

# ELECTRONICA

y servicio

Audio • Video • Computadoras • Sistemas Digitales • Comunicaciones

## SINTONIZADORES DE CANALES EN TV

INCLUYE GRATIS  
Diagrama de  
Reproductor de  
CDs Aiwa

- El diodo zener
- Circuito de control para nivel en tanques de agua
- Las rutinas de arranque de la PC
- Qué es el láser y los conceptos de la luz
- Electrónica digital en equipos de audio y video

### Especiales

- La televisión digital
- Fuentes conmutadas de televisores y videograbadoras

\$30.00

No. 9

R-9

# Master



EL MEJOR SURTIDO EN PARTES Y COMPONENTES



## DISTRIBUIDOR AUTORIZADO EN REFACCIONES SONY, PANASONIC, TOSHIBA, AIWA, JVC, SAMSUNG

### MATRIZ

Rep. de El Salvador No. 9 "D"  
Tel 510-11-26/510-24-44  
709-33-04/521-10-30  
Fax 510-37-01  
México, D.F.

República de El Salvador No. 12  
Locales 11 y 12

República de El Salvador No. 12  
Local 1

República de El Salvador No. 14  
Local 15  
México, D.F.

### SUCURSAL GUADALAJARA

López Cotilla No 82-A  
Guadalajara, Jalisco  
Tel/Fax (3) 613-35-41

### SUCURSAL MONTERREY

Reforma No. 208-C, Centro  
Monterrey, Nuevo León  
Tel/Fax (6) 75-62-23

### MIAMI SEMICONDUCTORES

3050 NW 74th Avenue  
Suite 5090 Z.P. 33166  
Tel (305) 392-62-76  
Fax (305) 392-62-77  
Miami, Florida.

SONY

Sony Parts Shop



### SONY PARTS SHOP

#### Refacciones Accesorios y Manuales

- Adaptadores de A/C a D/C
- Bocinas
- Circuitos Integrados
- Controles Remotos
- Cabezas de Audio
- Cabezas de Video
- Diagramas
- Engrases
- Fly Backs
- Poleas
- Pick up
- Transistores
- Unidades R.F.
- etc...

### SONY PARTS SHOP

Rep. de El Salvador No. 20G  
Tel 510-88-46  
Fax 521-42-63  
México, D.F.

# DIAGRAMAS ELECTRONICOS

*(del país e importados)*

## **ALDACO TUNER**

Mesones 8  
(entre Bolívar y Aldaco)  
Tel. 709-27-63 y 709-20-35  
México, D.F. (C.P. 06080)

## **SINTONIZADORES DE PUEBLA**

12 Oriente N° 22 Centro  
(entre 2 Norte y 5 de Mayo)  
Tel. 32-06-37  
Puebla, Puebla

REPARACION Y PRUEBA  
DE SINTONIZADORES,  
VARACTORES,  
TORRETAS, UNIDADES  
DE RF REPARACION DE  
BOCINAS DE TODOS TIPOS

## **VENTA DE FLY BACKS**

Servicio de C.O.D. a toda la República Mexicana



# ORVASA

*Reparación y prueba de  
TORRETAS, VARACTORES,  
BOCINAS*

**VENTA DE FLY BACKS, VARICAPS,  
RESISTENCIAS ALAMBRE**

**BOLIVAR 80 1er PISO, TEL. 709-13-14, MEXICO D.F. C.P. 06080**

# ¡PARTICIPA!

## MEGASEMINARIO



Reparación de reproductores de discos compactos y servicio a mecanismos de 3 y 6 discos AIWA, SONY y PIONEER



## Centro Japonés de Información Electrónica

### INVITA

Costo \$500.00  
Duración del evento:  
12 horas (en dos días).  
Horario: 15 a 21 hrs. Primer día  
y 9 a 15 hrs. Segundo día

**Coordinador:**  
**Profr. J. Luis Orozco Cuautle**

**Conferencista:**  
**Profr. Armando Mata D.**

Cada participante recibirá,  
sin costo adicional,  
información técnica impresa,  
un videocasette sobre reparación de  
sistemas mecánicos de reproductores de  
CD (edición de 1998) y  
constancia de participación.



Centro Japonés de Información Electrónica  
Tels. y Fax. (5) 787-96-71,  
787-9329 y 787-53-77  
Correo electrónico: [cjiesa@intmex.com](mailto:cjiesa@intmex.com)

- **Coatzacoalcos, Veracruz**  
(13 y 14 de Noviembre)  
Hotel Enríquez  
Ignacio de la Llave #500  
A un costado de la  
Funeraria Celaya
- **México, D.F.**  
(20 y 21 de Noviembre)  
CEDIT  
Guaymas #12, Piso 5  
Col. Roma  
Metro Cuauhtémoc
- **Tuxpan, Veracruz**  
(9 y 10 de Diciembre)  
Hotel Plaza Palmas  
Galeana y Libramiento  
Estereo de Tenechaco  
A un costado del Puente
- **Tampico, Tamaulipas**  
(11 y 12 de Diciembre)  
Hotel Howard Johnson  
Francisco I. Madero #210 Ote.  
Centro  
Atrás de Sears
- **Cd. Valles, San Luis Potosí**  
(13 y 14 de Diciembre)  
Hotel Valles  
Blvd. #36 Nte.  
Entre Zaragoza y  
Vicente C. Salazar  
Fte. a la Ford
- **México, D.F.**  
(17 y 18 de Diciembre)  
CEDIT  
Guaymas #12, Piso 5  
Col. Roma  
Metro Cuauhtémoc

## In memoriam

Profr. Francisco Orozco González†

## Dirección editorial

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

## Dirección comercial

Profr. J. Luis Orozco Cuautle  
(cjjesa@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  
Profr. Armando Mata Domínguez  
Ing. Armando Paz Villagómez

## Diseño Gráfico y Pre-prensa digital

D.C.G. Norma C. Sandoval Rivero  
(blaky@df1.telmex.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: \$30.00 (\$35.00 ejemplares atrasados)  
Suscripción anual: \$360.00 para toda la República Mexicana, por correo de segunda clase (60.00 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

#### ● El láser y los conceptos de la luz..... 11

Felipe Orozco y Leopoldo Parra

### Leyes, dispositivos y circuitos

#### ● Diodo zener..... 19

Oscar Montoya Figueroa

### Qué es y cómo funciona

#### ● La televisión digital (DTV)..... 25

Carlos García Quiroz

### Servicio técnico

#### ● Sistemas digitales en audio y video (tercera y última parte)..... 39

Alvaro Vázquez Almazán

#### ● Sintonizadores de canales en televisores modernos..... 45

Leopoldo Parra y J. Luis Orozco Cuautle

#### ● Fuentes conmutadas de televisores y videograbadoras Sony (segunda y última parte)..... 60

Armando Paz Villagómez

### Electrónica y computación

#### ● El proceso de arranque de la PC..... 66

Leopoldo Parra Reynada

### Proyectos y laboratorio

#### ● Circuito de control para nivel de agua..... 74

Oscar Montoya Figueroa

### Diagrama

#### Diagrama de estéreo Aiwa NSX-S33

# DIAGRAMAS ELECTRONICOS ALDACO

**Venta de todo tipo de diagramas y recopiado  
ORIGINALES HOWARD W. SAMS & CIA. MENSUAL**

Especialidad en  
fly-backs, yugos y varicaps  
de TV y monitor



**Aldaco 11, local 7, Centro  
C.P. 06080 México, D.F.  
Tel. 521-69-80. Fax. (015) 510-09-82  
C.O.D.**

## CONFERENCIAS DE CLUB BETA

Fecha: 28 de Noviembre de 1998

Horario: 7:30 hrs. a 9:30 hrs.

Tema: METODO PRACTICO DE AJUSTES ELECTRICOS DE LOS REPRODUCTORES DE CD (Laser Gain-Focus Bias-Tracking Offset-Focus Gain-Tracking Gain-VCO) (Información de apoyo: Manual de procedimientos de ajustes en español)



Profr. Francisco Orozco González

*Aprende hoy lo que te  
dará el éxito mañana*



Fecha: 5 de Diciembre de 1998

Horario: 7:30 hrs. a 9:30 hrs.

Tema: PUESTA A TIEMPO DEL MECANISMO TIPO "K" DE LAS VIDEOGRABADORAS PANASONIC (Información de apoyo: Manual de ajustes mecánicos)

Costo por  
conferencia: \$30.00

Director:  
Profr. Armando Mata Domínguez

Subdirector :  
Graciela Orozco Cuautle

Fecha: 19 de Diciembre de 1998

Horario: 7:30 hrs. a 9:30 hrs.

Tema: ANALISIS DE LAS SECCIONES QUE INTEGRAN AL TELEVISOR ZENITH CHASIS GX Y PROCEDIMIENTO DE AJUSTE EN MODO DE SERVICIO CON CONTROL REMOTO (Información de apoyo: Diagrama del T.V. y procedimiento de ajustes EVR)

# CIENCIA Y NOVEDADES TECNOLOGICAS

## Un laboratorio de electrónica completo en su PC

Todo estudiante de electrónica se habrá enfrentado con una limitación al diseñar circuitos o tratar de probar su respuesta: para poder hacer las mediciones que permitan conocer de forma precisa el comportamiento del circuito, es necesario contar con instrumental avanzado, que por lo general queda completamente fuera del alcance de sus posibilidades.

Un laboratorio de investigación electrónica, debe contar con diversos instrumentos de medición y prueba, como serían multímetro digital o analógico, osciloscopio, frecuencímetro, generadores de señal y analizador de espectros. Muy pocos estudiantes -e incluso talleres de servicio- podrían contar con todos esos equipos; sin embargo, ya existe en el mercado una alternativa muy completa para satisfacer estas necesidades: el programa SilMon-LAB 2, producido por la compañía española SilMon Technologies.

Este es un programa para PC muy completo que puede simular una gran cantidad de instrumentos, entre los que tenemos:

- Ocho modelos distintos de osciloscopio.
- Tres modelos de voltímetro.

- Cuatro modelos de generadores de funciones.
- Analizador de espectros.
- Frecuencímetro.
- Algunos otros de aplicación específica.

Como puede advertir, este programa es muy completo, y como tal permite simular el comportamiento de circuitos electrónicos en la computadora, con todas las ventajas que esto implica. Y algo que resulta sorprendente es que se distribuye de manera gratuita, bajo el concepto *freeware*. No tenemos ya ningún pretexto para no probarlo.

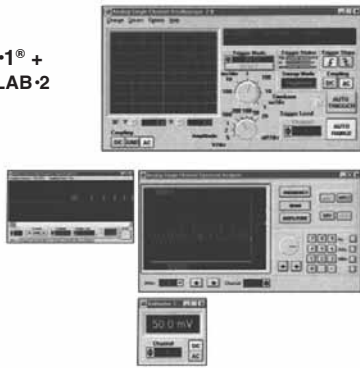
Y los requerimientos mínimos del programa en verdad son muy accesibles: una máquina 486 o superior, 10 MB de espacio libre en disco duro y Windows 3.11 o Windows 95. Si usted está interesado en probar este sofisticado programa, puede obtenerlo en la página de Internet de la compañía: <http://www.silmon.com>. También puede comunicarse mediante la siguiente cuenta de correo electrónico: [info@silmon.com](mailto:info@silmon.com).

---

## ¡Y como complemento, el SilMon Scope!

Aunque el programa anterior puede hacer simulaciones sin ninguna adición a la computadora,

SilMon  
SCOPE-1® +  
SIIMON LAB-2



SilMon SCOPE-2®  
+ SIIMON LAB-2

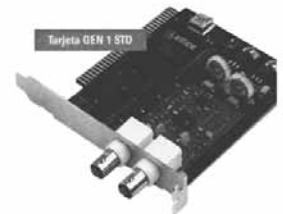


Figura 1

SilMon LAB-2 se ofrece gratuitamente como FREeware a través de internet.



SilMon GEN-1®  
+ SIIMON LAB-2



si desea introducir señales o hacer mediciones directamente sobre un *protoboard* o algún elemento similar, será necesario adaptar al sistema una tarjeta de captura de señales que permita la interacción directa con todos los instrumentos presentados en la pantalla de la PC. Vea la figura 1.

Para ello, la compañía SilMon Technologies ha diseñado las tarjetas de captura de señales SilMon-SCOPE y SilMon-GEN, de las cuales la primera funciona como osciloscopio y la segunda como generador de señales. Dependiendo de la versión de tarjeta que usted elija, puede convertir su computadora en un osciloscopio básico de 20 KHz de ancho de banda con la tarjeta SilMon SCOPE 1 Lite; o lo puede transformar en

un poderoso instrumento de 20 MHz con la tarjeta SilMon SCOPE 2 Standard. Pero, además, con esta última tarjeta puede emular también un analizador de espectros, un frecuencímetro, un voltímetro y algunos otros instrumentos adicionales.

Próximamente, en esta revista daremos más datos sobre el costo y dónde adquirir estas tarjetas en nuestro país.

## ¡Al fin! Una cámara de rayos X digital

Casi todos estamos familiarizados con el procedimiento que se sigue para obtener una placa de rayos X: primero, el paciente entra en la cá-

para donde se imprime la placa; luego ésta pasa por un proceso de revelado, hasta que, finalmente, tras varios minutos de espera, se obtiene la placa que permite realizar el diagnóstico médico. Este método tradicional, ha sufrido pocos cambios desde el descubrimiento de los rayos X a finales del siglo pasado, y aunque resulta adecuado para la mayoría de las aplicaciones no deja de tener sus límites.

Supongamos que un especialista que se encuentra en otra ciudad desea revisar la placa que nos acaba de ser tomada. Lo normal es que le sea enviada por mensajería, y luego esperar uno o dos días para que la reciba y con base en ella pueda emitir su diagnóstico; sin embargo, dado que la pérdida de uno o dos días puede ser fatal para un paciente, hay que buscar una mejor alternativa.

Recientemente, la división de instrumentación médica de General Electric logró desarrollar una

nueva cámara de rayos X. En vez de imprimir placas convencionales, este aparato recibe la radiación en un panel semiconductor que la transforma en señal eléctrica; luego ésta es convertida en datos digitales, mismos que se introducen en una computadora para finalmente presentarse en la pantalla.

Este dispositivo de General Electric no sólo evita el proceso de revelado de las radiografías (ya que éstas se pueden observar de inmediato), sino que también permite almacenarlas digitalmente en la computadora. En caso de necesitarse un diagnóstico externo, pueden ser enviadas de inmediato, vía módem o por correo electrónico, al médico que lo solicite.

Esperemos que este avance pronto se encuentre a nuestra disposición; así tendremos diagnósticos más rápidos y posiblemente realizados por especialistas que se localicen a miles de kilómetros de distancia.



Figura 2

---

---

## Grabe sus CDs en casa

Desde hace varios años los grabadores de CD están disponibles para usuarios de computadoras; sin embargo, esta tecnología no había llegado aún al consumidor final. Precisamente, para atender a tan importante segmento del mercado, Philips ha lanzado una familia de aparatos capaces de grabar CDs de audio con gran facilidad (poseen botones similares a los de una grabadora de audio convencional), de manera que el usuario no tenga que hacer uso de una computadora y tener que pasar por complicadas instalaciones o por software no siempre fácil de manejar. Vea la figura 2.

Una vez que ya se contaba con la tecnología para la reproducción de CDs, el paso para la grabación no fue complicado: sólo se requería grabar en la superficie reflejante del disco unas marcas que bloquearan el reflejo del haz láser cuando pasa sobre ellas; y esto se logró en los grabadores modernos utilizando un material especial que, conforme se le aplica un haz láser de potencia considerable (3 ó 4 veces la nominal de un recuperador óptico convencional), va siendo “quemado”, con lo que se forman unos “pits” oscuros que bloquearán la luz al momento de la reproducción del disco.

Por supuesto, los discos empleados para hacer estas grabaciones deben ser especiales (resulta imposible grabar un disco que se haya adquirido ya grabado), pero en la actualidad estos discos “grabables” son muy baratos: entre 1.5 y 2 dólares la unidad.

Estas unidades de grabación de CDs pueden tener usos hasta ahora nada comunes; por ejemplo, el uso más obvio sería la copia ilegal de discos. Sin embargo, también podrían utilizarse para que el usuario grabe discos con sus propias selecciones musicales, combinando los temas de sus preferencias de varios álbumes en uno solo. E igualmente podrían ser utilizadas por los músicos que no tienen la posibilidad de ser grabados profesionalmente o toda aquella persona que posea un mini-estudio de grabación.

Cabe señalar que este equipo utiliza un sistema de protección de derechos de autor, llamado

*Serial Copy Management System*, mejor conocido por sus siglas: SCMS. Dicho sistema sólo permite copias individuales directas de fuentes digitales, por lo que una copia no puede ser duplicada con calidad digital.

Además, en estos aparatos no sólo es posible reproducir los discos en la forma en que estamos acostumbrados, sino también grabar en dos tipos de CDs: el CD-R, de color dorado, que puede grabarse una sola vez, y el CD-RW, de color plateado, que puede regrabarse. Y las fuentes de audio pueden ser analógicas (casetes o discos de acetato) o digitales (otro CD); incluso, hay un modelo con grabadora de CD de doble *deck*.

Sin duda, Philips (inventor del CD junto con Sony) sigue a la vanguardia con estos equipos de última generación.

---

---

## ¿Operaciones quirúrgicas a distancia?

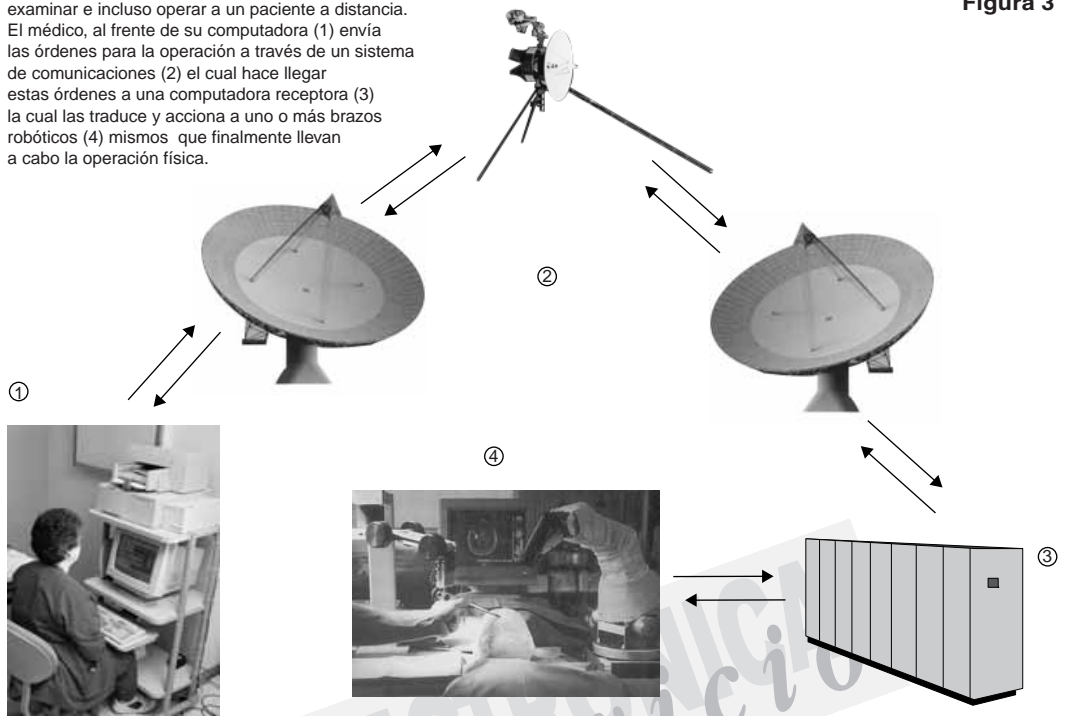
Los servicios de los médicos especialistas con prestigio, son solicitados por muchas personas y desde muchos sitios, por lo que es imposible atender más que a un número limitado de pacientes. Simplemente, si el médico tiene que desplazarse ya no digamos de ciudad en ciudad, sino de hospital en hospital, pierde un tiempo que podría aprovechar diagnosticando a algún paciente o haciendo alguna compleja operación quirúrgica.

Afortunadamente, la tecnología electrónica brinda una opción extraordinaria para estos casos. Combinando las nuevas capacidades de comunicación instantánea con los avances en robótica de precisión, se ha podido construir un sistema por el cual un especialista puede efectuar una cirugía a distancia, monitoreando el avance de la operación por medio de cámaras de video y de instrumentos de medición que le transmiten de forma instantánea el estado del paciente, al tiempo que él manipula los instrumentos quirúrgicos mediante unos brazos robóticos (figura 3).

Sin embargo, realizar una operación mayor en un paciente por medios robóticos plantea una serie de retos que se están resolviendo exitosamente. Por ejemplo, se coloca la suficiente

Por medio de este nuevo sistema, un especialista puede examinar e incluso operar a un paciente a distancia. El médico, al frente de su computadora (1) envía las órdenes para la operación a través de un sistema de comunicaciones (2) el cual hace llegar estas órdenes a una computadora receptora (3) la cual las traduce y acciona a uno o más brazos robóticos (4) mismos que finalmente llevan a cabo la operación física.

Figura 3



cantidad de sensores en el cuerpo del paciente, para que el cirujano conozca en todo momento su estado y pueda reaccionar rápidamente si es que se presenta algún imprevisto; las cámaras de video que guían visualmente al especialista se complementan con una pantalla de rayos X y, en casos extremos, con un aparato de resonancia magnética en tiempo real, para conocer el estado interno del paciente y saber en todo momento qué se está haciendo y con qué índice de precisión.

Por su parte, los mandos a distancia que se requieren para mover los brazos robóticos deben ser capaces de reaccionar con una prontitud extrema, de preferencia con retardos del orden de unos pocos milisegundos; por ejemplo, si el cirujano comprueba visualmente que hay que detener una hemorragia, el brazo debe responder inmediatamente para evitar que el paciente sufra un daño. Es así como en este tipo de instrumentos se están llevando a sus límites los sistemas de mandos a distancia, de modo que

por medio de un enlace telefónico o similar se pueda controlar el movimiento del brazo robótico con rapidez y exactitud.

Si bien este sistema aún se encuentra en la etapa de experimentación, los primeros resultados obtenidos son muy prometedores. De concretarse esta maravilla tecnológica, no dude que en un futuro cercano una persona pueda ser operada en una ciudad ubicada a miles de kilómetros de donde se encuentra el cirujano.

Por último, cabe mencionar que en este proyecto hay varias instituciones que están trabajando, entre las que destacan Hopkins School of Medicine, Applied Physics Laboratory, Massachusetts Institute of Technology, Carnegie Mellon University y Shadyside Hospital. Si usted desea más información al respecto, puede consultar las siguientes direcciones en Internet:

- <http://www.mrcas.ri.cmu.edu>
- <http://www.cs.jhu.edu/labs/cis/about.html>
- <http://www.ai.mit.edu/projects/vision-surgery>

\* Capacitación actualizada  
\* Prácticas continuas  
\* Atención personalizada

# CEDIT

**Centro de Enseñanza y Difusión Tecnológica**

**Profr. Francisco Orozco González**

**Director:**

**Profr. Armando Mata Domínguez**

## **MESAS REDONDAS Y CONFERENCIAS SABATINAS**

Estos eventos tienen una duración variable de entre 2 y 6 horas.

En ellos se abordan diversos temas que resuelven problemas específicos del servicio en audio y video, desde una perspectiva práctica con nociones teóricas.

Dichos eventos están sujetos a programación.

## **SEMINARIOS**

Compact Disc

TV Sony Trinitron

Videograbadoras

Videocámaras

Manejo de osciloscopios

Reparación de monitores y computadoras PC

Otros

**NUEVO DOMICILIO**  
Guaymas 12, 4° piso,  
Col. Roma, México, D.F.  
C.P. 06700  
Metro Cuauhtémoc  
Teléfonos: 514-1867  
533-3689



**Profr. Francisco Orozco González**

*En todos los seminarios, mesas redondas y conferencias se incluye información sin costo adicional (lecciones, manuales y/o videocassettes)*



**También impartimos seminarios a grupos de Provincia**

# EL LASER Y LOS CONCEPTOS DE LA LUZ



*Felipe Orozco y Leopoldo Parra*

***La luz que producimos por medios eléctricos no sólo sirve para iluminarnos, sino que también se le utiliza en otras aplicaciones: en la transmisión de información y datos mediante fibras ópticas; en operaciones quirúrgicas y cortes de planchas de acero mediante potentes rayos láser; en la impresión de hologramas; en la grabación y recuperación de información mediante el rayo láser; se le utiliza con fines de espectáculo, etc. En este artículo nos ocuparemos de exponer brevemente las principales explicaciones que se han dado al fenómeno de la luz, como antecedente para entender qué es y cómo trabaja el láser.***

## Introducción

El láser es, hoy por hoy, uno de los tantos grandes inventos que el hombre moderno ha puesto a su servicio. Sus aplicaciones son muy variadas, y van desde el empleo del bisturí láser en la microcirugía, hasta su uso en el corte de planchas de acero, en las telecomunicaciones, la holografía, la fusión termonuclear, etc. Entre estas aplicaciones, destaca la que tiene en el mundo del sonido y del video, con los discos compactos de audio digital, los CD-ROMs y el DVD, los cuales se basan en un sistema de lectura de la información por medio de un rayo emitido por un dispositivo láser.

"Láser" es una palabra compuesta por las siglas de *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*, que se puede traducir al castellano como "Amplificación de la Luz por Emisión Estimulada de Radiación". En pocas palabras, el láser es una fuente de radiación o haz lumínico

(en forma de rayo o haz) constituido por tres partes fundamentales: un medio activo, un sistema de bombeo y una cavidad resonante. Su principio de operación, tal como su nombre lo indica, reside en un fenómeno de la física llamado "emisión estimulada".

La primera proposición teórica de láser, ya en forma definitiva, fue hecha en 1960 cuando se perfeccionó la técnica del láser. Y este invento debe mucho a uno de los científicos prominentes del siglo XX: Albert Einstein, cuya aportación principal fue justamente el descubrimiento de la emisión estimulada.

Es importante dejar bien claro que la luz concentrada que emiten los láseres -que son muy variados- es en forma de rayo, lo cual posibilita que pueda ser dirigido hacia un determinado objetivo, a diferencia de la luz emitida por las llamadas fuentes convencionales, por ejemplo un foco, que se dispersa o difunde en distintas direcciones (figura 1).

Antes de explicar con más detalle qué es el láser, hablaremos de algunos antecedentes teóricos.

## La luz en la época de las luces

La Europa que había salido de un largo período que modernamente hemos llamado "Edad Media", descubrió la luz y sus propiedades, y puso sus esperanzas en la reflexión y en la observación como método de acercamiento a la "realidad". En esa época no había las barreras entre disciplinas como las que ahora existen, de tal manera que los artistas, los escritores y los científicos podían compartir sus intereses y pasiones. Lo mismo se interesaban por las matemáticas y los fósiles que por la mecánica y la botánica; por la metalurgia y la estadística. La Europa que despertaba tenía una gran vocación de saber y de ampliar sus conocimientos sobre la naturaleza.

En Holanda, a mediados del siglo XVII uno de estos espíritus provocadores, Christiaan Huygens, se refería a la posibilidad de que existieran más tierras habitadas, y hablaba del enorme salto que implicaría para el pensamiento humano el que pudiésemos vislumbrar aunque fuera por un momento otros mundos y otras ci-

vilizaciones, contrastando semejanzas y diferencias. En otro extremo, en Inglaterra, Isaac Newton se ganaba el prestigio de la comunidad científica mundial al descubrir fenómenos tan conocidos (y poco comprendidos) como la gravedad o la ley de la acción y la reacción, trabajo que no le impidió desarrollar un método infalible para la resolución de las ecuaciones de segundo grado que hasta la fecha se sigue utilizando.

Era pues la época de los grandes descubrimientos científicos, de los viajes, de los primeros descubrimientos astronómicos serios; fue cuando el hombre por fin pudo reflexionar con mayor lucidez sobre muchos dogmas (el modelo geocéntrico, el poder de los reyes, el papel de la Iglesia) que habían mantenido estáticos a los pueblos por más de 10 siglos. Es por eso que al siglo XVII se le conoce como el de la Ilustración Europea.

Precisamente en esos años de grandes avances científicos, Christiaan Huygens e Isaac Newton abordaron independientemente el estudio de un fenómeno cotidiano, pero al cual nadie había podido dar una explicación coherente hasta ese momento: el de la luz.

## Los planteamientos de Huygens

Huygens fue uno de los científicos que en su época analizaron los fenómenos ópticos. Por entonces ya se conocían las propiedades de las

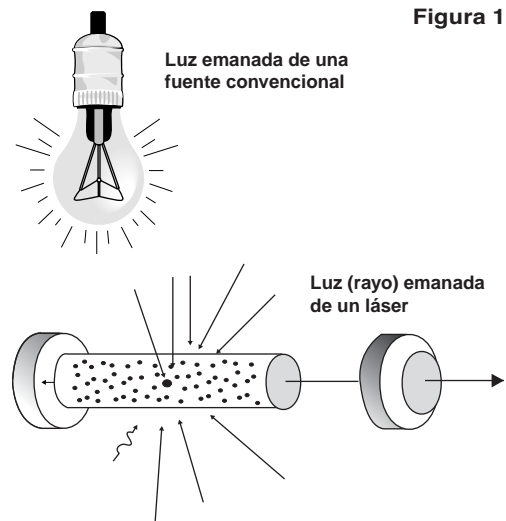


Figura 1

lentes, con las cuales se fabricaban telescopios y microscopios. Pero a pesar de que los artesanos podían fabricar lentes de muy alta precisión (para los estándares de la época), prácticamente nadie trataba de explicarse por qué los rayos de luz se “torcían” al atravesar estos elementos.

Huygens realizó diversos experimentos y observaciones, y llegó a la sorprendente conclusión de que la luz está formada por ondas diminutas que se propagaban en todas direcciones. Esta naturaleza de los rayos lumínicos explicarían su comportamiento al atravesar un prisma (fenómeno descubierto por Newton), y su desviación al atravesar medios de distinta densidad. Tan convincente y acertada fue la teoría de Huygens que permaneció prácticamente sin cambios por más de dos siglos.

## Los planteamientos de Newton

Por su parte, y con base en sus observaciones empíricas, Newton descubrió que cuando se tiene una fuente puntual de luz y se interpone un objeto entre ésta y cualquier otra superficie (por ejemplo, el piso o una pared), la sombra del objeto tiene bordes perfectamente definidos y no difuminados, como se podría esperar si los rayos luminosos efectivamente fueran ondas como había propuesto Huygens.

Esto le llevó a pensar que la luz no estaba compuesta por ondas, sino por partículas tan pequeñas que no era posible verlas, pero que al chocar con los objetos, rebotar y llegar hasta nuestros ojos, nos permitían apreciar todo nuestro campo visual.

Por supuesto que una teoría corpuscular de la luz no explicaba fenómenos como la difracción

de los rayos lumínicos con las lentes (ni siquiera explicaba el por qué de la descomposición de la luz descubierta por el mismo Newton), así que por muchos años la teoría corpuscular fue abandonada por la comunidad científica, la cual se inclinó favorablemente por la teoría ondulatoria de Huygens. Habrían de pasar más de dos siglos para que se recuperaran los planteamientos teóricos de Newton.

## Einstein y el efecto fotoeléctrico

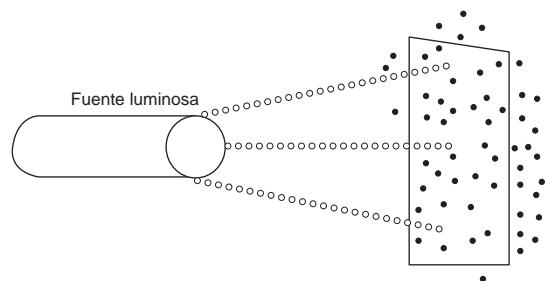
A principios de este siglo, Albert Einstein, científico alemán más conocido por la teoría de la relatividad, descubrió que cuando un rayo de luz golpea un cuerpo metálico, la conductividad de éste aumenta considerablemente. A este fenómeno se le llamó “efecto fotoeléctrico”, y la explicación que le dio Einstein lo remitió nuevamente a la naturaleza corpuscular de la luz propuesta por Newton dos siglos antes (figura 2).

Según el planteamiento de Einstein, la luz estaría compuesta por una gran cantidad de minúsculas partículas a las que llamó “fotones”, los cuales, cuando golpeaban a los átomos de la placa metálica del experimento, liberaban electrones, incrementando así la conductividad del material. Sin embargo, la teoría de Einstein contenía un elemento asombroso: planteaba que la luz efectivamente estaba compuesta por minúsculas partículas, pero que en ciertas condiciones también estaba formada por ondas. En otras palabras, Einstein le daba la razón tanto a Huygens como a Newton.

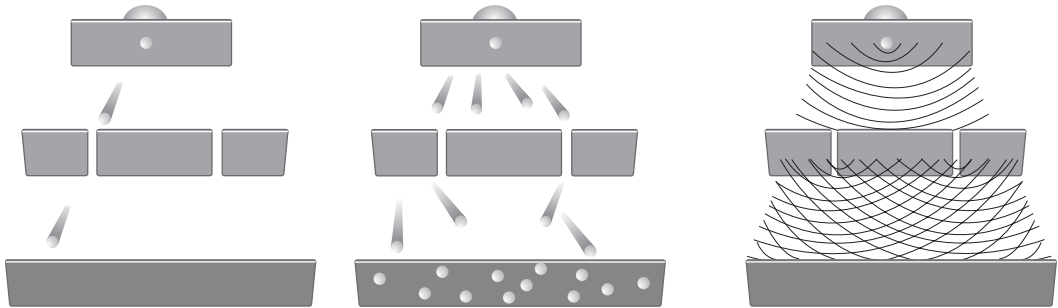
Esto podría parecer un desatino; sin embargo, los más recientes experimentos siguen comprobando una y otra vez que la luz puede com-

**Figura 2**

El efecto fotoeléctrico fue interpretado por Einstein en 1905. Cuando la luz cae sobre la placa de metal, ésta expelle una lluvia de electrones. Este fenómeno no puede explicarse mediante la clásica teoría ondulatoria de la luz. Einstein dedujo que la luz no es una corriente continua de energía, sino que está compuesta de partículas individuales o haces de energía que llamó fotones. Cuando un fotón golpea un electrón la acción resultante es análoga a la del choque de bolas de billar, como se muestra en figura simplificada.



Los experimentos de dos rendijas han puesto de manifiesto la dualidad onda-partícula de la luz y otras formas de radiación electromagnética. Un fotón aislado incide sobre la pantalla en un cierto lugar, como si fuese una partícula (izquierda). Al aumentar el número de fotones, empieza a aparecer una figura de interferencia (centro). Tal figura exige que cada fotón haya pasado a través de ambas rendijas, como si fuese una onda (derecha).



portarse en determinadas condiciones como ondas y en otras como partículas, y esta dualidad onda-partícula hace que los fenómenos ópticos sean tan interesantes (un detalle poco conocido es que el Premio Nobel que se le concedió a Einstein no fue por su teoría de la relatividad, sino por su descubrimiento del efecto fotoeléctrico). Figura 3.

### Partículas elementales de la materia

Seguramente ya hemos despertado su curiosidad sobre los fenómenos luminosos, pero antes de avanzar en el tema, tenemos que revisar algunos conceptos básicos que nos permitirán un mejor entendimiento de las explicaciones posteriores. Comenzaremos con una explicación breve sobre las partículas elementales que componen la materia.

Todo estudiante de electrónica sabe que la materia, en cualquiera de sus estados (sólido, líquido o gaseoso), se compone en un nivel muy elemental de partículas denominadas átomos. El átomo es, a su vez, un sistema constituido por un núcleo y por electrones que giran en torno a él, de manera parecida a como giran los planetas en el sistema solar (figura 4).

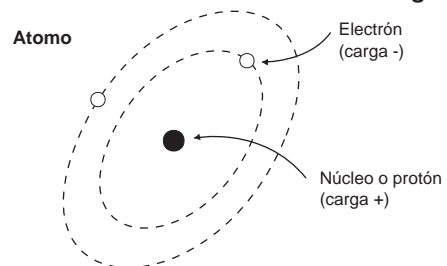
El núcleo tiene carga positiva y está formado por dos partículas más elementales, llamadas protón y neutrón. En tanto, los electrones son gránulos de electricidad negativa que, en conjunto, neutralizan la carga del núcleo; si ambas fuer-

zas se cancelan recíprocamente en su totalidad, se dice que el átomo que las contiene es neutro.

Los electrones son considerablemente más livianos que el protón o el neutrón, por lo que pueden desprenderse fácilmente de la fuerza que los une al núcleo, y con ello dar origen a fenómenos de flujos de carga eléctrica, más conocida como electricidad.

Cuando un átomo pierde electrones se convierte en ion positivo porque se ha descompensado, predominando una carga de esa clase (positiva); el átomo en cuestión queda así en disposición de atraer las partículas perdidas para mantenerse equilibrado. Por el contrario, cuando gana electrones se convierte en ion negativo y queda en disposición de expeler los electrones sobrantes que le producen una carga de esa clase (negativa). De hecho, podemos decir que todo fenómeno eléctrico puede explicarse en última instancia como el "intento" de un grupo de átomos por conservar un equilibrio eléctrico entre sus protones y sus electrones.

Figura 4



## Absorción y emisión

El átomo es un sistema que, además, posee un determinado nivel de energía. Si dicho sistema es sometido a una radiación –es decir, a la acción o golpeo de paquetes o cuantos de energía- se produce entonces un aumento en el estado energético que posee; en este caso, como los electrones son las partículas que poseen menos masa, saltan fácilmente de una órbita cercana al núcleo (de baja velocidad) a otra más alejada (de mayor velocidad); en ese momento podemos decir que el átomo ha pasado a un estado de “excitación”.

Y al contrario, cuando los electrones regresan a una órbita más cercana al núcleo es porque el átomo ha cedido una cierta cantidad de energía en forma de fotones, con lo que decimos que el átomo nuevamente está en su estado “base”. Para entender mejor esta idea recurramos a la figura 5.

En la parte A de la figura, partimos de una situación inicial en la que tenemos un átomo que posee cierta cantidad de energía; dicho átomo contiene un electrón que gira en una órbita intermedia cualquiera; si el átomo emite un fotón, se producirá un salto del electrón hacia una órbita más cercana al núcleo.

Ello sucede porque el fotón emitido representa una pequeña pérdida de energía del electrón, y esto, a su vez, significa que el núcleo lo puede atraer con más facilidad. (Recuerde que la energía del núcleo atrae el electrón, pero la velocidad de giro de éste le permite cierta posibilidad escapatoria; de ahí entonces que se desarrolle tanto una fuerza centrífuga como una centripeta al interior del átomo. Esta combinación de fuerzas contrarias es lo que determina la distancia a la que gira el electrón en torno al núcleo.) A este fenómeno se le llama “emisión”, y es en principio el responsable del fenómeno de la luz, ya que cada fotón emitido es, de hecho, luz emitida.

En la parte B de la figura se presenta una situación inversa, en la que el átomo en lugar de ver disminuida su energía por la emisión de luz (fotón), la ve aumentada por la llegada de un paquete o cuanto de energía. Cuando esto sucede, el fenómeno se conoce con el nombre de absorción, y a él se debe que disminuya la cantidad inicial de luz; en este caso, el átomo en cuestión pasa de su estado base a un estado excitado, en el que ha ganado energía, permitiendo que el electrón se traslade a una órbita más lejana del núcleo.

## Fuentes convencionales de luz

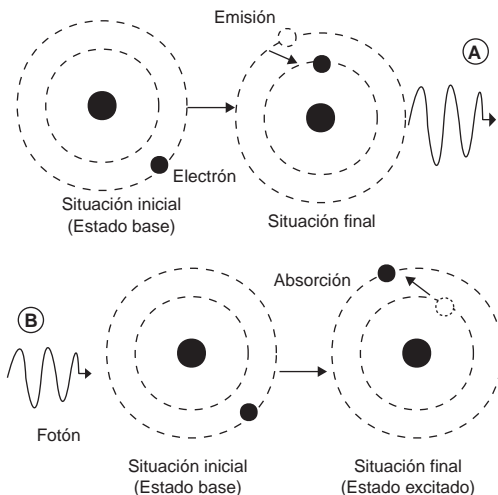
Con todo lo anterior, podemos deducir fácilmente cómo funcionan las fuentes tradicionales de luz que todos conocemos, y por qué es necesaria una fuente de energía para mantenerlas funcionando.

Las fuentes convencionales o clásicas de luz son, sencillamente, una vela, una lámpara incandescente, el sol etc. Producen luz porque los átomos en su interior han sido excitados más allá del límite estable, por lo que de forma espontánea sus electrones están brincando a órbitas de baja energía, liberando durante este proceso suficientes fotones para producir una luz apreciable.

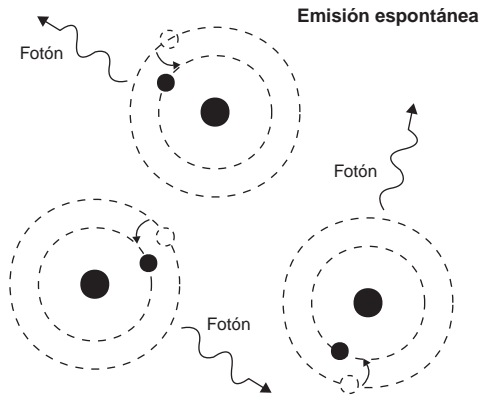
Por ejemplo, la luz incandescente tiene como fuente energética la corriente eléctrica, que -como ya dijimos- no es más que una enorme cantidad de electrones fluyendo de un punto a otro. En este flujo, estas partículas chocan contra los electrones del material incandescente del foco, obli-

Figura 5

### Fenómenos de emisión y absorción de fotones



**Figura 6**



gándolos a pasar a una órbita superior de alta energía. Como dicho estado no es muy estable, los electrones tarde o temprano caen a su órbita normal, liberando en el proceso un fotón.

Ya estando en su órbita normal, existe la posibilidad de que llegue nuevamente un electrón viajero y choque con él regresándolo a una órbita de alta energía, y el proceso se repite una y otra vez mientras haya flujo eléctrico a través del material del foco. Lo mismo podemos decir de una vela, pero en este caso la fuente de energía externa es la combustión del material.

Ahora bien, la luz que emana de estas fuentes se denomina "luz incoherente" porque surge como un conjunto de ondas que se refuerzan o cancelan entre ellas, según su dirección. Ver la figura 6.

Se dice que la incoherencia de este tipo de luz es espacial porque se trata de luz emitida al azar por átomos alejados entre sí, y llega a un punto por trayectorias ópticas diferentes.

La incoherencia también es temporal porque la luz emitida es de diferentes frecuencias, lo que

la hace ser policromática. En suma, la luz que emana de las fuentes convencionales es incoherente espacial y temporalmente; en cambio, la luz que surge del láser –según veremos más adelante– es coherente espacial y temporalmente, lo cual le brinda características cruciales que la diferencian completamente de la luz surgida de fuentes convencionales. En otras palabras: la luz del láser emana en forma de rayo y es de un solo color; la luz del otro tipo de fuentes se propaga en forma de radiaciones en diferentes direcciones y es policromática.

### **Emisión inducida o estimulada**

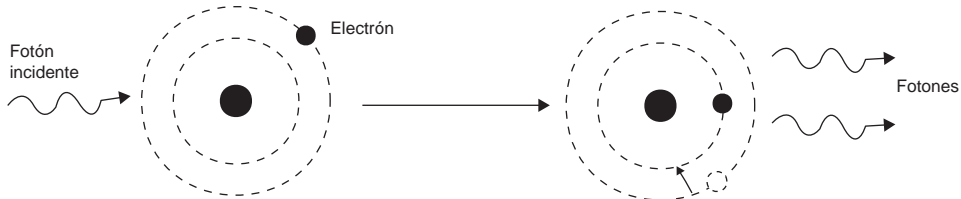
En este caso tenemos un átomo en estado excitado que es golpeado por un fotón; en consecuencia, el átomo puede emitir dos fotones, con lo que retorna al nivel energético correspondiente al estado base, saltando el electrón no a una órbita superior, sino a una inferior (figura 7). A este fenómeno se le llama "emisión inducida o estimulada", y constituye el principio de operación del láser; fue descubierto por Einstein en 1917.

En esencia, como puede deducir el lector, la emisión estimulada consiste en provocar el retorno de un átomo excitado a su estado base, golpeándolo con un fotón incidente; ello produce la emisión de dos fotones con las mismas características y dirección de propagación, las cuales son determinadas por el fotón incidente. Según este fenómeno, la luz puede ser amplificada por medio de la emisión estimulada de radiaciones.

### **Estructura básica del láser**

Consideremos ahora un sistema formado por un conjunto de átomos, algunos en su estado base

**Emisión inducida estimulada**



**Figura 7**

### Principio de la amplificación por láser

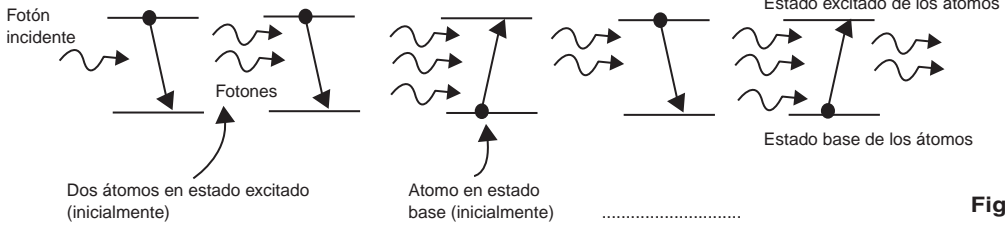


Figura 8

y otros en estado excitado. Si golpeamos a este sistema con un fotón, se verificará en su interior tanto el fenómeno de emisión inducida como el de absorción de fotones.

El primero producirá la expulsión de paquetes de energía de algunos átomos, en tanto que el segundo tenderá a hacerlos desaparecer. Es decir, por un lado se amplifica el efecto del fotón incidente, pero por otro tiende a nulificarse; el resultado final dependerá del número de átomos que se encuentran en estado excitado y del número de ellos que se hallen en su estado base. Para que se produzca al final una amplificación del efecto, la cantidad de átomos en estado excitado deber ser mayor al número de ellos en su estado base. Ejemplifiquemos esto con la figura 8.

Las líneas horizontales superiores representan al estado excitado de los átomos que componen al sistema atómico en cuestión, y las líneas inferiores representan al estado base. Al golpear a un átomo excitado con un fotón emite, a su vez, dos fotones y decae su nivel de energía a su estado base; posteriormente, estos dos fotones resultantes golpean a otro átomo excitado, produciéndose el mismo fenómeno de amplificación. Estos tres paquetes de energía se proyectan ahora contra un átomo que se encuentra en su estado base, por lo que ahora se emiten solamente dos fotones y el último átomo golpeado absorbe energía, quedando al final en estado excitado.

Y así sucesivamente, tendremos un proceso de emisión-absorción de fotones. Para que al final prevalezca el efecto de amplificación propio de la emisión inducida, es necesario que el número de átomos en estado excitado sea constantemente mayor al número de ellos en su estado base, lo cual requiere de un sistema de bom-

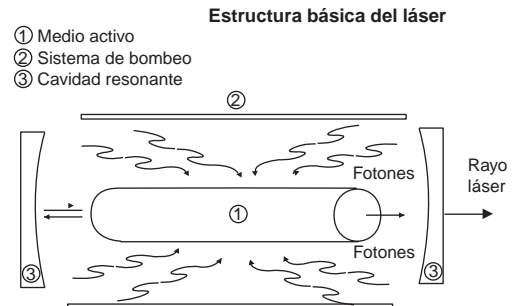
beo que brinde selectivamente a los átomos la energía necesaria.

Así pues, el sistema de bombeo es el encargado de proporcionar un elevado flujo de energía (fotones) a un cierto conjunto de átomos –en el que ocurren los procesos de absorción y emisión inducida–, el cual recibe el nombre de "medio activo". Este puede encontrarse en cualquiera de los estado de la materia: sólido, líquido o gaseoso; sin embargo, a pesar de que se ha logrado que persista el efecto amplificador de la emisión inducida, al aplicarse al medio activo un sistema de bombeo, debido a la duración de cada fotón en el citado medio activo es pequeñísima –ya que los fotones viajan a la velocidad de la luz–, el proceso de la emisión estimulada es incapaz de extraer toda la energía que el sistema de bombeo deposita en el medio activo.

Para resolver este problema debe hacerse uso de un elemento denominado "cavidad resonante", que consiste en un par de espejos paralelos colocados en los extremos del medio activo, tal como podemos ver en la figura 9.

Cada fotón que se refleja en el espejo rebota y dirige nuevamente hacia el medio activo, per-

Figura 9



## Espectro electromagnético

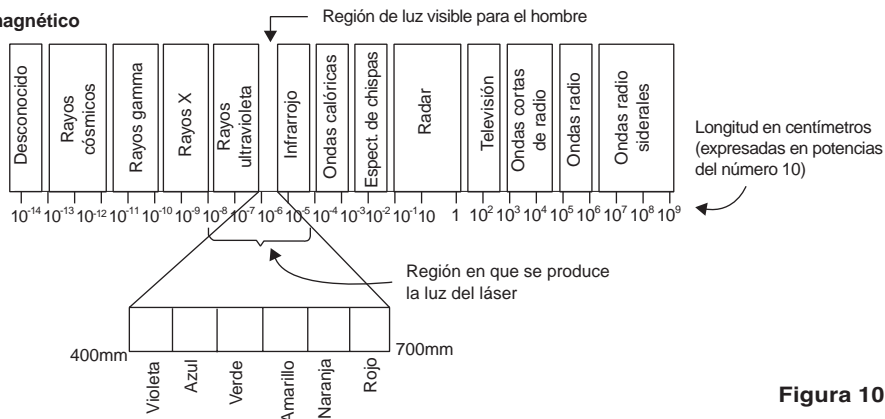


Figura 10

mitiendo así una expansión mayor de la emisión de fotones.

Sin embargo, advierta que sólo uno de los espejos refleja todos los fotones incidentes en él y que el otro deja escapar una pequeña cantidad de ellos. Este número pequeño de fotones que escapan de uno de los espejos de la cavidad resonante, es lo que viene a constituir el rayo de luz láser. Dicho haz de energía así emitido posee las características de coherencia espacial y temporal; en otras palabras, la luz que emite el láser surge a partir de un cierto punto y es monocromática, a diferencia de la luz incoherente que emiten las fuentes de luz convencionales.

Ya sabemos entonces que el láser es una fuente de radiación integrada por un medio activo, un sistema de bombeo y una cavidad resonante; conviene ahora aclarar que la radiación se ubica en la región visible, infrarroja o ultravioleta del espectro electromagnético, aunque ya se habla de un láser que puede operar a las longitudes de onda de los rayos X.

Recordemos que, desde el punto de vista de la física moderna, la única diferencia que existe entre la luz visible, los rayos X, infrarrojos y ultravioleta, las ondas de radio, de televisión, etc. estriba en las distintas longitudes de onda de esas radiaciones. El espectro electromagnético comprende una gran variedad de ondas electromagnéticas, que van desde rayos cuya longitud de onda es de una cienbillonésima fracción de centímetro –como los cósmicos–, hasta ondas de

radio con longitudes infinitas. El hombre percibe sólo una diminuta fracción de este espectro (figura 10).

## Consideraciones finales

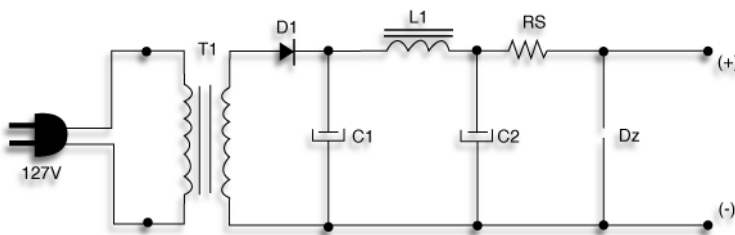
Para finalizar el presente artículo, insistimos en que el láser es una fuente de luz producida y sobre todo amplificada por la llamada emisión inducida o estimulada, la cual es diferente a la emisión espontánea en que se basan las fuentes de luz convencionales. Las propiedades más importantes del haz del láser son:

- Gran intensidad y posibilidad de ser concentrada en un objeto.
- Gran coherencia espacial, lo que permite que la luz emane prácticamente de un punto bien definido.
- Gran coherencia temporal, lo cual significa que la luz del láser es casi monocromática, o sea, tiene un solo color o longitud de onda.
- Gran directividad, hecho que permite que el haz del láser tenga una divergencia inapreciable en su anchura a lo largo de grandes distancias.

Estas cuatro características, por supuesto, no las posee la luz emitida por fuentes convencionales; de ahí se deriva, entonces, la gran aplicación que tiene la luz del láser en la medicina, en la fusión termonuclear, en las telecomunicaciones, en la industria, etc.]

# DIODO ZENER

Oscar Montoya Figueroa



*El presente artículo está enfocado a describir las características de operación del diodo zener, así como sus aplicaciones básicas y algunos criterios para comprobar su estado.*

*Los diodos zener, son semiconductores que se distinguen por su capacidad de mantener un voltaje constante en sus terminales cuando se encuentran polarizados inversamente, y por ello se emplean como elementos de control.*

*Actualmente se encuentran disponibles diodos zener con potencias que van desde 1/2 watt hasta 50 watts, para tensiones de entre 2, 4 y 200 voltios.*

## Características de operación

Recordemos que para los dispositivos electrónicos, como los diodos y los transistores por ejemplo, existe un conjunto de gráficas llamadas “curvas características”, en las que se representan sus distintos valores de corriente y voltaje según sean las condiciones de polarización en que se encuentren.

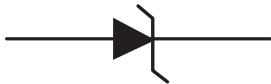
Los diodos rectificadores operan en la zona de polarización directa, y nunca se polarizan en la zona de ruptura (valor de voltaje de polarización inversa, en donde el diodo comienza a conducir de manera descontrolada). Esto es porque podrían sufrir daños en su interior.

Por su parte, el diodo zener está diseñado para trabajar en la zona de ruptura; es decir, presenta una resistencia muy elevada en polarización inversa hasta un determinado valor de la tensión. En este punto comienza el efecto avalan-

cha, y la resistencia cae bruscamente a valores muy bajos. Mientras que la corriente crece muy rápido, la tensión entre los extremos del diodo permanece casi constante.

Los diodos zener se utilizan en circuitos reguladores de voltaje, los cuales mantienen el voltaje de salida constante sin importar el consumo de corriente en la carga o las variaciones de la línea de alimentación comercial. En la figura 1 se muestra su símbolo.

Símbolo electrónico del diodo Zener



Diodo



Figura 1

## Ruptura del zener

El dopado que se aplica en las regiones P y N del diodo es muy fuerte, y produce un dispositivo con un gran campo eléctrico interconectado, en el interior de su región de agotamiento.

Bajo condiciones de polarización positiva, el comportamiento físico del zener es idéntico al de un diodo rectificador. Sin embargo, bajo condiciones de polarización inversa, el gran campo interconstruido del zener se incrementa aún más por el voltaje aplicado en éste. Cuando el voltaje de polarización inversa llega al punto de ruptura, el campo eléctrico en la región de agotamiento se hace tan grande que los electrones de los enlaces son arrancados de los átomos estacionarios. En algunos diodos, los electrones son arrancados de sus átomos originales por la intensidad del campo eléctrico. A este proceso se le conoce con el nombre de "ruptura zener".

En otro tipo de diodos, los electrones son liberados cuando los átomos originales sufren colisiones con los electrones libres que se han acelerado a causa del campo eléctrico. A este proceso se le conoce como "ruptura en avalancha".

En cualquiera de los dos casos presentados, el proceso de ruptura genera un suministro de portadores que pueden soportar un flujo de corriente en dirección inversa.

Si la disipación de energía en el zener no excede algún valor máximo permitido (que se determina por el tamaño, forma y capacidad de disipación de calor del propio diodo), el proceso de ruptura inversa no dañará la estructura física del dispositivo; la razón es que en este tipo de elementos, tal hecho representa un procedimiento común.

La ruptura desde un punto de vista del circuito, es parecida a la conducción de corriente en dirección de polarización directa.

La principal diferencia entre el estado de polarización directa y el estado de ruptura inversa del zener, es la rapidez con que ocurre la transición a esta última.

## Curvas características

Considerando que los diodos zener se construyen a partir de un diodo rectificador convencional variando el nivel de dopado en el material semiconductor, el fabricante puede obtener diodos con tensiones de ruptura que van desde 2 hasta 200 voltios. Además, estos diodos pueden funcionar en cualquiera de las tres zonas de su curva característica: directa, inversa y de ruptura (figura 2).

En la zona de polarización directa el diodo comienza a conducir a los 0.7 voltios, tal como sucede con los diodos rectificadores convencionales. En la zona de polarización inversa (es decir, entre los 0 voltios y el punto de ruptura), circula una pequeña corriente inversa. En la gráfica del diodo zener, a partir del punto de ruptura, la corriente que atraviesa al dispositivo aumenta rápidamente a pequeñas variaciones de voltaje. Dicho de otra manera, podemos señalar que el voltaje se mantiene constante en un cierto rango de corriente en el punto de ruptura  $V_z$ . En las hojas técnicas de datos, que proporcionan los fabricantes de diodos, encontraremos indicado el valor de  $V_z$  para un valor específico de corriente  $I_{zt}$ .

### Curva característica para el diodo zener

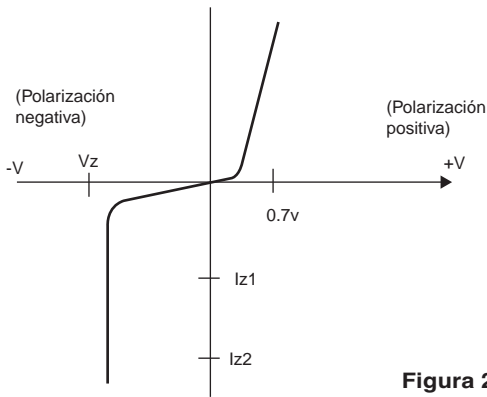


Figura 2

### Resistencia zener

Al igual que sucede con algunos otros elementos semiconductores, este diodo presenta una cierta resistencia interna en las zonas P y N. Cuando circula corriente eléctrica por el diodo, se produce una caída de tensión en sus terminales y además aparece el voltaje de ruptura  $V_z$ . Esto significa que si un diodo zener está operando en el voltaje de ruptura  $V_z$ , a un aumento en la corriente corresponderá sólo un pequeño aumento en la caída de tensión (de apenas unas cuantas décimas de voltio). Es muy importante considerar esta característica para el diseño de circuitos.

### Una aplicación práctica

El diodo zener recibe el nombre de “diodo regulador”, dada su característica de mantener el voltaje constante entre sus terminales, incluso

cuando la corriente del circuito varía. En condiciones normales, para su operación se polariza en forma inversa.

El voltaje de salida de la fuente de alimentación que se utiliza debe ser mayor que la tensión de ruptura  $V_z$ . Esto es necesario, puesto que se emplea una resistencia  $R_s$  en serie con el diodo; por lo tanto, entre estos dos elementos se divide el voltaje de la fuente.

Si la resistencia no es colocada y tomando en cuenta que cumple la importante función de limitar la corriente para el valor máximo permitido por el diodo, éste se quemaría irremediablemente por la disipación excesiva de potencia.

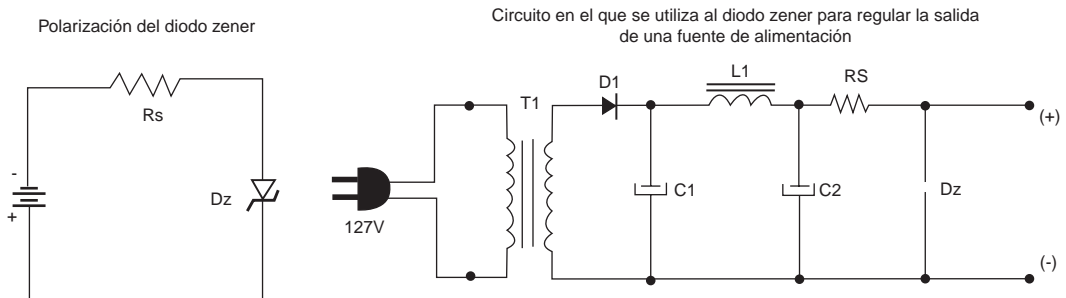
En la figura 3, vemos un circuito en el que se indica la forma de colocar el diodo zener en la salida de una fuente de alimentación. Podemos constatar que se encuentra colocado en serie con la resistencia  $R_s$ . El voltaje en ésta es igual a la diferencia entre el voltaje de salida de la fuente y la caída de tensión a través del diodo; por eso es que la corriente que circula a través de la resistencia se puede calcular mediante la fórmula  $I_s = (V_s - V_z) / R_s$ .

El valor de la corriente que atraviesa la resistencia en este circuito, es igual al valor de la corriente que circula por el diodo.

Para representar más fielmente al diodo zener, habría que considerarlo como una fuente de voltaje y una resistencia en serie. En tal caso, la fuente de voltaje equivaldría a  $V_z$  y la resistencia a  $R_z$ .

Lo que acaba de describirse es un circuito típico para la regulación de voltaje en una fuente de alimentación, siempre y cuando éste sea mayor que el voltaje de salida.

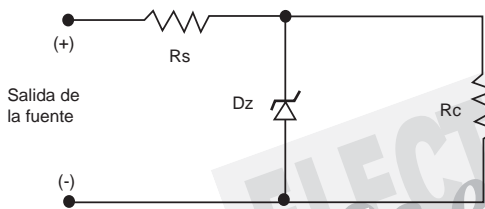
Figura 3



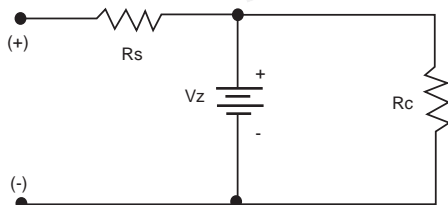
Se le conoce como “regulador de voltaje zener”, o simplemente “regulador zener”; un nombre más apropiado sería el de “estabilizador zener”, reservando el de “regulador” para aplicaciones de mayor complejidad en las que se utilizan técnicas de realimentación.

En la figura 4 se muestra un diodo regulador zener conectado con una carga de salida. Ahí podemos observar también el circuito equivalente, en donde se emplea una batería. Mientras el diodo esté polarizado en la zona de ruptura,  $V_z$  mantendrá constante el voltaje de salida que se aplica a la carga (incluso cuando varíe el voltaje de entrada proveniente de la fuente o la resistencia de carga).

**Figura 4**  
Circuito zener con una carga de salida



Circuito equivalente en el que se utiliza una batería para producir  $V_z$



## Efectos de la temperatura

Cuando el diodo zener se conecta a un circuito, puede ser afectado por el aumento en la temperatura ambiente; como resultado, la tensión zener variará.

Normalmente, los fabricantes de diodos proporcionan hojas de datos en las que se indican los efectos de la temperatura sobre cada diodo

específico. Con este propósito, se especifica que el *coeficiente de temperatura* es el cambio porcentual por cada grado de variación de la temperatura.

Los diseñadores de circuitos necesitan calcular el cambio en la tensión zener para la temperatura ambiente más alta. Las personas dedicadas a la reparación de circuitos, deben considerar también el efecto de la temperatura sobre el diodo zener.

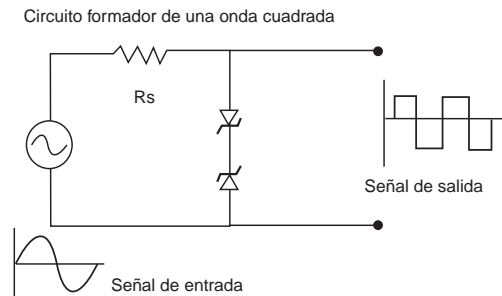
Para diodos zener con voltajes de ruptura menores a 5 voltios, el coeficiente de temperatura será negativo; para diodos zener con tensiones de ruptura mayores de 6 voltios, el coeficiente de temperatura será positivo. En el rango comprendido entre 5 y 6 voltios, el coeficiente de temperatura pasa de negativo a positivo; por eso es posible encontrar un punto de operación en el que el diodo zener tiene un coeficiente de temperatura igual a cero. Este dato es importante para aquellas aplicaciones en que se necesita un voltaje zener constante o para un rango amplio de temperaturas.

## Aplicaciones de los diodos zener

En la mayoría de las aplicaciones de circuitos electrónicos, los diodos zener se utilizan como elementos reguladores de voltaje; entonces, se mantienen polarizados dentro de la zona de ruptura zener.

Pero los diodos zener pueden utilizarse en muchas otras aplicaciones. Un ejemplo de ello lo tenemos en la figura 5. Vemos un circuito formado por dos diodos zener en configuración de

**Figura 5**



formadores de onda; se han conectado de forma encontrada, es decir, en polarización opuesta. En la entrada del circuito se ha colocado un generador que entrega una señal senoidal.

Durante el primer semiciclo positivo de la señal senoidal, el diodo de la parte de arriba conduce, en tanto que el diodo de la parte de abajo se encuentra en la zona de operación zener. En la salida se obtiene un medio ciclo positivo de forma cuadrada.

La intensidad de la señal recortada es igual al voltaje zener (diodos en zona de ruptura), más 0.7 voltios (del diodo en polarización directa).

En el semiciclo negativo, la operación se invierte: mientras que el diodo de la parte de abajo conduce, el diodo superior pasa al estado de la zona de operación zener. El efecto total es el de obtener en la salida una forma de onda casi cuadrada. Conforme se incrementa el valor de intensidad de la señal senoidal de entrada, más perfecta será la señal cuadrada de salida.

### **Características de los diodos zener comerciales**

Hasta este punto hemos tratado las características de los diodos zener de manera teórica, pero es importante tener en cuenta las características técnicas de los diodos comerciales, lo que permitirá realizar fácilmente la detección de fallas y la reparación.

En la elección de los diodos zener el primer parámetro que debemos considerar es el voltaje de zener  $V_z$ ; de manera comercial encontramos diodos para voltajes que van de 2.4 a 200 volts como valores típicos. Recordemos que el voltaje zener es el nivel de tensión que se mantendrá constante en los extremos del diodo.

El segundo parámetro que debemos considerar es la disipación de potencia, que indica la cantidad máxima de energía que el diodo puede disipar; en otras palabras, indica el valor máximo de corriente que puede conducir el diodo durante el proceso de regulación. A mayor cantidad de corriente eléctrica el diodo requiere de un encapsulado más grande, para poder disipar el calor que se genera debido a la mayor conducción de corriente eléctrica.

Entre los tipos de encapsulados típicos tenemos los que se indican en la figura 6. Observe que para potencias de + de watt los diodos se construyen en encapsulados de montaje superficial, y aunque dicho encapsulado tiene tres terminales sólo dos de ellas se utilizan. Esto le permite al fabricante utilizar el mismo encapsulado para diodos y transistores; simplemente se indica la diferencia con la matrícula impresa sobre el cuerpo del dispositivo.

Los encapsulados para los diodos de + a 5 watts, son del tipo cilíndrico para montaje en circuito impreso tipo *true-hole*. Finalmente, los diodos de 10 a 50 watts se construyen en encapsulados metálicos; el cátodo se encuentra conectado al cuerpo del dispositivo, y sólo cuenta con una terminal conectada al ánodo del diodo.

En la tabla 1 mostramos un listado de los diodos zener para voltaje zener de 2.4 a 6.8 volts, y para potencias de + a 50 watts.

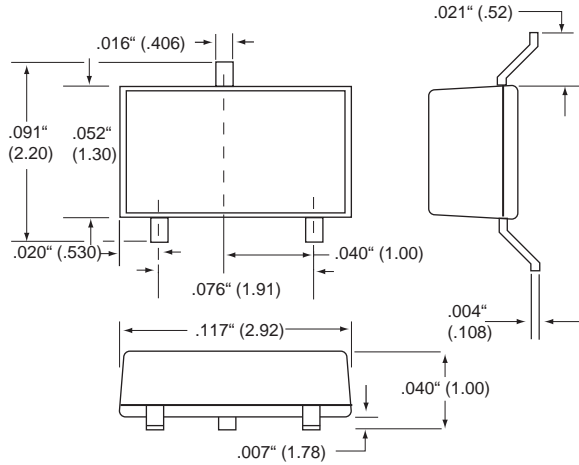
### **Comprobación de los diodos zener**

Cuando sospeche que está fallando un diodo zener que se encuentra interconectado en una tablilla de circuito impreso, primero debe comprobar que las resistencias limitadoras asociadas al diodo conserven su valor nominal indicado en el cuerpo del dispositivo. En caso de que no correspondan al valor adecuado, proceda a reemplazar dichas resistencias y continúe con el diagnóstico del diodo zener.

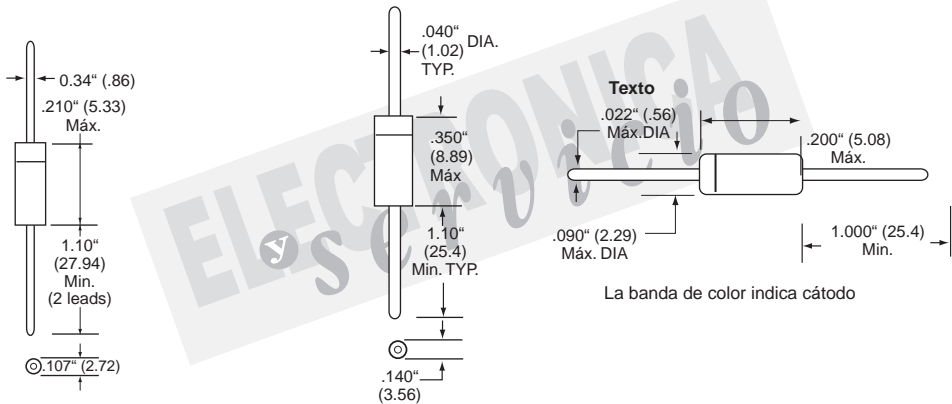
Si las resistencias se encuentran bien, entonces encienda el aparato y compruebe con el multímetro si el voltaje en los extremos del diodo corresponde al voltaje zener que se requiere en ese punto. En caso contrario reemplace el elemento.

Finalmente, si la falla persiste, entonces desconecte el aparato y desolde una de las terminales del diodo; enseguida, con el multímetro en la función de óhmetro en el rango más bajo, compruebe la conductividad del diodo en ambos sentidos: si conduce en un sentido y en el otro no, entonces se encuentra en buen estado; si conduce en ambos sentidos entonces se encuentra en corto; y si no conduce en ningún sentido, entonces está abierto internamente.

**Encapsulado de montaje superficial para diodos zener de 1/4 de watt y menos**

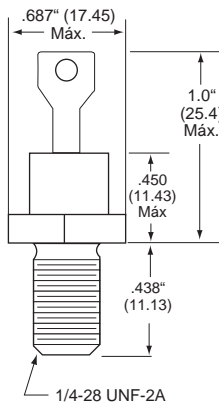
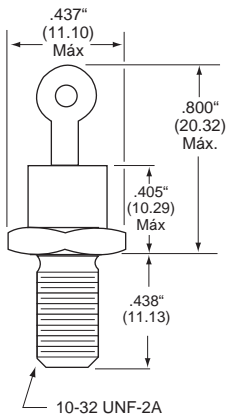


**Diodos de montaje en circuito impreso convencional**



La banda de color indica cátodo

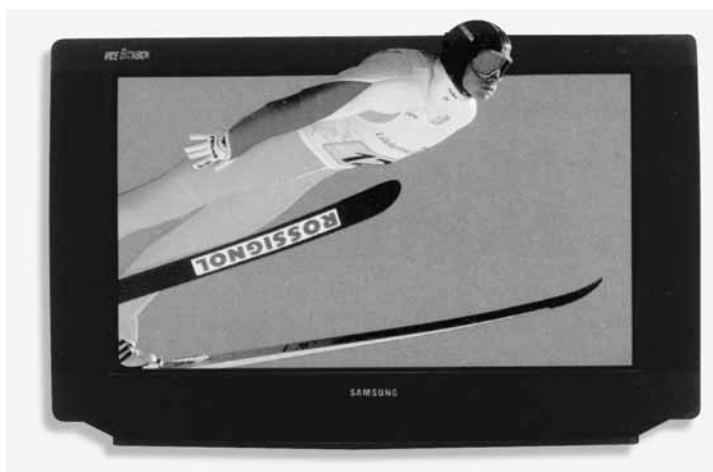
La banda de color indica cátodo



**Figura 6**

# LA TELEVISION DIGITAL (DTV)

*Carlos García Quiroz*

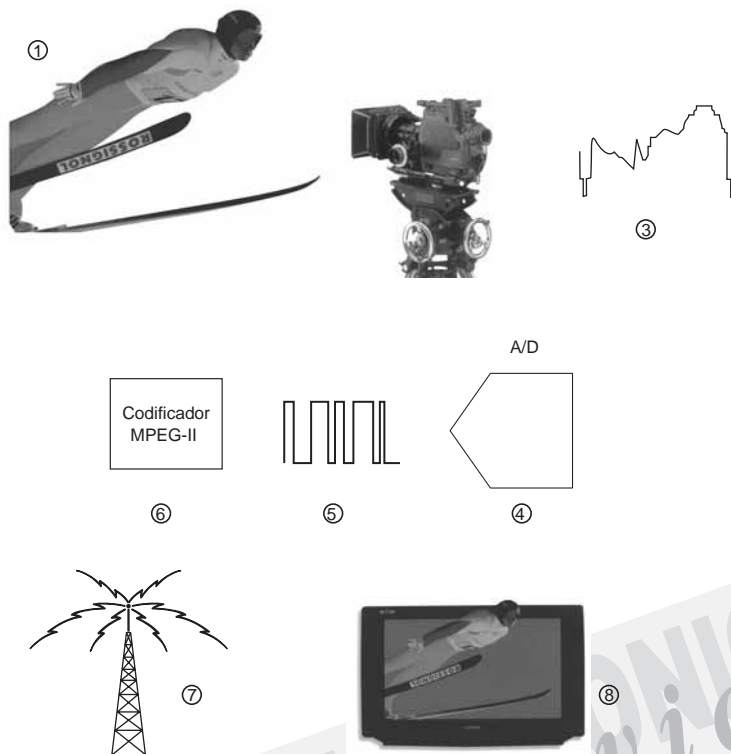


***En este artículo, haremos un recuento de las principales técnicas que se utilizan en los formatos de televisión digital que apenas se están implementando, una vez que los organismos regulatorios de Estados Unidos han aprobado las normas respectivas. Definitivamente, hay cambios sustanciales entre un formato analógico y uno digital, pues éste último incorpora el fruto de los avances en la tecnología de procesamiento de datos.***

## **¿Qué es la televisión digital?**

La televisión con tecnología digital se basa en la conversión de una señal de TV convencional (que es 100% analógica) en una secuencia de bits, cuyos estados (0,1) son las unidades mínimas de información con que trabajan todas las computadoras y los sistemas lógicos (figura 1).

Esta conversión tiene diversos aspectos que conviene tomar en cuenta, entre los que destaca el siguiente: desde que comenzaron a utilizarse las técnicas digitales, los investigadores advirtieron que una conversión directa de la señal de TV en formato digital requería un ancho de banda realmente prohibitivo, que implicaría la desaparición de una gran cantidad de canales



En forma resumida, podemos decir que la televisión digital comienza de manera idéntica a la televisión análoga: con una imagen ① tomada por una cámara de video ②, que convierte la información luminosa en señal de video análoga ③. Esta señal pasa por un convertidor A/D ④, de donde ya sale como información digital ⑤. Para evitar que en su transmisión utilice un ancho de banda excesivo, se comprime bajo el estándar MPEG-II ⑥, y finalmente se amplifica y se envía hacia la antena transmisora ⑦, para que sea recibida en los receptores de TV-digital hogareños ⑧, donde se invierte el proceso y se recupera la imagen original.

de TV o el uso de bandas de frecuencias que aún no hubieran sido explotadas (algo similar sucedió con el formato de alta definición de la NHK de Japón, el cual necesitaba de un ancho de banda excesivo, razón por la que nunca logró ningún éxito fuera de ese país, y en la actualidad ha sido completamente abandonado).

Debido a la gran cantidad de información que aparece en una imagen en movimiento, toda la secuencia de bits obtenida en la conversión de analógico a digital debe transformarse en una secuencia más pequeña; es decir, tiene que ser comprimida y codificada para que pueda transmitirse a los receptores, ya sea por vía terrestre, satélite, cable o incluso por microondas.

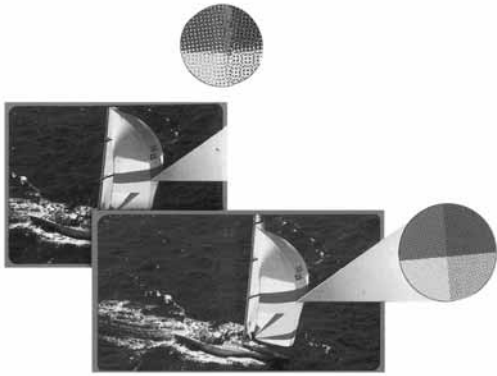
Veamos más de cerca cómo se hace esta transformación: la imagen digital es un conjunto de pequeños elementos unitarios, llamados "píxeles" o pels, ordenados en forma matricial y donde cada uno tiene un valor numérico que representa su intensidad luminosa y su color.

Para representar de forma digital una imagen, se necesita una cantidad muy grande de bits que describan la conformación de los casi 350,000 píxeles o elementos que componen la imagen (figura 2).

### Conversión analógico/digital

El primer paso que debe cumplir la televisión digital es la conversión de analógico a digital (A/D), ya que -como sabemos- la señal de imagen que se obtiene de las cámaras de video es analógica (los dispositivos captadores de luz CCD convierten la luz que les llega en un nivel de voltaje equivalente, lo que a final de cuentas se traduce en una señal analógica).

Este proceso consiste en convertir, bajo condiciones controladas, los voltajes analógicos en códigos binarios expresándolos en forma de un escalonado discreto (figura 3). Dicha conversión debe regirse por ciertas normas muy estrictas



Duplicando el número de líneas horizontales (de 625 a 1250), las imágenes televisivas adquieren una calidad casi fotográfica; pero esto requiere una cantidad de bits muy grandes.

para que haya un mínimo de pérdidas de información; a continuación mencionaremos algunas de las más importantes.

### Teorema de muestreo de Nyquist

Para conseguir una conversión A/D adecuada, la teoría de comunicación se ha apoyado en las matemáticas. Justamente, para determinar la frecuencia mínima con la cual se puede muestrear

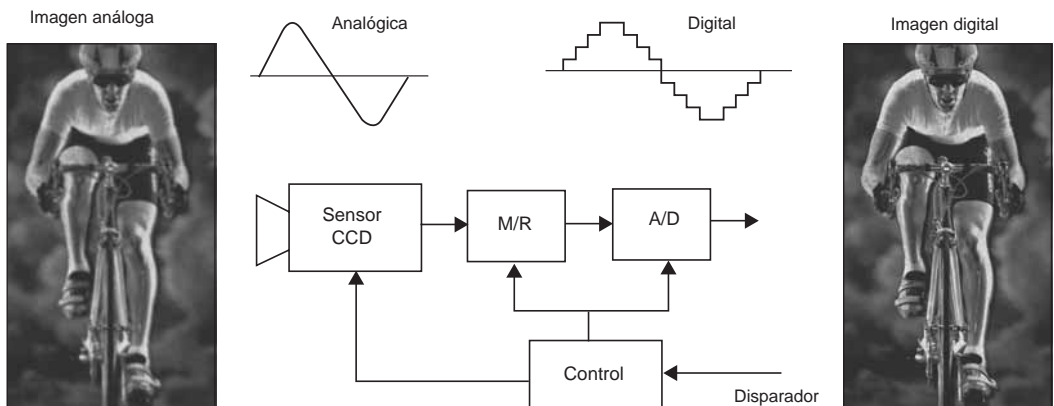
una señal análoga, sin que se lleguen a perder porciones importantes de señal durante el proceso de transformación, se utiliza el teorema de muestreo de Nyquist, que dice: "Si la frecuencia de muestreo ( $F_s$ ) es al menos el doble de la frecuencia más alta en la señal ( $F_{m\acute{a}x}$ ), se puede recuperar la señal original de los datos discretos." Esto significa que si, por ejemplo, queremos hacer un muestreo de una señal de audio que abarca desde 20 a 20,000 Hz, tendríamos que usar una frecuencia de muestreo mínima de 40 KHz.

De esta manera se limita el ancho de banda de los circuitos de procesamiento, dando así mismo una aproximación del ancho de banda requerido. En la práctica, los valores de muestreo de video digital están arriba del mínimo y son colocados en 2.5 veces la frecuencia más alta de la señal (en el caso del video, cuya frecuencia máxima en el formato NTSC llega hasta 4.25 MHz, la frecuencia de muestreo mínima sería de 9.5 MHz; y si es de más, mejor).

### Muestreo, cuantización y resolución

En el proceso de conversión de una señal analógica a digital, la amplitud de la primera es dividida en un cierto número de intervalos regu-

### Obtención de una imagen digital

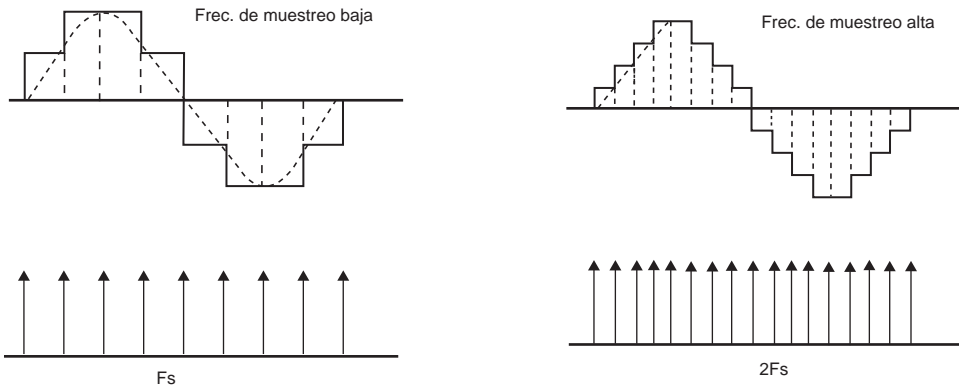


- Sensor CCD (dispositivo de carga acoplada): Captura la información de luz y la convierte en voltaje.
- Muestreo/Retención (M/R): Detiene el voltaje para que sea convertido.
- Convertidor A/D: Convierte el voltaje a código binario.
- Control: Sincroniza la operación durante el proceso.

Figura 3

Figura 4

Ondas seno con diferentes frecuencias de muestreo



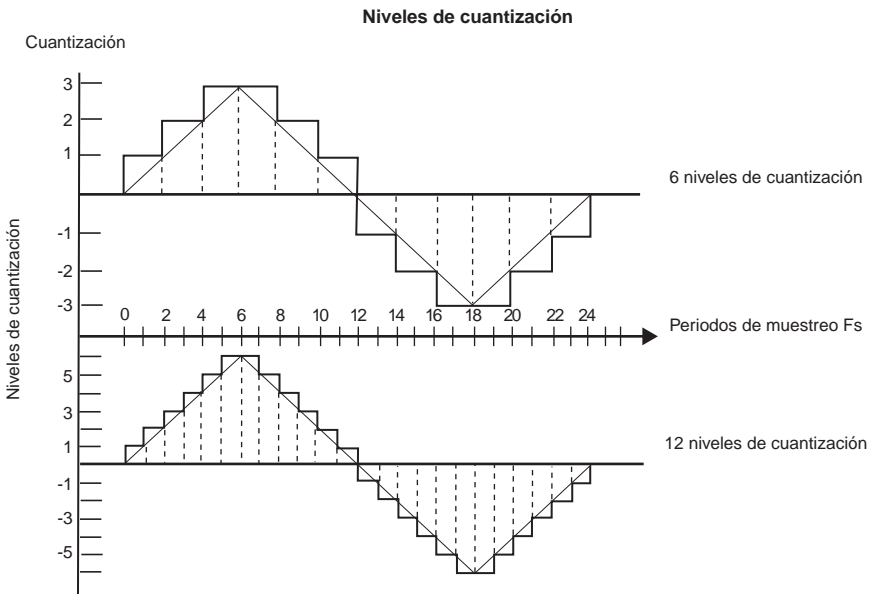
lares (que son los únicos valores que podrá tomar la señal en su formato digital), obteniéndose un valor numérico equivalente. En cada periodo de muestra, cuya duración depende del número de muestras tomadas o de la frecuencia de muestreo (*Sampling Frequency*), se “captura” un valor numérico equivalente al valor análogo de la señal original.

En la figura 4 se muestran dos aproximaciones de una onda seno, pero con dos frecuencias

de muestreo distintas: el valor de la alta frecuencia es el doble del valor de la baja frecuencia. Obviamente, puesto que los valores de muestreo más altos dan la mejor aproximación, se proporciona una mejor resolución.

En la figura 5 observamos dos ondas análogas tipo triángulo con periodos de muestreo idénticos. La diferencia entre ambos es que los niveles de conversión válidos del segundo caso duplican en número a los del primero (lo que

Figura 5



significa que en el segundo caso la señal analógica se ha dividido en intervalos la mitad de pequeños que en el caso 1).

Combinando ambos fenómenos, podemos decir que la resolución de un proceso de conversión de analógico a digital está estrechamente relacionado con el número de muestras por segundo y la cantidad de intervalos utilizados para representar el voltaje analógico original; y en ambos aspectos, mientras más elevado sea el valor, mejor se representará la señal original.

### Codificación A/D

Después de que la señal analógica es muestreada y se han obtenido una serie de valores numéricos de su amplitud en los puntos de muestreo, este valor numérico deberá convertirse en un número binario, para su posterior manejo por medio de circuitos lógicos (lo que significa por ejemplo que un valor de 23 unidades se representará como 10111).

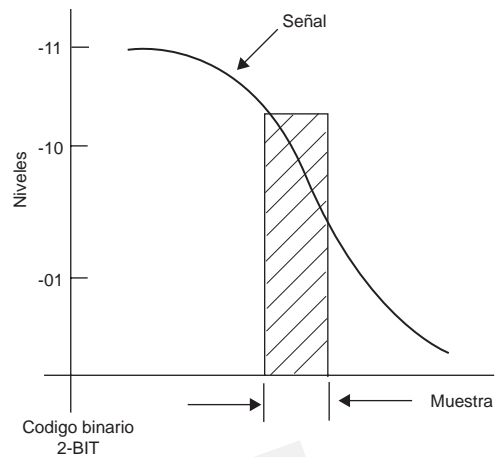
El número de bits usado en este código binario se relaciona exponencialmente con el número de niveles de cuantización utilizados. El proceso de asignación de un código binario a cada nivel de cuantización es llamado "codificación".

Un código N-BIT utilizaría N bits, con lo cual se tendrían  $2^N$  niveles de voltaje distintos. En tanto, un código de 4 bits permitiría  $2^4$  ó 16 niveles, y un código de 8 bits sirve para representar  $2^8$  ó 256 niveles. Un sistema completo de codificación binaria, cuenta con un método de medición de una muestra analógica contra los niveles de referencia; además, produce el código binario apropiado para el nivel de una cuantización particular (figura 6).

### Recomendaciones CCIR-601

Debido al predominio de la televisión como medio de entretenimiento en nuestros días, y para tratar de estandarizar los formatos (evitando zonas en las que existen dos o más sistemas de televisión simultáneamente, como en Europa y algunas regiones de Sudamérica), se han diseñado reglas mundiales que permitan la conversión a formato digital de cualquier señal de video, no importa que el original venga en formato NTSC, PAL, SECAM, etc.

Código binario de una muestra escogida, el cual será 10



Específicamente, la norma CCIR-601 fija los formatos de imagen, parámetros y procedimientos para la representación digital de señales de video analógico, y está basada en la idea de tener una frecuencia de muestreo común para las normas de exploración de 625/50 (formatos PAL y SECAM) y 525/59.94 (formato NTSC). Esto se refiere al número de líneas horizontales y a la frecuencia de barrido vertical de los sistemas europeo y americano, respectivamente. La intención de esta unificación es que cuando se instaure la televisión digital, por fin se eliminen las zonas geográficas que usan distintas normas de TV, estableciendo un estándar mundial.

Para describir la familia de frecuencias de muestreo, fue introducida una anotación especial; en ésta, la frecuencia de 3.375 MHz es utilizada como unidad de medición.

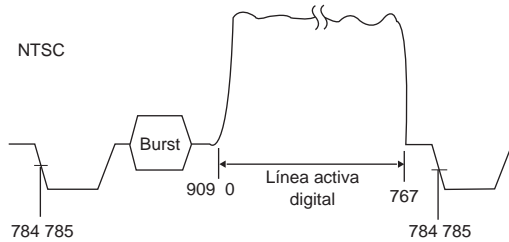
El video digital compuesto utiliza una frecuencia de muestreo que es de cuatro veces la frecuencia de la subportadora (4 Fsc), lo que significa que su valor es de 14.32 MHz en NTSC, y esto facilita la estabilización de la fase de las muestras con respecto al *Burst* de color y la separación Y/C (figura 7).

Las señales por componentes son muestreadas de diferente manera que la señal compuesta, ya que -como se dijo antes- la frecuen-

**Figura 7**

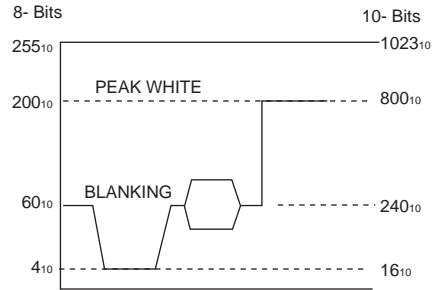
**Número de muestras de NTSC digital.**

Observe los parámetros de la señal NTSC muestreada a 4 Fsc, y que corresponden a la norma SMPTE 244M.



**Niveles de cuantización de 8 y 10 bits para NTSC.**

Observe cómo la señal NTSC analógica se adapta a los niveles de cuantización de 8 y 10 bits.



La base de muestreo es de alrededor de 3.375 MHz; de ahí que la frecuencia empleada para muestrear la señal de luminancia (4Fs), sea de 13.5 MHz (figura 8).

En sistemas por componentes, las señales de diferencia de color tienen menos ancho de banda (por lo general menos de la mitad de la señal de luminancia); o sea que se puede muestrear

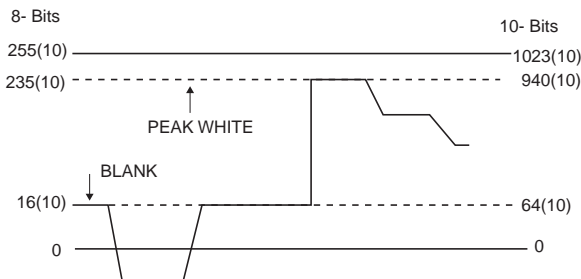
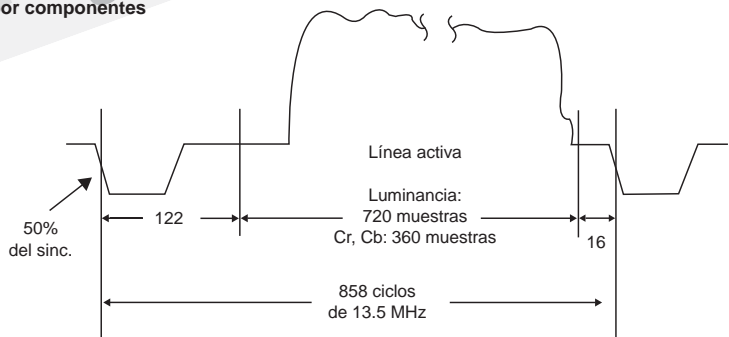
con la mitad de la frecuencia (6.75 MHz); así, el 4 representa 13.5 MHz, y el 2 representa 6.75 MHz.

En el ámbito de la difusión televisiva, la mayoría de los equipos profesionales utilizan el muestreo 4: 2: 2 (figura 9).

A pesar de dicha estandarización, aún existe un problema muy serio cuando tratamos de

**Señal por componentes**

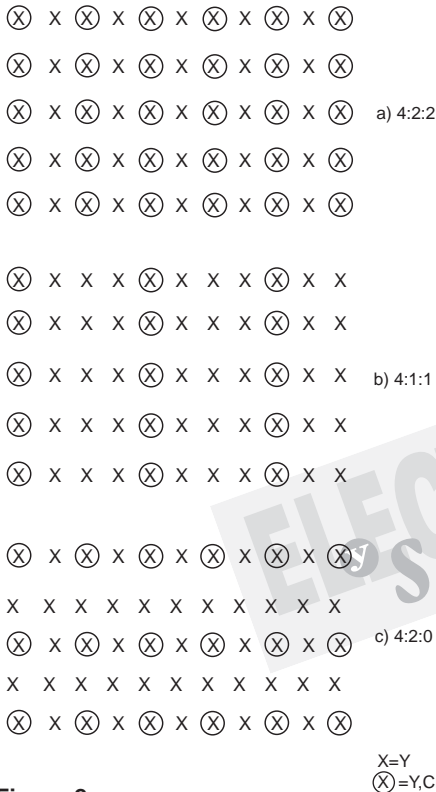
Relación A/D de una línea de video en componentes con una frecuencia de muestreo de 13.5 MHz.



Observe cómo la señal por componentes digital se adapta a los niveles de cuantización de 8 y 10 bits. La información de sincronía desaparece de la parte baja de la escala porque sólo se utiliza con línea activa.

**Figura 8**

- a) Formato 4:2:2 en dos dimensiones. Sólo la unidad de luminancia Y está representada en cada pixel; horizontalmente las señales de diferencia de color CR, Cb sólo se especifican cada dos pixeles.
- b) Formato 4:1:1. Corta el ancho de la banda de color horizontalmente; las diferencias de color están representadas horizontalmente cada cuatro pixeles.
- c) Formato 4:2:0 Combina el espacio horizontal; el espacio horizontal de las diferencias de color es el mismo que en el vertical.



**Figura 9**

transmitir estas imágenes digitalizadas directamente, ya que el ancho de banda requerido excedería con mucho el autorizado por los organismos internacionales de regulación del espectro electromagnético; por tal razón, a la digitalización se le añade un proceso de compresión de datos, el cual se explicará brevemente a continuación.

### Compresión digital

Actualmente, la compresión digital se ha convertido en un término familiar para quien está

relacionado con el medio televisivo o para quien trabaje cotidianamente con computadoras. Literalmente, comprimir significa “reducir el tamaño, volumen, concentración o densidad de un objeto”.

La compresión digital permite que varias señales de video de alta calidad sean llevadas en un espacio de frecuencia que ocupa un solo canal analógico, con lo que se reducen significativamente los costos de transmisión –sobre todo en los servicios de cable y satélite.

### Reducción de datos

Si consideramos que la compresión de video reduce la transferencia de datos, puede deducirse que se elimina información repetida o innecesaria en cuadros de imagen consecutivos. Las imágenes de TV contienen redundancia temporal y espacial; esto es, que gran cantidad de información visual en la pantalla permanece sin cambio. Pongamos un ejemplo muy claro: en los noticiarios tradicionales, el escenario detrás del comentarista por lo general permanece invariable, mientras que el único objeto en movimiento suele ser esta misma persona y en ocasiones los insertos de video que apoyan la nota que se esté comentando. En estos casos, se podría perfectamente enviar una sola vez la información del escenario, y de ahí en adelante tan sólo enviar aquellas porciones de imagen que efectivamente estén en movimiento, con lo que se puede reducir de forma muy considerable la cantidad de información transmitida. Vea en la figura 10 otro ejemplo de la compresión de datos.

Entonces, en el dominio del tiempo, el objetivo es transmitir sólo los aspectos de la imagen que cambian. Por eso los cuadros de video son subdivididos en bloques y se codifican en dos etapas:

- 1) En la primera, se identifican los componentes de imagen que permanecen fijos por un lado, y por el otro aquellos que tienen movimiento; y en éstos se localiza una dirección de desplazamiento que relacione el contenido de cada bloque con el contenido de las imágenes anteriores o posteriores. O, lo que es lo mismo, con base en el movimiento del objeto

La base de la compresión de video en el formato MPEG, consiste en no enviar la información redundante; por ejemplo, en esta escena, un auto pasa frente a una serie de edificios; al comprimirse la señal el fondo de la escena se envía una sola vez, y sólo se va actualizando la porción en movimiento (el auto). Con este método se logran razones de hasta 40 a 1, esto es, una información que antes necesitaba 40 unidades transmitidas ahora puede manejarse sólo con una.

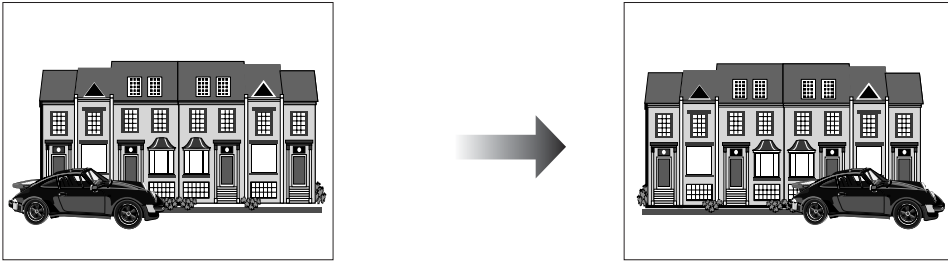


Figura 10

en los cuadros anteriores se hace una “predicción” de hacia dónde se desplazará en cuadros futuros.

- 2) En la segunda etapa, se calcula si hay alguna diferencia entre el bloque de imagen actual y el pronosticado. Solamente las direcciones de desplazamiento y las diferencias entre los bloques son transmitidas hacia el descodificador, el cual invierte todo el proceso.

### Tipos de compresión

Con todo lo anterior, podemos encontrar que básicamente existen dos tipos de compresión, dependiendo de la fidelidad con que se transmiten los datos de la imagen original:

- 1) Sin pérdida de datos: Son aquellas compresiones en las que el proceso no introduce distorsión y la información se recupera íntegramente.

Ventaja: No hay error de reconstrucción.

Desventaja: No se logran altas tasas de compresión.

- 2) Con pérdida de datos: El proceso introduce distorsión, aunque ésta resulta casi imperceptible; entonces la señal reconstruida será una aproximación a la original, puesto que los datos se operan con una compresión fija y están moldeados conforme a los sentidos humanos -por lo que son más prácticos para transmisión y grabación- (figura 11).

Esquema de compresión con pérdidas

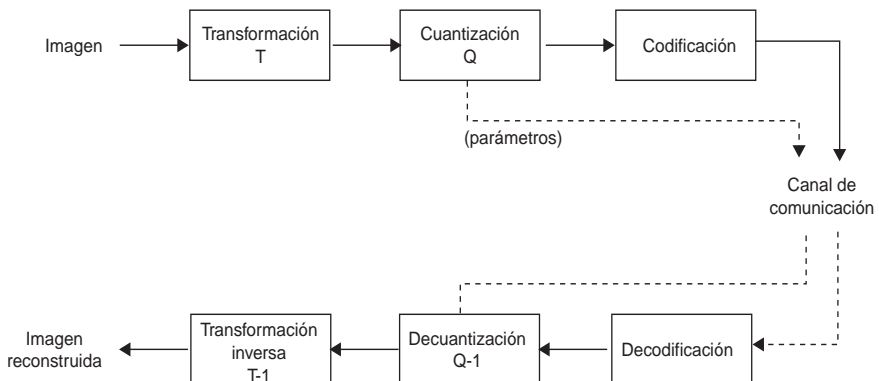
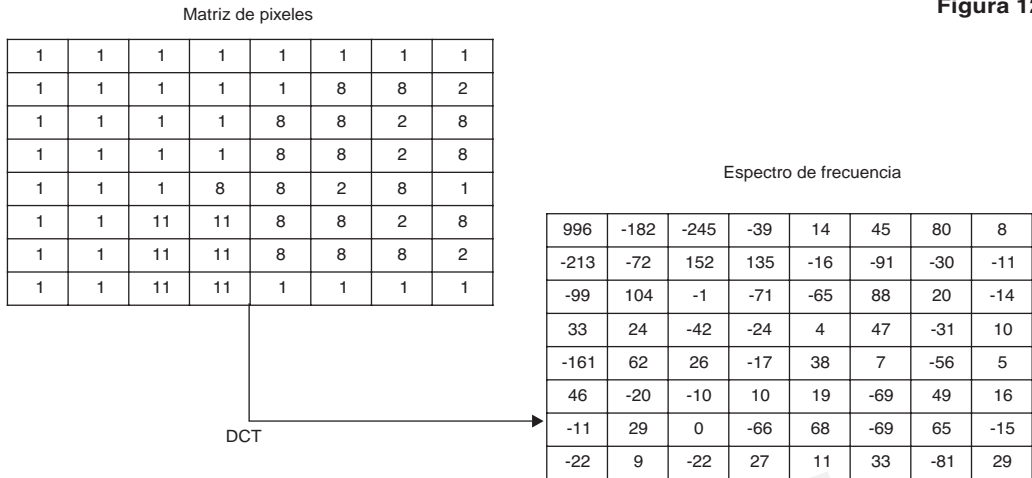


Figura 11

## Transformación de coseno discreta (DCT)

En un fragmento de imagen

Figura 12



Ventaja: Las tasas de compresión que se logran son altas.

Desventaja: La distorsión puede llegar a ser considerable.

## Transformación

Por medio de un cambio en el formato de la señal se busca eliminar redundancia entre pixeles, logrando así la compresión de las imágenes. Convencionalmente se emplea la transformación de coseno discreta (DCT).

### Transformación de coseno discreta (DCT)

Está basada en la teoría de la transformación de Fourier, según la cual cualquier forma de onda de CA puede ser analizada en su frecuencia fundamental más baja y sus componentes armónicos.

La señal de video original es digitalizada y dividida en pequeños bloques de "n x n" pixeles; típicamente, de 8 x 8 ó 16 x 16 (figura 12).

Al tratarse de una transformación espacio-frecuencia, obtenemos un espectro de frecuencia para un determinado conjunto de datos.

DCT analiza los bloques aún más pequeños, y produce, en vez de una señal que varía en el tiempo, una señal en el dominio de la frecuen-

cia en forma de coeficientes. Estos son cuantificados para eliminar la información menos importante, de tal manera que sea invisible al ojo. Si se pudiera interpretar para ser analizada en forma visual, la DCT se observaría como en la figura 13.

### Interpretación de la DCT

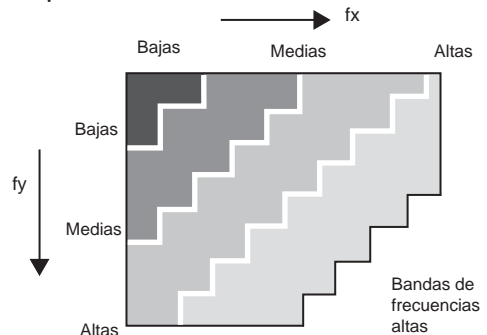
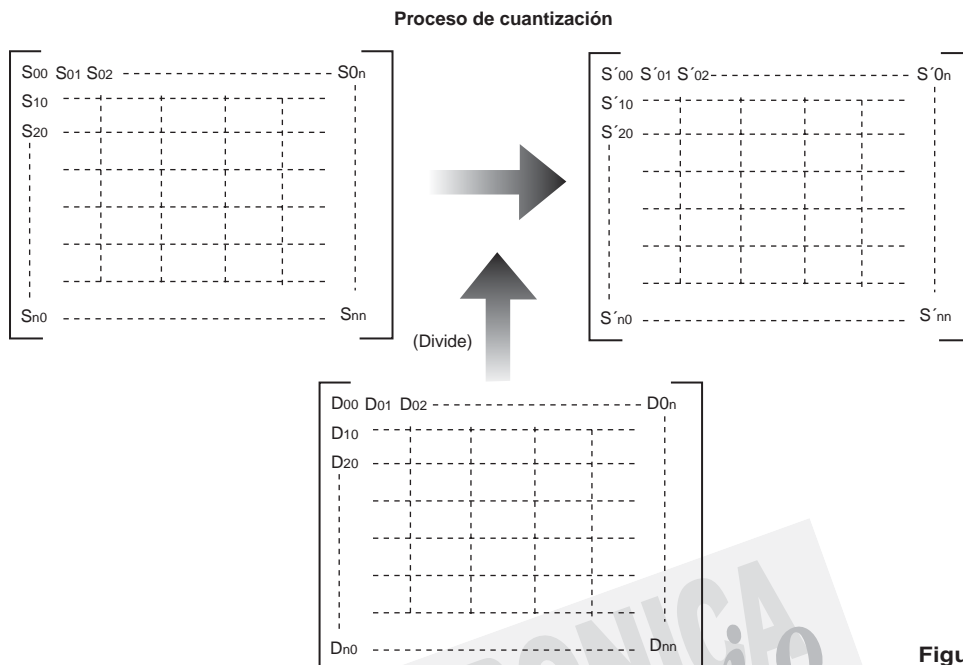


Figura 13

### Cuantización

Una vez transformada la señal, el cuantificador se encarga de descartar (selectivamente) los componentes cuya contribución sea desprecia-



**Figura 14**

ble. Por eso es que los coeficientes originales DCT son divididos con base en una tabla de cuantización fija. El valor pequeño es aplicado a  $D_{00}$ , y los más grandes son aplicados a  $D_{0n}$  y  $D_{n0}$  en la tabla de cuantización. Esto significa que la división está hecha con valores pequeños de coeficientes DCT para bajas frecuencias, y con valores grandes para altas frecuencias (figura 14).

### **Codificación**

La función de un codificador es minimizar la cantidad de bits necesarios para representar la salida del cuantizador (Eliminación de la Redundancia de Código). Esto puede lograrse variando la longitud del código en cada *pel*, en función de su estadística de aparición en una imagen dada.

### **Método de codificación Huffman**

En este método, dependiendo de la probabilidad de aparición de cada uno de los valores de salida del cuantizador, se asignan códigos de longitud más corta a valores frecuentes y códigos de longitud más larga a valores menos frecuentes.

### **Compresiones de audio**

En comparación con el video, para el audio se han logrado mejores resultados al comprimir las señales (figura 15). Pero para esto ha sido necesario utilizar el sistema de descomposición en sub-bandas, el cual, a través de un banco de filtro, divide la banda de interés en  $N$  partes iguales (normalmente 32) para tratarlas por separado.

Otro sistema que también se utiliza es la Codificación Perceptual, en la que se determinan los valores de los umbrales de enmascaramiento para ajustar los cuantizadores y discriminar la información no audible. Esto significa que cuando un sonido muy suave aparezca de forma simultánea con uno fuerte, como el oído humano normalmente no aprecia el débil, no hay por qué perder ancho de banda transmitiéndolo.

### **Normas internacionales de televisión digital**

Una norma internacional es una serie de regulaciones necesarias para uniformar el uso y ex-



**Tabla 1**

Perfil \ Nivel	Nivel bajo arriba de 352 x 388 píxeles (4MB máx.)	Nivel medio arriba de 720 x 576 píxeles (15MB máx.)	Nivel alto 1440 arriba de 720 x 576 píxeles ( 60MB máx.)	Nivel alto arriba de 1920 x 1152 píxeles (80 MB máx.)
Simple				
Medio		M.P.M.L.		
S.N.R escalable				
Espacial escalable				
Alto				

El formato de video 4:2:0 se utiliza en la mayor parte de la jerarquía de MPEG, donde las diferencias de color son submuestreadas verticalmente. Para propósitos de radiodifusión, es ampliamente reconocido que el formato 4:2:2 es el que se utiliza.

**MPEG-1**

Diseño enfocado en imágenes progresivas; describe estándares para una baja velocidad de bits codificados (hasta 1.5 Mbps), con una resolución máxima de 352 x 288 píxeles y con un audio comprimido de hasta 192 Kbps para estéreo.

Se emplea principalmente para video en CD-ROM. En radiodifusión, su uso es muy limitado, y está siendo eliminado también en aplicaciones computacionales.

**MPEG-2**

A medida que evoluciona la tecnología, se conciben nuevas posibilidades de aplicación.

El MPEG-2 fue creado con el propósito de ofrecer un marco para el procesamiento en tiempo real, tanto en la codificación como en la descodificación.

Originalmente, MPEG-2 está orientado a aplicaciones en tiempo real, como televisión digital, videoconferencia, captura de video, etc.

Como característica principal, dispone de un modo básico compatible con el MPEG-1, además de diferentes perfiles y niveles de codificación para una mayor variedad de aplicaciones. Cuenta también con la posibilidad de codificar múltiples fuentes de video en una misma escena.

MPEG-2 ha sido diseñado para cubrir un amplio rango de requerimientos, desde calidad VHS

hasta televisión de alta definición (a través de algoritmos -perfiles- y resolución de imágenes -niveles), con velocidades de transferencia de datos de entre 2 y 10 Mbps.

La codificación del video es compleja, especialmente cuando se requiere mantener, en una forma simple y a bajo costo, la descodificación en el extremo receptor.

MPEG-2 puede ofrecer mejor calidad de imagen en radios de compresión altos, pero con complejidad en la descodificación (figura 16).

Entre las características más importantes de MPEG, están el concepto de codificación bidireccional (que se basa en la predicción y compensación de movimiento) y las imágenes P, (que son descodificadas utilizando la imagen anterior como base, son desplazadas por vectores de movimiento, y son corregidas con datos de diferencia).

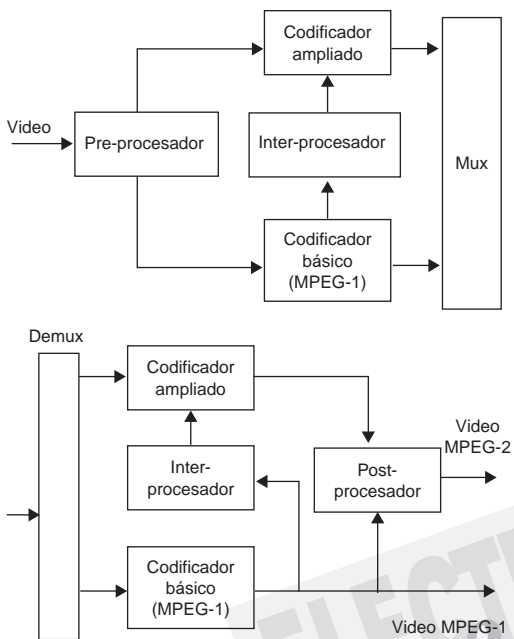
La figura 17 muestra un ejemplo de una imagen secuencial utilizada en MPEG. La secuencia empieza con una imagen I como referencia. Las imágenes posteriores hasta la siguiente imagen I, son llamadas "grupo de imágenes" (GOP). Dentro de este grupo se consideran como:

- I: Codificados Intra-Cuadro.
- P: Predichos (se predice tomando como referencia a otros I o P).
- B: Predichos bidireccionalmente (se predice tomando a los I o P anteriores y posteriores).

El codificador cambia de modo de predicción, conforme construye la secuencia. Se insertan cuadros "I" en cada determinado intervalo, para corregir desviaciones en la predicción y compen-

**Figura 16**

Diagrama de codificador y decodificador del MPEG-2. El procesador, inter-procesador y codificador ampliado se encargan de codificar el video para ubicarlo en alguna de las nuevas combinaciones de nivel / perfil aceptadas.



- 1) El descodificador debe indicar el perfil, el nivel y el tamaño de la imagen.
- 2) La secuencia de los cuadros I, P y B debe especificarse de manera que el descodificador sepa cómo interpretar y reordenar los datos de la imagen transmitida.
- 3) El tiempo al cual va la imagen referida, se indica enviando una forma de código de tiempo.
- 4) Los datos admiten tres tipos de imagen para ser descodificados.

### Transmisión de TV progresiva y entrelazada

El nuevo sistema de DTV en los Estados Unidos, es un significativo avance tecnológico con relación a la televisión estándar en NTSC.

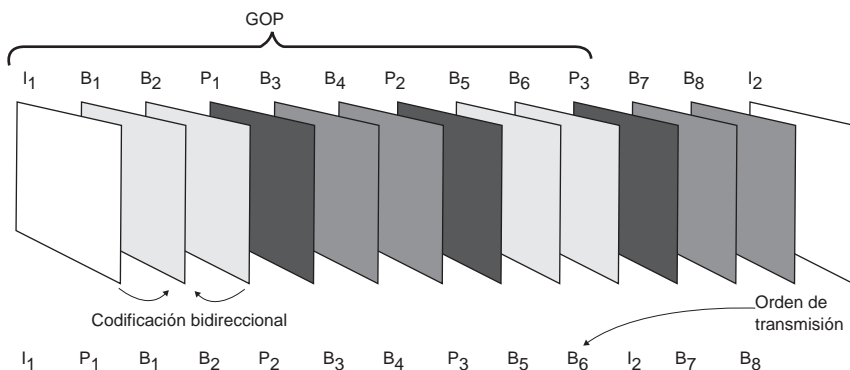
La norma en DTV utiliza la compresión digital y la modulación 8VSB, que proporcionan imágenes de alta calidad, audio con calidad CD y la provisión para transmisiones de datos. Esta innovación permite difundir video en múltiples formatos, lo que proporciona una gran flexibilidad para las teledifusiones.

La mayoría de estaciones elegirán 1080 líneas entrelazadas o 720 líneas progresivas como su principal formato de producción. Solamente por el número, se pensaría que el formato de 1080 I (entrelazado) proporciona la mejor resolución; sin embargo, el formato de 720 P (progresivo) en realidad es comparable, en resolución vertical, con el 1080.

Los formatos de 1080 x 1920 progresivo proporcionan la más alta resolución espacial, pero

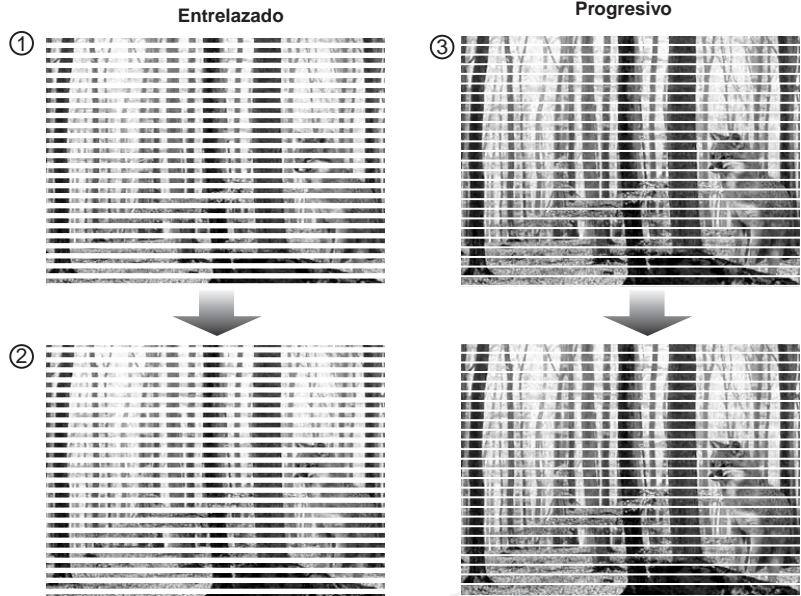
sación de movimientos, así como cambios en la luminancia.

El resultado de aplicar una compresión MPEG a una señal de video, es un número de diferentes tipos de datos:



**Figura 17**

Figura 18



Cuando las líneas impares son exploradas ①, las porciones de la imagen que caen en las líneas pares no son mostradas; de manera inversa sucede en la subsecuente exploración; líneas pares ② da como resultado que el ojo detecte un parpadeo. En exploración progresiva ③ todas las líneas son exploradas en cada instante, así que no existe el parpadeo interlinea.

con una baja resolución temporal. Por esta razón, los diferentes formatos serán elegidos para diferentes tipos de programación.

Ahora bien, la exploración entrelazada da lugar a un parpadeo (*flicker*) interlineal, cuando líneas muy finas de una escena caen en líneas de exploración individuales (figura 18).

### Formatos múltiples

La existencia de diferentes formatos, se debe a que las aplicaciones en televisión tienen distintos requerimientos y a que los propios formatos permiten un trueque específico para cada tipo de programa.

Cinco de los seis formatos de ATSC (Comité de Sistemas de Televisión Avanzada) y HDTV (Televisión de Alta Definición) son progresivos; por lo tanto, de la transmisión inicial, la mayor parte de programación digital de TV será en exploración progresiva. Este escenario nos conduce a un futuro en el que los diferentes estándares van a coexistir y compartir receptores. A esto obedece el hecho de que las grandes cadenas televisivas ya hayan realizado su elección.

Si bien es evidente que las imágenes de 720 P son superiores a las de 480 P, y que 1080 I tiene sus ventajas, el principal problema seguirá sien-

do el costo. Pero lo que sí es una realidad, es que el gobierno de los Estados Unidos, a través de la FCC, ha asegurado que dentro de unos años los 1600 teledifusores que existen, gastarán cientos de millones de dólares en equipo para poder transmitir televisión digital. La penalización para el que no cumpla, será la pérdida de su licencia para efectuar transmisiones.

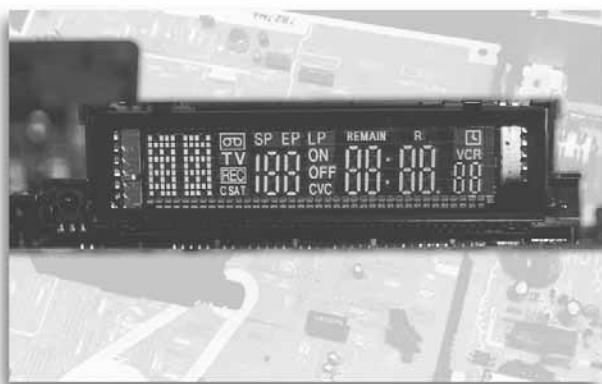
### Comentarios finales

Al romper con la rigidez de la televisión analógica, que sólo permite transmitir una señal de televisión por canal asignado, los teledifusores tendrán la opción de reconfigurar su canal digital en función de sus oportunidades de negocio tradicionales; en otras palabras, podrán ofrecer uno o más programas de televisión simultáneos, de resolución alta o estándar.

Y si tomamos en cuenta que el público cambió sin problemas la televisión en blanco y negro por la televisión en color, que dejó de usar los discos negros de acetato y aceptó los discos compactos, y que de videocintas está cambiando para adquirir discos ópticos DVD, queda claro que la tecnología de la DTV no tardará en ser igualmente adoptada.

# SISTEMAS DIGITALES EN AUDIO Y VIDEO

## Tercera y última parte



Alvaro Vázquez Almazán

***En esta última parte del artículo, vamos a estudiar cómo se realizan algunos efectos digitales en videograbadoras. Y aunque no han tenido entre el público el recibimiento que los fabricantes esperaban, en la actualidad muchos modelos de estas máquinas incorporan la tecnología digital como parte de sus circuitos principales***

### Introducción

Si bien algunos de los efectos digitales con que cuentan las videograbadoras ya son algo normal para el usuario, en este artículo explicaremos el funcionamiento de los circuitos que ejecutan los más comunes. De esta manera, el técnico en servicio electrónico tendrá bases suficientes para realizar la reparación de estos equipos.

### Despliegue de datos en pantalla

En la mayoría de modelos de videograbadoras modernas, el despliegue de datos en pantalla es parte de sus prestaciones digitales (figura 1).

La razón que tuvieron los fabricantes de videograbadoras para incorporar el circuito de despliegue de datos en sus máquinas, fue que

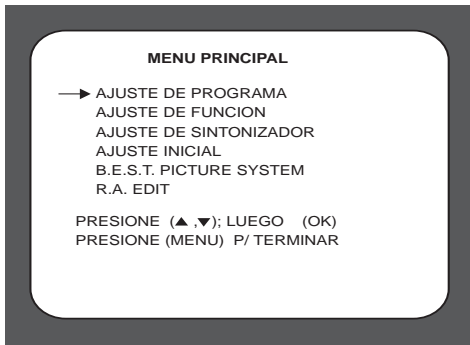


Figura 1

observaron que el tradicional *display* fluorescente no era capaz de mostrar al usuario la información suficiente sobre las prestaciones del equipo (figura 2). El espacio que debía ser ocupado por tan importantes datos, estaba asignado a la programación de grabaciones de diversos eventos televisivos; pero como esto podía hacerse con semanas, meses e incluso años de anticipación, a final de cuentas se provocaban ciertas confusiones que a veces se traducían en la pérdida de la programación ya grabada.

El circuito encargado del despliegue de datos en pantalla (OSD por sus siglas en inglés) se mantiene en estrecha comunicación con el microcontrolador, a fin de enviar a la señal de video una serie de pulsos codificados que forman en la pantalla del televisor un carácter o símbolo programado previamente en una memoria interna (figura 3).

Naturalmente, para que el OSD sepa exactamente en qué punto de la pantalla debe posicionar los letreros, tiene que recibir información sobre los pulsos de sincronía horizontal y los pulsos de sincronía vertical de la señal de video que se esté procesando.

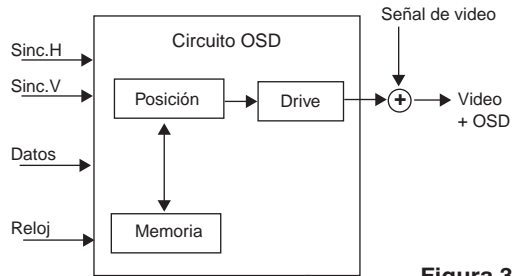


Figura 3

### Auto-tracking

Cuando el control de *tracking* se encuentra fuera de su posición correcta, la imagen reproducida comienza a mostrar “ruido”. Esto se debe a que el control fija la posición relativa de las cabezas de video sobre las pistas (*tracks*) de información grabadas en la cinta; puesto que éstas son muy pequeñas (apenas mayores de 30 micras), cualquier variación -por mínima que sea- acarrea una pérdida en la calidad del video reproducido. De ahí que los diseñadores hayan decidido incluir un circuito que, de manera automática, ajuste la posición del control de

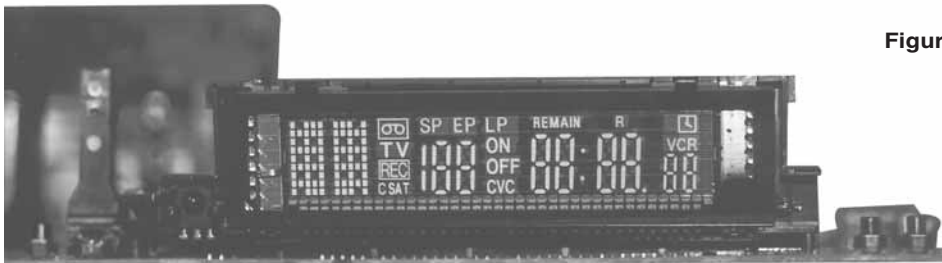
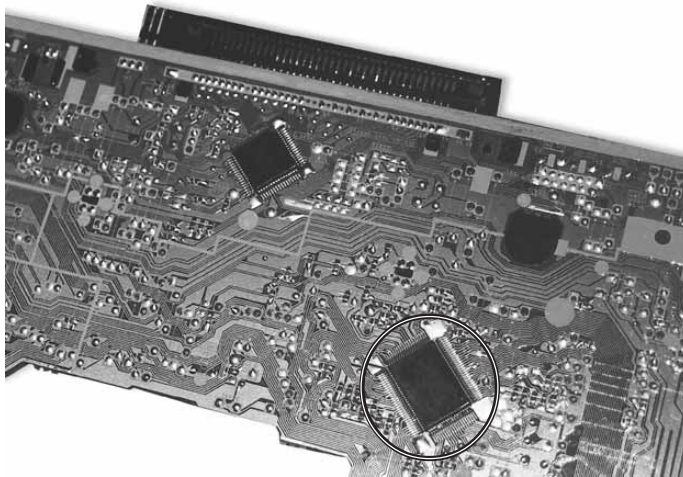


Figura 2

Figura 4



*tracking* cada vez que se inserte una cinta en la videograbadora; la ejecución del ajuste implica necesariamente que el control sea de tipo digital, ya que así es posible manejarlo mediante el microcontrolador (figura 4).

Tras darse la orden PLAY, el microcontrolador le indica al control de *tracking*, a través de un bus de datos (varias líneas que llevan y traen información digital), que se ubique en un extremo de su valor. Por la misma acción del microcontrolador, luego el control de tracking irá variando progresivamente -conforme avance la reproducción de la cinta en turno-, hasta llegar a su otro extremo. Mientras esto sucede, un circuito detector de nivel verifica la amplitud de la señal de R.F. proveniente de las cabezas de vi-

deo, para identificar el punto en que se obtenga la máxima amplitud de la misma; una vez que "se le indica" al microcontrolador, éste ordena al control de *tracking* que se coloque en tal sitio (figura 5).

### Congelamiento de imagen

Para lograr este efecto, el microcontrolador primero debe recibir la orden de congelamiento dada por el usuario desde el panel frontal o el control remoto del aparato; acto seguido, esperará a que en la entrada de la señal de video aparezca un pulso de sincronía vertical; con el que indica a los circuitos correspondientes que almacenen en memoria las señales de

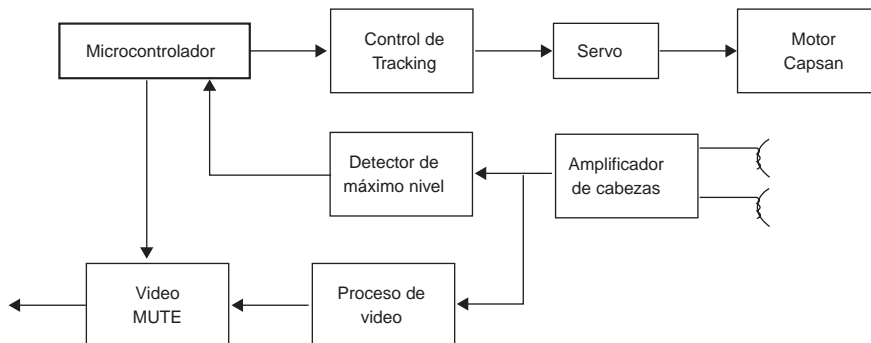


Figura 5

luminancia y de crominancia durante dos campos completos, para que finalmente se forme un cuadro completo.

La información almacenada en memoria correspondiente a un cuadro completo, es leída por el microcontrolador de manera recurrente hasta que el usuario seleccione otra orden; mientras

los datos guardados en memoria no cambien, tampoco la imagen en pantalla lo hará.

### Movimiento estroboscópico

Consiste en la aparición sucesiva de imágenes congeladas en pantalla, en intervalos de tiempo

Modos estroboscópicos

Figura 6

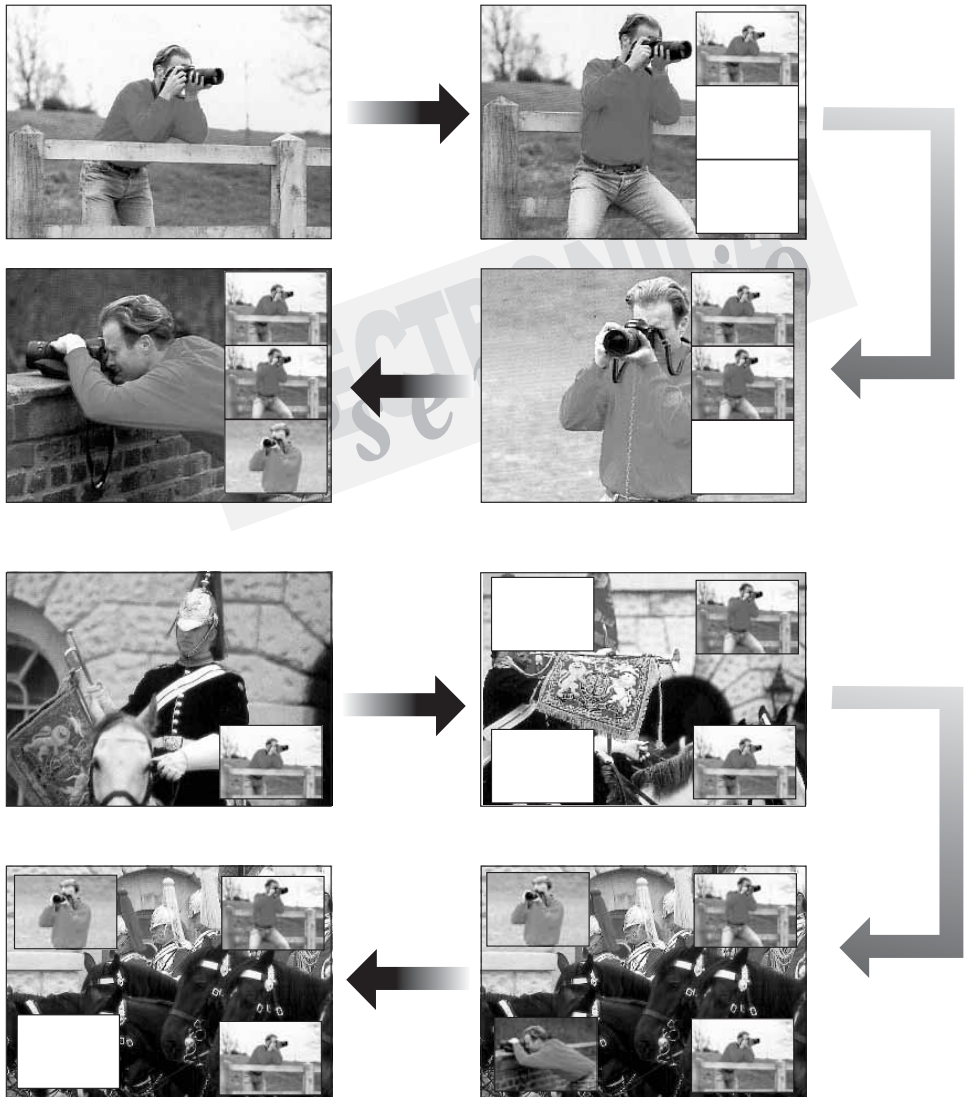


Figura 7



controlados por el usuario (figura 6). Para lograr esto, el circuito integrado digital trabaja en la misma forma que lo hace para el congelamiento de imagen; mas ahora la información almacenada en memoria se va renovando poco a poco.

### Sistema de autodiagnóstico de fallas

En fechas recientes, los fabricantes de aparatos electrónicos han empezado a incorporar en éstos un circuito electrónico que contiene un programa para verificar que la máquina esté en buenas condiciones durante el arranque; si existen anomalías, éstas se expedirán en forma de código a través del *display*. Consulte el artículo "Videograbadoras con Sistema de Autodiagnóstico de Fallas" en el número 3 de esta revista.

Gracias a la incorporación de estas tecnologías, el trabajo del técnico se ha vuelto más sencillo y rápido; y es que hoy basta con observar el código expedido en *display* y con buscar éste en la lista de códigos correspondiente, para saber cuál es el circuito que está fallando.

#### Sensores

Es indispensable que el sistema de control reciba información acerca del funcionamiento de la sección mecánica, para así enviar señales co-

rectoras que permitan la operación adecuada de la máquina. Si no recibe tal información, existe riesgo de que las cabezas de video sufran daños, que el casete se atore o que -peor aún- la máquina no encienda.

Con el propósito de evitar este problema, los fabricantes decidieron agregar una serie de sensores que "notifican" al sistema de control las condiciones de operación de cada parte del mecanismo. Entre estos sensores encontramos al interruptor rotatorio (llamado *encoder*), a los sensores de inicio y fin de cinta, al sensor de humedad, etc. (figura 7). Si estos componentes se encuentran sucios o fuera de su posición (especialmente el interruptor rotatorio), la máquina presentará mal funcionamiento.

#### Localización de fallas

El sencillo método que proponemos para localizar fallas en sistemas digitales de videograbadoras, también es aplicable en televisores a color provistos de esta misma tecnología. Vea la figura 8.

Si usted sigue al pie de la letra nuestras indicaciones, tendrá la certeza de localizar las fallas con un 80% o más de confiabilidad.

Diagrama de flujo para localización de fallas

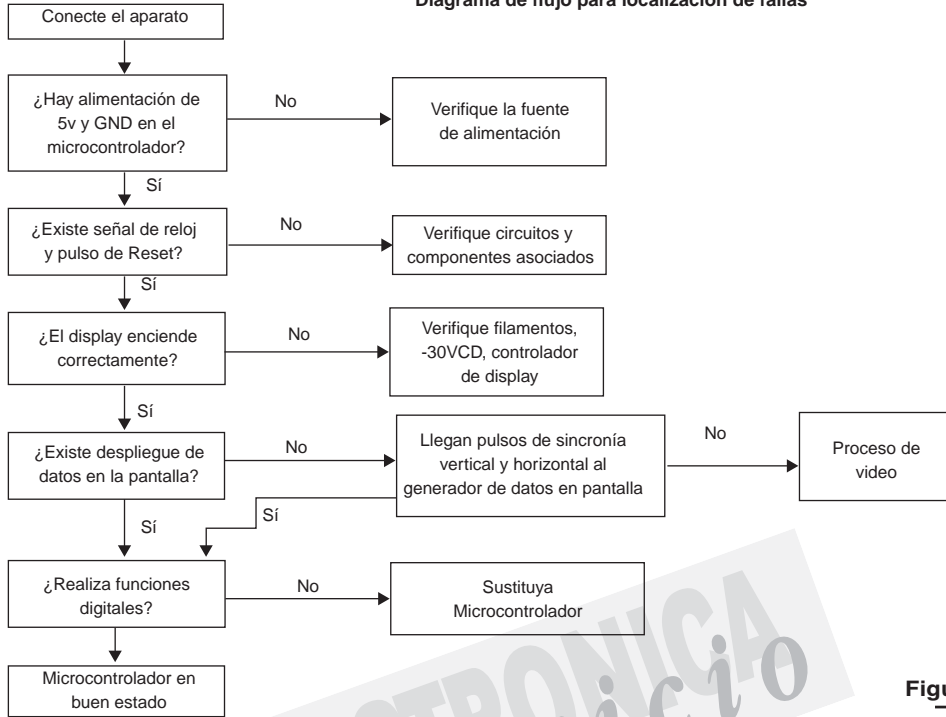


Figura 8

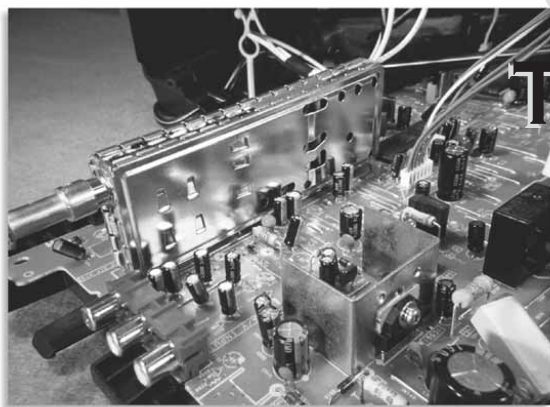
# MAGNETO CON

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

# SINTONIZADORES DE CANALES EN TELEVISORES MODERNOS



*Leopoldo Parra y J. Luis Orozco*

*En este artículo analizaremos en detalle un tema que si bien ya se ha abordado en otros números de esta revista, es preciso reafirmar dada la necesidad de información que existe entre estudiantes y técnicos en electrónica. El material está dividido en dos partes: teoría de operación de los sintonizadores, y análisis de los circuitos respectivos en los televisores RCA modelos CTC-175/176/177 y CTC-185.*

## **Primera parte TEORÍA DE OPERACION DE LOS SINTONIZADORES**

### **Sintonía por varactores**

Seguramente, usted tiene bien claro qué es la señal de video compuesto y cuál es la anatomía a bloques de un televisor moderno. Como usted sabe también, la primera etapa que se encuentra enseguida de la antena, es el *balun* o acoplador de impedancias y el sintonizador.

Respecto del sintonizador, podemos decir brevemente que su función es tomar la pequeña señal inducida a la antena y amplificarla, filtrarla y heterodinarla de tal forma que en su salida el canal deseado aparezca con una amplitud adecuada y con una frecuencia específica, conocida como FI.

Cabe señalar que en la historia de la televisión se han empleado básicamente dos sistemas de sintonía: en los inicios, el de interruptores, que poseía tantos resonadores como número de canales podía recibir el televisor; y más recientemente el de varactores, que aprovecha modernos dispositivos semiconductores para conseguir una sintonía más adecuada y sin partes móviles.

Sobre este último nos ocuparemos en el presente artículo, pues el otro ha caído en desuso.

A la sintonía por varactores también se le conoce como "sintonía electrónica", ya que sustituye por completo los conmutadores individuales de los sintonizadores de torreta por dispositivos semiconductores; estos últimos son alimentados por voltajes de control, los cuales, a su vez, son generados por circuitos digitales.

Con todo ello se eliminan las partes móviles y se confiere mayor vida y confiabilidad a esta etapa, además de que se pueden añadir prestaciones tales como el cambio de canal a través del control remoto y la eliminación de canales intermedios sin señal.

## La etapa de sintonía

Los primeros experimentos realizados sobre la reproducción a distancia de imágenes en movimiento, se realizaron en "circuito cerrado" mediante cables que llevaban la señal de un punto a otro. Naturalmente, para la época en la que nació la televisión, un sistema de este tipo resultaba sin duda poco funcional y de alcance muy limitado, además de costoso.

Por entonces, el radio había demostrado su extraordinaria flexibilidad para llegar hasta los rincones más apartados, propagándose rápidamente entre millones de radioescuchas. Ante este hecho, los dueños de las compañías pioneras de la televisión decidieron aprovechar también el espectro electromagnético para el envío y recepción de la señal de audio y video, siguiendo métodos similares a los empleados en las transmisiones radiales convencionales.

El hecho de emplear ondas de radio para transportar la señal de audio y video, obligó a los diseñadores y fabricantes de televisores a colocar elementos y circuitos especiales capaces de captar las pequeñísimas señales que reciben estos aparatos, amplificarlas hasta un nivel adecuado, realizar un proceso de heterodinación (mezcla de señales en que la de menor frecuencia se "monta" sobre la de mayor frecuencia, y de la que en el receptor final se elimina la frecuencia alta -portadora- y se recupera la señal original -moduladora) para elegir el canal que se desea observar en un momento dado y expedir una señal con los parámetros correctos para su manejo en las etapas subsecuentes; precisamente ésta es la labor que realiza el bloque de sintonía.

Ahora bien, el proceso para recuperar la señal original que va "montada" en la portadora, también requiere de un proceso de mezcla. Por ejemplo, supongamos que a algún receptor sólo llega la señal ya modulada (figura 1A) cuya información va a ser recuperada. Un paso obvio, conociendo las técnicas de heterodinación, se-

Figura 1

Si se recibe una señal ya modulada y se va a recuperar la información original, hay que mezclarla (heterodinarla) con una oscilación local de la misma frecuencia que la portadora, para que la resta de ambas proporcione la señal deseada.

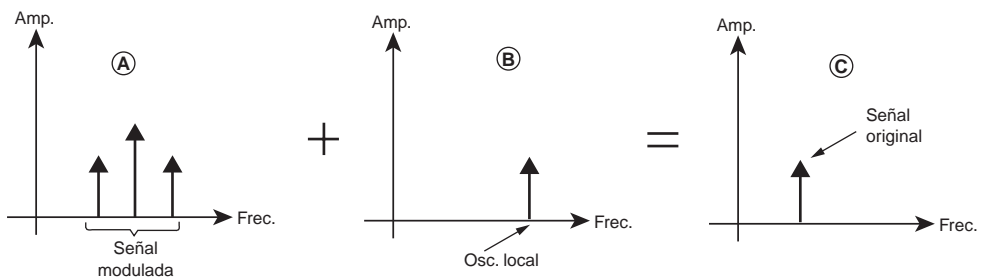


Diagrama a bloques del sintonizador (vea adjunto los procesos que se llevan a cabo en esta sección)

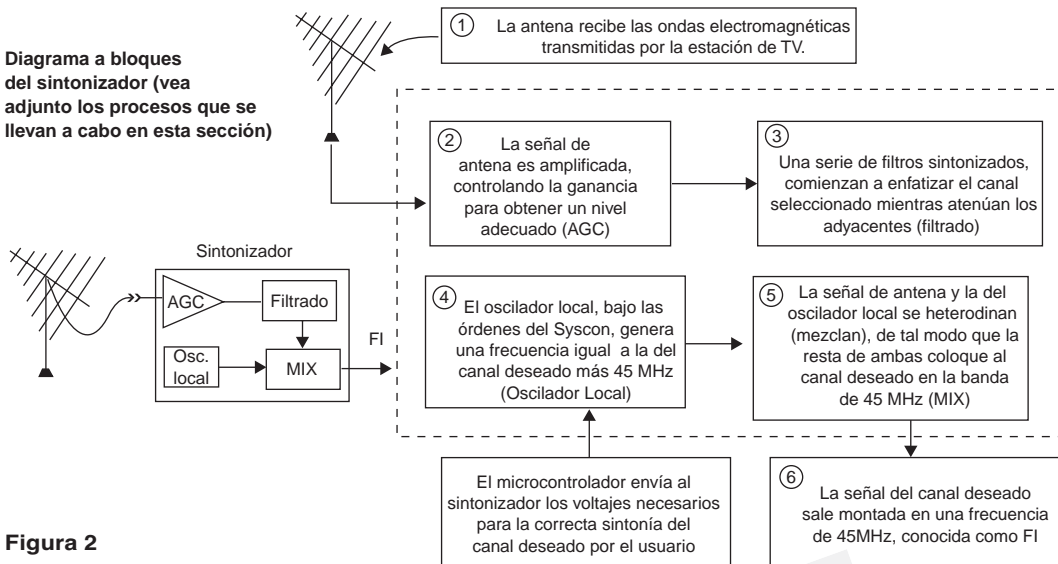


Figura 2

ría mezclar esta señal recibida con una oscilación local exactamente de la misma frecuencia de la portadora (figura 1B); esto daría como resultado que en la “banda base” apareciera la señal original (figura 1C). Pero esto requeriría una oscilación local extremadamente precisa y sin desviaciones, ya que cualquier variación, por pequeña que fuera, impediría recuperar la información original en su forma correcta.

Además, siguiendo este método aún no se ha eliminado de los canales la interferencia que pudiera haber en las cercanías de la frecuencia objeto de interés.

Por este motivo, tanto en radio como en televisión la recepción de señales radiales se ha dividido en dos etapas: una de sintonía, donde se reduce sustancialmente la frecuencia de la portadora hasta un valor perfectamente determinado, y otra etapa de “frecuencia intermedia”, en donde se deja pasar esta banda (rechazando todas las demás) y se recupera la información del canal de transmisión seleccionado.

### Estructura básica de un sintonizador

Podemos afirmar que un sintonizador de televisión es precisamente la etapa donde se capta la señal que proviene de la antena (que es muy

débil), se amplifica hasta tener un valor adecuado para su manejo posterior, se genera una oscilación local, y se toman para ser mezcladas ambas señales, hasta finalmente expedir (“montada” en una frecuencia claramente definida llamada “frecuencia intermedia”) la señal de TV del canal seleccionado.

Vea en la figura 2 un diagrama a bloques muy simplificado del interior de un sintonizador típico; analice cuidadosamente cada una de las etapas que ya mencionamos.

En sentido estricto, se puede decir que el proceso de sintonía comienza en la antena de re-

Figura 3



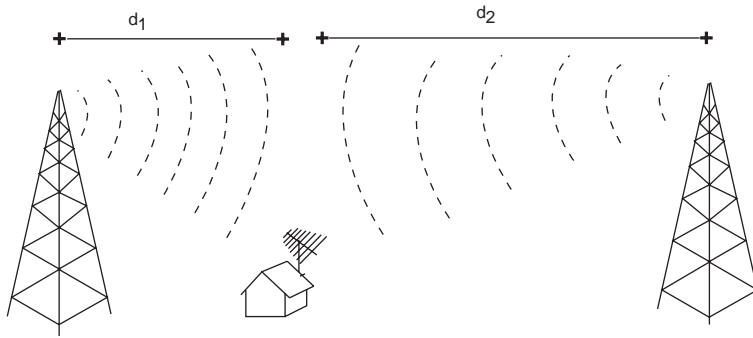


Figura 4

cepción; es justamente este elemento el que capta las ondas electromagnéticas presentes en el ambiente, y el que las canaliza hacia el aparato receptor en forma de señales eléctricas.

Si destapa un televisor y revisa el área exactamente atrás de la entrada de la antena, advertirá que este conector llega directamente hasta una caja metálica convenientemente aterrizada -en ocasiones encontramos al bloque intermedio llamado *balun*, cuya única función es el acoplamiento de impedancias entre la antena y el sintonizador. Dicha caja metálica es precisamente el sintonizador, el cual contiene todas las etapas que se explican a continuación (figura 3):

1) Los primeros circuitos que se incluyen en todo sintonizador, corresponden a un amplificador; éste toma la pequeñísima señal que proviene de la antena, y la convierte en una señal de alta frecuencia con la potencia que se requiere para poder ser manejada por los bloques posteriores.

Este amplificador no es fijo, sino que es de "ganancia controlada" (AGC); esto se debe a que dependiendo de distintos factores (por ejemplo, la distancia entre el punto receptor y el emisor, y la potencia con que sea trans-

mitida una estación en particular), es posible que a la antena lleguen señales muy fuertes o muy débiles (figura 4). Para evitar estos problemas, el amplificador de ganancia controlada mide la potencia de la señal que llega a su antena y varía el grado de amplificación, de modo que en ambos casos se tenga la mejor calidad de señal; así se garantiza una recepción correcta de múltiples canales y estaciones transmisoras.

- 2) Después del AGC, la señal atraviesa una serie de amplificadores y filtros cuyo objetivo es amplificar la banda correspondiente al canal seleccionado por el usuario, mientras comienza a atenuar los canales adyacentes (figura 5). Obviamente, para poder hacer esto con todos los canales posibles, es necesario que los filtros varíen sus condiciones de operación dependiendo del canal solicitado; para ello, tradicionalmente se utilizaba una gran cantidad de condensadores y bobinas que eran conmutadas físicamente por medio de la famosa "torreta giratoria", indispensable en televisores antiguos; pero en la actualidad esto se hace por métodos 100% electrónicos.
- 3) Como el oscilador local es el encargado de generar la señal con la que se mezclará la

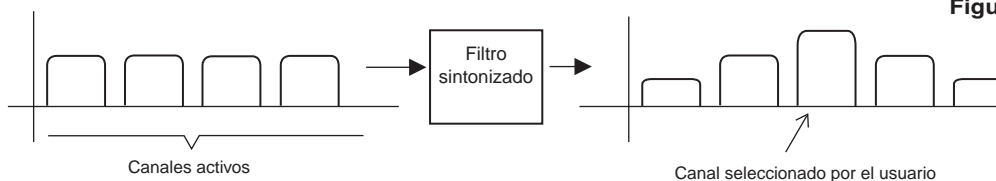


Figura 5

banda del canal elegido para obtener finalmente la frecuencia intermedia, debe ser capaz de cambiar su frecuencia para adaptarse a los cambios de canal (figura 6). Podemos calcular la frecuencia de la señal que produce, con sólo sumar 45 MHz a la frecuencia portadora del canal deseado; esto significa que para captar el canal 3, por ejemplo, el oscilador tendría que funcionar a 106.25 MHz; y para captar el canal 8, la frecuencia del oscilador tendría que ser de 226.25 MHz.

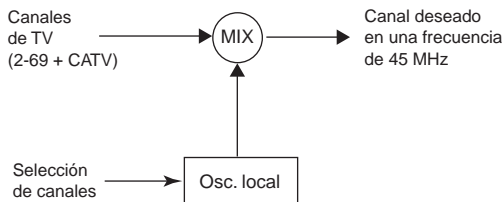


Figura 6

- 4) Finalmente encontramos el proceso de mezcla, en donde se heterodinan las señales provenientes tanto del AGC como del oscilador local; como resultado, la señal del canal deseado aparece en una banda de alrededor de 45MHz (conocida como "frecuencia intermedia"); a su vez, esta señal se envía hacia el siguiente bloque dentro de la estructura del televisor: la etapa de FI.

En resumen, este es el funcionamiento de una etapa sintonizadora típica en un televisor moderno. Veamos ahora cómo se logró eliminar el sintonizador de torreta giratoria por medio de un dispositivo especial llamado "diodo varactor".

### El diodo varactor

Un diodo varactor es un dispositivo semiconductor que, ante determinadas circunstancias, presenta un elevado nivel de capacitancia entre sus terminales (elevada en términos relativos, como veremos más adelante). Por eso es que puede ser utilizado en aplicaciones de alta frecuencia.

En la figura 7 puede ver distintos encapsulados comunes de varactores y su correspondiente símbolo.

Si recordamos el principio de operación de los diodos rectificadores simples, tenemos que la característica principal de un material semiconductor tipo P es que contiene un exceso de "huecos"; es decir, faltan electrones en la órbita de valencia de los átomos de silicio, debido a las impurezas de otros elementos que se han añadido (de ahí la letra P, de "positivo"); en el caso de un material tipo N, sucede la situación contraria: hay un exceso de electrones en la órbita de valencia en la estructura cristalina (lo que lo convierte en negativo).

Cuando una unión tipo P-N es polarizada en directa (voltaje positivo hacia el material P), se produce un intercambio de huecos y electrones entre los materiales P y N; si se polariza en inversa, los huecos y los electrones se concentran en el extremo del diodo. En la figura 8 vemos que en el segundo caso se tiene una concentración de cargas eléctricas con un material "aislante" entre ellas -que es precisamente la juntura.

En otras palabras, un diodo se comporta como un capacitor cuando se le aplica una polarización en inversa; y de esta forma se provoca la concentración de cargas en los extremos del dispositivo. No obstante, en los diodos comunes el efecto capacitivo es pequeño y por ello despreciable; pero si se eligen configuraciones especiales, es posible obtener capacitancias del orden de algunos picofaradios; si bien este nivel es despreciable para la mayoría de aplicaciones electrónicas comunes, resulta de valor adecuado en circuitos que trabajan a frecuencias ele-

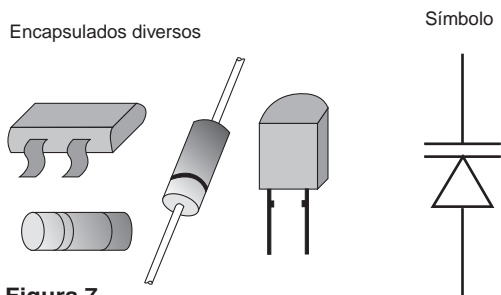
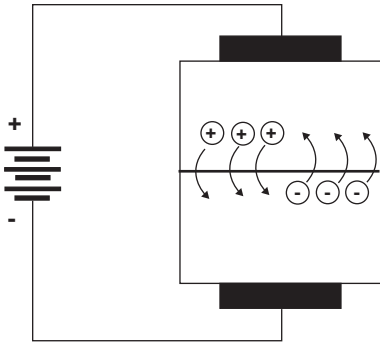


Figura 7

### Polarización directa de un diodo



### Polarización inversa de un diodo

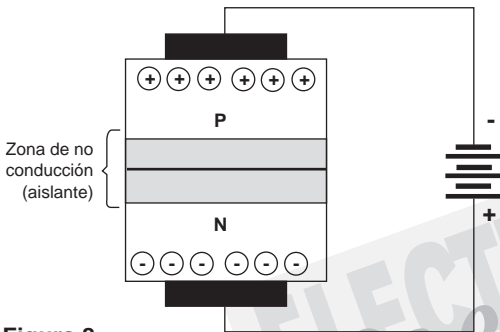


Figura 8

vadas de varios MHz (como los que se utilizan en la recepción de señales de TV). Estos diodos especiales que permiten capacitancias relativamente altas, son los varactores.

Lo que hace especial a los diodos varactores respecto de los condensadores comunes, es que dependiendo del valor del voltaje aplicado en inversa en las terminales del diodo, el dispositivo presenta mayor capacitancia, y viceversa. Y esta es justamente la propiedad que se aprovecha en la generación de distintas frecuencias que se utilizan en la sintonía.

Los varactores comenzaron a utilizarse en la etapa de sintonía de los televisores y videograbadoras, a finales de la década de los 70. Sin embargo, con el desarrollo de mejores dispositivos y osciladores más precisos, además de circuitos reductores de frecuencia y divisores, también se encontraron aplicaciones en los sintonizadores de radio AM y FM.

## Sintonía electrónica en televisores modernos

Debido a las grandes ventajas que presentan en comparación con el método tradicional, los sintonizadores con varactores han desplazado a los de torreta giratoria.

Incluso, desde su aparición a finales de la década de los 70, la sintonía electrónica ha revolucionado por completo los hábitos televisivos de la gente. Simplemente, considere que el *zapping* (el constante cambio de canales por medio del control remoto, en busca de algún programa) no sería posible sin la sintonía electrónica.

En un principio, para generar el voltaje inverso necesario en la sintonía, se empleaban potenciómetros individuales para cada canal e interruptores mecánicos en la selección de la estación. Pero este método seguía padeciendo el problema de los interruptores mecánicos, los cuales se ensuciaban o tenían falsos contactos; esto, naturalmente, se traducía en fallas en la captación de canales. Entonces los diseñadores buscaron la forma de generar el voltaje de sintonía por métodos totalmente electrónicos, llegando así a los sintonizadores PWM (*Pulse Width Modulation* o modulación por ancho de pulso), muy empleados en videograbadoras y televisores durante la década de los 80 (aunque en los televisores RCA y GE modernos se sigue utilizan en conjunto con el sistema de PLL).

El principio bajo el que trabajan estos sintonizadores es en realidad muy sencillo: un circuito de control digital proporciona a los varactores el voltaje inverso necesario para la correcta recuperación de la señal deseada; pero como dichos circuitos sólo pueden expedir niveles digitales ("alto" o "bajo"), para poder generar un voltaje digital fue necesario recurrir a una señal PWM.

El funcionamiento de esta señal es el siguiente. Supongamos que se tiene la necesidad de generar un voltaje analógico que puede variar entre 0 y 5 voltios, pero los circuitos sólo tienen capacidad para trabajar con dos niveles: un 0 equivalente a 0 voltios y un 1 equivalente a 5 voltios. ¿Cómo obtener los voltajes intermedios a partir de una lógica tan estricta? La respuesta es sorprendentemente sencilla.

¿Qué sucedería si en vez de expedir un simple nivel 0 ó un nivel 1 (lo que significaría un voltaje de 0 ó de 5 voltios continuos), se generara un tren de pulsos en el que pudiéramos manejar el ancho de los pulsos expedidos? (figura 9). Digamos, por ejemplo, que en un momento determinado se requiere un voltaje de exactamente 2.5 voltios; en tal caso, si se genera un tren de pulsos en el que la duración de un nivel alto es igual a la de un nivel bajo, se tiene que el valor promedio de la señal en un cierto periodo es exactamente igual a 2.5 voltios (figura 10). Expliquemos esto.

La fórmula para calcular el voltaje análogo equivalente se indica enseguida:

$$V_{prom} = V_{max} [T_{on} / (T_{on} + T_{off})]$$

Donde:

$V_{prom}$  = Voltaje promedio obtenido de la señal pulsante

$V_{max}$  = Voltaje máximo a la salida (equivale al nivel "1")

$T_{on}$  = Tiempo en que la señal permanece en alto durante un ciclo

$T_{off}$  = Tiempo en que la señal permanece en bajo durante un ciclo

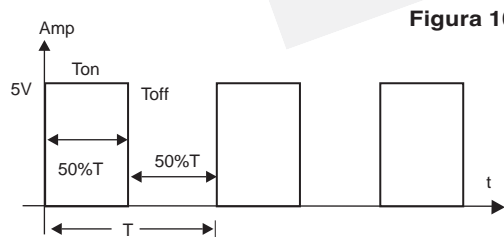


Figura 10

$$V_{prom} = \frac{T_{on}}{T_{on} + T_{off}} \times 5V = \frac{1/2T}{T} \times 5V = \frac{1}{2} \times 5V = 2.5V$$

Suponiendo que se requiriera un voltaje de 1.5 voltios, la señal resultante tendría una forma como la que se muestra en la figura 11; y el mismo cálculo podría efectuarse para un voltaje de, por ejemplo, 4 voltios.

Como podrá suponer, para un microcontrolador es muy sencillo calcular el ancho del pulso que se requiere en la generación de prácticamen-

Señal PWM

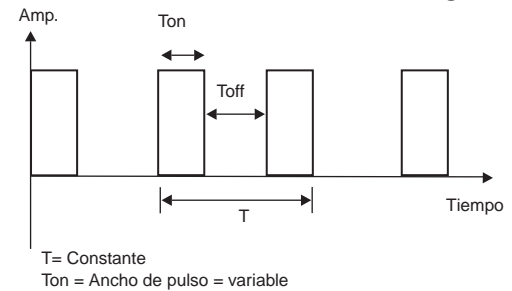


Figura 9

te cualquier voltaje, descartando por supuesto niveles superiores al de alimentación; sin embargo, es por ello que se incluye el transistor de conmutación (*switch*), el cual va conectado a un voltaje superior (generalmente por arriba de los 30 voltios en una magnitud mínima) y de cuyo colector se toma finalmente la señal pulsante que será filtrada para obtener el valor promedio que se aplicará a los cátodos de los varactores con los que se realiza el proceso de sintonía.

### Sintonizadores digitales

Actualmente, los sintonizadores tipo PWM están siendo sustituidos por sintonizadores digitales. Estos dispositivos se diferencian de los anteriores por lo siguiente: en lugar de que el microcontrolador genere una señal PWM, además de las señales correspondientes del cambio de banda, hay dos o tres líneas de comunicación con el sintonizador, de modo que el primero envía una serie de datos digitales al segundo, y es un pequeño microprocesador secundario dentro del bloque sintonizador el que traduce estas órdenes digitales y genera los voltajes y pulsos necesarios para la sintonía de un canal en particular. Sin embargo, el principio de operación de estos sintonizadores sigue siendo básicamente el mismo que los PWM convencionales, sólo que ahora algunas señales se producen dentro del bloque y no en su exterior.

### Sintonizadores PLL

Otro tipo de sintonizador que llegamos a encontrar de forma común en televisores y

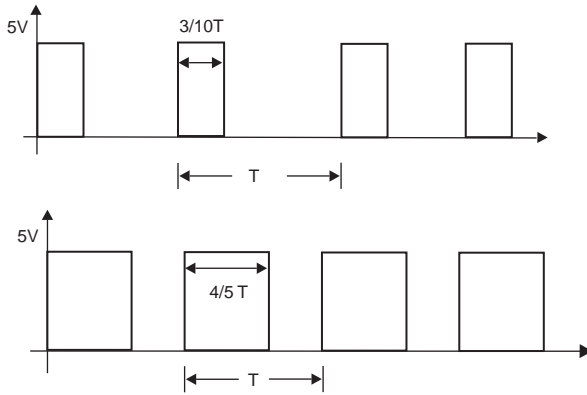


Figura 11

$$V_{prom} = \frac{3}{10} \frac{T(5)}{T} = V = 1.5V \frac{3}{2}$$

$$V_{prom} = \frac{4}{5} \frac{T(5V)}{T} = (5V) = 4V \frac{4}{5}$$

videograboras es el que basa su funcionamiento en un circuito PLL (siglas de *Phase Locked Loop* o malla de fase encadenada). Estos sintonizadores tienen la ventaja de que son auto-regulables ante cambios ligeros en la frecuencia del canal sintonizado (se evita la presencia del circuito AFT y de su señal correspondiente), debido a las características operacionales de este tipo de circuitos, que constantemente comparan la frecuencia de la señal de entrada con la oscilación producida en su interior, adecuándose a las posibles variaciones (figura 12).

Los sintonizadores PLL han sido muy utilizados, aunque tienen un defecto que en ocasiones es mínimo pero en otras puede ser de trascendental importancia: carecen por completo de sintonía fina (la cual sí es posible con los

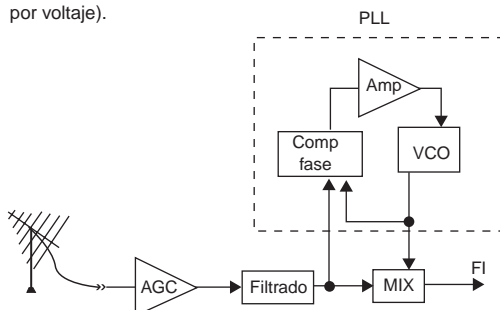
sintonizadores que trabajan con señal PWM); esto significa que en regiones donde los canales se encuentran ubicados exactamente en la frecuencia establecida por la FCC, la recepción se consigue sin problemas, pero si en alguna ciudad o estado la frecuencia de portadora ha variado aunque sea ligeramente, la sintonía de ese canal se dificulta, presentando audio o video ruidoso y desagradable. Y ante la carencia de sintonía fina, el usuario no puede hacer nada para solucionar el inconveniente (insistimos que este problema es común en regiones apartadas cuya señal proviene de alguna antena repetidora).

## Segunda parte ANÁLISIS DE CIRCUITOS

### Sintonizadores empleados en el chasis CTC175/176/177 de televisores RCA

Figura 12

Ubicación del circuito PLL incluido en el sintonizador (es el encargado de generar la oscilación local por medio del VCO u oscilador controlado por voltaje).



Estos chasis soportan un nuevo concepto en el diseño de sintonizadores, pues se construyen en la tarjeta principal, en vez de -como era tradicional- constituir circuitos separados. Por lógica, tal cambio requiere que los técnicos reparen el sintonizador en lugar de sustituirlo; y aunque la reparación de este dispositivo puede ser algo nuevo para muchos lectores, no es muy diferente al trabajo que se hace en otras secciones discretas del televisor.

Por otra parte, no obstante que ya hicimos una descripción sobre el funcionamiento de los sintonizadores en general, es necesario saber

cómo trabajan en específico los sintonizadores tradicionales de televisores de la propia RCA.

En un sintonizador tradicional, existe una cierta división de la misma tensión de sintonía que controla a los circuitos simple y doble sintonizados. Con ello se logra que todas las etapas del sintonizador “sigan” proporcionalmente todos los cambios de la tensión de sintonía.

Y emplean a un sintetizador de frecuencia que es controlado por el microprocesador para realizar la sintonía de los canales (figura 13). Para ello, el microprocesador se encarga de controlar a un divisor interno del circuito integrado del PLL; a su vez, éste genera un voltaje continuo que sirve para controlar la frecuencia a la que trabaja el oscilador local.

Esta misma tensión de sintonía es aplicada en los circuitos simple y doble sintonizados que se emplean para sintonizar la banda y frecuencia correctas de canal. Si se requiere sintonizar un canal más alto será necesario que la tensión de sintonía sea mayor, con lo que la frecuencia del oscilador local aumenta, sintonizándose así el canal deseado; cuando las señales del oscilador local y la que proviene de la antena se heterodinan, la señal de diferencia de las mismas produce la frecuencia intermedia (FI) que se desea.

El filtro de FI se encarga de extraer la señal de diferencia que genera la portadora de video

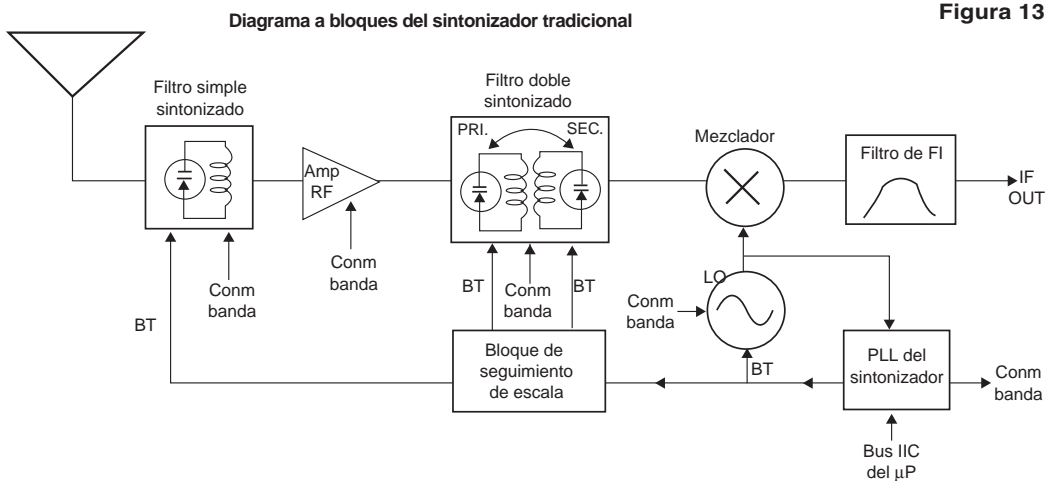
del canal a 45.75 MHz. Por ende, la variación de la frecuencia del oscilador local posibilita la producción de las mismas frecuencias intermedias para todos los canales.

Ahora bien, a causa de las diferencias que existen en los circuitos entre los diferentes canales a distintas frecuencias, no todos éstos se sintonizan con la misma calidad.

Las diferentes etapas del sintonizador no pueden ajustarse de manera independiente, porque cierta forma de la misma tensión de sintonía las controla a todas. En consecuencia, el diseño del sintonizador debe responder a las necesidades de captar con calidad la señal de algunos canales, a fin de mejorar la calidad de la señal que se recibe de otros. A pesar de su buen rendimiento nominal, estos sintonizadores no permiten optimizar todos los canales.

El voltaje de sintonía se aplica a los diodos varactores de los circuitos simple y doble con que se sintonizan los canales. Los diodos incluidos en estos circuitos han sido diseñados de modo que su capacidad dependa de la tensión aplicada en sus extremos. Por ello, cuando cambia la tensión al varactor, éste se comporta como un capacitor variable; entonces varía la frecuencia de sintonía con que trabaja el circuito sintonizado.

Es importante señalar que como amplificadores de RF se usan unos transistores de efecto



**Figura 13**

de campo de metal óxido semiconductor (MOSFETs) que cuentan con dos compuertas. Las principales características que presentan son:

- Una alta impedancia en su entrada (del orden de los megohmios); de hecho, trabajan de manera muy similar a los bulbos.
- Los transistores MOSFET del tipo canal N se encuentran conduciendo en todo momento, si existe una polarización entre su conexión de fuente y drenador; mas cuando se aplica una polarización negativa en su terminal compuerta (con respecto a la fuente), la corriente del drenador se reduce o puede llegar a cancelarse por completo, siempre y cuando dicha polarización aplicada en la compuerta sea lo suficientemente grande. En cambio, si se aplica a la compuerta un voltaje positivo con respecto a la fuente, el flujo de corriente que existe en el drenador aumenta de manera importante. Los transistores MOSFET de compuerta dual (figura 14) se utilizan como amplificadores de radiofrecuencia en televisores RCA y General Electric. La compuerta 1 (G1) recibe la señal de radiofrecuencia proveniente de la antena, en tanto que la com-

puerta 2 (G2) recibe un voltaje o tensión de CAG; con el aumento de este último se produce un mayor grado en la corriente del drenador, y de ahí que aumente el nivel de salida en la etapa de radiofrecuencia; con la disminución del mismo, se provoca una disminución en el nivel de RF en la salida. Cuando usted dé servicio a este tipo de sintonizadores, tendrá que utilizar un multímetro para realizar mediciones en cada una de las terminales de los transistores MOSFET.

### Sintonizador de canales en chasis CTC175/176/177

En la figura 15 podemos apreciar el diagrama a bloques de un sintonizador empleado en estos televisores. El sintonizador se ajusta digitalmente, y esta labor está a cargo del microprocesador y de una memoria EEPROM. El microprocesador también se encarga de entregar una señal (marcada como PWM en el diagrama), tanto al circuito simple sintonizado como al circuito doble sintonizado; esto permite tener tres etapas de sintonía que son ajustadas de forma independiente, y con ello se logra optimizar el funcionamiento del circuito para cada uno de los canales que va a sintonizarse.

Con este tipo de ajustes se obtiene una mejor respuesta del sintonizador, cuando se lleva a cabo la sintonía de un canal por cable o de una señal proveniente de una transmisión abierta.

También en la figura 15, donde observamos cómo se encuentran las conexiones del sintonizador de canales, notamos que el micro U3101 va conectado a U7401 (un circuito integrado denominado "sintetizador PLL"), el cual permite la sintonía de los canales por medio del cambio de voltaje para modificar la frecuencia del oscilador local. La señal de oscilación local esta marcada como "LO" y es enviada al mezclador; éste, a su vez, está recibiendo la señal previamente sintonizada por los filtros y que contiene la información que viene de la antena. Una vez que se obtenga la mezcla, podrá obtenerse la salida de frecuencia intermedia.

Ahora veamos la figura 16, para hablar con más detalle acerca de las diferentes funciones

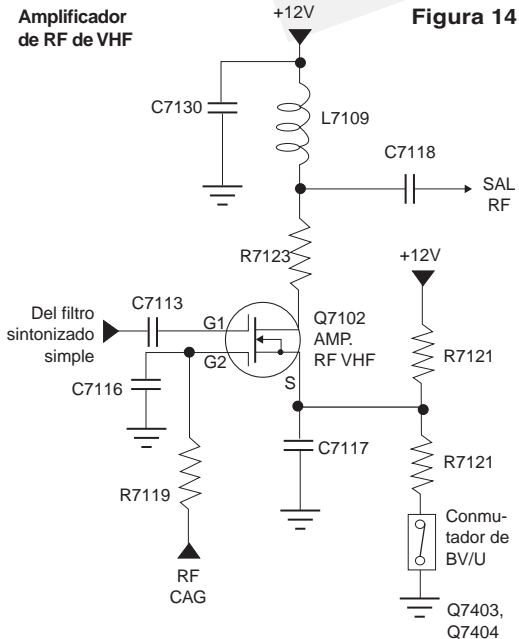


Diagrama a bloques del sintonizador de los chasis CTC175/176/177

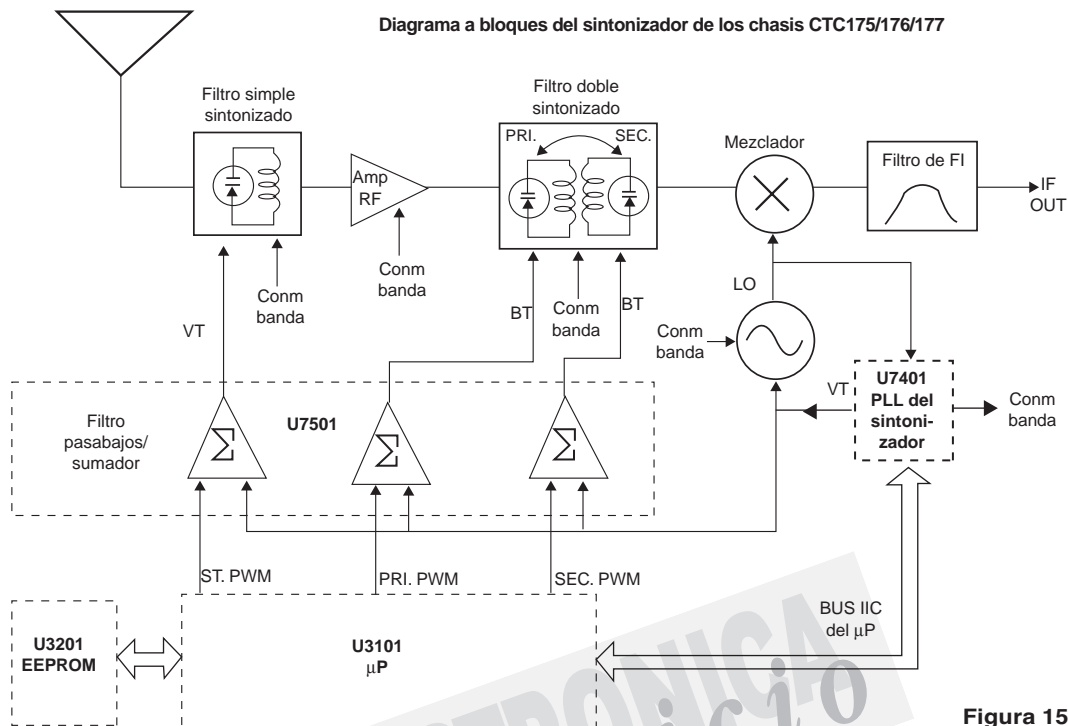


Figura 15

que se generan en el sintonizador para lograr la sintonía de los canales. Cuando se selecciona un canal, U3101 (o MICOM procesador) envía su señal de reloj y datos por las terminales 15 y 16 a U7401. Esta información sirve para indicar la banda en que se va a trabajar y la frecuencia que debe sintetizarse; por las terminales 1 y 14 de U7401 se fija la tensión de sintonía (marcada como VT/LO) del oscilador local. La tensión de sintonía VT/LO ajusta la frecuencia del oscilador local, para producir la frecuencia intermedia del canal deseado; observe cómo el circuito tanque oscilador recibe la información de VT/LO.

Precisamente, una muestra de la frecuencia generada por el oscilador local se realimenta a la terminal 11 de U7401; esto sirve para generar una retroalimentación del lazo de enganche de fase. En tanto, la información del AFT digital se aplica también a U3101, proveniente de U1010 por el bus en serie, y ajusta a su vez a U6401. Los voltajes de conmutación de banda que salen de las terminales 8 y 9 de U7401, indican a los filtros la banda en que deben trabajar. El voltaje

VT, que sale de U7401, se aplica a U7501 (filtro pasa-bajos sumador); esto se observa en la figura 15. El microprocesador entrega una señal PWM que se filtra y se suma precisamente con la señal VT proveniente de U7401; la salida de circuito U7501 del filtro pasa-bajos sumador, es aplicada en cada uno de los varactores que forman a los filtros simple sintonizado y filtro doble sintonizado.

En las figuras 17A y 17B, presentamos el diagrama de los circuitos de sintonía simple y doble, respectivamente. En ellos podrá observar la presencia de los diodos varactores que, junto con las bobinas, realizan la selección del canal y la banda. Advierta que su trabajo se apoya en los diodos CR7112 (filtro de sintonía simple) y CR7109-CR711 (filtro de sintonía doble). Es importante señalar que los datos de ajuste de los canales se almacenan en la memoria EEPROM (marcada como U3201 en la figura 16), que funciona de manera conjunta con el microprocesador durante la selección de los canales. En consecuencia, si llegamos a tener un problema

Diagrama a bloques del circuito de sintonía

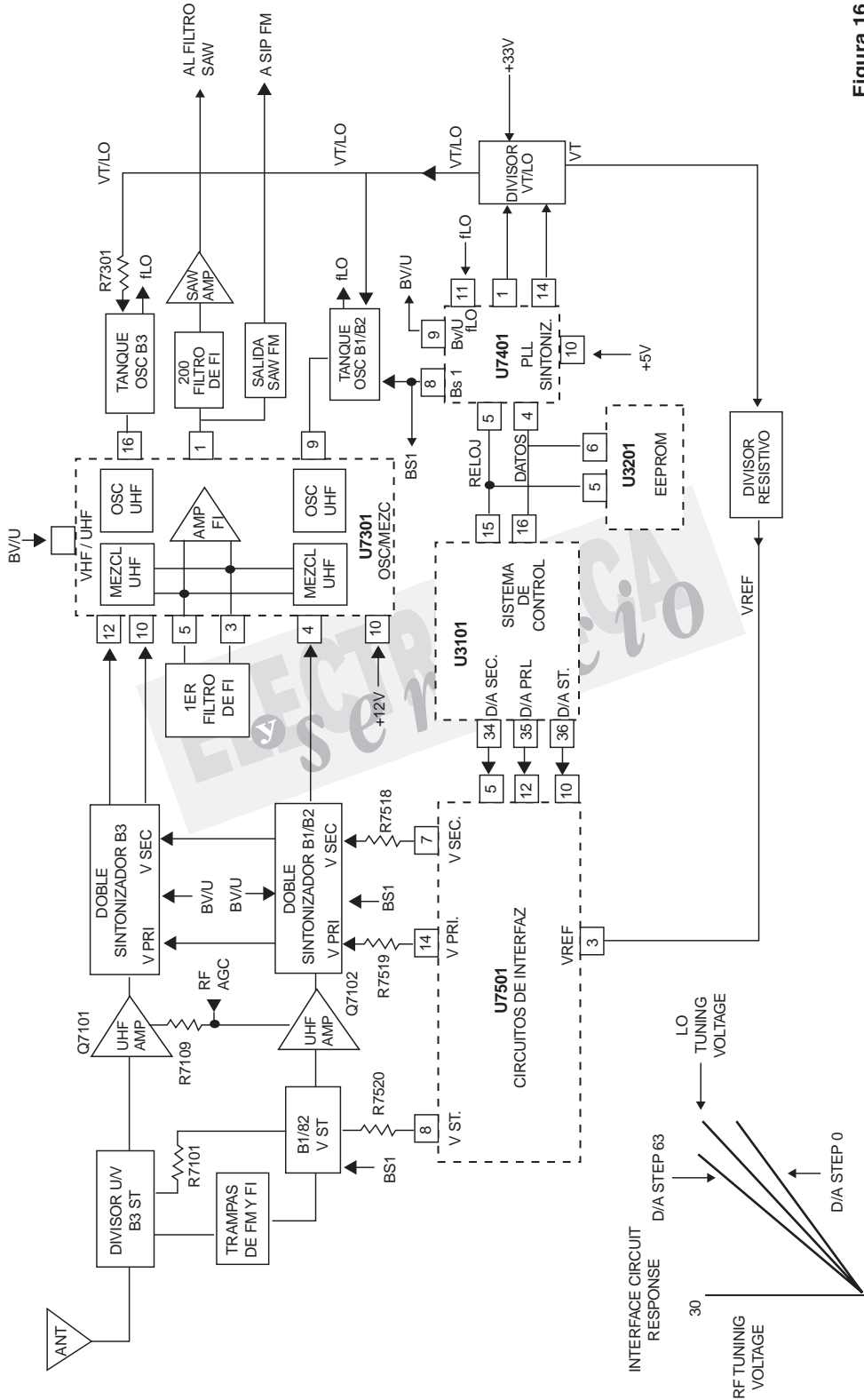
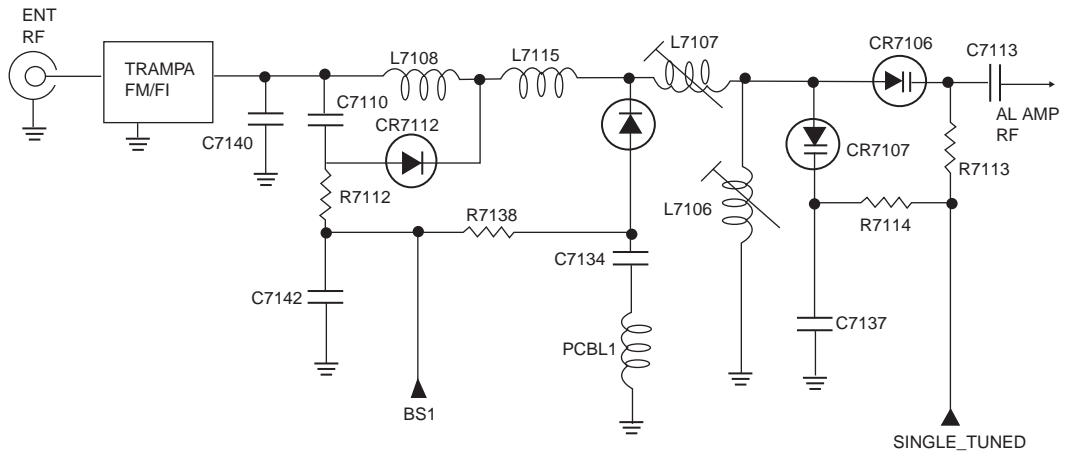
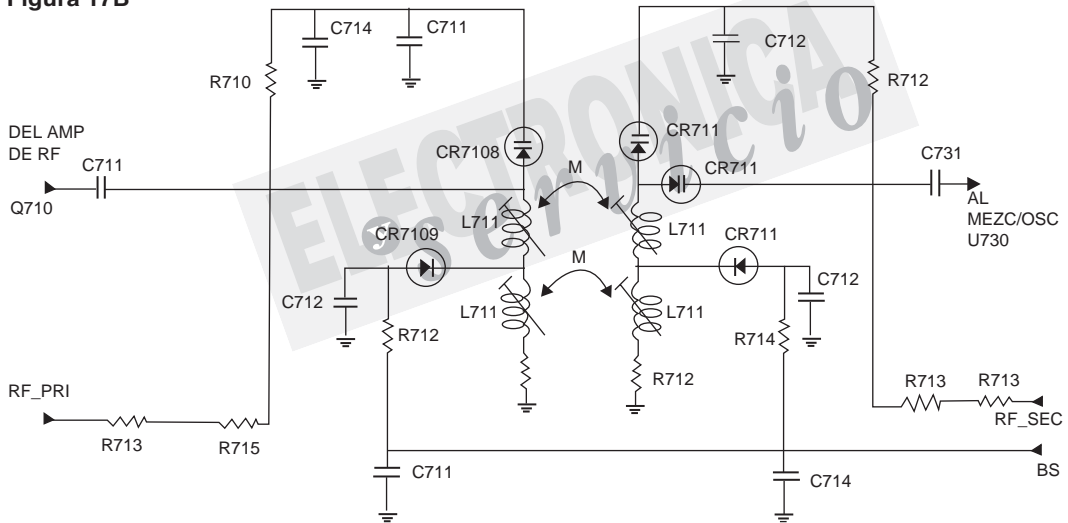


Figura 16

**Figura 17A**



**Figura 17B**



en esta memoria, es probable que existan fallas en la sintonía de los canales. Cuando deba cambiar una EEPROM, asegúrese de que la sustituta tenga grabada la misma información; es decir, al hacer el cambio tenga en cuenta el tipo de chasis con que se está trabajando. Le recomendamos que verifique muy bien esto último al adquirir la memoria adecuada; realice también el ajuste en los diferentes parámetros del sinto-

nizador (si no lo hace, puede presentarse “lluvia” en la imagen o perderse alguno de los canales).

### Sintonizador de canales del televisor RCA, GE de chasis CTC185

Aunque es un modelo muy parecido al que acabamos de describir, presenta las siguientes diferencias:

Diagrama de bloques del sintonizador CTC185

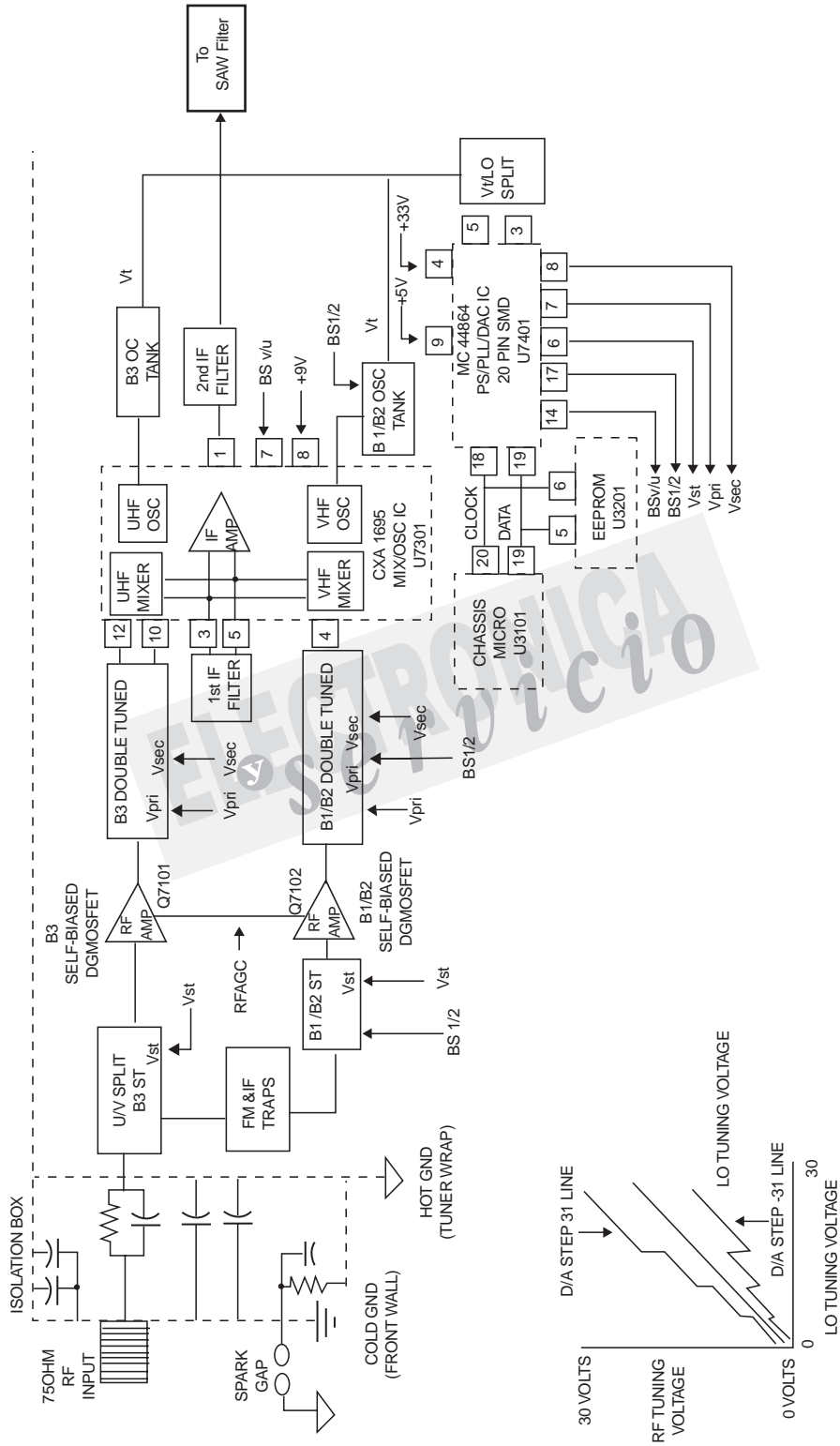


Figura 18

- Utiliza un nuevo circuito integrado PLL (U7401), como se ve en la figura 18. Esto elimina la necesidad de utilizar el circuito interfaz U7501, que se empleaba en el chasis CTC175.
- El circuito integrado mezclador U7301 es de una nueva generación.
- Se ha eliminado el transistor pre-amplificador del filtro SAW (recuerde que éste es un filtro de onda acústica de superficie).
- Se ha rediseñado la barrera de aislamiento de las tierras frías y calientes.
- Se utilizan transistores MOSFET de doble compuerta y con auto-polarización.

Observe en la figura 18 que la señal de radiofrecuencia que proviene de la antena se aplica directamente en una red divisora, para separar los canales de UHF y de VHF; esta señal se envía a diferentes circuitos de procesamiento. En ese lugar existe un bloque de aislamiento, el cual provee una barrera entre el chasis caliente y el conector de radiofrecuencia. De esta forma se protege al usuario y a otros equipos que están en contacto con la línea de alimentación de CA.

La señal de RF se divide para ser enviada a UHF y a VHF; en cada una de estas etapas hay un filtro simple que selecciona la banda deseada y la frecuencia del canal a sintonizarse. La señal de RF se aplica también en los transistores MOSFET de doble compuerta (recuerde que éstos reciben en su otra compuerta el voltaje de CAG, proveniente del circuito de frecuencia intermedia, que permite modificar la ganancia del sintonizador de acuerdo con los cambios que experimente la propia señal). Una vez que los MOSFET han amplificado la señal, la envían al circuito doble sintonizado; ahí es filtrada de forma más selectiva; además, se permite un acoplamiento adecuado de impedancias con la siguiente etapa del sintonizador de canales. Tanto la señal de UHF como la VHF (según sea el caso), se aplica a U7301; dentro de éste existen dos etapas mezcladoras y dos osciladores independientes, cada uno de los cuales realiza la heterodinación de la frecuencia con la señal de RF para producir entonces –como ya dijimos– la señal de frecuencia intermedia. Hay que recordar que esta señal tiene un ancho de banda de 6

MHz, donde se incluye la señal de video a una frecuencia de 45.75 MHz, y la señal de audio a una frecuencia de 41.25 MHz. Recuerde que las frecuencias de los osciladores son controladas por el circuito integrado U7401 (circuito integrado PLL). Este circuito recibe los datos lógicos provenientes del microprocesador (U3101), para generar la división de la frecuencia necesaria y formar así un sintetizador de frecuencia. La señal de PLL sale por las terminales 3 y 5 de U7401, y produce el voltaje de sintonía que servirá para controlar a los circuitos osciladores locales: el de UHF y el de VHF. Aquí existe una diferencia con respecto al circuito PLL del CTC175, ya que el U7401 trae interconstruidos los convertidores digitales/análogos, cuyas salidas sirven para controlar la sintonía de los varactores en el filtro sintonizado simple, y el primario y secundario del filtro sintonizado doble.

La conmutación de las bandas 1, 2 y 3 también es controlada por U7401; los voltajes almacenados en la EEPROM U3201, sirven para ajustar la frecuencia de trabajo del filtro sintonizado simple y del doble circuito sintonizado. Hay que señalar que no se puede sustituir una memoria de televisor CTC185 por una memoria de televisor CTC175. Ningún equipo funcionaría adecuadamente en tales condiciones.

### **Las mediciones de voltaje en el chasis CTC175**

Para verificar que el sistema de sintonía está operando correctamente, le recomendamos medir la salida del circuito filtro pasa-bajos sumador. Coloque el multímetro para medir el voltaje que sale por las terminales 8, 14 y 7; estos voltajes cambian de amplitud y de valor, según el canal que se esté sintonizando. Coloque el multímetro en cada una de las terminales, y cambie de un canal a otro; en ese momento, el valor de voltaje que existe a la salida debe cambiar.

Por último, le recomendamos leer las ediciones del Boletín Técnico-Electrónico correspondiente a los números 4 y 6 de esta revista. Ahí encontrará información relacionada con este tema. |

# FUENTES CONMUTADAS DE TELEVISORES Y VIDEOGRABADORAS



## SONY Segunda y última parte

*Armando Paz Villagómez*

***En el número anterior de este artículo, iniciamos con una explicación general de la operación de las fuentes de alimentación reguladas, para continuar con el funcionamiento de las fuentes conmutadas, tomando como referencia circuitos aplicados en algunos modelos de videograbadoras y televisores Sony. Ahora concluiremos la explicación del funcionamiento de dichos circuitos, y cerraremos el tema con una serie de recomendaciones para el servicio.***

### **Oscilaciones, frecuencias y formas de onda**

Para explicar estos tres factores característicos de las fuentes conmutadas, analizaremos la operación y las partes de la fuente conmutada de las videograbadoras Sony modelo SLV-400/700HF y SLV-40MX (que son prácticamente iguales). En algunos casos, para ofrecer una descripción más clara hemos agregado oscilogramas de las formas de onda a los diagramas correspondientes, con el fin de que también se pueda interpretar la frecuencia de las mismas; así, el técnico dispone de una valiosa herramienta de diagnóstico, la cual puede servirle como referencia para cuando tenga que analizar y/o reparar fuentes del mismo tipo.

Para empezar, demos un vistazo rápido al diagrama de la fuente conmutada de la videograba-

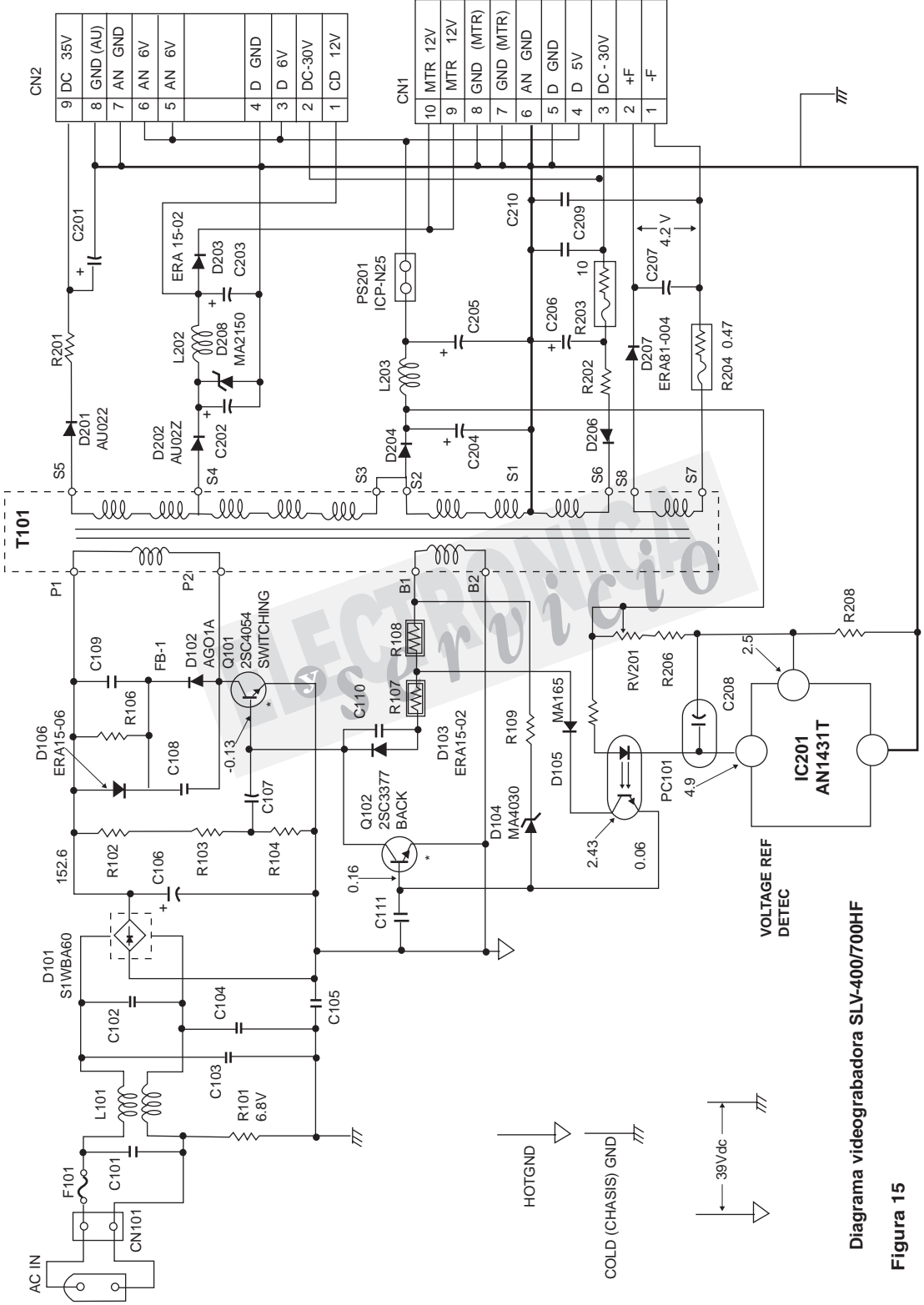
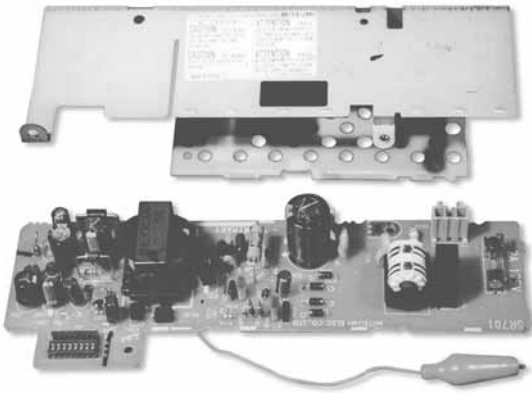


Diagrama videogradora SLV-400/700HF

Figura 15



**Figura 16B**



dora SLV-400/700HF (figura 15) y de la fuente incorporada en la máquina SLV-40MX (figuras 16A y 16B). Además de ser idénticas, se trata de dos fuentes que trabajan de la misma manera. Volvamos a ver ambos diagramas, pero ahora con detenimiento, para identificar las siete partes principales que conforman la fuente; éstas son:

- 1) Rectificador de línea de AC. La fuente de la máquina SLV-400/700HF tiene un rectificador tipo puente formado por D101, cuya función es rectificar el voltaje de entrada de línea.
- 2) Capacitor que elimina el rizo (C106). C106 filtra ese voltaje y elimina el rizo.
- 3) Constante de tiempo (determina la oscilación de Q101). La constante de tiempo está formada por R102, R103, R104 y C107, que son elementos que sirven como una constante para la oscilación del transistor Q101.
- 4) Circuito de protección para Q101. Cuando es necesario, el transistor Q102 interrumpe el funcionamiento de Q101. Estamos hablando de situaciones tales como sobrevoltaje o corto en alguna fuente secundaria.
- 5) Circuito de protección para desactivar a Q101 ante una sobrecarga. El diodo D104 se encarga de proteger a la fuente, de modo que ésta se desactive cuando haya algún problema; con esto se provoca que Q101 se desactive también, y que entonces deje de oscilar.
- 6) Retroalimentación (monitoreo) de voltaje secundario. Existe una retroalimentación que va

de D204 a PC101, con el propósito de que el voltaje de 6 VDC sea tomado como referencia y de esta manera se detecte cualquier sobrevoltaje. Al mismo tiempo, esta retroalimentación sirve como referencia para un sistema de protección cuyo circuito lo integran IC201, C208, R206 y RV201. La posición de ajuste de este circuito, permite que PC101 se active en caso de que los 6 VDC sean rebasados; a la vez, Q102 se activa y Q101 se desactiva (con lo que este último, finalmente, deja de oscilar). D106, C108, R106, C109 y D102 integran otro circuito de protección, que sirve para proteger a Q101. No debe olvidarse que en algunas fuentes de este tipo existen dos tipos de tierra: la llamada "tierra caliente" -que sólo se utiliza para la primera etapa de la fuente, antes del rectificador y las fuentes secundarias- y la "tierra de chasis" -que se emplea para toda la sección de oscilación.

Durante la revisión de estas fuentes, debemos tener cuidado de no aterrizar nuestro medidor en la tierra equivocada; de lo contrario, pueden obtenerse datos erróneos; o peor aún: se puede generar un corto y dañar así algún componente, debido a que hay una diferencia de voltaje de 40VDC entre una tierra y otra.

- 7) Voltajes secundarios. Los voltajes secundarios están rectificadas y filtradas; su número, carga y comportamiento dependen de la alimentación a suministrar en cualquier parte de la circuitería.

### **Si se toma cada voltaje para ser analizado a partir del punto S5, tendremos que:**

- a) En S5 se originan 35 VDC que son alimentados al sintonizador.
- b) Los 6 VDC que se producen en el punto S4, son suministrados al sintonizador, al *capstan* y al motor de enhebrado.
- c) Los puntos S2 y S3 dan origen a 6 VDC. Esta carga se toma como referencia para la retroalimentación, y se suministra tanto al sintonizador como a circuitos electrónicos.
- d) S1 es la tierra de los voltajes secundarios.
- e) S6 sirve como alimentación negativa que se emplea para proporcionar voltaje al



procesador de audio HiFi (en este caso a través de un regulador de 5V) y al circuito de control del sintonizador.

- f) Por último, los puntos S7 y S8 suministran 4.2V para alimentar a los filamentos del *display* fluorescente.

### Algunas recomendaciones para el servicio

Cuando hablamos de fuentes conmutadas de televisores, estamos hablando de una transformación de las fuentes tradicionales en fuentes más sofisticadas cuyo funcionamiento debe ser bien entendido por el técnico. En este tipo de circuitos se debe considerar no sólo el trabajo de cada componente, sino también que en la sustitución de cualquiera de éstos es necesario utilizar piezas originales; hay que recordar que toda sustitución implica riesgo de afectar la tolerancia y la calidad del funcionamiento del dispositivo, ya que éste puede trabajar erróneamente o sufrir constantes desperfectos.

Desde hace unos diez años, las fuentes conmutadas han reemplazado a las fuentes tradicionales tanto en videocaseteras como en televisores. Y puesto que en la primera parte de este artículo ya vimos una fuente conmutada de videocasetera, ahora describiremos una de las que se utilizan en televisores; para ello hemos tomado como referencia al televisor KV-21RS20, de la marca Sony (figura 17).

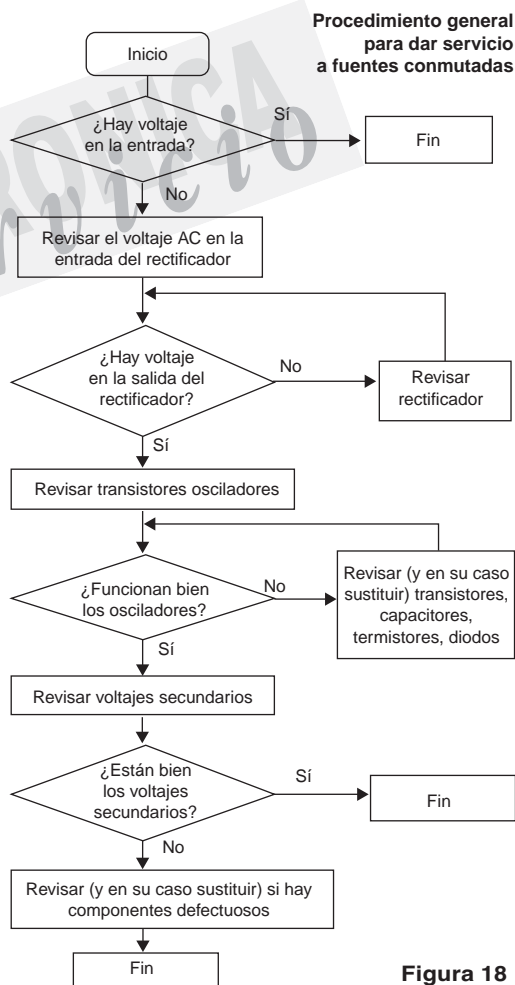
De acuerdo con lo que ya se dijo sobre la fuente empleada en videocaseteras, usted puede compararla con la de los televisores; seguramente llegará a la conclusión de que el funcionamiento en general, las acciones concretas y los componentes son algo que forzosamente tienen en común; es decir, la oscilación, el transformador, la retroalimentación y la salida de voltajes secundarios, por ejemplo.

Dado que la parte primordial de una fuente de alimentación son los osciladores, es recomendable que el técnico se concentre en estos transistores; son elementos que pueden fácilmente sufrir daños, incluso a causa de las variaciones de voltaje o cualquier otra alteración de éste en alguna parte de la circuitería; si se les sustituye, que sea siempre por piezas originales (hemos

encontrado que cuando no se hace esto, los sustitutos suelen fallar con frecuencia; y en ocasiones, esto puede ser la verdadera causa del mal funcionamiento, aunque el técnico puede pensar que se trata de otro problema).

Si los osciladores se dañan de manera constante, hay que revisar los componentes con los que están directamente relacionados o verificar el funcionamiento de los transistores de la sección horizontal. Para el efecto, se recomienda revisar si hay fugas en los semiconductores o verificar componentes defectuosos de la propia fuente.

Por último, y a manera de guía, en la figura 18 vemos un diagrama de flujo sobre reparación de fuentes conmutadas en general.



**Figura 18**

# EL PROCESO DE ARRANQUE DE LA PC



*Leopoldo Parra Reynada*

***En este artículo explicaremos detalladamente el proceso que se ejecuta cuando se enciende una computadora del estándar PC; veremos qué sucede desde el momento en que se acciona el interruptor de encendido, hasta que el ambiente de trabajo está listo para recibir las órdenes del usuario. La comprensión de este proceso de arranque, le permitirá solucionar conflictos derivados de una mala configuración de inicialización; igualmente, le permitirá comprender mejor la estructura de la máquina y, por consiguiente, avanzar notablemente en su propósito de dedicarse a la reparación de las PC.***

## **Introducción**

Seguramente habrá notado el lapso considerable que existe entre el momento en que se acciona el interruptor de encendido de la PC y el momento en el cual ya se puede comenzar a dar instrucciones al sistema. Durante dicho lapso, la máquina no permanece ociosa: está ejecutando una gran cantidad de rutinas de auto-prueba, de configuración y de inicialización del entorno de trabajo, para que cada vez que el usuario encienda el equipo, al cabo de unos instantes tenga en su pantalla un ambiente de trabajo familiar y optimizado para sus necesidades particulares.

## **Rutinas que se ejecutan durante el arranque**

Cuando se enciende la computadora, automáticamente se ejecutan varias rutinas que permi-

ten ponerla en marcha y revisar su fiabilidad. Estas pruebas corresponden a pequeños programas grabados en una memoria llamada ROM BIOS, cuyas tareas específicas son las siguientes:

- 1) Se encargan de poner en funcionamiento o “despertar” a la computadora. Para el efecto, al recibir el voltaje de alimentación en el encendido (y por consiguiente, un pulso de RESET), el microprocesador busca y ejecuta la instrucción que se encuentra en la localidad 0000h del bus de direcciones, la cual corresponde al inicio del programa de arranque almacenado en la ROM BIOS. Esta rutina le indica al CPU los elementos periféricos que tiene conectados, así como la forma en

que va a mantener su comunicación con ellos -de ahí el nombre de BIOS = Sistema Básico de Entradas y Salidas.

- 2) Comprueban si los elementos del *hardware* declarado en el sistema están listos para trabajar (rutina POST, entre las que se incluyen la comprobación del *CMOS setup* y, en las máquinas que así estén configuradas, verificación de la paridad de memoria).
- 3) Permiten al microprocesador mantenerse en comunicación con todos los periféricos.
- 4) Actúan como interfaz entre la máquina y el sistema operativo y, a través de éste, con los programas de aplicación.

Según mencionamos, dichas rutinas se encuentran grabadas en uno o dos circuitos de memo-

Las primeras rutinas que se llevan a cabo durante el arranque de una PC son:

- 1) Una señal eléctrica se dirige al microprocesador, donde limpia los datos remanentes de los registros internos de memoria y le brinda la alimentación necesaria.
- 2) Al ser alimentado, el microprocesador se dirige hacia la localidad 000h del bus de direcciones, la cual corresponde al inicio del programa de arranque de la ROM-BIOS.
- 3) El programa de arranque invoca una serie de rutinas de verificación del sistema, conocidas como POST.
- 4) Se procede a verificar los distintos elementos de *hardware*: el propio microprocesador, la ROM-BIOS, los buses y puertos, el reloj, el teclado y las unidades de disco, etc.

Cabe señalar que entre los programas en la ROM-BIOS, están los encargados del arranque del sistema, el programa Setup, la rutina POST y la rutina de BIOS.

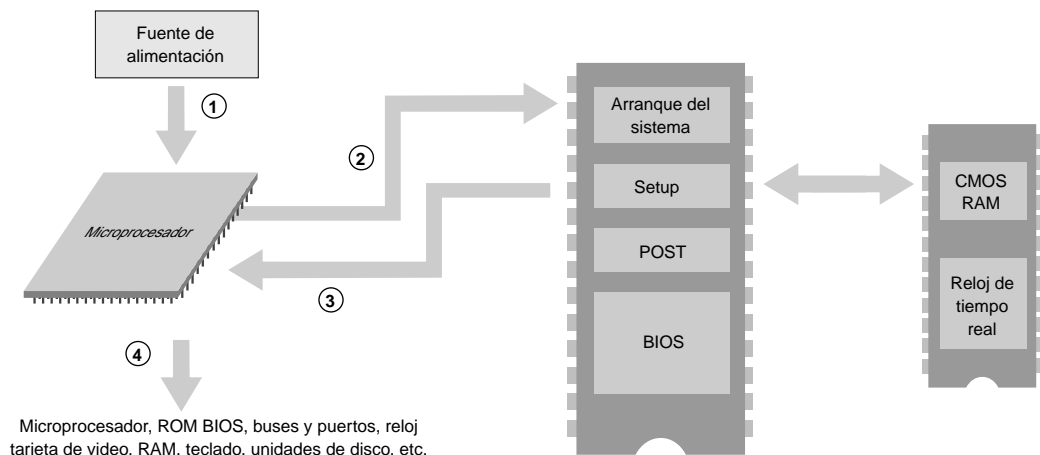


Figura 1

ria que van alojados en la tarjeta madre, a los que se les llama ROM BIOS. Como su nombre lo indica, estos circuitos son *chips* de memoria ROM -pueden ser EEPROM, UVPR0M, FLASH u otro tipo de memoria con propiedades de escritura bajo ciertas condiciones-, aunque para llevar a cabo sus funciones tienen que consultar la información grabada en un pequeño bloque de memoria RAM, la cual por lo general está incorporada en un circuito auxiliar (el reloj de tiempo real).

En el segmento de ROM se almacenan todas las rutinas básicas de comunicación entre los componentes principales de la máquina: microprocesador, memoria, *chipset*, periféricos, etc. En el bloque de RAM, se graban los datos específicos del *hardware* de un sistema en particular.

Ahora expliquemos cómo el BIOS toma control de la computadora durante el encendido, y cómo le transfiere al sistema operativo la responsabilidad de llevar a cabo el control del equipo durante su operación con los programas de aplicación -aunque el encargado final de establecer la comunicación con el *hardware* sigue siendo el BIOS.

### Verificación del hardware

Una vez que se enciende la computadora, se ejecuta un programa de verificación automática del estado general del sistema, llamado POST (*Power-On Self Test* o auto-prueba en el arranque).

Entre los elementos de *hardware* que se revisan durante el arranque, están la misma ROM BIOS, el microprocesador, los controladores de interrupciones, los accesos directos a la memoria RAM (llamados DMAs), el coprocesador ma-

temático (si se encuentra) y todos los demás elementos contenidos en la tarjeta principal (figura 1).

También se revisa la presencia de elementos externos indispensables para el encendido, como la tarjeta de video, la memoria RAM, las controladoras de disquetes y discos duros, etc.

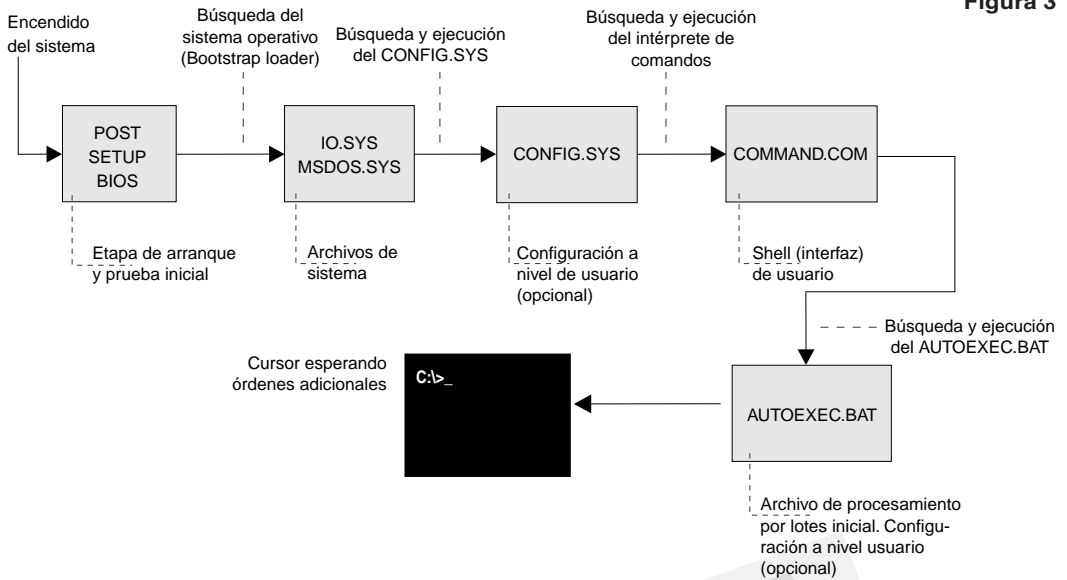
Cuando finalmente se han comprobado todos los componentes necesarios en la operación del sistema, en la pantalla del monitor se despliega un recuadro que indica al usuario que la máquina está lista para trabajar (figura 2). Entonces se inicia el proceso de arranque desde el punto de vista del sistema operativo.

Comprobada la integridad del sistema, en la misma rutina grabada en la ROM BIOS aparece una orden para que el microprocesador busque un sistema operativo en el sector de arranque del disco flexible, identificado como A; en caso de no detectarlo pasa a la unidad de disco identificada como C (el disco duro), donde igualmente en el sector de arranque busca las órdenes de sistema operativo.

Sólo como prueba, introduzca en la unidad A un disquete nuevo, y encienda su sistema; verá que después de la verificación inicial, aparece un mensaje que indica "*Non system disk, replace and strike a key*" (no es disco sistema, reemplace y presione una tecla). Cabe mencionar que algunos sistemas probablemente no expiden este mensaje, debido a que la configuración del BIOS les indica que busquen el sistema operativo directamente en C (en el próximo número de "Electrónica y Servicio" veremos detalladamente las opciones más comunes del Setup de una computadora moderna).

AMIBIOS System Configuration (C) 1985-1992, American Megatrens Inc.,					
Main Processor	:	80486DX2	Base Memory Size	:	640KB
Numeric Processor	:	Present	Ext. Memory Size	:	7168KB
Floppy Drive A:	:	1.44 MB, 3 "	Hard Disk C: Type	:	47
Floppy Drive B:	:	1.2 MB, 5	Hard Disk D: Type	:	None
Display Type	:	VGA/PGA/EGA	Serial Port(s)	:	3F8, 2F8, 2E8
AMIBIOS Date	:	11/11/92	Parallel Port	:	378

Figura 2



### Carga del sistema operativo

Como referencia de las explicaciones subsiguientes, considere los procesos indicados en la figura 3.

Concluida la verificación del *hardware*, la ROM BIOS busca en el sector de arranque de las unidades A o C una serie de instrucciones denominadas *bootstrap* (“cordón de arranque”), que le indican al sistema que busque el archivo con las instrucciones que servirán como complemento a las rutinas básicas de entrada y salida grabadas en la BIOS. El archivo correspondiente se llama IO.SYS (en MS-DOS 5.0 o superior, y en Windows 95 ó 98), y debe estar presente en cualquier disco capaz de hacer arrancar la computadora (también conocido como “disco sistema”).

A continuación, la máquina busca un segundo archivo, denominado MSDOS.SYS, el cual junto con el anterior constituyen en sí el sistema operativo, donde van contenidas todas las instrucciones para el manejo tanto del *hardware* como del *software* que se ejecute sobre él.

Estos archivos se encuentran en el directorio raíz de la unidad de arranque, aunque tienen atributos de “oculto” y “sistema”; por eso no se despliegan en pantalla cuando se da la orden

DIR. Sin embargo, si retira los atributos de sólo lectura, sistema y oculto de dichos archivos (en el cursor del sistema mediante el comando ATTRIB -R, -S, -H \*.SYS- y escribe DIR \*.SYS), aparecerán entonces ambos archivos.

No es conveniente dejar tales archivos sin sus atributos; así que cuando haya comprobado su existencia, puede volver a colocarlos con la orden ATTRIB +R, +S, +H, IO.SYS, repitiéndola para MSDOS.SYS.

Si es usuario de Windows 3.1, vaya al administrador de archivos, indique que despliegue el directorio raíz de C, seleccione el menú VER, elija la línea de POR TIPO DE ARCHIVO y active el recuadro “mostrar archivos ocultos/sistema”. Cuando regrese a la pantalla anterior, notará que han aparecido los archivos IO.SYS y MSDOS.SYS.

Un método similar se sigue en Windows 98, pero aquí se utiliza el “Explorador de Windows” en vez del administrador de archivos; entonces vaya a VER, OPCIONES DE CARPETA, VER y seleccione la opción TODOS LOS ARCHIVOS; cuando regrese al explorador encontrará que en el directorio raíz de C ha aparecido una gran cantidad de archivos ocultos, entre los que estarán IO.SYS y MSDOS.SYS (figura 4).

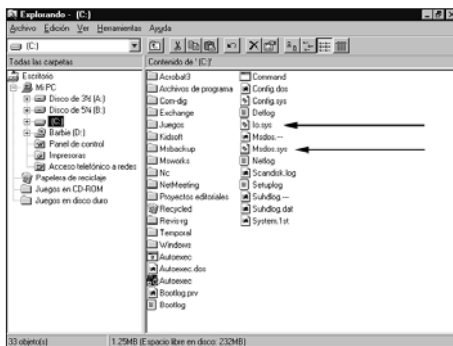
Figura 4

```
C:\>attrib -r,-a,-h *.sys
C:\>dir *.sys

El volumen de la unidad C no tiene etiqueta
El número de serie del volumen es 1C95-63CE
Directorio de C:\

ID            SYS            40,755  30/09/93   6:20
MSDOS        SYS            38,158  30/09/93   6:20
CONF16       SYS            524    13/12/96   3:2:59
              3 archivo(s)
              79,437 bytes
              55,271.424 bytes libres

C:\>
```



El sistema operativo contenido en los archivos IO.SYS y MSDOS.SYS es muy básico, pues es la base de la arquitectura original de la PC (estructura y parámetros válidos en la creación de archivos, estructura de directorios y subdirectorios, etc.) Por opción predeterminada, únicamente se manejan en forma directa dos unidades de disquete, uno o dos discos duros, un teclado, un monitor en modo texto e incluso una impresora.

Sin embargo, con la constante aparición de nuevos aditamentos -no presentes en todas las máquinas instaladas-, fue necesario que pudiera personalizarse cada computadora; entonces se indica al sistema operativo que algún elemento no estándar está conectado a la máquina, sin necesidad de tener que modificar los archivos de arranque.

Por ello, una vez que se han leído los archivos IO.SYS y MSDOS.SYS el sistema operativo

busca y, en caso de encontrarlo, ejecuta un archivo denominado CONFIG.SYS, cuya función es indicar tanto las particularidades que tendrá el propio sistema operativo, como la existencia de algún elemento externo que se vaya a utilizar de ahí en adelante, como sería un lector de CD-ROM, memoria por encima de 1MB, algún tipo de monitor especial, etc.

## Archivo CONFIG.SYS

Cuando surgió la plataforma PC, los diseñadores de IBM consideraron que un pequeño altavoz interno (conocido como *beeper*) sería suficiente para que la máquina emitiera avisos audibles al usuario; estamos hablando de los pitidos y el sonido que se escuchan cada vez que se arranca la máquina.

Conforme avanzaron las aplicaciones, en especial los juegos de computadora, se requirió de un sistema de sonido mejorado; por eso es que se agregó una tarjeta de sonido.

Mas como estos elementos no formaban parte de la estructura original de la PC, se tenían que dar de “alta” en algún punto del arranque, de modo que a partir de ese momento, el sistema “supiera” que ya tenía incorporado este nuevo periférico y que, por consiguiente, los programas que lo solicitaran tuvieran acceso a él.

Para dar de alta una tarjeta de sonido, es necesario introducir algunas instrucciones en el archivo CONFIG.SYS; lo mismo se puede decir, por ejemplo, de la unidad lectora de CD-ROM, de algunos tipos de escáners, etc. A estas instrucciones se les denomina “manejadores” (*drivers*); son proporcionados por el fabricantes del *hardware* respectivo y se configuran automáticamente durante el proceso de instalación vía *software* (en la mayoría de los casos).

Con el archivo CONFIG.SYS es posible “notificar” al sistema operativo no sólo la presencia del *hardware* fuera de los estándares originales de la plataforma PC, sino también algunos parámetros que facilitan las tareas cotidianas con la computadora (figura 5). Por ejemplo, el número de archivos a mantener abiertos en un momento determinado, la cantidad de memoria reservada para la realización de ciertas tareas, etc.



Windows 95 o Windows 98, poco a poco están cayendo en el olvido (no obstante, si usted desea dedicarse al servicio de estos modernos aparatos, resulta casi indispensable un conocimiento sólido de los comandos básicos de DOS).

Aprovechando que el CONFIG.SYS se lee antes que el COMMAND.COM, en el primer archivo se puede indicar al sistema operativo que se va a utilizar un *shell* distinto, para que de ahí en adelante tome en cuenta que las órdenes primarias no deben provenir del COMMAND.COM, sino del intérprete alternativo.

## Archivo AUTOEXEC.BAT

Independientemente del intérprete de comandos que se esté utilizando, el último archivo que se lee durante el arranque es el AUTOEXEC.BAT. Como su nombre lo indica, es un archivo de proceso por lotes (*batch*) que reúne una serie de órdenes que se desea que el sistema ejecute cada vez que se enciende la máquina (figura 7).

Por ejemplo, si se tiene un ratón instalado, sería muy conveniente que estuviera disponible cada vez que arranque el sistema. Pues bien, por medio de una orden dada en el AUTOEXEC.BAT, se activa este periférico cada vez que se enciende la PC; lo mismo la disposición de teclado, el entorno del sistema, cualquier programa que se quiera tener residente en memoria (como serían las vacunas antivirus), las rutinas que terminarán de dar de alta elementos nuevos de *hardware* (como la tarjeta de sonido y el CD-ROM), etc.

Una vez ejecutado el archivo AUTOEXEC.BAT, por fin aparece el símbolo de sistema; esto indica que la máquina está lista para comenzar a recibir órdenes. Es decir, a partir de ese momento ya es posible ejecutar los programas de aplicaciones.

En el caso de los ambientes gráficos, esta situación cambia ligeramente; pero eso se verá enseguida.

## La importancia de los archivos de arranque

Precisamente porque en los archivos de arranque está descrita la forma en que trabajará el sistema operativo, una buena administración de ellos es indispensable para que la computadora no presente conflictos durante su operación.

Hay que aclarar que a lo que las explicaciones anteriores se refieren específicamente, es a los sistemas operativos de Microsoft, como MS-DOS, Windows 95 y Windows 98. Sin embargo, el proceso de arranque de cualquier máquina compatible con PC es virtualmente idéntico; lo único que llega a cambiar es el nombre de algunos de los archivos de arranque, dependiendo del fabricante; por ejemplo, los archivos de arranque en el PC-DOS de IBM se llaman IBMBIO.SYS, IBMDOS.COM y COMMAND.COM -pero su objetivo a final de cuentas es el mismo.

## Windows 95 y Windows 98

Un hecho que resulta sorprendente, es que no obstante la naturaleza gráfica del sistema ope-

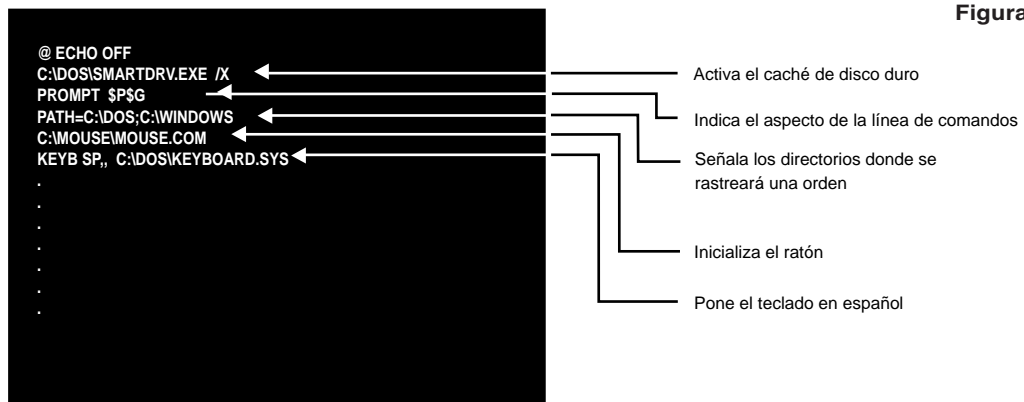


Figura 7

rativo Windows 95, la organización lógica que sigue la computadora al trabajar es básicamente la misma. De hecho, como mencionamos anteriormente, con el Explorador -disponible en el menú de Programas del botón Inicio-, usted puede observar los archivos de arranque IO.SYS, MSDOS.SYS, CONFIG.SYS, COMMAND.COM y AUTOEXEC.

En efecto, la presencia de estos archivos podría hacernos pensar que la estructura DOS-Windows no ha sufrido cambios; pero ¿por qué se ejecuta automáticamente la interfaz gráfica, y cuando se sale de ella se ofrece como opción predeterminada “apagar el sistema”?

En realidad, la estructura DOS-Windows que conocemos desde que se popularizó este sub-sistema operativo permanece prácticamente intacta en Windows 95 y su actualización más reciente: Windows 98; y aunque ahora el DOS 7.0 (versión no oficial) se ejecuta siempre por debajo de la interfaz gráfica, aún permanece ahí (figura 8); obviamente, sin sus limitaciones, por la serie de recursos de programación que Microsoft ha puesto en juego.

A pesar de la afirmación de que Windows 95 ya es un sistema operativo por sí mismo, en realidad debajo de la interfaz gráfica persiste la base del DOS tradicional, aunque minimizado.

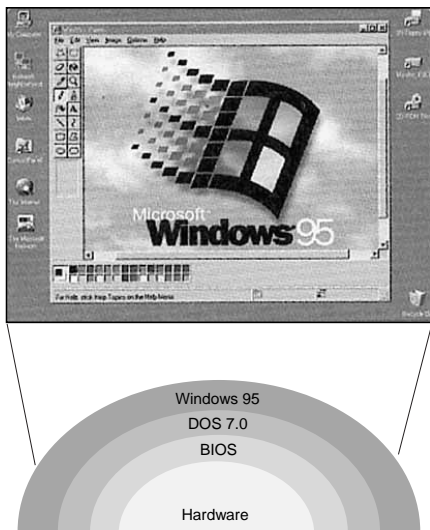


Figura 8

Sin embargo, una gran parte del proceso de configuración de la máquina hoy no se lleva a cabo en los archivos CONFIG.SYS y AUTOEXEC.BAT, sino que lo efectúa una nueva utilería de Windows 95 (ó 98), denominada REGISTRY. Esta utilería está estrechamente relacionada con el panel de control de Windows 95; así que cualquier parámetro que modifiquemos en los iconos de este panel, se traducirá en una modificación del REGISTRY. Estrictamente hablando, los datos del REGISTRY están contenidos en dos archivos que podemos encontrar en el directorio Windows: USER.DAT y SYSTEM.DAT; al igual que el MSDOS.SYS y el IO.SYS, se encuentran ocultos. Por otra parte, estos archivos no pueden ser modificados directamente por el usuario, ya que se encuentran encriptados; por tanto, será necesario utilizar algunas utilerías especializadas para poder leer y modificar el REGISTRY.

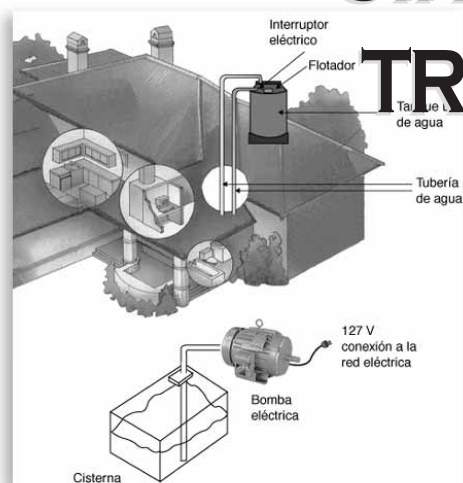
Ahora bien, para mantener la compatibilidad con las aplicaciones diseñadas para Windows 3.11, en el ambiente de trabajo Windows 95 también se utilizan otros dos archivos de inicio: el WIN.INI y el SYSTEM.INI; estos archivos se leen después de haber inicializado el REGISTRY, y con ellos culmina el proceso de arranque en un sistema con este ambiente de trabajo.

Una vez que se han leído y llevado a cabo las rutinas indicadas en todos estos archivos, por fin el usuario tendrá en su pantalla el escritorio de trabajo y podrá comenzar a impartir órdenes a su sistema.

Como ha podido apreciar, el proceso de arranque de una computadora personal es largo y complejo. Aun así, cada uno de los pasos mencionados es necesario para fijar las condiciones iniciales que tendrá el sistema una vez que el usuario trabaje con él.

En consecuencia, si desea convertirse en un técnico especializado en computadoras tipo PC, estudie cuidadosamente todo este proceso de arranque y la forma de solucionar conflictos en él. Verá que con ello comprende mejor la estructura de la máquina y, por consiguiente, avanzará notablemente en su propósito de dedicarse a la reparación de las PC.

# CIRCUITO DE CONTROL PARA NIVEL DE AGUA



Oscar Montoya Figueroa

***En este artículo, presentaremos un circuito que puede aplicarse para controlar el nivel de un líquido químicamente polarizado en un contenedor; en la práctica puede tener algún uso industrial, aunque le recomendamos que lo utilice para controlar el nivel de agua en los tanques caseros. Para que este circuito funcione, es indispensable instalar sensores que permitan determinar la cantidad de agua que contiene el tanque; dichos sensores pueden ser placas de algún metal inoxidable (como el bronce), aunadas a cables conductores que se ubiquen en diferentes alturas en el interior.***

## Introducción

Los técnicos en electrónica dedicados al área industrial tienen un amplio campo de trabajo, tanto en las empresas que se inician, y que por lo tanto requieren desarrollar el uso de aplicaciones electrónicas, como en las industrias ya establecidas, donde se necesitan los servicios de mantenimiento preventivo y correctivo (figura 1).

En este artículo describiremos una aplicación muy sencilla, pero no por ello menos práctica, de un circuito que sirve para controlar el nivel de un líquido químicamente polarizado en un contenedor. Debido a que se trata sólo de un experimento, el procedimiento puede aplicarse para controlar el nivel de agua en un tanque casero.

## Consideraciones preliminares

La manera tradicional de controlar el nivel del agua en un tanque casero, es por medio de un flotador que abre y cierra una llave mecánica



La industria del automóvil es una de las áreas donde se utilizan con mayor auge los procesos controlados electrónicamente; desde la limpieza, pintado o montaje de piezas hasta la inspección del trabajo terminado.

que, a su vez, permite o interrumpe el paso del líquido. Cuando el tanque está instalado a una altura considerable, el agua no tiene presión suficiente para subir y llenarlo; será necesario entonces instalar una bomba eléctrica que impulse el líquido desde una cisterna o depósito, colocado en nivel del piso, hasta el tanque (figura 2).

Regularmente la instalación se complementa con un apagador eléctrico en el flotador. Cuando el nivel de agua llega al borde del tanque y el flotador sube, el apagador se abre para hacer que el motor eléctrico de la bomba se detenga; cuando el nivel del agua disminuye, el apagador se cierra y hace que vuelva a funcionar el motor de la bomba, para llenar el tanque; así se conforma un ciclo de llenado.

Para prevenir las eventualidades que en este tipo de instalaciones se llegan a presentar, usted puede construir fácilmente, con pocos componentes electrónicos, un circuito de control. Pero antes de poner manos a la obra, es conveniente que repasemos algunas consideraciones importantes en las que se basa la operación del circuito.

## El agua potable

Debido a su capacidad de disolver numerosas sustancias cuando se concentra en grandes cantidades, el agua pura casi no existe en la naturaleza.

Durante la condensación y precipitación, la lluvia o la nieve absorben de la atmósfera cantidades variables de dióxido de carbono y otros gases, así como pequeñas cantidades de material orgánico e inorgánico. En su circulación por encima y a través de la corteza terrestre, el agua reacciona con los minerales del suelo y de las rocas.

Los principales componentes disueltos en el agua superficial y subterránea son los sulfatos, los cloruros, los bicarbonatos de sodio y potasio y los óxidos de calcio y magnesio. Las aguas de la superficie suelen contener también residuos domésticos e industriales, y las aguas subterráneas poco profundas pueden contener grandes cantidades de compuestos de nitrógeno y de cloruros derivados de los desechos humanos y animales. Casi todos los suministros de agua potable natural contienen fluoruro en cantidades variables.

## Purificación

Las impurezas suspendidas y disueltas en el agua natural, impiden que ésta sea adecuada para el uso doméstico. Estos materiales indeseables, orgánicos e inorgánicos, pueden ser extraídos con una tela o una lámina perforada que los recolecte (método de criba); por otra parte, si se deja el agua en reposo, las partículas suspendi-

Instalación de un sistema casero de distribución de agua potable. El agua sube al depósito por medio del impulso de una bomba eléctrica.

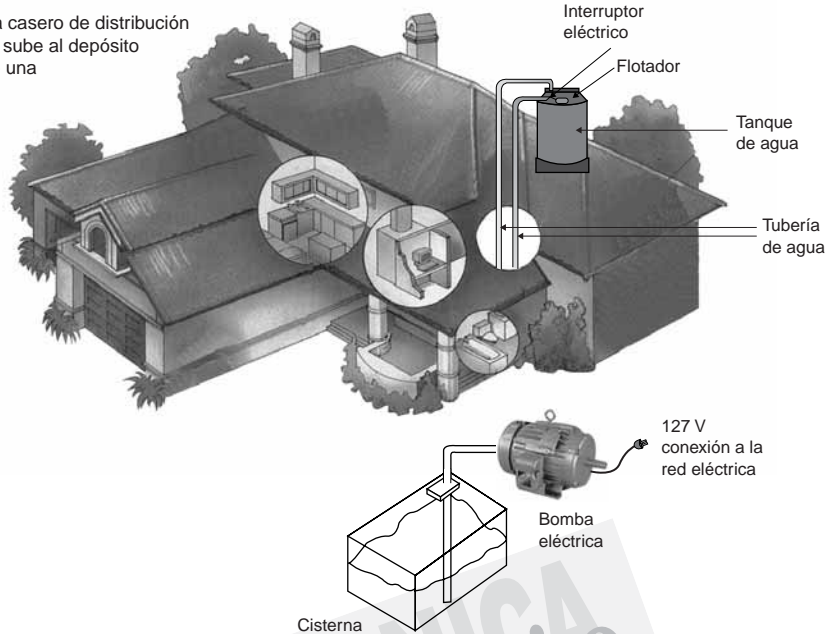


Figura 2

das se depositarán en el fondo por efectos de gravedad (método de sedimentación). Otro método consiste en utilizar diversos compuestos; uno de éstos, el carbón activado, elimina sabores y olores desagradables. También se puede purificar el agua por filtración, por cloración o irradiación para eliminar microorganismos infecciosos.

Como resultado de aplicar cualquiera de los métodos que acaban de señalarse, se obtiene lo que conocemos como agua potable. Si consideramos que ésta contiene sales disueltas, bastará con que introduzcamos en el recipiente que la contiene un par de electrodos y que apliquemos un voltaje de corriente directa (figura 3), para que una pequeña corriente eléctrica circule a través de ella; dicha corriente viaja, auxiliada por los iones de las sales disueltas en el líquido.

La cantidad de corriente en circulación depende del voltaje aplicado y de la cantidad de sales disueltas en el agua. Esta conductividad hace posible que el agua sea utilizada como un conductor eléctrico, para activar los elementos de control de nuestro circuito.

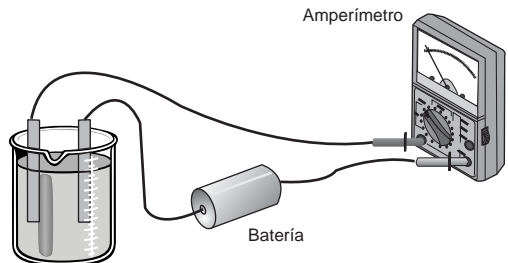
### Condiciones de operación

En este tipo de instalaciones, es común que durante el ciclo de llenado del tanque se lleguen a presentar fallas. Si no hay agua en la cisterna, el motor de la bomba se mantendrá encendido indefinidamente (con el riesgo de quemar el rotor del mismo). Si el apagador instalado en el flotador del tanque falla, y se mantiene cerrado a

Figura 3

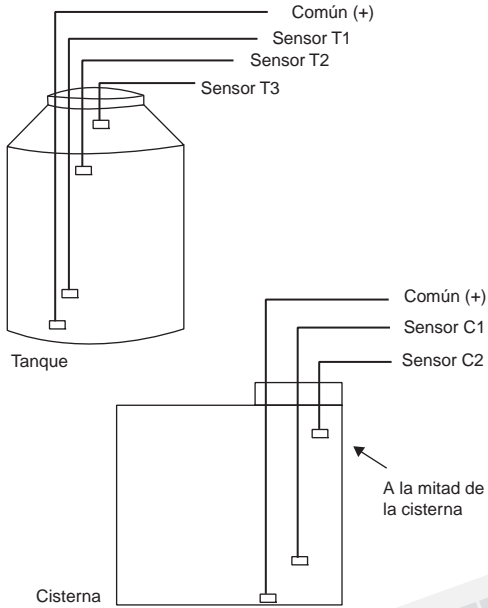
### Circuito para comprobar la conductividad del agua

Al aplicar un voltaje de corriente directa al agua, se produce una pequeña corriente a través de ella.



**Figura 4**

**Colocación de las placas metálicas dentro de los depósitos**



pesar de que el nivel del agua haya alcanzado su límite máximo, el líquido empezará a derramarse y así continuará en tanto exista agua en la cisterna o en tanto el usuario no corte manualmente la alimentación eléctrica.

Para solucionar este problema, recomendamos considerar la instalación de una alarma que se active cuando el nivel del agua supere el límite de capacidad del tanque, y que haga que se desconecte de forma automática la alimentación que recibe el motor de la bomba.

Para que la alarma funcione, es indispensable instalar sensores que permitan determinar la cantidad de agua que contienen tanto la cisterna como el tanque. Los sensores pueden ser placas de algún metal inoxidable (como el bronce), aunadas a cables conductores que se ubicaran a diferentes alturas en el interior del tanque y de la cisterna.

Con base en el principio de la conductividad del agua descrito anteriormente, colocaremos en el fondo del tanque (T) y de la cisterna (C) una placa común con polaridad positiva; unos 15 cm

por arriba de la placa común se coloca la siguiente placa, la cual se encargará de detectar la condición de vacío del contenedor (T1 y C1); en el nivel más alto de agua se coloca la placa que indicará el momento en que el contenedor esté lleno (T2 y C2); y finalmente, en el borde del tanque se coloca una placa extra para que el motor de la bomba sea desconectado cuando se alcance la capacidad máxima de aquél; de este modo evitaremos que se derrame el agua (figura 4).

**Circuito de control**

Con el fin de diseñar un circuito lógico digital como el que aquí mostramos, es necesario especificar las condiciones a las que para tal propósito habrá que sujetarse. Las operaciones para el circuito de control de un motor de bomba de agua, se indican en la tabla 1.

**Tabla 1**

Cisterna	Tanque	Motor de bomba
Vacía	Vacío	Desactivado
Vacía	Lleno	Desactivado
Llena	Vacío	Activado
Llena	Lleno	Desactivado

En vista de que la corriente que circula entre los electrodos es muy pequeña, se requiere amplificarla para que pueda ser utilizada. Para ello debemos colocar los electrodos en la base de los transistores, de forma que la cantidad de corriente necesaria para activarlos sea del orden de los miliamperes.

El circuito de los electrodos instalados en el tanque se muestra en la figura 5, y en la 6 se indica la sección que corresponde a la cisterna. Los transistores Q1 a Q5 para estos circuitos son el 2N2222; los resistores indicados como RA tienen un valor de 680 ohms, y el voltaje aplicado a los transistores es de 5 voltios (lo cual se indica en los diagramas como "+Vcc").

La parte complementaria del circuito de control se muestra en la figura 7. Observe que las

Circuito transductor para el tanque

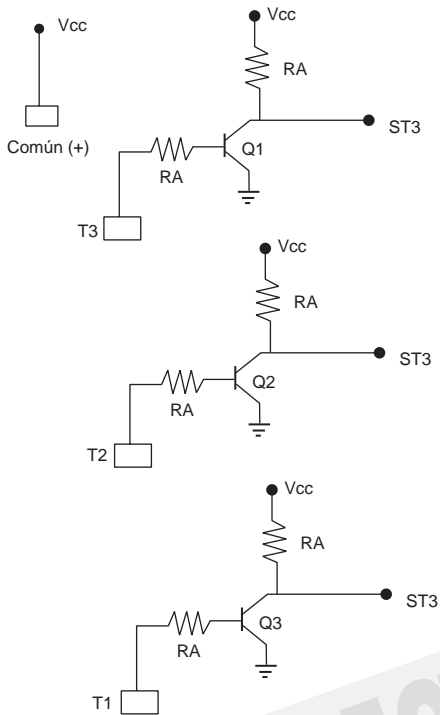


Figura 5

negación de la salida, será 1; pero cuando los transistores de salida están desactivados, se pone en estado de corte enviando un 1 de salida en el colector; al negarlos, se obtiene un 0 lógico.

SC1 se activa cuando el nivel de agua en la cisterna alcanza su nivel más bajo, con lo que entonces se enciende el led LA. SC2 se activa cuando el nivel de agua en la cisterna alcanza un nivel medio, y entonces se enciende el led LB. En ambos casos la compuerta A será activada.

Es importante reiterar que estas dos líneas no tienen responsabilidad en el volumen de agua que contenga la cisterna, ya que esto depende de la cantidad de líquido proveniente de la red de distribución. Sin embargo, sí permiten el monitoreo del volumen contenido en el depósito; con esto evitan que la bomba sufra daños.

La salida ST1 se activa cuando el nivel de agua en el tanque es bajo, con lo cual se enciende el led DA. La terminal ST2 se activa cuando el nivel del agua ha alcanzado su nivel más alto, y esto se monitorea mediante el led DB. Finalmente, la salida ST3 se activa cuando el led DC detecta que el nivel permisible de agua ha sido rebasado.

entradas SC2 y SC1 están negadas; esto se debe a que cuando los transistores de salida Q4 y Q5 se ponen en conducción, la salida en la terminal de colector es 0 lógico; por lo tanto, al aplicar la

El motor eléctrico de la bomba se activa sólo cuando hay agua en la cisterna y esta vacío el tanque. A través de la compuerta AND C se envía un pulso de salida, el cual es indicado mediante el led SA; ello provoca que el transistor Q7 pase al estado de conducción, y que el relevador RL2 se active para poner en marcha al motor de la bomba.

Si por alguna razón el relevador RL1 se “pega” (es decir, no se desactiva cuando debiera), originará que el motor de la bomba de agua no detenga su operación; en consecuencia, será activado el transistor Q7, y éste, a su vez, activará al relevador RL1 (que normalmente es de tipo cerrado); a causa de esto último, se abrirá el circuito de la bomba y se encenderá el led DC.

Circuito transductor para la cisterna

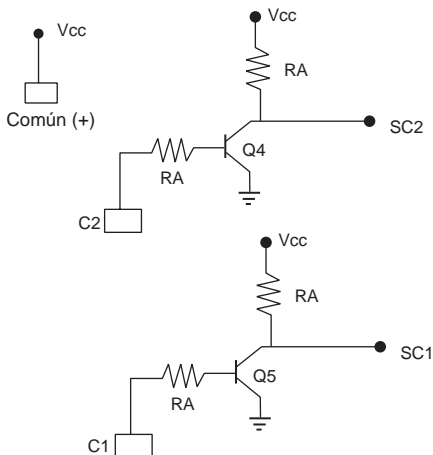
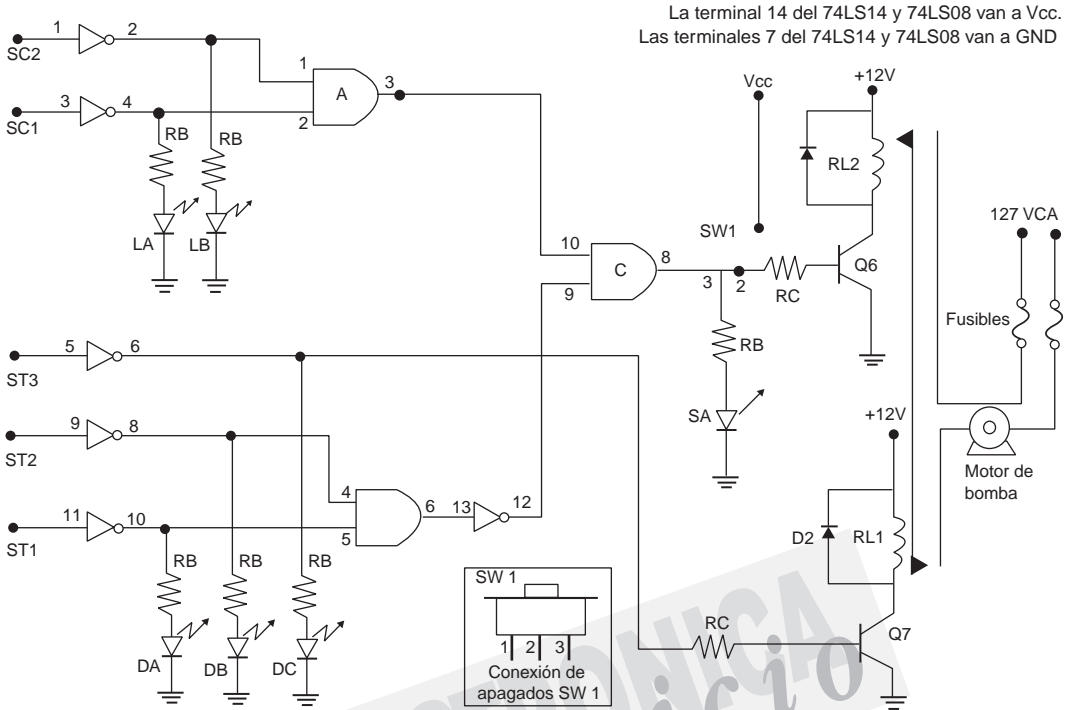


Figura 6

### Materiales necesarios para la construcción del circuito de control

- RB, resistores de 220 ohms a 1/2 watt.
- Circuito integrado 74LS14, donde se incluyen todas las compuertas NOT.



**Figura 7**

- Circuito integrado 74LS08, donde se incluyen las compuertas AND.
- Un relevador (RL1) para 12 voltios, con por lo menos un interruptor NC (normalmente cerrado) que sea capaz de manejar la corriente que consume el motor de la bomba.
- Un relevador (RL2) para 12 voltios, con por lo menos un interruptor NA (normalmente abier-

to) que sea capaz de manejar la corriente que consume el motor de la bomba.

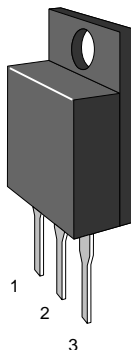
- Diodos D1 y D2, de matrícula 1N4002.
- Interruptor SW1 de tipo 1 polo 2 tiros. Cuando se encuentra en la posición central, mantiene desconectada a la bomba (bomba fuera); cuando está en la posición 2, pone en automático a la bomba; y cuando está en la posición 1, obliga a trabajar al motor de la bomba (modo manual).
- Resistor RC de 1Kilohm a 1/2 watt.
- Transistores Q6 y Q7 de matrícula TIP31B (figura 8).

La parte lógica del circuito puede construirse como prototipo en una tablilla fenólica. Para el cableado de los relevadores se debe utilizar cable del número 12 y 14. También se requiere una fuente de alimentación de +5 voltios para alimentar a las partes del circuito indicadas como +Vcc, y de una fuente de +12 voltios para alimentar a las partes del circuito indicadas como +12 voltios.

**Figura 8**

Asignación de terminales

1. Base
2. Conector
3. Emisor



# PROXIMO NUMERO

Diciembre 1998

Búsqueda con  
su distribuidor  
habitual



## Ciencia y novedades tecnológicas

### Perfil tecnológico

- El surgimiento de las computadoras PC

### Leyes, dispositivos y circuitos

- Dispositivos de montaje de superficie

### Qué es y cómo funciona

- Hornos de microondas

### Servicio técnico

- Servicio a reproductores de audocasete modernos

- Dispositivos sensores en videgrabadoras
- Consejos para el servicio a hornos de microondas

### Electrónica y computación

- El Setup de la PC

### Proyectos y laboratorio

- Circuito de osciloscopio digital

### Boletín Técnico-Electrónico

Procedimiento para retirar dispositivos de montaje de superficie con cautín de gas

REFACCIONARIA  
ELECTRONICA  
GRAU, S.A.

REFACCIONARIA  
ELECTRONICA  
**GRAU, S.A.**

REPUBLICA DE  
EL SALVADOR No.38,  
COL. CENTRO  
C.P. 06000, MEXICO D.F.  
TEL. 512-32-01  
FAX. 518-46-81

# LOS PROFESIONALES EN PILAS Y BATERIAS

**POWER SONIC**  
Sealed Lead-Acid Batteries

**BLAUPUNKT**

**UNIVERSAL**  
Camcorder  
Battery  
Fits The Following Brands



© HITACHI  
MINOLTA  
RCA  
SEARS

And More...  
See Book For Models

**POWER**  
Panasonic

Si usa batería... usa Maxell  
**DURACELL®**

**EVEREADY**

PILAS Y BATERIAS:  
CARBON, ZINC,  
HEAVY DUTY, ALCALINA,  
LITHIUM, NI-MH, NI-CD,  
LI-ION, MERCURIO,  
PRISMATICA, CELDAS  
RECARGABLES Y TODA  
CLASE DE PILAS PARA  
VIDEOCAMARAS

FABRICACION DE  
BANCOS, PILAS DE  
PLOMO, ACID.Y  
UN EXTENSO SURTIDO  
EN PILAS PARA PC  
COMPACT Y  
COMPUTADORAS  
EN TODAS LAS MARCAS  
DE PRESTIGIO

PREGUNTE POR  
PILAS ESPECIALES

**VARTA**  
THE BATTERY EXPERTS

LINTERNA

Mayoreo y menudeo

## MATRIZ

Camarones 112 (esq. eje 2 norte),  
Col. Obrero Popular, 02840, México D.F.  
NUEVO TEL. (5) 354-2200, Fax. 354-2211,  
Fax. Ventas 354-2222  
Fax. s/costo 01 800 70 06000  
E-mail: steren@infotel.net.mx



# STEREN®

## CIUDAD DE MEXICO

**CENTRO**  
Rep. del Salvador 20, Centro, 06000,  
México, D.F.  
Tel (5) 521-4327 al 33 Fax. 512-0635  
E-mail: sterencc@infotel.net.mx

**COAPA**  
Canal de Miramontes 2667 (entre  
Gigante y WallMart), Prados de  
Coyacán,  
04810, México, D.F.  
Tel. 677-0277, Fax. 679-3300  
E-mail: sterencc@infotel.net.mx

**ECATEPEC**  
Via Morelos 180 (casi esq. Río  
Bravo), Nuevo Laredo, 55080,  
Ecatepec, Edo. de México.  
Tel. (5) 787-4801, Fax. 787-4685,  
E-mail: sterenec@infotel.net.mx

**ERMITA**  
Nva. Ermita Itzapalapa 133-B, Metro  
& Atlántico Col. Flores M., 09620,  
México, D.F.  
Tel. (5) 697-5048, Fax. 697-4846  
E-mail: sterenem@infotel.net.mx

**MEXICO-TACUBA**  
Calz. México-Tacuba 537-A, casi  
esq. Mariano Escobedo, Metro 2  
Cuauhtlém, Col. Popotla, 11400,  
México, D.F.  
Tel. (5) 396-8342, Fax. 396-8328,  
E-mail: sterenmt@infotel.net.mx

**NAUCALPAN**  
Av. Gustavo Baz 98-2, casi esq.  
Periférico, Fracc. Industrial Aloe  
Blanco, 53370, Naucalpan,  
Edo. de México  
Tel. (5) 359-3787, Fax. 358-8217,  
E-mail: sterenna@infotel.net.mx

**NEZAHUALCOYOTL**  
Av. Adolfo López Mateos 64, (entre  
Escalerillas y Zaragoza),  
Metropolitana, 1a. Sección, 57730,  
Nezahualcoyotl, Edo. de Mex.  
Tel. (5) 797-3117, Fax. 797-3163,  
E-mail: sterenne@data.net.mx

**PRODUCTO EMPACADO**  
Rep. del Salvador 20, 1er piso,  
Centro, 06000, México, D.F.  
Tel. (5) 521-5652, 521-0685,  
Fax. 521-2808,  
E-mail: sterenpe@infotel.net.mx

**REVOLUCION**  
Av. Revolución 278-B (a 2 cuadras  
del Viaducto), Tacubaya, 11870,  
México, D.F.  
Tel. (5) 273-9935, Fax. 273-9936,  
E-mail: sterenr@infotel.net.mx

**TILAHUAPANTLA**  
Sor Juana Inés de la Cruz 112-A,  
esq. I. López Rayón, Centro,  
54000, Tliahupantla, Edo. de Mex.  
Tel. (5) 565-9148, Fax. 390-9097  
E-mail: sterenit@infotel.net.mx

**LA VILLA**  
Calz. de Guadalupe 498-B, (frente al  
teatro Tepeyac), Col. Industrial,  
México D.F., 07800,  
Tel. (5) 537-7182, Fax. 537-2997,  
E-mail: stereniv@infotel.net.mx

**INTERIOR DE LA REPUBLICA  
ACAPULCO**  
Av. Cuauhtémoc 124-C (cerca de  
Saavn), Fracc. Homos, 39355,  
Acapulco, Gro. Tel. (74) 96-0487,  
Fax. 85-2800  
E-mail: sterenac@infotel.net.mx

**AGUASCALIENTES**  
Av. Adolfo López Mateos 223 Ote,  
entre Díaz de León y Colón, Centro,  
20000, Aguascalientes, Ags.  
Tel. (49) 15-1404, Fax. 18-3111  
E-mail: sterenag@ags.telnet.net.mx

**CANCUN**  
Av. José López Portillo 619, Plegión  
92, Mz. 20, Lote 15, Cancún, Q. Roo  
**CHIHUAHUA**  
Avenida 908 (frente al palacio de  
justicia), Centro, 31000, Chihuahua  
Chih. Tel. (14) 10-1065 Fax 10-1057  
E-mail: sterench@infotel.net.mx

**CD. JUAREZ**  
Av. Tecnológico 1345-B, Col. Los  
Alamos 26510, Cd. Juárez,  
Chihuahua Tel. (16) 23 0880,  
Fax. 18 3813



## LIDER EN COMPONENTES ELECTRONICOS

LOS MISMOS PRECIOS DE  
MAYOREO Y MENUDEO QUE  
EN EL D.F. EN TODAS  
NUESTRAS TIENDAS

INFORMES SOBRE  
FRANQUICIAS EN  
NUESTRA MATRIZ

www.steren.com.mx

**CUERNAVACA**  
Bvd. Adolfo López Mateos 102-1,  
casi esq. Plan de Ayala,  
El Vergel, 62400, Cuernavaca, Mor.,  
Tel. (73) 18-3588, Fax. 18-0898  
E-mail: sterenic@infotel.net.mx

**DURANGO**  
Negríte 203-C Pte., (entre Patroni y  
Pastor), Centro, 34000, Durango, Dgo.  
Tel. y Fax. (18) 13-7198,  
E-mail: sterenid@logictel.com.mx

**GUADALAJARA**  
López Colilla 51, esq. Huerto, Centro,  
44100, Guadalupe, Jal.  
Tel. (31) 814-4979 y 614-1879  
Fax. 614-6419  
E-mail: sterenid@infotel.net.mx

**LEON**  
Díaz Mirón 122, (entre E. Zapala y  
Pino Suárez), Centro, 37000, León,  
Gto. Tel. (47) 16-5094, Fax. 16-8127  
E-mail: sterenle@infotel.net.mx

**MÉRIDA**  
Calle 60 No. 551-B entre 63 y 71,  
Centro, 97000, Mérida Yuc.  
Tel. (99) 23-5945, Fax. 23-5946,  
E-mail: sterenme@infotel.net.mx

**MONTERREY**  
Colón 130 Pte., entre Juárez y  
Colegio Civil, Centro, 64000,  
Monterrey N.L.  
Tel. y Fax. (81) 378-0244 C/6 líneas  
E-mail: sterenmy@infotel.net.mx

**MORELIA**  
Cuauhtlém 53, entre Allende y Madrid,  
Centro, 64000, Morelia, Mich.  
Tel. y Fax. (43) 12-1984,  
E-mail: sterenmo@infotel.net.mx

**OAXACA**  
Galeana 311-B, entre Trujano y Las  
Cajas, Centro, 68000,  
Oaxaca, Oax. Tel. (951) 649-62,  
E-mail: sterenoo@infotel.net.mx

**PUEBLA**  
13 Oriente 3, casi esq. 16 de  
Septiembre, Centro, 72000, Puebla,  
Pue. Tel. y Fax. (201) 42-3770  
E-mail: sterenpu@infotel.net.mx

**QUERÉTARO**  
Corregidora 125 Sur, casi esq.  
Zaragoza, Centro, 76000,  
Querétaro, Qro. Tel. (42) 24-3272,  
Fax. 24-0090  
E-mail: sterenqu@infotel.net.mx

**SAN LUIS POTOSÍ**  
Av. Universidad 515 (entre Vigantes  
y Escobedo), Centro, 78000, San  
Luis Potosí, S.L.P.  
Tel. (481) 2-8337, Fax. 14-1946,  
E-mail: sterenst@infotel.net.mx

**TAMPICO**  
Hermos de California 409, esq.  
López de Lara, Edif. Diligencia,  
Centro, 89000, Tampico,  
Tamaulipas

**TORREÓN**  
Av. Allende 575 Pte, entre Idelfonso F y  
León Vicario, Zona Centro, 27000,  
Torreón, Coah.  
Tel. (17) 16-9033, Fax. 16-9313,  
E-mail: steren@torreon.podnet.com.mx

**TUXTLA GUTIÉRREZ**  
2a. Calle Oriente Sur 145, entre  
Panamera Sur y Av. Central Ote., Centro,  
29000, Tuxtla Gutiérrez, Chi.  
Tel. (961) 2-1296, Fax. 299-63  
E-mail: sterenlux@infotel.net.mx

**VERACRUZ**  
Calle 221, esq. Dña. Guadalupe, Centro,  
81700, Veracruz, Ver.  
Tel. y Fax. (229) 32-1713,  
E-mail: sterenver@infotel.net.mx