en crear un equipo que, a través de la línea telefónica, reciba órdenes o instrucciones referentes a

la tarea que debe realizar. La idea es que un usuario pueda, desde la comodidad de su casa u oficina, utilizar el teléfono para ejecutar alguna acción. Por ejemplo, una persona que va a salir de la oficina puede llamar a su casa, donde tiene el aparato controlador instalado, y ordenar que se encienda el calentador de agua del baño para que cuando llegue, esta se encuentre en una temperatura ideal.

Este dispositivo está pensado para trabajar única y exclusivamente con líneas telefónicas estándares, en ningún caso con líneas integradas a conmutadores privados del tipo PBX (*Private Branch Exchanges*) ya que estas pueden presentar problemas de incompatibilidad debido a que trabajan con niveles de voltaje y corriente diferentes. Adicionalmente, las órdenes de control

se darán utilizando el teclado del teléfono por lo que se restringe el funcionamiento del equipo a líneas cuyo sistema de señalización o de marcado sea de tonos. Bajo ninguna circunstancia se puede trabajar con teléfonos de marcado por impulsos (como los de disco giratorio por ejemplo).

### ***El sistema de señalización DTMF***

Existen actualmente dos formas de enviar a la central de conmutación la información de los dígitos marcados en un teléfono: por pulsos y por tonos. En el primer caso, el marcador genera una serie de pulsos a través de la línea. En el segundo, el marcador produce tonos de dos frecuencias. El número marca-

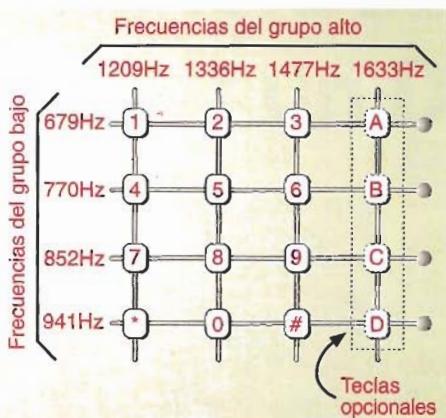


Figura 1. Frecuencias del sistema DTMF

do se identifica en el centro de comunicación contando los pulsos o decodificando los tonos, respectivamente. El método de tonos se conoce técnicamente como señalización DTMF (*dual-tone multifrequency*: multifrecuencia de doble tono).

La forma original del marcador de pulsos es la de un disco electromecánico giratorio, dotado de un sistema de levas y engranajes que gira a medida que el disco lo hace. Cuando se libera el disco, un mecanismo regulador de velocidad, a base de resortes, lo devuelve a su posición original. Los pulsos se generan durante el regreso del disco y los producen un par de contactos que se abren y cierran a razón de aproximadamente 10 pulsos por segundo (20 en Europa). Los marcadores digitales o electrónicos simulan la acción mecánica de los marcadores de disco mediante un teclado que emite los pulsos a medida que se ingresa cada dígito. El uso de teclado permite marcar el número deseado con mayor rapidez.

El método de señalización DTMF utiliza 16 combinaciones distintas de frecuencias de audio, todas comprendidas dentro de la llamada banda de voz (300 Hz a 3 kHz). Cada combinación consta de dos señales senoidales: una de un grupo bajo de frecuencias (697 Hz, 770 Hz, 852 Hz, 941 Hz) y otra de un grupo alto (1209 Hz, 1336 Hz, 1477 Hz, 1633 Hz). En la figura 1 se muestra la matriz de frecuencias de un teclado marcador de tonos. Las teclas A, B, C y D se utilizan para aplicaciones especiales y, normalmente, no forman parte de los teclados comunes.

Al pulsar el dígito «5», por ejemplo, se envían simultáneamente a través de la línea telefónica un tono bajo de 770 Hz y un tono alto de 1336 Hz. Estos tonos son decodificados en la central telefónica para identificar el dígito marcado. Al pulsar dos o más teclas de una misma fila o columna, se genera un solo tono (el correspondiente a esa fila o columna). La pulsación de teclas diagonales no genera tonos.

La señalización DTMF tiene varias ventajas sobre la de pulsos, incluyendo una mayor rapidez de marcado y la posibilidad de enviar señales de control a través de la línea telefónica. La marcación de tonos se distingue fácilmente por los sonidos característicos que genera al digitar cada entrada.

### Descripción

El circuito debe estar permanentemente conectado a la línea para que pueda detectar el momento en que se recibe la llamada del usuario. Por lo tanto, debe tener un sistema que le permita detectar la señal de timbre y por consiguiente, también debe tener un sistema que le permita simular que se ha descolgado el teléfono para que la central deje de enviar dicha señal. Como las órdenes de control se envían mediante tonos DTMF, también se debe incluir un sistema de decodificación de tonos que le permita al sistema de control tomar la decisión de si activa o no la carga de salida. En la figura 2 se muestra el diagrama en bloques del sistema.

### El decodificador de tonos MT88L70

Dado que la parte del circuito encargada de hacer la decodificación de los tonos es quizás la más compleja, se ha preferido utilizar un circuito integrado especial para dicha tarea. En nuestro caso específico, utilizamos el decodificador MT88L70 de la empresa *Mitell*, el cual presenta las características necesarias para la tarea que se quiere realizar y además, se puede conseguir en el mercado fácilmente. En la figura 3 se muestra su diagrama de pines correspondiente. Dentro de sus principales características se encuentran:

- Opera con fuente de alimentación entre 2,7 y 3,6 voltios
- Recepción de todos los tonos DTMF
- Bajo consumo de potencia
- Requiere muy pocos elementos externos
- Posee *latch* en las líneas de salida

El MT88L70 recibe los tonos DTMF de la línea telefónica y entrega en sus salidas Q1 a Q4 el código binario correspondiente a la tecla que lo produce. Además, posee un pin que genera un pulso positivo cada vez que recibe un tono válido (StD). En la figura 4 se muestra la tabla de códigos correspondiente que entrega este circuito integrado según el tono recibido y según la configuración de sus pines de control.

### Funcionamiento

Cada uno de los bloques mencionados en la descripción del equipo po-

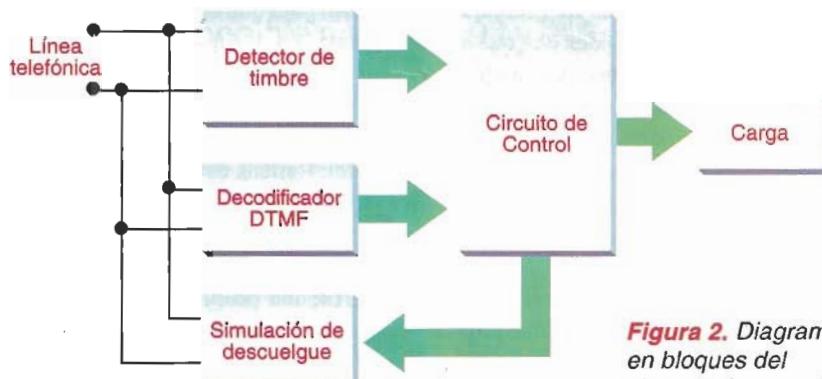


Figura 2. Diagrama en bloques del sistema de control

		Descripción de pines														
IN+	1	IN+	Non inverting input.	Entrada de señal no invertida												
IN-	2	IN-	Inverting input.	Entrada de señal invertida												
GS	3	GS	Gain select.	Ajuste de ganancia												
VRef	4	Vref	Reference Voltage.	Es una salida con un voltaje igual a la mitad de la fuente												
INH	5	INH	Inhibit.	Un lógico alto en este pin prohíbe la detección de los tonos correspondientes a las teclas A, B, C y D.												
PWDN	6	PWDN	Power Down.	Un lógico alto en este pin pone el dispositivo en modo de bajo consumo.												
OSC1	7	OSC1	Clock.	Conexión del cristal de 3,579545 MHz												
OSC2	8	OSC2	Clock													
Vss	9	Vss	GND													
	10	TOE	Three State Output Enable.	Un lógico bajo en este pin pone las salidas en alta impedancia, un alto las habilita.												
	11-14	Q1-Q4	Data output.	Salida de datos, mantiene en latch el último código recibido.												
	15	StD	Delayed Steering.	Genera un pulso alto cuando recibe un tono válido y la salida actualiza el código recibido												
	16	Est	Early Steering.	Presenta un lógico alto cuando detecta un tono válido												
	17	St/GT	Steering Input/Guard Time.	Ajusta el nivel de sensibilidad.												
	18	Vdd	Power Supply.	Fuente positiva entre 2,7 y 3,6 voltios.												

**Figura 3.** Circuito decodificador DTMF MT88L70

se un circuito equivalente que se encarga de realizar la tarea respectiva. En la figura 5 se muestra el diagrama esquemático del equipo, vamos ahora a explicar cada una de sus partes.

**Detector de la señal de timbre.** La señal de timbre que envía la central telefónica cuando se recibe una llamada tiene aproximadamente 90 VAC y una frecuencia de 20 Hz. Para detectarla, se utiliza el circuito conformado por el condensador C1, la resistencia R1, el optoacoplador IC1, el transistor Q1 y la resistencia R4. La idea es que la señal alterna polariza correctamente el diodo del optoacoplador en uno de sus semiciclos, por lo tanto el transistor del mismo se activa haciendo que entre en conducción Q1. Así, el nivel de voltaje sobre R4 pasa de un nivel lógico bajo a un nivel alto, haciendo de paso que el LED D1 se encienda y sirva como indicador del correcto funcionamiento de esta parte del sistema.

Cuando la línea telefónica se encuentra en estado normal (colgado), el voltaje presente sobre la línea es de 48VDC y cuando se levanta el auricular (descolgado), dicho nivel cae por debajo de 10VDC. Por ello, el circuito de detección del timbre debe utilizar el condensador C1, para que la componente DC de la línea sea filtrada y no se produzca una sobrecarga de la misma.

**Decodificador de tonos.** Este circuito, como ya se mencionó, está construido alrededor de un circuito integrado MT88L70 (IC3), el cual utiliza unos pocos componentes externos para realizar su trabajo. Su conexión a la línea te-

lefónica se hace a través del condensador C2 lo que evita problemas con el voltaje DC de la línea y de paso, deja pasar las frecuencias de los tonos DTMF.

**Circuito de control.** Está construido alrededor de un microcontrolador PIC16F84. Su principal función es recibir el código binario que entrega el decodificador de tonos y de acuerdo a los dígitos recibidos, decidir si activa o no la carga de salida.

También, es el encargado de verificar si llegó una señal de timbre en su pin RB7, para activar el circuito que simula que se ha descolgado la bocina del teléfono.

Cuando el PIC16F84 detecta que se recibió una señal de timbre válida, inicia una temporización de 10 segundos aproximadamente, tiempo durante el cual permanece activado el circuito que simula que el teléfono ha sido descolgado. Este tiempo es empleado por el usuario que ha hecho la llamada para enviar los tonos DTMF que harán que la carga sea activada o desactivada. El hecho de tener un microcontrolador en el circuito hace que las posibilidades de control sean muy grandes, por ejemplo, se puede tener una clave de ac-

ceso para que sea admitida una orden de encender o apagar la carga.

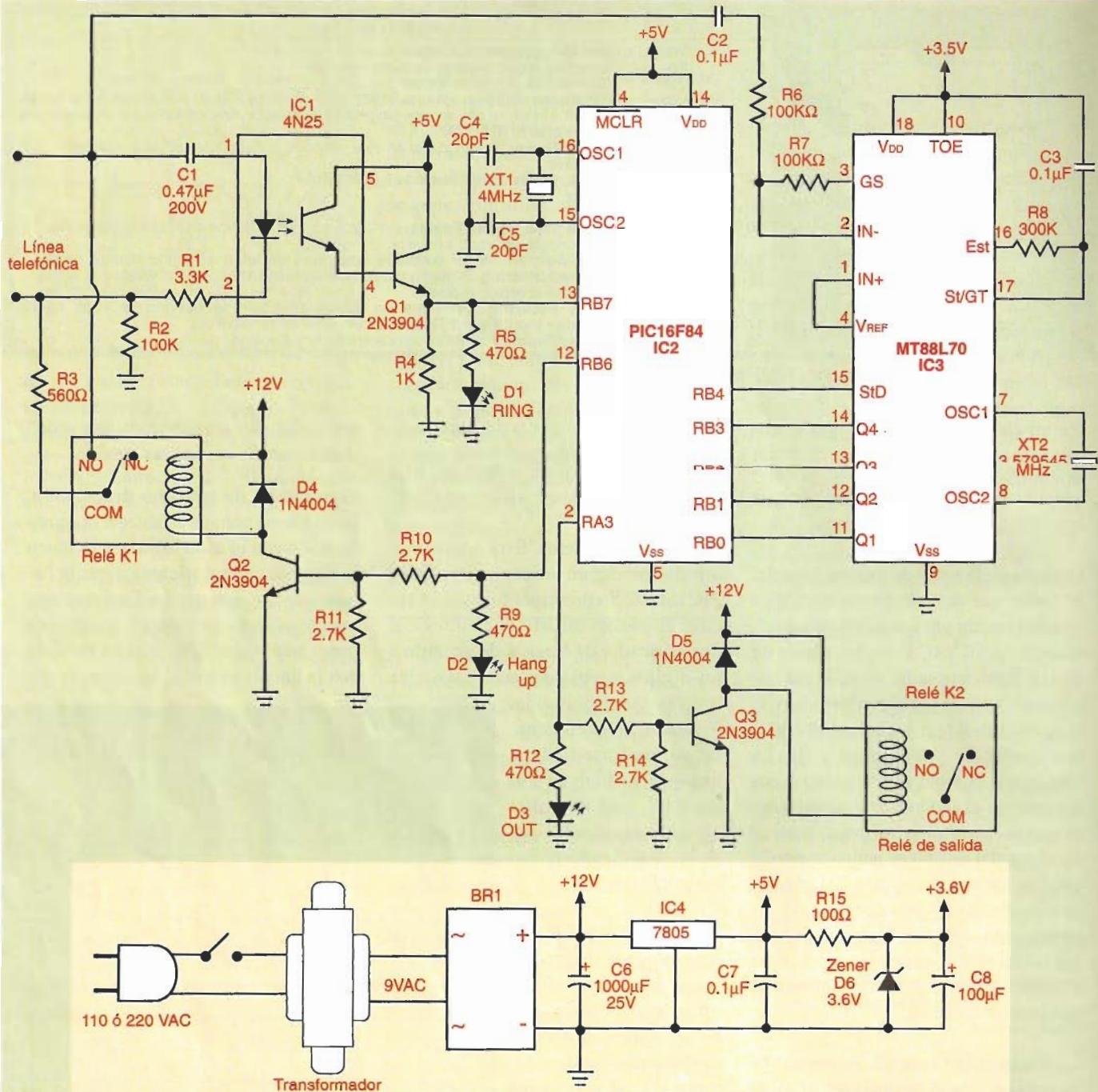
#### Simulación de teléfono descolgado.

Este sistema permite establecer la comunicación con el usuario ya que es quien le dice a la central telefónica que la llamada se ha contestado. Su funcionamiento es bastante simple y consiste en poner una resistencia (R3) en paralelo con la línea telefónica, de tal forma que

Digit	TOE	INH	EST	Q4	Q3	Q2	Q1
ANY	L	X	H	Z	Z	Z	Z
1	H	X	H	0	0	0	1
2	H	X	H	0	0	1	0
3	H	X	H	0	0	1	1
4	H	X	H	0	1	0	0
5	H	X	H	0	1	0	1
6	H	X	H	0	1	1	0
7	H	X	H	0	1	1	1
8	H	X	H	1	0	0	0
9	H	X	H	1	0	0	1
0	H	X	H	1	0	1	0
-	H	X	H	1	0	1	1
#	H	X	H	1		0	0
A	H	L	H	1		0	1
B	H	L	H	1		1	0
C	H	L	H	1	1	1	1
D	H	L	H	0	0	0	0
A	H	H	L				
B	H	H	L				
C	H	H	L				
D	H	H	L				

La salida conserva el estado anterior

**Figura 4.** Tabla de códigos del MT88L70



**Figura 5.** Diagrama esquemático del circuito

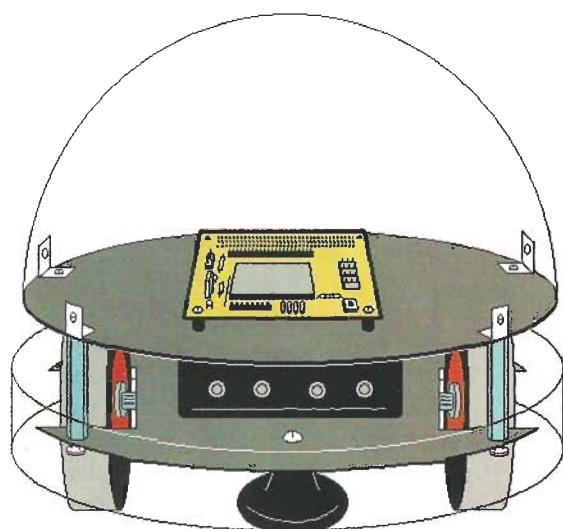
la central vea una impedancia equivalente similar a la que pone el teléfono cuando es descolgado. Dicha conexión se realiza a través de los contactos del relé K1, el cual a su vez es manejado a través del transistor Q2 que recibe la orden desde el pin RB6 del microcontrolador. Además, en este pin se ha conectado el LED D2 lo que permite establecer si el equipo ha contestado la llamada.

**Conexión de la carga.** Cuando el circuito de control recibe una orden válida

da para encender o apagar la carga de salida, solamente debe activar o desactivar el relé K2, que es el encargado de hacer la commutación de la misma. La utilización del relé permite que el circuito maneje una carga de cualquier tipo, independientemente de cual sea su naturaleza. Para confirmar el estado del relé, se ha conectado el LED D3 en el mismo pin que lo controla.

**Fuente de alimentación.** El sistema se puede alimentar de la red de 110 o

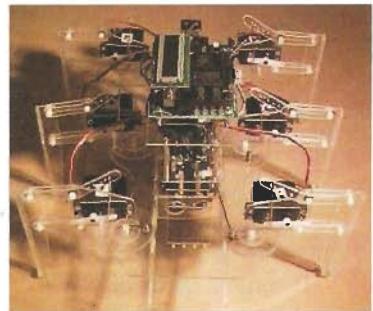
220 VAC mediante un transformador que entregue en su salida 9 VAC. Una vez rectificada dicha señal, se obtiene un voltaje cercano a los 12VDC que sirve para alimentar los relés y al mismo tiempo, como entrada para el regulador 7805 que actúa como fuente para el microcontrolador y el optoacoplador. Además, para alimentar el MT88L70, se ha dispuesto un diodo Zener a la salida del regulador de 5 voltios, el cual permite obtener la señal de 3,6VDC necesaria.  $\Omega$



FELIPE GONZÁLEZ G.

# La Robótica

*En esta tercera parte sobre los controles veremos otros tipos de microcontroladores aptos para ser utilizados en robótica y algunas tarjetas que forman sistemas completos y que facilitan el diseño de los sistemas.*



## Controles para los Robots. Parte 3

Continuaremos ahora con el análisis de algunas de las características más importantes de la familia de los microcontroladores M68HC11.

### En cuanto a la CPU tenemos:

- Operación de 8 bits
- Diseño optimizado para un bajo consumo de energía
- Dos acumuladores de 8 bits y uno de 16 bits
- Instrucciones muy poderosas para manipulación de bits
- Dos índices de registros de 16 bits
- Seis modos de direccionamiento: Inmediato, Extendido, Indexado, Inherente y Relativo.
- Dos modos de operación de bajo consumo: STOP y WAIT
- Sistema de I/O mapeado en memoria
- División de enteros y fraccionales
- Multiplicación de 8 x 8

### En cuanto a la memoria incluye:

- Memoria RAM completamente estática (más rápida)
- Memoria EPROM programable una vez (OTP) o de ventana (borrable)
- Memoria EEPROM muy segura
- Interfaces de memoria de bus expandido
- Cuatro canales de acceso directo a

memoria (DMA)

- Posibilidad de expansión con memoria externa

### En cuanto a las comunicaciones:

- Dos modos de comunicación serial: SPI (Serial Peripheral Interface) y SCI (Serial Communications Interface) que permiten la transferencia de datos con periféricos locales y remotos, totalmente configurables por software. El modo SPI incluye un sistema completo tipo UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) para comunicaciones con otros microcontroladores o PC's y el modo SCI permite comunicaciones con periféricos tales como displays de cristal líquido (LCD) y convertidores análogo digital (A/D), entre otros.

ciones con periféricos tales como displays de cristal líquido (LCD) y convertidores análogo digital (A/D), entre otros.

### Otras funciones:

- Un temporizador (Timer) de 16 bits de alto rendimiento y fácil manejo que incluye entre otras las siguientes funciones: Interrupciones, protección contra fallas en los programas, acumulador de pulsos para el conteo de eventos, modos opcionales de PWM, contador de eventos opcional para funciones avanzadas de temporización y captura de múltiples entradas.

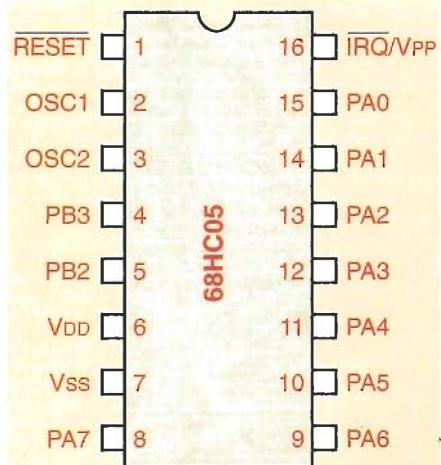
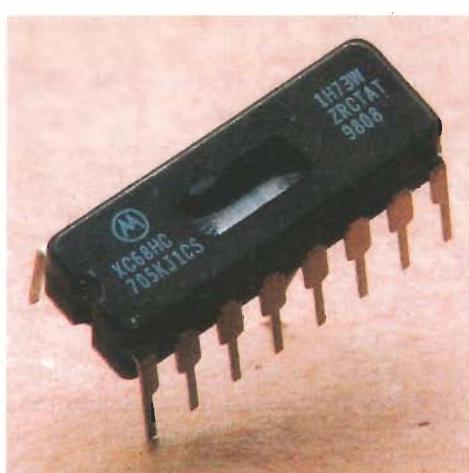
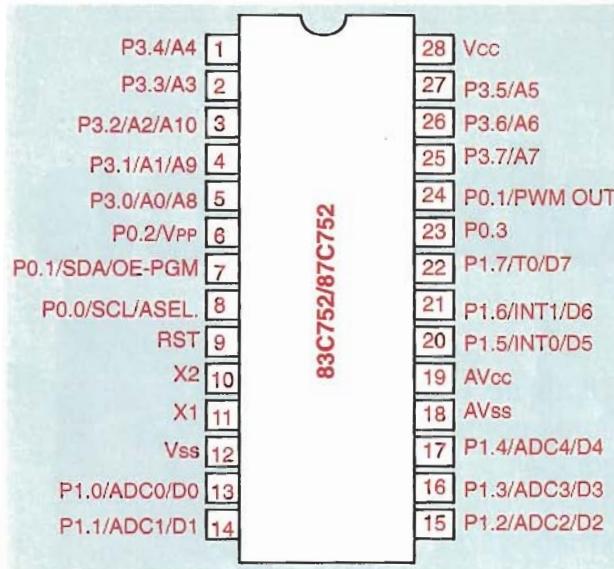
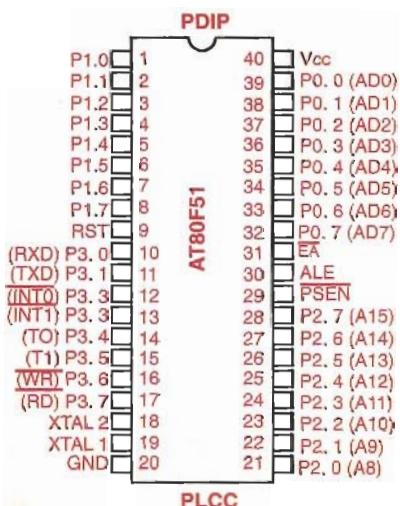


Figura 1. Aspecto físico y diagrama de pines del 68HC05

**Figura 2.** Diagrama de pines del 87C752

- Sistema de conversión A/D con 8 o 12 canales de 8 o 10 bits completamente programable para modos de conversión simple o continua y en algunos modelos también hay conversión D/A.
- Opciones de PWM (Pulse Width Modulation) o modulación del ancho de los pulsos hasta en seis canales que se pueden programar para crear formas de onda continuas con ciclos de trabajo entre 0 y 100%.
- Un buen número de pines de I/O (Entrada/salida) lo que permite la conexión sin problemas de todo tipo de periféricos como motores, relés, solenoides, sensores, etc.

**Figura 3.** El microcontrolador AT80F51 de ATMEL

Como ya lo mencionamos, para esta familia de microcontroladores hay una gran variedad de herramientas para el desarrollo de aplicaciones tales como programadores, emuladores, simuladores, compiladores en varios lenguajes, especialmente C, ensambladores, sistemas de operación en tiempo real, tarjetas de evaluación, etc. fabricados por diferentes empresas alrededor del mundo y algunos por Motorola, el fabricante de este dispositivo.

Motorola también tiene otras familias más poderosas como la M68HC12 de 16 bits totalmente compatible con las anteriores pero con funciones más avanzadas las cuales se salen del contexto de estos artículos. Si le interesa conocerla, puede hacerlo a través de la página web mencionada.

### Familias derivadas del 8051 de Intel

El microcontrolador 8051 de Intel fue uno de los primeros en conocerse y utilizarse como tal y aún se emplea en muchas aplicaciones. Su arquitectura está derivada de los famosos microprocesadores 8085, 8086, 8088 que además también son los predecesores del 286, 386, 486 y del Pentium.

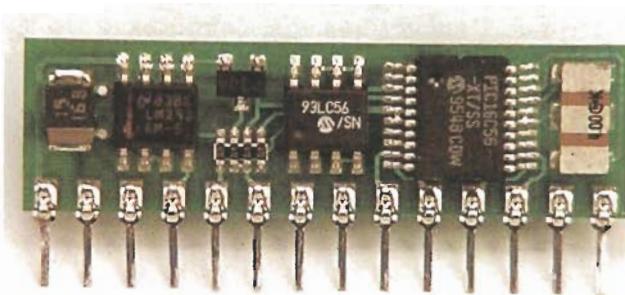
Aunque Intel ha desarrollado su propia tecnología, hay otras empresas que la están utilizando bajo licencia y quizás la han optimizado mejor por tratarse de compañías más dedicadas a los microcontroladores que a los microprocesadores, como en el caso de Intel. Entre algunas de ellas tenemos a Phillips con su familia 87C750 y ATMEL con su familia AT80F51.

En la figura 2 se muestra el diagrama de pines del microcontrolador 87C752, uno de los miembros de la familia 87C750 de Phillips.

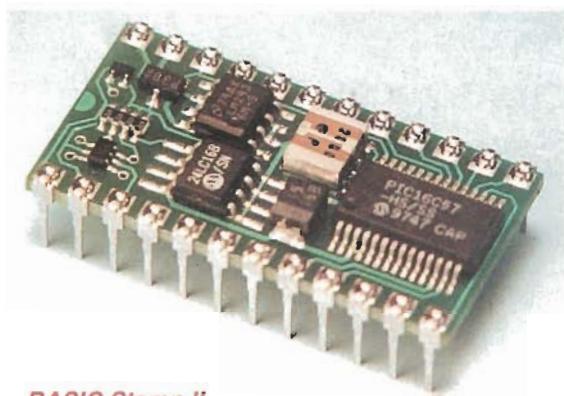
Para una descripción más detallada de este microcontrolador se puede consultar el artículo publicado en la edición N° 16 de esta misma revista, páginas 34 a 39 y en la página web de Phillips, [http://www-us.semiconductors.philips.com/handbook/handbook\\_15.html](http://www-us.semiconductors.philips.com/handbook/handbook_15.html) donde también encontrarán información muy completa de otros microcontroladores de esta conocida empresa.

En cuanto al microcontrolador AT80F51 de ATMEL, este es totalmente compatible con el 8051 inclusive en la disposición y asignación de los pines pero mejora sus características de operación según las siguientes características:

- Operación de 8 bits con tecnología CMOS



BASIC Stamp I



BASIC Stamp II

**Figura 4.** Los microcontroladores BASICStamp

- 32 Líneas o pines de I/O totalmente programables
- Memoria RAM interna de 128 Bytes
- Memoria programable QuickFlash de 4KBytes
- Alta velocidad de operación hasta de 20 MHz
- Seguro para la memoria de programa de tres niveles
- Dos temporizadores/contadores de 16 bits
- Seis fuentes de interrupción
- Canal serial programable
- Modos de operación de bajo consumo de energía

En la figura 3 se muestra la configuración de sus pines y en la página web <http://www.atmel.com/atmel/products/prod20.htm> se pueden consultar todas sus características y operación. Como en los demás microcontroladores, para el desarrollo de un proyecto se requiere un sistema de programación completo.

### Los microcontroladores BASIC Stamp

Una de las mejores opciones en la actualidad para fabricar un control para un robot son los microcontroladores BASIC Stamp de Parallax Inc. cuya principal ventaja es su fácil programación en el lenguaje PBASIC. Como ya hemos tratado con buena amplitud este tema, les recomendamos que lo estudien en las ediciones No. \_\_, \_\_ y \_\_ de esta misma revista. En la figura 4 se muestran los dos principales modelos de estos microcontroladores y la distribución de sus pines.

Un buen ejemplo de la aplicación de estos microcontroladores en robó-

tica fue el que mostramos en la edición No. 50, página 19 de esta revista. En la figura 5 podemos ver un robot experimental llamado el Explorer Bot que utiliza el microcontrolador Basic Stamp I.

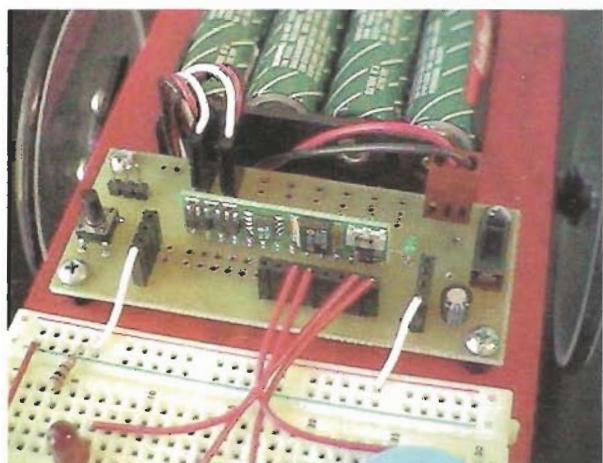
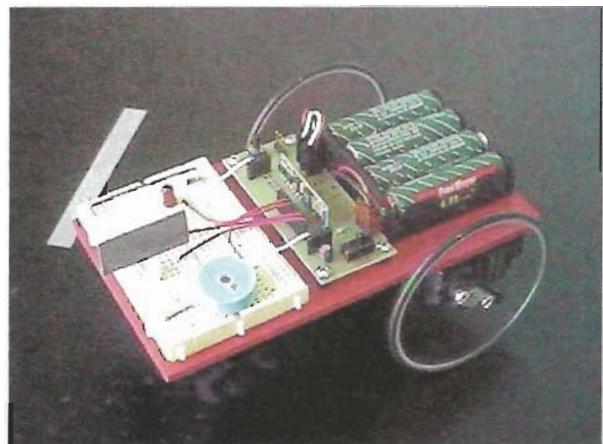
### Tarjetas de aplicación con microcontroladores

Como lo habíamos mencionado al principio de este tema, el diseño y la fabricación de un control para un robot desde cero, implica una serie de esfuerzos de tipo intelectual y manual que en algunos casos puede ser difícil por la falta de tiempo o las limitaciones en la consecución de los componentes y otros requerimientos como el diseño y fabricación del circuito impreso, que en la mayoría de los casos debe ser de doble faz.

Una buena solución es el empleo de tarjetas especializadas o de uso general con microprocesadores o microcontroladores que contengan prácticamente todo el control y en este caso nos limitamos a la conexión de los periféricos y a la programación de acuerdo a las necesidades de nuestro proyecto ahorrándonos una cantidad considerable de tiempo. Otra ventaja de utilizar esta estrategia es que probablemente la tarjeta tendrá un precio menor o lige-

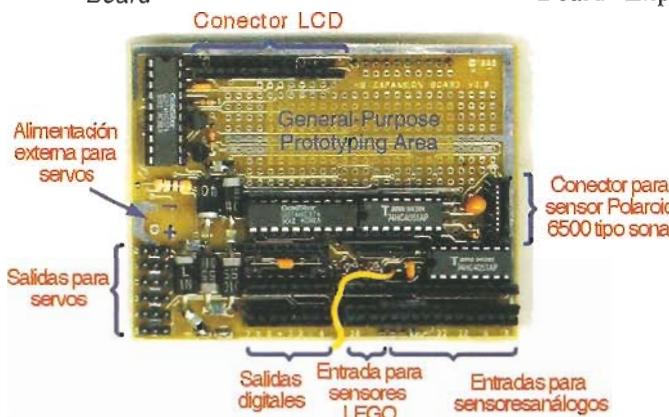
ramente superior al de los componentes por separado.

Una de las más conocidas en el medio experimental de la robótica es la tarjeta llamada Handy Board, figura 6, diseñada en los laboratorios del MIT (Massachusetts Institute of Technology) y basada en el microcontrolador MC68HC11 de 52 pines. Además del microcontrolador y sus circuitos básicos, incluye un bloque de memoria RAM externa de

**Figura 5.** El ExplorerBot con BASICStamp I



**Figura 6.** Tarjeta de control Handy Board



**Figura 7.** Tarjeta de expansión para Handy Board

32K con soporte de alimentación con batería, cuatro salidas para motores DC, un sistema de conexiones que le permite a los sensores activos conectarse individualmente, una pantalla de cristal líquido (LCD) y una batería recargable integrada.

Una de las principales características de esta tarjeta es que su diseño se ha hecho público para instituciones educativas, investigación y usos industriales. Esto quiere decir que el diseño del circuito impreso, el diagrama esquemático, la lista de materiales y varios programas y rutinas, se pueden obtener sin costo así como los códigos fuente de los programas con el fin de que los usuarios los puedan modificar y adaptar a sus necesi-



**Figura 8.** Tarjeta de control Modcon

dades específicas. En la página web <http://lcs.www.media.mit.edu/groups/el/Projects/handy-board/index.html> se puede encontrar más información sobre esta tarjeta.

Una buena cantidad de experimentadores, empresas y universidades han desarrollado nuevas aplicaciones y otras tarjetas de expansión para este sistema como la Handy Board Expansion Board, figura 7,

que le agrega nuevas posibilidades de entrada y salida. Una de ellas incluye 14 entradas análogas (4 de ellas compatibles con los sensores activos de LEGO), 9 salidas digitales, 6 salidas para servomotores, una fácil conexión para los sensores de ultrasonido de Polaroid y un área general para circuitos adicionales.

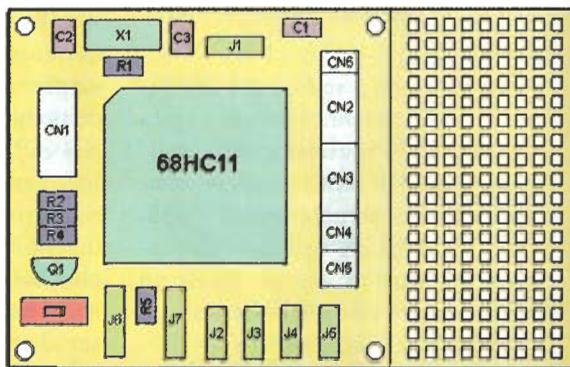
En varias páginas de Internet se están publicando en forma permanente todo tipo de rutinas para este sistema para manejar los diferentes dispositivos que se encuentran comúnmente en un robot como los motores, sensores, etc. Estas rutinas se pueden encontrar en lenguaje ensamblador (assembler) o en lenguaje C.

Hay otras tarjetas similares en el mercado como la llamada Modcon de la empresa ZORIN, figura 8, basada también en el M68HC11 y que permite gracias a sus conectores, agregarle otras tarjetas de expansión con funciones complementarias.

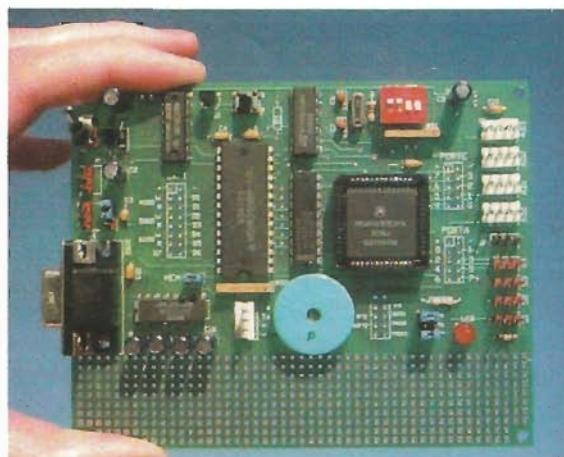
En la figura 9 se muestran otras dos tarjetas de control, una sencilla llamada BOTBoard y una muy completa llamada BOTBoard2. Las principales características de esta última son:

- Tamaño de 4" x 5"
- Memoria estática RAM de 32 K con batería
- Un área grande para agregar otros circuitos
- Puerto de expansión con 64 pines de I/O
- Cuatro puertos para servomotores
- Cuatro puertos análogos
- Parlante piezoléctrico
- Puerto de entrada análogo de 8 canales
- Puerto completo SPI
- Puerto serial RS232

Como podemos concluir, hay una buena oferta de tarjetas para realizar los controles de los robots. Lo que hemos mostrado es sólo una pequeña muestra de ello así que lo único que falta es una buena intención para fabricar nuestros proyectos. Por otra parte, hay en el mercado una gran cantidad de robots experimentales que se consiguen en forma de kit con todos los componentes e instrucciones para armarlos; en el próximo artículo mostraremos algunos de ellos.  $\Omega$



**Figura 9a.** Tarjeta de control BOTBoard



**Figura 9b.** Tarjeta de control BOTBoard 2

# Procesamiento digital de señales con la familia

# TMS320



*Ya en anteriores entregas hicimos la descripción conceptual y de arquitectura con el objetivo de brindar un soporte para la comprensión del procesamiento digital de señales y sus potenciales aplicaciones.*

*En esta oportunidad, estudiaremos una de las partes más importantes de nuestro tema, que consiste en los modos de direccionamiento y el conjunto de instrucciones.*

## Parte 4

### Conjunto de instrucciones

MARIO ANDRÉS CÓRDOBA G.  
e-mail: [macordob@atenea.ticatca.edu.co](mailto:macordob@atenea.ticatca.edu.co)

**L**a familia TMS320, y en particular la generación perteneciente a los C2x, permiten operar con tres modos de direccionamiento así:

- Direccionamiento directo.
- Direccionamiento indirecto.
- Direccionamiento inmediato.

#### Direccionamiento directo

En este modo de direccionamiento, la palabra digital (word) conformante de

la instrucción contiene los siete (7) bits de menor peso (los más bajos) de la dirección de la memoria de datos. Este campo es concatenado con los nueve (9) bits del registro apuntador de localidad de memoria de datos (DP) para formar una dirección completa con resolución de 16 bits referente a la memoria de datos. Así, el registro DP "apunta" hacia una de las 128 posibles palabras digitales en las localidades de memoria de datos. El registro DP se "carga" a

través de las instrucciones LDP (load memory page pointer), LDPK (load data memory page pointer immediate), o LST (load status register), figura 1.

El direccionamiento directo puede ser utilizado con todas las instrucciones, exceptuando la instrucción CALL. Un formato general del modo de direccionamiento directo es el que podemos observar en la figura 2. Aquí es posible apreciar que los bits 15 al 8 contienen el código denominado “opcode”, el bit 7 define el modo de direccionamiento como directo, y los bits 6 al 0 contienen la dirección de la memoria de datos (dma).

### Direccionamiento indirecto

Aquí, los registros auxiliares (AR) proporcionan gran flexibilidad y eficiencia en el modo de direccionamiento indirecto. Para seleccionar un registro auxiliar específico, el apuntador de re-

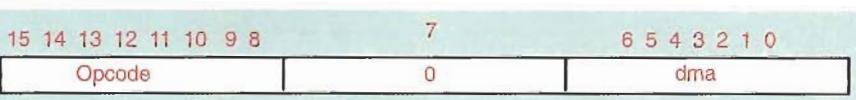


Figura 2. Formato general cuando se utiliza direccionamiento directo

gistros auxiliares (ARP) es “cargado” con un valor entre cero y siete (0, ..., 7) para designar así cual de todos estos registros escoger, figura 3.

El contenido del registro auxiliar puede ser operado por medio del registro de la unidad aritmética auxiliar (ARAU), la cual implementa operaciones aritméticas de 16 bits.

En el modo de direccionamiento indirecto, cualquier posición de los 64K disponibles puede ser accedido por medio de una cantidad digital de 16 bits contenido en uno de los registros auxiliares previamente especificado. Así, a dicho registro se le puede asignar la dirección que deberá contener, por medio de instrucciones como LAR (load auxiliary register), LARK (load auxiliary register immediate).

Particularmente, en un DSP TMS320c2x los registros auxiliares pueden ser modificados por medio de la instrucción MAR (modify auxiliary register), o en forma equivalente, por intermedio del direccionamiento indirecto de un campo de cualquier instrucción que soporte dicho modo.

De esta forma, una expresión AR(ARP) denota el registro auxiliar

seleccionado por el apuntador de registro auxiliar (ARP). Basados en esto, podemos entonces hacer explícitos los símbolos utilizados en el modo de direccionamiento indirecto, los cuales se muestran en la Tabla 1.

En cualquiera de los dos casos anteriores, el contenido del apuntador de registro auxiliar ARP es usado como la dirección de uno de los espacios de memoria de datos. El direccionamiento indirecto puede ser utilizado con todas las instrucciones, exceptuando el caso de operandos e instrucciones inmediatos. Un formato software para este tipo de direccionamiento es el que aparece en la figura 4.

Aquí, los bits 15 a 8 contienen el código denominado como “opcode”, el bit 7 que toma el valor digital alto (1 lógico) define el modo de direccionamiento como indirecto; los bits 6 hasta 0 manejan la operación de control de dicho modo. Así, el bit 6 contiene el valor que habilita la operación de incremento/decremento (IDV). El IDV determina si el registro ARO será utilizado para incrementar o decrementar el registro auxiliar.

En el caso de que el bit 6 tome un valor digital bajo (0 lógico) entonces

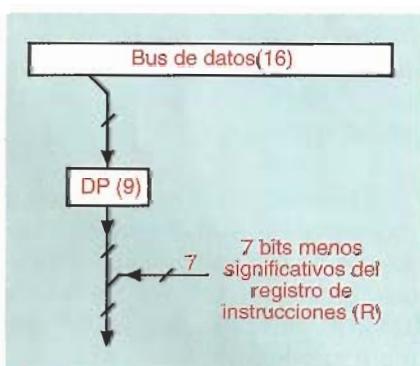
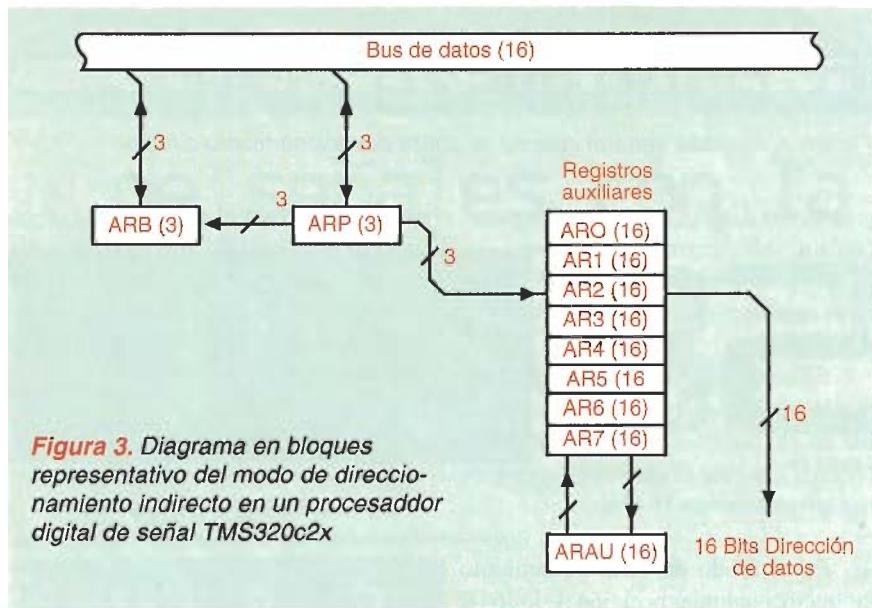


Figura 1. Diagrama en bloques representativo del direccionamiento directo en un procesador digital de señal TMS320c2x

Símbolo	Operación
*	Los contenidos de AR(ARP) son usados como direcciones de memoria de datos.
*-	Los contenidos de AR(ARP) son usados como direcciones de memoria de datos, y decrementados en uno (-1) después de la operación de acceso a memoria.
*+	Los contenidos de AR(ARP) son usados como direcciones de memoria de datos, e incrementados en una unidad (+1) una vez realizado el acceso a memoria.
*0-	El contenido de AR(ARP) se utiliza como una dirección de memoria de datos, y una vez realizado el acceso a memoria se resta a este valor el contenido de ARO.
*0+	El contenido de AR(ARP) se utiliza como dirección de memoria de datos, y al contenido de este se le adiciona el de ARO, después del acceso.
*BR0-	Los contenidos de AR(ARP) se utilizan como direcciones de memoria de datos, y este es restado del contenido de ARO, y apoyado con la utilización de carry (rc), después del acceso.
*BR0+	Al igual que los anteriores, el contenido de AR(ARP) es utilizado como dirección de memoria de datos, y el contenido de ARO se resta con el de AR(ARP), apoyado con la utilización del carry (rc), después del acceso.

Tabla 1. Símbolos utilizados en el modo de direccionamiento indirecto



**Figura 3.** Diagrama en bloques representativo del modo de direccionamiento indirecto en un procesador digital de señal TMS320c2x

un incremento o decremento (cualesquiera de los dos) en una unidad (-1) ocurre al registro auxiliar. En la situación contraria, si el bit 6 toma un valor digital alto (1 lógico), el valor de AR0 podrá ser sumado o restado del registro auxiliar definido por los bits 5 y 4 del formato. Estos dos bits (el 5 y el 4) controlan la operación aritmética a ser desarrollada con AR (ARP) y AR0. Cuando el bit 5 toma el valor digital uno (1 lógico), se realiza la operación de incremento; de manera similar, si el bit 4 toma el valor digital alto también (1 lógico) se realiza entonces un decrecimiento.

El bit 3, y los bits 2 hasta el bit 0 controlan el apuntador del registro auxiliar (ARP). La tabla 2 muestra el patrón de bits correspondiente a la operación aritmética.

#### Direccionamiento inmediato

En este modo, el valor del operando inmediato está contenido en la operación ejecutada (instrucción). Los procesadores como el TMS320C2x poseen instrucciones inmediatas con resolución de 8 bits y 13 bits, e instrucciones inmediatas de 16 bits. Así pues, el operando inmediato está contenido dentro de la instrucción.

Bits 6 5 4	Operación aritmética
000	No opera sobre el valor de AR(ARP)
001	AR(ARP) - 1 → AR(ARP)
010	AR(ARP) + 1 → AR(ARP)
reservado	→
011	
100	AR(ARP) - AR0 → AR(ARP)
101	AR(ARP) - AR0 → AR(ARP)
110	AR(ARP) + AR0 → AR(ARP)
111	AR(ARP) + AR0 → AR(ARP)

**Tabla 2.** Operaciones aritméticas cuando se utiliza el modo de direccionamiento indirecto en un DSP TMS320c2x

#### Conjunto de instrucciones

La familia de procesadores digitales de señal TMS320 está conformada por varias generaciones de procesadores, tanto de punto fijo como de punto flotante. Dentro de cada clasificación, su software y conjunto de instrucciones es compatible entre los mismos, aclarando que en la medida en que su desarrollo avanza, sus prestaciones en cuanto a facilidades de programación, utilidades y funcionalidad son mayores.



**Figura 4.** Formato general cuando se utiliza el modo de direccionamiento indirecto

En el caso que nos atañe, el procesador TMS320c2x perteneciente a la clasificación de procesadores DSP de punto fijo, ofrece un conjunto de instrucciones conformado por 89 de ellas. Dentro de este conjunto se incluyen cuatro grupos especiales de instrucciones las cuales mejoran la utilización y el desempeño de la operación del procesador. En este orden de ideas, es importante mencionar las utilizadas en aritmética de alta precisión como las instrucciones ADDC, SUBB, MPYU, BC, BNC, SC, RC, de las cuales ya se ha hecho mención en anteriores artículos.

Otra clase importante de instrucciones son las utilizadas para el desarrollo de filtros y operaciones afines, para lo cual se hace uso de instrucciones como: MPYA, MPYS, ZALR. De igual manera, las instrucciones para el control de los dispositivos de entrada y salida (I/O), como: RHM, SHM, RTC, STC, RFSM, SFSM, y las que operan basadas en el acumulador y sus registros afines: SPH, SPL, ADDK, SUBK, ADRK, SBRK, ROL, ROR.

En la tabla de la página siguiente presentamos el conjunto de instrucciones con las que operan los procesadores digitales de señal de la familia TMS320, en su clasificación de punto fijo, haciendo un paralelo entre las cuatro generaciones pertenecientes a dicha clasificación.

Antes de concluir con nuestro artículo, es importante aclarar que la mayoría de las instrucciones aquí nombradas se han mencionado y explicado su utilización a lo largo de toda la serie de artículos referentes al tema del procesamiento digital de señales, por lo cual se hace recomendable complementar el contenido de este artículo con los anteriores. De igual manera, con el propósito de hacer un poco más ameno e interesante nuestro tema, en el próximo número se desarrollará una aplicación práctica, basada en uno de los procesadores digitales de señal de la familia TMS320 en la que se realizará desde el diseño hardware y software hasta la construcción del prototipo.

## Instrucciones de los DSP de la familia TMS320

## Instrucciones basadas en el acumulador

NEMONICO	C1X	C2X	C2XX	C5X	DESCRIPCION
ABS	SI	SI	SI	SI	Desarrolla la operación valor absoluto sobre el contenido del acumulador.
ADD	SI	SI	SI	SI	Realiza la operación suma entre el acumulador y un valor contenido en una localidad de memoria especificada.
ADDC	NO	SI	SI	SI	Realiza la operación de suma entre el contenido del acumulador y el contenido de una dirección de memoria seleccionada, haciendo uso del bit de carry.
ADDH	SI	SI	SI	SI	Realiza la operación de suma sobre los bits de mayor peso, entre el contenido del acumulador y el contenido de una dirección de memoria especificada.
AND	SI	SI	SI	SI	Desarrolla la operación lógica "and" entre el contenido del acumulador y el contenido de una localidad de memoria direccionada.
B	NO	NO	NO	SI	Realiza ciclos incondicionales especificados por software.
CMPL	NO	SI	SI	SI	Realiza la operación complemento sobre el contenido del acumulador.
NEG	NO	SI	SI	SI	Realiza la operación complemento a dos sobre el contenido del acumulador.
NORM	NO	SI	SI	SI	Realiza la operación norma sobre el valor del acumulador.
OR	SI	SI	SI	SI	Desarrolla la operación lógica OR entre el contenido del acumulador y el contenido de una dirección de memoria seleccionada.
ROL	NO	SI	SI	SI	Rota en un bit, el contenido del acumulador hacia la izquierda.
ROR	NO	SI	SI	SI	Rota en un bit el contenido del acumulador, hacia la derecha.
SUB	SI	SI	SI	SI	Resta el contenido del acumulador, con el valor contenido en una localidad de memoria especificada.
XOR	SI	SI	SI	SI	Desarrolla la operación lógica OR exclusivo entre un valor almacenado en una localidad de memoria, y el acumulador.
ZAC	SI	SI	SI	SI	Clarea el contenido del acumulador.
SFR	NO	SI	SI	SI	Desplaza el contenido del acumulador una posición hacia la derecha .

## Instrucciones basadas en los registros auxiliares y sus apuntadores.

NEMONICO	C1X	C2X	C2XX	C5X	DESCRIPCION
ADRK	NO	SI	SI	SI	Suma un valor inmediato de 8 bits al contenido del registro auxiliar designado.
CMPR	NO	SI	SI	SI	Realiza la comparación entre los valores contenidos en el registro auxiliar, y el AR0.
LAR	SI	SI	SI	SI	Transfiere el contenido de una localidad de memoria especificada, a un registro auxiliar previamente seleccionado.
LARP	NO	SI	SI	SI	Permite especificar el uso de los registros AR0 o AR1.
LARK	SI	SI	SI	SI	"CARGA" de forma inmediata, el registro auxiliar.
MAR	SI	SI	SI	SI	Permite modificar el registro AR o el valor de ARP según se especifique.
SAR	SI	SI	SI	SI	Almacena el contenido de un registro auxiliar especificado en la localidad de memoria que sea designada.

## Instrucciones que operan con los registro t, p, y el multiplicador

NEMONICO	C1X	C2X	C2XX	C5X	DESCRIPCION
APAC	SI	SI	SI	SI	Suma el contenido del registro P, con el contenido del acumulador.
LPH	NO	SI	SI	SI	Almacena la parte alta del registro P
MAC	NO	SI	SI	SI	Realiza la operación de multiplicación entre dos datos, y su resultado lo suma con el de su operación inmediatamente anterior.
MPY	SI	SI	SI	SI	Multiplica el contenido del registro T por el de una localidad de memoria de datos especificada.
PAC	SI	SI	SI	SI	Transfiere el contenido del registro P en el acumulador.

# Telemetría y telecontrol

## Primera parte

### Aplicación en radiofrecuencia (RF) a vehículos no tripulados y robótica



Desde hace ya varios años, los dispositivos para control a distancia y para transmisión de datos desde un lugar remoto, han alcanzado un gran desarrollo. Esta expansión está íntimamente unida al éxito de inventos como los vehículos no tripulados tanto aéreos, terrestres o submarinos, como también las sondas espaciales, los satélites y los robots. Así pues, fácilmente podemos deducir que, según el tipo de vehículo sobre el cual se habrá de basar la aplicación, las técnicas radioeléctricas diferirán. También podemos clasificar los aparatos de varias formas entre las que cabe mencionar: su forma de desplazamiento (aéreo, terrestre, submarino), el medio con el cual van a interactuar, y su objetivo o misión.

**MARIO ANDRÉS CÓRDOBA G.**

E-mail: [macordob@atenea.ucauca.edu.co](mailto:macordob@atenea.ucauca.edu.co)

El telecontrol, como su nombre lo indica, incluye un conjunto de elementos destinado a realizar acciones de comando a distancia, sobre un determinado aparato. Se trata en resumen, de transmitir órdenes al vehículo (aparato) para que éste pueda desarrollar tareas y acciones según el deseo de un operador. Para exemplificar lo anterior, podemos hacer mención de algunas "órdenes" muy populares en los dispositivos de telecontrol que gobiernan un vehículo aéreo no tripulado como son: ascenso, descenso, girar a la derecha o a la izquierda, aceleración del motor, etc. A estas pueden añadirse otras como el enfoque de una cámara de TV, la activación o desactivación de algunos dispositivos alternos, o la lectura de sensores. Estas órdenes de telecontrol se traducen en el aparato mediante la activación y el control de servome-

canismos, y/o la obtención de señales de voltaje o de corriente, etc.

Al plantearse el problema del telecontrol, una de las decisiones más importantes a tomar esriba en el medio que se va utilizar para transmitir la información entre dos o más puntos distantes. Esto se debe a que para determinadas aplicaciones, la sección más costosa del desarrollo del equipo podría ser la referente a la parte del transporte de la información. La situación varía con el tipo de aplicación; habrá que tener muy en cuenta las distancias a cubrir y el grado de seguridad requerido en la transmisión bien sean órdenes o datos, entre otros.

De esta manera, podemos intentar resumir los medios de control a distancia así: En el caso de desarrollarse una transmisión por medio de "hilos", el lu-

gar de control (pilotaje) y el del vehículo (a distancia) están unidos por un cable conductor, el cual se desenrollaría a medida que se aleja el aparato del punto de comando, y las órdenes de control se transmiten en forma de pulsos codificados o en forma de frecuencias.

De otro lado, si se trata de un control a distancia por medio de un programa, entonces el vehículo se enviaría, y al cabo de un determinado tiempo previsto con previa anticipación, el telecontrol actuaría por sí mismo; por ejemplo un banco de memoria en el que se han almacenado previamente las características de movimiento y actuación (navegación) de un aparato. Así, mientras que en la acción del telecontrol por medio de cables, las distancias máximas alcanzadas son reducidas, en el control por programa almacenado, dichas distancias alcanzan rangos bastante grandes.

Nos resta por último, mencionar el caso que más nos interesa: el telecontrol y la telemetría por medio de radiofrecuencia (RF) que estudiaremos de forma especial en esta serie de artículos. Desde un punto emisor, un operador transmite (Tx) las órdenes de telecontrol vía RF; a bordo del vehículo o dentro de un aparato, el cual se encuentra a distancia, un dispositivo receptor (Rx) descifra dichas órdenes en forma de señales eléctricas que se aplicarán a los distintos elementos que hacen parte del sistema de mando. Para este caso, se utilizan ciertos márgenes dentro de la banda VHF o de UHF, inclusive. Debido a la congestión del espectro y a las necesidades de ancho de banda, los enlaces suelen operar en la región de las microondas, figura 1, para transmitir órdenes, estados, medidas de sensores o canales de video entre los diversos puntos de un sistema de telecontrol. Las bandas utilizadas dependen de la distribución del espectro en cada país.

En los dispositivos de telemetría y telecontrol se trata de transmitir una cantidad de canales muy bien definidos, a cada uno de los cuales corresponde una orden o un dato (medida de algún fenómeno). Para que estos parámetros se conserven sin problema alguno, es necesario que la banda correspondiente a cada

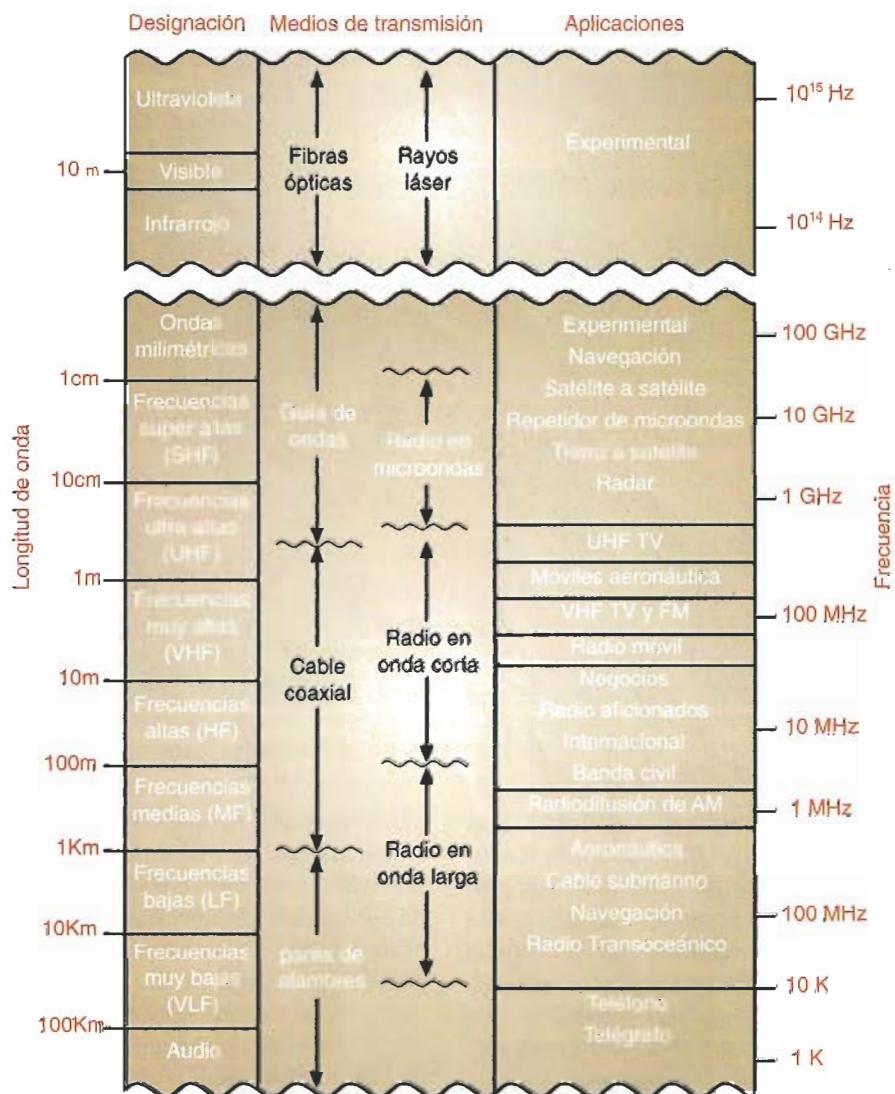


Figura 1. Diagrama del espectro electromagnético

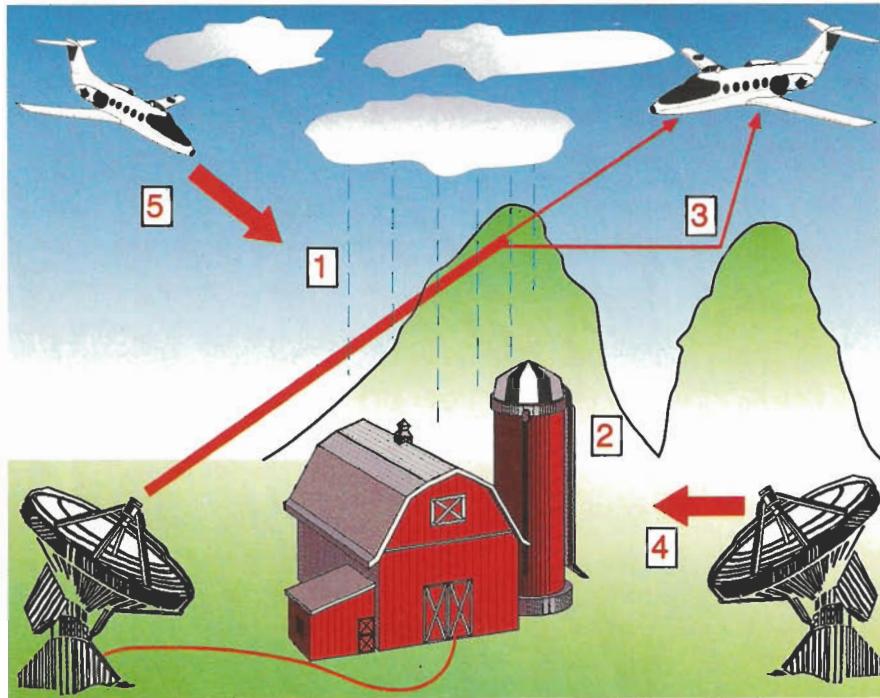
canal sea suficiente a fin de no estropear o distorsionar la información. Supongamos que ya hemos escogido el ancho de banda necesario para nuestro dispositivo y el número de canales para este; se hace entonces necesario ver en qué región de frecuencia debemos operar. El valor de dicha frecuencia estará condicionado por varios factores :

- El ancho de banda necesaria para la transmisión.
- La dimensión física del vehículo que portará el dispositivo.
- El tamaño de la o las antenas.
- El alcance máximo proyectado para el equipo.
- El medio y las condiciones en las que operará el vehículo.

De esta manera, por ejemplo, las dimensiones de las antenas que se ubican

a bordo de los vehículos no tripulados deben guardar relación con este. Se comprenderá que difícilmente una antena que mide tres metros pueda permitir una operación eficiente a un vehículo de sólo un metro de longitud, pues su cualidades aerodinámicas se afectarían en un alto porcentaje, al igual que su eficiencia de operación. Los vehículos no tripulados llevan una cantidad de antenas bastante importante; de aquí la necesidad de asegurar los desacoplamientos suficientes para lograr limitar al máximo las interacciones eventuales que perjudican el normal desempeño de los dispositivos a bordo.

El radio de acción del aparato es otro de los parámetros esenciales que como ya lo decímos, condicionan la elección de la frecuencia portadora. Este alcance máximo depende de la po-



**Figura 2.** Esquema de pérdidas de un radioenlace. 1) Absorción atmosférica, 2) Obstrucción del terreno, 3) Multiproyecto, 4) Interferencias inadvertidas, 5) Interferencias deliberadas

tencia de emisión, de la ganancia de la antena, del factor de ruido de los receptores, y de las condiciones de propagación. Si se pudiese disponer de la potencia de emisión a conveniencia, los otros parámetros que acabamos de mencionar se podrían considerar despreciables; pero este caso no se presenta. Para un emisor de telecontrol ubicado en tierra (estación de control terrena) nos son imperativas las cuestiones de tamaño, peso y alimentación y es posible hasta cierto punto, hacer uso de una gran variedad de valores de potencia, pero esta solución es de un costo elevado. De otro lado, en lo que se refiere a los transmisores (emisores) de telemetría ubicados a bordo del aparato, es por decirlo así, bastante dispendioso actuar sobre la potencia de los mismos.

El espacio físico que se reserva para el equipo electrónico dentro de los vehículos no tripulados, es en la gran mayoría de las ocasiones muy restringido, de manera tal que al momento de diseño los elementos constitutivos de éste, deben conservar un margen de medidas estricto como el peso y el volumen a ocupar. En este orden de ideas, podríamos decir que la potencia de un emisor del dispositivo de telemetría es proporcional al volumen disponible al interior del aparato. Por otra parte, puede concentrarse la energía electromagnética en un haz, haciéndose necesaria la utilización de antenas directivas y la obtención de estas antenas es tanto más cómoda cuanto más elevada sea la frecuencia.

Para que el enlace de datos se de correctamente, se hace necesario que el nivel de potencia y las cualidades del receptor, mantengan una relación determinante respecto de un valor de umbral determinado por el factor de ruido del receptor. Este es menor cuando la frecuencia portadora es baja. De esta forma puede considerarse un factor de ruido de aproximadamente 4 dB para una frecuencia portadora de 100 MHz,

mientras que para una frecuencia de 1.000 MHz el factor de ruido sería del orden de los 8,5 dB.

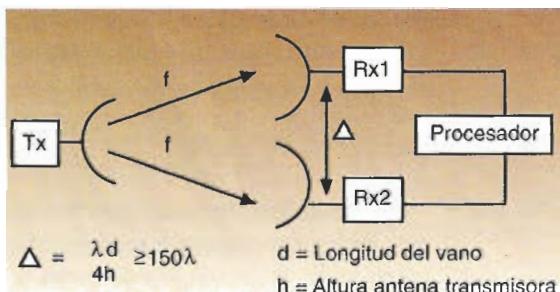
Las condiciones de propagación están también determinadas por la frecuencia elegida. El amortiguamiento de la transmisión es más importante en frecuencias elevadas. Con base en esto, se elegirán de manera preferente, frecuencias altas para rangos de enlaces cortos (distancias cortas), y frecuencias bajas para enlaces a grandes distancias. Si consideramos como ejemplo el caso particular de un vehículo aéreo no tripulado (UAV), que se desplaza a gran altura, debemos considerar las reflexiones sobre la ionosfera. Las pérdidas por reflexión y refracción en las distintas capas que rodean a nuestro planeta están en función de la frecuencia elegida. De esta forma, para aquellos aparatos que evolucionan a pequeña altura, es necesario tener en cuenta la naturaleza del terreno sobre el que vuelan pues las pérdidas por reflexión sobre el mar o en el desierto no son las mismas que en un terreno accidentado.

Podemos concluir entonces, que el escenario de operaciones de un vehículo no tripulado, y controlado a distancia, tendrá como limitantes del máximo rango de operación las pérdidas por absorción atmosféricas, pérdidas debidas a obstrucciones del terreno y pérdidas ocasionadas por multirrayo. También el entorno electromagnético, causando interferencias inadvertidas o interferencias deliberadas, figura 2.

Como una consecuencia directa de las pérdidas mencionadas anteriormente, la señal sufrirá un desvanecimiento (*fading*). La fuerza con que se recibe dicha señal disminuirá y aumentará, llegando en ocasiones a anularse completamente. Para dar solución a este inconveniente (desvanecimiento), se utilizan métodos de diversidad que se basan en transmitir la misma información pero por caminos diferentes, para que el efecto del desvanecimiento no les afecte por igual.

Las técnicas de diversidad se pueden clasificar así:

1. Atendiendo a los parámetros del tramo: diversidad de espacio y diversidad de frecuencia.



**Figura 3.** Diversidad de espacio

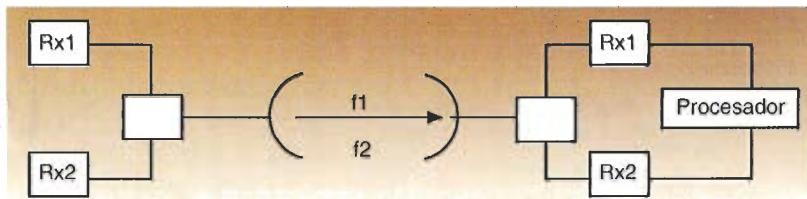
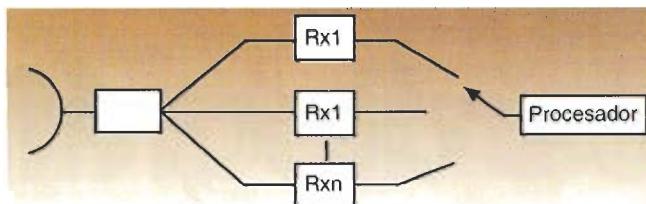


Figura 4. Diversidad de frecuencia

Figura 5.  
Selección por  
comutación

2. Atendiendo al proceso de señal: diversidad de selección y diversidad de combinación.

Cuanto mayor sea la incorrelación que existe entre las señales de los diferentes trayectos, mejores resultados se obtendrán con estas técnicas. **La diversidad de espacio** se basa en colocar dos antenas receptoras separadas verticalmente algunas decenas de longitudes de onda. De esta forma se establecen dos caminos diferentes y la influencia del desvanecimiento (fading) en la propagación variará, figura 3.

**La diversidad de frecuencia** se basa en transmitir dos frecuencias diferentes, de manera que, cuando una se desvanece, la otra se reciba en fase. En este caso, la separación entre frecuencias debe ser del 2% al 5 % de su valor absoluto, figura 4.

**En la selección por comutación** se basa en la elección de la mejor señal con arreglo a un análisis de intensidad de las mismas. Como consecuencia se comutará al receptor correspondiente a dicha señal, figura 5. Por ultimo, **la selección por combinación** lo que hace es poner las señales en fase y a continuación combinarlas. Esta combinación puede hacerse en frecuencia intermedia FI (predetección) o en banda base (postdetección), figura 6.

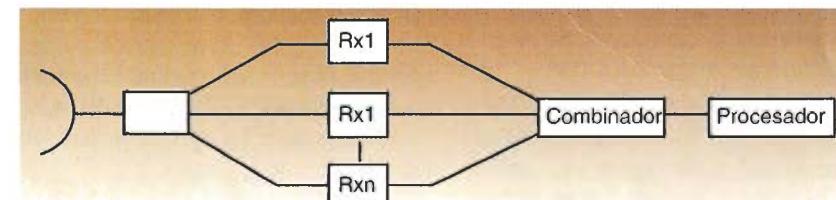


Figura 6. Selección por combinación

ma de radar, o en general un sistema inercial de navegación, etc. Se trata ahora de transmitir algunos parámetros del aparato hacia el puesto de mando (estación de telesintonía) con el objetivo de conocer el comportamiento de éste durante el desarrollo de su operación (misión).

El agente de información se llama **telemetría** (enviar datos a distancia), y contrariamente a las funciones desempeñadas por el **telecontrol** desde el puesto de mando del vehículo, los datos se transmiten desde el aparato (vehículo) hacia su centro de control (puesto de mando). De esta manera, las medidas que se realizan a bordo del mismo, pueden suministrar indicaciones sobre fenómenos físicos los cuales se desean analizar, como temperatura, presión, velocidad, nivel de combustible, etc. De igual manera podríamos adquirir información sobre el medio que rodea al aparato mediante la utilización de sensores; información que al ser procesada podría ser transmitida al centro de mando para su posterior análisis. La telemetría y el telecontrol tienen un gran número de puntos comunes; por tal motivo se ha querido tratar estos dos temas en una misma serie de artículos. Los tipos de modulación y codificación son de la misma naturaleza, la influencia de las interferencias es común y los radioenlaces obedecen a las mismas leyes.

Las diferencias esenciales radican en que, por una parte sus dispositivos emisores y receptores se encuentran en posiciones invertidas, figura 7, y por otra parte, los mecanismos de procesamiento de las señales en el telecontrol y en la telemetría son de naturaleza diferente. Estas técnicas también son aplicables a todo tipo de robots y sistemas de adquisición de datos remotos.  $\square$

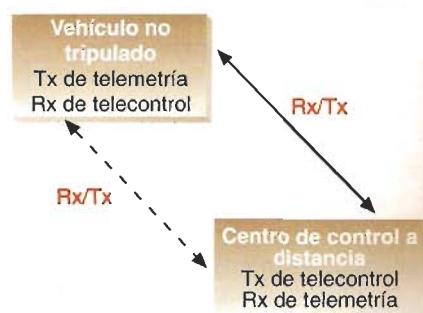


Figura 7. Dispositivos de telecontrol y telemetría en sus posiciones habituales

# Diseño de un canal

# Electrocardiográfico



*El objetivo de este artículo es mostrar el diseño de un canal para el monitoreo ECG, que amplifique y procese electrónicamente la señal*

*electrocardiográfica detectada en un ser humano, de tal forma que esté lista para ser llevada a través de la interfaz correspondiente a su visualización en el monitor de una computadora personal.*

CARLOS A. LÓPEZ A.

Magister en física  
Profesor titular Universidad  
Tecnológica de Pereira  
*e-mail: calopez@utp.edu.co*

LUIS E. LLAMOSA R.

Magister en física  
Especialista en Instrumentación Biomédica  
Profesor titular Universidad  
Tecnológica de Pereira  
*e-mail: lellamo@utp.edu.co*

S e realizará en primer lugar una introducción sobre los problemas que suelen presentarse con la señal ECG cuando estos no se tienen en cuenta, para luego explicar la implementación del diseño del canal correspondiente.

## Algunos problemas de ocurrencia frecuente en los electrocardiógrafos.

**Distorsión de la frecuencia:** Ocurre cuando el ECG no reúne los estándares de respuesta en frecuencia; cuando esto sucede aparece distorsión de frecuencias en el ECG (figura 1)

En la figura 1, se observa: a) ECG normal. El instrumento exhibe una respuesta a la frecuencia en un rango entre 0.02 Hz y 150 Hz (respuesta de más amplio rango que el sugerido entre 0.05 y 100 Hz). b) Señal obtenida con distorsión de alta frecuencia. C) Señal obtenida con distorsión de baja frecuencia.

**Distorsión por saturación:** En la figura 2 se observan los efectos de distorsión por saturación. La distorsión por saturación es producida por:

- Voltajes de offset altos en los electrodos.

- Amplificadores ajustados inadecuadamente.

**Lazos de tierra:** En la figura 3 se observa:

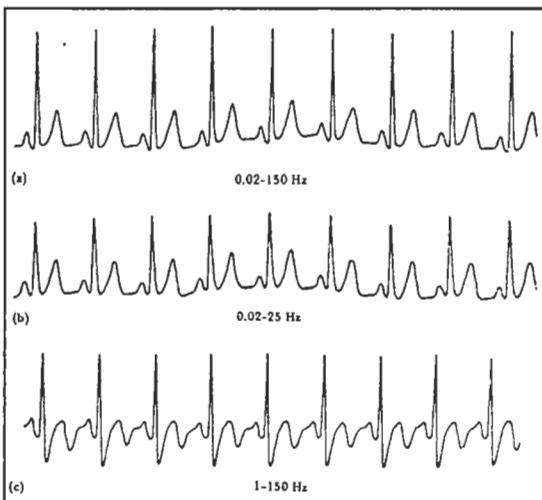
- Ejemplo de lazo de tierra entre un electrocardiógrafo y otra máquina conectada al mismo paciente. Cada máquina está puesta a tierra separadamente.
- El lazo de tierra se puede eliminar conectando ambas máquinas a la misma tierra y manteniendo solo una conexión al paciente.

**Efecto de un transiente:** Un transiente puede ocurrir cuando un electrodo no está haciendo buen contacto con el paciente o por movimiento del mismo.

En la figura 4 se observa el efecto de un transiente de voltaje sobre un ECG registrado con un electrocardiógrafo, en el cual el transiente causa una saturación del amplificador. En la figura 4 se observa: a) Iniciación del transiente. b) Continuación de (a) mostrando recuperación. c) Transiente similar al anterior, a ganancia reducida para ilustrar un sistema de recuperación.

### Protección contra transientes

El paciente puede representar un riesgo para la máquina. Se pueden introducir en el paciente voltajes relativamente altos que entran al electrocardiógrafo a través de los electrodos, pudiendo causar daño a la circuitería electrónica, ó causar severos transientes sobre el registro. Se pueden reducir los efectos de estos transientes eléctricos y proteger al equipo; para ello se conectan dispositivos limitadores de voltaje de dos terminales entre cada electrodo y la tierra eléctrica. En la figura 6 (a) se muestra la respuesta típica de tales dispositivos. Para voltajes menores que  $V_b$ ; circuito abierto. Para voltajes mayores que  $V_b$ ; corto circuito en serie con una fuente de voltaje constante de magnitud  $V_b$ . Las características del dispositivo cambian abruptamente y pasa corriente a través de éste en una cantidad tal que el voltaje no puede exceder a  $V_b$ , debi-



**Figura 1.** Efectos de la distorsión de frecuencias sobre el ECG

do a las caídas de voltaje a través de la resistencia en serie R del montaje mostrado en la figura 5.

### Diseño final del canal ecg

Un electrocardiograma (ECG o EKG) es el registro gráfico o la visualización por otro medio de los potenciales variables con el tiempo, producidos por el miocardio durante el ciclo cardíaco.

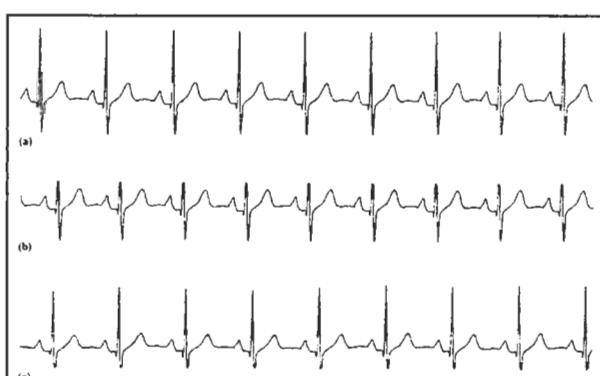
Como ya se revisó en el artículo anterior, el "Comité de Electrocardiografía de la Asociación Americana del Corazón", ha hecho algunas recomendaciones a los fabricantes de electrocardiógrafos, que hay que tener en cuenta en el momento de su diseño. Aunque estas recomendaciones están dirigidas a la estandarización de los electrocardiógrafos de escritura directa, es importante tenerlas en cuenta para el diseño de un canal ECG.

Para un sistema de detección de potenciales bioeléctricos, la etapa inmediata a los electrodos, se denomina etapa preamplificadora. Generalmente corresponde a un amplificador de instrumentación que por sus características, es el preamplificador ideal para biopotenciales; además, ella tiene que acoplarse directamente a los electrodos (es decir, sin capacitores en serie) para proporcionar una respuesta óptima en bajas frecuencias y minimizar los efectos de carga que pueden polarizar los electrodos cuando actúan sobre los capacitores de acoplamiento, lo cual produciría sobrepotenciales de polarización que generaría un voltaje offset DC grande, a la entrada del amplificador. Esta es la razón por la cual muy a menudo los preamplificadores tienen ganancias de voltaje relativamente bajas.

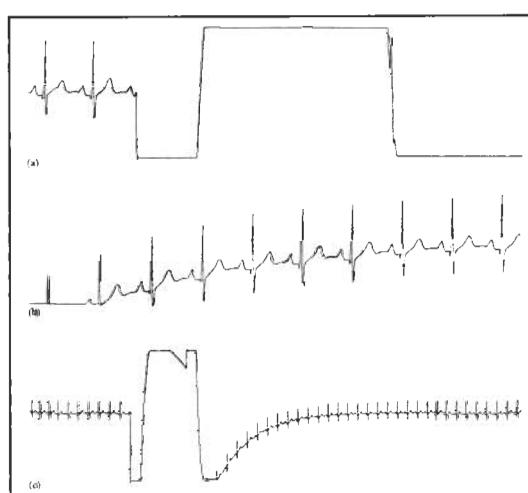
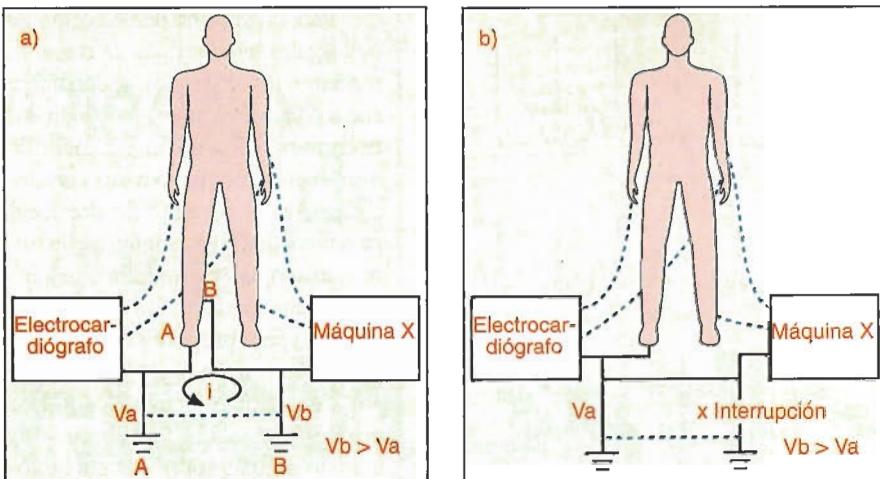
Puesto que el potencial offset está acoplado directamente a la entrada, él podría saturar preamplificadores de alta ganancia, cortando la señal completamente. Para eliminar los efectos de saturación de este potencial DC, el preamplificador se puede acoplar al resto de las etapas amplificadoras mediante un capacitor. Una consideración final del preamplificador es que debe tener una impedancia de entrada muy alta, puesto que ella representa la carga sobre los electrodos.

En el diseño implementado que se muestra en el figura 7, se ha utilizado un circuito integrado TL084 que contiene 4 amplificadores de instrumentación tipo JFET de alta impedancia de entrada y de fácil adquisición en el mercado. Tres de los amplificadores operacionales se han utilizado en el montaje del amplificador de instrumentación y el cuarto hace parte de la siguiente etapa que amplifica y filtra la señal.

La figura 7 muestra el circuito de un canal electrocardiográfico, el cual presenta muy alta impedancia de entrada. Se obtiene una alta relación de rechazo en modo común ajustando el potenciómetro (aproximadamente en 47 k). Los electro-



**Figura 2.** Efectos de la distorsión por saturación.  
a) ECG normal b) Saturación positiva c) Saturación negativa

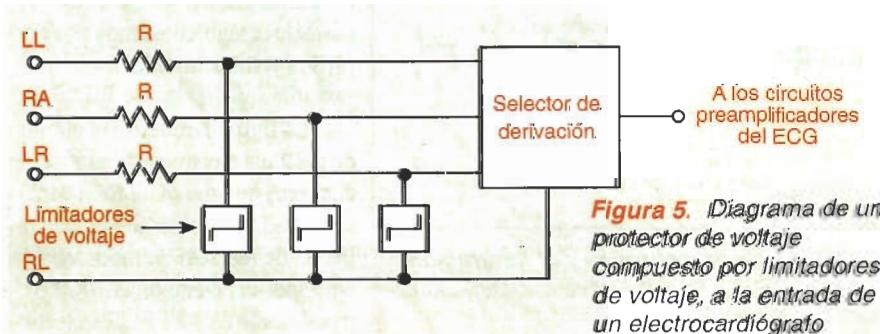


dos pueden producir un potencial offset hasta de 0,2 V. Por lo tanto, para prevenir la saturación, la etapa con acoplamientos DC (preamplificadora) solo tienen una ganancia de 25.

Los capacitores de acoplamiento no están colocados a la entrada porque esto bloquearía la corriente de polarización del amplificador operacional. La adición de resistencias para suministrar la corriente de polarización disminuiría la impedancia de entrada. Los capacitores de

acoplamiento colocados después de los primeros amplificadores operacionales, tendrían que ser imprácticamente grandes. En vez de ello, se coloca un solo capacitor de acoplamiento de  $1\mu F$  más el resistor de  $3.3M\Omega$  formando un filtro pasa-altos. La constante de tiempo resultante de 3.3 segundos deja pasar todas las frecuencias por encima de 0,05 Hz ( $f_c = 1/(2.\pi.R.C)$ ). La etapa de salida es un seguidor con ganancia de 32. Una segunda resistencia de  $3.3M\Omega$  se adiciona para balancear las impedancias de la fuente de corriente de polarización. El filtro pasa-bajos formado por la resistencia de 150 k y el capacitor de  $0,01\mu F$ , atenúa las frecuencias superiores a 100 Hz. El interruptor S1 se puede cerrar momentáneamente cuando se satura la salida; esto se requiere después de una defibrilación o de regresar la salida a la región lineal.

El cierre del interruptor puede ser automático, utilizando un circuito que detecte cuando la salida está en saturación, o puede ser manual.



El circuito de la figura 7 amplifica y filtra la señal electrocardiográfica; es un circuito sencillo, pero requiere de elementos que provean seguridad eléctrica al paciente. El circuito se complementa con un optoacoplador MCT2 en el cual se involucra la utilización del circuito fotodiodo - fototransistor MCT2.

Los aspectos que se tuvieron en cuenta en el diseño implementado y mostrado en la figura 7 fueron los siguientes:

Se debe elevar el nivel DC de la señal bioeléctrica con el objetivo de que no tenga picos negativos, pues de lo contrario, el fotodiodo los recortaría. La configuración sumadora acompañada del seguidor de voltaje, fue la forma utilizada para elevar el nivel DC de la señal. En esta parte del circuito se utilizó un circuito integrado LF353N que contiene dos amplificadores operacionales de los cuales sólo se utilizó uno de ellos,

Con el filtro pasivo pasa-alto se vuelve a bajar el nivel DC de la señal. En este punto hay que aclarar que dada la naturaleza del filtro utilizado, es posible que se pierda un poco de información correspondiente a las bajas frecuencias cercanas a cero, por lo cual el diseño no se aconseja en el caso de que ellas sean de importancia para un estudio.

El objetivo de aislar el sistema de medición de potenciales bioeléctricos de la computadora es obviamente el de brindar una mayor seguridad al paciente; de esta manera no hay conexión eléctrica directa entre la circuitería de entrada aislada y los circuitos alimentados por la línea eléctrica. En el caso que nos ocupa, estos circuitos corresponden al microcomputador. Además, se hace necesario que la alimentación de los componentes sea también aislada, o lo más segura posible para el paciente; para ello se pueden utilizar baterías. En el caso del diseño mostrado en la figura 7, se han utilizado pilas de 9 voltios, que alimentan independientemente al circuito antes y después del optoacople.

El circuito de la figura 7 además de preamplificar y amplificar la señal ECG, la filtra. Como ya se explicó,

cuenta con un filtro pasa-alto de tipo pasivo, compuesto por un capacitor y una resistencia, además cuenta con filtros pasa-bajos, uno activo y otro pasivo con frecuencia de corte de 100 Hz, el cual se ha implementado también, mediante una resistencia y un capacitor. Se debe recordar que en lo que respecta al rango de frecuencias, el instrumento debe responder adecuadamente entre 0.05 y 100 Hz.

Es importante en estos casos, en que se presentan diferentes etapas (etapa amplificadora, etapa de filtrado, etc), acoplarlas mediante seguidores de voltaje implementados con amplificadores operacionales de alta impedancia de entrada y baja impedancia de salida (tipo JFET); esto ayuda a que la señal no se atenúe y distorsione.

Como etapa final del circuito, se implementó un amplificador en modo no inversor el cual se deja a disposición del lector para que realice una última

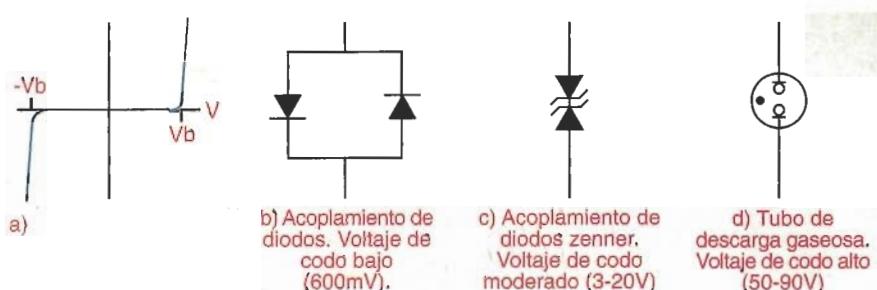


Figura 6. Ejemplos de limitadores de voltaje.

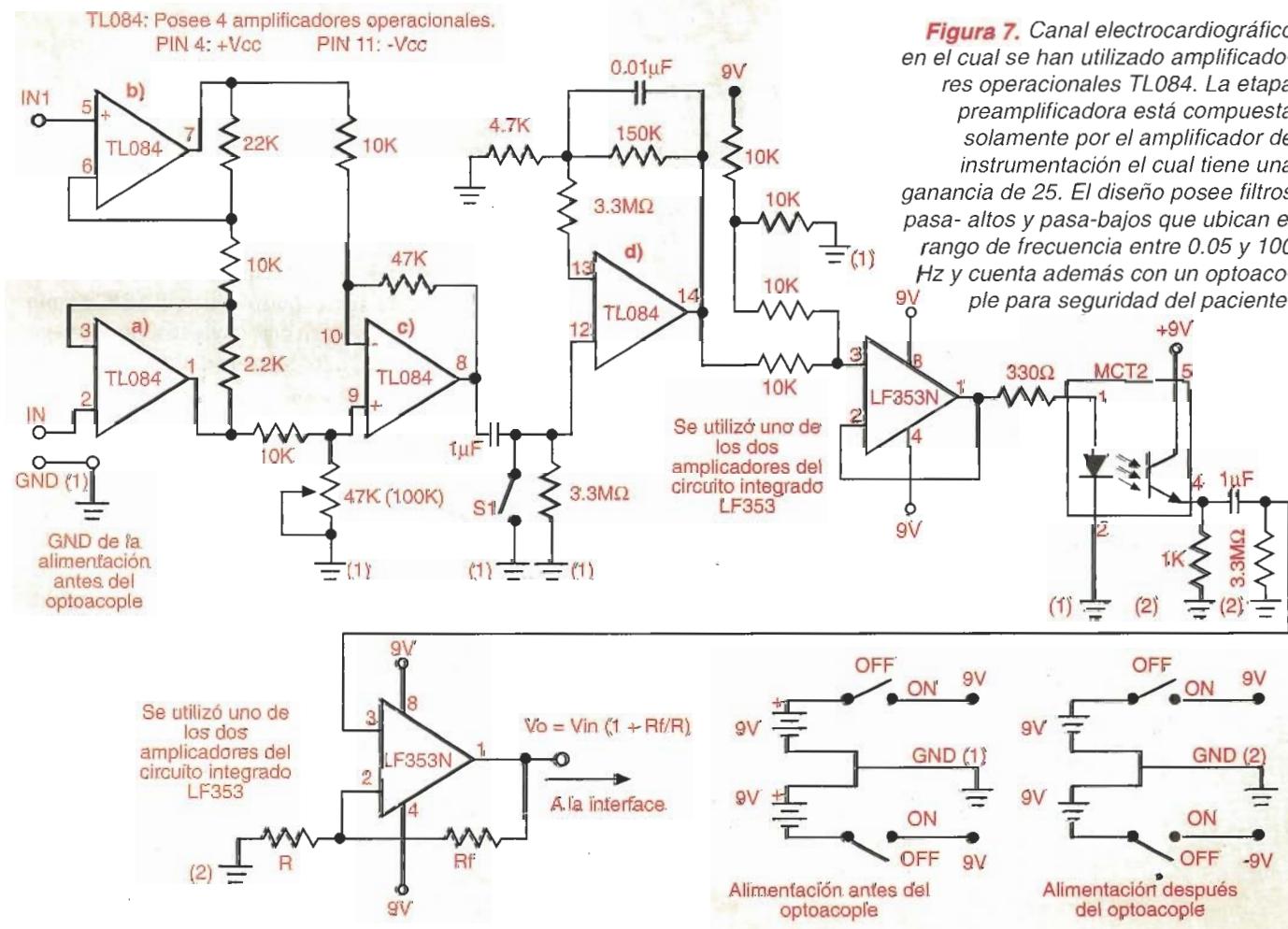
amplificación de la señal de acuerdo a sus necesidades, mediante la ecuación correspondiente, la cual aparece en la figura 7. En estos momentos la señal analógica está lista para realizar su conversión a señal digital y ser llevada a la computadora.

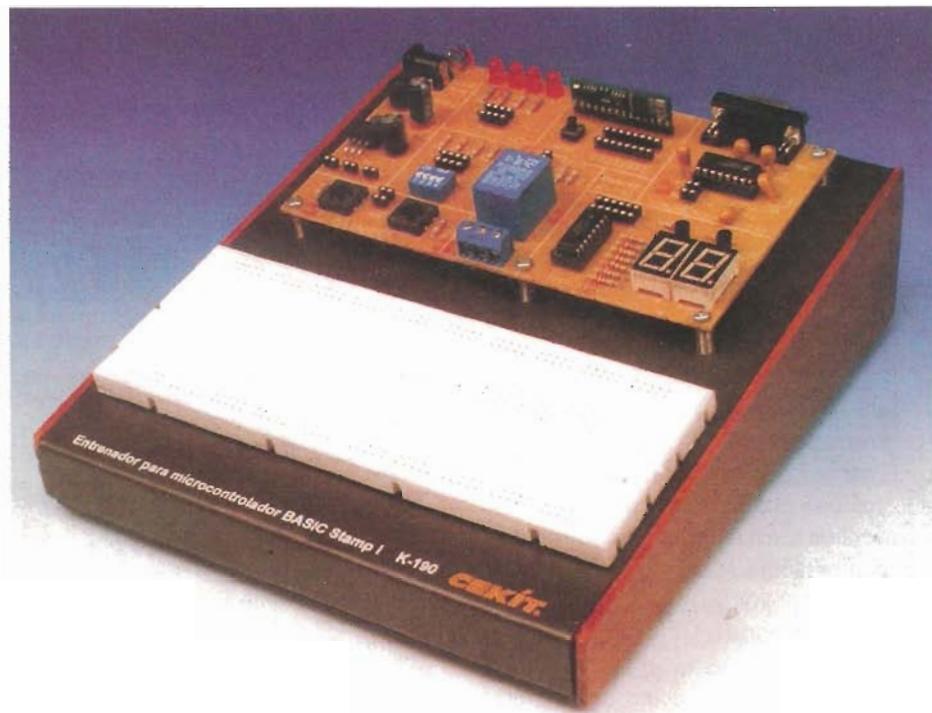
### Conclusiones

Hasta el momento se ha realizado el diseño del canal electrocardiográfico sin haber considerado todavía la interfaz con la computadora, la correspondiente adquisición de datos, y la visualización en el monitor respectivo. Q

### Bibliografía

- ASTON, Richard. Principles of Biomedical Instrumentation and Measurement. Merrill Publishing Company, 1990.
- GOMEZ, LARA, LLAMOSA. Monitoreo de potenciales bioeléctricos. Revista «SCIENTIA ET TECHNICA». # 2, sept. 1995
- TOMPKINS, Willis J. y WEBSTER John G., Editores, Interfacing sensors to the IBM-PC. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey 07632, 1988.
- WEBSTER, John G. Medicine and Clinical Engineering. Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs, 1985.
- WEBSTER, G. John ,Editor. Medical Instrumentation, Application and design. Houghton Mifflin Company, Boston, 1978.





## Ejercicios con el entrenador para microcontroladores BASIC Stamp

# BASIC Stamp I

*El entrenador para microcontroladores BASIC Stamp es un equipo que permite realizar diferentes prácticas o experimentos de una manera rápida y sencilla. En esta ocasión, vamos a realizar algunos ejercicios que nos permitirán comprobar la facilidad de programación de los BASIC Stamp, al tiempo que nos familiarizamos con el uso del entrenador.*

EDISON DUQUE C.

Como se ha dicho en artículos anteriores relacionados con este tema, los microcontroladores BASIC Stamp son los dispositivos de su clase más sencillos de manejar que existen en el mercado. Su principal ventaja es que se programan en un lenguaje muy similar al BASIC tradicional lo que les permite tener instrucciones muy poderosas, al tiempo que los ponen al alcance de cualquier persona.

En esta ocasión, vamos a realizar varios ejercicios de programación sencillos, los cuales demuestran la facilidad y sencillez que se obtiene al trabajar con estos dispositivos. Para montar los experimentos vamos a utilizar el entrenador o circuito para pruebas que se presentó en una edición anterior de esta publicación. Este aparato incluye un protoboard o tablero de prueba sin soldaduras que permite realizar experimentos con componentes adicionales a los que ya se encuentran en el circuito impreso.

### Ejercicio Nº 1. Temporizador ajustable

El objetivo del experimento es controlar el tiempo durante el que se activa una carga, la cual es conectada a través de un relé. Su principal característica es que el tiempo de activa-

ción puede tener cuatro valores diferentes, seleccionados por el usuario mediante un botón pulsador. En la figura 1 se muestra el diagrama esquemático del circuito y en la figura 2 el listado del programa.

El relé que maneja la carga se ha conectado a través de un transistor NPN referencia 2N3904, el cual a su vez recibe el pulso desde el pin P0 del BASIC Stamp. El pulsador que indica el inicio de la temporización (INICIO) está conectado al pin P7 del microcontrolador y el que permite seleccionar el tiempo de salida, al pin P6. Para indicar el tiempo que se ha escogido se utilizan los cuatro LED's conectados en los pines P1 a P4.

El programa empieza con la definición de algunas variables y con la programación e inicialización de los puertos. Despues, entra en un ciclo donde pregunta por el estado de los pulsadores, en caso de encontrar el botón de INICIO oprimido, debe saltar a uno de las cuatro opciones de salida disponibles, Time0 a Time 3. En caso de encontrar el botón de SELECCION oprimido, va a cambiar el estado de la variable *Select*, que es donde se guarda el tiempo escogido y de paso, activa el LED de salida correspondiente.

El bloque principal del programa es un ciclo donde se hace uso de la instrucción *button*, la cual permite leer el estado de los pulsadores y de acuerdo a ciertas condiciones, ejecutar o no una acción. Dicha instrucción tiene el siguiente formato:

*BUTTON pin,estadooprimido,retardo,rata,bytevariable,estadoactivo,salto*

- *Pin* es una variable en el rango de 0 a 7 que indica en que pin está el pulsador.
- *Estadooprimido* es una variable o constante que indica cual es el estado lógico del pin cuando es presionado.
- *Retardo* pone el número de veces (entre 0 y 254) que el programa debe leer el pulsador antes de actuar.
- *Rata* indica que tan rápido se ejecutan los ciclos de *Retardo*.
- *Bytevariable* corresponde a la posición de memoria de trabajo de la instrucción *button*.
- *Estadoactivo* indica que la instrucción debe tomar acción cuando el botón es presionado (1) o cuando no está presionado (0).
- *Salto* indica la dirección a la cual salta el programa cuando todos los parámetros o condiciones de la instrucción se cumplen.

Dado lo anterior, la primera instrucción *button* del programa tendría la siguiente traducción:

*button 7,0,0,0,b0,0,no\_sel*

Ley el pulsador del pin 7, el cual está presionado cuando tiene un nivel lógico 0. No ejecute ni genere ninguna acción de antirrebote (delay = 0). Use b0 como su campo de trabajo. Cuando el botón no esté presionado (0), salte a la etiqueta

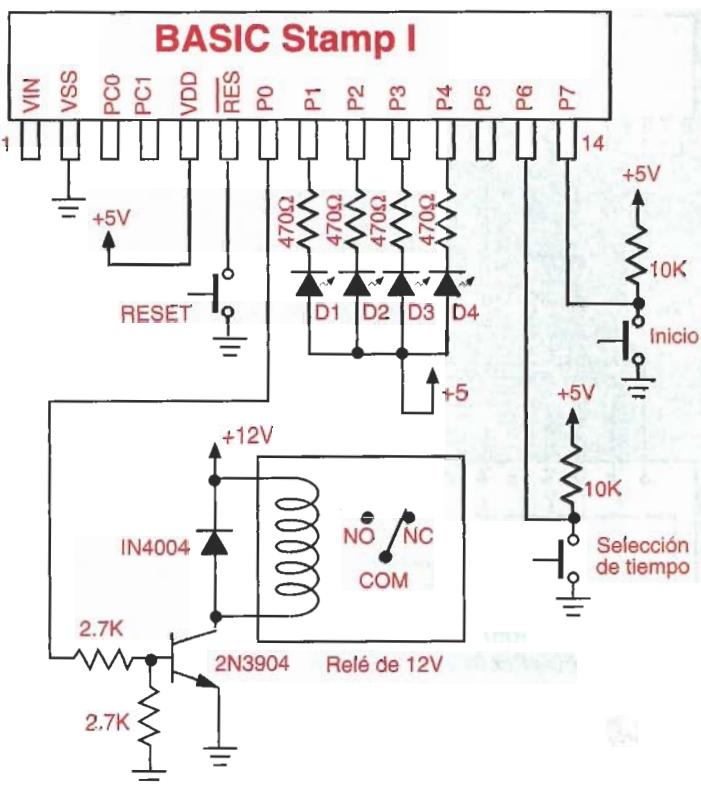


Figura 1. Diagrama esquemático del temporizador ajustable

'Temporizador ajustable

```

SYMBOL Select = b2           'Variable que guarda el tiempo de salida
let dirs = %00011111          'Programa puertos
let w0 = 0                      'Inicializa variables en cero
let w1 = 0                      'Enciende el primer LED y apaga relé
let pins = %00011100

Main:
  button 7,0,0,0,b0,0,no_sel   'Revisa botón de selección de tiempo
  branch Select,(Time0,Time1,Time2,Time3)
no_sel:
  button 6,0,200,60,b1,1,ajuste    'Revisa botón de inicio
  goto Main
  'ajuste permite incrementar la variable de selección de tiempo
ajuste:
  let Select = Select + 1      'Incrementa selección.
  if Select < 4 then skip       'Si Select = 4, entonces Select = 0.
  let Select = 0                 'Salta esta línea si Select es < 4.
skip:
  lookup Select,(%11111100,%11111010,%11110110,%11101110),pins
  goto Main

Time0:
  high 0                         'Tiempo más bajo
  pause 1000                     'Activa salida del relé
  low 0                          'retardo de 1 segundo
  goto main                       'Apaga el relé
                                    'Vuelve al programa principal

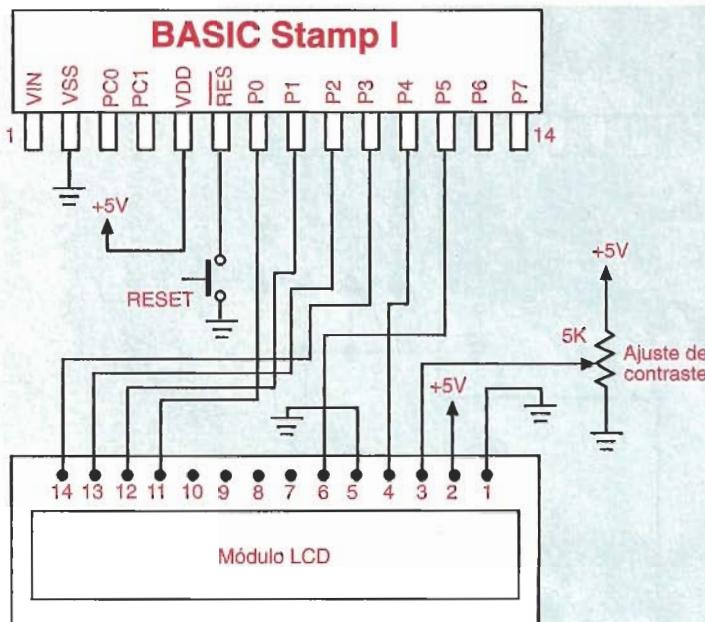
Time1:
  high 0                         'Segundo tiempo
  pause 2000
  low 0
  goto main

Time2:
  high 0                         'Tercer tiempo
  pause 3000
  low 0
  goto main

Time3:
  high 0                         'Cuarto tiempo
  pause 4000
  low 0
  goto main

```

Figura 2. Programa del temporizador ajustable



**Figura 3.** Diagrama esquemático del circuito para manejar un módulo LCD

'Programa que maneja un módulo LCD

'Definiciones

```

Symbol E = 5      'Enable pin, 1 = habilitado
Symbol RS = 4     'Selector de dato/control, 0 = control
Symbol char = b3   'caracter enviado al LCD

begin: let pins = 0      'Pone salidas en cero
       let dirs = %00111111  'programa puertos
       pause 200             'Espera 200 ms para estabilizar LCD

'Inicializa el LCD para trabajar con interface de 4 bits

i_LCD: let pins = %00000011  'Inicia operación a 8 bits
       pulsout E,1           'Repite el dato 3 veces
       pause 10
       pulsout E,1
       pause 10
       pulsout E,1
       pause 10

       let pins = %00000010  'Inicia operación a 4 bits
       pulsout E,1           'Envía dato tres veces
       pause 10
       pulsout E,1
       pause 10
       pulsout E,1
       pause 10

       let char = 14          'Dato para inicializar la pantalla
       gosub wr_LCD           'Llama rutina de escribir LCD

       let char = 6            'Habilita el cursor y
       gosub wr_LCD           'desplazamiento izquierda-derecha

       let char = 1            'Borra la pantalla
       gosub wr_LCD

       high RS                'Se prepara para enviar datos

'Programa principal

main: for b4=0 to 15
      LOOKUP b4, («CEKIT - PEREIRA »), b3
      gosub wr_LCD
      pause 300
      next
      goto i_LCD
  
```

'Escribe el carácter ASCII de la variable b3 en el LCD.

```

wr_LCD: let pins = pins & %00010000
       let b2 = char/16
       let pins = pins | b2
       pulsout E,1
       let b2 = char % 16
       let pins = pins & %00011111
       let pins = pins | b2
       pulsout E,1
       return
  
```

**Figura 4.** Programa para manejar un módulo LCD

no\_sel. Esto último significa que en caso contrario, es decir cuando el botón si esté presionado, no saltará sino que ejecutará la siguiente instrucción. Una interpretación similar se puede hacer para la otra instrucción *button*, en la cual se lee el estado del pulsador que genera el cambio de tiempo almacenado en la posición de memoria *select*.

La instrucción *branch* es la que indica a cual de las diferentes opciones de salida (time0 a Time3) debe saltar el programa. Su formato es el siguiente:

*BRANCH offset,(salto1,salto2,salto3,...)*

- *Offset* es una variable que indica a cual de las direcciones (salto1, salto2,...) va a saltar.

De esta forma, según el número que contenga la variable *select*, el programa saltará a una de las etiquetas *Time*. El resto de programa es bastante sencillo y puede ser deducido por el lector.

### Ejercicio N° 2. Manejo de un módulo LCD

El experimento consiste en mostrar un mensaje en la línea superior de una pantalla de cristal líquido, el cual se repite indefinidamente. La interface entre el microcontrolador y el módulo LCD se hace a 4 bits dado que el primero sólo posee 8 pines de entrada/salida. En la figura 3 se muestra el diagrama esquemático y en la figura 4 el programa correspondiente. Para comprender todo el proceso involucrado en el manejo de los módulos LCD se remite al lector a la edición N° 36 de esta publicación, donde encontrará los datos referentes a los caracteres de control, diagramas de tiempo, configuración de pines, etc.

Los pines P0 a P3 del BASIC Stamp se utilizan como bus de datos, mientras que el pin P4 se encarga de manejar el pin de habilitación de la pantalla (E) y el pin P5 controla el pin de selección de dato o control del módulo (RS). El potenciómetro de ajuste de contraste permite que el usuario obtenga la mejor visibilidad posible desde su punto de vista. Un dato importante que se debe tener presente es que el programa del microcontrolador incluye todas las instrucciones recomendadas para una correcta inicialización de los módulos LCD basados en el controlador Hitachi 44780, que es el más popular.

El programa del BASIC Stamp empieza con la definición de las variables a utilizar y con la inicialización de los puertos. Además, existe un retardo de 200 milisegundos antes de empezar cualquier operación. Este tiempo es muy importante para el correcto funcionamiento de la pantalla ya que sin él, es posible que el módulo se bloquee o que呈ente unos caracteres extraños en la pantalla.

Las siguientes operaciones consisten en enviar al módulo unos datos y señales de control especiales para que el módulo opere con un bus de datos de 4 bits, para activar el cursor y para borrar la pantalla. Posteriormente, el programa

entra en un ciclo que se repite 16 veces, cuya operación consiste en tomar el carácter ASCII que se desea enviar al módulo y llevarlo al exterior al mismo tiempo que se generan las señales de control correspondientes.

Los caracteres ASCII se envían al puerto mediante una instrucción *LOOKUP*, la cual contiene el mensaje, escrito entre comillas, para indicar dicho formato. Luego de obtener el carácter de turno en la variable *b3*, se llama la subrutina *wr\_LCD*, la cual se encarga de pasar el dato a la pantalla. Luego del envío de cada carácter se hace un retardo de 300 milisegundos para lograr un efecto visual agradable. Una vez terminado el ciclo, el programa vuelve al comienzo para así repetir el mensaje indefinidamente.

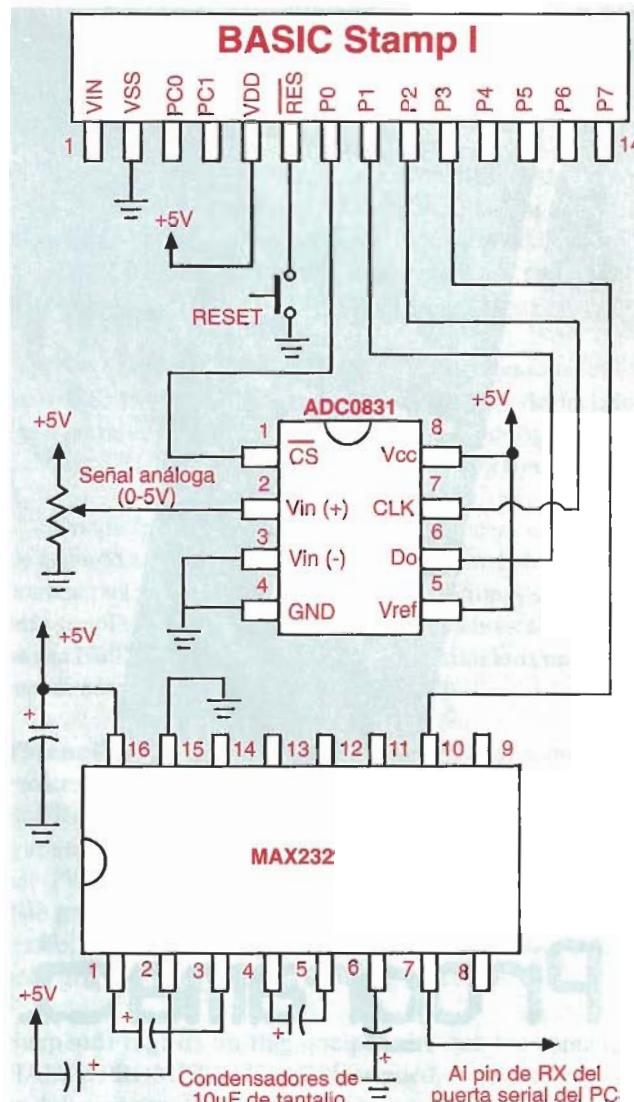
### Ejercicio Nº 3. Sistema de adquisición de datos

El experimento consiste en construir un sistema básico de adquisición de datos, el cual puede leer una señal analógica entre 0 y +5VDC, convertirla en su valor digital equivalente y luego, enviarla serialmente con formato RS-232 hacia una computadora para que pueda ser almacenada, analizada y mostrada en la pantalla. En la figura 5 se muestra el diagrama esquemático del circuito y en la figura 6 el listado del programa.

Para lograr el objetivo propuesto, utilizamos el BASIC Stamp como elemento de control, el cual se conecta a un circuito integrado MAX232 para hacer la conversión de los datos seriales que entrega el micro, a los niveles de voltaje y corriente requeridos por una interface RS-232. También, para hacer la conversión de la señal analógica en su equivalente digital, se utiliza un circuito integrado ADC0831, el cual es un convertidor analógico a digital con resolución de 8 bits cuya conexión con el microcontrolador se realiza en forma serial.

Gracias a las poderosas instrucciones del microcontrolador BASIC Stamp, el programa para esta aplicación es bastante corto. Inicialmente, se definen las variables y se inicializan los puertos. Posteriormente, el programa entra en un ciclo donde se hace una lectura del valor analógico mediante el llamado a la subrutina *conv*, después, el microcontrolador envía el dato serialmente con la instrucción *serout* configurada para enviar datos a 1200 bps, datos de 8 bits, sin paridad y con 1 stop bit (1200, 8, n,1). Por último, antes de volver a empezar el ciclo, se hace un retardo de 1 segundo. La subrutina *conv* se encarga de generar todas las señales de control necesarias para que la comunicación entre el microcontrolador y el convertidor A/D se realice de forma correcta.

En la computadora se requiere un programa que reciba los datos serialmente con la misma configuración (1200, 8, n, 1), y que realice con ellos la operación que el usuario requiere. Como ejercicio, se puede utilizar el programa *HyperTerminal* de Windows 95, el cual permite configurar fácil y rápidamente un puerto serial de la computadora para recibir los datos y pasarlo a la pantalla. 





*En este artículo estudiaremos una herramienta muy poderosa que viene con SysRPL denominada Parameterized Outer Loop con la cual haremos un juego para entender mejor su aplicación. Esta utilidad fue diseñada para aplicaciones basadas en el uso del teclado y la pantalla.*

**IMPORTANTE:** Recordemos que en SysRPL son comunes los errores que pueden causar pérdidas totales de memoria en la calculadora, borrándose todo el contenido de esta; así que se recomienda hacer un backup de ella en la computadora, antes de ejecutar cualquier programa hecho por usted.

# Programación avanzada

de la

**HP48**

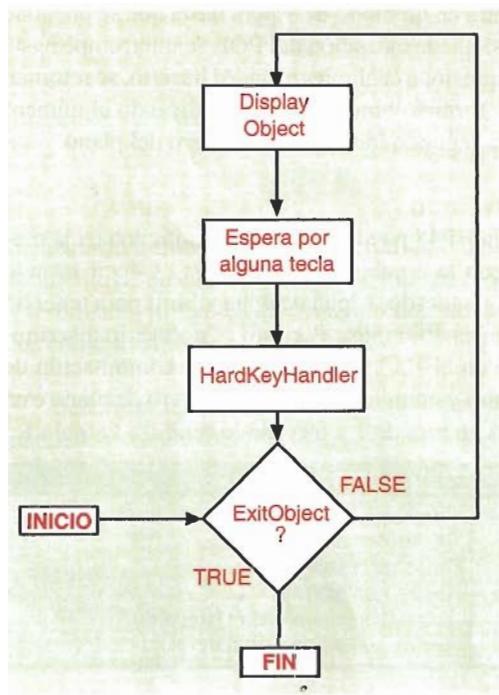
## SysRPL: Parameterized Outer Loop

Parte 1

FELIPE GONZALEZ SÁNCHEZ

El POL ó Parameterized Outer Loop es una estructura prefabricada que ejecuta un ciclo un número de veces indefinido de acuerdo a una serie de condiciones que se dan dentro de esa estructura. Existen una serie de objetos que se van ejecutando a medida que se van cumpliendo diferentes eventos en la calculadora; un diagrama de este ciclo se puede observar en la figura 1.

El POL funciona de acuerdo a las teclas que se vayan presionando; se ejecuta una rutina antes de que se presione alguna tecla, luego espera que se presione una tecla y luego evalúa otra rutina de la que depende si se acaba o no el POL. También hay una condición de error que en el caso de que se produzca un error durante la ejecución de la rutina correspondiente a una tecla, se ejecute otra rutina en ese caso.



**Figura 1.**  
Diagrama de flujo

de HardKey Handler. Si es FALSE se evita cualquier acción de estas, si es TRUE existe la posibilidad de procesarlas posteriormente dependiendo de la tecla que sea.

**DoStdKeysFlag:** Este FLAG complementa a NonAppKeyFlag, ya que deben tener cierta relación. Si es FALSE indica que las teclas no válidas presionadas durante HardKeyHandler deben actuar de acuerdo a su definición de usuario; si este flag es TRUE, se ignoran las definiciones de teclas de usuario.

**SoftKeyMenu:** Es una lista que define el comportamiento de las SoftKeys (Teclas blancas en la parte superior del teclado). Para permitir la ejecución de estas teclas NonAppKeyFlag debe ser TRUE y el formato es mostrado en la figura 2.

Donde "título" es el nombre que aparecerá en el menu de acuerdo a la acción que se quiera ejecutar. Esta lista debe contener un número múltiplo de seis definiciones y en el caso más simple, deben ser seis. Para usar definiciones en blanco, se usa NullMenuKey; por ejemplo una definicion con un sólo menu, como en la figura 3.

**#MenuRow:** Es un bint que especifica cual menu debe mostrarse para el uso de SoftKeys. Si por ejemplo, la lista SoftKeyMenu tiene doce definiciones y se quieren mostrar en los SoftKeys las definiciones del seis al doce, debe ser TWO el parámetro de #MenuRow; en otras palabras, este parámetro define cual conjunto de menus deben mostrarse; normalmente es ONE que es cuando se tiene un sólo grupo o cuando no se tiene ninguno.

**SuspendFlag:** Es un flag que permite que los comandos HALT o PROMPT de UserRPL se puedan ejecutar por fuera del programa con el fin de hacer un seguimiento de la ejecución. Si es FALSE se cierra el código dejándolo sólo para ejecución; si es TRUE permite ver el contenido de variables y el sistema en general. Este flag normalmente es FALSE, a no ser que se desee dejar el programa con la posibilidad de intromisión desde UserRPL lo cual no es aconsejable.

**ExitObject:** Es el último objeto en ejecutarse; es decir después de que se ha presionado alguna tecla. Este objeto puede ser una rutina cualquiera que se desee ejecutar después de que haya sido presionada cualquier tecla y debe devolver un FLAG. Si es FALSE se ejecuta de nuevo todo el ciclo del POL; si es TRUE se finaliza la ejecución del POL.

**ErrorObject:** Es otra rutina que se ejecuta sólo en el caso de que ocurra un error en la rutina de HardKey Handler; no atrapa errores ocurridos en DisplayObject ni en ExitObject. Esta rutina puede ser cualquier cosa y debe incluir operandos de error,

```
{
  { "título" :: acción ; } { "título" :: acción ; } { "título" :: acción ; }
  { "título" :: acción ; } { "título" :: acción ; } { "título" :: acción ; }
```

**Figura 2**

```
{
    NullMenuKey NullMenuKey NullMenuKey
    NullMenuKey NullMenuKey { "titulo" :: acción ; }
}
```

**Figura 3**

por ejemplo en el caso más simple donde no se quieren manipular errores se deja como 'ERRJMP que ejecuta el último error, de lo cual hablaremos más adelante. Para ilustrar esto, veamos un ejemplo genérico con el programa de la figura 4.

Este programa ilustra como debe ir el POL dentro de un programa de SysRPL en general; nótese en este caso el uso de los flags que definen NonAppKey, DoStdKeyFlag y SuspendFlag, el programa no utiliza teclas diferentes a las reconocidas durante el HardKeyHandler, ya sean teclas de usuario o SoftKeys; en este caso se utilizaron exclusivamente lo que se conoce como HardKeys que son las teclas definidas en el HardKeyHandler.

Es importante que se vea el uso del símbolo antes de cada rutina, ya que el POL toma los parámetros de la pila para ejecutarse. El comando ( ' ) lo que hace es poner en la pila el objeto siguiente previniendo la ejecución inmediata en este caso lo cual sucedería si no se pone este comando antes de los delimitadores de secundario (:: .... ;).

### HardKey Handler

Digamos que esta rutina podría ser el núcleo central del POL ya que allí se ejecutan procedimientos de acuerdo a las teclas que se presionen y debe operarse apropiadamente para utilizar las funciones que presta. El funcionamiento dentro del POL es el siguiente: después de haberse ejecutado Display Object, la

calculadora entra en un modo de espera hasta que se presione alguna tecla así que la ejecución del POL se interrumpe hasta que el usuario presione cualquier tecla. Al hacerlo, se retornan dos valores en formato bint; el primero indicando el número de la tecla, y el segundo indicando el número del plano.

### Planos del teclado

El teclado de la HP48 puede utilizarse sin ninguna tecla modificadora o con la combinación de estas; es decir usando Shift derecho, izquierdo, Alpha o Alpha y Shift para tener un total de 294 teclas diferentes. Por esto es necesario discriminar cada tecla en el HarkeyHandler por su combinación de número de plano y número de tecla. El número de plano está definido como un bint de 1 a 6 como lo muestra la tabla 1.

#Plano	Descripción de plano
1	Teclas sin shift
2	Teclas con shift izquierdo
3	Teclas con shift derecho
4	Teclas con alpha
5	Teclas con alpha + shift izquierdo
6	Teclas con alpha + shift derecho

**Tabla 1**

### Distribución de las teclas

Además del bint arrojado por presionar una tecla, se devuelve también otro bint que va de 1 a 49 indicando el número o código de la tecla; estos códigos se obtienen fácilmente contando desde la primera tecla ubicada en la esquina superior izquierda correspondiente al código 1 hasta la última siendo la tecla (+) cuyo código es 49.

Ahora bien, la rutina de HardKey Handler debe tomar dos argumentos, el plano y el código de la tecla para actuar

```
:: (inicio del programa)
.... Otras instrucciones fuera de el POL ....
' :: rutina de display object ;
' :: rutina de HardKey Handler que debe reconocer las teclas y devolver un FLAG ;
FALSE ( NonAppKeyFlag, evita otras teclas no definidas en HardKeyHandler incluyendo SoftKeys )
TRUE ( DoStdKeyFlag, rechaza definiciones de teclas de usuario )
{ } ( SoftKeysMenu, Menu de teclas blancas vacío, no se van a utilizar estas teclas )
ONE ( #MenuRow )
FALSE ( SuspendFlag, evita la intromisión o pausa en la ejecución desde UserRPL )
' :: rutina de ExitObject que es ejecutada después de haberse procesado HardKeyHandler y devuelve un
flag indicando si se finaliza el POL o no, en caso negativo se reinicia la secuencia desde Display Object ;
' ERRJMP (Error object, en este caso es simplemente el ejecutor de cualquier error que haya sido
ocasionado durante la ejecución de HardKeyHandler )
ParOuterLoop (Ejecuta el POL tomando los nueve parámetros anteriores)
.... Otras instrucciones fuera de el POL ....
; (Fin del programa)
```

**Figura 4**

```

    :::
    ONE #=casedrop
    :: FOURTEEN #=casedrop :: acción para [STO] TRUE ;
    FIFTEEN #=casedrop :: acción para [EVAL] TRUE ;
    DROP 'DoBadKeyT
    2DROP 'DoBadKeyT
;

```

Figura 5

de acuerdo a estos. Ellos se generan automáticamente en el momento de ejecutarse esta rutina y luego procesar los datos y terminar la rutina devolviendo un flag ya sea TRUE o FALSE como ilustraremos a continuación.

Sabemos que al ejecutarse HardKeyHandler tenemos dos parámetros que indican el código de tecla y el plano. La instrucción condicional #=casedrop es muy útil para este tipo de situaciones y funciona de la siguiente forma:

```

#=casedrop      #618D3h
Uso:
:: ... #=casedrop rutina ... ;

```

Toma dos números en formato bint de la pila, un #a y #b. Si son iguales, ejecuta la rutina y deja la pila vacía; si no son iguales, deja a #a en la pila. Ahora veamos como sería un ejemplo del HardKeyHandler para reconocer las teclas STO y EVAL sin Shift, es decir en el plano 1. Figura 5.

Inicialmente comparamos el plano con ONE que es el caso donde no hay Shift. Si lo hubiese, nunca entraría a la siguiente rutina y pasaría al final donde está 2DROP 'DoBadKeyT, cuya función es borrar los dos niveles de la pila, o sea el plano y el código con 2DROP y luego 'DoBadKey produce un *beep* de tecla inválida y deja un TRUE necesario para finalizar el HardKeyHandler.

En el caso de que la tecla presionada esté en el plano primario o sea sin Shift, entra a ejecutarse el primer #=casedrop cuya función es procesar el plano primario. A continuación, vienen una serie de #=casedrop para procesar el código de la tecla; nótese que en este caso, el bint representante del plano fue absorbido por #=casedrop ya que este fue verdadero.

En este caso contemplamos dos posibilidades, FOURTEEN y FIFTEEN correspondiendo a las teclas [STO] y [EVAL] respectivamente. Cada una de estas teclas tiene su procedimiento a ejecutar en caso de que se presionen y al final deben devolver TRUE tal como se muestra en el ejemplo. En el caso de que no se presione ninguna de estas teclas, los #=casedrop pasan en vano ejecutándose entonces la condición de



Figura 6. Juego de memoria usando POL.

tecla inválida que en este caso es DROP 'DoBadKeyT, que lo que hace es borrar el código inválido; luego hacer *beep* indicando una entrada equivocada y luego retornando un TRUE para culminar la ejecución del HardKeyHandler. El comando 'DoBadKeyT es la unión de DoBadKey y TRUE, es decir ejecuta el *beep* y luego pone un TRUE en la pila.

### Ejemplo de aplicación

Para aterrizar el concepto de POL y mostrar su utilidad, vamos a hacer un juego basado en el POL de manera que se vea en un ejemplo real el desempeño de esta herramienta. El juego consiste en seguir la secuencia de unos cuadros que van encendiéndose aleatoriamente, es decir, hay cuatro posibilidades como lo muestra la figura 6. Esos cuadros se encienden uno tras otro; cada turno uno de más y luego el jugador debe seguir la secuencia y cuando cambia de turno, la máquina hace la misma secuencia más uno nuevo y así sucesivamente poniendo a prueba la memoria del jugador. Este juego se conoce como SIMON o MEMORY.

En este programa utilizaremos algunas instrucciones nuevas que iremos explicando a medida que veamos el código. Además, usaremos procedimientos locales o subrutinas ya que es una gran ayuda que nos permite organizar y comprender mejor el programa. Para definir subrutinas, se usa el directive del compilador de SysRPL DEFINE que indica el nombre y la acción de cada subrutina en el principio del programa para permitir ejecutar estas más adelante en el núcleo central del código. Es indispensable que se definan al principio del programa; para esto veamos un ejemplo:

```

ASSEMBLE
NIBASC /HPHP48-P/
RPL

DEFINE rutina1 :: comandos ;
DEFINE rutina2 :: comandos ;
DEFINE teclaMTH SEVEN

:: ....
... rutina1 ...
... teclaMTH ... rutina2
;

```

Esta es la forma general como se debe usar DEFINE para definir subrutinas, nótese como se llaman estas para su ejecución en cualquier parte del programa principal; en este caso definimos también la palabra teclaMTH que sería análoga a una definición de una constante en un lenguaje popular de alto nivel como el C o Pascal. El código fuente del programa total se puede ver en la figura 7. Este programa se explicará detalladamente en el siguiente artículo.❷

Dudas, Preguntas ?

fgonzale@openway.com.co

```

SIMON.S 3071 Bytes Checksum #E10Bh

ASSEMBLE
NIBASC /HPHP48-P/
RPL
DEFINE PRENDE1 :: LAM NEGRO ABUFF 42 17 GROB! % 1000 % 0.1 DOBEEP SLOW ABUFF 42 17 65 33 GROB!ZERODRP ;
DEFINE PRENDE2 :: LAM NEGRO ABUFF 68 17 GROB! % 1300 % 0.1 DOBEEP SLOW ABUFF 68 17 91 34 GROB!ZERODRP ;
DEFINE PRENDE3 :: LAM NEGRO ABUFF 42 36 GROB! % 1600 % 0.1 DOBEEP SLOW ABUFF 42 36 65 52 GROB!ZERODRP ;
DEFINE PRENDE4 :: LAM NEGRO ABUFF 68 36 GROB! % 1900 % 0.1 DOBEEP SLOW ABUFF 68 36 91 53 GROB!ZERODRP ;
DEFINE AZAR :: %RAN % 3.9 %* %IP COERCE ;
DEFINE INTERP :: DUPZERO #=casedrop PRENDE1 ONE #=casedrop PRENDE2 TWO #=casedrop PRENDE3 THREE #=casedrop PRENDE4
DEFINE PUNTOS :: "Puntos: " LAM MAQUINA LENCOMP #1- #>$ !append$ $>grob ABUFF ONE 36 GROB! ;
DEFINE TVALIDA :: TrueTrue ' LAM TECLA STO ;
::;
AtUserStack
ONE
TrueFalse
{0} DUP
ASSEMBLE
{CON(5)} _DOCDOR
REL(5) end
CON(5) 16
CON(5) 23
NIBHEX FFFFFF7FFFFFF7FFFF
NIBHEX F7FFFFFF7FFFFFF7
NIBHEX FFF7FFFFFF7FFFFFF7
NIBHEX FFFFFFF7FFFFFF7FF
NIBHEX F7FFFFFF7FFFFFF7FF
NIBHEX FFF7FFFFFF7FFFFFF7
NIBHEX FFFFFF7
end
RPL
[LAM CONT LAM TECLA LAM SALE LAM JUGADAS LAM MAQUINA LAM NEGRO ]
BIND

ClrDA1IsStat RECLAIMDISP

40 15 92 15 LINEON
40 34 92 34 LINEON
40 53 92 53 LINEON
40 15 40 53 LINEON
66 15 66 53 LINEON
92 15 92 53 LINEON

"SIMON" $>GROB ABUFF FIFTYTHREE ZERO GROB!
"Por Felipe Gonzalez" $>grob ABUFF TWENTYNINE NINE GROB!

"TECLAS" $>grob ABUFF 101 THIRTYFOUR GROB!
" 1 2 " $>grob ABUFF 101 FORTYTWO GROB!
" 0 . " $>grob ABUFF 101 FORTYEIGHT GROB!

' :: LAM TECLA IT :: LAM JUGADAS LENCOMP LAM MAQUINA LENCOMP #1-
2DUP #= 3UNROLL #> OR ITE :: PUNTOS VERYSLW LAM MAQUINA LENCOMP #1+ ONE DO VERYSLW LAM MAQUINA
INDEX@ NTHCOMPDROP INTERP DROP LOOP LAM MAQUINA AZAR >TCOMP ' LAM MAQUINA STO
NULL{} ' LAM JUGADAS STO ONE ' LAM CONT STO ;
:: LAM CONT #1+ ' LAM CONT STO ; ;
;

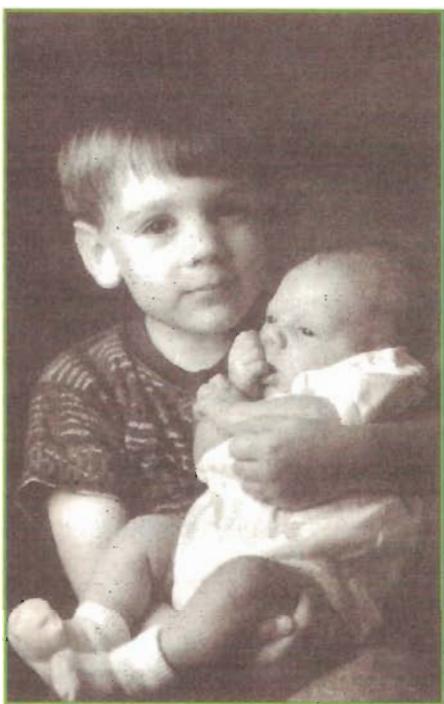
' :: ONE #=casedrop
:: FORTYONE #=casedrop :: ZERO INTERP LAM JUGADAS SWAP >TCOMP ' LAM JUGADAS STO TVALIDA ;
FORTYTWO #=casedrop :: ONE INTERP LAM JUGADAS SWAP >TCOMP ' LAM JUGADAS STO TVALIDA ;
FORTYSIX #=casedrop :: TWO INTERP LAM JUGADAS SWAP >TCOMP ' LAM JUGADAS STO TVALIDA ;
FORTYSEVEN #=casedrop :: THREE INTERP LAM JUGADAS SWAP >TCOMP ' LAM JUGADAS STO TVALIDA ;
FORTYFIVE #=casedrop :: LAM JUGADAS FIVE >TCOMP ' LAM JUGADAS STO TrueTrue ' LAM SALE STO ;
FALSE ' LAM TECLA STO DROP 'DoBadKeyT ;
ZDROP 'DoBadKeyT ;

FALSE
TRUE
{ }
ONE
FALSE
' :: LAM TECLA ITE :: LAM CONT DUP SWAP LAM JUGADAS SWAP NTHCOMPDROP SWAP
LAM MAQUINA SWAP NTHCOMPDROP
#=ITE FALSE TRUE ; FALSE ;

' ERRJMP
ParOuterLoop
DOCLLC
LAM SALE ITE :: "ADIOS !!!" ; :: "PERDIO !!!" ;
$>BIGGROB ABUFF 42 17 GROB!
% 500 % 0.25 DOBEEP VERYSLW % 750 % 0.25 DOBEEP
PUNTOS VERYSLW
ClrDAsOK
ABND
;

```

**Figura 7.** Listado completo del programa SIMON.S

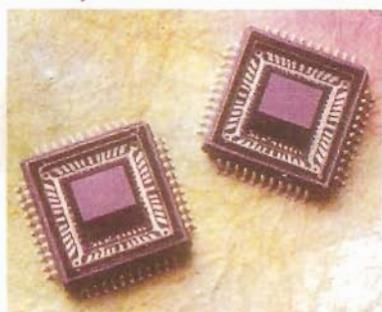


# Qué hay de nuevo en...

*En esta sección hacemos referencia a aquellos dispositivos relacionados con la electrónica y las computadoras que, además de ser novedosos, llaman la atención por sus características y servicios prestados*

## S e n s o r e s

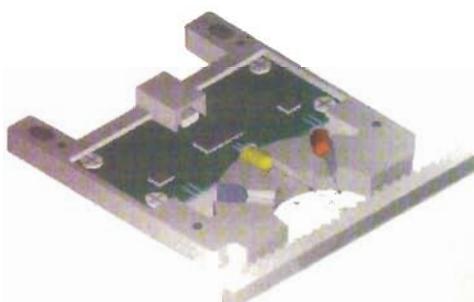
### Sensores CMOS para vídeo

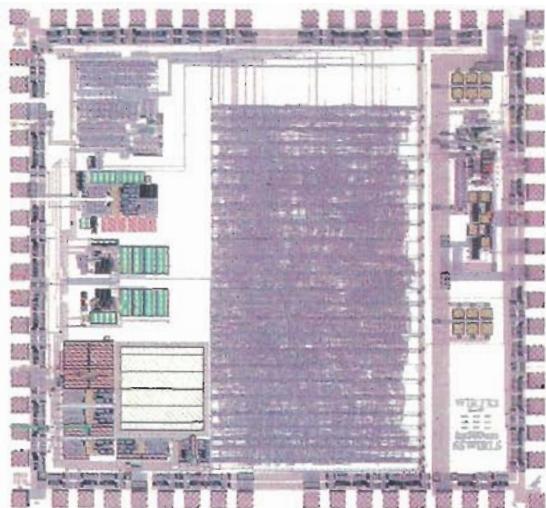


La firma Hewlett Packard ha diseñado un sensor que puede recibir imágenes de vídeo digital con una resolución de 640 x 480 (VGA) y hasta 15 cuadros por segundo. Con estas propiedades, el vídeo digital casi se puede observar sin el parpadeo clásico de este tipo de cámaras. También ha desarrollado una versión de menor resolución de imagen (CIF), pero a una fantástica velocidad de 44 cuadros por segundo. Pueden controlarse independientemente la sensibilidad de los colores básicos el rojo, el verde y el azul.

### Sensor óptico de superficies rugosas

La mayoría de los sensores ópticos utilizan la reflexión de un haz luminoso para determinar la presencia o no de determinados objetos. Este sensor utiliza el mismo principio pero sirve para cuantificar la rugosidad del objeto observado. Posee un generador luminoso y dos detectores ópticos que reciben la luz desde diferentes ángulos. De acuerdo al procesamiento de la diferencia de intensidad entre los dos sensores se determina qué tan liso o tan áspero es el material.



**Telesensor inalámbrico**

La medición de variables sin el uso de cableado entre el sensor y el proceso de los resultados es quizá una de las maneras más óptimas de diseñar un sistema e control. Pues bien, la firma DA Systems ha desarrollado un telesensor, que consiste en un único circuito integrado que contiene los sensores, los conversores A/D y hasta el circuito amplificador de radiofrecuencia para enviar los datos tomados hasta una estación remota. Lo mejor del dispositivo es su reducido tamaño. Con este producto se da un gran paso en el rápido avance de este tipo de mediciones técnicamente llamada Telemetría.

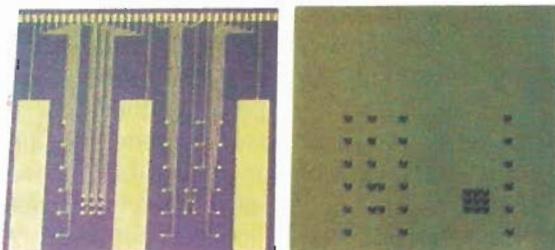
**Componentes****básicos****Resistencias de potencia con refrigeración**

El problema con las resistencias cuando se manejan altas tensiones y altas corrientes es el sobrecalentamiento que adquieren debido a su disipación de potencia. Las resistencias con refrigeración permiten funcionamiento continuo con alta disipación de calor. En sus extremos poseen terminales para ser adaptados a tuberías de tal forma que con la circulación de líquidos refrigerantes se evite el calentamiento excesivo de las mismas. Pueden adquirirse valores desde 0.5 ohmios hasta 1000 ohmios de resistencia. Más información en:

<http://www.ohmite.com>.

**Semiconductores****Chip dosificador de medicamentos**

Este circuito integrado de tamaño reducido y que ha sido denominado "Pharmacy", puede almacenar en cada uno de sus 34 depósitos internos hasta 25 nanolitros de determinada droga, la cual se puede suministrar a un paciente en dosis y tiempos exactos de manera automática. Por el lado frontal del microchip, todos los depósitos son cubiertos con una fina capa de oro. Por medio de un pequeño voltaje aplicado entre esta capa y los hilos conductores, el químico puede ser disuelto y suministrado al paciente según prescripción médica. Su tamaño permite que sea instalado fácilmente debajo de la piel.



## LEDs de luz blanca



La luz emitida por los diodos luminosos o LEDs ha sido tradicionalmente de colores amarillo, rojo y verde, y hasta hace poco azul. Ahora tenemos los nuevos LEDs de luz verdaderamente blanca, de alto brillo y gran eficiencia, elaborados a partir de semiconductores. Con este producto se evitan las costosas y molestas mezclas de luces de diferentes colores para poder obtener una luz de color blanco.

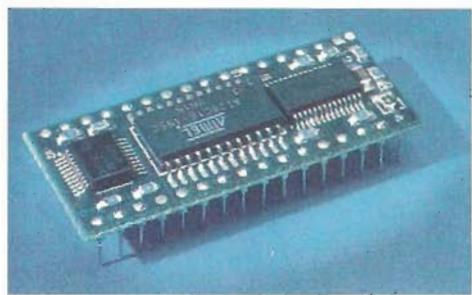
## Microcontroladores con memoria Flash

La nueva familia de microcontroladores FlashFlex 51 es el resultado de la combinación de tecnologías como la memoria Flash y la tradicional arquitectura del 8051. Ya se tienen versiones de microcontroladores con 68 Kbytes, memoria que viene agrupada en dos bancos diferentes. Operan a velocidades de hasta 33 MHz con 5 voltios y 12 MHz con 3 voltios respectivamente. Pueden programarse con los dispositivos programadores estándares de 8051 o con sistemas para programación de otros tipos de memoria con el respectivo adaptador de pines. Más información en:

<http://www.ssti.com>



## CHIP PROMDISK BIOS de 32 MB con DOS 6.22



Con este maravilloso producto pueden efectuarse operaciones en computadora sin necesidad de utilizar unidades de almacenamiento como disquetes ni discos duros. Solamente se debe insertar en reemplazo de la tradicional ROM BIOS. Posee los archivos de arranque y adicionalmente contiene la versión 6.22 del DOS. Pueden adquirirse versiones de 4MB, 8MB, 16 MB y 32MB. Así mismo, también se tienen drivers disponibles para Windows 3.1x, Windows 95 y Windows NT. También se pueden obtener tarjetas de interface para slots ISA que cumplen la misma función y con memoria hasta de 128 MB.

# D i s p o s i t i v o s e l e c t r ó n i c o s

## Grabador de voz de 24 minutos

La firma SONY está ofreciendo actualmente su nuevo modelo para la grabación de mensajes personales. Su tamaño permite una fácil maniobrabilidad y puede sostenerse fácilmente en la palma de la mano. La voz es reproducida con excelente nitidez y calidad de sonido. Los mensajes pueden ser clasificados en 5 diferentes categorías con el fin de brindar un fácil y rápido acceso a los mismos. Entre sus características podemos mencionar el funcionamiento automático del inicio y fin de la grabación, operaciones que dependen del nivel de voz del usuario.



## P r o d u c t o s p a r a c o m p u t a d o r a s



### Impresoras láser

Este es un nuevo modelo de impresora para la elaboración de documentos en color producida por la firma Xerox. Además de ser a bajo costo, suministra una impresión nítida y profesional. Es muy fácil de utilizar ya que ejecuta los pasos de configuraciones detalladas en forma automática. Recordemos que la tecnología del láser ofrece la mejor calidad en impresoras y equipos de oficina. Observe en el recuadro el resumen de sus principales características técnicas.

Resolución 600 x 600 dpi  
 Memoria RAM 30 MB  
 Lenguajes PCL5C  
 Adobe Postscript Nivel 2  
 Permite conexión en red

## Duplicador de CD

Este novedoso equipo para la copia de información de CD a CD incluye en un mismo dispositivo varios CD-R y una impresora que marca directamente las etiquetas de los discos. Como puede verse, es un dispositivo todo en uno. La velocidad de copia es de 8X, es decir que la copia de un CD entero dura solamente de 8 a 9 minutos y si se tiene en cuenta que son varias unidades trabajando simultáneamente con un solo original, el rendimiento puede verse mejorado notablemente.



## Impresoras de inyección



La firma Xerox también ofrece un nuevo modelo en impresoras de inyección de tinta. Una de sus principales características es el tamaño reducido, con lo cual, se ahorra espacio en el escritorio donde se encuentre instalada. Su rendimiento también hace que sea preferida por muchos usuarios de computadoras. Otra de sus características es la de poseer indicador de tintas, con el cual podemos saber cuándo debemos prepararnos para un cambio de cartuchos. En el recuadro podemos observar las especificaciones técnicas de esta impresora.

Rendimiento 8 pág/min en BN  
4 pág/min en color  
Memoria 512K  
Interface Puerto paralelo bidireccional

## UPS

Con el rápido crecimiento de los sistemas de cómputo a nivel de grupo y con la necesidad de proteger la inmensa cantidad de información que fluye a través de estos equipos, las fuentes de voltaje sin interrupción o UPS (*Uninterruptible Power Supply*) se han convertido en equipos de suma importancia a nivel empresarial. La firma Tripp Lite, ampliamente conocida como productora de estos dispositivos, tiene sus modelos especializados que se ajustan a cada necesidad. Por ejemplo, la que aparece en la foto presenta la posibilidad de ser monitoreada remotamente para conocer el estado de cada una de sus baterías y demás elementos. Las siguientes son sus especificaciones técnicas

Salida 120, 208 o 240 VAC  
Tomacorrientes 14  
Bancos de fusibles separados  
Permite el cambio de baterías en operación normal  
Incluye software de monitoreo



# El verdadero valor



*Este artículo establecerá las diferencias que se pueden presentar en las lecturas de los parámetros de una onda no sinusoidal cuando se utiliza un medidor convencional (de voltaje, corriente o potencia) y un dispositivo que lee el verdadero valor rms.*

Jorge Eduardo Calle T. [jectt@utp.edu.co](mailto:jectt@utp.edu.co)

Juan Antonio González O. [jagoc@utp.edu.co](mailto:jagoc@utp.edu.co)

Alvaro A. Orozco G. [aorozcot@utp.edu.co](mailto:aorozcot@utp.edu.co)

Profesores Universidad Tecnológica de Pereira

## Generalidades

Los antiguos medidores análogos utilizados para las lecturas de los voltajes, corrientes y potencias tenían como inconveniente principal el no ser capaces de medir el valor máximo, medían algo que la ciencia llamó el valor r.m.s. (siglas en inglés de “**valor medio cuadrático**”) y que por las limitaciones del momento se impuso.

El concepto de valor r.m.s. fue explicado estableciendo cuál sería la fuente de voltaje de valor constante que reemplazaría, desde el punto de vista de sus efectos exteriores, a la fuente de vol-

taje cuya ley es la señal periódica conectada como se muestra en la figura 1.

Si el efecto térmico sobre la resistencia ha de ser el mismo en a) que en b), se deben igualar los valores de la potencia disipada. Un análisis rápido permite establecer que basta comparar lo que ocurre en un intervalo de tiempo igual al período de la señal periódica. De este desarrollo se obtiene que el valor de F es:

$$F = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T f^2(t) \cdot dt}$$

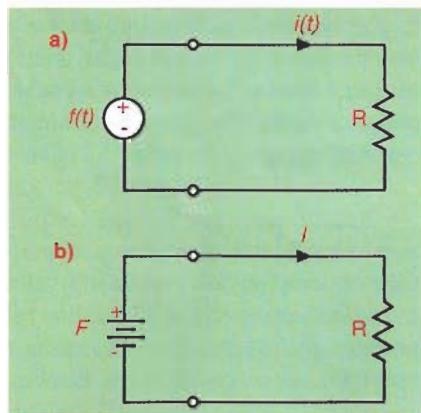


Figura 1.



Figura 2

Como se ve se determina la **raíz cuadrada** (Root) del **promedio** (Mean) de la integral de la función **elevada al cuadrado** (Square) (valor r.m.s).

La costumbre hizo que el valor r.m.s. se incluyera dentro de los tratados sobre circuitos eléctricos y electrónicos y que los medidores digitales, que aparecieron posteriormente, tuvieran que calcularlo.

#### La necesidad de medir el verdadero valor R.M.S.

Para los medidores digitales el valor r.m.s no es natural, se hace, por lo tanto, necesario determinar procedimientos que permitan mostrarlo y se recurre para ello a determinar el valor medio de la onda rectificada (que se determina fácilmente por métodos digitales) y multiplicarlo por una constante  $1,11\dots$  (exactamente  $\pi$  dividido por  $2\sqrt{2}$ ), valor que se calcula de la relación que existe entre el valor promedio de la señal rectificada y el valor r.m.s. de una onda periódica sinusoidal pura. A este método se le conoce con el nombre de método del promedio.

El primer problema se presentó cuando se trató de aplicar a ondas periódicas no sinusoidales. Como era de esperarse, por su misma definición, no funciona adecuadamente, se generan errores que pueden superar el cuarenta por ciento (40%).

Al principio las diferencias no eran más que desarrollos en papel puesto que las formas de onda que se manejaban era sinusoidales puras.

Pero el desarrollo tecnológico habría de dar una sorpresa, aparecieron los equipos y las cargas especiales que hacían que las señales no fueran más como antes, los estabilizadores de voltaje, los reguladores de potencia, las U.P.S (unidades ininterrumpidas de potencia), los motores de velocidad ajustable (servo motores), motores paso a paso Figura 2 y las cargas electrónicas como las de los computadores Figura 3, entre otros, que hicieron que las señales se contaminaran de ruido o que, para cumplir con la función para la cual se utilizaban, tuviesen armónicos. El mejor ejemplo se tiene en el caso de la forma de onda que entrega un estabilizador de voltaje de núcleo saturado (tal vez el más común en las décadas pasadas).

Ahora las lecturas se debían tomar a funciones con componentes armónicas diferentes a la fundamental de 60 Hz (sinusoidales puras), e incluso a señales como ondas cuadradas, rectangulares o rectificadas (fig. 4)

La industria de la instrumentación tenía de nuevo un reto: medir el verdadero valor r.m.s. Pero la pregunta obvia era ¿se necesitaba?

La respuesta no se hizo esperar, bastaba con recordar que los interruptores termomagnéticos (breakers y tacs), los conductores, los fusibles y la mayoría del equipo eléctrico presentaban limitaciones o especificaciones en amperios o en voltios r.m.s. Los vatios se calculan utilizando una fórmula que incluye los valores r.m.s. de la corrien-



Figura 3

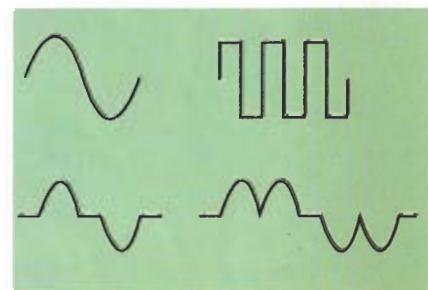


Figura 4



Figura 5

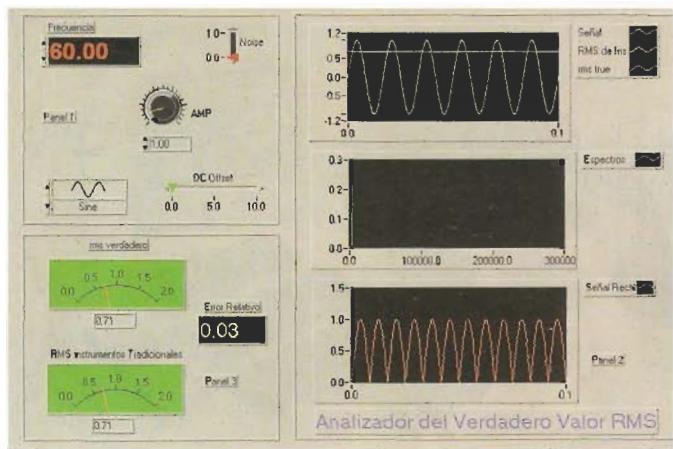


Figura 6

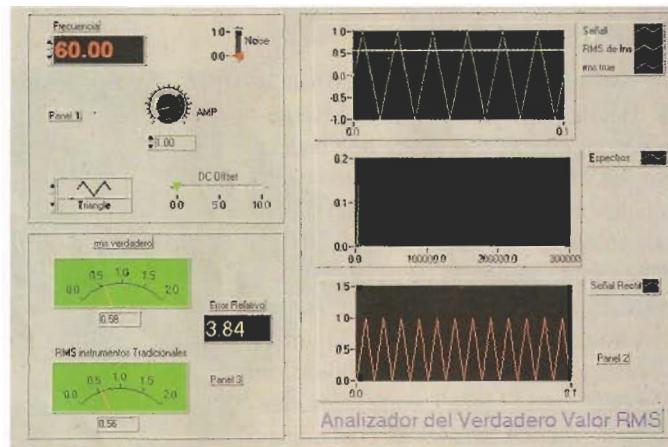


Figura 7

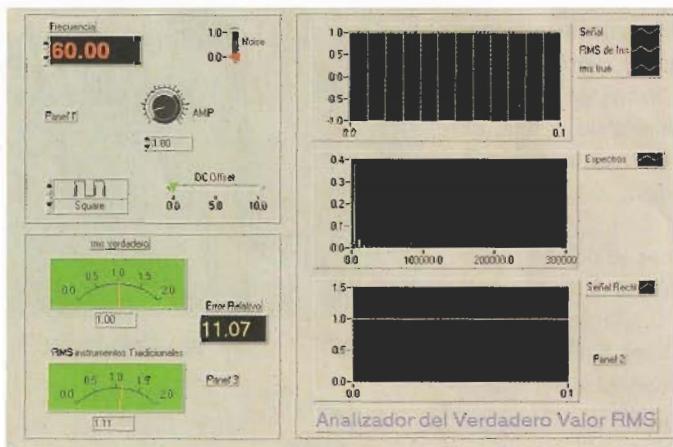


Figura 8

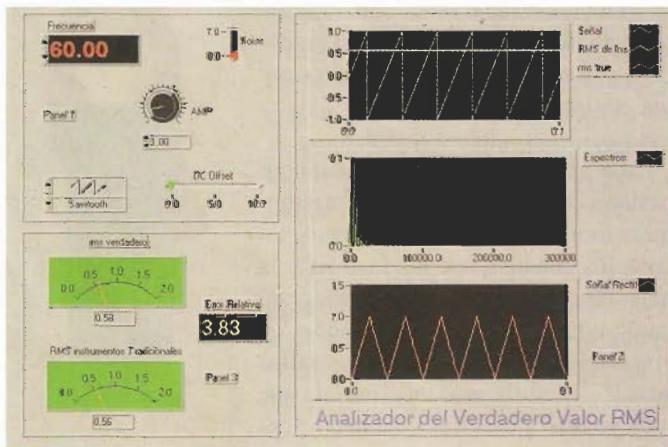


Figura 9

te y el voltaje. Los transformadores y los contadores de energía tienen un tratamiento similar. En resumen, hasta tal punto se había impuesto la definición que era imposible obviarla.

Rápidamente los fabricantes presentaron sus productos: pinzas amperimétricas que miden el verdadero valor r.m.s. Debieron recurrir a circuitos especiales que lo medían directamente y no a través de procedimientos. Las pinzas ahora, a pesar de tener la misma apariencia externa, realizaban el cálculo adecuadamente (para distinguirlas de las que miden el valor r.m.s. utilizando el método del promedio, se escribe en su panel frontal la inscripción **true r.m.s.** Figura 5).

En estricto sentido el cálculo del verdadero valor RMS no se hace directamente sino que se recurre a la fórmula

$$V_{rms} = \sqrt{V_{1rms}^2 + V_{2rms}^2 + V_{3rms}^2 + \dots}$$

donde  $V_{1rms}, V_{2rms}, V_{3rms}, \dots$  son los valores r.m.s de armónicos de la señal.

Puesto que estos armónicos son señales sinusoidales puras y su valor rms es  $\frac{V_{max}}{\sqrt{2}}$  también se puede llegar al

verdadero valor rms ( $V_{rms}$ ) con la fórmula

$$V_{rms} = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{V_{1max}^2 + V_{2max}^2 + V_{3max}^2 + \dots}$$

Para este artículo se realizó un programa en LabView que permite hacer un análisis entre el verdadero valor r.m.s. y el medido por instrumentos tradicionales (simulación). El análisis se hizo para las señales seno (figura 6), triangular (figura 7), cuadrada (figura 8) y diente de sierra (figura 9). Nótese los siguientes valores:

onda	valor r.m.s.	valor instrum.	error
Sinusoidal	0.71	0.71	0.00
Triangular	0.58	0.56	3.81
Cuadrada	1.0	1.11	-11.07
Diente de Sierra	0.58	0.56	3.81

Se estableció la posibilidad de realizar un análisis en línea a partir del mes de

mayo y junio de 1999, para ello se debe consultar la dirección electrónica <http://registro.utp.edu.co/rms.htm> de la Universidad Tecnológica de Pereira. También se puede obtener copia del programa mencionado en <http://ohm.utp.edu.co/fiepages/labs/labview.html>.

Un circuito electrónico que mide este verdadero valor se puede consultar en la página web <http://cns-web.bu.edu/pub/dorman/true-rms.html>

### Y para terminar

Se presentan a continuación los valores r.m.s. obtenidos utilizando los dos procedimientos (valor promedio y verdadero valor r.m.s.) para una onda sinusoidal pura, para una onda cuadrada simétrica y para una triangular, todas de amplitud  $A$ .

En la tabla 1 se hace un análisis del valor promedio necesario para calcular el RMS que miden los instrumentos convencionales

En la tabla 2 se analizan los verdaderos valores rms para diferentes tipos de funciones.

En la tabla 3 se analizan los verdaderos valores rms y los instrumentos tradicionales y sus respectivos errores.

### Conclusión

Cuando requiera tomar decisiones que se basan en lecturas de valores r.m.s. sea muy cuidadoso, el instrumento que emplea puede darle lecturas incorrectas.

### Reconocimientos

Las figuras 4 y 5 de este artículo fueron tomadas de:  
<http://www.fluke.com/Applications/why-true-rms.htm>  $\Omega$

### Bibliografía

- ACOSTA, Álvaro, CALLE, Jorge E. y GIRALDO, Didier.** Introducción a la teoría de los circuitos eléctricos lineales. Apuntes de clase. Universidad Tecnológica de Pereira, 1992.  
<http://www.tek.com>  
<http://www.fluke.com>  
<http://www.cepiro.cl>

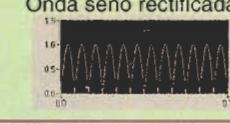
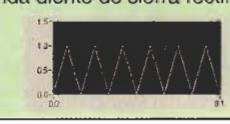
Onda seno rectificada 	$F_{\text{prom}} = \frac{1}{T/2} \int_0^{T/2} A_m \text{Sen}(\omega t) \cdot dt = \frac{2 \cdot A_m}{\pi}$
Onda rectificada rectangular 	$F_{\text{prom}} = A_m$
Onda rectificada triangular 	$F_{\text{prom}} = \frac{1}{T/2} \left[ \int_0^{T/4} 4 \frac{A_m}{T} t \cdot dt + \int_{T/4}^{T/2} -4 \frac{A_m}{T} (t - T/2) \cdot dt \right]$ $F_{\text{prom}} = \frac{A_m}{2}$
Onda diente de sierra rectificada 	$F_{\text{prom}} = \frac{A_m}{2}$ Igual a la triangular

Tabla 1

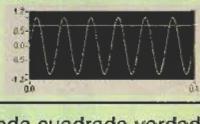
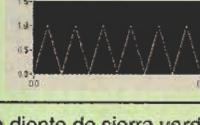
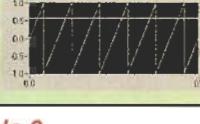
Onda seno verdadero 	$F = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T A_m^2 \text{Sen}^2(\omega t) \cdot dt} = \frac{A_m}{\sqrt{2}}$
Onda cuadrada verdadera 	$F = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T A_m^2 \cdot dt} = A_m$
Onda triangular verdadera 	$F = \sqrt{\frac{1}{T} \left[ \int_{-T/4}^{T/4} 16 \frac{A_m^2}{T^2} t^2 \cdot dt + \int_{-T/4}^{3T/4} 16 \frac{A_m^2}{T^2} (t^2 - T/2)^2 \cdot dt \right]} = \frac{A_m}{\sqrt{3}}$
Onda diente de sierra verdadera 	$F = \sqrt{\frac{1}{T} \left[ \int_{-T/2}^{T/2} 4 \frac{A_m^2}{T^2} t^2 \cdot dt \right]} = \frac{A_m}{\sqrt{3}}$

Tabla 2

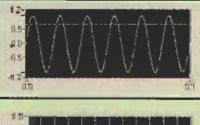
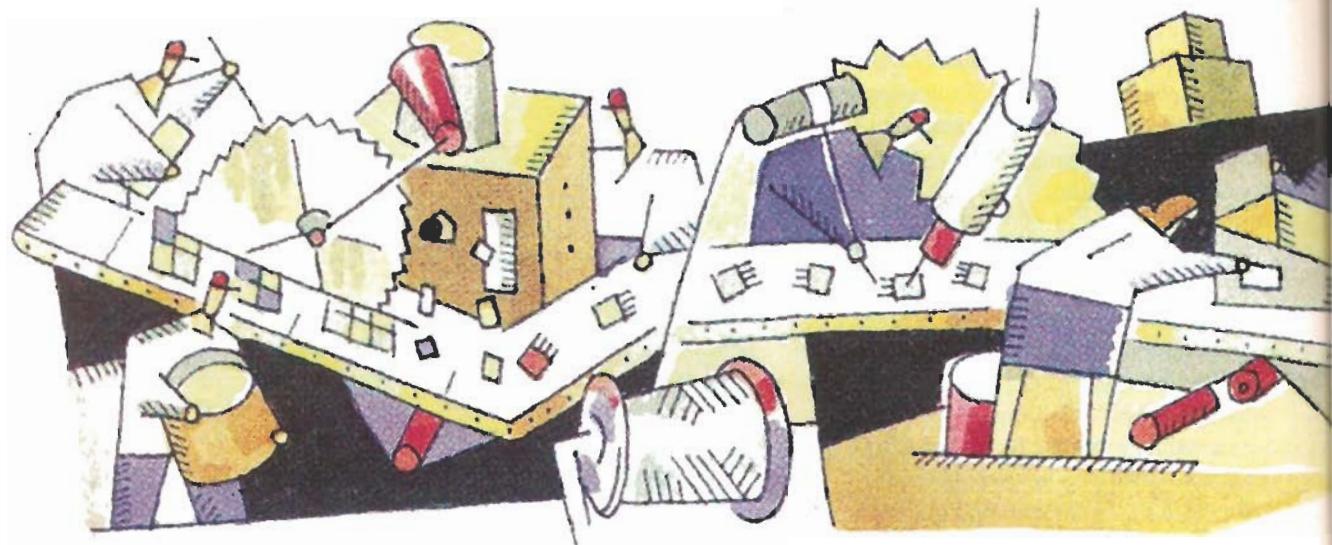
Funciones	Verdadero valor RMS	Valor medido por los instrumentos tradicionales valor promedio * $\pi/(2\sqrt{2})$	Error
	$\frac{A_m}{\sqrt{2}}$	$\frac{2A_m}{\pi} \times \frac{\pi}{2\sqrt{2}} = \frac{A_m}{\sqrt{2}}$	0%
	$A_m$	$A_m \times \frac{\pi}{2\sqrt{2}} = \frac{A_m\pi}{2\sqrt{2}}$	$(1 - \frac{\pi}{2\sqrt{2}}) \times 100\%$
	$\frac{A_m}{\sqrt{3}}$	$\frac{A_m}{2} \times \frac{\pi}{2\sqrt{2}} = \frac{A_m\pi}{4\sqrt{2}}$	$(1 - \frac{\pi\sqrt{3}}{4\sqrt{2}}) \times 100\%$
	$\frac{A_m}{\sqrt{3}}$	$\frac{A_m}{2} \times \frac{\pi}{2\sqrt{2}} = \frac{A_m\pi}{4\sqrt{2}}$	$(1 - \frac{\pi\sqrt{3}}{4\sqrt{2}}) \times 100\%$

Tabla 3



# Serie ISO 9000



**Una herramienta para incrementar la competitividad y la productividad de las empresas**

**Jairo Quintana Morales**

Profesor Facultad Mecánica  
Universidad Tecnológica de Pereira

**Mónica I. Quintana H.**

Ingeniera Industrial  
Universidad Tecnológica de Pereira

*En general, todo tipo de empresas, deben volver su mirada hacia ser más competitivas y productivas para asegurar su participación en el mercado internacional. La serie de normas ISO-9000, la solución.*

## Introducción

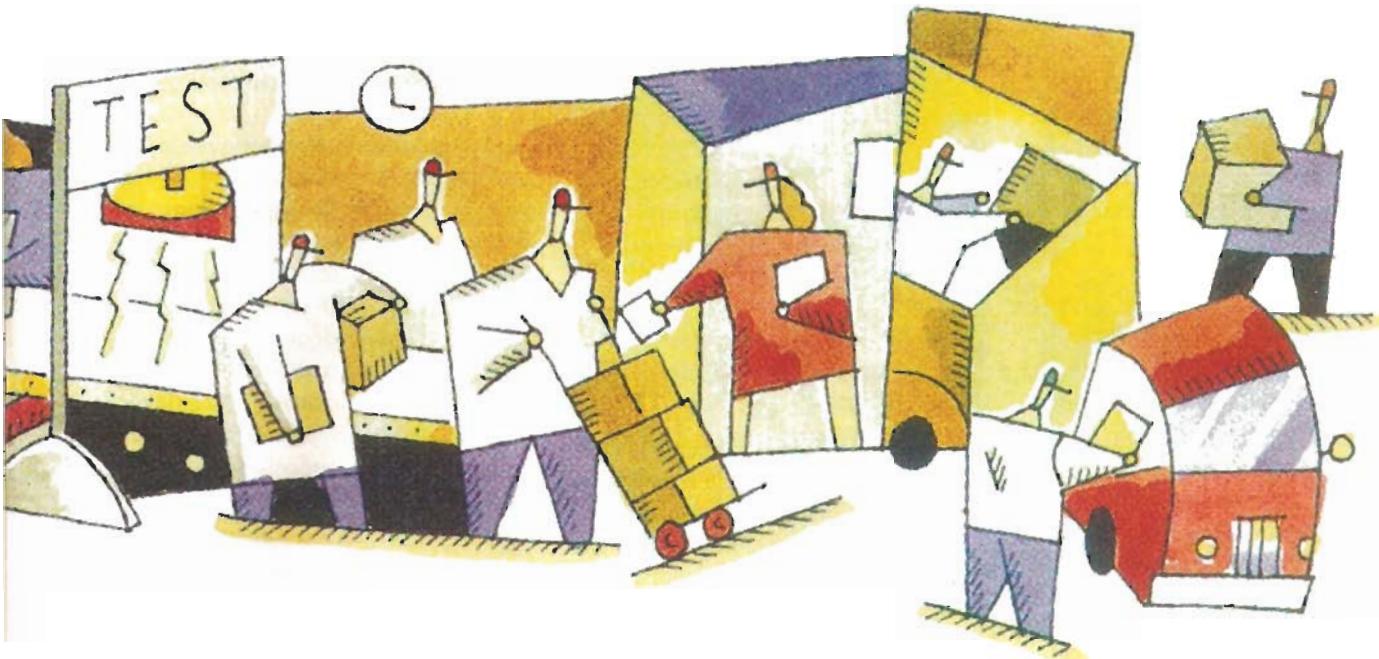
Las Normas Internacionales de Estandarización serie ISO-9000, se hacen cada vez más necesarias. Las empresas ven cada vez más la necesidad de abrir sus mercados a nivel internacional, bien como proveedores de materia prima o de productos terminados.

El proceso de certificación ISO-9000, no es un lazo de fuerza, pero las empresas deberán estar interesadas en la medida en que requieran mayor competitividad y productividad frente a su competencia. Pero lo claro del asunto, es que producto que no esté certificado, no será atractivo a nivel nacional ni internacional.

## Antecedentes

La ISO, Organización Internacional de normalización, está conformada por miembros de 130 países. Es una organización no gubernamental nacida el 23 de Febrero de 1947 y su misión a nivel mundial es promover el desarrollo de las actividades de estandarización y de aquellas relacionadas con miras a facilitar el intercambio internacional de bienes y servicios y desarrollar la cooperación en áreas como la intelectual, la científica, la tecnológica y las actividades económicas.

La serie ISO-9000 fue desarrollada por esta organización frente a la necesidad de parametrizar y normalizar las ac-



tividades de procesos industriales, con el fin de evitar conflictos o incongruencias en el momento de ejecutarlas. Las normas internacionales ISO-9000 son desarrolladas por comités técnicos, conformados por cualquier país miembro que tenga un interés particular sobre un tema. Estas normas son asimiladas generalmente como norma nacional en diferentes países para establecer un patrón común de aceptación y también para suplir la carencia de normas en ellos.

### Normalización y Norma a Nivel Empresarial

La normalización pretende proporcionar pautas y herramientas para desarrollar actividades con mayor eficacia, con la participación y beneficio de todas las partes implicadas en ellas.

La norma está relacionada con el análisis de diferentes casos, y la normalización se refiere al proceso de elaboración, implementación y mejoramiento de éstas; es decir, la norma está implícita dentro de la normalización lo que implica un trabajo de equipo en el cual interactúan, **productor, comprador y sector de interés**, cuyo objetivo principal es el de elaborar normas que permitan controlar y obtener un mayor rendimiento de los materiales y métodos de producción.

Las normas en general deben considerar tres aspectos esenciales que son la simplificación, la unificación y la especificación.

La simplificación hace referencia a la realización de estudios adecuados para la ordenación lógica y sistemática de todas y cada una de las actividades implicadas dentro del proceso industrial, además de eliminar todo lo que pueda entorpecer el desarrollo adecuado de las operaciones en la empresa.

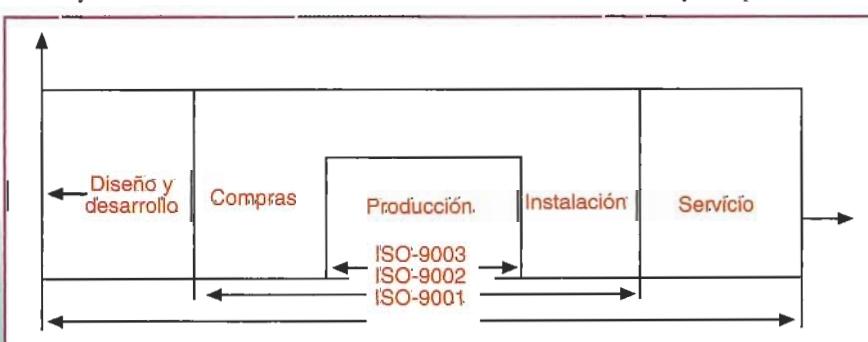
La unificación significa definir tolerancias de fabricación y/o las características dimensionales. La simplificación y la unificación se refieren expresamente a formas y dimensiones, las cuales por sí solas obtienen una calidad integral, puesto que para obtenerla es necesario el requerimiento de materiales de una resistencia y calidad adecuadas.

Por último, se encuentran las especificaciones que tienen como fin primordial determinar la calidad de los productos ya que son las que determinan las características con que deben realizarse los procesos o productos para satisfacer los objetivos propuestos. Las especificaciones son la parte modular de las normas.

Es preciso anotar que el proceso más lógico para el establecimiento de las normas es el surgimiento de éstas dentro de cada empresa para después ser adoptadas por empresas similares y así lograr su aprobación a nivel nacional; finalmente, la norma aprobada se propondrá para obtener su aprobación como norma internacional (ISO).

### Niveles de Normalización

Las normalizaciones pueden darse a varios niveles como es el de Empresa, Asociación, Nación y Grupo de Nacio-



nes. A continuación se relacionan algunas de ellas.

**Norma de Empresa:** Es la primera referencia para ejercer el control de todas las funciones que se realizar dentro de la misma, es decir, las empresas se rigen por medio de normas.

**Norma de Asociación:** Entre estas se puede citar: ASQC (Sociedad Estadounidense para el control de la calidad), ASTM (Sociedad Estadounidense para pruebas de materiales), MIL-STD (Norma Militar), entre otras.

**Norma de Nación:** BS (Norma Británica), CS (Norma Canadiense), JIS (Norma Industrial Japonesa), NTC (Norma Técnica Colombiana).

**Norma de Grupo de Naciones:** COPANT (Comisión Panamericana de Normas Técnicas) y la EN (Norma Europea). Actualmente la COPANT, cuenta con veinticuatro miembros, entre los cuales se encuentra Colombia con el ICONTEC (Instituto Colombiano de Normas Técnicas).

### Competitividad

La competitividad se refiere a la capacidad que tienen las empresas para ob-



tener y mantener sistemáticamente unas ventajas comparativas que le permitan alcanzar, sostener y mejorar una determinada posición competitiva en el entorno socioeconómico en el que actúa.

La serie ISO-9000, busca incrementar la competitividad de las empresas en el sentido de que le da la posibilidad de captar, mantener y ampliar mercados, ya que si tengo la certificación con estas normas, indica que puedo producir con excelente calidad y productividad lo que conlleva a una alta satisfacción de los clientes y a ser generador de riqueza.

### Productividad

La productividad de una empresa se relaciona con el desarrollo de los procesos

de una forma eficaz, en cuanto a tiempo y costos; esto implica un incremento en la competitividad de las empresas.

Las normas internacionales de estandarización mejoran la productividad de las empresas en dos aspectos primordiales: primero buscan reducir costos por reprocesos, defectos, desperdicios, materias primas inadecuadas, entre otros; y segundo documentan lo que hace la empresa actualmente, con el fin de mejorar continuamente, hasta llegar a un punto donde se convierten las actividades de cada proceso lo más sencillas y rápidas para realizar.

### La Serie ISO-9000

La serie ISO-9000 está conformada por cinco estándares que establecen un marco referencial a nivel internacional para el aseguramiento de la calidad. Se basa en la responsabilidad que tienen las empresas de cumplir con dos compromisos esenciales: Uno interno, con los empleados para proporcionarles las herramientas necesarias para el desarrollo efectivo de su trabajo; y otro externo, con los clientes para satisfacer sus necesidades y expectativas. A su vez, debe tener registros que respalden y detallen los estándares de calidad aplicados en la empresa.

El cubrimiento de cada una de las normas de la serie ISO-9000, se resume en la figura 1.

**ISO-9000:** Establece los criterios y conceptos fundamentales relacionados con la calidad, con el propósito de orientar en la elección entre un aseguramiento interno de calidad (ISO 9004) o el empleo de un aseguramiento externo (ISO 9001-9002-9003).

**ISO-9001:** La aplicación de esta norma implica toda la empresa, desde el diseño y desarrollo, pasando por compras, producción e instalación hasta llegar al servicio al cliente. Esta es la más completa de la serie, por lo tanto es la más compleja para implementar.

**ISO-9002:** Esta norma contempla aspectos como las compras, producción e instalación. Actualmente, es la que más se aplica en las empresas debido a que sólo cubre las partes esenciales del proceso.

Tabla 1. Contenido ISO-9000. Fuente: PROCALIDAD LTDA.

**ISO-9003:** Se utiliza cuando el fabricante sólo es responsable por la producción en la inspección y el ensayo final.

**ISO-9004:** Determina los lineamientos de la gestión y sistema de calidad para obtener un aseguramiento de calidad para la empresa a nivel interno.

**ISO-9004-2:** Corresponde a la gestión y el sistema de calidad aplicable en las empresas de servicios.

El contenido de la serie ISO-9000, en aspectos relacionados con el aseguramiento externo de la calidad, se detalla en la Tabla 1.

### Pasos para Implementar la serie ISO-9000

La empresa que desea implementar la serie ISO-9000, con miras hacia obtener la certificación, deberá cumplir con una serie de exigencias propias de estas normas, para lo cual se identifican las siguientes etapas:

1. Compromiso y participación de todos los miembros de la empresa. Es esencial el compromiso por parte de todos los miembros de la empresa, ya que es un trabajo en equipo y la administración no podría implementar la norma si no contara con la colaboración de los operarios ya que ellos son quienes imprimen las características de calidad que requiere el producto.

2. Elaboración, actualización y mejoramiento de la documentación. Se debe documentar todo lo que la empresa hace y no la forma ideal de hacer las

cosas. Además se debe contar con registros donde se evidencien todos los esfuerzos que hace la empresa por el mejoramiento continuo y por el cumplimiento de los estándares requeridos. Dentro de la documentación requerida se encuentra el manual de calidad, los procedimientos generales y las instrucciones de trabajo, entre otros.

3. Conformación de un comité para la realización de las auditorías internas. Este comité debe estar integrado por empleados de la misma empresa que tengan conocimientos sobre la norma ISO-9000, con el fin de realizar la auditoría interna para verificar la conformidad del sistema de calidad, del manual de calidad y de los procedimientos.

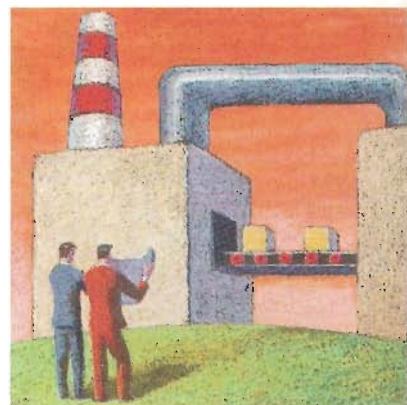
4. Selección de la entidad acreditadora. La certificación se logra a través de una organización externa a la empresa, por lo tanto la empresa debe elegir a una entidad que halla sido aprobada, que sea reconocida y experimentada, con el fin de que proporcione la confiabilidad y el respaldo requerido por la empresa.

5. Solicitud de la auditoría externa, por parte de la entidad certificadora. Despues de haberse realizado las auditorías internas, de haber seleccionado la entidad acreditadora y haber solucionado los problemas por inconsistencias en el sistema de calidad, se hace la solicitud formal a la entidad certificadora, para la realización de la auditoría externa, para que determine la conformidad o inconformidad del sistema de calidad de la empresa con la norma ISO-9000 que se eligió.

### Conclusiones

La implementación de la serie ISO-9000, es una necesidad, en el momento en que la empresa sea proveedora de materias primas o de productos terminados a empresas.

El valor adquirido a través de la elaboración de la documentación exigida por la serie ISO-9000, proporciona una base sólida para iniciar todo el proceso de normalización dentro de la empresa. Además, suministra la evidencia del correcto funcionamiento del sistema de calidad como medio de evalua-



ción y mejoramiento continuo, ya que una vez se tengan los diferentes documentos que respalden lo efectuado, se pueden detectar fácilmente las no conformidades para determinar acciones correctivas o preventivas que contribuyan al alcance de la calidad.

Para el desarrollo de un sistema de calidad, se requiere de un arduo trabajo en todos los niveles de la empresa, por lo cual se concibe como una labor continua de las secciones administrativas, de mercadeo, de producción, y en general de todo el personal de la compañía, que tendrán como objetivo común, la óptima calidad, que se reflejará en un excelente trabajo e imagen corporativa.

La Serie ISO-9000 se presenta como una herramienta efectiva para la implementación de un sistema de calidad dentro de la empresa, ya que le proporciona un reconocimiento frente a las diferentes instituciones de su país y del resto del mundo, facilitando las relaciones comerciales con los clientes y los proveedores, estableciendo un claro camino para el desarrollo organizacional enmarcado en el fomento de una cultura empresarial enfocada hacia la calidad.

### Bibliografía

#### COASTAL VIDEO COMMUNICATIONS CORPORATION.

ISO 9000 manual de entrenamiento para el supervisor. Virginia Beach, 1996. 45 p.

GOMEZ SAAVEDRA, Eduardo. Administración del control total de la calidad. Santa Fe de Bogotá: ICONTEC, 1985. 103 p.

#### INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION.

Aseguramiento de la calidad serie ISO 9000. Santafé de Bogotá, D.C.

#### INTRODUCTION TO ISO.

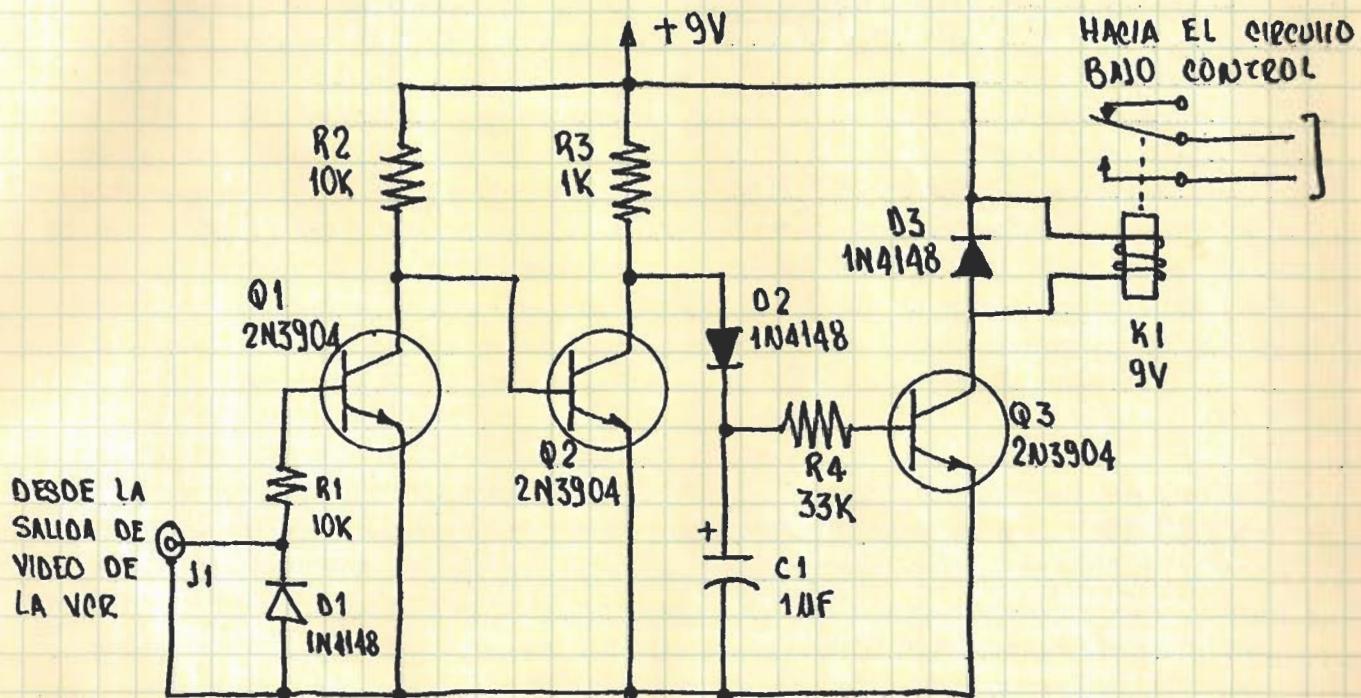
<http://www.iso.ch/>



# Cuaderno de experimentos

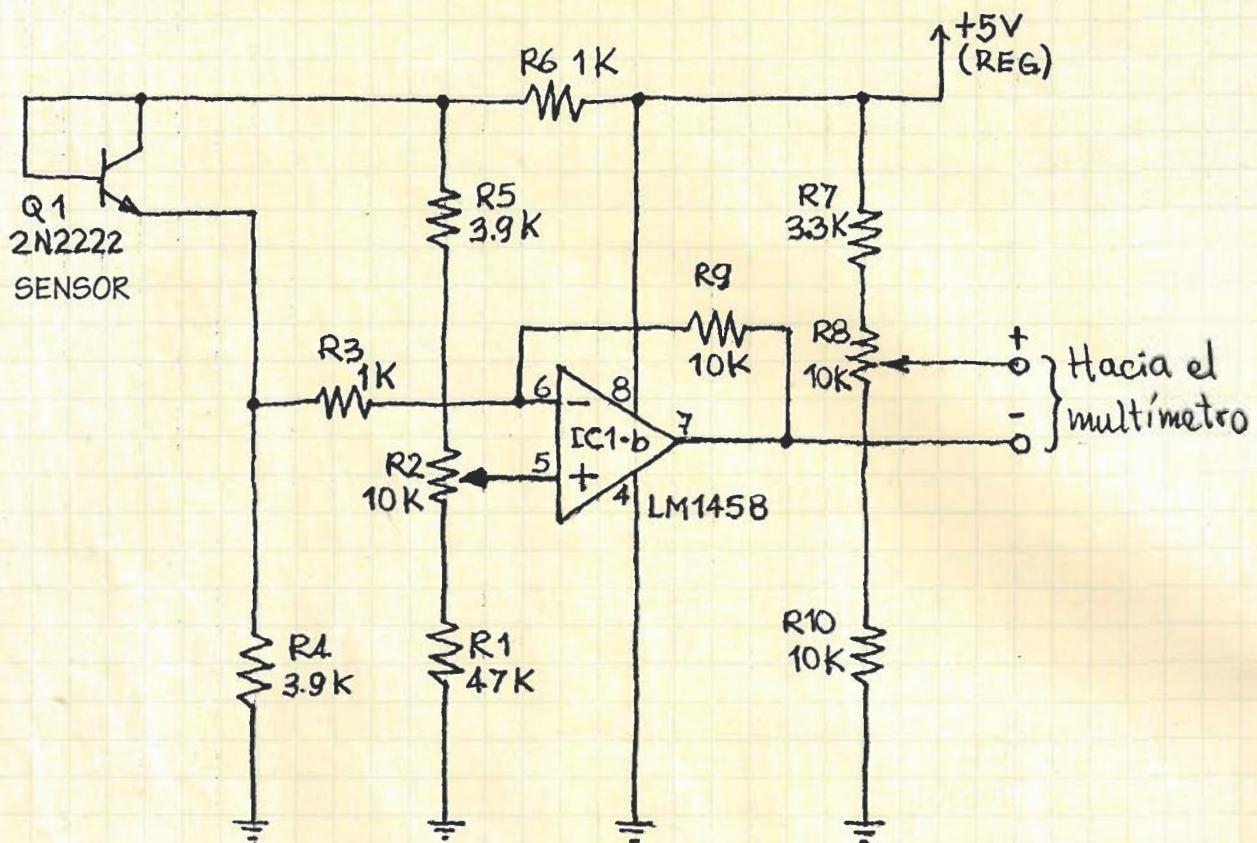
En esta sección se presentan circuitos prácticos, útiles y sencillos, con componentes fáciles de conseguir, que usted mismo puede ensamblar utilizando un protoboard, un circuito impreso universal o cualquier otro método de construcción. Todos los montajes han sido suficientemente comprobados, pero usted puede experimentar con ellos y adecuarlos a sus necesidades particulares. Una vez haya conseguido el grado de funcionamiento deseado, fabrique un circuito impreso para su proyecto e instálelo en forma definitiva en un chasis metálico o plástico.

## Detector de señal de video para control de televisor



Aunque pueda parecer poco importante, para muchas personas puede resultar frustrante e irónico tener que levantarse a encender y apagar manualmente el televisor mientras todas las funciones de su videogramadora pueden ser manejadas desde un control remoto. El circuito mostrado en la figura, activa un relé (K1) cuando detecta la presencia de señal de video a la salida de una videogramadora (VCR) y lo desactiva cuando desaparece la misma. Esta operación puede ser utilizada, por ejemplo, para conectar y desconectar automáticamente el televisor cuando usted está viendo una película y se ha quedado dormido durante el transcurso de la misma. El diodo D1 a la entrada del circuito elimina la porción negativa de la señal de video, mientras que los pulsos marcadores de cuadros de la misma cargan C1 y mantienen Q3 en conducción.

## Medición de temperatura con multímetro



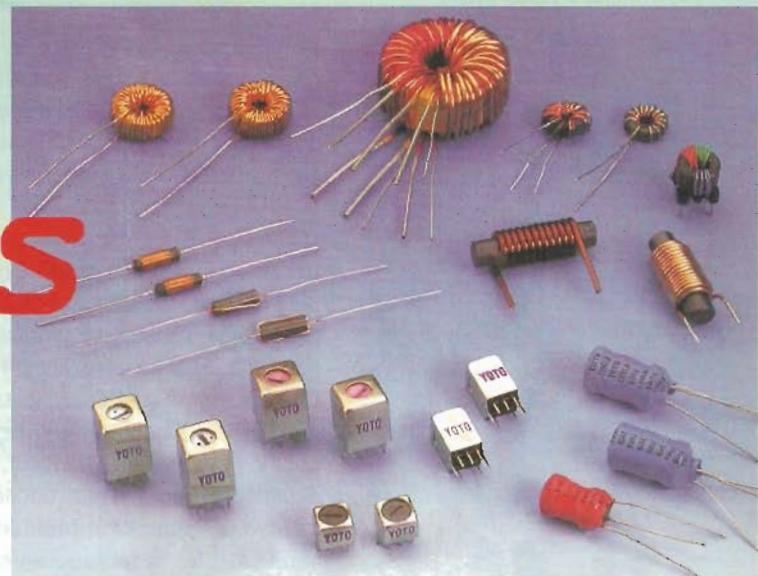
Con este práctico circuito, podemos convertir un simple transistor y un multímetro (en la escala de VDC) en un medidor digital de temperatura con un rango de  $-30^{\circ}\text{C}$  a  $150^{\circ}\text{C}$ . El sensor está basado en un transistor conectado de tal forma que suministre el voltaje de la juntura base-emisor, voltaje que es inversamente proporcional a la temperatura a la cual esté expuesto el transistor. Este voltaje es tomado por un amplificador operacional que amplifica la diferencia entre éste y un voltaje fijo de referencia.

La referencia se fija a través de la resistencia variable R2 y su posición se ajusta en el momento de la calibración. La señal entregada por el amplificador es llevada directamente al multímetro a su entrada negativa. La entrada positiva es un voltaje que debe ajustarse por medio de R8 en el momento de la calibración. Para calibrar se requieren dos valores de temperatura conocidos y con R2 y R8 debemos ajustar hasta hacer coincidir los valores en nuestro multímetro.

Los potenciómetros R2 y R8 deben ser preferiblemente de tipo Trimmer para que brinden una buena estabilidad de su valor en ohmios.

El multímetro debe estar en la escala de 20VDC. El amplificador operacional puede ser el LM1458, el LM358 o alguno similar; Inclusive podría usarse el LM324 aunque no se utilicen los operacionales restantes.

# Bobinas



## Teoría y Construcción

*Las bobinas son componentes pasivos claves en circuitos de alta frecuencia (amplificadores, osciladores, filtros, etc.), así como en fuentes de alimentación conmutadas y otras aplicaciones de mediana y baja frecuencia. Sin embargo, al contrario de los condensadores y las resistencias, que se consiguen en una gran variedad de tamaños y valores, la disponibilidad de bobinas que se ajusten exactamente a una necesidad particular es limitada y, en muchos casos, el propio usuario tiene que construirlas. Este artículo explica la teoría básica de las bobinas y proporciona algunas fórmulas útiles para el cálculo de la inductancia de las configuraciones más comunes.*

JORGE E. HERNÁNDEZ M.

hercobos@col2.telecom.co

**L**as bobinas, también llamadas **inductancias** o **inductores**, son componentes pasivos que almacenan energía eléctrica en la forma de un campo magnético y responden linealmente a los cambios de corriente, es decir producen un voltaje entre sus terminales solamente cuando varía la corriente. Por tanto, en presencia de una **corriente continua** constante se comportan como cortocircuitos. Puesto que están hechas de alambre, un material de fácil consecución, las bobinas son los únicos componentes electrónicos que pueden ser construidos por los usuarios a la medida de sus necesidades.

En su forma más simple, una bobina está constituida por un alambre de cierta longitud enrollado en forma de hélice sobre un núcleo. Algunas veces incluyen también un carrete aislante intermedio llamado **formaleta** que aloja

el arrollamiento y lo separa electricamente del núcleo, **figura 1**. La operación de las bobinas se basa en un principio de la teoría electromagnética, descubierto por Hans Christian Oersted en 1819 y examinado cuantitativamente por André Marie Ampère en 1820, según el cual, cuando circula una corriente a través de un alambre, éste produce a su alrededor un campo magnético, **figura 2a**.

Observe que las líneas de fuerza que representan el campo magnético son perpendiculares a la dirección de flujo de la corriente. Si doblamos en algún punto el alambre para formar un bucle o espira como se muestra en la **figura 2b**, el campo magnético en esa parte del alambre se concentra dentro de la espira puesto que todas las líneas de fuerza apuntan en la misma dirección y con-

vergen hacia el centro. Por tanto, si continuamos agregando espiras, formando una bobina propiamente dicha, los campos magnéticos creados por cada una se reforzarán mutuamente, configurando así un campo de mayor intensidad en el interior del sistema, **figura 2c**. El conjunto se comporta entonces como un electroimán, es decir un imán accionado por corriente.

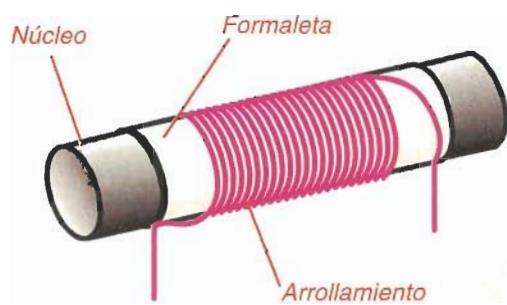
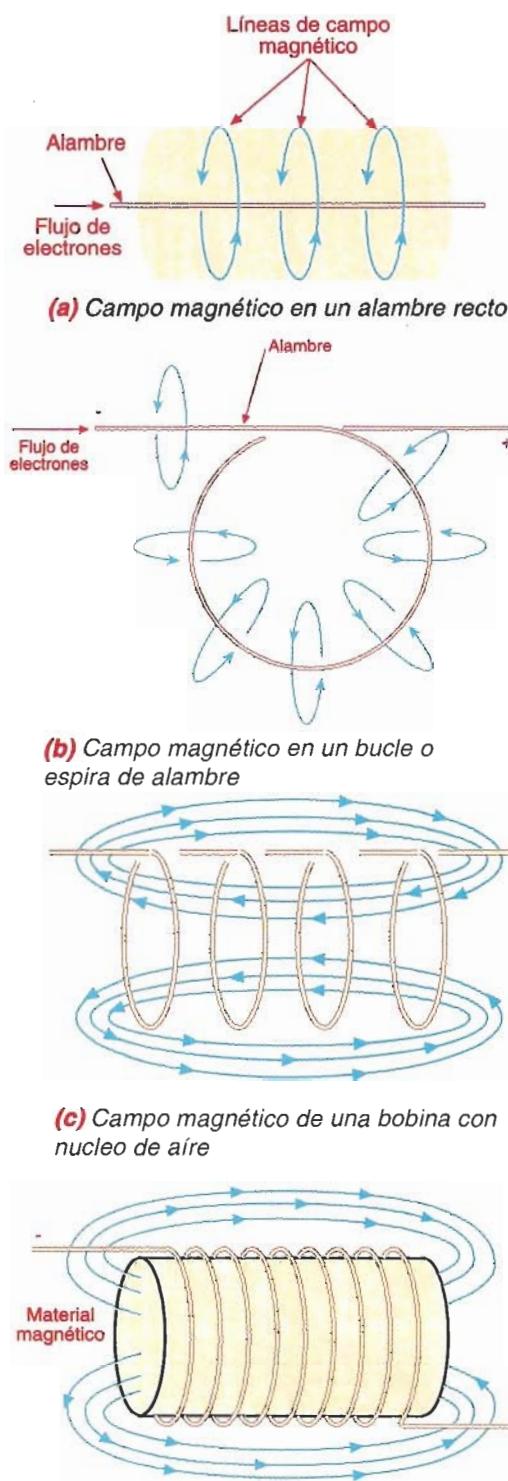


Figura 1. Partes de una bobina



**Figura 2.** Principio de funcionamiento de una bobina

El campo magnético creado por una bobina de núcleo de aire como la anterior puede ser intensificado aumentando la corriente aplicada o llenando el espacio vacío dentro de la misma con un núcleo de material magnético, digamos polvo de hierro o ferrita, que concentre mejor las lí-

neas de fuerza, **figura 2d**. Otra forma es construyendo la bobina en múltiples capas, es decir realizando un nuevo devanado encima del primer arrollamiento, uno encima del segundo, y así sucesivamente.

### Concepto de inductancia

El campo magnético creado por una bobina depende linealmente de la corriente aplicada. Cuando se incrementa esta corriente, el flujo aumenta y viceversa. Como resultado, se genera entre los terminales de la bobina un voltaje que se opone a la variación del flujo. La capacidad de una bobina para oponerse a ese cambio se denomina **autoinductancia** o, simplemente, **inductancia** y es una característica intrínseca del dispositivo.

La inductancia se representa por el símbolo L (*linkage*) y su unidad de medida en el sistema internacional (SI) es el **henry** o **henrio** (Hy o H), denominada así en honor del físico norteamericano **Joseph Henry** (1797-1878), inventor del relé o interruptor electromagnético. En la práctica, el henrio es una unidad demasiado grande para la mayoría de situaciones reales. Por esta razón, se utilizan unidades derivadas más pequeñas como el **nanohenrio** (nH), el **microhenrio** (μH) y el **milihenrio** (mH), equivalentes respectivamente a  $10^{-9}$ ,  $10^{-6}$  y  $10^{-3}$  henrios.

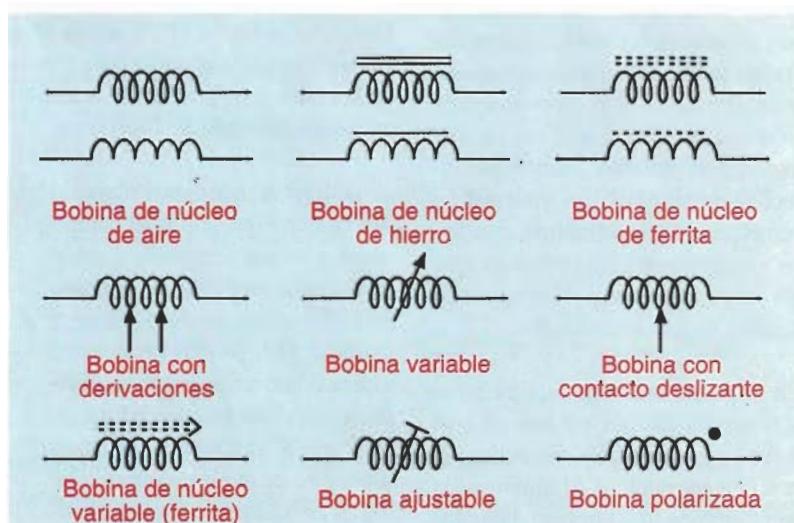
### Simbología y tipos

Las bobinas pueden ser **fijas** o **variables**, dependiendo de si su inductancia es constante o puede modificarse por algún me-

dio, generalmente desplazando el núcleo o seleccionando el número de espiras mediante un contacto móvil, **figura 3**. También se dispone de bobinas **ajustables**, utilizadas para calibración, las cuales permiten variaciones finas de inductancia dentro de un rango limitado.

Las bobinas se clasifican principalmente teniendo en cuenta el tipo de material utilizado en el núcleo, **figura 4**. Este último puede ser de aire, de hierro laminado o pulverizado, de ferrita, etc. En cada una de estas categorías, las bobinas pueden ser de una o varias capas, estar diseñadas para montaje IMT (por inserción) o SMT (superficial), tener una forma recta, toroidal o de otra clase, ser de sección transversal circular, cuadrada, rectangular, elíptica, etc., y estar o no blindadas. El propósito del blindaje es proteger la bobina de la inducción de campos magnéticos externos y evitar que la misma interfiera con la operación de circuitos próximos.

Los núcleos de hierro laminado, en particular, están formados por hojas delgadas eléctricamente aisladas entre sí, mientras que los de hierro pulverizado están compuestos por gránulos de hierro o aleaciones del mismo finamente mezclados con un material plástico que les sirve de aglutinante. Los primeros se utilizan principalmente en audio y aplicaciones de baja frecuencia y los segundos en aplicaciones de radiofrecuencia. Los núcleos de ferrita, por su parte, están hechos de cerámicas y otros materiales sintéticos. Son generalmen-



**Figura 3.** Simbología de inductores fijos y variables

**Tabla 1. Permeabilidades relativas de materiales ferromagnéticos**

Material	$\mu_r$	Composición (*)
Permalloy 2-81 (polvo)	130	Mo (2%), Ni (81%).
Cobalto	250	-
Níquel	600	-
Ferroxcubo-3 (ferrita)	1500	Mn, Z
Acero suave	2000	C (0.2%)
Hierro	5000	Impurezas (0.2%)
Hierro al silicio	7000	Si (4%)
Permalloy 78	100,000	Ni (78.5%)
Mumetal	100,000	Ni (75%), Cu (5%), Cr (2%)
Hierro purificado	200,000	Impurezas (0.05%)
Supermalloy	1.000.000	Mo (5%), Ni (79%)

(\*) El resto es hierro e impurezas

te aislantes y pueden ser utilizados a altas o bajas frecuencias dependiendo de su composición química particular.

Muchas bobinas encontradas en los circuitos electrónicos no poseen sobre su cuerpo ningún tipo de identificación. Sin embargo, comercialmente se dispone de bobinas moldeadas o prefabricadas protegidas en un encapsulado similar al de las resistencias y con una serie de bandas o puntos de colores. Estas bobinas, llamadas comúnmente **choques**, siguen la misma codificación de colores de las resistencias, excepto que los valores obtenidos quedan expresados en microhenrios ( $\mu\text{H}$ ). Una bobina de choque identificada con los colores rojo- amarillo-rojo, por ejemplo, tiene una inductancia nominal de 2400  $\mu\text{H}$ , es decir 2.4mH. Otras veces, en lugar de códigos de colores, se utilizan códigos numéricos o alfanuméricos similares a los de los condensadores, figura 5.

### Cálculo de la inductancia

La inductancia de una bobina depende principalmente de sus características geométricas, del número de vueltas o espiras de alambre que constituyen el devanado y del material del núcleo sobre el cual se realiza el arrollamiento de la misma. Teóricamente, la inductancia de una bobina helicoidal larga, de sección transversal arbitraria y de espiras muy juntas, se puede evaluar a partir de la fórmula

$$L = \mu N^2 A / s$$

siendo  $A$  el área de la sección transversal,  $s$  la longitud axial de la hélice,  $N$  el número de espiras o vueltas completas

del alambre y  $\mu$  (leéase mu) un parámetro propio del material situado en el interior de la hélice llamado **permeabilidad**. Para el aire,  $\mu = \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$  ( $\pi \approx 3.1416$ ). Para cualquier otro material  $\mu = \mu_r \mu_0$ , siendo  $\mu_r$  la permeabilidad relativa del mismo. Los materiales ferromagnéticos de los núcleos de las bobinas tienen siempre valores de  $\mu_r$  muy superiores a 1. La Tabla 1 relaciona algunos ejemplos típicos.

La inductancia de algunas estructuras sencillas de bobinas puede ser fácilmente calculada a partir de su geometría. Como ejemplo, en la figura 6 se indican las fórmulas de diseño de bobinas rectas (solenoides) de una y múltiples capas, así como de toroides de una sola capa. Estas fórmulas son válidas únicamente para bobinas de núcleo de aire. Sin embargo, pueden ser también aplicadas al diseño de bobinas de núcleo ferromagnético multiplicando la inductancia obtenida por la permeabilidad relativa del material. Para mayor exactitud, este último dato debe ser obtenido del manual del fabricante del núcleo.

Como ejemplo, suponga que se desea diseñar una bobina de 100mH (L) y se dispone de alambre esmaltado Nº 28 suficiente, así como de un núcleo de hierro pulverizado recto de 5 cm de longitud (s) que tiene un diámetro de 1 cm (D) y una permeabilidad

**Figura 4. Ejemplos de núcleos ferromagnéticos para bobinas**

relativa de 250 ( $\mu_r$ ). El diámetro externo del alambre, incluyendo el aislamiento, es de 0.35 mm ( $\phi = 0.035$  cm). Esto implica que el número de espiras por capa (Nc) es

$$N_c = s / \phi = 5 / 0.035 = 142$$

y la inductancia correspondiente con núcleo de aire ( $L_0$ ) es

$$L_0 = L / \mu_r = 100 \text{ mH} / 250 = 400 \mu\text{H}$$

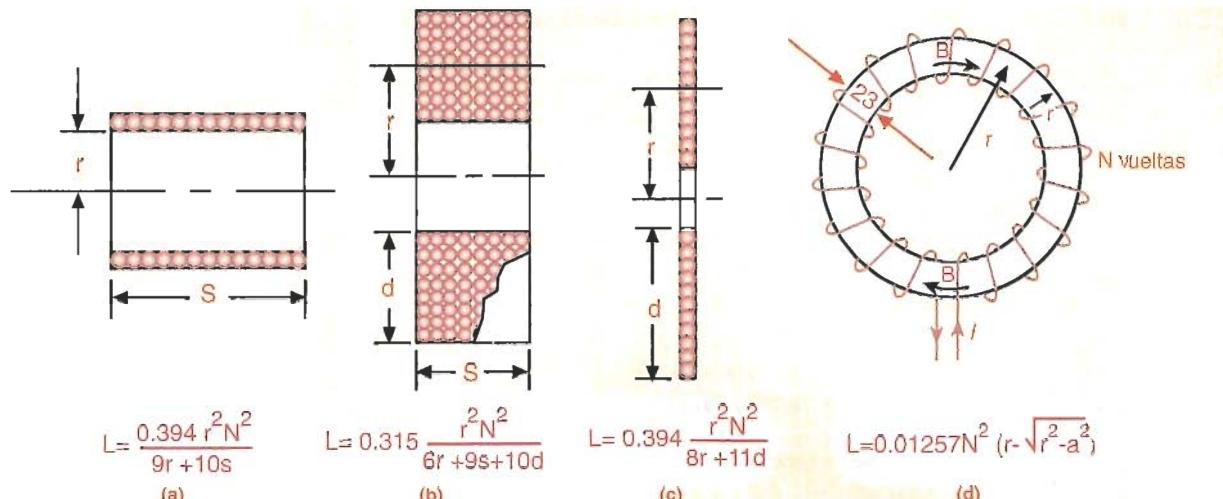
Por tanto, utilizando una configuración como la de la figura 6a, la inductancia de una sola capa ( $L_1$ ) sería

$$\begin{aligned} L_1 &= 0.394 r^2 N_c^2 / (9r + 10s) \\ &= 0.394 \times 0.5^2 \times 142^2 / (9 \times 0.5 + 10 \times 5) \\ &\approx 36.4 \mu\text{H} \end{aligned}$$

Esto implica que una sola capa de alambre no es suficiente. Por tanto, la bobina debe ser realizada en varias capas utilizando una configuración como la de la figura 6b. En este caso, el número de espiras (N) necesario para obtener la inductancia  $L_0$  deseada (400  $\mu\text{H}$ ) sería:

$$\begin{aligned} N^2 &= L_0 (6r + 9s + 10d) / (0.315r^2) \\ &= 7620 (r + 1.67d + 7.5) / r^2 \end{aligned}$$

**Figura 5. Formas de identificación de choques****\*Códigos numéricos o alfanuméricos**



**Figura 6.** Inductancia de estructuras típicas de bobinas de núcleo de aire (a) Bobina de un sola capa. (b) Bobina de múltiples capas. (c) Bobina en espiral. (d) Toroide de una sola vuelta

siendo  $r$  el valor promedio del radio de la bobina (por determinar),  $s$  la longitud axial del devanado (5 cm) y  $d$  la profundidad o espesor del mismo (por determinar). Examinando la estructura geométrica del arreglo, usted puede demostrar que el radio medio de la bobina ( $r$ ) y la profundidad del devanado ( $d$ ) están dados, respectivamente, por

$$r = (D + d)/2 = 0.5 + N/8114$$

$$d = \phi(N/N_c) = N/4057$$

siendo  $D$  (1 cm) el diámetro del núcleo,  $\phi$  (0.035 cm) el diámetro del alambre,  $N_c$  (142) el número de espiras por capa y  $N$  (por determinar) el número total de espiras del devanado. Reemplazando estas expresiones en la fórmula para el cálculo del número de espiras ( $N^2$ ), se llega a una ecuación de la forma

$$\begin{aligned} N^4 + 8092.1N^3 + 16.45 \times 10^6 N^2 \\ - 268.4 \times 10^6 N = 4.01 \times 10^{12} \end{aligned}$$

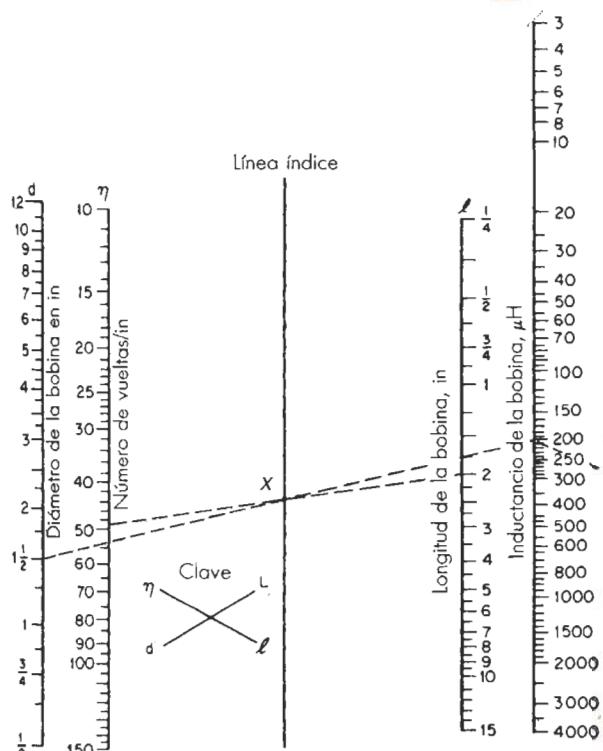
cuya solución es  $N=451$ . Estas espiras pueden ser distribuidas en cuatro capas, las tres primeras de 142 espiras y la última de 25 espiras. Bajo estas condiciones, el espesor ( $d$ ) y el radio medio ( $r$ ) del devanado serían, respectivamente, 1.1 mm (0.11 cm) y 5.55 mm (0.55 cm). Con estos valores, usted puede comprobar que la inductancia de la bobina diseñada sería del orden de  $393\mu H$  con núcleo de aire y de  $98mH$  con núcleo de polvo de hierro. El error es menor del 2%.

Como puede verse, el diseño de bobinas a partir de ecuaciones implica una buena dosis de manipulaciones matemáticas. Una alternativa es el uso de ábacos o nomogramas, los cuales representan gráficamente cada uno los parámetros de los cuales depende la inductancia y obvian la necesidad de cálculos.

Un ejemplo de nomograma para bobinas de núcleo de aire de una sola capa se muestra en la figura 7. El mismo relaciona el diámetro en pulgadas ( $d$ ), el número de espiras por pulgada ( $n$ ), la longitud axial ( $l$ ) y la inductancia en microhenrios ( $L$ ) de la bobina. Para su uso deben conocerse tres de estos valores. El nomograma proporciona el cuarto.

Como ejemplo, suponga que se desea conocer el número de espiras necesario para obtener una bobina de  $200\mu H$  sobre un núcleo de aire de 1.5" de diámetro y 2". Inicialmente localizamos en la primera escala ( $d$ ) el diámetro del núcleo (1.5") y en la cuarta ( $L$ ) la inductancia ( $200\mu H$ ). A continuación, utilizando un lápiz fino, unimos estos dos puntos mediante una línea recta. Esta rec-

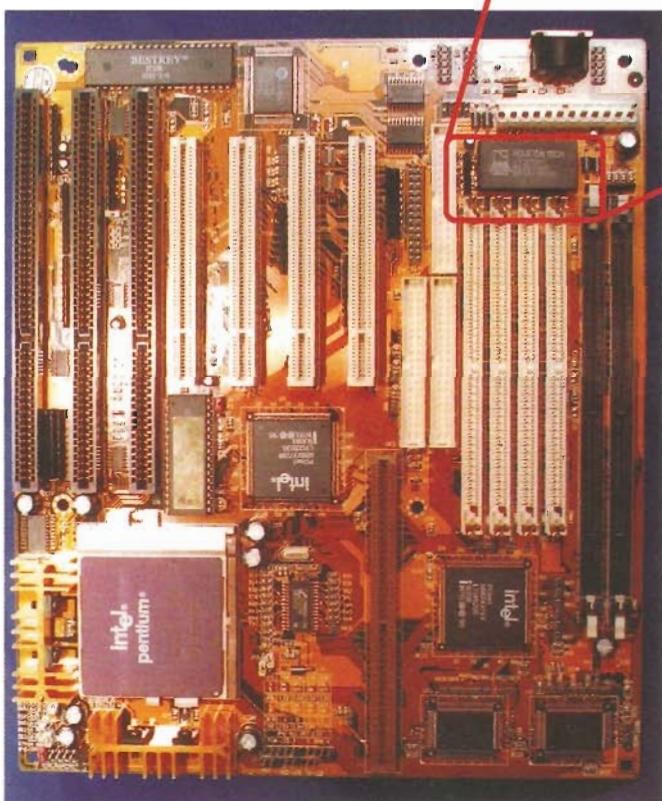
ta intersectará la línea índice en un punto  $X$ . Seguidamente, localizamos en la tercera escala ( $l$ ) la longitud de la bobina (2") y trazamos con el mismo lápiz una recta desde este punto hasta la segunda escala ( $n$ ) de modo que la misma pase por el punto  $X$ . La intersección de esta recta con la escala proporcionará el número de vueltas por pulgada requerido, que en este caso es  $n=49$ . Puesto que la longitud de la bobina es de 2 pulgadas, deben entonces realizarse  $49 \times 2 = 98$  espiras.  $\blacksquare$



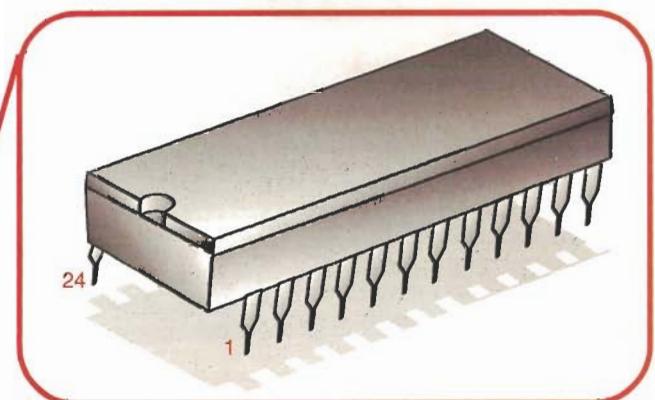
**Figura 7.** Ejemplo de nomograma para el diseño de bobinas

# Memorias NVRAM

**Este tipo de memorias une las maravillosas propiedades de velocidad de una RAM con la confiabilidad y seguridad que ofrece una EPROM o una EEPROM.**



**Figura 1.** Circuito integrado NVRAM instalado en una tarjeta de computadora



**GUILLERMO RAMOS RAMOS**

**L**a memoria NVRAM (*Non Volatile Random Access Memory*) o memoria RAM no volátil, es un tipo de memoria RAM que retiene los datos cuando se suspende la energía, figura 1. Estas memorias suman las excelentes propiedades de velocidad de una memoria RAM con la retención de datos de una memoria EPROM o una EEPROM.

La memoria no volátil es ampliamente utilizada en las tarjetas de las computadoras para guardar información de la fecha y la hora, al igual que los datos de configuración de dichos dispositivos. Así mismo, son utilizadas en máquinas que no tienen unidades de almacenamiento magnético. En estos casos, la unidad de control tiene el programa almacenado en memorias EPROM con-

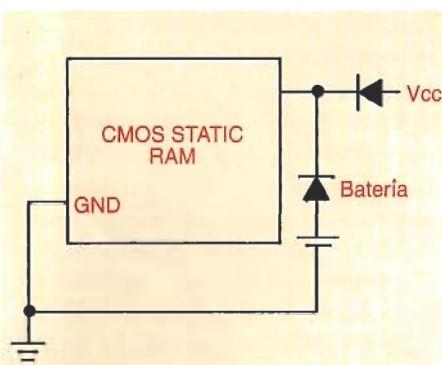


Figura 2. Diagrama elemental de una memoria NVRAM

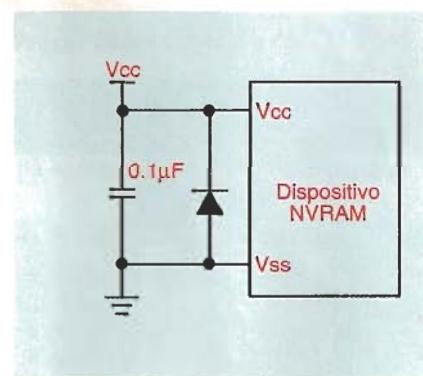


Figura 3. Circuito usado para la protección de circuitos de memoria

vencionales pero los datos son guardados constantemente en un arreglo de memoria no volátil o NVRAM, para luego ser descargados en otro medio de almacenamiento, como en una computadora por ejemplo.

En la mayoría de los casos, los circuitos de memoria NVRAM están compuestos de celdas de memoria SRAM (*Static RAM*) con una pequeña batería que se encarga de suministrar energía cuando se suspende el suministro principal de voltaje del circuito.

Otros tipos de NVRAM, menos comunes, mezclan memoria SRAM con memoria EEPROM (*Electrically Erasable Programmable ROM*) o memoria EPROM de borrado eléctrico.

Vea en la figura 2 una forma (muy elemental) de convertir una memoria RAM estática en NVRAM. En la realidad, los circuitos de NVRAM poseen complejos sistemas de conmutación de fuentes que buscan proteger los datos durante tal suceso. Generalmente la memoria es de tipo CMOS ya que estas

son las de menor consumo de corriente y obviamente que al tener que ser alimentadas temporalmente por baterías, entre menor corriente requieran mejor.

Veamos a continuación algunos parámetros utilizados en la identificación de memorias NVRAM. Muchos de estos parámetros son válidos de igual manera para los circuitos de memoria en general.

### Parámetros utilizados en las NVRAM

- **Corriente en reposo (Standby current).** Es la corriente que consume el dispositivo cuando está en reposo, es decir, solamente utiliza el voltaje para mantener los datos en las celdas de memoria.

- **Voltaje de retención de datos (Data retention voltage).** Este es el voltaje requerido por la memoria para fijar un dato en una celda determinada. Cuando el dato se lleva a la celda, generalmente requiere de un voltaje y de una corriente determinadas.

- **Tiempo de acceso (access time).** Es el tiempo que tarda una memoria en tomar la orden y suministrar el dato de una de sus celdas hacia los pines exteriores. Este es quizás uno de los parámetros que tienen, mayor importancia en los circuitos de memoria de cualquier tipo. El tiempo de acceso indica la velocidad con la cual ésta puede operar en un circuito. Entre mayor velocidad tenga una memoria, o sea menor tiempo de acceso, mayor será su costo y su eficiencia.

- **Temperatura de trabajo (Operating temperature range).** La memoria funciona correctamente solamente si su temperatura se encuentra dentro de este rango. Generalmente se dan dos valores, uno mínimo y uno máximo.

- **Tiempo del ciclo de lectura (Read cycle time).** Es el tiempo que tarda el proceso de lectura de una celda determinada de memoria.

- **Tiempo del ciclo de escritura (Write cycle time).** Es el tiempo que tarda el proceso de escritura de una celda determinada de la memoria

- **Ancho del pulso de escritura (Write pulse Width).** Durante el proceso de fijar un dato en una celda de memoria se requiere un tiempo mínimo determinado. Si el tiempo de escritura es inferior a este parámetro, seguramente el dato no quedará almacenado en memoria y por ende se perderá.

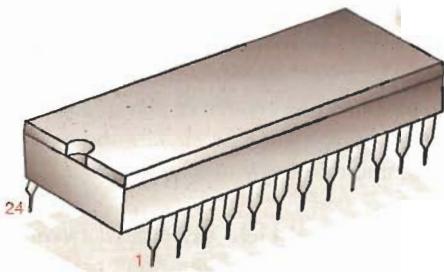
- **Corriente en la retención de datos (Data retention current).** Para fijar un dato, el circuito utiliza una corriente superior a la de su funcionamiento normal. Este parámetro indica cuál es el consumo de corriente durante el proceso de escritura de un dato en una celda de memoria

### Protección de voltaje

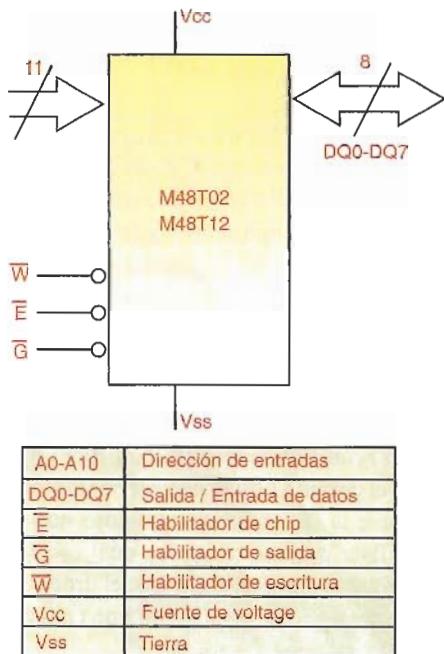
En el diseño de circuitos que utilicen memorias NVRAM y de otros tipos, suele insertarse una protección de voltaje de tal manera que elimine los riesgos de pérdidas de datos en la memoria o el posible deterioro del componente

	COSTO	Interface fácil	No volátil	Densidad	Desempeño	leer/escibir	Refacción de datos
DRAM		-		+++	++	+++	
STATIC RAM	+++	+++		+	+++	+++	
NV SRAM	+++	+++	++	+	+++	+++	++
NV SRAM Particionable	+++	+++	++	+	+++	+++	++
PSEUDO STATIC	++	+		++	+	+++	
FLASH	+	++	++	+	++	+	++
EEPROM	++	++	+	+		+	+
EPROM	+	++	++	++	+		++
OTP EPROM		+++	+++	+++	+		+++
ROM	+++	+++	+++	++	+		+++

Figura 4. Tabla de comparación entre los diferentes tipos de memorias



**Figura 5.** Presentación del M48T02. Memoria NVRAM de 2 KB con reloj de tiempo real



**Figura 6.** Diagrama lógico M48T02

en general. Observe en la figura 3 un circuito típico utilizado para la protección de estos circuitos integrados.

### Prueba de una memoria NVRAM

Para probar el estado de una memoria NVRAM, es decir hacer un diagnóstico de la misma, puede ejecutarse una pequeña rutina que consiste en efectuar operaciones sobre las celdas para determinar si realmente se encuentra en buen estado. Una memoria en buen estado es aquella que permite la lectura y la escritura de datos en el tiempo indicado por sus respectivos parámetros. La prueba consiste específicamente en leer una posición de memoria, escribir el complemento de ese dato, leerlo para verificar si realmente ha quedado escrito, y repetir el proce-

so para dejar almacenado el dato original. Con esto, quedarán probadas cada una de las celdas bit a bit de la posición elegida para el diagnóstico.

### NVRAM con particiones

Existen algunas referencias de circuitos integrados de memoria RAM no volátil que ofrecen otras propiedades diferentes a las convencionales. La idea de tener particiones está basada en la necesidad de proteger determinados bloques de memoria contra la escritura. Por ejemplo, este tipo de memoria es útil si se necesita que determinada información que tenga almacenada no sea alterada y que otros segmentos si puedan ser reescritos. De esta forma, sería suficiente con clasificar los datos en secciones diferentes y proteger contra la escritura las que sean necesarias. El resto de la memoria se comportaría como una memoria NVRAM convencional. En el mercado podemos encontrar algunos circuitos integrados de este tipo, como el DS1650 que describiremos más adelante.

### Comparación de la NVRAM con otros tipos de memoria

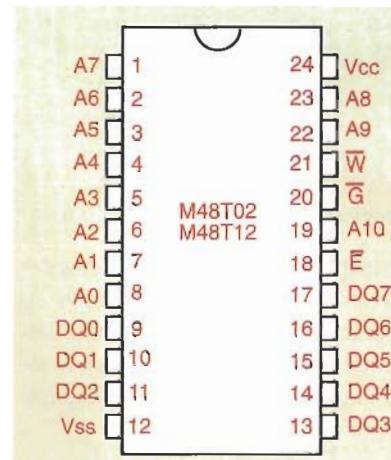
En la tabla de la figura 4 podemos apreciar una comparación entre diversos medios de almacenamiento en semiconductores. Por ejemplo, observe que la memoria SRAM es mucho más costosa que la memoria ROM y que el de la memoria NVRAM es del mismo orden que la SRAM.

### Configuración de algunas referencias de NVRAM

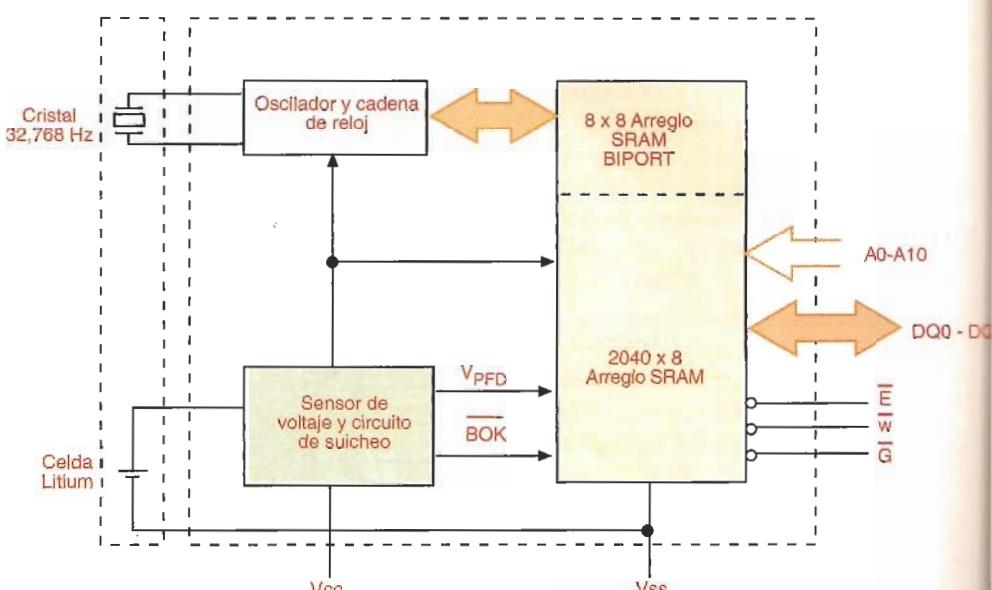
Veamos a continuación la descripción de algunas referencias de circuitos integrados de memoria RAM no volátil o NVRAM. En la mayoría, la distribución de pines coincide con el formato estándar que tienen los circuitos integrados de las memorias convencionales tales como las RAM, las EPROM, etc. También podemos encontrar tarjetas tipo SIMM, con arreglos de memoria similares a los usados en las computadoras. Precisamente uno de estos modelos se describe más adelante.

### Configuración de la NVRAM M48T02.

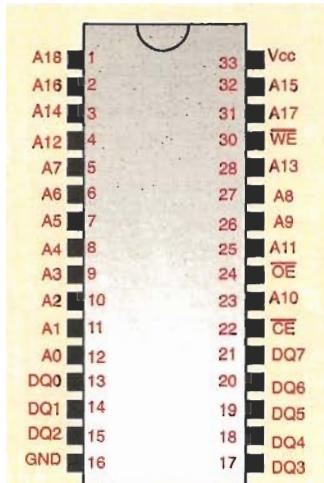
Este es un circuito integrado de memoria NVRAM que viene con muchas tarjetas para computadoras, específicamente en



**Figura 7.** Distribución de pines del M48T02



**Figura 8.** Diagrama de bloques de la NVRAM M48T02



**Figura 9.** Distribución de pines de la memoria DS1650 que contiene 512 KB de NVRAM

algunos modelos de PCs de la firma *SUN Microsystems*.

Observe en el recuadro de la derecha las principales propiedades de este circuito integrado.

Este circuito integrado, figura 5, contiene en su interior 16 Kbit o 2 Kb x 8 de memoria tipo SRAM no volátil en compañía de un reloj de tiempo real, con manejo de hora y fecha completas, al igual

que una batería. Sostiene los datos en memoria hasta por 10 años sin alimentación externa, tiempo este durante el cual el reloj sigue corriendo normalmente, todo esto, gracias a su batería de litio de larga vida. Observe en la figura 6 el diagrama lógico y la descripción de los grupos de señales usadas por tal circuito integrado. En la figura 7 podemos apreciar la distribución de pines del M48T02, y en la figura 8 el diagrama de bloques de su construcción interna. Observe que posee un sistema de seguridad que detecta la presencia de voltaje externo y habilita la alimentación de la batería. Así mismo, podemos ver que la base para el funcionamiento del reloj es un oscilador a partir de un cristal de 32.768 KHz.

### Configuración de la NVRAM DS1650

Este circuito integrado, cuyo fabricante es *Dallas Semiconductor*, contiene 512 KB de memoria NVRAM con particiones.

Observe en el recuadro superior algunas propiedades de esta pastilla de memoria.

Una de las principales ventajas de este circuito integrado es la de tener su memoria con particiones. Se pueden proteger de la escritura 16 secciones diferentes, independientes unas de otras. Esto significa que cada partición es de 32 KB. Para proteger determinada sección se debe escribir un código en un registro que la memoria trae para tal fin. Otra característica de esta memoria es la de tener batería redundante, es decir, cuando la batería en funcionamiento falla, inmediatamente entra la otra a suplir el voltaje y retener así los datos almacenados en las celdas. Además, contiene in-

### Características del M48T02

- Batería y cristal internos
- Memoria SRAM de bajo consumo
- 16 Kbit (2 KB)
- Reloj de tiempo real
- Protección de escritura cuando se suspende la alimentación
- Batería de Litio

### Características del DS1650

- Doble Batería de Litio
- Ciclos de escritura ilimitados
- Retención de datos por 10 años o más
- Memoria SRAM de tipo CMOS de bajo consumo
- 4096 K (512 KB)
- Protección de escritura cuando se suspende la alimentación
- Reemplazo directo de memorias RAM y EEPROM de la misma capacidad
- Tiempo de acceso de 70 a 100 ns.
- Tiempo de escritura igual al tiempo de lectura

ternamente el circuito de control para la conmutación de la alimentación cuando la fuente de principal de energía deja de fluir. Observe en la figura 9 la distribución de pines y de la memoria NVRAM DS1650.

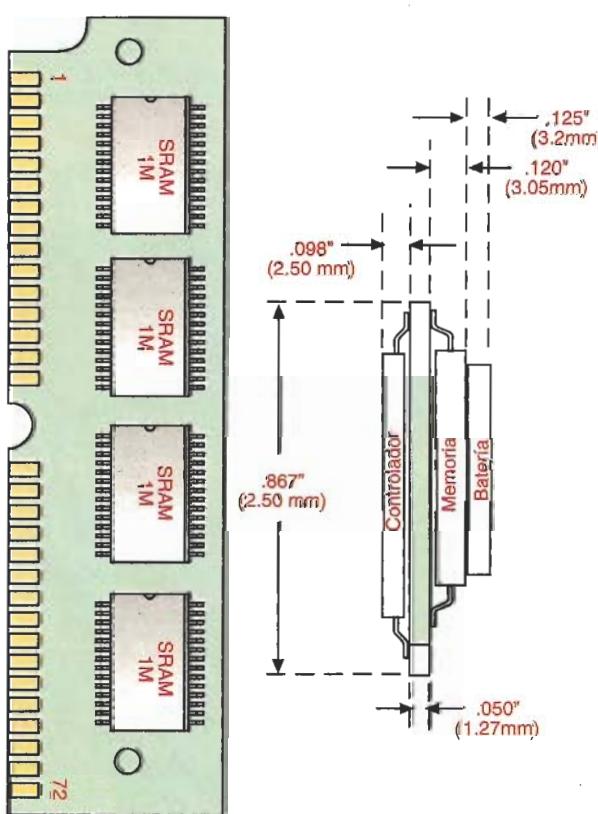
### Configuración de la NV SRAM DS2227

Esta es una memoria NVRAM cuya presentación es en forma de SIMM, figura 10, utilizada comúnmente para guardar datos o configuraciones especiales de instrumentos de medida y en general, de diferentes dispositivos y aparatos electrónicos. Observe el tamaño y la forma de montaje de la batería de litio.

Vea en el recuadro algunas especificaciones técnicas de la memoria DS2227.

### Características del DS2227

- Batería de Litio
- Empaque en SIMM e 72 pines
- Bancos de memoria de montaje superficial
- Retención de datos por 10 años o más
- Memoria SRAM de tipo CMOS de bajo consumo
- 4096 K (512 KB)
- Protección de escritura cuando se suspende la alimentación
- Tiempo de acceso de 70 a 120 ns.
- Tiempo de escritura igual al tiempo de lectura



**Figura 10.** Presentación de la NVRAM DS2227

# El puerto

## de juegos

*Conozca el funcionamiento del puerto de juegos de su computadora. Adicionalmente aprenda cómo manipular sus señales y a comunicarse con otros dispositivos externos.*

**GUILLERMO RAMOS RAMOS**

**E**l puerto de juegos de una computadora es un conector de 15 terminales (DB15) que se encuentra ubicado generalmente en el lado posterior de una computadora, figura 1, y que sirve para la conexión de dispositivos de control de juegos, dispositivos estos comúnmente llamados *palanca de juegos* o *joysticks*, figura 2. Como su nombre lo dice, se ha diseñado especialmente para ser usado con programas de juegos a través de la computadora.

Generalmente, las personas que utilizamos los puertos de las computadoras para comunicar dichas máquinas con circuitos electrónicos externos, ya sea la impresora, un fax externo, o por qué no, un dispositivo diseñado por mo-

sotros mismos, enfatizamos especialmente en el uso del puerto paralelo y de los puertos seriales, y muy pocas veces utilizamos el puerto de juegos.

El puerto de juegos puede convertirse en una herramienta valiosa para el diseño de proyectos destinados a las comunicaciones de la computadora. Por ejemplo, a diferencia de los puertos seriales y paralelos, el puerto de juegos posee pines con el voltaje de alimentación de la computadora (+5V), voltaje que puede ser usado para nuestros circuitos externos, lo que nos ahorraría el uso de fuentes de poder adicionales. Además, posee la valiosa propiedad de permitir la lectura de valores análogos, siendo el único puerto, de los que la



**Figura 1.** El puerto de juegos se encuentra en la parte posterior de la computadora, generalmente al lado de las entradas y salidas de la multimedia



**Figura 2.** Joystick utilizado por muchos juegos de computadora

computadora tiene normalmente, que puede recibir tanto valores digitales como valores continuos de señales externas.

Por ejemplo, con el puerto de juegos se puede conectar un simple termistor (varía su resistencia en forma proporcional a su temperatura) a dos terminales del puerto de juegos y mediante un pequeño programa, hecho en uno de los lenguajes de programación, se puede leer en pantalla el valor de la temperatura del sitio donde se encuentre dicho termistor, algo así como un termómetro digital cuya lectura aparecería en la pantalla de la computadora. Vea en el recuadro algunas ventajas y desventajas del puerto de juegos de una PC.

### Configuración del puerto de juegos.

El puerto de juegos es un conector DB15 hembra que posee 15 terminales, 8 de los cuales sirven como entradas, recibiendo 4 señales análogas y 4 señales digitales del exterior de la computadora. Los otros

### Ventajas y desventajas del puerto de Juegos

- Su conector posee pines con +5V y tierra
- Permite la lectura de cuatro variables análogas
- El tamaño de su conector permite mayor manejabilidad
- Tiene cuatro entradas para datos digitales
- Tiene cuatro entradas para datos análogos
- No tiene pines para salida de datos
- Sus entradas análogas son de baja precisión

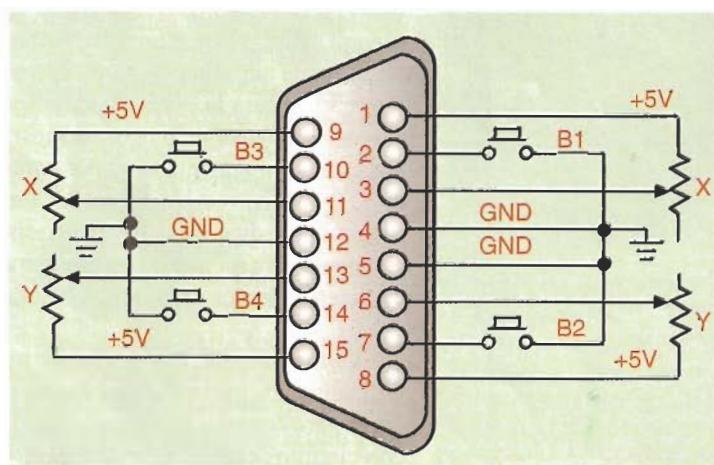
7 terminales son utilizados para que la computadora envíe hacia el dispositivo externo los voltajes de alimentación digital, es decir tierra ó 0 voltios y +5 voltios. Observe en la figura 3 la tabla donde se relacionan los 15 pines del puerto y su respectiva función.

El puerto de juegos se ha diseñado de tal forma que puedan conectarse a él simultáneamente dos dispositivos de mando estándares. Un dispositivo de mando estándar es aquel que posee dos botones (entradas digitales), un eje X (entrada análoga) y un eje Y (entrada análoga). Así entonces, para dos dispositivos de mando, se tendrán 4 botones y 4 ejes en total. Observe en la figura 4 el circuito externo que tendría un joystick completo.

### El puerto de juegos y otros joysticks

Con la aparición de juegos de cierta complejidad, los fabricantes de palancas de juegos optaron por diseñar dispositivos que se salieran del formato estándar de los joysticks. Es por esto que algunos de

Puerto de Juegos				
Puerto	Pin	bit	Descripción	E/S
H201	1	-	+5V (Vcc)	-
	2	4	Botón 1	E
	3	0	Posición X	EA
	4	-	Tierra (GND)	-
	5	-	Tierra (GND)	-
	6	1	Posición Y	EA
	7	5	Botón 2	E
	8	-	+5V (Vcc)	-
	9	-	+5V (Vcc)	-
	10	8	Botón 3	E
	11	2	Posición X	EA
	12	-	Tierra (GND)	-
	13	3	Posición Y	EA
	14	7	Botón 4	E
	15	-	+5V (Vcc)	-



**Figura 3.** Distribución de pines y señales del puerto de juegos

**Figura 4.** Diagrama del puerto de juegos y su configuración externa



**Figura 5.** Algunos joysticks utilizan las señales de entrada diferente al formato estándar de los botones y los ejes.

JOYSTICK B	JOYSTICK A	JOYSTICK B	JOYSTICK A				
Botón 1	Botón 2	Botón 1	Botón 2	Coordenada Y	Coordenada X	Coordenada Y	Coordenada X
bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0

**Figura 6.** Descripción del byte H201

estos elementos utilizan las 8 señales en forma diferente a la configuración normal. Cada programa de juegos le da un uso en particular a cada uno de los botones y a cada uno de los ejes de un joystick. Inclusive, la mayoría de palancas de juego, especialmente las que sirven como simuladores de vuelo, usan todos los botones y todos los ejes en un solo dispositivo de mando, tal como a los que se aprecian en la figura 5. Por ejemplo, un dispositivo de mando para juegos de autos de carreras, utiliza un eje para el manejo de la dirección del auto, otro eje se usa para el acelerador y otro para el freno. Observe en la figura 5 algunos joysticks que se ajustan específicamente a determinados juegos.

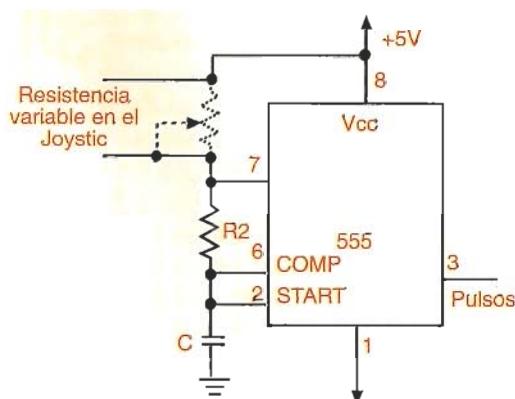
### Lectura del puerto de juegos

Las señales digitales del puerto de juegos dentro de la computadora se encuentran localizados en la dirección

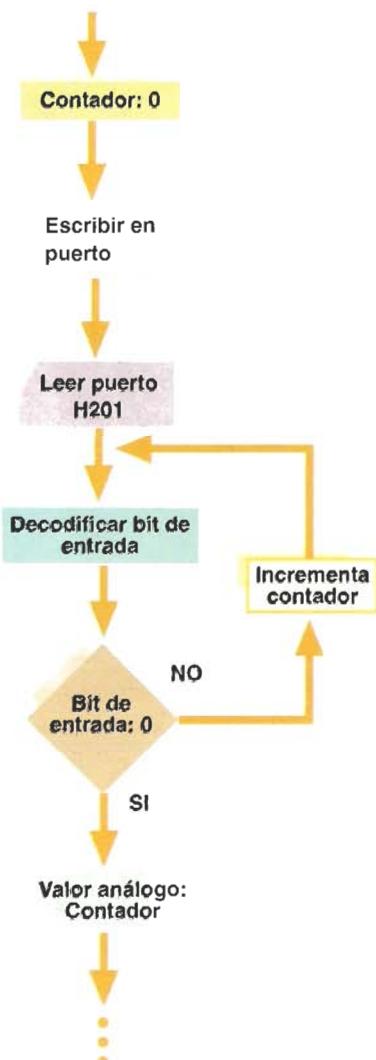
H201 (hexadecimal), que corresponde a la 513 en decimal. Esta dirección posee un byte con la información del estado de los pines del conector externo del puerto. Con cualquier lenguaje de programación que permita la lectura de puertos se puede obtener la información existente en el conector. En la figura 6 podemos ver la distribución de los 8 bits correspondientes al byte de la dirección H201. Como puede verse, los cuatro bits menos significativos (D0 a D3 ó nibble bajo), corresponden a los pines del puerto con las señales de los cuatro ejes, mientras que los 4 bits más significativos (D4 a D7 ó nibble alto), hacen referencia a los pines del puerto por donde entran las señales de los cuatro botones.

Los 4 bits que contienen la información de los botones de la palanca de juegos pueden interpretarse en forma inversa al estado de los mismos, es decir, si el bit contiene un cero, el botón estaría oprimido o activado, pero si el bit contiene un 1, el botón estaría suelto o en su estado normal. Simplemente, luego de que se filtren los bits, debe agregarse la operación NOT para que el programa nos indique el estado de los 4 botones.

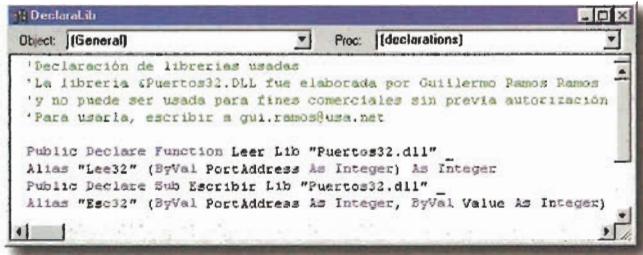
Para leer las entradas analógicas no sucede lo mismo que con los botones. Cada entrada analógica, correspondiente a los 4 ejes, tiene un circuito generador de pulsos muy similar al que aparece en la figura 7 con el circuito integrado 555, muy



**Figura 7.** Circuito de pulsos similar al utilizado por la PC para la lectura de variables analógicas



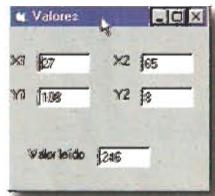
**Figura 8.** Diagrama de flujo para la lectura de una entrada analógica



**Figura 9.** Listado de la declaración de la librería

conocido en el mundo de la electrónica. Este circuito genera una serie de pulsos cuya frecuencia depende del valor de las resistencias R1 y R2. Dentro de la computadora, en cada uno de los circuitos se ha omitido la resistencia R1 y es ésta precisamente la que se debe reemplazar con el joystick. Al mover por ejemplo el volante del joystick, lo que hacemos es variar una resistencia que va dentro de dicho dispositivo pero que va conectada a través del cable al circuito del interior de la computadora.

Así entonces, cada vez que variamos cualquiera de las resistencias de los cuatro ejes de la palanca de juegos, estamos



**Figura 10.** Listado y ejecución de la rutina que muestra los valores del puerto

Objet: [Timer] Proc: [Timer]

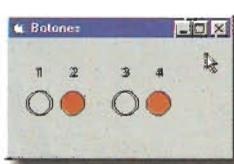
```

' Rutina para la lectura del valor de los cuatro ejes
Private Sub Timer1_Timer() ' Se repite cada 10 ms
Dim i As Integer, Valor As Integer
Text1.Text = Leer(H201) ' Lee el byte H201

' El siguiente código se debe repetir para cada uno de
' los cuatro ejes. Simplemente se debe cambiar el valor
' del filtro en la operación AND por 2, 4 y 8 respectivamente.

i = 0 ' Inicializa el contador
Escribir &H201, &HFF ' Escribe cualquier valor
Do
    i = i + 1 ' Incrementa el contador
    Valor = Leer(H201) And 1 ' Filtra el primer eje
Loop While (Valor = 1) And (i < 1000)
Text1.Text = i ' Muestra el valor del contador
End Sub

```



**Figura 11.** Listado y ejecución de la rutina que muestra el estado de los 4 botones

Objet: [Timer] Proc: [Timer]

```

' Rutina para detectar el estado de los botones
Private Sub Timer1_Timer() ' Se repite cada 100 ms
Dim Valor As Integer

Valor = Leer(&H201) ' Lee el puerto
If (Valor And 1) = 0 Then ' Filtra si botón 1
    Shape1.BackStyle = 1 ' Cambia el color del círculo
Else: Shape1.BackStyle = 0
End If

If (Valor And 2) = 0 Then ' Filtra si botón 2
    Shape2.BackStyle = 1
Else: Shape2.BackStyle = 0
End If

If (Valor And 4) = 0 Then ' Filtra si botón 3
    Shape3.BackStyle = 1
Else: Shape3.BackStyle = 0
End If

If (Valor And 8) = 0 Then ' Filtra si botón 4
    Shape4.BackStyle = 1
Else: Shape4.BackStyle = 0
End If
End Sub

```

cambiando la frecuencia de los pulsos del circuito correspondiente.

Por cada una de las entradas, la computadora tiene otro circuito que se encarga de contar los pulsos de cada uno de los 4 generadores hasta que se alcance determinado número. En este momento es donde entra de nuevo en juego el byte de la dirección H201. Cada vez que el circuito ha terminado de contar los pulsos, cuyo tiempo depende de la velocidad con que ellos salgan del generador, el bit correspondiente a la entrada analógica cambia su valor. Si la resistencia en la palanca de juegos es alta (100K) la frecuencia de los pulsos es baja por lo que el contador se demora más tiempo hasta llegar al número de pulsos deseado. Pero si la resistencia es baja, la frecuencia es superior y el contador llega a su meta en un tiempo menor.

Para determinar el valor analógico de cualquiera de las entradas basta con medir el tiempo que tarda el conteo de los pulsos. El circuito empieza a contar pulsos cada vez que se escribe cualquier valor en el puerto. En el instante en que se escriba cualquier valor debemos empezar a cronometrar el tiempo. Para finalizar el conteo del tiempo es suficiente con estar leyendo el puerto y ver en qué momento cambia de valor cada bit de las entradas analógicas.

Debido a que los tiempos que se manejan en este caso son del orden de los milisegundos y los lenguajes de programación comunes como Visual Basic no manejan la hora hasta tal precisión, la forma que hemos elegido para determinar ese lapso es la de implantar una variable como contador incrementándola hasta que el bit de la dirección H201 de la entrada analógica del puerto de juegos cambie de valor. Vea en el siguiente recuadro la secuencia que debe utilizarse para conocer el valor de una de las entradas analógicas del puerto de juegos.

- Escribir algo en el puerto 201H (hexadecimal)
- Inicio del Ciclo para incrementar la variable.
- Leer el puerto 201H
- Chequear el bit correspondiente al pin de la entrada a medir (enmascarar)
- Si está en alto, tome el valor del contador y salga del ciclo
- Si es bajo, incremente el contador
- Si el contador es menor a 1000, vuelve a iniciar el ciclo
- Si el contador ya llegó a mil, el pin del puerto está desconectado

Observe en la figura 8 el diagrama de flujo que representa las órdenes anteriores.

### Ejemplos de programación para la lectura del puerto de juegos

Para terminar de comprender la forma en que funciona el puerto de juegos y especialmente para conocer cómo podemos usarlo en nuestras rutinas de programación, hemos elaborado una serie de programas de tal forma que cada uno le da un fin diferente a los valores detectados en el puerto. Los ejemplos están hechos todos en Visual Basic y funcionan perfectamente en cualquier versión siempre y cuando se utilice una librería externa que permita el acceso a las direcciones de los puertos de la computadora. Esto se debe a que dentro de las instrucciones normales de Visual Basic no existe alguna que sirva para leer o para escribir sobre una dirección determinada. La librería usada en este caso se denomina **Puertos32.DLL** (32 bits) y se puede adquirir a bajo costo si escriben a [gui.ramos@usa.net](mailto:gui.ramos@usa.net).

Lo primero que se debe hacer es declarar la librería externa. Observe en el listado de la figura 9 la manera de declarar las funciones *Leer* y *Escribir*, procedentes de la librería Puertos32.DLL, que debe estar en el directorio donde estemos trabajando, o en el subdirectorio *System* de *Windows*. Hemos hecho 4 rutinas diferentes, las cuales las describiremos a continuación:

**Lectura y visualización de los valores del byte y de cada una de las entradas analógicas.** Este es el primer paso a desarrollar. Simplemente, se conecta un joystick, una resistencia variable o interruptores en la disposición que se mos-

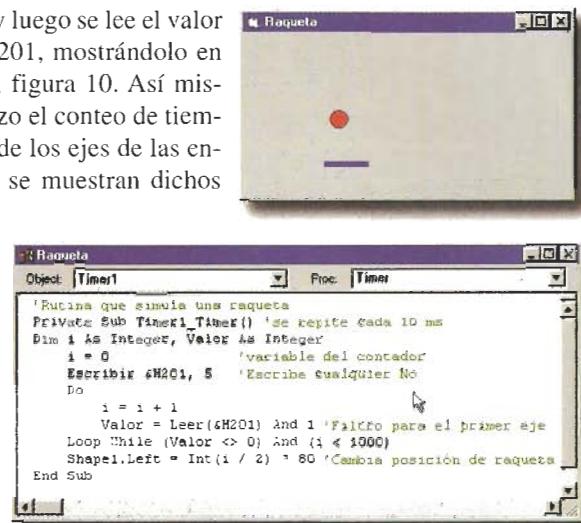
tró en la figura 4, y luego se lee el valor de la dirección H201, mostrándolo en una caja de texto, figura 10. Así mismo, también se hizo el conteo de tiempo para cada uno de los ejes de las entradas análogas y se muestran dichos valores en otras 4 cajas de texto diferentes. Trate de entender la rutina de este pequeño programa demostrativo antes de continuar examinando los siguientes.

**Lectura de los cuatro botones por separado.** En esta pequeña rutina, figura 11, estamos leyendo el valor del puerto de juegos y filtrando los bits que corresponden a los cuatro botones. Observe que la forma de enmascararlos es con el valor decimal que representa el bit de cada una de las entradas en el byte del valor leído.

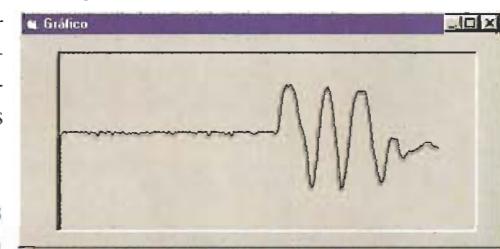
**Lectura del eje y visualización en forma de raqueta para la programación de juegos.** En esta ocasión, simplemente estamos leyendo una de las entradas análogas del puerto de juegos y ubicamos una línea desplazándola de izquierda a derecha y viceversa de acuerdo al valor detectado, figura 12. Esta línea simula una raqueta usada comúnmente en varios juegos de video.

### Lectura de uno de los ejes y visualización en forma de gráfico de voltaje vs. Tiempo.

Este programa puede ser utilizado para la lectura de variables análogas procedentes del exterior, figura 13. Por ejemplo, si estamos leyendo temperatura tendremos un gráfico que nos representará la evolución de la temperatura durante determinado tiempo transcurrido.  $\Omega$



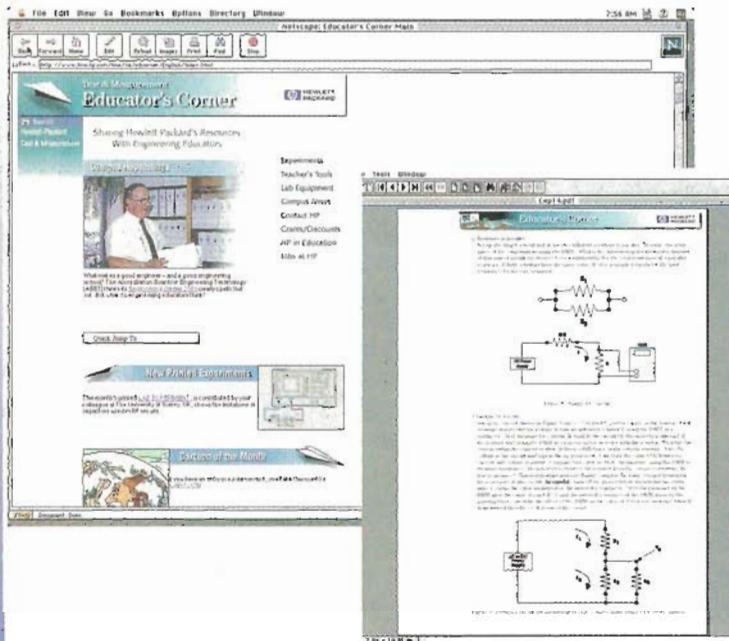
**Figura 12.** Listado y ejecución de la rutina que muestra los valores del puerto



**Figura 13.** Listado y ejecución de la rutina que elabora un gráfico a partir de los datos análogos

```
'Rutina para elaborar un gráfico
Private Sub Timer1_Timer() 'se repite cada 100 ms
Dim Y As Integer 'eje vertical del gráfico
Dim Valor As Integer
Y = 0
Escribir &H201, 5 'escribe cualquier valor en el puerto
Do
    Y = Y + 1
    Valor = Leer(&H201) And 1 'filtra el primer eje
    Loop While (Valor <> 0) And (Y < 1000)
    X = X + 1 'incrementa contador
    Picture1.Line -(X, Y) 'Hace una linea
    If X = 200 Then 'si finaliza el eje horizontal
        Picture1.Cls 'borra el gráfico'
        X = 0
    End If
End Sub

Private Sub Form_Load()
    Picture1.Scale (1, 200)-(200, 0) ' Escala
    X = 0 'inicializa el eje horizontal
End Sub
```



### La página de Hewlett Packard para los profesores.

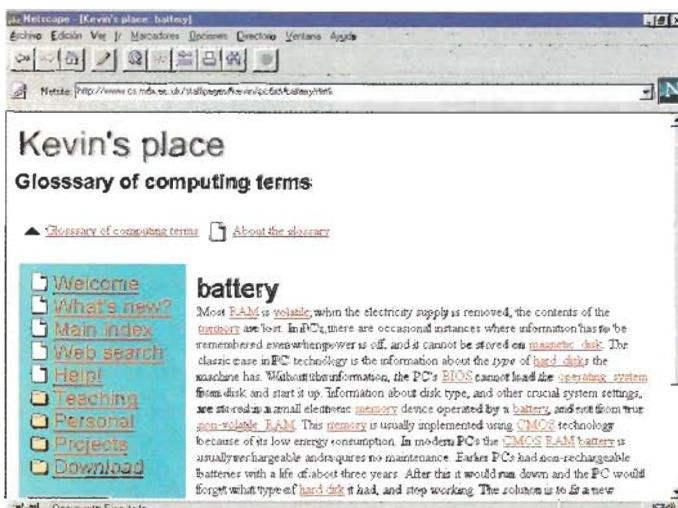
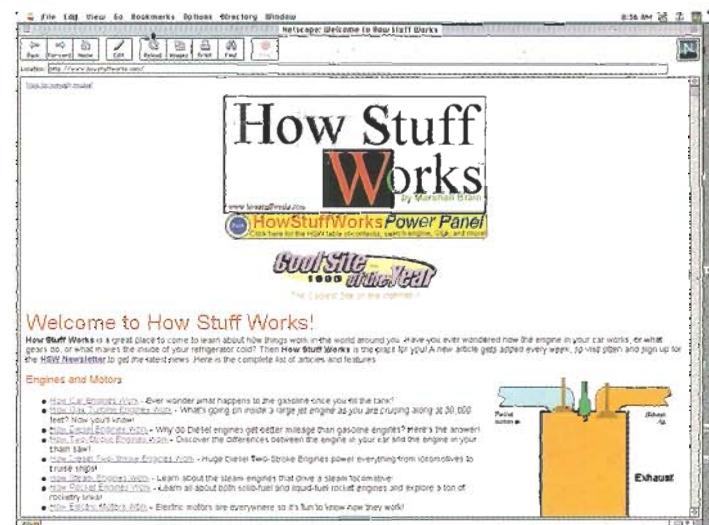
En esta página publicada como "la esquina del educador" por Hewlett Packard, hay una gran cantidad de información útil para estudiantes, profesores y aficionados a la electrónica. Vale la pena mencionar una gran colección de experimentos clasificados por categorías en donde se hace énfasis en el uso de todo tipo de instrumentos. También hay otra sección de la página llamada "Teacher's Tools" en la cual se pueden encontrar recursos importantes para la enseñanza de la electrónica.

<http://www.tmo.hp.com/tmo/ia/edcorner/english/index.html>

### El mejor sitio para saber cómo funcionan las cosas.

Esta es una página muy buena para conocer cómo funcionan las cosas y las tecnologías que nos rodean. Aquí se pueden encontrar explicaciones muy sencillas y agradables sobre el funcionamiento del automóvil, de los motores, tanto mecánicos como eléctricos, la televisión, los teléfonos celulares, el GPS, los teléfonos, etc. El autor promete que cada semana aparecerá un nuevo tema el cual será anunciado por e-mail a quien se suscriba a la lista de usuarios. Vale la pena visitar este sitio y reconocerlo detenidamente.

<http://www.howstuffworks.com>



### Glosario de términos técnicos

Resuelva rápidamente sus dudas sobre los temas de electrónica y de computadores. En esta página puede encontrar palabras con significados cortos y precisos con los cuales se evita la molestia de estar leyendo información en gran volumen y con poco contenido. Adicionalmente, cada significado tiene palabras con enlaces directos, que lo llevan a través del glosario, enriqueciendo su cultura en una importante, valiosa y divertida rama de la tecnología como lo es la electrónica la ciencia computacional.

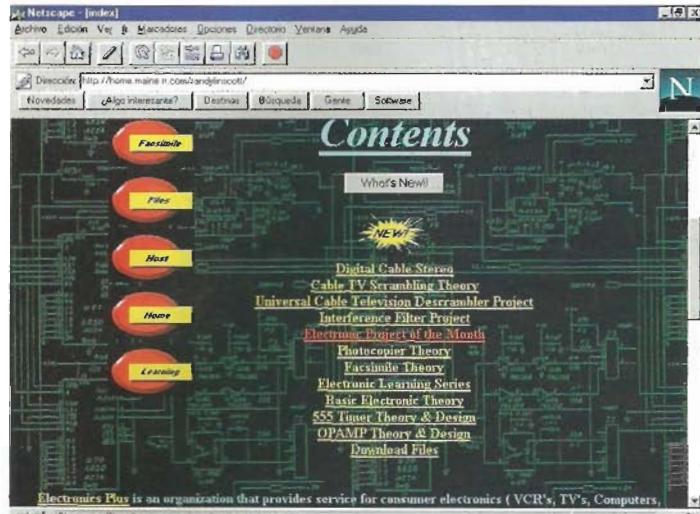
<http://www.cs.mdx.ac.uk/staffpages/kevin/>



### El mundo de los Nerd's

Esta página contiene una máquina de búsqueda especializada en el área de las computadoras, cuyos temas están divididos por categorías. Por ejemplo, se puede seleccionar la búsqueda por hardware, computadoras Macintosh, sección de libros, etc., lo que aumenta la velocidad de la búsqueda y evita que aparezcan ítems fuera de contexto. Adicionalmente, posee enlaces a muchas páginas relacionadas con las computadoras.

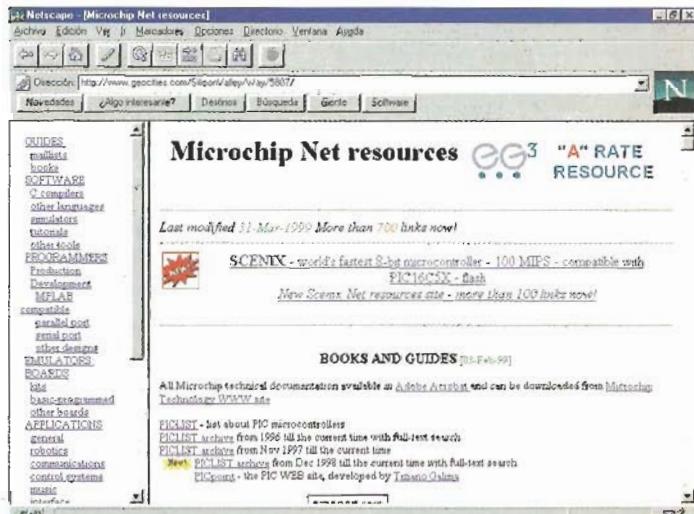
<http://www.nerdworld.com/computers.html>



### Electronic Plus

Este es un sitio muy bueno que contiene información muy útil para los aficionados a la electrónica. Dentro de los temas se encuentra la teoría del funcionamiento de las fotocopiadoras, del fax y teoría sobre amplificadores operacionales, entre otros. Además, para quienes gustan de los experimentos y del montaje de proyectos, se encuentra una buena colección de circuitos, en los que se incluye el diagrama esquemático y la teoría de funcionamiento.

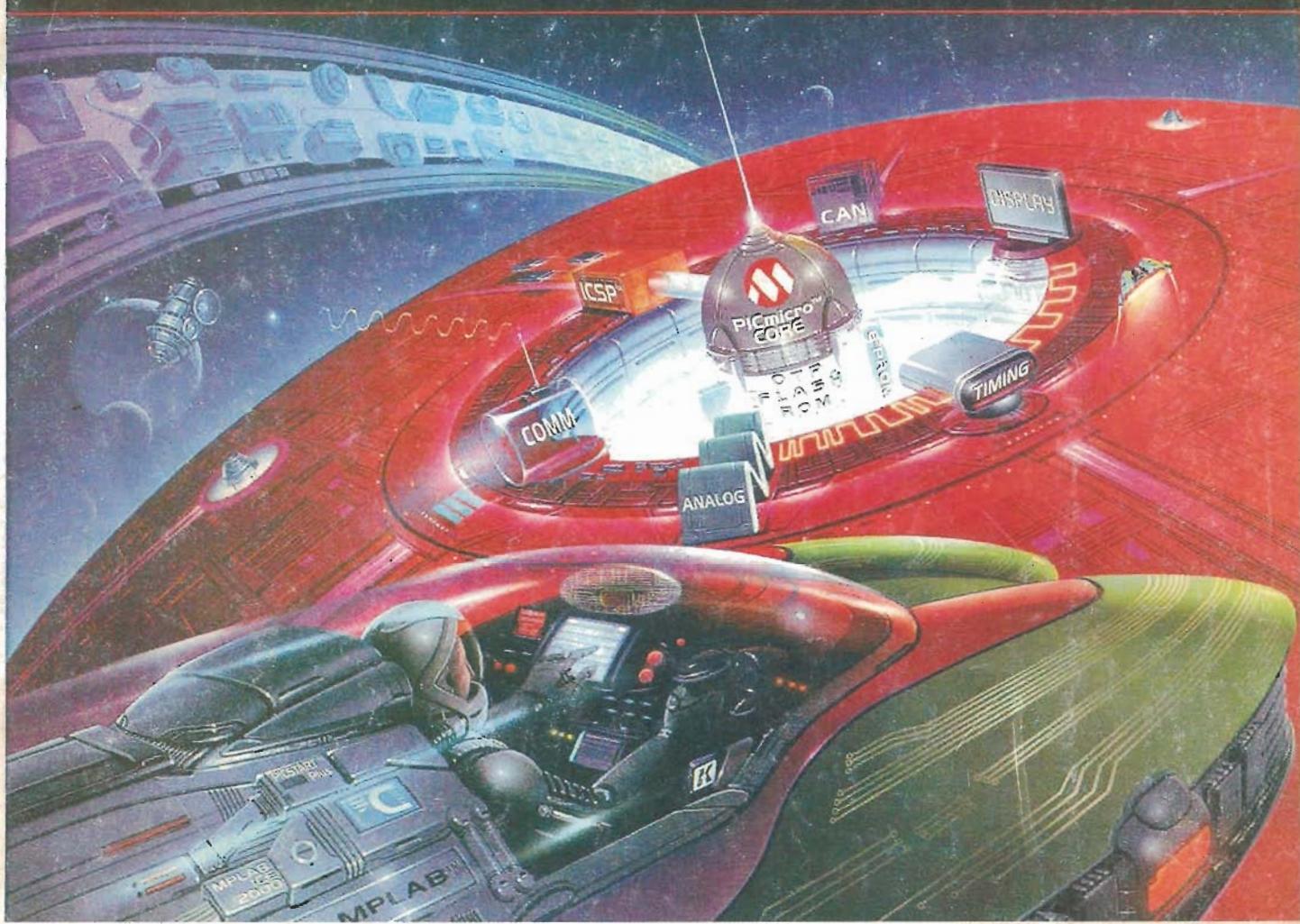
<http://home.maine.rr.com/randylinscott/>



### Guía sobre microcontroladores PIC

Este es un completo índice sobre las fuentes de información referentes al tema de los microcontroladores PIC que se pueden encontrar en Internet. Está clasificado según los temas que pueden interesar al usuario, por ejemplo, se encuentran las categorías de programadores, ensambladores, proyectos, etc. Adicionalmente, posee enlaces a páginas de aficionados y de empresas que están de alguna forma relacionadas con esta área.

<http://www.geocities.com/SiliconValley/Way/5807/>



# Ir Más Allá De La Imaginación Con Planeta Microchip

**Empiece A Diseñar Hasta El Límite Con Microchip. La Solución  
Completa de Microcontrolador RISC de 8-bit**

Curso Intensivo de PICmicros

**Dirigido a:** Ingenieros, Técnicos, Informáticos, Hobbistas, Docentes y Estudiantes

**Nivel:** Básico & Intensivo.

**Requisitos:** que los participantes tengan el conocimiento básico de Electrónica Digital y PC.

**Temas:** Arquitecturas de PICmicros, Programación con Assembler de PIC, Uso de Herramientas como Simulador, Compilador y programador, Trucos & Precaución sobre el diseño con PIC, Implementación de Módulo LCD Display, Memorias Serial EEPROM, Teclados, Conversor A/D y demás periféricos para cualquier proyecto.

**Duración:** 6 clases de 18 horas totales que se dictan todos los meses incluso en el verano 1999.

**Disertantes:** Ingenieros de Aplicación certificados por Microchip Technology Central en Arizona USA.

**Aplicación Típica:** Alarma para auto y casa, Temporizador, Controlador de Voltaje y de Presión, Radio Comandos, Reemplazo a PLC, Telemetría, Instrumento de Electromedicina, Controlador de Motor, Robot, Codificador de TV, Cartel de Display para Propaganda, Control de Acceso, etc. Solo está limitado por su imaginación.

**Precio de PICmicros:** Desde \$2 para PIC de 8 Pin hasta \$22 para Super PICMicro de 64 Pin. ( precio varia sin previo aviso )

Llamenos ya:

Capital y Gran Bs.As.: 011-4522-5466

Córdoba : 0351-4526698 Rosario: 0341-4400092

**Cika  
Electrónica SRL**

Av. De Los Incas 4821 (1427) Buenos Aires Argentina

TEL. 4522-5466 FAX. 4523-6068

Email. cika@cika.com Website: www.cika.com



**MICROCHIP**  
The Embedded Control Solutions Company