

ELECTRONICA

y servicio

Audio • Video • Computadoras • Sistemas Digitales • Comunicaciones

REPARACION DE MONITORES DE COMPUTADORA

No. 12 \$35.00

INCLUYE GRATIS
Boletín Técnico-Electrónico
Fuente de alimentación
de la videograbadora
Panasonic NV-410610PM



Especiales

- ▶ Circuitos de FI y AFT en televisores General Electric
- ▶ Servicio a tarjetas de hornos de microondas

- Mecanismo de tocacintas digital (Panasonic SC-AK15)
- Controladores lógicos programables (PLCs)
- Familias lógicas de circuitos integrados
- Circuito de control automático de temperatura
- Electrónica en el hogar



Multimetro A/D
multifunciones
PROAM MGL-260

¡PARTICIPA! SEMINARIO



Reparación y Ajustes en Mecanismos de Videograbadoras Sony y Panasonic

Centro Japonés de Información Electrónica

INVITA

- **León, Gto.**
9 y 10 de Abril
Hotel "San Francisco"
Blvd. A. López Mateos #2715 Ote.
Col. Barrio de Guadalupe
(a 2 calles Centro de Convenciones)
- **Querétaro, Qro.**
11 y 12 de Abril
Hotel "Flamingo Inn"
Constituyentes #138
esq. Tecnológico, Centro.
(Fte. Al restaurante "Los Gauchos")
- **Pachuca, Hgo.**
23 y 24 de Abril
Hotel "Emily"
Plaza Independencia,
Centro
(Fte. al Reloj)
- **Xalapa, Ver.**
19 y 20 de Mayo
Hotel "Finca Real"
Victoria y Bustamante s/n
Centro
- **Veracruz, Ver.**
21 y 22 de Mayo
Hotel "Ruiz Milán"
Paseo del Malecón
esq. Gómez Farías
Centro (Fte. a Las Artesanías)
- **Córdoba, Ver.**
23 y 24 de Mayo
Hotel "Palacio"
Av. 3 Calle 2 #200
Centro (Fte. a la Ford)

- **México, D.F.**
26 y 27 de Marzo
28 y 29 de Mayo
CEDIT
Guaymas #12, Piso 4
Col. Roma
(Metro Cuauhtémoc)
- **Guadalajara, Jalisco**
19 y 20 de Marzo
Hotel B. W. "Plaza Génova"
Juárez #123, Centro
(Cerca Zona
Tiendas de Electrónica)
- **Zamora, Michoacán**
21 y 22 de Marzo
Hotel "Fénix"
Madero Sur #401, Centro
- **Morelia, Michoacán**
23 y 24 de Marzo
Hotel "Fiesta Inn"
Av. Ventura Puente s/n
Esq. Camelinas, Col. Félix Ireta
(Cerca Centro de Convenciones)
- **Agascalientes, Ags.**
7 y 8 de Abril
Hotel "Real del Centro"
Blvd. José Ma. Chávez #3402
Cd. Industrial
(Fte. Central de Abastos)

Se entregará
un libro, un manual de
apoyo y un video de
capacitación (edición
1999), y diploma de
participación



Conferencista:
Profr. J. Luis Orozco Cuautle

Temario:

- 1) Funcionamiento de los sistemas mecánicos de las VCR Sony II, III y IV.
- 2) Procedimiento para desarmar, armar y ajustar mecanismos Sony tipos II, III y IV ó H.
- 3) Funcionamiento de los sistemas mecánicos de las VCR Panasonic, G, Y, K y Z.
- 4) Procedimiento para desarmar, armar y ajustar mecanismos de las VCR Panasonic, G, Y, K y Z.
- 5) Análisis del sistema de control en la parte que interactúa con el mecanismo.
- 6) Forma de poner a tiempo los mecanismos de las VCR de marcas: Sanyo, Samsung, Goldstar, JVC, Sharp, Fisher, Philips, Mitsubishi, Hitachi, Broksonic, Toshiba y Zenith.
- 7) Fallas comunes en mecanismos y procedimiento de solucionarlas.
- 8) Procedimiento para reparar y fabricar conectores flexibles planos (Flat) válido para VCR y conectores de reproductores de Compact Disc.
- 9) Procedimiento de reparación de motores capstan de videograbadoras Sony, Sharp, Samsung y Broksonic.
- 10) Código de emergencia y modos de servicio.
- 11) Ajuste de guías
- 12) Sesión de preguntas (Fallas de VCR que tengan en su taller)

Se estudiarán también mecanismos
Toshiba, Samsung, GoldStar, JVC, Sharp,
Sanyo, Fisher, Philips, Mitsubishi,
Hitachi, Broksonic y Zenith.

SE DESARMARAN EN VIVO TODOS LOS MODELOS DE VIDEOGRABADORAS SONY Y PANASONIC

EVENTOS ORGANIZADOS POR MEXICO DIGITAL COMUNICACION, S.A. DE C.V.

Centro Japonés de Información Electrónica
Tels. (5) 787-9671 y 787-9329, Fax. 787-5377
Correo electrónico: cjiesa@intmex.com
República de El Salvador No.26,
entrada Pasaje, Tel. 510-8602

Fundador

Profr. Francisco Orozco González †

Dirección editorial

Lic. Felipe Orozco Cuautle
(felorozco@infosel.net.mx)

Dirección técnica

Profr. J. Luis Orozco Cuautle
(cjiesa@intmex.com)

Administración

Lic. Javier Orozco Cuautle
(j4280@intmex.com)

Staff de asesoría editorial

Profr. Francisco Orozco Cuautle
(forozco@pue1uninet.net.mx)
Profr. Armando Mata Domínguez
Profr. J. Luis Orozco Cuautle
Ing. Leopoldo Parra Reynada
(leopar@infosel.net.mx)

Editor asociado

Lic. Eduardo Mondragón Muñoz
Juana Vega Parra

Asesoría en técnicas digitales

Julio Orozco Cuautle

Colaboradores en este número

Ing. Leopoldo Parra Reynada
Ing. Oscar Montoya Figueroa
Profr. Alvaro Vázquez Almazán
Ing. Alberto Franco Sánchez
Ing. Jorge Pérez Hernández

Diseño Gráfico y Pre-prensa digital

D.C.G. Norma C. Sandoval Rivero
(blaky@df1.telnet.net.mx)
D.G. Ana Gabriela Rodríguez López
Gabriel Rivero Montes de Oca

Publicidad y ventas

Cristina Godefroy T. y Rafael Morales M.

Suscripciones

Ma. de los Angeles Orozco Cuautle
Isabel Orozco Cuautle (j4280@intmex.com)

Revista editada mensualmente por **México Digital Comunicación, S.A.** Certificado de Licitud de Título y de Contenido en trámite, Reserva al Título de Derechos de Autor en trámite.

Oficinas: Norte 2 No.4, Col. Hogares Mexicanos, Ecatepec de Morelos, Estado de México, C.P. 55040, México. Tels 787-1779 y 770-4884, fax 770-0214.

Distribución: Centro Japonés de Información Electrónica, S.A. y Distribuidora INTERMEX.

Impresión: Impresos Mogue. Vía Morelos 337, Sta. Clara Cerro Gordo, Ecatepec, Edo. Méx. Tel 569-3428
Precio ejemplar: \$35.00 (\$40.00 ejemplares atrasados) para toda la República Mexicana, por correo de segunda clase (70.00 Dlls. para el extranjero).

Todas las marcas y nombres registrados que se citan en los artículos, son propiedad de sus respectivas compañías.

Estrictamente prohibida la reproducción total o parcial por cualquier medio, sea mecánico o electrónico.

CONTENIDO

Ciencia y novedades tecnológicas 5

Perfil tecnológico

● Electrónica en el hogar moderno..... 10

Leopoldo Parra Reynada

Leyes, dispositivos y circuitos

● Familias lógicas y lineales de circuitos integrados..... 21

Oscar Montoya Figueroa y Alberto Franco S.

Qué es y cómo funciona

● Controladores lógicos programables (PLCs). Primera de dos partes.....30

Alvaro Vázquez Almazán

Servicio técnico

● Reparación de tarjetas de hornos de microondas..... 36

Leopoldo Parra Reynada

● Circuito de FI y AFT en los televisores General Electric y RCA.....45

Jorge Pérez Hernández

● Mecanismo de tocacintas digital Panasonic SA-AK15.....50

Alvaro Vázquez Almazán

Electrónica y computación

● Reparación de monitores para PC (primera de dos partes).....59

Leopoldo Parra Reynada

Proyectos y laboratorio

● Control automático de temperatura.....70

Oscar Montoya Figueroa y Alberto Franco S.

Boletín Técnico-Electrónico

Teoría para el servicio a fuentes conmutadas. El caso de la videogradora Panasonic NV-HD610PM

CIENCIA Y NOVEDADES TECNOLOGICAS

El multímetro Proam-MUL260, una nueva y revolucionaria herramienta para el servicio

Quienes llevamos algún tiempo trabajando en el área de la electrónica, somos testigos del repentino desplazamiento que sufrieron los tradicionales multímetros analógicos por instrumentos más precisos con tecnología digital.

Para nadie es un secreto el grado de precisión que ofrecen los multímetros digitales, además del hecho de que le evitan al usuario tener que interpretar las escalas (y con ello, “lo salvan” de posibles errores de paralaje en las lecturas); todo ello, sin contar que generalmente poseen características difíciles o imposibles de emular por sus contrapartes analógicas.

A final de cuentas, en la actualidad prácticamente la primera opción para todo técnico o aficionado a la electrónica que desee adquirir un multímetro nuevo, es un aparato digital.

Pero todas las ventajas del multímetro digital no han sido suficientes para acabar con las críticas en su contra. Se habla de supuestos defectos que lo hacen un aparato poco práctico en ciertas aplicaciones; por ejemplo, cuando en un punto de determinado circuito aparecen señales pulsantes, por lo general el multímetro digital no tiene tiempo de “reaccionar” y mostrar una

lectura coherente en su pantalla. En cambio, un medidor analógico sí presenta un movimiento instantáneo de la aguja (permitiendo así al usuario determinar la existencia del pulso y tener una idea aproximada de su magnitud). Además, no falta quien está tan acostumbrado a utilizar un



Figura 1

multímetro analógico, que le cuesta cierto trabajo acoplarse a los medidores digitales.

Lo ideal sería combinar lo mejor de ambos tipos de instrumentos; esto es, tener las ventajas de un multímetro digital pero combinadas con un despliegue análogo. Precisamente, es lo que se hace en el innovador y revolucionario multímetro: el modelo MUL-260 de la marca PROAM (figura 1).

Como puede ver en la figura 2, el MUL-260 es un dispositivo en cuya pantalla se combinan ambos despliegues: el analógico y el digital; esto brinda al usuario la velocidad de respuesta de un medidor de aguja, con la precisión de un despliegue numérico. Sin embargo –y quizás esto sea lo más importante– se disponen además de una gran cantidad de escalas que permiten medir una enorme cantidad de variables electrónicas. Expliquemos esto.

Figura 2



En primer lugar, y como todo multímetro de buena calidad, este aparato es capaz de medir las tradicionales escalas de voltaje de DC (desde 200mV hasta 600V), voltaje de AC (desde 2V hasta 600V), resistencia (de 200 ohms hasta 20 megaohms), corriente de DC (desde 2mA hasta 200mA) y corriente de AC (de 2mA hasta 200mA). Pero este aparato tiene otras características que nos sirven para medir distintos parámetros (figura 3):

- Posee un medidor de capacitancia, con el que se puede probar el estado de condensadores y filtros, desde 2nF hasta 20uF. Aunque esta escala superior parece pequeña, no lo es en la medida que la enorme mayoría de los condensadores utilizados en electrónica caen perfectamente en el rango.
- Posee un probador de transistores bipolares, en el que simplemente deben introducirse las tres terminales del dispositivo. En un conector especial en la carátula del multímetro, y automáticamente en su pantalla, aparece el valor de amplificación de corriente del transistor. Dado que esta medición funciona de la misma manera con transistores tipo PNP que con transistores NPN, usted ya no tiene que suponer si un dispositivo está funcionando bien; ahora puede medir directamente, para comprobarlo.
- Si bien no es una novedad estrictamente hablando, este multímetro posee un probador de diodos que al mismo tiempo sirve como medidor de continuidad. Esta escala nos permite verificar audiblemente el estado de las pistas de un impreso, así como verificar el correcto estado de conducción de los diodos rectificadores, sin importar si son de silicio o de germanio.
- Un aspecto verdaderamente revolucionario de este medidor, es la inclusión de una punta de prueba y una escala especial; con estos agre-

Figura 3



gados, ya es posible medir la temperatura de un objeto. Al respecto, conviene mencionar que el factor temperatura tradicionalmente ha sido descuidado por los técnicos en electrónica, a pesar de saber que cuando un dispositivo se sobrecalienta, lo más seguro es que pronto va a fallar, si no es que ya lo está haciendo. El “método” usual para determinar si un elemento está “caliente”, consiste simplemente en tocarlo con los dedos para estimar el grado de calor generado. Ahora, con la ayuda del MUL-260 de PROAM el asunto no quedará sólo en “calcular” o suponer que un elemento está más caliente de lo normal; ya está a nuestro alcance determinar con exactitud su temperatura, así como verificar si se encuentra en condiciones operativas o ya presenta fallas.

- Finalmente, este aparato cuenta con una escala que nos permite medir frecuencias de hasta 20 KHz; con esto, ya no tenemos que adquirir un frecuencímetro (con el ahorro que ello representa). Y si acaso piensa que la escala de 20 KHz es demasiado pequeña como para ser realmente útil, le recordamos que existen algunos trucos con los que es posible “ampliar” el rango de medición de este aparato; esto es algo que pronto compartiremos con usted.

Por estas características, el multímetro PROAM MUL-260 es una adquisición sumamente reco-

mendable para su taller o centro de servicio electrónico. Incluso si tan sólo es aficionado a la electrónica, encontrará que este aparato es una adición casi indispensable al instrumental con que ya cuenta; y por el precio ni se preocupe; acérquese a su distribuidor PROAM autorizado, y seguramente se llevará una grata sorpresa.

De regreso al redil: Intel vuelve a los encapsulados tradicionales

Para todos los que están relacionados con el mundo de la computación, seguramente no resulta extraña la tendencia de Intel en cambiar de encapsulado para cada nueva generación de microprocesadores que lanzaba al mercado. Sin embargo, después de presentar el Pentium II y posteriormente el Celeron, ambos dispositivos empleando el mismo tipo de conector (el Slot-1), muchas personas pensaron que por fin esta compañía había hecho caso a los múltiples reclamos de los fabricantes de computadoras, y que mantendría vivo el Slot-1 por algún tiempo; esto permitiría a futuro actualizar un sistema, con sólo cambiar el microprocesador y sin necesidad de hacer el reemplazo total de la tarjeta madre.

Pues bien, una mala noticia: a causa de que el costo de fabricación de un microprocesador

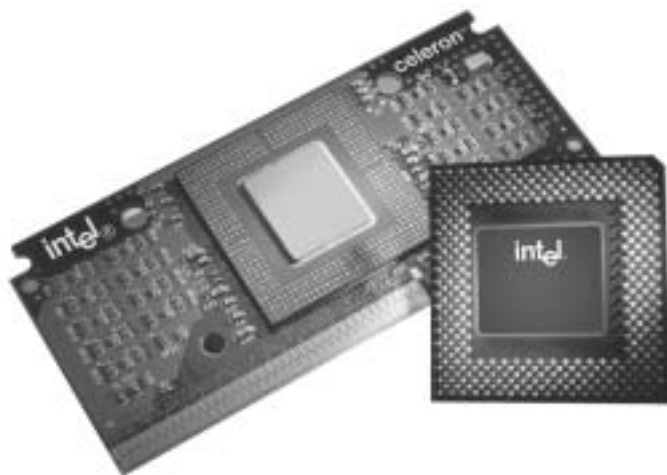


Figura 4

se incrementa en el momento en que es montado en una placa de circuito impreso para finalmente insertarse en el Slot-1, Intel ha decidido que su nueva generación de microprocesadores Celeron emplee un nuevo tipo de encapsulado, más parecido al de un Pentium convencional que al de un micro de última generación (figura 4).

Sin embargo, y debido a que en este momento el mercado de las tarjetas madre que emplean el tradicional Socket-7 característico de las máquinas de 5ª generación (Pentium, K-5 de AMD, 6X86 de Cyrix, WinChip de IDT y dispositivos similares) ya está copado por las compañías rivales mencionadas, Intel ha decidido diseñar un nuevo tipo de conector: el Socket-370 (recibe este nombre por el número de terminales que tiene el nuevo modelo de Celeron). Esto implica que usted no podrá simplemente retirar su procesador Pentium, AMD o Cyrix de su tarjeta madre y colocar un nuevo Celeron, sino que tam-

bién tendrá que adquirir una nueva *motherboard*; y lo que es peor: con el antiguo diseño del Celeron, que empleaba el Slot-1, lo único que tenía que hacer el usuario para actualizar su sistema, era retirar el microprocesador y comprar un Pentium II más poderoso; pero esta sencilla solución ha sido eliminada por completo, para poner en su lugar una variante más en el saturado mundo de estándares de la computación personal.

A pesar de lo poco populares que resultan este tipo de movimientos por parte de Intel, su virtual monopolio en el mundo de los microprocesadores para computadoras PC le permite -y tal parece que así será por mucho tiempo- hacer esta y otras jugadas por el estilo. Esperemos que en un futuro cercano esta compañía piense más en sus consumidores y menos en cómo dañar a la competencia.

Multímetro A/D multifunciones PROAM MUL-260

De venta en



➔ **CENTRO JAPONES DE
INFORMACION ELECTRONICA**

Norte 2 No.4, Col. Hogares Mexicanos, Ecatepec de Morelos,
Edo. de México, C.P. 55040 Tels. 787-1779 y 7704884,
Fax. 770-0214. Correo electrónico: j4280@intmex.com
Tienda:

➔ República de El Salvador Pasaje 26 Local 1,
Centro, D.F. Tel. 510-86-02



Seleccione la forma de pago:

- 1) **DEPOSITO BANCARIO.** Deposite en la cuenta de cheques 0876686-7 de Bancomer, Plaza 001, a nombre de Centro Japonés de Información Electrónica, S.A. Envíe fax del depósito al 770-0214 (de la Ciudad de México), con todos sus datos: No. de depósito, pedido, nombre, domicilio, código postal y teléfono (copia RFC si es el caso).
- 2) **GIRO TELEGRAFICO.** Envíe giro telegráfico a: Centro Japonés de Información Electrónica, S.A. de C.V., Norte 2 No. 4, Col. Hogares Mexicanos, Ecatepec de Morelos, Estado de México, C.P. 55040. Comunicarse a los teléfonos 787-1779 y 770-4884 para notificar pedido (indicar número de giro telegráfico y datos respectivos). También lo puede hacer por fax.

ELECTRONICA EN EL HOGAR MODERNO

Leopoldo Parra Reynada



Este sencillo artículo está más bien orientado a llamar la atención del lector, sobre la gran penetración de la electrónica en áreas del hogar distintas del audio y del video. Se hace un breve recuento de algunos aparatos domésticos donde podemos encontrar circuitos de control. Ciertamente, el procesamiento de señales es mínimo, pues no se requiere el manejo de una señal tan compleja como la de video, ni la recepción de ondas radiales o la conversión de pulsos digitales en señales de audio; a pesar de ello, no deja de ser importante pensar que incluso los aparatos electrodomésticos son fuente potencial de servicio electrónico.

La electrónica llega a la cocina

Cuando se menciona el término “electrónica para el hogar”, de inmediato viene a nuestra mente la imagen de un televisor, de un equipo de audio, de una videograbadora o, en tiempos más recientes, una computadora o un juego de video; y es que durante mucho tiempo los fabricantes de equipo electrónico se concentraron en la electrónica “de entretenimiento”, aquella que estaba confinada a la sala de estar, y que servía de centro de reunión para la familia entera.

Poco a poco los aparatos electrónicos comenzaron a invadir otros ambientes del hogar, como las recámaras, el estudio e incluso el baño (ya se producen radios y caseteras a prueba de humedad, precisamente para usarse mientras se toma una ducha); pero había un sitio en el ho-

gar en el cual la penetración de la electrónica era prácticamente nula: este lugar inexpugnable era la cocina y, en general, la zona de labores domésticas (lavado de ropa, planchado, etc.)

En la actualidad, la cocina y el área de trabajo doméstico se ha convertido en una fuente potencial de enormes ingresos para las compañías que diseñan aparatos electrónicos, y por tanto vemos cómo lentamente comienzan a aparecer en esas habitaciones marcas que anteriormente tan sólo relacionábamos con el cuarto de estar.

Vamos a hacer un breve recuento de aquellos aparatos en los cuales se han ido incorporando circuitos electrónicos, así como aquellos de reciente aparición pero que se han convertido en prácticamente indispensables en toda cocina moderna.

El horno de microondas

El primer aparato electrónico que invadió en forma masiva los hogares modernos fue el horno de microondas. En realidad, sorprende saber que

este equipo aparentemente tan nuevo fue diseñado y patentado a principios del presente siglo; sin embargo, la tecnología para su fabricación salió de los laboratorios de investigación y llegó al hogar promedio sólo hasta la década de los 80; a partir de entonces los hornos han tomado por asalto las cocinas de un enorme porcentaje de los hogares del mundo.

El principio de funcionamiento de un horno de microondas es muy sencillo de entender: cuando a un alimento se le aplica un campo eléctrico de magnitud considerable, las moléculas en el interior de la comida tienden a “alinearse” en la dirección del propio campo (figuras 1A y 1B); y si el campo eléctrico invierte su polaridad, las moléculas tenderán a “voltearse”, para orientarse con la nueva dirección del campo (figura 1C).

Si este cambio de polaridad se realiza con la suficiente rapidez, el movimiento constante de las moléculas en la comida provocará fricción entre ellas, y todos sabemos que un producto de la fricción es el calor (pruebe frotando rápidamente sus manos una con la otra). Ahora bien,

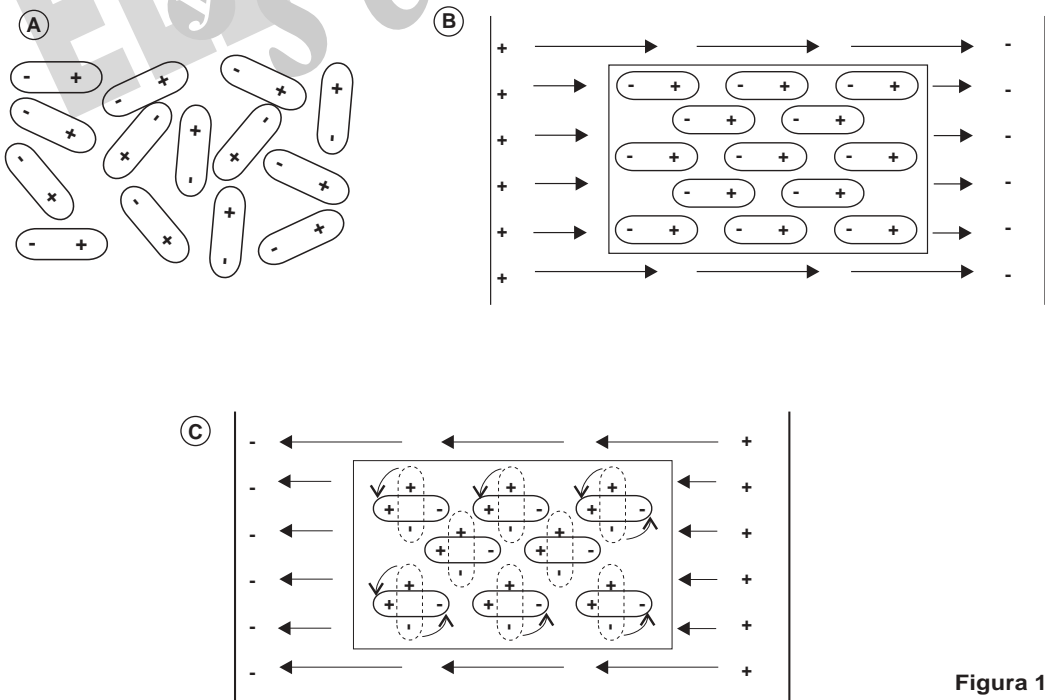


Figura 1

desde hace muchos años se sabe que una emisión electromagnética en realidad se forma de la combinación de un campo eléctrico y un campo magnético; así que la deducción siguiente fue que si se aplica una señal electromagnética a los alimentos de una frecuencia adecuada, la fricción de las moléculas del alimento entre sí produciría calor, y por consiguiente la cocción de la comida. Entonces, la función de un horno de microondas es única y exclusivamente la creación de un campo electromagnético de la magnitud y frecuencia adecuadas para un rápido calentamiento de los alimentos.

Los primeros hornos de microondas en realidad tenían muy poco de electrónica: tan sólo el circuito asociado a la generación de las ondas de radio (el magnetrón), ya que el control de encendido y apagado se realizaba por mecanismos de relojería e interruptores mecánicos (relevadores), que con frecuencia ocasionaban problemas (figura 2); sin embargo, conforme se desarrollaron los circuitos de control digital y el costo de implementarlos descendió a niveles apropiados, los diseñadores de estos aparatos comenzaron a incorporar teclados numéricos, *displays* fluorescentes, memorias programables, etc. (ver artículo sobre servicio a tarjetas de hornos de microondas en esta edición), todo con el objeto de hacer más sencillo el manejo de estos aparatos y de hacer más versátil su aplicación. Así, es posible programar el horno de microon-

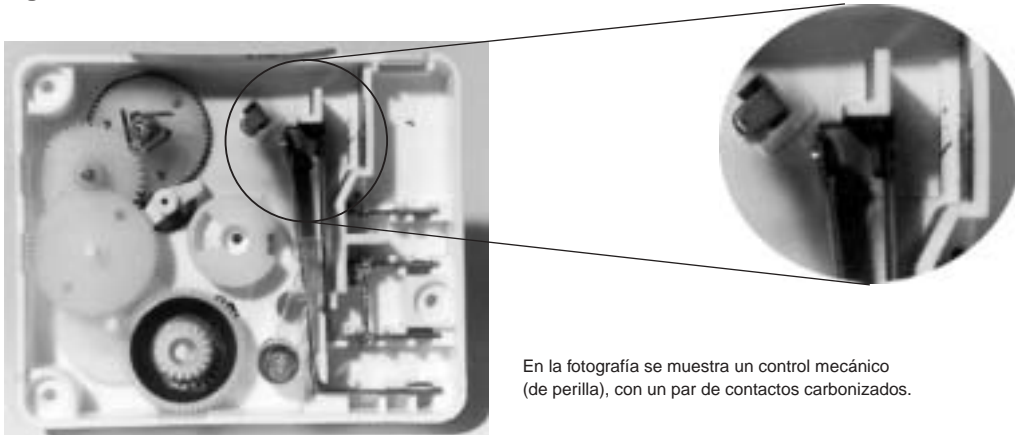
das para que se encienda a determinada hora y se apague a los “n” minutos, de tal manera que cuando la persona regrese a casa la comida este cocida y caliente.

La lavadora de ropa

Indudablemente que una de las tareas más pesadas en un hogar es el lavado de ropa. De hecho, esta tarea es tan fastidiosa que se han encontrado vestigios de que ya en la antigüedad se habían diseñado algunas máquinas lavadoras muy primitivas, con base en paletas que golpeaban la ropa al impulso de una manivela; pero hasta finales del siglo pasado, con la aparición de la electricidad, que surgieron las primeras lavadoras impulsadas por un motor eléctrico, y de ahí en adelante este aparato ha tenido una lenta pero continua evolución, que lo ha llevado hasta las modernas lavadoras automáticas que por sí solas remojan, enjabonan, enjuagan y exprimen la ropa, evitándole al ama de casa tan pesada labor.

Seguramente todos conocemos las tradicionales lavadoras en las que los ciclos de lavado se controlan por medio de una perilla giratoria asociada a un mecanismo de relojería, la cual al ir pasando por sus distintas posiciones, acciona el motor para el enjuague, para el bombeo, para el centrifugado, etc. Pues bien, parece ser que los días de estas máquinas están contados. Des-

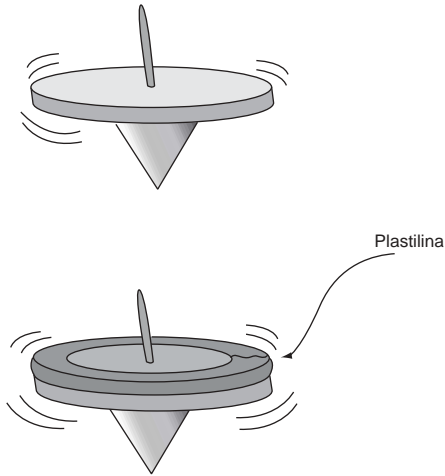
Figura 2



En la fotografía se muestra un control mecánico (de perilla), con un par de contactos carbonizados.

Figura 3

La perinola a la que se ha agregado peso extra tarda más tiempo en dejar de girar que la que está totalmente libre



de hace varios años diversos fabricantes de equipo electrónico se enfocaron con entusiasmo al diseño de nuevos tipos de lavadoras, al grado

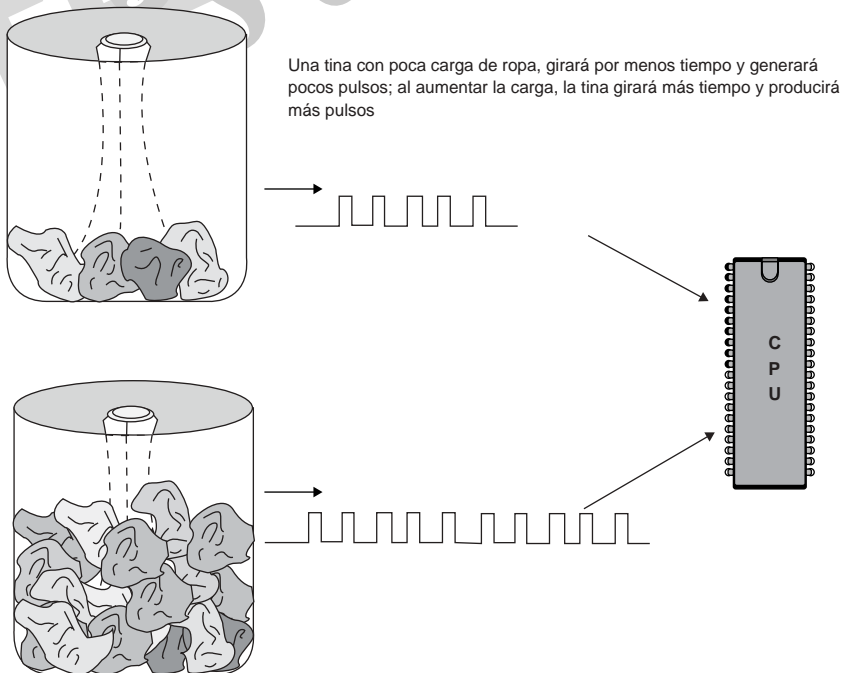
que actualmente existen en el mercado máquinas con controles totalmente electrónicos, ofreciendo –por supuesto– más prestaciones que sus contrapartes puramente mecánicas.

Veamos un caso típico: la línea de lavadoras de la marca Samsung Electronics. Estos aparatos incluyen un microprocesador de lógica “difusa” (*fuzzy logic*), el cual es capaz de tomar decisiones respecto al tipo de lavado que más conviene en una situación dada, dependiendo del tipo y cantidad de ropa que se le ha introducido. Por supuesto que el microcontrolador tiene que recurrir a una serie de métodos para poder tomar sus decisiones.

En primer lugar, el tipo de ropa tiene que ser elegido por el usuario, con opciones que van desde “ropa fina y poco sucia” hasta “ropa de trabajo pesado y muy sucia”; sin embargo, el peso de la ropa sí puede ser medido por la lavadora, y para hacerlo los diseñadores recurrieron a un método realmente ingenioso que trataremos de explicar.

Vamos a hacer un pequeño experimento que le permitirá apreciar fácilmente cómo las lava-

Figura 4



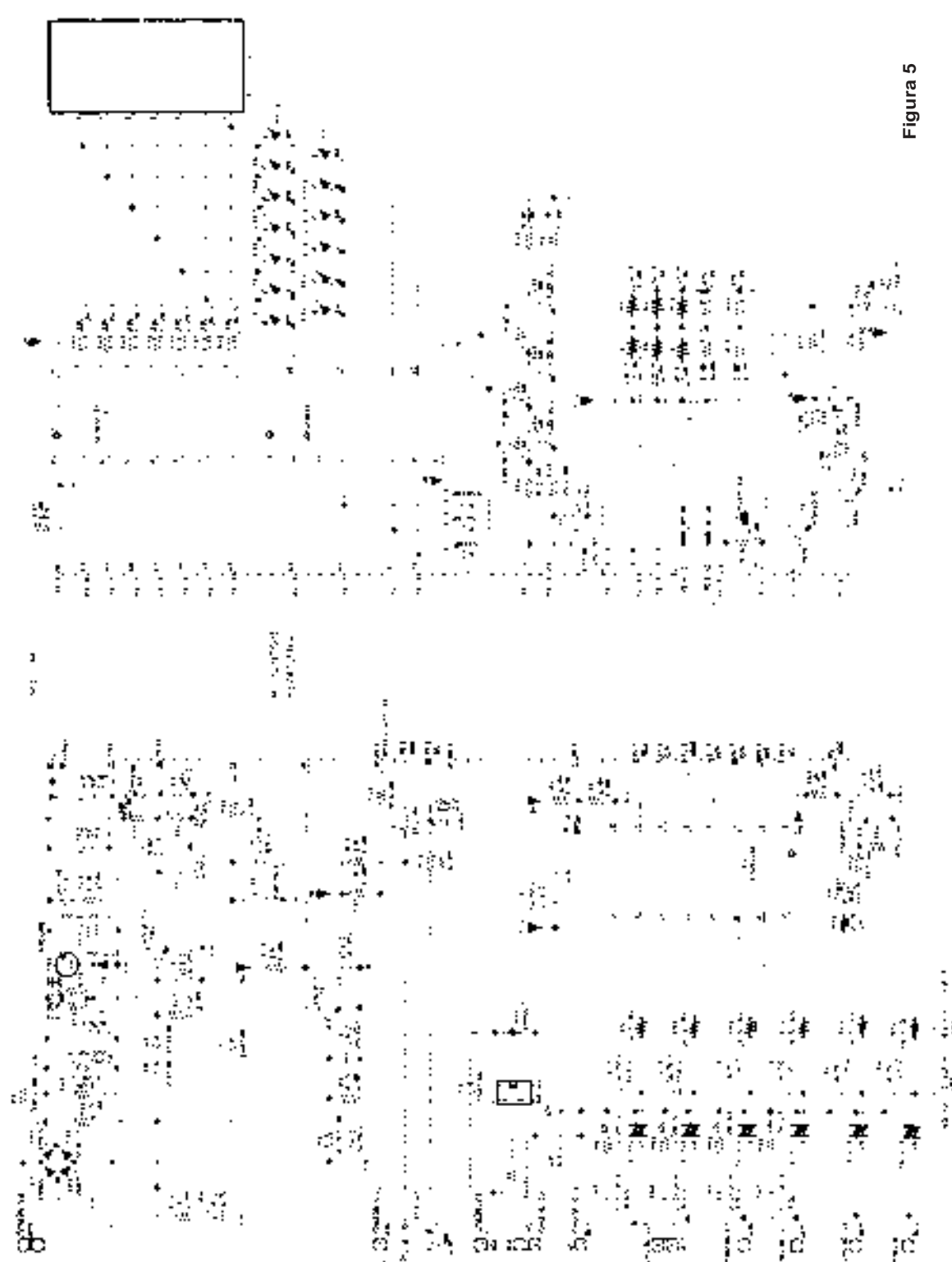


Figura 5

doras electrónicas calculan la cantidad de ropa que tienen que lavar: si tiene un trompo o perinola a la mano, póngala a girar y con un cronómetro mida el tiempo que tarda en caer; ahora con un poco de plastilina, coloque una banda alrededor del trompo o perinola y repita el experimento (figura 3); notará que en el segundo caso, cuando el objeto giratorio tiene más peso, tarda más en dejar de girar, debido a que la inercia de la masa de plastilina lo impulsa a seguir rotando. Precisamente este principio es el que se utiliza para hacer un cálculo aproximado de la cantidad de ropa que se va a lavar en un momento determinado: cuando el usuario introduce en la lavadora la ropa que se va a lavar, la máquina lo primero que hace es ponerla a girar rápidamente, como si estuviera en el ciclo de centrifugado para secarla.

Después de cierto tiempo, el microcontrolador deja de alimentar al motor de la centrifuga, y deja que la tina giratoria se detenga por sí sola. Dependiendo de la cantidad de ropa dentro de la máquina, la tina permanecerá girando más o menos tiempo, y dicho intervalo es medido por el microcontrolador, de modo que cuando la tina deje de girar, el micro ya tiene un cálculo muy aproximado respecto a la cantidad de ropa que se le ha introducido a la lavadora (figura 4), y con base en este cálculo programará el ciclo de lavado idóneo para la cantidad y tipo de ropa que le indicó el usuario.

Para controlar los motores que impulsan a la tina y a la bomba de desagüe, el microcontrolador enciende y apaga sendos tiristores bidireccionales (triacs), en lugar de los tradicionales interruptores mecánicos (vea en la figura 5 el circuito de control de una lavadora moderna típica: el modelo SW70X1 de Samsung).

Esta ausencia de partes móviles dentro del circuito de control asegura una larga vida de esta sección, y evita los problemas recurrentes de los sistemas mecánicos convencionales, como la suciedad, el flameado o corrosión de los platinos de los interruptores, el desgaste de los engranes, la ruptura de perillas, etc.

Además, con la introducción de controladores digitales, seguramente pronto algún fabricante incorporará relojes para que la lavadora se en-

Figura 6
Cuando un gas se expande súbitamente (como en el escape de un spray), su temperatura baja de manera considerable.



cienda a determinada hora, lo que permitirá que incluso se pueda llevar a cabo la labor del lavado de ropa mientras el ama de casa no está en el hogar.

El refrigerador

Otro recurso doméstico que lleva siglos en los hogares es el sistema de refrigeración. Se sabe que desde las culturas más antiguas se acostumbraba sumergir los alimentos en los torrentes de

Figura 7

Cuando un gas se comprime, su temperatura se eleva (como en una bomba de aire)



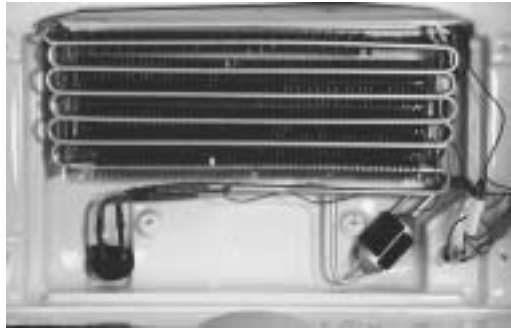
los ríos helados que bajaban de las montañas para mantenerlos frescos por más tiempo, y por muchos siglos las casas poseían un “cuarto fresco” el cual se conservaba húmedo todo el año para conservar en buen estado los alimentos por el mayor tiempo posible.

Obviamente que cuando se desarrolló la electricidad doméstica, uno de los primeros aparatos en ser diseñado fue precisamente el refrigerador, y en la actualidad podemos decir que prácticamente no hay hogar moderno que no posea un aparato de estos.

Para todos aquellos que no comprendan cómo funciona un refrigerador, a continuación vamos a dar una breve explicación de su principio de operación: si alguna vez ha utilizado un *spray*, habrá notado que cuando el gas o líquido sale expedido por la boquilla del *spray* sale inusualmente frío, al grado que llega a formarse escarcha alrededor de dicha boquilla; esto se debe a una de las características de los gases, según la cual si un gas se expande súbitamente, pierde temperatura (figura 6); por el contrario, cuando comprimimos un gas, su temperatura aumenta. Simplemente toque el tubo de una bomba de aire después de usarla por un par de minutos, y notará de inmediato la diferencia en temperatura (figura 7). Con estos elementos podemos comenzar nuestra explicación de cómo funciona un refrigerador.

En realidad, el corazón de un refrigerador es una compresora, la cual comprime un gas especial (denominado freón) hasta que ocupa un volumen muy reducido; obviamente, durante la compresión el gas aumenta su temperatura, así que para reducirla se hace pasar al gas caliente por un serpentín a través del cual libera el calor de su interior y lo envía al medio ambiente; por esta razón la parte trasera de los refrigeradores se nota siempre considerablemente más caliente que la temperatura de la habitación (figura 8). Una vez que el gas ha alcanzado casi la temperatura ambiente, se le hace pasar por un tubo capilar, el cual provoca su rápida expansión, con lo cual el gas se enfría considerablemente; y ya en esa temperatura se hace circular a través de conductos especialmente colocados en el interior del refrigerador, con lo cual el gas absorbe

Figura 8

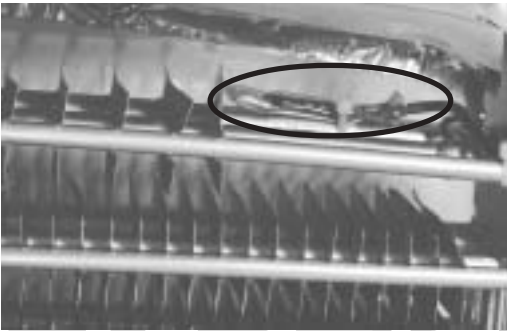


el calor de los alimentos antes de regresar a la compresora, donde el ciclo vuelve a comenzar.

Para controlar el grado de enfriamiento de estos aparatos, tradicionalmente se utilizaba una combinación de dos metales con diferente grado de expansión al calor, de modo que cuando se alcanzaba cierta temperatura, este dispositivo accionaba a la compresora, y cuando la temperatura descendía por debajo de un cierto límite, la compresora se desactivaba (figura 9); por esta razón, los refrigeradores tradicionales no funcionan todo el tiempo, sino que tan sólo “arrancan” por unos minutos y luego “descansan” por un periodo considerable de tiempo. Este método resultó tan efectivo que prácticamente no ha variado en los 100 años que lleva con nosotros el refrigerador eléctrico, y lo podemos encontrar incluso en los más modernos refrigeradores que pueda adquirir en la tienda más exclusiva.

En realidad no es mucho lo que la electrónica puede hacer para mejorar el funcionamiento general de los sistemas de refrigeración; al menos en apariencia; sin embargo, los diseñadores de equipo electrónico han desarrollado circuitos que vienen a reemplazar al tradicional control de temperatura por diferencia de expansión de metales por circuitos digitales más precisos y confiables. Para esto, han introducido diversos sensores de temperatura en el interior del refrigerador, mismos que al detectar que la temperatura ha alcanzado un cierto valor, echan a andar la compresora para conseguir el enfria-

Figura 9



miento de los alimentos (vea en figura 10 el circuito de control de un refrigerador electrónico moderno).

Y no sólo eso; gracias a los circuitos digitales, es posible controlar de forma independiente la temperatura del congelador y del refrigerador, producir cubo de hielo a petición del usuario, enfriar agua según se vaya consumiendo, etc. Por todas estas razones, parece ser que la tendencia actual es que el sistema de control de los refrigeradores vaya abandonando el tradicional método mecánico y sea sustituido por circuitos digitales.

El sistema de aire acondicionado

Obviamente, si ya se tenía un método para controlar el grado de enfriamiento de un refrigerador por medios electrónicos, este procedimiento pudo trasladarse con pocas modificaciones a

los acondicionadores de aire, con la salvedad de que el grado de enfriamiento no es tan grande como en el caso anterior (normalmente un aire acondicionado mantiene la temperatura de un cuarto alrededor de los 20°C, en vez de los 4°C o menos normales en un refrigerador).

Adicionalmente, en lugares con clima extremo el aire acondicionado también llega a funcionar como calefactor (no sólo como enfriador); así que el circuito de control necesita determinar si la temperatura está por arriba o por debajo de lo especificado, y así poner a funcionar el equipo en la modalidad que sea conveniente; para ello, estos aparatos también cuentan con sensores de temperatura que detectan constantemente el valor de esta variable en el ambiente, y dependiendo de los valores elegidos por el usuario, activa o desactiva la compresora o el calefactor, al tiempo de poner a funcionar el ventilador de flujo de aire.

Con la combinación de todo lo anterior, la temperatura de la habitación siempre estará en los límites seleccionados por el usuario (vea en la figura 11 un acondicionador de aire moderno).

La cafetera eléctrica

Todos estamos familiarizados con la imagen de la cafetera típica, la cual simplemente incluye un interruptor que enciende la resistencia interna que sirve para hervir el agua; pero recientemente se están fabricando algunas cafeteras que en lugar de tener únicamente este interruptor poseen un circuito de control, que puede regular la temperatura a la que se desea tomar el café, puede programar el momento del encendido, puede mantener el café ya preparado a una temperatura preestablecida sin importar si queda mucho o poco, etc.

Esto, obviamente, se logra con circuitos de control y sensores de calor estratégicamente colocados, y con temporizadores que accionan ya sea a relevadores de paso o a triacs de encendido. De esta forma, una persona puede dejar preparada el agua y el café en la cafetera, y programar el tiempo de encendido, de modo que cuando despierte por la mañana lo esté esperando una jarra de café caliente y recién hecho.

Figura 10

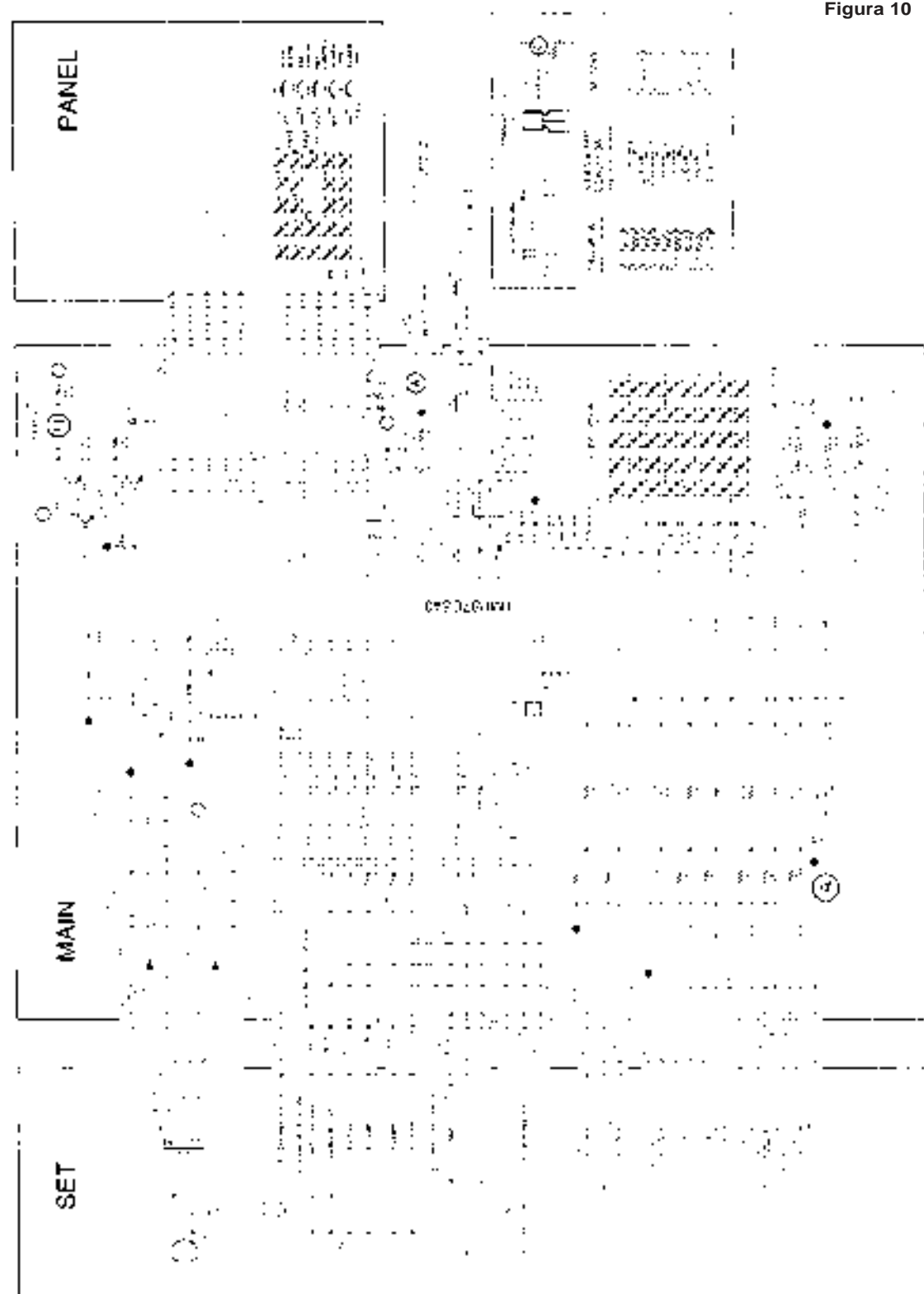


Figura 11



La máquina de coser

Este revolucionario invento presentado a principios de siglo permitió a las mujeres economizar cierta cantidad de dinero al darles la oportunidad de elaborar en casa algunas prendas de vestir de la familia.

Al principio se trataba de máquinas completamente mecánicas, y que sólo podían hacer puntadas hacia delante y hacia atrás; sin embargo, con el tiempo los fabricantes de máquinas de coser fueron añadiendo algunas mejoras, como la posibilidad de coser en zigzag, de hacer ojales en una sola pasada, e inclusive de bordar complicados patrones en tela.

Inicialmente todo esto se hacía por medios mecánicos; pero ya desde hace varios años han aparecido máquinas que realizan sus bordados por medios electrónicos, accionando solenoides que modifican la posición de la aguja al momento de hacer una puntada.

Como ha podido comprobar en este artículo, la electrónica está invadiendo campos que parecían completamente ajenos a esta rama de la técnica; y podemos asegurarle que conforme avance la miniaturización, el abaratamiento y el poderío de los circuitos de control electrónicos, pronto los encontraremos inclusive en aparatos tan anodinos como la aspiradora de alfombras o la licuadora. Tan sólo nos resta esperar a ver qué sucede.

ELECTRONICA PARA ESTUDIANTES

Precio de cada una de estas ediciones: \$40.00



- 1) Transistores. Fundamentos y aplicaciones
- 2) Circuitos integrados. Fundamentos y aplicaciones
- 3) Manejo del multímetro analógico y digital
- 4) Elaboración de circuitos impresos y técnicas de soldadura

Es una serie de fascículos concebidos para apoyar tu formación como estudiante de las áreas de electrónica. La característica que define a estos títulos, es que las explicaciones teóricas de los temas siempre se apoyan en prácticas y construcciones de circuitos totalmente realizables con elementos y dispositivos comunes, lo que hace muy ameno el aprendizaje.

CENTRO JAPONES DE INFORMACION
ELECTRONICA, S.A. de C.V.

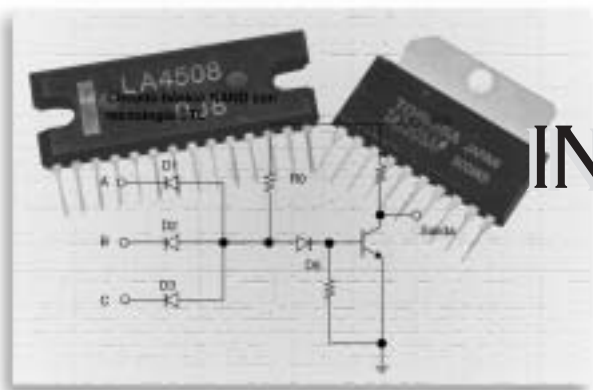
Norte 2 No.4, Col. Hogares Mexicanos,
Ecatepec Edo. de México, C.P. 55040

Tels. 787-1779 y 770-4884, Fax. 770-0214

Correo electrónico: j4280@intmex.com

Tienda: República de El Salvador Pasaje 26, local 1
Centro, D.F. Tel. 510-8602

FAMILIAS LOGICAS Y LINEALES DE CIRCUITOS INTEGRADOS



Oscar Montoya y Alberto Franco

Ya no es ninguna novedad enterarse que, en la actualidad, se fabrican circuitos integrados con miles e incluso millones de transistores grabados en una diminuta placa de silicio. En el presente artículo hablaremos de las principales tecnologías de fabricación de los circuitos integrados, dentro de las cuales se encuentran las familias lógicas TTL y CMOS, las más utilizadas por sus especiales características. Aprovecharemos la oportunidad para hablar brevemente de los circuitos de tecnología lineal.

Introducción

El transistor es el precursor de un gran desarrollo tecnológico, y sobre todo de la miniaturización. Para darse cuenta de ello, basta con reflexionar, por ejemplo, sobre la gran cantidad de elementos compactados en un teléfono celular moderno, cuyas dimensiones son menores a las de una mano (figura 1).

Los circuitos integrados, cuya célula funcional es el transistor, constituyen la base sobre la que se ha cimentado este progreso. Un circuito integrado es un circuito electrónico funcional completo, fabricado en una minúscula placa de

Figura 1



silicio, permitiendo de esta manera al ingeniero electrónico o industrial preocuparse menos de los detalles internos del propio circuito que de su funcionamiento general, definido por varios parámetros de entrada y salida.

Las tecnologías de circuitos integrados son básicamente dos: digital y lineal. Precisamente, basándose en estas tecnologías se producen muy diversos tipos de circuitos integrados (figura 2), que se clasifican de acuerdo con su aplicación y sus procesos de fabricación.

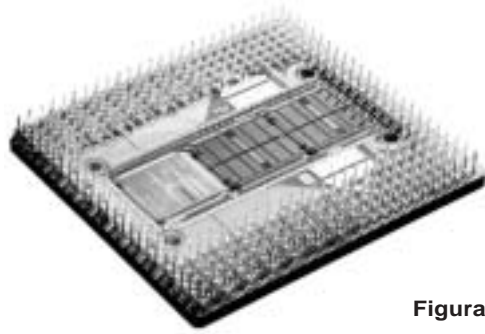


Figura 3

Tecnología digital

Se han creado diferentes grupos o familias de circuitos digitales, basados principalmente en la forma de efectuar el proceso lógico y en los tipos de acoplamiento de las diferentes etapas. De hecho, la circuitería digital es la que ha alcanzado el mayor grado de integración dentro de un mismo encapsulado, donde se pueden contener millones de transistores. Por ejemplo, en la figura 3 se muestra el microprocesador Pentium® Pro fabricado por Intel, el cual contiene varios millones de transistores, y mide unos cuantos milímetros cuadrados.

Con el tiempo se han desarrollado múltiples tecnologías para la implementación de circuitos lógicos, por ejemplo en la lógica de acoplamiento

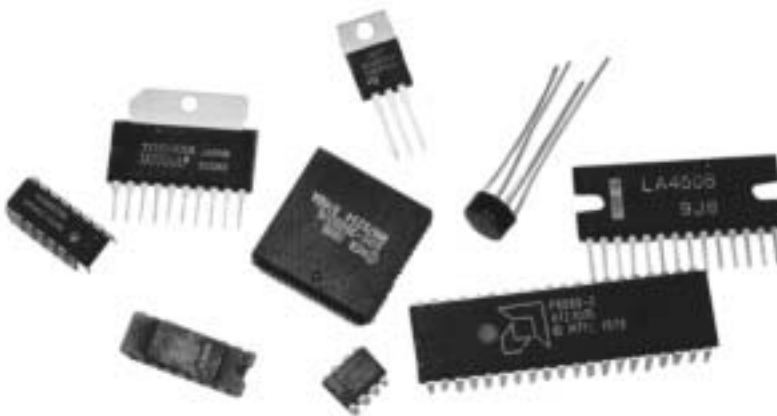


Figura 2

Compuerta NOR del tipo DCTL

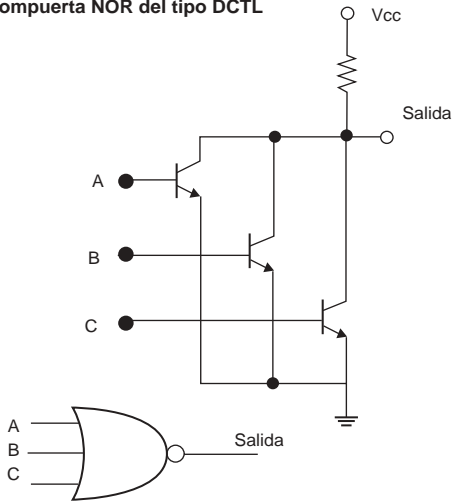


Figura 4

directo de transistor (DCTL), se emplean transistores para el funcionamiento lógico, y los diferentes pasos se acoplan directamente (figura 4).

Con la lógica de resistencia-transistor (RTL), se incluyen en el circuito DCTL unas resistencias en serie (figura 5).

Circuito básico NOR con tecnología RTL

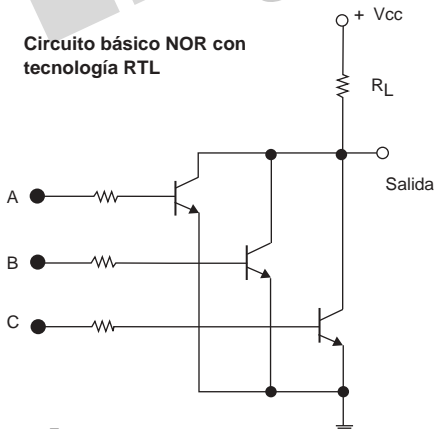
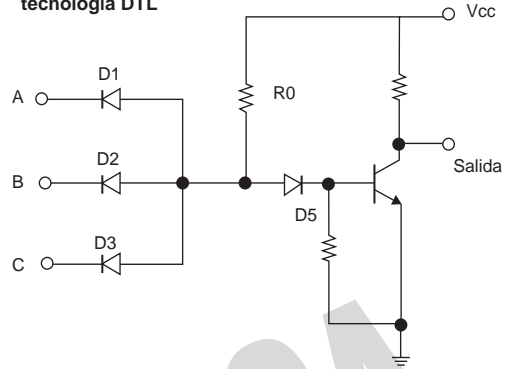


Figura 5

La lógica de diodo-transistor (DTL) emplea diodos como elementos lógicos (figura 6), y la lógica de transistor-transistor (TTL) utiliza un transistor multiemisor en vez de diodos (figura 7).

Figura 6

Circuito básico NAND con tecnología DTL



En la lógica de acoplamiento por emisor (ECL, figura 8) los circuitos se acoplan por medio de una resistencia común de emisor. Por su parte, la lógica de transistor complementario (CTL, figura 9) emplea una combinación de transistores p-n-p y n-p-n. En cada familia se efectúan variaciones en las puertas básicas, para obtener grupos de circuitos lógicos con niveles lógicos adecuados de entrada y salida. En el diseño de un sistema lógico completo, normalmente es necesario emplear circuitos lógicos de una sola familia.

Existen básicamente dos familias muy populares que podemos encontrar sin dificultad en el mercado: la TTL y la MOS.

Lógica de transistor-transistor (TTL)

En el circuito lógico de transistor-transistor, los diodos de entrada y el diodo en serie son susti-

Figura 7

Circuito básico TTL

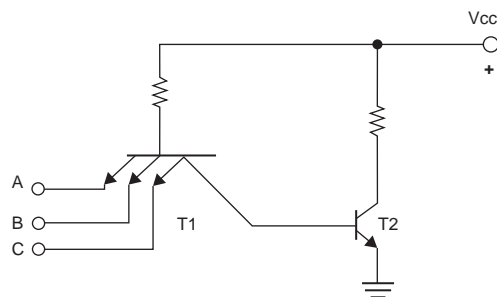
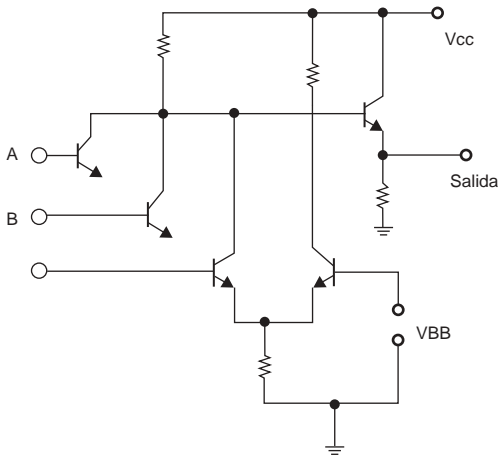


Figura 8

Circuito Básico NO-O con tecnología ECL



tuidos por un único transistor multiemisor (figura 7). Cada diodo emisor-base se utiliza como una entrada, y el diodo base-colector funciona como el diodo en serie.

Todas las uniones de emisor del transistor T se hallan inversamente polarizadas, mientras que la unión de colector tiene una polarización en sentido directo; dado que esto provoca que a

través de ella circule corriente, el transistor T2 es conducido a la saturación –así, en la salida se obtiene el 0 lógico.

Si ahora se hace que una de las entradas sea un 0 lógico, con un potencial cercano al de tierra, el emisor del transistor T1 conectado a esa entrada estará directamente polarizado; entonces por él circulará la corriente, haciendo, a su vez, que el voltaje de base de T2 caiga a un valor cercano a 0. El transistor T2 pasa al estado de corte, y su tensión de colector alcanza un valor de V_{cc} ; de esta manera se obtiene en la salida el 1 lógico. Las condiciones son análogas a las existentes en el circuito DTL, mismo que observamos en la figura 6.

El transistor multiemisor fabricado en forma monolítica es de bajo costo (una oblea de semiconductor). En primer lugar se difunde (se coloca) una región de colector aislada, y a continuación se forma una única zona para la base en la región del colector; finalmente, se difunden las diferentes regiones de los emisores en la zona de la base.

Circuitos lógicos MOS

Consideremos en primer lugar el circuito básico inversor MOS mostrado en la figura 10. El voltaje de umbral viene definido como el voltaje del graduador en el que justamente comienza a existir conducción entre el surtidor y el drenador. Su valor aproximado es de 4 volts.

La característica de transferencia de tensión de un paso inversor MOS con un elemento MOS de carga, está representada en la figura 10.

Como sabemos, con los transistores MOS de canal p se emplea la lógica negativa. En consecuencia, con una tensión de entrada próxima a cero (0 lógico), el voltaje de salida será igual al voltaje de alimentación V_{DD} menos el voltaje de umbral del elemento de carga, que también será de unos 4 volts. Por lo tanto, con una alimentación de -15 volts, el voltaje de salida será de -11 volts; este es precisamente el nivel lógico 1.

Si se aplica a la entrada una tensión negativa superior al voltaje de umbral, el circuito conducirá y entonces hará caer hasta un valor bajo cero el voltaje de salida (normalmente -0.5 volts), el cual constituye el nivel lógico 0. Por consiguiente

Circuito básico AND con tecnología CTL

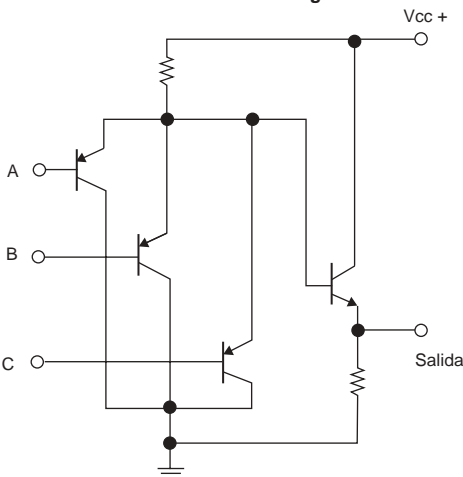


Figura 9

te, la variación que tendremos en la salida será de -11 a -0.5 volts.

Si se añade un nuevo paso inversora la alta impedancia de entrada del segundo paso, no serán afectados los niveles existentes en la salida del primero. La variación de -11 a -0.5 volts, producirá en la salida del segundo paso una variación de -0.5 a -11 volts. El margen de ruido normal entre el estado 0 y el voltaje de umbral, es de unos 3.5 voltios.

Pero debe tomarse en cuenta que como la impedancia de la puerta es muy elevada, una pequeña energía espuria inducida puede generar una considerable tensión de ruido.

Los circuitos MOS tienen una velocidad de conmutación muy limitada, en comparación con los circuitos de transistores bipolares. Esto se debe al hecho de que el transistor MOS es un elemento de elevada impedancia, y que por ello las capacidades entre conexiones del circuito no se pueden cargar con rapidez.

La forma de la señal que se obtiene en un inversor MOS, cuando se aplica un impulso de una duración muy corta, está representada por la línea de puntos en el circuito de salida de la figura 10.

Cuando el voltaje de entrada es cero, tenemos una tensión de salida elevada; la capacidad del circuito, consistente en la capacidad distri-

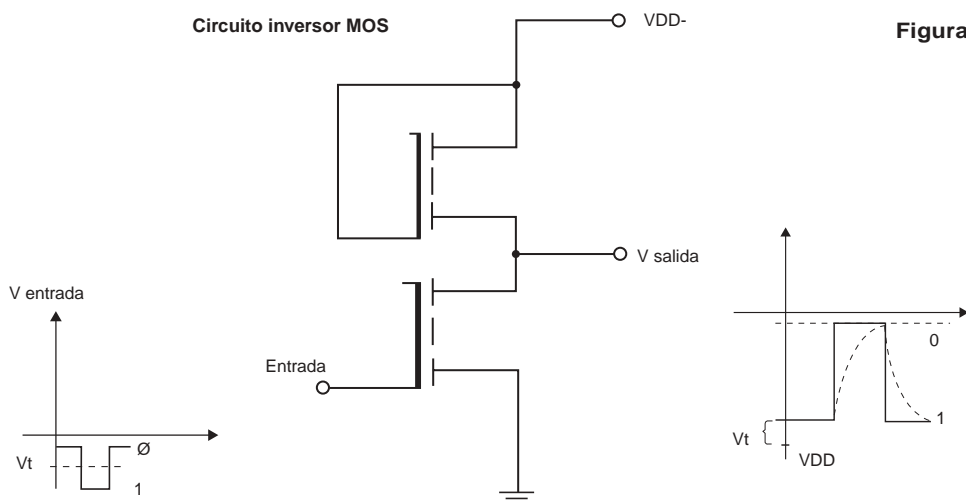
buida de las interconexiones y la capacidad de entrada del paso siguiente, se cargará hasta el nivel de -11 voltios.

Cuando se aplica en la entrada un alto potencial negativo (1 lógico), el voltaje de salida cae; entonces la capacidad se descarga a través del paso excitador. La resistencia de conducción de un elemento MOS es mucho mayor que la resistencia de un transistor bipolar en estado de saturación; así, el tiempo de descarga será relativamente largo.

Cuando la entrada vuelve a ser cero, la capacidad debe cargarse de nuevo pero ahora a través del elemento de carga; dado que éste tiene una resistencia de conducción mayor que la del elemento excitador, se logra un tiempo de carga superior al de descarga.

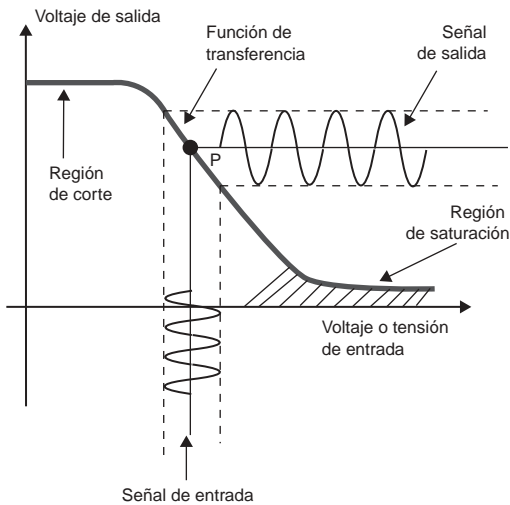
Los tiempos de conmutación normales son, en la actualidad, de fracciones de microsegundo; y parece poco probable que se consiga reducirlos, pese a los adelantos obtenidos en el diseño de los circuitos y en la tecnología de la fabricación.

En los circuitos integrados MOS, el tipo que realiza las operaciones lógicas de un modo más conveniente es el NO-O. Y es que esta disposición es la que proporciona el valor más bajo de la resistencia de conducción para el nivel lógico 0.



Características de transferencia en un amplificador lineal

Figura 11



Tecnología lineal

Un circuito lineal es aquél en el que se conserva en todo momento una relación proporcional entre las señales de entrada y las señales de salida.

La función usualmente llevada a cabo por los circuitos lineales, es la amplificación. En un amplificador lineal, la señal de salida amplificada es directamente proporcional a la señal de entrada; es decir, la forma de onda de la señal de salida es una réplica amplificada de la forma de onda de la señal de entrada.

Un amplificador lineal de transistores trabaja en la región lineal de la característica de transferencia con tensión directa, según se muestra en la figura 11. El transistor se halla polarizado para que, en ausencia de señal (estado de reposo), el punto de funcionamiento P esté aproximadamente en el centro de la región lineal de la curva; esto con el fin de permitir una mayor variación en la amplitud de la señal. Esta última no debe alcanzar las zonas de corte o saturación; si lo hace, produciría una distorsión en la señal de salida y se perdería la linealidad en el funcionamiento.

Es muy importante que el punto de trabajo sea muy estable y no se vea afectado por desplazamientos debidos a variaciones en la temperatura o en el voltaje de alimentación. Este ha sido uno de los requerimientos que ha conducido al desarrollo de nuevas técnicas para los circuitos integrados lineales.

En comparación con los circuitos de componentes discretos, el diseño de circuitos integrados lineales se dificulta por las limitaciones de los elementos pasivos. Las resistencias de difusión no se pueden obtener con una tolerancia inferior.

Los circuitos integrados lineales pueden diseñarse para trabajar en un amplio margen de frecuencias y para realizar una gran variedad de funciones.

Por lo general, se emplean combinaciones de acoplamiento directo, pasos diferenciales y reglamentación negativa, para lograr las características deseadas en cada tipo.

Amplificador de audio

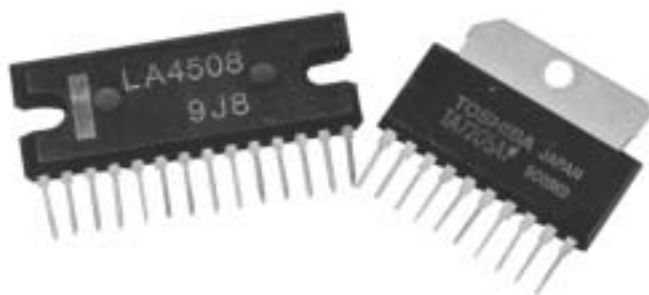
Los amplificadores de audio en forma de circuitos integrados lineales, se diseñan para emplearse en aparatos auditivos, amplificadores microfónicos, secciones de audio de receptores de radio y TV, y preamplificadores para tocadiscos en sistemas de alta fidelidad. Y como el grado de integración de los circuitos lineales también ha aumentado, los sistemas de audio han podido ser cada vez más compactos gracias a dispositivos más poderosos (figura 12).

De hecho, el reducido tamaño del amplificador de circuito integrado, ha hecho posible crear un sistema completo de ayuda auditiva; se ha incluido el amplificador, el micrófono, el auricular y la batería en un conjunto lo suficientemente pequeño como para caber dentro del oído.

En el amplificador de circuito integrado se emplean tres o cuatro pasos de acoplamiento directo. Y en vista de que los aparatos auditivos no se encuentran sometidos a grandes variaciones de temperatura, basta con un simple circuito de una sola terminal de salida, provisto de realimentación negativa.

Sin embargo, los pasos diferenciales equilibrados (configuraciones de los transistores) que

Figura 12



Existen diversos encapsulados para los circuitos integrados, y en especial dentro del tipo de los lineales; principalmente en los de audio encontramos los que vienen en una sola línea de pines, a fin de facilitar la colocación de un disparador de calor.

apenas influyen con un ligero aumento en el costo (y que además proporcionan una mayor estabilidad) son apropiados para dar entrada a un paso de salida *push-pull* de clase B, que tienen poco consumo de energía.

Los circuitos de ayuda auditiva se diseñan para funcionar con pilas de 1.5 volts y para tener una ganancia de voltaje máxima de 4.000 (72 dB).

Para los preamplificadores microfónicos y de tocadiscos es suficiente con una ganancia menor, prestándose más atención al logro de una adecuada respuesta de frecuencia por medio de combinaciones de circuitos selectivos de frecuencia en la red de realimentación. Para los sistemas estéreo, se pueden fabricar dos preamplificadores idénticos sobre la misma placa del circuito integrado; esto proporciona un buen equilibrio, cualesquiera que sean las condiciones.

Con los amplificadores de potencia de audio de circuito integrado, es necesario tener en cuenta dos puntos importantes.

El primero, es que las placas de los circuitos deben contener dos transistores de potencia para el paso de salida; por eso tienen que ser de un tamaño mayor.

El segundo, es que como los transistores de potencia trabajan con una alta temperatura de unión, el circuito debe diseñarse de modo que sea capaz de trabajar con ella; esto obliga a la utilización de disipadores de calor que comúnmente son de aluminio, aunque también los hay de materiales sintéticos.

Amplificadores de banda ancha y de video

Los amplificadores de banda ancha y de video se diseñan para dar una amplificación uniforme dentro de un amplio margen de frecuencias, desde cero (c.c.) hasta un valor que puede oscilar entre uno y varias decenas de megaciclos, dependiendo de su objetivo.

Los amplificadores de video para TV alcanzan 10 y 15 MHz. Los amplificadores de impulsos de banda ancha, utilizados en radar, pueden llegar hasta los 40 MHz.

La respuesta del amplificador a la frecuencia superior, depende tanto del tipo de transistor empleado como de las características de frecuencia del circuito de carga del transistor.

Los amplificadores de banda ancha de circuito integrado se pueden diseñar para cualquier frecuencia tope.

Circuitos integrados lineales de alta frecuencia

Por ser imposible en la forma monolítica formar inductancia de un valor superior a 1 microhenrio, en los circuitos integrados sintonizados de alta frecuencia es necesario añadir elementos sintonizadores aislados externos.

Amplificadores comparadores diferenciales

Otro tipo de amplificador de circuito integrado, es el amplificador comparador diferencial; en él se emplean únicamente pasos diferenciales. Se utiliza siempre que se desean comparar dos señales.

Todos los tipos de amplificadores comparadores diferenciales poseen dos entradas y constan,

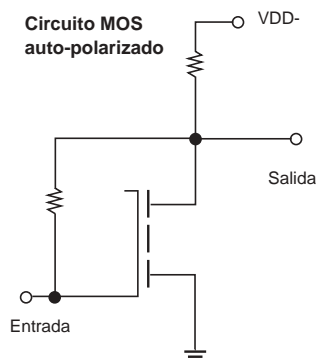


Figura 13A

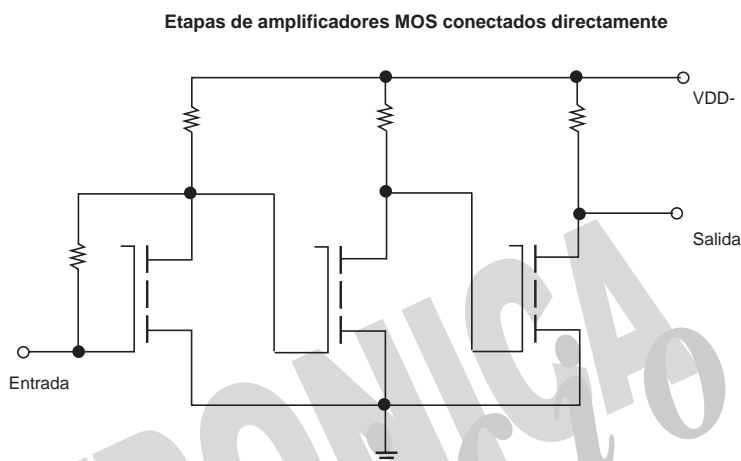


Figura 13B

por lo general, de tres pasos diferenciales. Algunos de estos tipos tienen una salida diferencial; otros tienen la salida a través de un paso de potencia, con una terminal única.

Una de las principales aplicaciones de esta clase de amplificadores, consiste en comparar una señal con una tensión de referencia; esto se hace a fin de generar una "señal de error", la cual puede ser utilizada como elemento de control.

El sistema puede funcionar como un simple detector de señal, dispuesto para indicar cuándo una tensión excede un nivel de referencia. La señal de error puede emplearse como señal de realimentación, con objeto de mantener constante una cierta salida o de controlar cualquier otro circuito.

El amplificador comparador diferencial forma parte integrante de la mayoría de los sistemas electrónicos de control.

Circuitos lineales MOS

El transistor MOS posee una elevada impedancia de entrada y una alta ganancia. Ambas características son ventajosas para el diseño de amplificadores lineales.

En el transistor MOS de canal p, la tensión de gradador tiene la misma polaridad y puede ser del mismo valor que la tensión de drenador. Esto representa un método muy conveniente para obtener la polarización de c.c. para el funcionamiento lineal; tal hecho es posible, al conectar el gradador al drenador a través de una resistencia de valor elevado (figura 13A). Como el gradador no absorbe corriente, la totalidad del voltaje de drenador es aplicada a aquél; igualmente es posible la conexión directa entre diversos pasos, puesto que el voltaje de drenador de uno de ellos es el adecuado para polarizar el control del paso siguiente. En la figura 13B se muestra un amplificador lineal MOS de tres pasos con acoplamiento directo.

En los circuitos lineales es también posible la utilización de elementos de carga MOS, en vez de resistencias. La falta de linealidad en las características del excitador y elementos de carga, impide que el margen lineal de funcionamiento sea muy amplio.

Los circuitos lineales MOS son muy adecuados para la construcción en forma de circuitos integrados, pues las estructuras MOS de los ele-

mentos activos y de las resistencias de carga son pequeñas y simples; se pueden diseñar los circuitos con un acoplamiento directo, evitándose así el uso de condensadores.

Circuitos integrados de microondas

Los circuitos integrados de microondas son un grupo muy importante de los circuitos integrados lineales.

Debido al gran tamaño de los anteriores componentes de microondas y de los de guía de ondas, las dimensiones de los circuitos de microondas tendían a ser relativamente grandes en comparación con los circuitos de UHF, en los que se podían utilizar componentes compactos. Pero en la actualidad, la tecnología del semiconductor permite fabricar elementos en los que las dimensiones de las regiones activas son del orden de 1 micra (0,001 mm). Con esto, dichos elementos (a los que se han incorporado unos contactos, junto a las líneas de cinta, la región de las microondas) se abren al empleo de los circuitos integrados, con una considerable reduc-

ción en el tamaño y una mejora en el rendimiento sobre los anteriores sistemas coaxiales y de guía ondas.

Conclusión

A la fecha, existe una enorme variedad de circuitos integrados para una infinidad de aplicaciones. De hecho, todos los equipos electrónicos han evolucionado hacia la alta integración; de este modo, cuando se retira la cubierta principal de cualquier aparato electrónico, ya no es raro descubrir que dispone de apenas algunos componentes discretos, montados en una tarjeta con abundantes circuitos integrados.

Incluso en el área de las comunicaciones o las computadoras, se han buscado nuevas tecnologías que ya no son planares -como las que se acaban de describir- sino que se desarrollan en forma de redes tridimensionales; esto permite una mayor escala de integración y un mayor desempeño de los sistemas.

MAGNETO CON

**Todo para fabricar
o reparar:**

**Transformadores
y Bobinas**

**República de El Salvador No. 23-6 (por Aldaco)
México, D.F. Tel. 5-21-34-03**



CONTROLADORES LOGICOS PROGRAMABLES (PLCs)

Primera de dos partes



Alvaro Vázquez Almazán

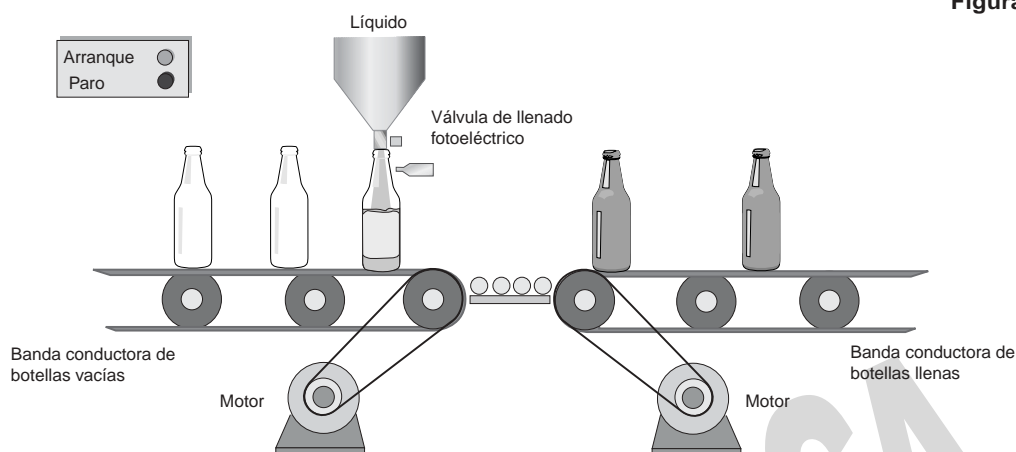
Los controladores lógicos programables (PLCs por sus siglas en inglés) son sistemas que han tenido un gran éxito y amplia demanda en la industria, para las tareas de automatización. Esto se debe a su reducido espacio, facilidad de conexión y gran versatilidad. En esta primera parte del artículo se ofrece una breve introducción al tema de los PLCs; veremos cómo surgieron, cuáles son sus bases de operación, sus componentes, su estructura básica y sus principales aplicaciones en la industria.

Introducción

El principal objetivo de todo sistema automatizado, es sustituir el trabajo humano por el trabajo de un determinado mecanismo. Como vemos en esta figura, en la automatización intervienen sistemas y mecanismos de distinta naturaleza: dispositivos eléctricos y electrónicos, neumáticos e hidráulicos.

Para que un sistema pueda considerarse automatizado, debe ser capaz de manejar y procesar información que sirve para mantener la coordinación y el control del proceso industrial (figura 1).

Figura 1



Técnicas de control

Las técnicas de control (tales como el control eléctrico de procesos mediante relevadores) tienen la función de organizar la adecuada operación de los equipos y dispositivos que a su vez se encargan del control de procesos.

Mediante un diagrama a bloques llamado «cadena de control», este proceso de organización puede representarse en forma simplificada -tal y como, por ejemplo, se hace en el paro y arranque de un motor- (figura 2).

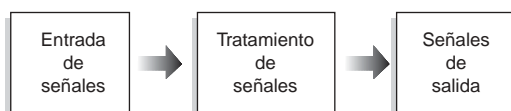
la etapa que ocupan en la misma, en tres tipos (figura 3):

Figura 3



Cadena de control

Figura 2



Componentes de una cadena de control

Los elementos que integran una cadena de control basan su principio de operación en alguna de las técnicas más comunes del control de procesos (electricidad, electrónica, neumática e hidráulica), y pueden clasificarse, de acuerdo con

- 1) Sensores. Se encargan de detectar la realización de algún evento y la forma en que se está comportando el proceso de fabricación.
- 2) Procesadores. Son los elementos que dan tratamiento a la señal recibida a través de los sensores; también «toman decisiones» relacionadas con los cambios que deben efectuarse durante dicho proceso. Los procesadores pueden ser tan simples como la interconexión de una botonera de arranque-paro y un contacto para el control de un motor, hasta un sistema de control computarizado (figura 4).
- 3) Actuadores. Son los dispositivos que mantienen o modifican las características del proceso, de acuerdo con la señal recibida por los procesadores.

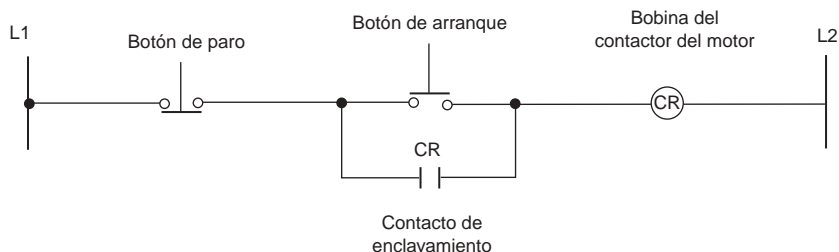


Figura 4

La cadena de control es sólo una forma teórica de representar el flujo de información (señales) implícito en el control de todo proceso industrial. En la práctica deben aplicarse determinadas técnicas o métodos (entre ellos el control eléctrico de procesos industriales) mediante los cuales se pueda seguir una secuencia lógica de interconexión de los dispositivos, a fin de cumplir con las condiciones del proceso.

Un método que tradicionalmente se ha empleado en el control de procesos y que se basa en la estructura de una cadena de control, es - como ya dijimos- el control eléctrico; su arquitectura se fundamenta sobre todo en la interconexión de relevadores (figura 5). No obstante, en los últimos años los sistemas basados en microprocesadores se han ganado un sitio como una de las soluciones óptimas para el control de procesos; estamos hablando precisamente de los PLCs (figura 6).

Surgimiento de los PLCs

El avance en la tecnología de fabricación de los relevadores, constituyó un gran paso hacia la automatización. Su aplicación hizo posible realizar una lógica de operación en las máquinas, reduciendo la carga de trabajo del operador; en algunos casos incluso ha permitido eliminar la necesidad de la operación manual, gracias a un selector manual/automático.

En comparación con los PLCs, los relevadores tienen ciertas desventajas: son pesados y voluminosos, disponen de un solo periodo de vida y además su naturaleza es fija. A causa de esta última circunstancia, la lógica de conexión de un panel también es fija; es decir, realiza exac-

tamente las mismas funciones y con la misma secuencia. Pero cuando se rediseña el producto o la secuencia de operaciones de la máquina, la lógica de conexión del panel también tiene que ser rediseñada; si el cambio es sustancial, puede resultar más económico construir un panel nuevo y deshacerse del que iba a ser transformado.

Figura 5

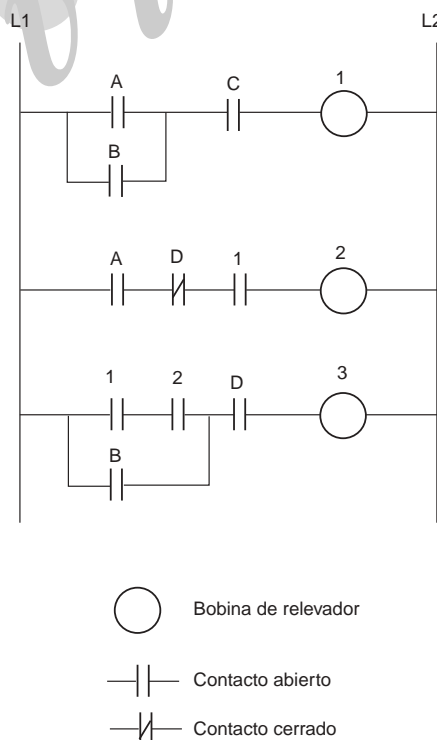




Figura 6

Es justamente por esta desventaja (naturaleza fija de los relevadores) que los fabricantes de automóviles enfrentaron graves problemas a mediados de la década de los 60; habiendo alcanzado ya un alto grado de automatización mediante relevadores, tenían sin embargo que invertir mucho trabajo, tiempo y dinero (sin contar las pérdidas por suspender momentáneamente sus principales actividades productivas) cada vez que

se requería un cambio en la producción. Entonces se les ocurrió la idea de ejecutar este tipo de control a través de computadoras, y dejar de hacerlo mediante sistemas de relevación; mas el grado de desarrollo que hasta ese momento presentaban dichas máquinas, no era suficiente para aplicarlas en la actividad industrial.

La industria electrónica de aquella época enfrentaba un gran reto: diseñar un equipo que, a



Figura 7

semejanza de la computadora, pudiera realizar el control de producción, ser fácilmente reprogramable y además ser apropiado para el trabajo industrial. Fue así como a fines de la década de los 60 se diseñó uno de los primeros PLCs, en las plantas ensambladoras de automóviles de Detroit, Michigan.

Estructura básica de un PLC

Al igual que una PC, un PLC (figura 7) puede dividirse en dos grandes grupos: hardware y software.

El hardware de algunos PLC consta de partes funcionales como tarjetas de entrada, tarjetas de salida, unidad central de procesamiento (CPU), memoria de programa, bus de datos y fuente de alimentación. El software es toda la parte de programación con la que se indica al PLC la secuencia lógica de control a ejecutarse; es amplia la variedad de paquetes que ofrece el mercado. Y si bien cada empresa trabaja con un paquete de programación en particular, todas emplean el mismo principio de operación; a éste sólo le hacen las modificaciones indispensables, para obtener un mejor rendimiento en el control de producción del equipo que cada una ofrece al mercado.

Todos los paquetes son actualizados continuamente. Uno que destaca es el denominado APS (*Advanced Programming Software* o Software de Programación Avanzada), creado por la compañía Allen Bradley para sus propios PLCs de la familia SLC-500. Con la ayuda de una computadora 386, 486 o compatible, este paquete permite programar los procesadores tipo SLC-500 y los PLCs Micrologix 1000 (empleados comúnmente en el control electrónico de procesos). Sobre el particular, hablaremos en la segunda y última parte de este artículo.

PROXIMA EDICION DE LA REVISTA ELECTRONICA Y SERVICIO

REPARACION DE COMPUTADORAS PC

Incluye
un CD-ROM con
información técnica
y utilerías para el
diagnóstico

Una publicación dirigida a quienes apenas se inician en el mundo de reparación de computadoras PC, y a quienes desean puntualizar sus conocimientos al respecto

Búsquela con su distribuidor habitual en abril de 1999

REPARACION DE TARJETAS DE HORNO DE MICROONDAS



Leopoldo Parra Reynada

En artículos anteriores hemos hablado de las mediciones y pruebas a efectuar para determinar si alguno de los componentes en la etapa de generación de microondas o de los elementos de protección está funcionando incorrectamente; también hemos tratado la manera de corregir la falla y dejar nuevamente en funcionamiento el aparato. Sin embargo, existe un módulo del que no nos hemos ocupado: la etapa de control digital, incluida en prácticamente todos los hornos de microondas modernos. El presente artículo contiene los procedimientos usuales para detectar y corregir fallas en estos circuitos, así como una descripción de algunas de las fallas más comunes en esta sección.

Generalidades

Si en su centro de servicio recibe hornos de microondas, seguramente en más de una ocasión se habrá enfrentado a aparatos en los que la falla no se encuentra en los interruptores de *interlock*, ni en los protectores térmicos, ni en el diodo rectificador o en el magnetrón.

Un buen porcentaje de las fallas que se presentan en hornos de microondas se generan en la placa de control, misma que se encuentra justo atrás del panel de control (figura 1). Muchos técnicos suelen pensar que una falla en esta sección automáticamente indica que el horno debe desecharse, ya que la disponibilidad de elementos de repuesto para estos circuitos es prácticamente nula.

Figura 1



Sin embargo, la experiencia nos ha demostrado que siguiendo el método que aquí presentamos podemos localizar cerca del 90-95% de las fallas que se presentan en esta etapa, haciendo posible con ello “rescatar” un buen porcentaje de los hornos con este problema.

Primer paso: comprobación de la fuente permanente.

En la operación de un horno de microondas típico, se habrá percatado que el *display* fluorescente siempre está encendido, ya sea mostrando simplemente un par de líneas horizontales o indicando la hora. Por consiguiente sabremos que

la sección de control de este aparato debe estar permanentemente alimentada por voltajes adecuados, y esto implica obviamente la presencia de una fuente de voltaje permanente.

Normalmente esta fuente es de tipo convencional (regulada simple), la cual, como usted sabe, cuenta con un transformador de bajo voltaje, un puente de diodos, un filtro rectificador y un circuito integrado regulador de voltaje (figura 2).

De esta fuente permanente sale un voltaje de 5 volts que alimentará a los circuitos digitales de control, un voltaje de alrededor de -20 volts que excitará a los segmentos del *display* fluorescente y una tensión de aproximadamente 3Vac

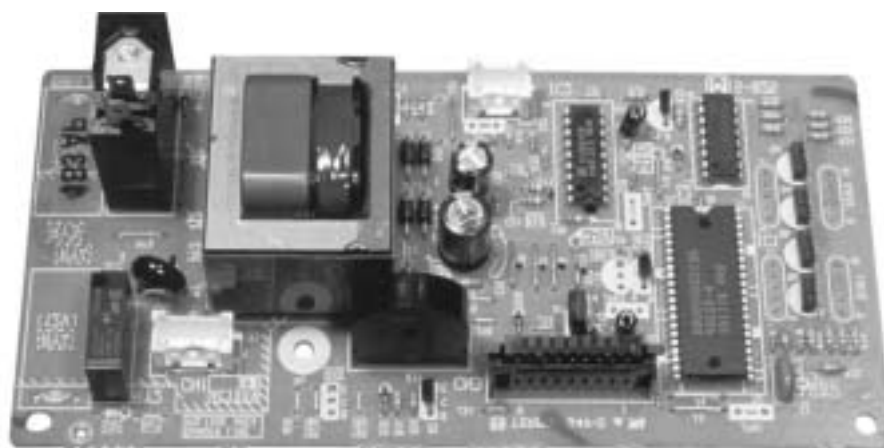


Figura 2

para los filamentos del mismo *display*. Si cualquiera de los voltajes faltara, la operación del circuito se vería comprometida; en el caso específico del voltaje de 5 volts, su ausencia provoca un aparato completamente “muerto”.

Por todo lo anterior, resulta obvio que uno de los primeros puntos que debemos verificar al momento de recibir un aparato que no funcione es precisamente la fuente permanente de la placa de control.

Para ello, primeramente compruebe que efectivamente esté llegando el voltaje de 120Vac al primario del transformador (figura 3), ya que de lo contrario será señal de que alguno de los elementos de protección iniciales (por lo general un fusible) está abierto, y tendrá que corregir dicho problema antes de poder atacar las fallas en la placa de control.

Al medir el voltaje de AC en la entrada del transformador de bajo voltaje, debemos obtener la tensión de la línea de alimentación

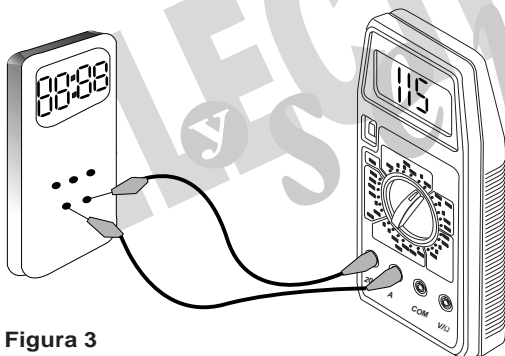
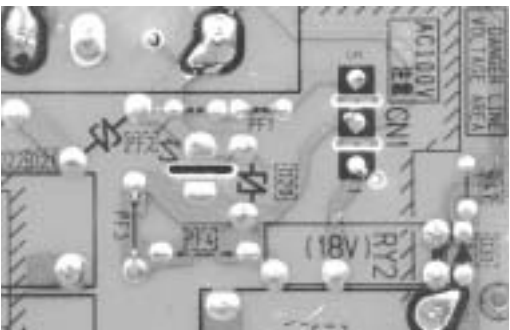


Figura 3

Aquí hay que mencionar un dato importante: para ahorrar un poco en la fabricación de ciertos hornos, algunos fabricantes han incluido un fusible de protección inmediatamente en la entrada del primario del transformador de bajo voltaje, pero lo han colocado en el mismo patrón de las líneas de circuito impreso (figura 4A).

Observe que la pista que une la entrada de AC al primario del transformador es muy delgada, y está calculada para que se abra cuando a

Figura 4A



través de ella circule una corriente de entre 0.25 y 0.5A, dependiendo de la marca y modelo específicos.

Entonces, cuando encuentre un transformador al cual no llega el voltaje de AC de la línea de alimentación, y si los fusibles de potencia de entrada están intactos, retire la placa de control y compruebe si el aparato que está reparando posee este tipo de protección.

En caso de que así sea, y encuentre que la línea fusible se ha abierto, puede colocar un puente de alambre entre los puntos marcados como B y C; estos puntos se colocan precisamente para que sirvan como fusible auxiliar en caso de apertura del principal (en la figura 4B, el fusible principal está marcado como A). Puede notar que a la izquierda del punto B existe una pista muy delgada, y en caso de que usted coloque un puente entre B y C, esta pista será el nuevo fusible de protección.

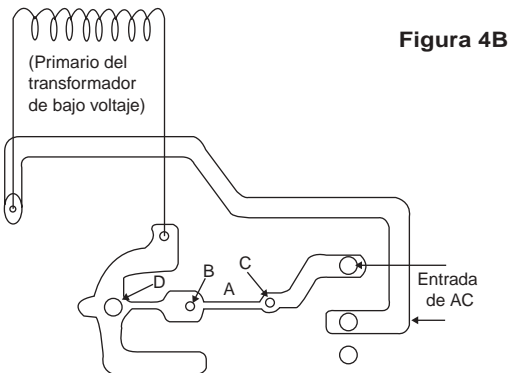
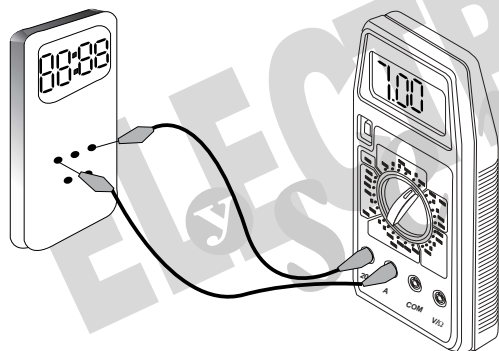


Figura 4B

Si por cualquier falla en el circuito de control este fusible también llegara a abrirse, es posible colocar un fusible externo entre los puntos C y D, pero aquí tendrá que hacer pruebas con distintos valores de amperaje.

Comience con un valor pequeño (alrededor de 0.25A), y si se abre vaya aumentando hasta encontrar un valor en el cual el fusible no se abra (por supuesto que para este momento ya debió comprobar que no existe un corto en la placa de control). Al instalar el fusible advertirá que el aparato recupera su operación normal.

En la salida del transformador de bajo voltaje debemos obtener entre 5 y 10 V_{AC}, dependiendo de la marca y modelo del aparato



Si el voltaje de la línea de AC llega sin problemas a los primarios, debemos entonces comprobar que efectivamente exista un voltaje en la salida del mismo. Mida con el voltímetro la tensión de salida (figura 5); en caso de no encontrarla, es probable que en el transformador se haya abierto alguno de sus embobinados. Esta situación es bastante común, sobre todo en zonas donde con cierta frecuencia se presentan “picos” de voltaje que dañan poco a poco las espiras del embobinado primario, hasta que se quema algún punto, con lo que obviamente el transformador deja de funcionar (figura 6).

Este problema parece grave, ya que en nuestro país resulta prácticamente imposible conse-



Figura 6

Figura 5

guir la refacción original del fabricante para reemplazar el transformador; sin embargo, la experiencia nos dice que es posible mandarlos rebobinar sin que ello afecte el desempeño del aparato.

Una vez verificados los puntos anteriores, proceda a revisar el funcionamiento del puente de diodos, el filtro y el regulador de voltaje. Para ser sinceros, estos elementos en raras ocasiones presentan problemas; y cuando los hay, casi siempre están relacionados con un filtro seco o con un regulador defectuoso (el puente de diodos casi nunca falla).

Si el problema se encuentra en el filtro, simplemente reemplácelo por uno de iguales o mejores características; pero si el problema está en el regulador de voltaje, deberá cambiarlo, y si es posible coloque un pequeño disipador de calor.

Generalmente los diseñadores utilizan como circuito regulador un simple 7805 (figura 7), por lo que conseguir el reemplazo es muy sencillo; sin embargo, pocos fabricantes colocan un disipador en este circuito, por lo que fácilmente su-

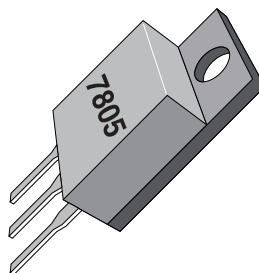


Figura 7

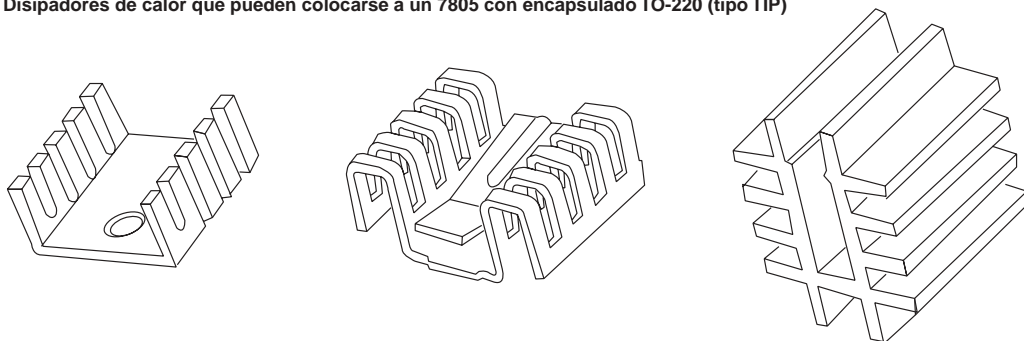


Figura 8

fre sobrecalentamiento, lo que a la larga lleva a su destrucción. Puede emplear un disipador especial para encapsulado TO-220 (tipo TIP), colocando también un poco de grasa de silicón para garantizar una adecuada transferencia de calor (figura 8).

Si hasta aquí todo está correcto, compruebe que efectivamente se generen los voltajes para el *display* fluorescente (alrededor de -20Vdc y 3Vac); y si están presentes, podemos decir que la fuente de poder permanente está en buenas condiciones, y debemos concentrar nuestros esfuerzos en otras direcciones.

Segundo paso: el microcontrolador

Ha llegado el momento de revisar la operación conjunta del circuito de control, y para ello nos concentraremos en el circuito integrado que lle-

va a cabo prácticamente todas las funciones de esta etapa: el microcontrolador (figura 9).

Como ya hemos mencionado en otros artículos de esta publicación, un microcontrolador en realidad es un microprocesador al que se le han añadido los elementos necesarios para que por un lado reciba de forma directa las órdenes del usuario, y por otro se encargue de su puntual cumplimiento. Esto se hizo así debido a que para los fabricantes les resulta mucho más económico colocar un solo circuito integrado de control que estar lidiando con un CI microprocesador, un CI de puertos de entrada y salida, un CI para control de teclado, un CI para control de *display*, etc.

Sin embargo, y debido a la presencia del microprocesador en su interior, un microcontrolador requiere de las mismas señales mínimas

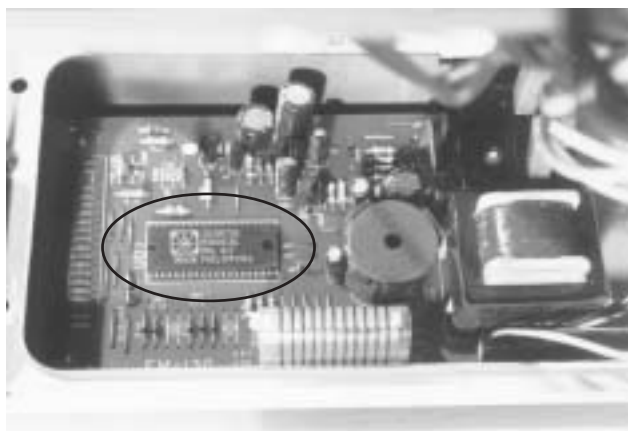
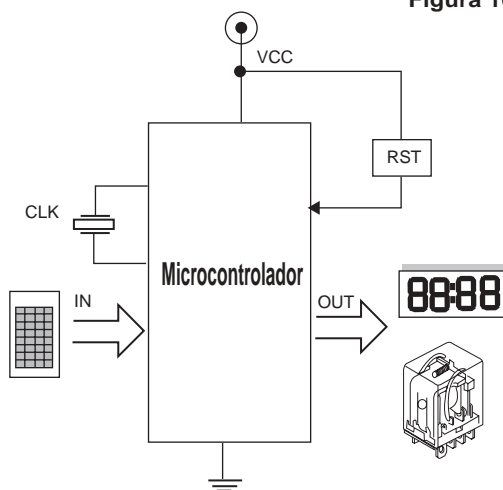


Figura 9

Figura 10



indispensables para funcionar adecuadamente; estas señales son (figura 10):

- Alimentación y nivel de tierra.
- Señal de reset.
- Señal de reloj.
- Señales de entrada.
- Señales de salida.

Analicemos cada uno de estos puntos independientemente.

Alimentación y nivel de tierra

Como resulta obvio, un circuito electrónico no puede funcionar si no posee una fuente de alimentación, y en este caso se trata de los 5Vdc que provienen de la fuente permanente. Como ya en el punto anterior se comprobó que efectivamente estuviera saliendo esta tensión, es lógico que si no está llegando hasta el circuito se debe a que en algún punto del trayecto desde la fuente al dispositivo se ha perdido. Esto por lo general se debe a tarjetas fracturadas, y su reparación resulta sumamente sencilla, así que no nos detendremos en el particular.

Señal de reset

Todo circuito lógico de control requiere un pulso que, al momento de aplicarle voltaje por pri-

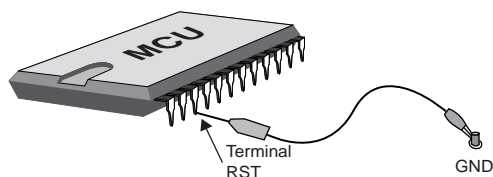
mera vez, lo coloque en su condición de trabajo inicial. Este es precisamente la labor del circuito de reset. Este dispositivo produce un pequeño pulso negativo (nivel BAJO) cada vez que se aplica voltaje al microcontrolador, obligando al programa interno del microcontrolador a comenzar a ejecutarse desde su primera línea. En caso de que este pulso no exista, es posible que el circuito inicie su programa a la mitad, con lo que la operación del aparato será errática (si es que no se bloquea por completo).

Desafortunadamente, la comprobación de que este circuito efectivamente está funcionando resulta casi imposible en tiempo real, ya que este pulso dura apenas unas milésimas de segundo, y no se puede apreciar con ayuda de un osciloscopio común; sin embargo, existe un método muy sencillo de verificar si el problema de un circuito de control está en el reset: simplemente localice la terminal del microcontrolador a la cual llega dicho pulso; y con ayuda de un alambre conectado a GND, haga un breve corto a tierra en esa terminal (figura 11). Si después de esto el aparato comienza a funcionar bien, será señal inequívoca de que el circuito encargado de generar el pulso de RESET ha fallado, y tendremos que reemplazarlo.

Señal de reloj

Cualquier circuito de control lógico necesita la presencia de una señal de reloj que sirva para sincronizar sus procesos internos, así que los microcontroladores no son una excepción. Esta señal de reloj puede generarse a partir de un cristal oscilador o de un simple arreglo R-C; en todo caso, para comprobar que efectivamente está presente, hay que conectar las puntas del osciloscopio a las terminales marcadas como X"TAL o CLK en el microcontrolador y comprobar que

Figura 11



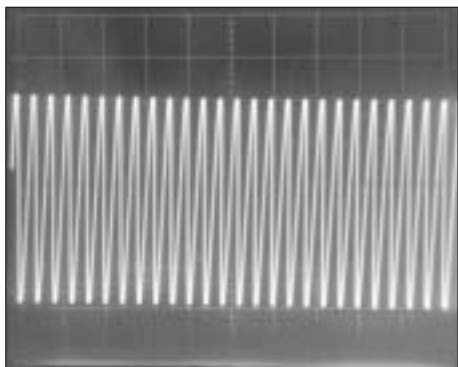


Figura 12

aparezca la oscilación (figura 12). Si no está presente, hay que cambiar el cristal, reemplazar el circuito R-C o, en el peor de los casos, cambiar el circuito completo.

Señales de entrada

Para su correcto funcionamiento, un microcontrolador necesita de algunas señales que provienen de sensores o elementos auxiliares dentro del aparato. En el caso del circuito de control en hornos de microondas, estas señales de entrada

en realidad son muy pocas: hay que comprobar la correcta operación del teclado, revisar que los sensores de temperatura (si existen) estén funcionando dentro de sus parámetros normales, comprobar que no esté activada la protección contra humedad (si existe), etc.

Este punto suele ser causa de un cierto porcentaje de las fallas en el control de sistema de los hornos de microondas; específicamente lo que se refiere a la comprobación del teclado. Debido al maltrato a que están sujetos ciertos aparatos, no es raro que alguna de las teclas del panel frontal quede “pegada”, con lo que el microcontrolador se queda recibiendo permanentemente una instrucción externa; como el dispositivo no “sabe” qué hacer en estos casos, normalmente pasa a un estado de bloqueo, que nos impide por completo utilizar el aparato.

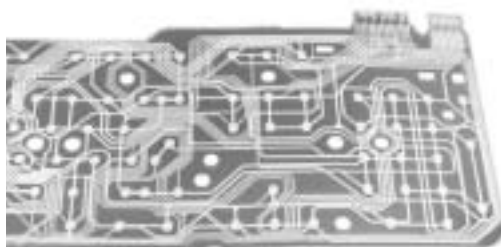
Para corregir este problema, existen dos métodos: el del fabricante y el del técnico práctico: el fabricante obviamente recomienda que se sustituya todo el teclado (figura 13); sin embargo, debido a la escasez de repuestos originales en nuestro país, hemos tenido que desarrollar métodos alternativos para corregir este tipo de fallas.

Para describir el método de reparación de este tipo de teclados, revisemos brevemente cómo funciona una membrana táctil de botones: en realidad este tipo de teclados funciona de forma muy similar a las membranas que encontramos en las consolas de las modernas computadoras (figura 14); puede apreciar que se trata de dos láminas de plástico en donde se han grabado una serie de pistas y donde también están claramente indicadas las posiciones de los botones, separa-



Figura 13

Figura 14

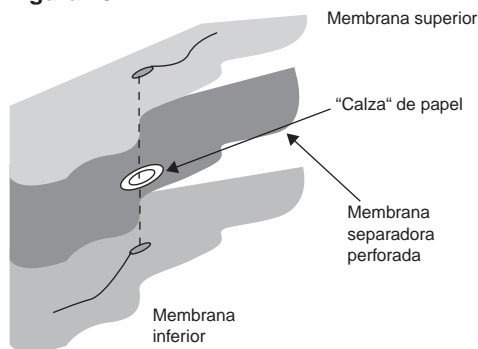


das por una tercera lámina con perforaciones que coinciden con estas posiciones.

Cuando el usuario presiona la membrana superior, empuja a la pista conductora hasta que entra en contacto con la lámina inferior, salvando la distancia que los separa; el problema es que si se presiona con demasiada fuerza y por mucho tiempo, la membrana superior puede llegar a deformarse, estableciendo un contacto permanente entre ambos puntos, por lo que desde el punto de vista del microcontrolador, esta tecla está siendo presionada de forma ininterrumpida.

Para corregir este problema, hay que separar con mucho cuidado las membranas del teclado, y colocar una calza alrededor del orificio de la lámina intermedia (figura 15). Hemos descubierto que si utiliza una simple etiqueta adhesiva redonda en la cual haya realizado un orificio de aproximadamente el mismo tamaño que el de la lámina intermedia, suele ser suficiente para que las membranas de contactos se separen, pero al mismo tiempo no cueste demasiado trabajo volverlas a unir (lo que se traduciría en un botón al que hay que aplicar fuerza excesiva para accionar, lo que puede ocasionar otros problemas posteriores). Vuelva a unir las membranas y conecte a la placa de control; observará que se ha solucionado su problema (nota: algunos fabricantes han colocado teclados sellados en sus circuitos de control; en tal caso, este método no se puede aplicar).

Figura 15



Otra falla relacionada con los teclados frontales de los hornos, tiene que ver con líneas de impreso que se han abierto, por lo que una o varias teclas dejan de funcionar, no importa qué tan fuerte las presione el usuario. Este problema suele presentarse sobre todo en la aleta (figura 16) que lleva las líneas de impreso desde el teclado hasta el conector en la placa de control; se debe a que al momento de ensamblar el aparato, esta aleta quedó atorada en algún punto, provocándose un doblez pronunciado y la fractura de la pista conductora. Para corregir este problema podemos recurrir a las plumas correctoras de circuitos impreso, las cuales dejan un trazo de material conductor al momento de aplicarlas; entonces, con una pluma de este tipo redibuje los puntos en los que se haya abierto el trazado de las líneas; notará que después de esta sencilla reparación el horno de microondas trabaja normalmente.

Señales de salida

Si hasta aquí todo es correcto, hay que comprobar que el horno responda adecuadamente a las órdenes del usuario o a la operación normal del mismo. Sin dar ninguna instrucción, verifique

Figura 16



Figura 17



que el *display* presente un aspecto normal y que se puede programar sin problemas el reloj de tiempo real (no todos los hornos tienen esta prestación).

En caso contrario, es casi seguro que nos estamos enfrentando a un microcontrolador defectuoso; tendrá entonces que tratar de conseguir un dispositivo idéntico para realizar el reemplazo.

En el caso de los microcontroladores, no basta que la matrícula principal sea igual, sino que hay que fijarse también en la matrícula secundaria (figura 17), ya que es esta clave lo que indica el modelo específico de aparato para el que está diseñado; y si se aplica en otro distinto, lo más seguro es que no trabaje adecuadamente.

Últimos pasos

Si el despliegue es correcto, ha llegado la hora de comprobar la operación del aparato. Introduzca un recipiente de vidrio o plástico con agua en la cavidad del horno, y ponga a funcionar el aparato por alrededor de un minuto; compruebe que la luz interior se encienda, que la charola rotatoria funcione y que el ventilador de enfriamiento esté trabajando. Transcurrido este tiempo, saque el recipiente y compruebe que su temperatura haya aumentado, lo que nos indicará que el magnetrón está funcionando adecuadamente; en caso contrario, hay que diagnosticar esta sección como ya se ha descrito en artículos anteriores (ver los números 10 y 11 de esta publicación).

Como en este artículo nos hemos concentrado en fallas en la placa de control de un horno, sólo mencionaremos una causa común de problemas en estos aparatos: para controlar el encendido y apagado del magnetrón, muchos fabricantes emplean relevadores para dejar pasar el voltaje de línea hasta este elemento (figura 18); sin embargo, estos relevadores suelen “flamearse” o ensuciarse, lo que provoca contactos intermitentes y hornos que calientan mal o de plano no calientan nada. Para corregir esto, y siempre que sea posible, retire la cubierta de plástico que cubre al relevador y con una lija de agua muy fina (calibre 300 o similar) raspe las terminales del relevador hasta retirar toda suciedad; aún sin taponarlo, pruebe la operación del horno, y si ya funciona adecuadamente, coloque nuevamente la tapa; y si ni con la limpieza se puede restaurar la operación normal del aparato, nos veremos forzados a reemplazarlo por un relevador idéntico.

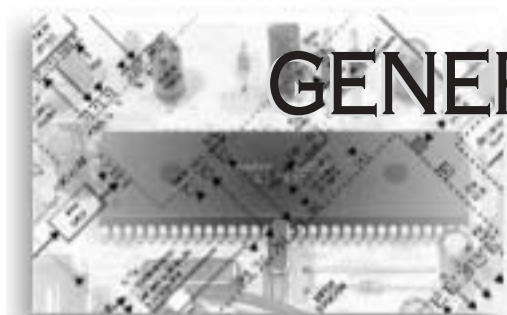
Figura 18



En caso de que el fabricante del horno al que se enfrente utilice tiristores en lugar de relevadores, lo mejor será reemplazarlos, ya que estos dispositivos no admiten reparación.

Como ha podido comprobar, en realidad enfrentarse a las fallas en el circuito de control de un horno de microondas resulta sorprendentemente sencillo. Esperamos que la información aquí presentada haya sido de utilidad para su trabajo.

CIRCUITOS DE FI Y AFT EN LOS TELEVISORES GENERAL ELECTRIC Y RCA



Jorge Pérez Hernández

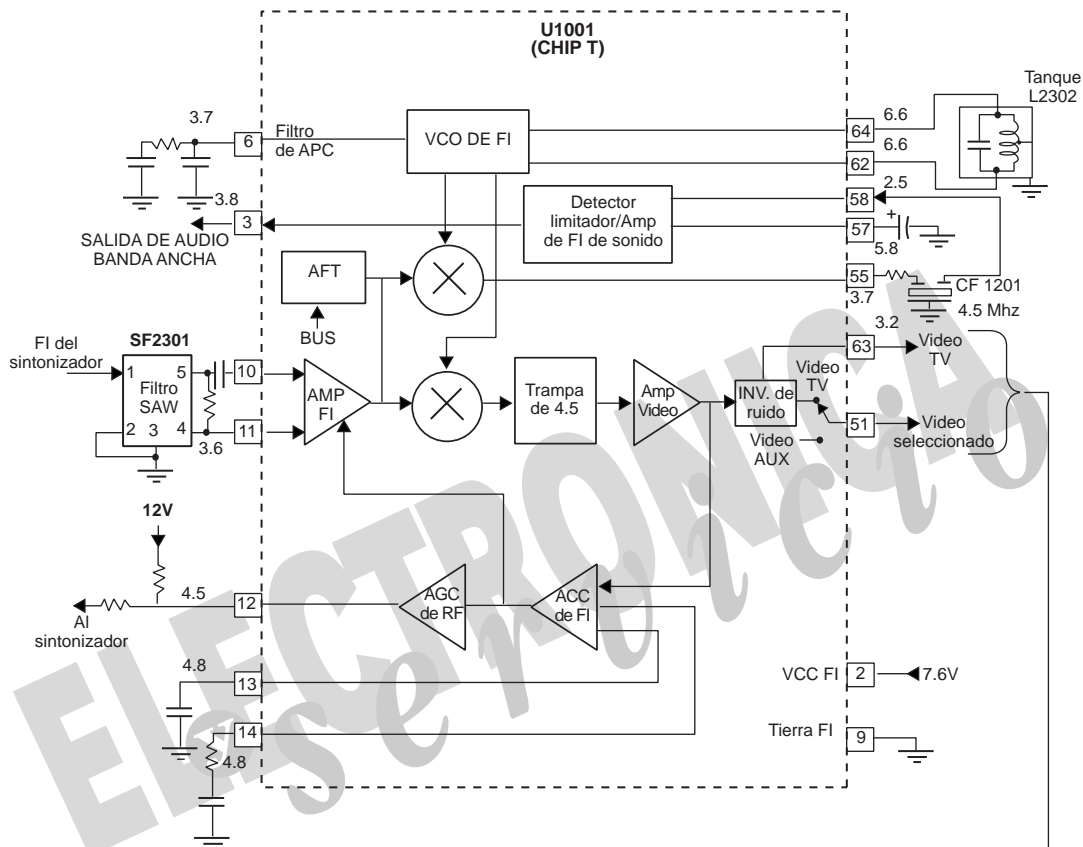
Iniciaremos en este número una serie de artículos descriptivos de los circuitos que conforman el moderno televisor General Electric (o RCA), modelo CTC-176 y similares. En esta ocasión trataremos el funcionamiento de la sección de FI y AFT, indicando los ajustes requeridos en los casos en que se haya hecho alguna reparación en los respectivos circuitos.

La señal de FI video

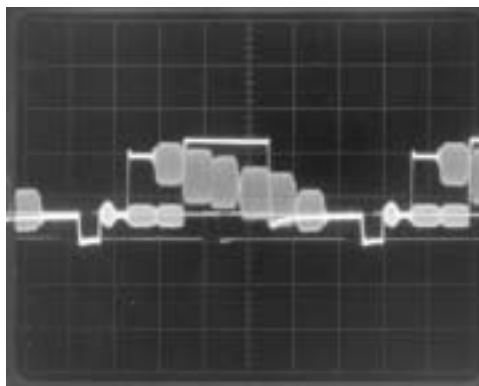
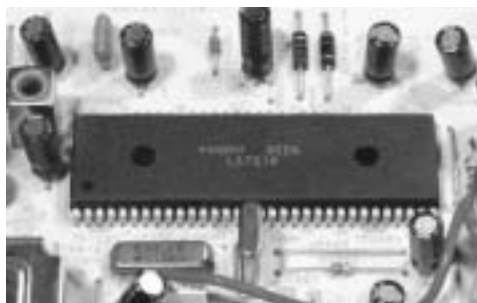
Como sabemos, en los televisores actuales la sección de FI viene en una presentación de módulo blindado, compartiendo el espacio con otros circuitos inmediatos; en el caso de los televisores General Electric, dicho módulo se encuentra integrado en el *chip* T (U1001), también conocido como circuito Jungla. Por lo tanto, una vez que el canal correspondiente es seleccionado por el sintonizador, la señal de FI video de 45.75 MHz cruza por el filtro SAW SF2301, en donde es verificada en su valor y filtrada de cualquier frecuencia ajena a la misma, para posteriormente ser inyectada al *chip* T, específicamente al circuito de FI de video y audio por las terminales 10 y 11.

Figura 1

Circuito de FI de video/audio contenido en una porción del chip T, con sus tensiones aproximadas de cada terminal.



Aspecto de una señal de video a la salida de U1001 (TERMINAL 51 ó 63)



Inmediatamente la señal es incrementada en su ganancia por un amplificador de FI; es detectada; se le eliminan residuos de audio en la trampa de 4.5 MHz; aumenta su valor de pico a pico en el amplificador de video; pasa también por un inversor de ruido para, finalmente, salir ya como señal de video compuesta por las terminales 51 y 63 del mismo *chip* (figura 1).

El circuito VCO que está ajustado a la misma frecuencia de FI video, es el responsable de que la señal de imagen salga del detector de video limpia y sin interferencia.

Por otra parte, el circuito AFT también gobierna la calidad de imagen, corrigiendo cualquier desviación en la frecuencia del canal sintonizado; éste trabaja por medio de un contador de frecuencia real de 12 bits, por lo que no requiere elemento de ajuste; de tal forma que a través de un bus de datos serie (pin 52 de U1001), envía pulsos lógicos al microprocesador (pin 14 de U3101) y viceversa.

De hecho, este mismo conducto sirve para gobernar todos los ajustes digitales del *chip* T; los últimos 8 bits de la porción de lectura contienen la información digital del AFT digital, (provenientes del circuito de FI) que es examinada únicamente durante el cambio de canal (figura 2).

La ganancia del sintonizador es monitoreada a través de una divisora de voltaje formada por los resistores conectados en el pin 12 del *chip* T, en donde se desarrolla una corriente de fuente; por lo tanto, al aumentar la tensión se incrementa la ganancia del sintonizador y al decrecer dicha tensión se reduce la ganancia del selector.

Recuerde que el sintonizador de canales en estos equipos ya no es un subchasis, sino que forma parte integral de la placa del circuito impreso principal.

Ajustes de CAG

Una porción de la señal de video detectada es canalizada a los circuitos de CAG, tanto de RF como de FI; en el primer caso, su ajuste correspondiente se realiza en fábrica hasta lograr la óptima respuesta, pero cuando el técnico en su

proceso de servicio requiere retocar este parámetro, debe entrar al modo de servicio.

Ello es necesario cuando usted haya reparado el sintonizador, sustituido IC3101 (sistema de control) ó IC3201 (EEPROM), o bien, cuando el televisor presenta problemas en la imagen como interferencia del canal adyacente de TV por cable, curvatura de la imagen y/o batidos de color del canal 6 o ruido de la imagen causada por “ruido de difusión” o señal débil. En cualquiera de estos casos, deberá entrar al modo de servicio con el televisor encendido y realizar los siguientes pasos:

- Oprima las teclas del panel frontal MENU simultáneamente con POWER; y sin dejar de oprimir MENU, cambie la tecla POWER por VOL+, (debiendo aparecer en pantalla los datos mostrados en la figura 3).
- Continúe ahora con la tecla VOL+ para que los dígitos de la derecha lleguen hasta el número clave de seguridad (76).
- Enseguida, con la tecla CH+ avance hasta el canal 13, para nuevamente con la tecla VOL+ llegar al siguiente número clave de seguridad, (77).
- Con la tecla CH+ avance hasta el parámetro 19.
- Una vez instalados en este punto, con la tecla VOL+ cambie el valor del parámetro 19 hasta posicionarse en el valor que indica la tabla 1, repitiendo este último proceso en los canales 20, 21 y 22 (ajustes del CAG).

Es importante comentar que todos los ajustes del televisor, incluyendo los anteriores, vienen indicados en el manual de servicio del equipo, cuyos valores de cada uno los parámetros varían de un televisor a otro. Para salir del modo de servicio basta con pulsar la tecla POWER, quedando el televisor encendido.

Conviene mencionar que este es un método sencillo y práctico para realizar los ajustes en el CAG; sin embargo, será necesario retocarlos. Si persiste una señal débil de sintonía y si aún tiene problemas, le sugerimos revise el manual de servicio del aparato, donde se da un proceso de ajuste más detallado.

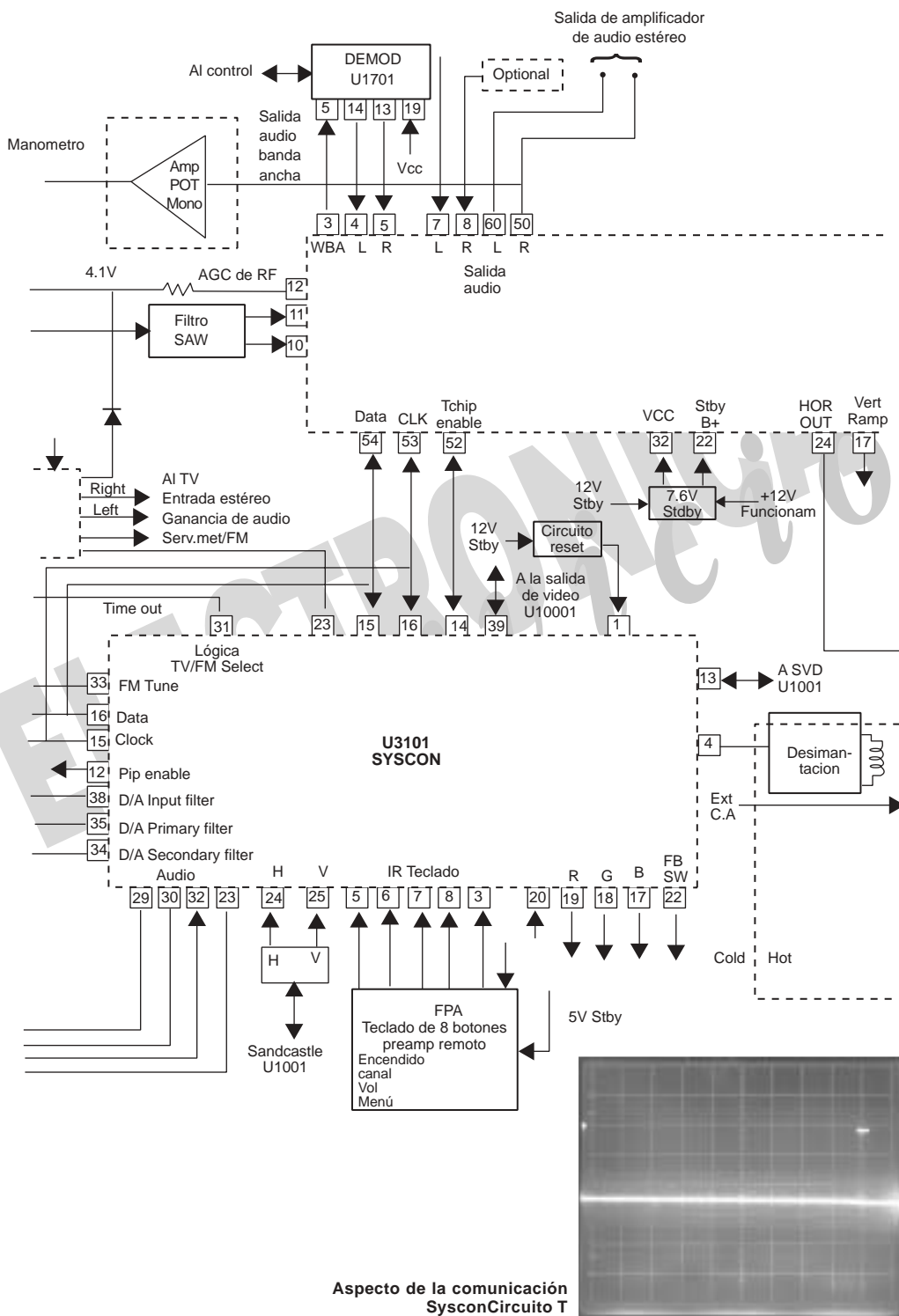
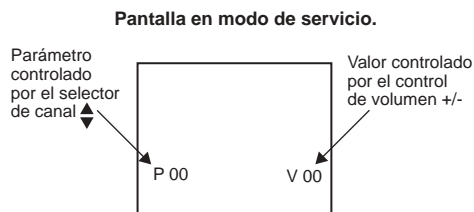


Figura 3



La señal de FI sonido

Con respecto a la portadora de audio de 41.25 MHz, ésta, al igual que la señal de FI video, se presenta por las terminales 10 y 11 del *chip* T (vea figura 1), recibe un mínimo incremento en su amplitud por el amplificador de FI e inmediatamente se realiza su conversión descendente a 4.5 MHz, apareciendo como tal por el pin 55.

Cruza entonces por el filtro pasabanda CF1201 ajustado a 4.5 MHz, para volver a regresar al *chip* por la terminal 58; ya en el interior se le hace pasar por un amplificador/limitador de FI sonido, saliendo finalmente por la terminal 3, para que de ahí sea dirigida al pin 5 del codificador para obtener una señal estéreo (CI-U1701, vea figura 2), constituyendo las terminales 4 y 5 de U1001 la vía de regreso de la señal de audio, pero ya como señal de audio estéreo, misma que sale finalmente por las terminales 50 y 60.

A continuación se indican los TP (puntos de prueba) más importantes en el diagnóstico de esta etapa de FI. Para obtener los oscilogramas de las figuras 1 y 2 se empleó el patrón de pruebas contenido en las barras de color del casete Video-Test TV-01 (videocasete de pruebas que se entrega con el Curso Práctico de Televisión a Color Moderna, editado por Centro Japonés de Información Electrónica) aplicada en modo RF, utilizando una videograbadora como fuente de señal (si usted posee un generador de patrones, los resultados deben ser prácticamente idénticos); y para apreciar el sonido se utilizó un trazador o rastreador de señales del tipo portátil:

- Pin 51: Señal de video de fase negativa con 3 Vpp, que corresponde a la salida de video seleccionado (aux/FI) al circuito PIP.
- Pin 53: Señal de video de fase negativa con 3 Vpp, que corresponde a la salida de video detectada.
- Pin 3: Señal de audio claramente audible aun con el volumen del TV al mínimo.
- Pines 4 y 5: señal de audio claramente audible aún con el volumen del TV al mínimo.
- Pin 58: Señal de audio poco perceptible con el trazador en modo RF.

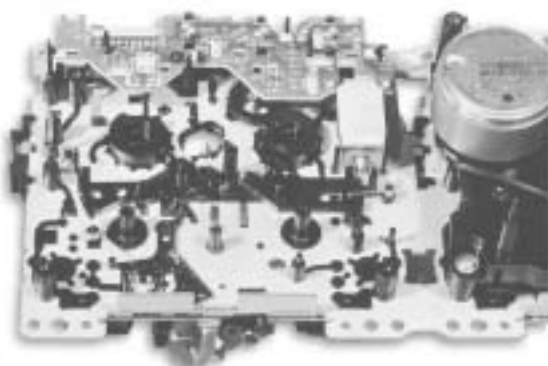
Nota: En las terminales 3, 4 y 5 la señal de audio se escucha en la bocina del trazador con el mismo nivel de volumen.

Tabla de ajustes del CAG.

Formas de onda y señales audibles en la sección de FI			
No. de parámetro. (Canal a cambiar)	Nombre del parámetro	Gama del valor (volumen a ajustar)	Comentarios
19	AGC de RF del canal 6	00 a 31	20 aproximadamente
20	Banda 1 de ACG de RF	00 a 31	0
21	Banda 2 de ACG de RF	00 a 31	0
22	Banda 3 de ACG de RF	00 a 31	0

Tabla 1

MECANISMO DE TOCACINTAS DIGITAL PANASONIC SA-AK15



Alvaro Vázquez Almazán

Introducción

Tal vez solucionar una falla mecánica en un reproductor de audio no sea tan sencillo como solucionar una falla electrónica; en la mayoría de los casos se debe a que el técnico no se encuentra familiarizado con el funcionamiento de los engranes, frenos, levas, motores, embragues, etc.

Y si agregamos que actualmente los sistemas mecánicos están ligados más directamente con los sistemas electrónicos, la reparación de los bloques se dificulta aún más. El presente artículo pretende ser un apoyo para que el técnico en servicio electrónico lleve a cabo este tipo de reparaciones con éxito.

Continuando con el tema de la operación de los mecanismos en reproductores de audio, analizaremos en esta ocasión el sistema mecánico que se utiliza en el *deck* del sistema de componentes de audio SA-AK15, de Panasonic, en el cual se recurre a características de control que resultan similares a las de otras marcas y modelos. De esta manera, usted podrá extrapolar estas explicaciones a otras situaciones del servicio.

El sistema mecánico

El sistema mecánico del reproductor de cinta utilizado en el equipo de audio Panasonic SA-AK15 presenta pocas variantes en relación con

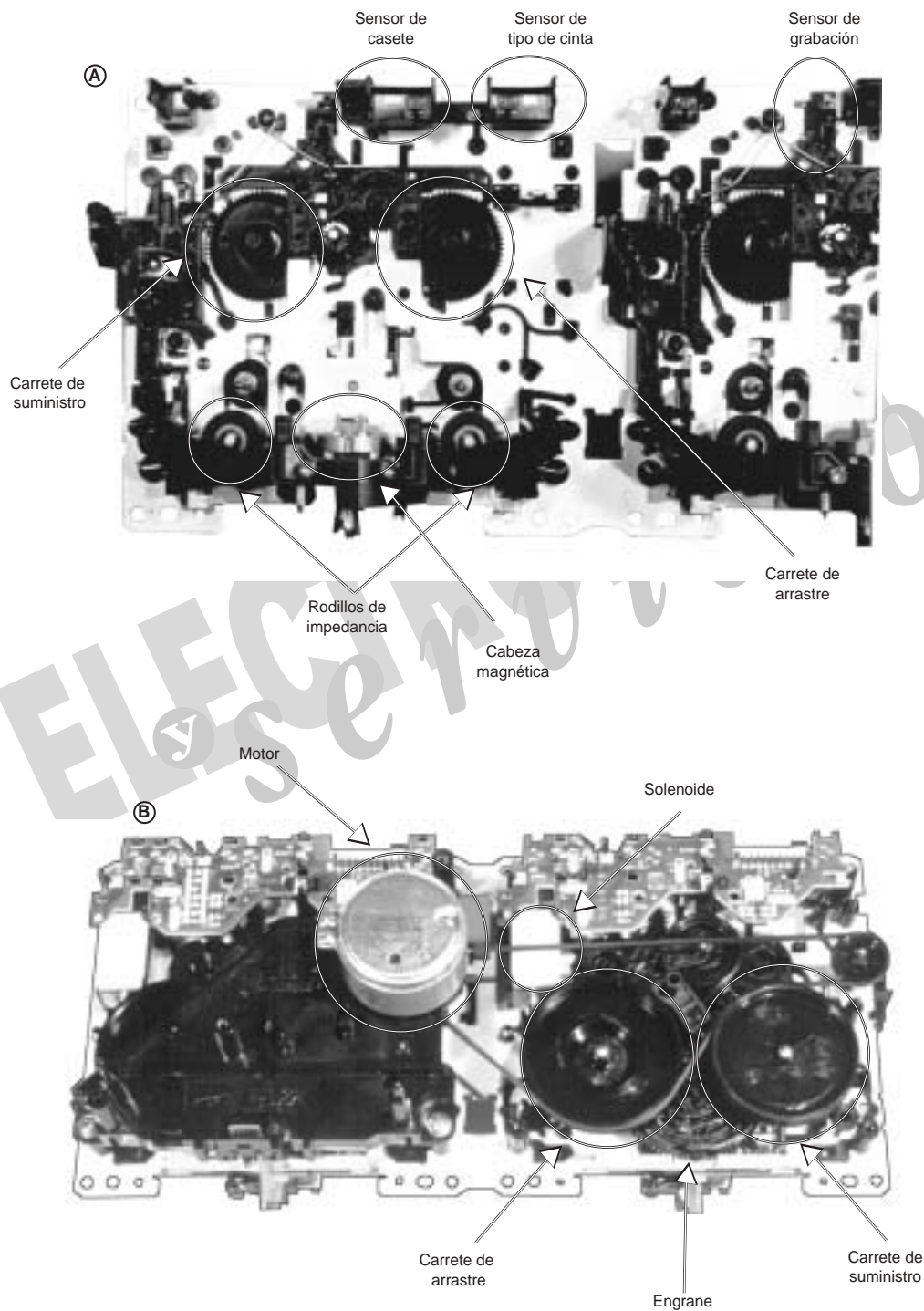


Figura 1

los sistemas mecánicos utilizados en otros modelos de audio. Veamos.

En la figura 1 se muestran las partes principales de este sistema: el motor, la cabeza reproductora, el carrete de arrastre y de suministro, el engrane Cam, el rodillo de impedancia, los sensores de casete, tipo cinta y de protección contra grabación; los solenoides, los excitadores y, por supuesto, el microcontrolador.

El motor

El motor es una de las partes fundamentales en el funcionamiento del sistema mecánico, ya que si gira a una velocidad mayor o menor a la estándar, el audio reproducido no tendrá la calidad adecuada; y también puede ser la causa de que el sistema mecánico se “coma la cinta”. Por tal motivo, es importante verificar la impedancia del motor, la cual debe ser aproximadamente de 100 kilohomios; entonces se tendrán que desoldar los dos cables que le envían alimentación, para que la lectura sea correcta; de lo contrario pueden existir lecturas erróneas provocadas por posibles conexiones en paralelo del motor (figura 2).

Otros elementos

No está de más hablar de otros elementos que apoyan al sistema mecánico, pero en los que no

vale la pena detenerse por ser muy obvia su función.

La cabeza reproductora

La cabeza magnética es otra de las partes fundamentales, en la medida que si no funciona o lo hace en forma errónea, el audio recuperado en la cinta se escuchará distorsionado o de plano no se recuperará.

Carretes de arrastre y suministro

Son los encargados de transportar la cinta magnética a través de la cabeza de grabación/reproducción.

Engrane CAM

Este engrane ejecuta cambios al mecanismo para que se posicione en las funciones de PLAY, STOP, FF, REW, REC y EJECT.

Rodillo de impedancia

Tiene por objeto arrastrar la cinta magnética sin que existan vibraciones, pues de ocurrir éstos el audio reproducido se escuchará distorsionado.

Sensores

Son los encargados de indicarle al microcontrolador el tipo de cinta que contiene el casete; si hay o no casete en el compartimento; y si se puede o no grabar en él.

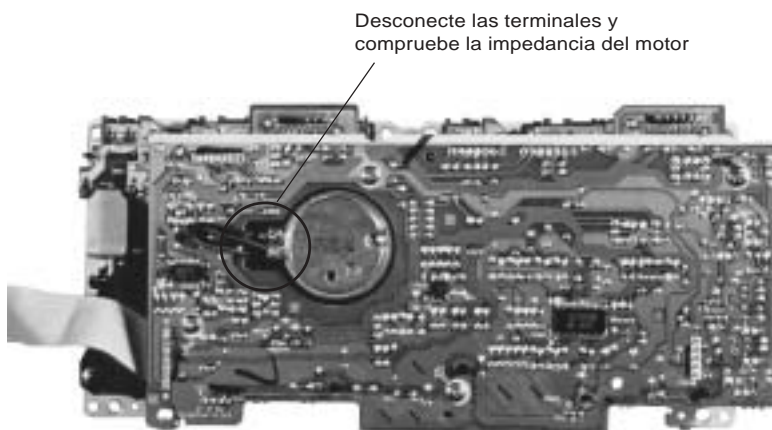


Figura 2

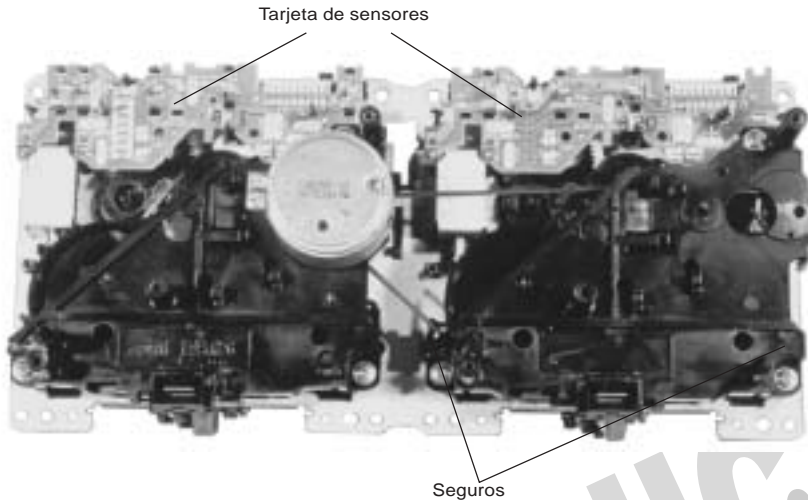


Figura 3

Desensamblado

Para familiarizarnos con el sistema mecánico y su funcionamiento, es importante empezar por conocer la forma de desensamblarlo.

Lo primero es retirar las tapas laterales posterior e inferior, liberándolas de los tornillos que las sujetan para poder visualizar los mecanismos del reproductor. Para facilitar esta labor, retire los cinco tornillos que sujetan la base de soporte de los dos mecanismos. El sistema mecánico de este equipo en particular es doble, con la característica de que vienen los dos sistemas mecánicos montados en un solo ensamble; para

tener acceso a uno de ellos, se tiene que desmontar el otro.

Si al haber retirado los tornillos no se puede retirar la base de soporte, intente empujando hacia arriba los seguros de las tapas frontales del mecanismo; también será necesario retirar el cable de alimentación proveniente de la tarjeta frontal (figura 3).

Una vez separado del gabinete el mecanismo que sólo reproduce, remueva los dos seguros que sujetan el conector de la cabeza reproductora de audio, con el fin de no dañar el cable plano, ya que es muy frágil. (Para proceder a desarmar

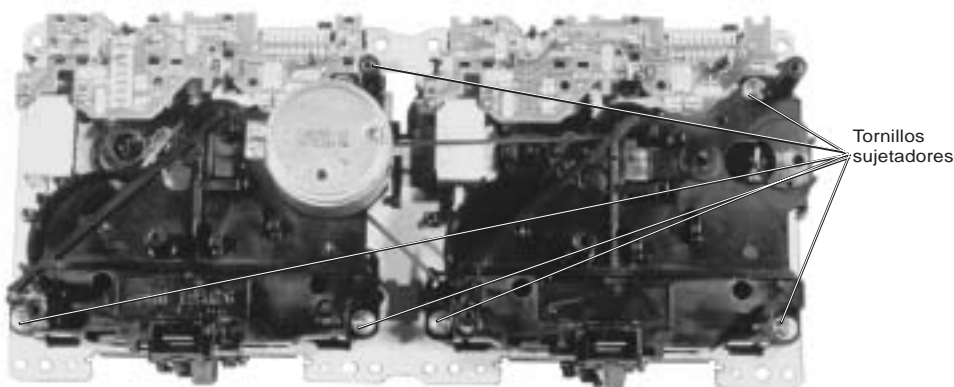


Figura 4A

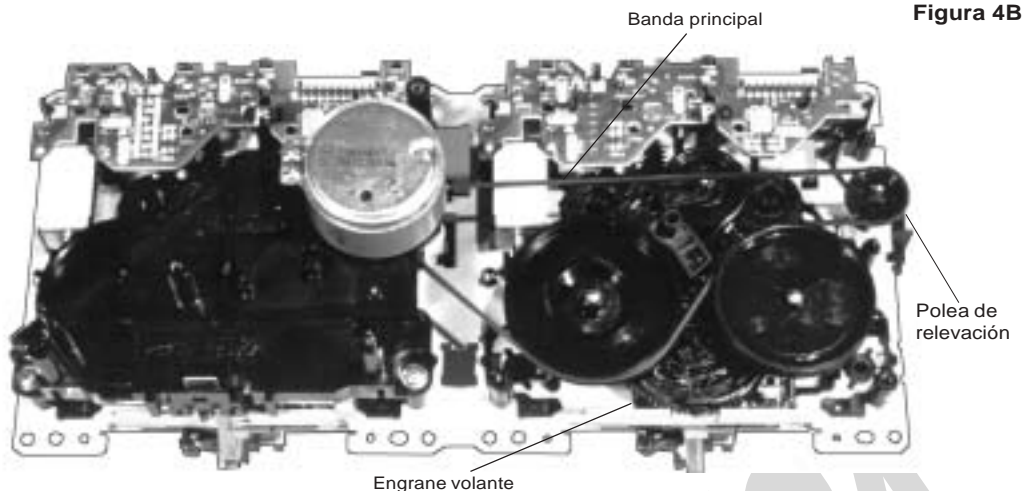


Figura 4B

o armar uno u otro, el procedimiento es el mismo; sólo que en la tarjeta donde se encuentran ubicados los sensores hay uno adicional; este sensor es el de grabación.)

Ahora, para poder desensamblar este mecanismo retire los tres tornillos que se encuentran en la parte posterior y que se sujetan a la base del motor (figura 4A). Posteriormente, hay que retirar la banda principal que se encuentra entre la polea de relevación, la ensambladura del engrane volante y la polea del motor (figura 4B).

Ya retirados los componentes arriba descritos, retire la banda secundaria que se encuentra entre la ensambladura del engrane volante y el

engrane de transmisión. Para retirar el engrane de transmisión, basta con empujar ligeramente el eje de la palanca por la parte fronta; pero tenga la precaución de sostener la palanca, ya que el resorte que tiene en la parte interna puede saltar y extraviarse (figura 5A). Ahora sólo retire la palanca y el engrane de transmisión.

Con esto ya podemos retirar el engrane de tiempos o Cam, así como los ensambles del rodillo de impedancia (*pinch roller*) y el ensamble de la cabeza magnética, la cual se retira empujando ligeramente hacia arriba la pieza metálica que la contiene (figura 5B).

Figura 5A

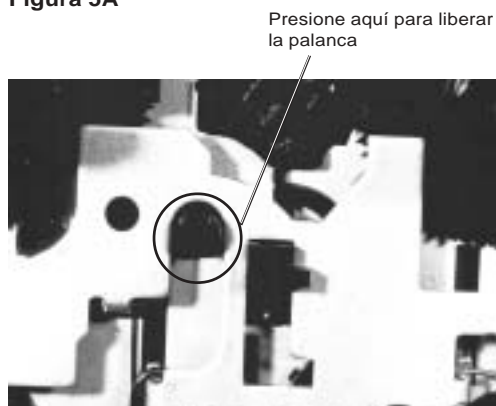
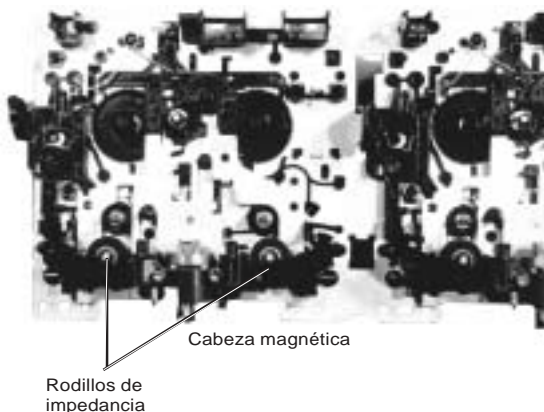


Figura 5B



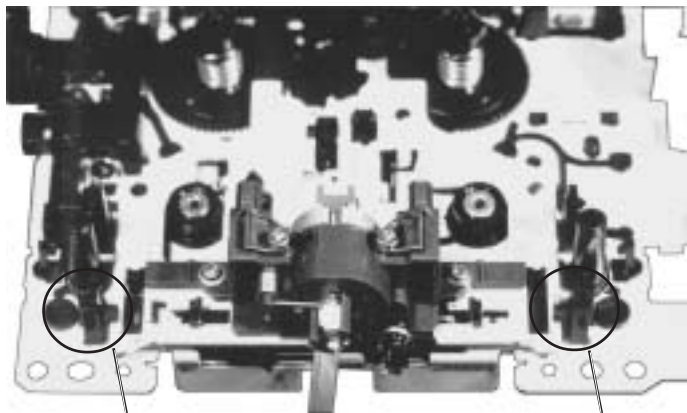


Figura 6

Colocar rodillo de impedancia

Colocar rodillo de impedancia

Ensamblado

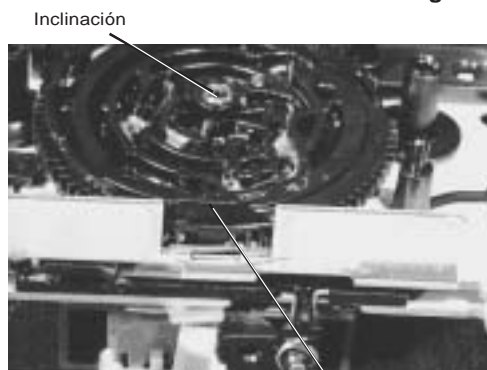
Una vez que el sistema mecánico fue desensamblado, primeramente hay que lubricar todas las partes movibles con aceite delgado, como el que se usa en las máquinas de coser; pero en los engranes utilice grasa (figura 6b). Procure, en ambos casos, no poner demasiado lubricante, ya que en vez de ayudar a la correcta operación del equipo puede provocar que, con el tiempo, se atasque al mezclarse la grasa con polvo.

Para iniciar el ensamblado, coloque la cabeza magnética; debe hacerlo de tal forma que primero entren los seguros, para garantizar la ins-

talación de la cabeza en su posición correcta. También instale los ensambles de los rodillos de impedancia (figura 6).

Ahora proceda a colocar el engrane Cam, cuidando que la parte que no tiene dientes quede hacia afuera y coincida con el espacio que existe en el soporte del mecanismo (figura 7).

Figura 7



Verifique que el engrane CAM coincida con esta marca

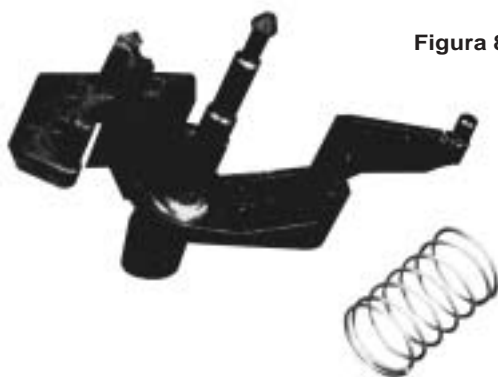


Figura 8

Para ensamblar el engrane de armadura, instalaremos primero el resorte; y empujaremos ligeramente al propio engrane, (hasta lograr que embone en su lugar), para que quede sujetado por su seguro (figura 8). Aquí es importante co-

locar la banda secundaria para posteriormente acoplarla con el ensamble de volante.

Para colocar la polea de relevación y el ensamble del volante, instale primero la banda secundaria entre el ensamble del engrane volante y el engrane de armadura. Si se le dificulta colocar la banda, pruebe colocarla primero en el engrane volante y posteriormente en el engrane de armadura (figura 9).



Figura 9

Enseguida tendrá que colocar la banda principal junto con el soporte del motor. Es importante colocar primero la banda en el eje del motor en el ensamble del engrane volante. Una vez realizado este paso, bastará con colocar los tres tornillos que anteriormente había retirado para fijar el mecanismo.

Verificación del funcionamiento

Antes de proceder a la verificación del funcionamiento del sistema mecánico, compruebe el estado de los sensores, los cuales deberán estar limpios y libres de polvo. Para ello, es necesario retirar el tornillo, desoldar las terminales del solenoide y liberar los cuatro seguros plásticos que se muestran en la figura 10.

Compruebe la impedancia del solenoide, la cual debe ser de 40 ohmios aproximadamente. También verifique que el émbolo del solenoide

se mueva con facilidad; en caso de no tener su impedancia correcta o no moverse fácilmente, tendrá que sustituirse por otro nuevo.

Una vez verificado lo anterior, podrá conectar el cable de alimentación y de control que proviene de la placa principal, soldar los cables de alimentación al motor y atornillar el ensamble de los sistemas mecánicos al gabinete para comprobar su funcionamiento.

No olvide verificar que la tensión de las bandas sea correcta, ya que de lo contrario puede provocarse un audio distorsionado, un mecanismo que no rebobine o no adelante a velocidad rápida, etc.

También verifique que el trayecto de cinta esté perfectamente limpio de residuos de material ferromagnético, especialmente en los rodillos de impedancia.

Sistema de autodiagnóstico

El reproductor de cinta del equipo Panasonic SA-AK15 cuenta con un sistema de autodiagnóstico que nos indica, mediante un código en el exhibidor (*display*), alguna falla que se haya provocado durante el funcionamiento normal del equipo.

Como es de suponer, para poder acceder este modo, se requiere oprimir una serie de teclas con una secuencia específica; generalmente la secuencia es proporcionada por el propio fabricante.

Figura 10



DESCRIPCION DE CODIGOS DE ERROR

Errores detectados en el bloque del mecanismo del casete			
No.	Error	Error en el display	Problema
1	SW modo detección de error	H01	Falla en la operación del mecanismo del casete Falla en los contactos o corto circuito en el interruptor de modo (S951, S971)
2	SW INH REC detección de error	H02	La grabación no es posible. Falla en los contactos o corto circuito en el interruptor SW INH REC (S974, S975).
3	SW Half detección de error	H03	La reproducción no se realiza. Falla en los contactos o corto circuito en el interruptor Half (S952, S972)
4	Reel pulse	F01	La cinta avanza ligeramente pero se detiene. Falla en el pulso del carrete; es detectada en el IC (IC951, IC971)
5	TPS anormal	F02	El deck del casete no va a realizar la función TPS. Falla en el IC amplificador reproducción EQ/grabación (IC601).

Algunas veces se puede acceder únicamente con el control remoto y otras con el teclado del mismo aparato. En el caso específico de este equipo, basta con oprimir las teclas de su panel frontal como se indica a continuación:

1. Conecte la alimentación del aparato.
2. Presione el botón POWER.
3. Presione la tecla de función TAPE.
4. Presione y mantenga oprimida la tecla TUNING MODE por más de 2 segundos.
5. Mientras presiona la tecla TUNING MODE, presione también la tecla MEMORY/SET por un lapso mayor a 2 segundos hasta que en el exhibidor aparezca la letra T; esto nos indicará que se ha accedido al modo de autodiagnóstico.
6. Presione la tecla TAPE, DECK 1/2 para seleccionar al reproductor 2.
7. Inserte un casete con la protección contra grabación en el lado izquierdo.
8. Presione la tecla MEMORY/SET. Así la cinta avanzará unos 2 segundos y se detendrá.
9. Inserte un casete con la protección contra grabación en el lado derecho.
10. Presione la tecla FM MODE/BP; la cinta se rebobinara durante 2 segundos y se detendrá.
11. Inserte un casete con la protección contra grabación en ambos lados.

12. Presione la tecla TUNE/TIME ADJ ^ (antes de la función TPS); la cinta se detendrá automáticamente.
13. Presione la tecla REC/STOP; la cinta no se moverá.
14. Presione la tecla TUNING MODE para cambiar el código de error. Si existen varios errores en la operación del sistema, el código de error cambiará conforme se vaya oprimiendo la tecla TUNING MODE. En caso de no existir errores en su operación, la letra T seguirá viéndose en el exhibidor.
15. Presione la tecla TAPE, DECK 1/2 para seleccionar el reproductor 1.
16. Repita desde el paso 7 hasta el paso 14.
17. Para borrar los códigos de error, presione la tecla TUNING MODE durante 5 segundos hasta que el exhibidor indique *clear* durante 1 segundo; cambie nuevamente a T.
18. Para salir del modo de autodiagnóstico simplemente oprima la tecla del POWER.

Sabemos que de nada sirve conocer la forma de entrar al modo de autodiagnóstico si no se conocen los códigos de error; por tal motivo, en la tabla 1 se indican todos los códigos existentes para el reproductor de cinta. Por último conviene señalar que dichos códigos de error varían entre modelos y marcas de reproductores de audio.

Curso práctico de REPRODUCTORES DE COMPACT DISC Funcionamiento y reparación



Módulo 1

\$250.00

Un volumen encuadernado en pasta dura, más un CD de pruebas y ajustes (Multi-Test CD-01)



UNA OBRA ÚNICA
EN SU GÉNERO.
DIRIGIDA A ESTUDIANTES
Y TÉCNICOS EN SERVICIO
ELECTRÓNICO



Módulo 2

\$480.00

Cuatro guías de servicio
con sus respectivos
videocasetes

Esta obra ha sido preparada por el cuerpo técnico y editorial de Centro Japonés de Información Electrónica

Seleccione la forma de pago:

- 1) DEPÓSITO BANCARIO. Deposite en la cuenta de cheques 0876686-7 de Bancomer, Plaza 001, a nombre de Centro Japonés de Información Electrónica, S.A. Envíe fax del depósito al 770-0214 (de la Ciudad de México), con todos sus datos: No. de depósito, pedido, nombre, domicilio, código postal y teléfono (copia RFC si es el caso).
- 2) GIRO TELEGRÁFICO. Envíe giro telegráfico a: Centro Japonés de Información Electrónica, S.A. de C.V., Norte 2 No. 4, Col. Hogares Mexicanos, Ecatepec de Morelos, Estado de México, C.P. 55040. Comunicarse a los teléfonos 787-1779 y 770-4884 para notificar pedido (indicar número de giro telegráfico y datos respectivos). También lo puede hacer por fax.

EN CUALQUIER CASO AGREGUE \$80.00 PESOS PARA GASTOS DE ENVÍO

CENTRO JAPONÉS DE INFORMACIÓN ELECTRÓNICA
Norte 2 No.4, Col. Hogares Mexicanos, Ecatepec de Morelos,
Edo. de México, C.P. 55040 Tels. 787-1779 y 7704884,
Fax. 770-0214. Correo electrónico: j4280@intmex.com
Tienda: República de El Salvador Pasaje 26 Local 1,
Centro, D.F. Tel. 510-86-02

REPARACION DE MONITORES PARA PC

Primera de dos partes

Leopoldo Parra Reynada



La reparación de una computadora personal suele ser muy sencilla, debido a su arquitectura modular; si, por ejemplo, una unidad de disquete comienza a manifestar problemas, resulta más fácil y económico cambiarla por una nueva que tratar de repararla; sin embargo, existe un elemento en la PC cuya importancia y costo es tan alto que en caso de que falle sí resulta conveniente tratar de rescatarlo: el monitor. En este artículo trataremos los conceptos básicos necesarios para el servicio a estos periféricos de salida, suponiendo que el lector tiene ya los conceptos informáticos requeridos y que conoce el papel de la tarjeta de video.

Estructura interna de un monitor a color VGA típico

Quienes están acostumbrados a dar servicio y mantenimiento a aparatos electrónicos (televisores, videograbadoras, reproductores de CD) seguramente encuentran que la estructura interna de un monitor de computadora es sorprendentemente sencilla. Pero esta sencillez aparente guarda en su interior circuitos de alta tecnología, capaces de enfrentarse a situaciones extremas, como veremos a continuación.

Todos sabemos que un televisor y un monitor de computadora son aparatos similares (figura 1). Esta semejanza no es gratuita, ya que el elemento principal de despliegue de imágenes es el mismo en ambos aparatos: un cinescopio en

Figura 1



color de alta resolución. Mas si abrimos un monitor, encontraremos un panorama interno bastante despejado, distinto a la complejidad que caracteriza a los televisores comunes.

La razón principal de esto es que un monitor ya recibe de su tarjeta de video una serie de señales "pre-digeridas" (figura 2); esto es, que dentro del monitor prácticamente no hay que efectuar ninguna operación compleja de demodulación, conversión, cálculo, etc.; el aparato simplemente recibe sus señales R-G-B, y las amplifica; tam-

bién controla el brillo y el contraste, y las envía al cinescopio. Por otro lado, de la tarjeta de video también se reciben ya los pulsos de sincronía horizontal y vertical; así que estas señales sólo deben enviarse a su etapa respectiva, hasta finalmente producir los barridos necesarios para la exploración total de la pantalla.

Con esta descripción, seguramente ya tiene una idea muy aproximada de la sencillez de la estructura interna de un monitor. En la figura 3 se muestra el diagrama a bloques típico de los circuitos que podemos encontrar dentro de un aparato de estos.

En el extremo izquierdo del diagrama encontramos el cable que llega desde la tarjeta de video, y del cual se obtienen directamente las señales análogas que corresponden a los niveles de rojo, verde y azul (señal RGB). Estas tres líneas pasan por un proceso de manejo de color, en donde se les da la forma y amplitud adecuadas para su despliegue; aquí pueden modificarse aspectos como el brillo, el contraste y la tonalidad de la pantalla (en aquellos monitores que así lo permitan). Una vez que han pasado por este bloque, las tres señales se dirigen hacia los amplificadores de color, en donde se les da la amplitud adecuada para aplicarse directamente a los cátodos del cinescopio. Con esto termina el trayecto de las señales de video dentro del monitor; y como ha podido apreciar, el camino que se sigue es muy directo y con pocas escalas.

Justamente hablando del cinescopio, cabe puntualizar que es, por mucho, la parte más importante en la estructura de un monitor; se trata

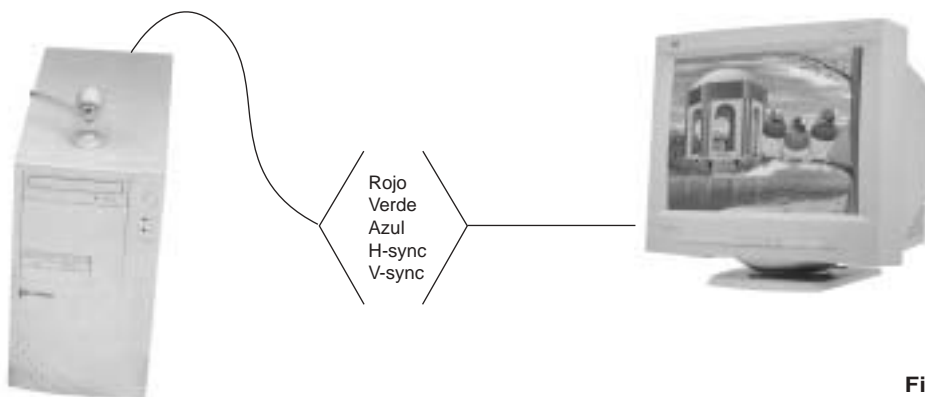


Figura 1

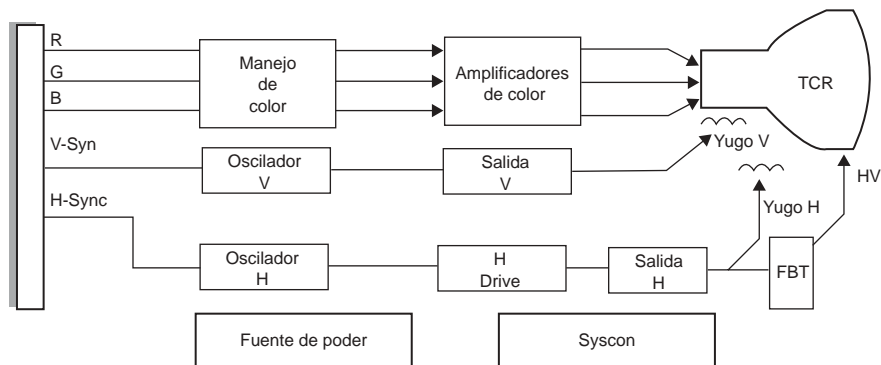


Figura 3

del elemento que finalmente convierte los voltajes de las señales RGB en información luminosa en la pantalla. Podemos decir, de hecho, que la estructura interna de un tubo de imagen empleado en monitores de PC es casi idéntica a la de los televisores comunes, por lo que no ahondaremos en el tema.

Por otra parte, las señales de sincronía pasan por un proceso similar al que se tendría en un televisor a color moderno: los pulsos de sincronía vertical se envían a un oscilador local, en donde se genera la señal de diente de sierra necesaria para producir los campos magnéticos que desviarán verticalmente a los haces electrónicos. Una vez generada dicha señal, pasa a un circuito amplificador de potencia, y de ahí se alimenta una corriente pulsante a los yugos de deflexión; así habrá concluido el proceso de la señal V-Sync.

De manera simultánea, la señal H-Sync es recibida por el bloque correspondiente, en cuyo interior se generan también las rampas necesarias para la exploración horizontal de la pantalla. Esta señal se aplica a un circuito excitador, que amplifica su valor a una amplitud adecuada para conseguir el correcto encendido y apagado del transistor de salida horizontal; éste se encarga de hacer circular por los yugos horizontales una corriente elevada, a fin de garantizar la desviación lateral de los haces electrónicos. Al mismo tiempo, a este transistor de salida horizontal se encuentra conectado un transformador de alto voltaje o *fly-back*, prácticamente idéntico a los empleados en televisión; como

imaginará, su labor es la misma: producir el voltaje superior a 20,000V necesario para la correcta operación del cinescopio; además, de él se extraen algunas líneas de alimentación secundarias, y la señal de referencia que se requiere para la operación del circuito ABL.

Todos los circuitos que acabamos de especificar son alimentados por una fuente de poder, que toma la energía de la línea de alimentación y la transforma en los voltajes adecuados para la operación total del aparato; a su vez, sus procesos internos son regulados por un bloque de control de sistema general.

Y puesto que con lo anterior hemos terminado de describir el diagrama a bloques general de un monitor típico, comenzaremos ahora la explicación de un método muy efectivo para el aislamiento y la corrección de fallas.

Herramientas e instrumental necesarios para el servicio a monitores de PC

Antes de iniciar la descripción del método de detección de fallas, veamos cuáles son los instrumentos y herramientas adecuados para dar servicio a estos modernos aparatos (figura 4):

- 1) Computadora PC armada y funcionando. No podemos comprobar adecuadamente el funcionamiento de un monitor de computadora, si no contamos con una PC armada y funcionando de forma adecuada como fuente de señal de despliegue. Aunque no es imprescindible contar con una máquina de última

Figura 4



tecnología, sería conveniente que el sistema de pruebas fuera capaz de ejecutar Windows 98; así aseguraríamos una prueba correcta de, por ejemplo, la respuesta del aparato a las distintas resoluciones y profundidades de color empleadas por el ambiente de trabajo Windows.

Un aspecto en el que especialmente debe ponerse más atención, es en el tipo de tarjeta de video que se utilice; ésta debe poseer memoria suficiente para el manejo de altas resoluciones con gran profundidad de color (si bien una tarjeta capaz de soportar 1024 x 768 a 16.7 millones de colores suele ser suficiente, conviene disponer de una que pueda desplegar un mayor número de puntos). La máquina debe estar complementada por diversos patrones de video: señal de barras, cuadrícula, puntos, campos de color rojo, verde, azul y blanco, etc. Y si acaso no pudiera conseguir alguno de los distintos programas que generen estas señales, siempre puede crear sus propios patrones con la ayuda de un programa de dibujo como Paint Shop Pro.

- 2) Indispensable para el servicio a monitores, es el multímetro digital. Como sabemos, este aparato sirve para medir las condiciones

operativas de los distintos componentes de un circuito: voltaje, corriente y resistencia.

- 3) Otro instrumento necesario para el servicio a monitores es el osciloscopio, con el cual podemos rastrear el trayecto de las distintas señales a través de sus circuitos. En su pantalla, este aparato nos permite ver formas de onda; por eso resulta ideal para observar las transformaciones y posibles defectos en una señal dada, con el propósito de detectar cualquier bloque defectuoso.
- 4) Sin ser un aparato estrictamente indispensable, se recomienda tener un medidor de frecuencias; recuerde que existen ciertas oscilaciones y señales que deben trabajar dentro de un rango muy estrecho de frecuencia; cualquier corrimiento fuera de su valor nominal, se traduce en problemas en el monitor.
- 5) Por supuesto, todo taller de servicio electrónico debe disponer de herramientas comunes como destornilladores, pinzas, cautín y equipo de soldadura, bobina demagnetizadora, etc. En realidad, como ya se dijo anteriormente, el servicio a monitores no dista mucho de lo que es la reparación de televisores comunes; por lo tanto, el servicio a unos u otros puede hacerse utilizando las mismas herramientas.

6) No menos importantes, son los manuales de servicio de las marcas y modelos de monitores más comunes. Esta información sirve como guía para reparar casi cualquier monitor, ya que los circuitos integrados básicos para el manejo de las distintas señales en estos dispositivos se repiten constantemente entre los distintos fabricantes.

Si cuenta con todo esto, el servicio a monitores de PC le resultará relativamente sencillo; y más todavía, si sigue el método de detección de fallas que a continuación describimos.

Método de detección de fallas

Los monitores de plataforma PC han evolucionado tanto en los últimos años, que incorporan prestaciones antes inexistentes. Esto puede crear confusión entre algunos usuarios, sobre todo si después de algún periodo de inactividad en su computadora súbitamente el monitor se apaga (por ejemplo, puede darse el caso de que al estar "bajando" un archivo muy grande de Internet, de repente desaparezca la imagen); también es posible que un monitor presente un despliegue defectuoso, a pesar de que todos sus circuitos internos estén perfectamente; etc.

Por todas estas razones, el diagnóstico de fallas en monitores de PC se complica ligeramente; de cualquier forma resulta más sencillo que el método que tiene que seguirse para aislar problemas en un televisor común.

Veamos cuáles son los pasos lógicos a seguir en el diagnóstico a un monitor de computadora.

Fuente de poder

Para toda persona relacionada con la electrónica, resulta obvio que el primer elemento que debemos revisar es la fuente de poder (figura 5); no olvidemos que es en este bloque donde se producen los voltajes necesarios para la correcta operación de los circuitos de un monitor.

En monitores de PC, las fuentes de poder son de tipo conmutado; o sea, que su estructura es ligeramente más compleja que la de las fuentes reguladas simples, a las que estamos acostumbrados.



Figura 5

En la figura 6 se muestra el diagrama a bloques de una fuente conmutada típica. Observe que, conectado directamente a la línea de alimentación (por lo general después de un fusible de protección y un transformador de filtrado), se encuentra un puente de diodos que rectifica directamente el voltaje de línea de AC. Esta tensión se filtra por medio de un condensador de alta capacidad y voltaje, ya que en su salida tendremos un voltaje de alrededor de 175V (para el caso de una línea de alimentación de 115Vac); esta misma tensión se aplica al primario de un transformador de switcheo (figura 7), a través de un dispositivo conmutador que se enciende y

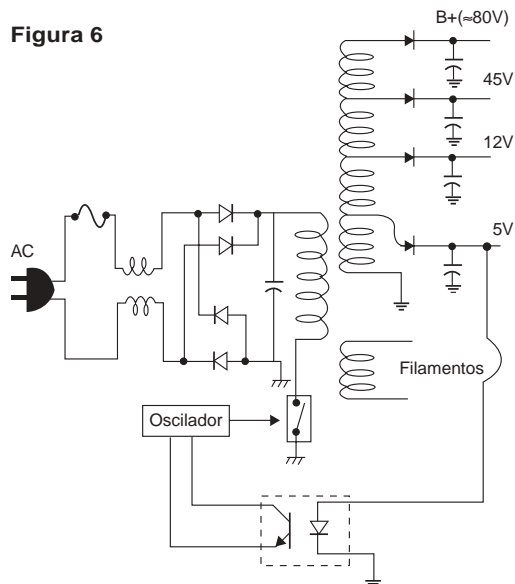


Figura 6

Figura 7



se apaga rápidamente, excitado por un circuito oscilador (figura 8).

En el extremo secundario los voltajes inducidos en los embobinados se rectifican y filtran, a fin de obtener finalmente los voltajes de DC necesarios para la operación del monitor. De forma típica, estas tensiones son: una línea B+ de alrededor de 80-90Vdc, una línea de 45Vdc para la excitación de la salida vertical, un voltaje para alimentar circuitos de manejo de señal análoga de 12Vdc, una línea de 5Vdc para la alimentación de los circuitos digitales, y el voltaje que se requiere para encender los filamentos de los cátodos del cinescopio. Adicionalmente, y para que efectúe la labor de auto-regulación característica de este tipo de fuentes, se toma una referencia de alguno de los voltajes de salida y se envía de vuelta al extremo primario a través de un optoacoplador conectado al circuito oscilador que enciende y apaga al dispositivo conmutador principal (figura 9); con esto, cuando el oscilador se "percata" de que el valor de voltaje

Figura 8



en su salida está fuera de especificaciones, modifica sus condiciones operativas para corregir el desperfecto.

En monitores más modernos, se ha añadido un bloque adicional de control. Además de estar en comunicación estrecha con el circuito principal de sistema de control, este bloque se encarga de colocar al monitor en sus distintos modos de operación según las normas EPA (agencia de protección al ambiente en Estados Unidos); y además tiene la responsabilidad de apagar el monitor luego de un determinado lapso en que el usuario no dé órdenes (lo cual redundará en ahorro de energía).

Entonces, cuando llegue a su taller un monitor con problemas, lo primero que debe comprobar es la operación de la fuente de poder; primeramente verifique la existencia de la tensión inicial de alrededor de 170Vdc; compruebe la oscilación del circuito excitador y el encendido y apagado del conmutador; revise los voltajes de salida, y en caso de que estén fuera de especificaciones revise la realimentación desde los secundarios; finalmente, compruebe la correcta operación del circuito de control. Si todo esto funciona con normalidad, podemos estar razonablemente seguros de que el problema se encuentra en algún otro punto del aparato.

Control de sistema (syscon)

El siguiente bloque que hay que revisar durante la tarea de diagnóstico, es el control de sistema o syscon; este circuito supervisa de manera es-



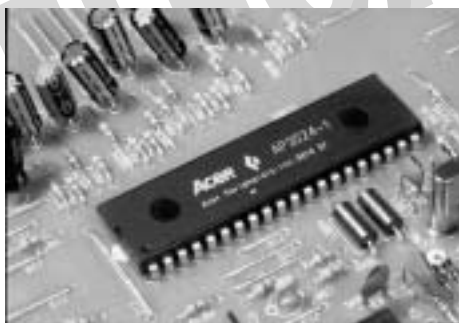
Figura 9

trecha el funcionamiento de casi todos los bloques dentro del monitor.

Cabe señalar que en monitores antiguos este bloque prácticamente no existía, porque se trataba de aparatos totalmente análogos, con perillas para controlar prácticamente todos los aspectos operativos del mismo. Pero a la fecha, cuando quedan muy pocos monitores que no son de tipo digital (es decir, que no cuentan con una botonera frontal para controlar el brillo, contraste, apertura, posición, etc.), el syscon es un elemento completamente indispensable.

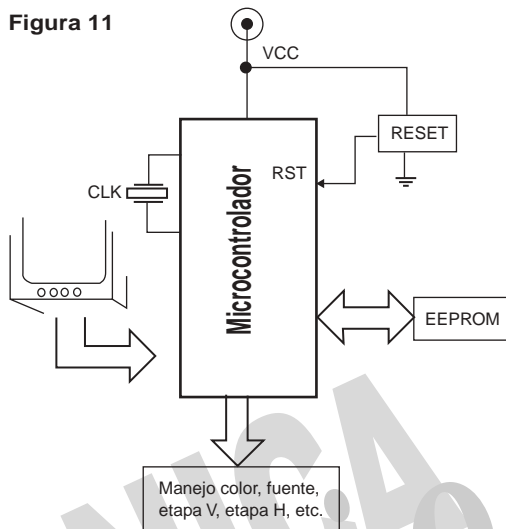
El corazón del syscon es un microcontrolador (figura 10), el cual posee en su interior un microprocesador de baja potencia, rodeado por elementos auxiliares (puertos de entrada y salida, circuitos temporizadores, memorias RAM y ROM, etc.); y como todo este conjunto viene encapsulado en un circuito integrado sencillo y de bajo costo, los fabricantes han podido incorporarlo a sus diseños sin que repercuta demasiado en el precio al público.

Figura 10



Para comprobar el correcto funcionamiento de este bloque, primero hay que asegurarse de que esté recibiendo su voltaje de alimentación y su referencia de tierra (figura 11); si carece de éstos, el circuito quedará completamente inoperante. A continuación, verifique la existencia de señal de reloj, indispensable para la operación de cualquier circuito de control digital; enseguida compruebe la operación del circuito reset (para lo cual simplemente debe aplicar un pequeño pulso en BAJO a la terminal correspon-

Figura 11



diente del micro). Si hasta aquí todo va bien, es el momento de comprobar sus entradas y salidas, así como su comunicación con el resto de los circuitos.

Presione las teclas del panel frontal, y compruebe que las órdenes efectivamente lleguen al CPU; en caso afirmativo, verifique que a su salida aparezca una serie de instrucciones que se encargarán de llevar a cabo la acción que solicitamos en el panel; revise cuidadosamente que exista un intercambio de datos entre el CPU y su memoria EEPROM (debido a que los monitores modernos ya emplean circuitos digitales de control, es necesaria la presencia de una memoria de este tipo para que “guarde” las preferencias del usuario en cada uno de sus modos de operación). Este punto es de fundamental importancia, ya que una memoria EEPROM en mal estado puede provocar que el monitor presente imagen defectuosa o que simplemente “se niegue” a trabajar (igual que como ocurre con los televisores modernos).

Si hasta aquí no ha habido problema, casi podemos estar seguros de que el microprocesador no es la fuente de la falla; en consecuencia, podemos concentrarnos en los bloques siguientes.

Etapas de sincronía horizontal

Podría pensarse que una vez descartados la fuente y el microcontrolador, lo primero que tendría-

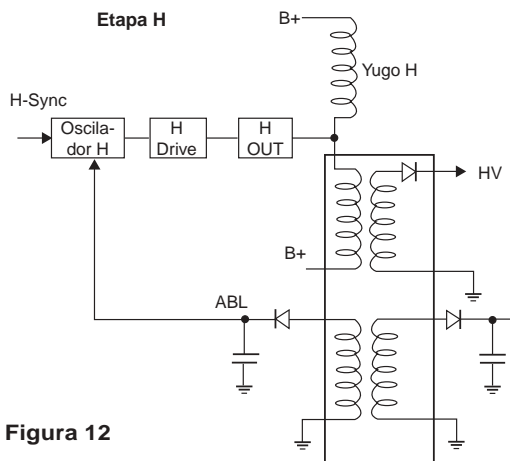


Figura 12

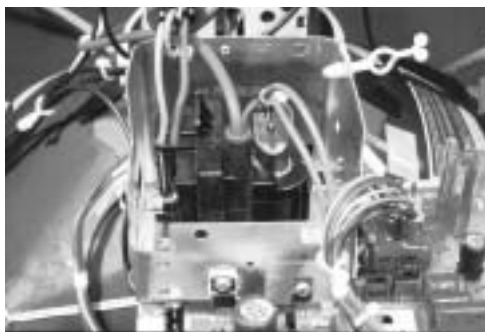
mos que hacer es comenzar a rastrear las señales de color dentro del monitor; pero es mejor comenzar por la etapa de sincronía horizontal (figura 12), debido a que en su salida encontramos al transformador de alto voltaje (mismo que en aparatos modernos se utiliza como una especie de fuente auxiliar, donde se generan algunos voltajes necesarios para la operación del aparato).

Como ya se mencionó, los pulsos de sincronía horizontal llegan directamente desde la tarjeta de video; es decir, sólo hay que hacerlos llegar al oscilador horizontal, generar las rampas, enviarlas al excitador H y finalmente alcanzar la salida H (figura 13), en donde están conectados tanto el yugo de deflexión como el *fly-back* (figura 14).

Figura 13



Figura 14



Con el fin de comprobar el correcto funcionamiento de esta etapa, es conveniente utilizar un osciloscopio para rastrear la evolución de la señal H (aunque la medición directa de la señal en el colector de la salida H está prohibido, a menos que cuente con una punta especial de alto voltaje). Ponga especial atención a las posibles deformaciones de la señal H en cualquiera de sus puntos, ya que cualquier variación en ella puede traducirse, por ejemplo, en *flicker* (un parpadeo muy molesto para el usuario) o en pantallas que no se abren del todo. Compruebe igualmente que todos los voltajes que salen del *fly-back* están correctos, y ponga mucho cuidado en el circuito ABL; cualquier falla en esta sección, puede bloquear por completo la operación de la etapa H (y por consiguiente a todo el monitor).

Algo que conviene mencionar en la etapa horizontal de un monitor moderno, es que, a diferencia de los circuitos equivalentes en un televisor, que siempre trabajan a la misma frecuencia, la velocidad de operación de la etapa H en un

monitor varía considerablemente; esto, dependiendo del modo de despliegue de información y la resolución gráfica empleada (es normal encontrar etapas H cuya frecuencia oscila entre 35 KHz y 75 KHz). Es muy recomendable que consulte en el manual de servicio del aparato las frecuencias de operación normales para cada modo de despliegue, para que pueda comprobar el buen funcionamiento del circuito.

Etapas de sincronía vertical

Si ya comprobó adecuadamente la operación de la etapa H del monitor, revise ahora el funcionamiento de la etapa V (figura 15). En comparación con el bloque H, el manejo de los barridos verticales es sorprendentemente sencillo; así que no le costará mayor trabajo rastrear las distintas señales dentro de esta sección, y detectar cualquier anomalía desde la entrada de los pulsos V hasta la generación de los barridos V que se envían hacia los yugos.

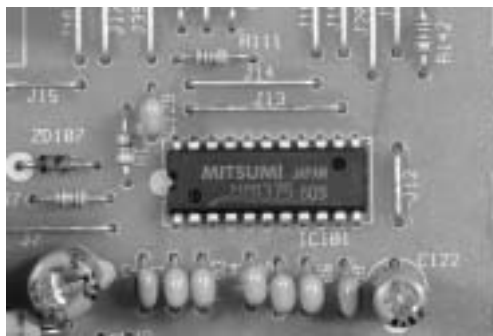
Figura 15



Manejo de color

Hemos dejado al final la etapa de manejo de color (figura 16), debido a que un error en ella no bloquea la operación general del sistema (problema que sí pueden generar todos los demás bloques); en el peor de los casos, nos enfrentaremos a un monitor que enciende, que tiene rastro en pantalla, pero que carece de información de video.

Para diagnosticar esta etapa, basta con utilizar un osciloscopio con el fin de hacer un ras-



treo desde la entrada de la tarjeta de video hasta la salida de los amplificadores de color; el objetivo es comprobar que la señal no sufra defectos o se pierda en un momento determinado (figura 17). En caso de que las tres señales se perdieran, es muy probable que la falla no se encuentre en la etapa de manejo de color, sino en el syscon; puede ocurrir que esté aplicando un video-MUTE permanente, o que en él se haya desprogramado la EEPROM (con lo que todos los valores operativos de la sección se habrán perdido).

En el remoto caso de que efectivamente esté fallando el integrado de manejo de color, no hay razón para preocuparse demasiado; por lo general se trata de un circuito estándar que fácilmente se consigue en el mercado; si no lo encuentra, acuda a los llamados "deshuesos", (ya que estos circuitos presentan un bajo índice de fallas).

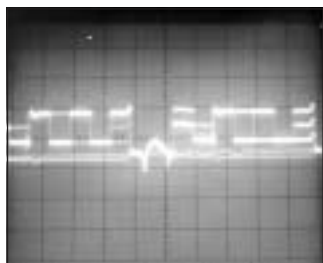
Cinescopio

Hemos dejado al final el aspecto del cinescopio (figura 18), en el entendido de que se considera falla en este dispositivo, por ejemplo, una máscara de sombras magnetizada, errores en pureza y convergencia, fallas en el enfoque, etc. Y en vista de que estos problemas pueden eliminarse a través de métodos ya conocidos por todo técnico en servicio electrónico, no abundaremos en el particular.

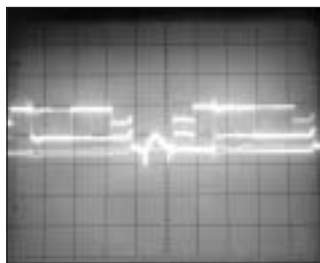
Si llega a encontrar un cinescopio defectuoso, lo más recomendable es sugerir al cliente que adquiera un nuevo monitor; el motivo es que como estos dispositivos son de alta precisión,

Figura 17

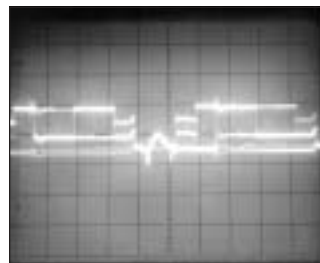
Señal barras R



Señal barras G



Señal barras B



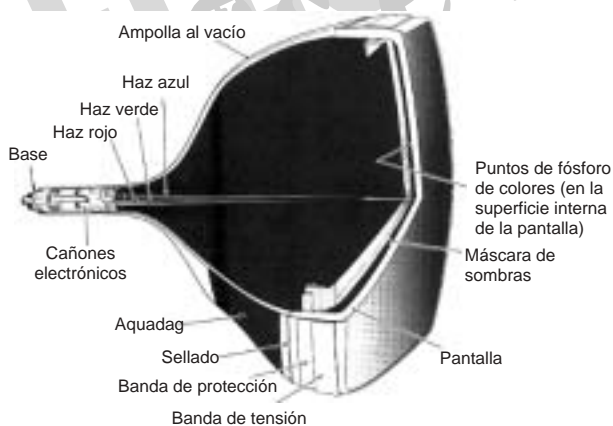
generalmente no quedan bien cuando son “reparados” (además, el costo de un cinescopio nuevo es casi igual al de un nuevo monitor). Sólo si el cliente está dispuesto a hacer el gasto, trate de conseguir un cinescopio de las mismas características del original; en caso contrario, la calidad del despliegue sufrirá un menoscabo muy apreciable.

Como ha podido apreciar, los pasos para detectar fallas en monitores están perfectamente estructurados, y van desde aquellos bloques que

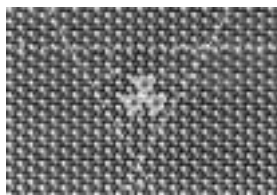
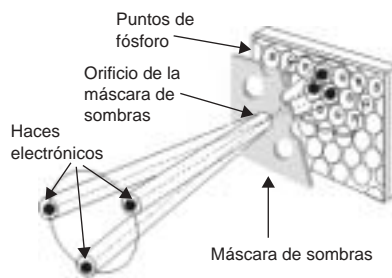
afectan directamente la operación general del sistema hasta otros que pueden presentar fallas apenas perceptibles.

Le recomendamos que practique en varias marcas y modelos de monitores, y verá que en todos ellos los pasos a seguir son los mismos.

En el próximo número de esta revista, haremos una descripción más detallada del rastreo de señales dentro de un monitor; también veremos una serie de fallas típicas resueltas y comentadas.



En esta imagen se muestra la convergencia de los tres haces en cada punto de la triada RGB, pasando por el orificio de la máscara de sombras.



Fotografía ampliada de un grupo de tríadas o deltas de fósforo de un cinescopio RCA convencional

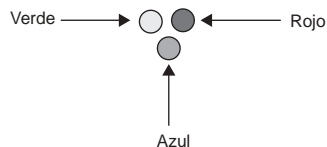


Figura 18

Seminario:

Reparación de Monitores de Computadora

Costo: \$500.00

Horario:

14 a 20 hrs. Primer día

9 a 15 hrs. Segundo día

Se entregará Manual de apoyo didáctico, diagramas, videocasete de capacitación y Diploma

Temario preliminar:

- 1) Breve recuento de la evolución de las computadoras
- 2) El estándar PC y la evolución de los monitores
- 3) Tarjeta de video y monitor una pareja indivisible
- 4) Tipos de tarjetas de video y principio de funcionamiento
- 5) Puntos a cuidar en la adquisición de un monitor de PC
- 6) Diagrama a bloques de un monitor típico
- 7) La etapa de manejo de video
- 8) Los amplificadores de color
- 9) El cinescopio a color
- 10) La etapa horizontal
- 11) La fuente de alto voltaje
- 12) La etapa vertical
- 13) El sistema de control
- 14) Controles digitales y cómo funcionan
- 15) La fuente de poder, procedimientos de servicio
- 16) Configuración del despliegue en ambiente Win 3.1, Win 95 y Win 98
- 17) Nuevas tecnologías en la construcción de monitores de PC



Instructor:

Ing. Leopoldo Parra Reynada

FECHAS

México, D.F.

16 y 17 Abril
14 y 15 Mayo

CEDIT

Guaymas #12 Piso 4
Col. Roma
(metro
Cuauhtémoc)

Guadalajara, Jal.

9 y 10 Abril
Hotel "Plaza Génova"
Juárez #123, Centro
(cerca zona tiendas de
Electrónica)

Morelia, Michoacán

11 y 12 Abril
Hotel "Fiesta Inn"
Av. Ventura Puente s/n
Esq. Camelinas,
Col. Félix Ireta
(cerca Cto. Convenciones)

Toluca, Méx.

23 y 24 Abril
Hotel "San Francisco"
Rayón Sur #104, Centro
(entre Morelos e Hidalgo)

Cuernavaca, Mor.

30 Abril y 1° Mayo
Inst. "Tomás Alva Edison"
Av. Plan de Ayala #103
Col. El Vergel
Tel. (0173) 18-46-63

Oaxaca, Oax.

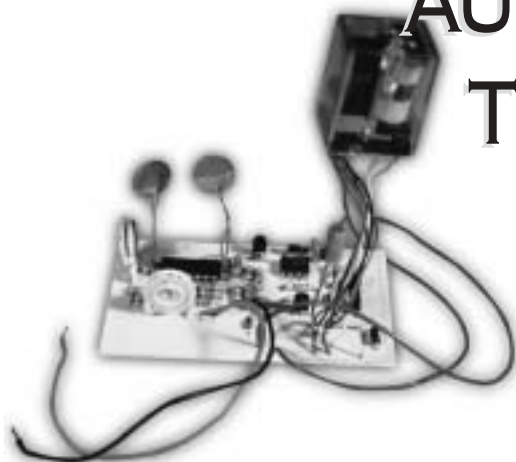
7 y 8 Mayo
"El Francistor"
Huzares #207
Tels. (01951) 6-47-37
4-72-97

Veracruz, Ver.

28 y 29 de Mayo
Hotel "Ruiz Milán"
Paseo del Malecón
esq. Gómez Farías
Centro
(Fte. a Las Artesanías)

CONTROL AUTOMATICO DE TEMPERATURA

Oscar Montoya y Alberto Franco



En este artículo presentamos un circuito de control automático de temperatura, el cual, como es obvio, permite controlar la temperatura dentro de un rango más o menos constante para sistemas que así lo requieran. Aprovecharemos la oportunidad para revisar algunos aspectos de la operación de los comparadores (utilizando amplificadores operacionales) y de los termistores, que permiten convertir los cambios de temperatura en cambios de voltaje. En este proyecto utilizamos un circuito multivibrador monoestable para activar un relevador, que es el que finalmente activa o desactiva a los dispositivos externos (ventilador, calefactor etc.)

Introducción

El circuito se puede utilizar en una gran variedad de aplicaciones; entre ellas podemos mencionar el control de un ventilador común, en donde controla sus tiempos de encendido y apagado dependiendo de la temperatura ambiente. Este mecanismo se puede ajustar, incluso, en todo un sistema de aire acondicionado.

Usted podrá encontrar muchas más aplicaciones de este circuito de las que aquí podemos mencionar; lo importante es entender su operación completa, y es por ello que empezaremos explicando los bloques funcionales de manera independiente, para finalmente observar la operación general de dicho circuito.

Diagrama a bloques del sistema de control automático de temperatura

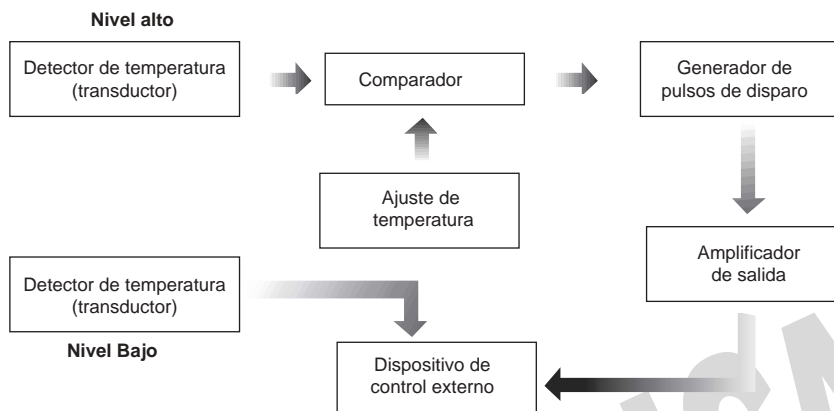


Figura 1

Análisis de los bloques funcionales

La figura 1 muestra el diagrama a bloques del circuito de un control automático de temperatura; las partes que lo forman son:

- Detector de temperatura (nivel alto y nivel bajo).
- Comparadores.
- Referencia de temperatura (para ajuste de encendido y apagado del circuito).
- Generador de impulso para activar el control de encendido.
- Amplificador de salida (para el correcto manejo del dispositivo de control de salida).
- Dispositivo de control de salida, el cual se encarga de activar o desactivar el elemento o sistema a controlar (el ventilador por ejemplo).

Termistores

Antes de continuar con la descripción de nuestro circuito, es importante hacer un paréntesis para describir un dispositivo en el cual es la base para hacer automático el control de temperatura: el termistor.

El termistor es un tipo de semiconductor de dos terminales que funciona como un transductor de tipo temperatura-resistencia (el transductor es un dispositivo que convierte fenómenos

físicos, como presión, temperatura, luz etc., en señales eléctricas). Es realmente muy sencillo y fácil de aplicar; y aunque no es tan popular como otros dispositivos semiconductores, es igual de eficiente si se le sabe utilizar.

Este componente tiene una amplia gama de aplicaciones que abarca desde el control y la medición de temperatura, hasta la regulación de circuitos electrónicos, como en el caso que tratamos. Para comprender mejor cómo se logra el control por medio de este dispositivo, haremos las siguientes consideraciones:

- 1) La corriente que circula por cualquier conductor está afectada, de uno u otro modo, por la temperatura.
- 2) Así, en un voltaje determinado, la corriente que circula por algún conductor a una temperatura de por ejemplo 100 grados centígrados, será apenas tres cuartas partes de la corriente que fluiría por el mismo conductor a 25 grados centígrados.
- 3) Con esto podemos afirmar que un aumento de 75 grados centígrados, origina un incremento de 1:3 veces la resistencia del conductor.
- 4) Debido a esto, todo material conductor tiene una constante llamada "coeficiente de temperatura de resistencia", que indica qué tanto cambia la resistencia del material con la variación de la temperatura.

Una de las formas en que se puede utilizar un termistor es como divisor de voltaje, ya que la variación de voltaje es inmediata con la variación de la resistencia del termistor; y es precisamente este principio el que se utiliza en este proyecto.

Como ya comentamos, este dispositivo es relativamente sencillo. La resistencia varía en un valor conocido (dato proporcionado por el fabricante). La mayoría de los termistores tienen un “coeficiente negativo de temperatura” (NTC: *negative temperature coefficient*), pero también hay los que tienen “coeficiente positivo de temperatura” (PTC).

Aun cuando el termistor se considera como una resistencia, lo que lo distingue de estos dispositivos es el material del cual está hecho.

Las resistencias normalmente contienen carbón, mientras que los termistores están hechos a partir de elementos como el cobalto, níquel, etc.

Para utilizar este tipo de componentes y poder incorporarlos en nuestro circuito, debemos conocer las características del termistor que marca el fabricante. Esto no siempre es posible, debido a que en los sitios donde se venden estos componentes, o no tienen estas hojas, o los vendedores no se toman la molestia de buscar entre sus catálogos la información; así que es mejor tomar un camino alternativo.

En la figura 2 se muestra el símbolo del termistor en sus dos posibilidades, las de caldeo indirecto y de caldeo directo; estos últimos son los que encontramos normalmente en el mercado.

Características del termistor

- Resistencia en frío. Indica la resistencia medida a una temperatura ambiente normal (25 grados centígrados por ejemplo). Pero si se va a trabajar a una temperatura distinta, entonces deberá medirse la resistencia que presenta este dispositivo a esa temperatura.
- Resistencia en caliente. Podemos determinar esta resistencia al generar una variación de temperatura mediante algún elemento calefactor. Para un dispositivo NTC, la resistencia en

Símbolo de un termistor

Se le llama “de caldeo directo”, porque la temperatura que incide sobre el termistor es la del medio ambiente. Se le llama “de caldeo indirecto”, porque el caldeo (aplicación de calor) es producido principalmente por un elemento calefactor eléctrico incorporado dentro del termistor.

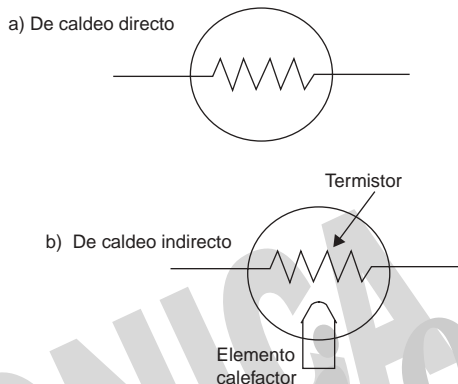


Figura 2

caliente es menor que la resistencia en frío, mientras que para un elemento PTC, la resistencia en caliente es mayor que la resistencia en frío.

- Resistencia en función de la temperatura. Es la característica que presenta normalmente el fabricante, en forma de una gráfica como la mostrada en la figura 3.

Figura 3

Gráfica característica típica de resistencia-temperatura en un termistor NTC.

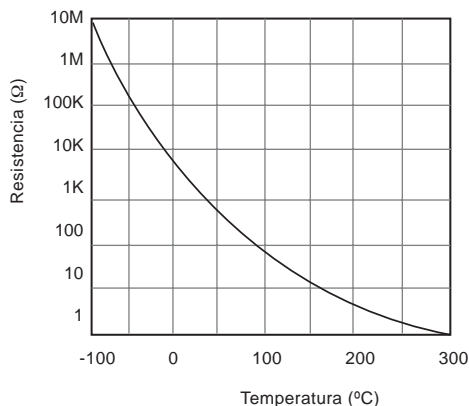


Diagrama esquemático general

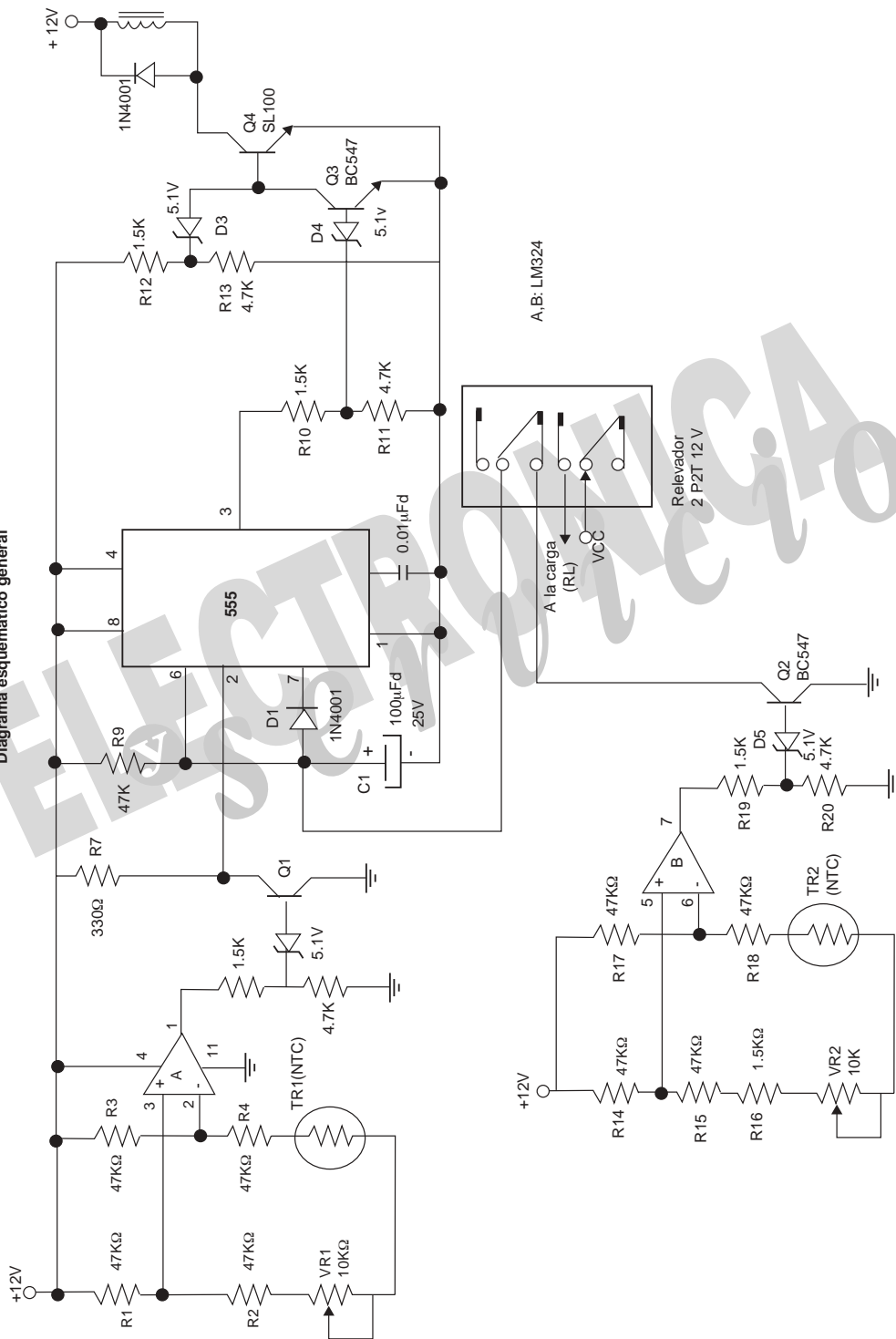


Figura 4

Operación del circuito

Con las ideas básicas sobre la operación de los elementos ya descritos podemos analizar de manera completa el circuito.

En la figura 4 se muestra el circuito propuesto para el control automático de temperatura, donde podemos identificar con facilidad los diferentes bloques que se proponen en el diagrama que se presentó antes. Este circuito requiere de una alimentación de 12 volts regulados (esto se puede lograr mediante un regulador 7812).

La primera etapa del circuito, constituida por los divisores de voltaje formados por las resistencias de R1 a R4; por el potenciómetro VR1 y el termistor, componen el detector de temperatura. En la figura 5A se muestra esta etapa aislada junto con el comparador para una mejor comprensión.

Como podemos apreciar, las resistencias R1 a R4 son del mismo valor, dejando la posible variación en el valor de salida (hacia los comparadores) al potenciómetro y al termistor.

El potenciómetro VR1 sirve, como se podrá dar cuenta, para ajustar el valor de referencia para que el termistor funcione con su temperatura en frío. Este valor del potenciómetro es susceptible de cambio, ya que el termistor puede tener un

valor en frío tal, que el potenciómetro no alcance a compensar este valor de resistencia.

Con algunos cálculos sencillos podemos determinar, por ejemplo, si aumenta la resistencia del potenciómetro, el voltaje de referencia aumenta; por el contrario, si la resistencia disminuye, también lo hace el voltaje de referencia (figura 5B).

El termistor tiene un coeficiente negativo de resistencia, lo cual indica que a mayor temperatura, menor resistencia. Con esto podemos concluir que si aumenta la temperatura, disminuye la resistencia y el voltaje de referencia y si, por el contrario, disminuye la temperatura, la resistencia aumentará provocando también un incremento en el voltaje de referencia (terminal negativa del comparador).

Inicialmente este circuito se encuentra a temperatura normal (ambiente de operación normal, por ejemplo, 20 grados centígrados); la salida de los comparadores es cero, esto es, tiene un nivel de salida BAJO. Al momento en que se incrementa la temperatura, los valores en la entrada de los comparadores varían, sobre todo en las entradas de referencia negativas que son las que están conectadas a los termistores. Esta variación de temperatura provoca una conmutación en la salida del comparador (el intervalo

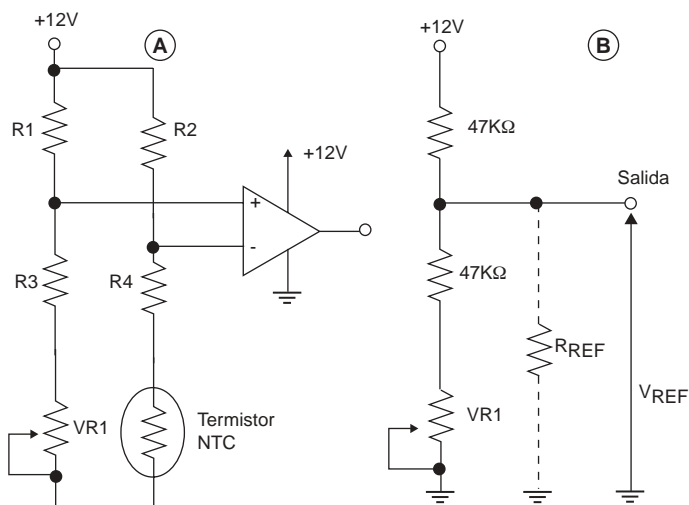


Figura 5

$$\begin{aligned} \text{Si } V_{R1} &= 10K\Omega \\ i &= \frac{12V}{47K + 47K + 10K} = \frac{12V}{104K\Omega} \\ V_{REF} &= iR_{REF} = \left(\frac{12V}{104K\Omega} \right) (57K\Omega) \\ V_{REF} &\approx 6.58V \\ \text{Si } V_{R1} &= \emptyset\Omega \\ V_{REF} &= 6V \\ R_{REF} &= \text{Resistencia equivalente de referencia} \\ R_{REF} &= 47K\Omega + VR1 \end{aligned}$$

para que se dé la conmutación se ajusta con el potenciómetro VR1).

La siguiente etapa utiliza la salida del comparador para trasladar esta conmutación hacia el monoestable (figura 6).

Etapas de disparo del monoestable

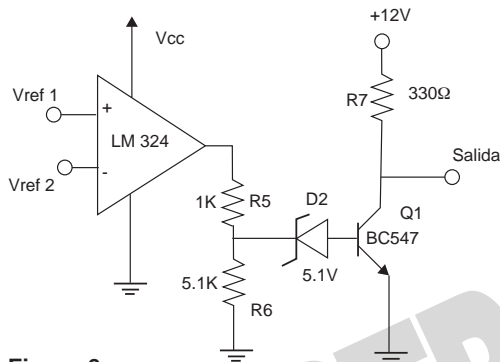


Figura 6

Cuando la salida del comparador es BAJA, el diodo zener no se polariza, por lo que el transistor Q1 está apagado manteniendo la salida de la etapa en estado ALTO (1 lógico).

Por el contrario, si la salida del comparador es ALTA, el diodo zener se polariza, con lo que provoca que el transistor llegue a su estado de saturación y por lo tanto de conducción.

Esta configuración del transistor es un inversor; debido a esto, la salida es virtualmente conectada a tierra, así que ésta tiene un estado BAJO (0 lógico).

El diodo zener se utiliza para garantizar que el transistor se mantenga en los estados de saturación y corte, es decir, para estar en función de encendido y apagado.

Esta salida, como ya analizamos, es la salida inversa del comparador; es la que activa al circuito monoestable hecho con un temporizador 555 (figura 7). La forma en que está conectado este circuito hace que no sólo dependa de la constante de tiempo normal en este tipo de circuitos ($T = 1.1 \times R9 \times C1$), sino que también dependa del estado en que se encuentra el comparador B (terminal 7 de LM324). Inicialmente,

cuando el circuito está encendido con la temperatura normal, las salidas de los comparadores A y B, así como la salida del monoestable, son BAJAS. Con esto, el transistor T3 está apagado y provoca que T4 esté encendido; por lo tanto, la carga está conectada a la fuente de alimentación.

Al incrementarse la temperatura se genera un disparo en el monoestable que proviene desde el comparador vía Q1. La salida del monoestable (terminal 3 del 555), tiene entonces un nivel ALTO, lo que resulta en una conducción del transistor Q3 y provoca que Q4 esté en corte. En este momento los interruptores se abren, por lo que el relevador desconecta la carga de la fuente de alimentación. El circuito monoestable mantiene ese estado y tiene salida sólo cuando la temperatura cae por debajo del nivel bajo de temperatura determinado por el comparador B, el cual debe cambiar a BAJO y nuevamente encender la carga (conectar a la fuente de alimentación).

Es importante insistir que el primer comparador se ajusta (mediante VR1) para la temperatura en la que el dispositivo a controlar (un ventilador, por ejemplo) está conectado. Al incrementar este nivel de temperatura, el dispositivo se desconecta.

La carga se vuelve a conectar hasta que la temperatura cae a un nivel de temperatura de reinicio determinada (ajustada) por el comparador B.

En la figura 8 se presenta el diseño de la tablilla de circuito impreso, tanto del lado de los componentes como del lado de la soldadura. Aquí es importante mencionar que puede variar este diseño en lo que se refiere al relevador, ya que en ocasiones se encuentran relevadores con diferentes asignaciones de terminales; pero creemos que no será difícil resolver esta situación por nuestro lector. Todos los demás elementos se colocan en la posición indicada, y sólo se debe tener cuidado con la polaridad de diodos y capacitores, así como con la disposición de los transistores. Los termistores no tienen polaridad, ya que se comportan como una resistencia.

Finalmente, debe tener cuidado con la colocación de los *chips*. La forma en que se marcan en la figura es la "posición frontal", es decir la

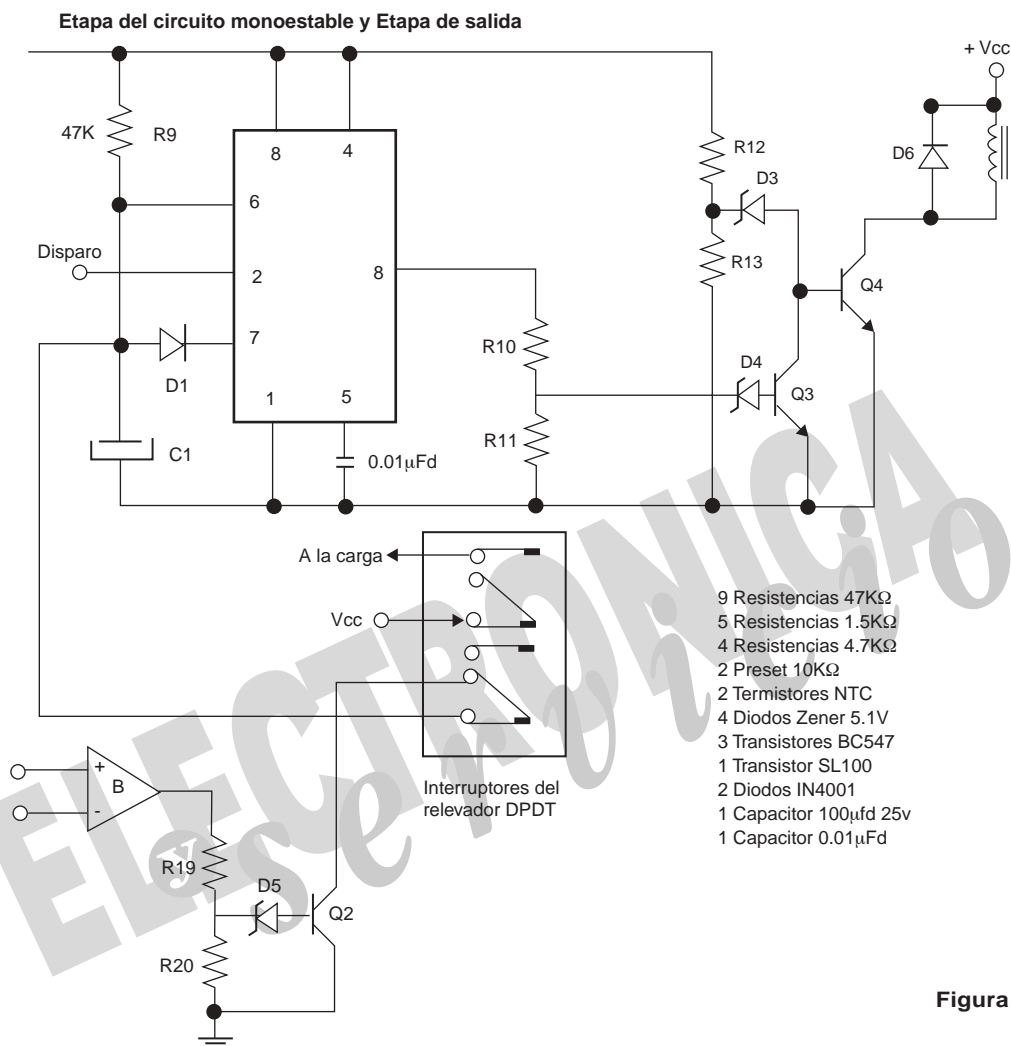


Figura 7

terminal 1 del *chip* se encuentra en la parte inferior izquierda del rectángulo marcado para el respectivo circuito. Físicamente se observa un punto a la altura de la terminal 1, viendo el *chip* desde arriba.

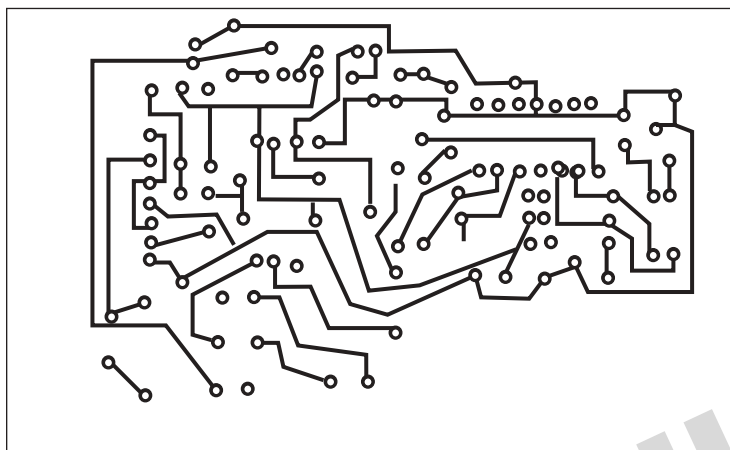
Aplicaciones

El circuito que acaba de analizarse podemos conectarlo, por ejemplo, en algún sistema de calefacción que debe mantener la temperatura am-

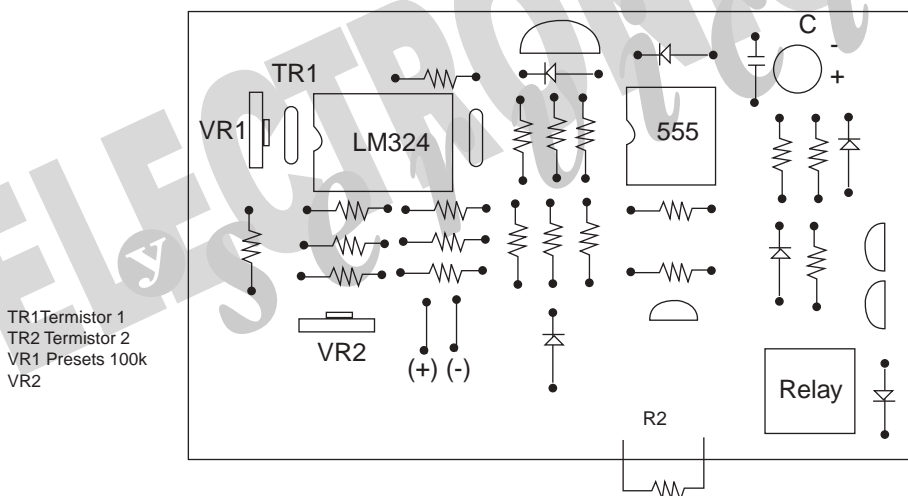
biente dentro de un intervalo bien definido de temperatura.

Además, si se requiere, en lugar de controlar algún dispositivo calefactor, se puede conectar algún tipo de alarma, incluso con el mismo relevador. Así construimos una alarma contra incendios.

En realidad, es cuestión de adaptar este circuito a las necesidades específicas, ya que es muy estable gracias a los componentes y configuraciones utilizadas.



Impreso (lado componentes)



También, para despertar su curiosidad, hemos de decirle que mediante termistores se pueden construir tanto termómetros como medidores de flujo de algún líquido (incluso gases). ¿Y por qué no un trabajo un poco más detallado pero no menos eficiente?: se pueden usar como compensadores para la polarización de transistores, sobre todo de potencia, los cuales modifican sus características con la variación de temperatura, de ahí la importancia de compensar en la polarización.

En realidad, estos circuitos los encontramos con mucha frecuencia, pero la mayoría de las veces pasan desapercibidos. Basados en este diseño podemos hallar un número ilimitado de aplicaciones con ciertas variaciones que no cambiarán su configuración principal. El análisis basado en bloques funcionales o etapas permite tanto la comprensión más clara, como la posibilidad de sustituir alguna de estas etapas de acuerdo con a las necesidades específicas de alguna otra aplicación.

Edición especial:

SERVICIO A REPRODUCTORES DE COMPACT DISC

INCLUYE DOS KIT

- **MEDIDOR DE POTENCIA DEL PICK-UP LASER**
- **PUNTA DE PRUEBA PARA AJUSTAR SERVO MECANISMOS**

Contenido:

- Análisis funcional del reproductor de CD.
- Procedimientos generales de servicio.
- Sustitución y rescate del recuperador óptico.
- Mecanismos de selección de discos.
- Ajustes de servomecanismos.
- Reparación sin necesidad de utilizar osciloscopio (únicamente multímetro).
- Construcción de circuito probador del recuperador óptico.
- Construcción de punta de prueba para medir señales de seguimiento.
- Diagramas de recuperadores ópticos.
- Diagramas de circuitos integrados más utilizados en reproductores de CD.
- Diagramas seleccionados de reproductores de CD.

CENTRO JAPONES DE INFORMACION ELECTRONICA
Norte 2 No.4, Col. Hogares Mexicanos, Ecatepec de Morelos,
Edo. de México, C.P. 55040 Tels. 787-1779 y 7704884,
Fax. 770-0214. Correo electrónico: j4280@intmex.com
Tienda: República de El Salvador Pasaje 26 Local 1,
Centro, D.F. Tel. 510-86-02

**Adquirla por sólo
\$120.00 (ciento veinte pesos 00/100)
más \$40.00 para gastos
de envío**



Seleccione la forma de pago:

- 1) **DEPOSITO BANCARIO.** Deposite en la cuenta de cheques 0876686-7 de Bancomer, Plaza 001, a nombre de Centro Japonés de Información Electrónica, S.A. Envíe fax del depósito al 770-0214 (de la Ciudad de México), con todos sus datos: No. de depósito, pedido, nombre, domicilio, código postal y teléfono (copia RFC si es el caso).
- 2) **GIRO TELEGRAFICO.** Envíe giro telegráfico a: Centro Japonés de Información Electrónica, S.A. de C.V., Norte 2 No. 4, Col. Hogares Mexicanos, Ecatepec de Morelos, Estado de México, C.P. 55040. Comunicarse a los teléfonos 787-1779 y 770-4884 para notificar pedido (indicar número de giro telegráfico y datos respectivos). También lo puede hacer por fax.

PROXIMO NUMERO

Abril 1999

Búsqueda con
su distribuidor
habitual



Ciencia y novedades tecnológicas

Perfil tecnológico

- Las celdas solares como alternativa energética

Leyes, dispositivos y circuitos

- Amplificadores operacionales. Primera de dos partes

Qué es y cómo funciona

- Controladores lógicos programables (PLCs). Segunda y última parte

Servicio técnico

- Sintonía digital en minicomponentes de audio Panasonic
- El motor de *drum* en videograbadoras

- El sistema de control en el televisor General Electric

Electrónica y computación

- Reparación de monitores de PC. Segunda y última parte

Proyectos y laboratorio

- Alarma contra incendios

Boletín Técnico-Electrónico

- Servicio al ensamble del recuperador óptico de reproductores de CD.
Incluye entre otros, los siguientes puntos:
 - Ajuste de la base del motor *spindle*
 - Reparación de los motores
 - Ajuste de la potencia del láser
 - Recuperación del *pick-up* laser