

El Mundo de la Electrónica

**Reparaciones
en Etapas
de Salida de Audio**

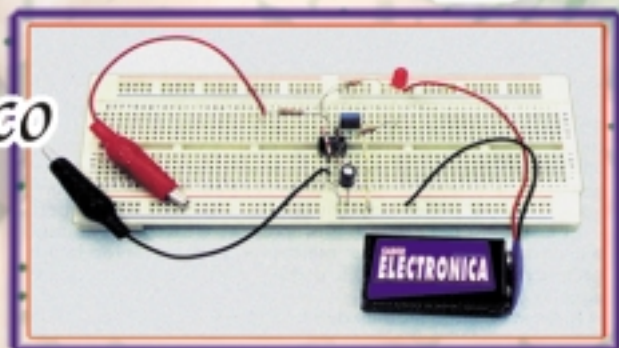
**Los Reguladores de
Tensión Integrados**



SABER
ELECTRONICA
EDICION ARGENTINA

Bricolage

**Cargador Automático
de Baterías**



Enciclopedia Visual de la Electrónica

INDICE DEL CAPITULO 15

REPARACIONES EN ETAPAS DE SALIDA DE AUDIO DE RECEPTORES DE RADIO

Primera configuración	227
Segunda configuración	228
Tercera configuración	229
Reparación con multímetro.....	230
Cómo medir tensiones en una radio	231

REGULADORES INTEGRADOS DE LA SERIE 78XX

Regulador de tensión patrón	232
Regulador fijo con mayor tensión de salida	232
Aumentando la tensión de salida con zéner	232
Tensión de salida ajustable con CI regulador fijo	232
Fuente de corriente fija	233

Fuente de corriente ajustable	233
Cómo aumentar la corriente de salida	233
Reguladores 78XX en paralelo	233
Regulador de tensión fijo de 7A	233
Regulador de 7A con protección contra cortos	234
Regulador ajustable utilizando CIs 7805 y 741	234
Fuente de tensión simétrica utilizando CI 78XX	234

TEORIA DE FUNCIONAMIENTO DE LOS VIDEOGRABADORES

Nota histórica	234
La grabación magnética	235
Grabación lineal contra grabación helicoidal	236
El formato VHS	236
Grabación de audio	237
Grabación azimutal	237

El track de control y los servomecanismos	238
El sistema de control	239
Algunas características de las videograbadoras modernas	239
Manejo remoto	239
Grabación no asistida	239
Sistema de autodiagnóstico	239
Múltiples velocidades de reproducción	240
Efectos digitales	240

CARGADOR AUTOMATICO DE BATERIA.....240

Cupón N° 15

Guarde este cupón: al juntar 3 de éstos, podrá adquirir uno de los videos de la colección por sólo \$5

Nombre: _____
para hacer el canje, fotocopie este
cupón y entréguelo con otros dos.

Capítulo 15

Reparaciones en Etapas de Salida de Audio de Radio a Transistores

INTRODUCCIÓN

La parte final de todo receptor de radio transistorizado es una etapa de salida de audio, que puede presentar diversas configuraciones, según el modelo y la época de su fabricación.

Los tipos de defectos que aparecen en estas etapas de salida y el procedimiento para su localización y reparación dependen evidentemente de las configuraciones.

Iniciamos entonces este análisis de las configuraciones más comunes, además de algunos "consejos" sobre lo que puede ocurrir en cada una y cómo descubrirlo.

Como ya dijimos, para la localización fácil de los defectos el lector podrá contar con dos recursos muy importantes en los que hay que pensar como "inversión" para su taller (figura 1):

- a) El multímetro, y
- b) el inyector de señales.

PRIMERA CONFIGURACIÓN

La configuración más sencilla de salida que se encuentra en radios transistorizadas es la que emplea sólo un transistor con transformador de salida, como muestra la figura 2. Esta es una etapa de salida en clase A en la cual se dan las tensiones que se encuentran en los diversos puntos cuando la alimentación de la radio se hace con 4 pilas, o sea, 6V.

Estas tensiones se miden con el multímetro en la escala más baja de tensión que permite la lectura de los valores indicados y conectándose la punta de prueba negra a masa o referencia de la radio que es, en este caso, el polo

negativo del soporte de las pilas.

Observamos que existen algunos radios en que la referencia se hace en relación al positivo de la fuente, o sea, debemos conectar al positivo de la fuente la pinta roja y medir en los puntos indicados con la punta negra (figura 3).

El lector puede saber eso por el diagrama de la radio, que suele aparecer en la parte trasera de la

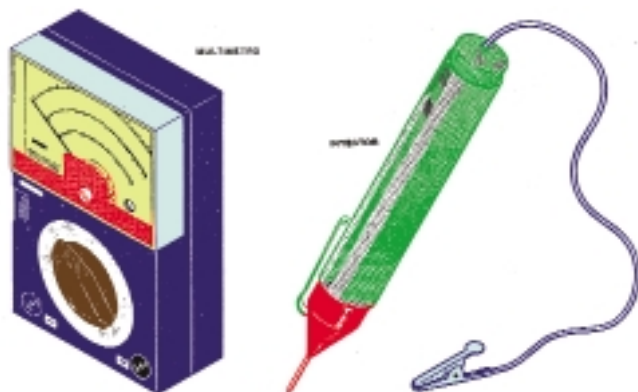


Figura 1

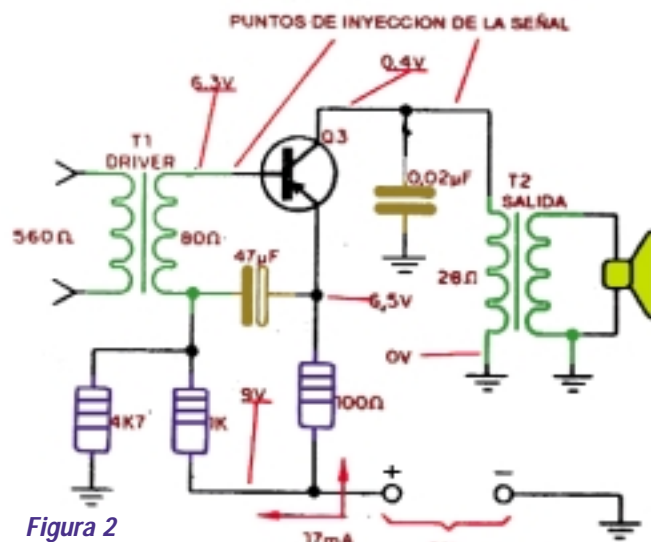


Figura 2

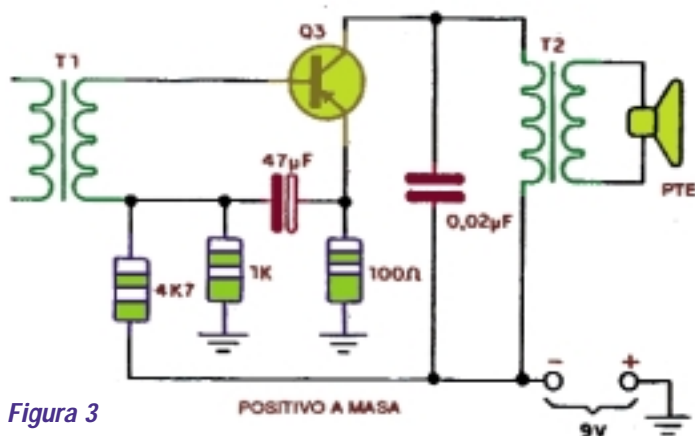


Figura 3

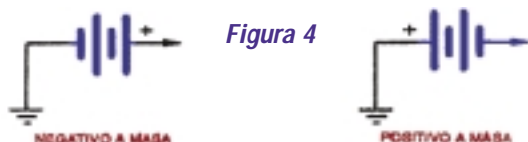


Figura 4

caja, según la batería sea representada con el polo positivo o negativo a masa (figura 4). En las mediciones es importante que:

Para el negativo a masa:

a) La tensión de emisor del transistor debe ser bastante alta, casi del mismo orden que la tensión de alimentación o algunos volt más baja.

b) La tensión de base debe ser aproximadamente 0,2V más baja que la tensión de emisor.

c) La tensión de colector debe ser bien baja, casi cero volt, o poco más en vista de la resistencia del transformador de salida.

¿Qué tipo de anomalías pueden ocurrir verificables por la medición de la tensión?

-La tensión de base es igual a la de emisor: en este caso tene-

mos un transistor en corto, o bien puede haber interrupción del bobinado secundario del transformador driver (T1).

La tensión de base y de emisor son anormalmente altas, mucho más altas que la esperada en el esquema: en este caso podemos sospechar que el transformador se encuentra abierto. Si la tensión de colector también fuera alta esto estará confirmado.

Otro problema que puede ocurrir con una radio de este tipo es el exceso de consumo acompañado con la distorsión del sonido.

Esto puede ocurrir en vista de la alteración del valor de los resistores de polarización de base. La reducción del resistor de $1k\Omega$ normalmente reduce el consumo y con cuidado el reparador puede llegar a un valor que también resulte en un sonido sin distorsión, sin afectar mucho el volumen.

Los problemas con los capacitores normalmente vuelven el soni-

si, sino también con el parlante, que debe ser probado. El inyector de señales puede ser usado de la siguiente manera en esta etapa:

Se inyecta la señal en la base del transistor y se conecta el terminal de tierra al punto común, como muestra la figura 5.

Si la reproducción fuera distorsionada o no existiera, debe verificarse el transistor, los componentes de polarización y también el parlante. Para el transformador driver y salida, la prueba de continuidad puede revelar problemas. Para el parlante, el lector debe hacer la prueba de la sustitución, que consiste en tener un parlante de prueba para conectar en su lugar, en caso que sospeche de este componente, provisoriamente.

SEGUNDA CONFIGURACIÓN

Una segunda configuración, bastante común, es la que lleva dos transistores unidos en clase B, con transformador de salida, como muestra la figura 6.

Esta etapa exige tanto transformador driver con toma central de secundario como salida con toma central en el primario.

Vea el lector que cada transistor opera simétricamente en relación al otro, lo que significa que las tensiones en cada uno deben corresponder; esto facilita el descubrimiento de eventuales problemas con un multímetro.

En la misma figura mostramos las tensiones de una etapa típica de este tipo en que tenemos el positivo a masa.

El multímetro debe tener la punta roja conectada al polo positivo de la batería mientras que la punta de prueba negra se apoya en los puntos en que se desea anotar las tensiones.

Las tensiones de base, colector y emisor deben ser absolutamente iguales en una etapa de este tipo que esté buena.

Los transistores más comunes para estas etapas son los mismos de la anterior, pero con la diferencia que son componentes **"apareados"** (transistores de idénticas características pero uno es PNP y el otro es NPN). Este hecho es im-

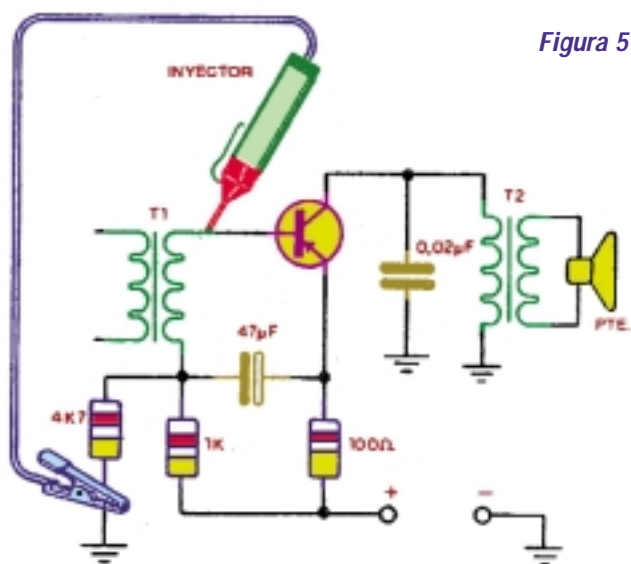


Figura 5

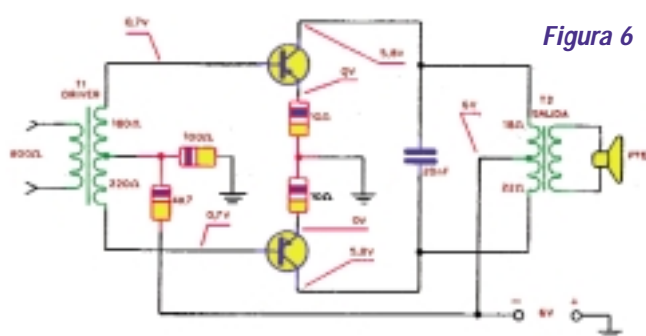


Figura 6

portante, pues al cambiar uno, se debe normalmente cambiar también el otro, aunque esté bueno, para mantener el **"equilibrio"**. Si se cambiara uno solo, la radio podrá presentar problemas.

Observación: el lector que pretende especializarse en reparaciones debe adquirir esquemas de las radios y minicomponentes más comunes, que existen en publicaciones especializadas. Estos esquemas traen las indicaciones de todas las piezas, además de informaciones importantes para el reparador, como las tensiones en los puntos principales y los procedimientos para ajustes.

Las anomalías que pueden ocurrir en una etapa de este tipo son:

-Distorsión del sonido ocasionada por la quema de uno de los transistores, que puede ser localizada por la medida de tensión en sus terminales.

-Falta de sonido ocasionado por la interrupción de los bobinados de uno de los transformadores. Esto puede ser indicado por la medición de la continuidad.

-Exceso de consumo ocasionado por la alteración de características de los transistores. Este problema puede ser resuelto por la alteración de valor del resistor de 4k7 que debe ser aumentado, sin que, sin embargo, se llegue al punto en que se evite la distorsión.

Para medir el consumo de una radio, el procedimiento es el que muestra la figura 7.

Se coloca una pequeña hoja de papel entre el polo positivo de la pila (última) y el soporte, de modo de interrumpir la corriente. Después se apoyan las puntas de prueba, una en una pila y la otra en el contacto con el multímetro en la escala apropiada de mA (Dc mA).

Consumos normales para radios de dos pilas se sitúan entre 10 y 50mA mientras que para radios de 4 pilas pequeñas este consumo puede llegar hasta 100mA con el volumen máximo. En reposo, las corrientes son bastante más bajas.

Así, para una radio de 2 pilas

pequeñas, la corriente con mínimo volumen no debe superar 10mA y lo mismo ocurre para una de 4 pilas pequeñas.

TERCERA CONFIGURACIÓN

Esta es una configuración más moderna, que se encuentra en radios más recientes, y hace uso de dos transistores complementarios, como muestra la figura 8. Los transistores normalmente usados en este circuito son de silicio, y uno es NPN mientras que el otro es PNP.

En esta configuración la impedancia de salida obtenida es baja y el transformador de salida se elimina. El sonido es llevado directamente al parlante por medio de un capacitor electrolítico de alto valor.

Los dos diodos en las bases de los transistores funcionan como polarizadores y estabilizadores. El resistor en la base del primer transistor determina la corriente de reposo del circuito que normalmente debe quedar por debajo de los 10mA en radios comunes.

Es fácil para el lector identificar una radio que tenga esta salida, porque no tenemos el transformador, y los transistores de salida son diferentes. Pares comunes son el BC327 y BC337, o bien BC237 y BC547. Para transistores japoneses (antiguas) podemos citar pares como el 2SB77 y 2SD77.

En este caso, las tensiones encontradas en los terminales de los transistores no son las mismas, pues los mismos trabajan simétricamente.

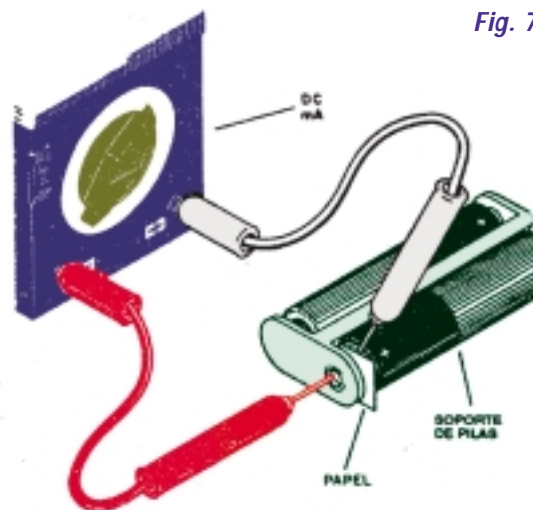


Fig. 7

te, pero no en relación a la fuente. La simetría es en relación a la señal, ya que cada uno amplifica la mitad del ciclo de la señal.

Los problemas que pueden ocurrir con una etapa de este tipo son:

-Distorsión, cuando uno de los transistores de salida tiene algún problema. Este defecto puede ser determinado por la medición de tensiones de acuerdo con el diagrama de cada aparato.

En nuestra figura ejemplo, mostramos las tensiones de un circuito típico que servirán de orientación al lector. Vea qué tensiones de base, diferentes de la tensión de emisor en valor, que no esté cerca de 0,6V para transistores de silicio o

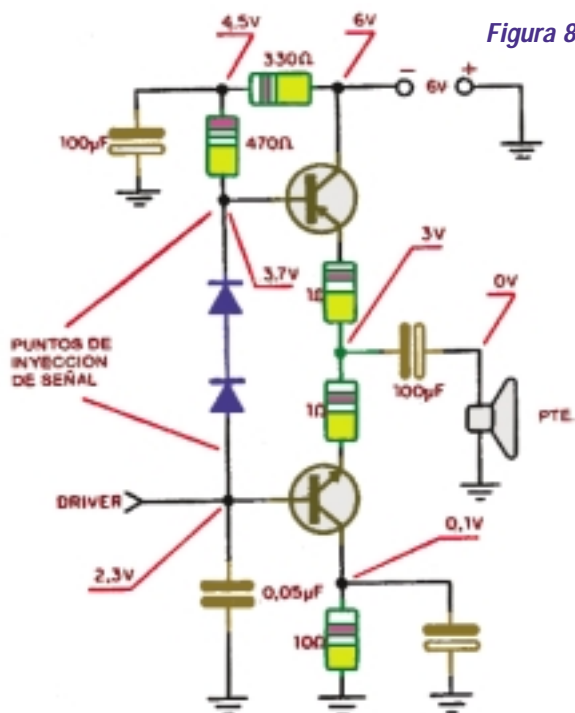


Figura 8

Reparaciones en Etapas de Salida de Audio de Radio a Transistores

de 0,2V para transistores de germanio, indican problemas con este componente.

-Falta de sonido, que es ocasionada por problemas con el parlante o el capacitor electrolítico. La "quemadura" del electrolítico puede llevar a uno de los transistores a un esfuerzo que culmina también con su deterioro.

Está claro que la "quemadura" del electrolítico se refiere a que se pone en corto cuando, retirado el parlante del circuito, medimos una resistencia nula entre sus terminales.

La prueba con el inyector de señales debe ser hecha en los puntos indicados y la reproducción no se hace con volumen igual en los dos casos, pues cada transistor presenta características diferentes de operación, por lo que su uso debe hacerse con cautela. Es importante en la sustitución de componentes de este circuito que los transistores tengan los mismos tipos que los originales.

REPARACIÓN CON MULTÍMETRO

El multímetro o bien VOM (Volt-Ohm-Miliamperímetro) es un instrumento que permite medir las tres magnitudes básicas de la electricidad, o sea tensiones (volt), resistencias (ohm) y corrientes (miliamperes). El estudiante de este curso ya conoce cómo emplearlo, pero a los fines prácticos no viene mal un repaso.

Los tipos pueden variar bastante según el costo, pero el mejor multímetro es el que reúne las siguientes características:

- Mayor sensibilidad dada en mayor número de ohms por volt (esta característica nos dice hasta qué punto podemos confiar en el instrumento sin que el mismo interfiera en la magnitud medida).

- Facilidad de uso y transporte.

Los multímetros que tengan (sensibilidades) de más de 20.000 Ω por volt en las escalas de tensiones continuas y que posean por lo menos 2 ó 3 escalas de resistencias y de corrientes.

Con un multímetro de este tipo, con facilidad se pueden localizar muchos problemas en radios transistorizadas.

Pero, claro, si el lector tiene los medios necesarios, o realmente pretende dedicarse a las reparaciones profesionalmente, entonces puede invertir más dinero en un multímetro electrónico (con FET en la entrada que garantiza 22M Ω de sensibilidad) o incluso digital.

Los multímetros comunes poseen una llave selectora que elige aquello que se medirá, o sea,

cuál es la escala válida, y además de esto, dos orificios para colocar los pines de las puntas de prueba.

Existen aquellos que en lugar de una llave selectora, poseen agujeros para las puntas de prueba que se eligen de acuerdo con lo que se desea medir (figura 9).

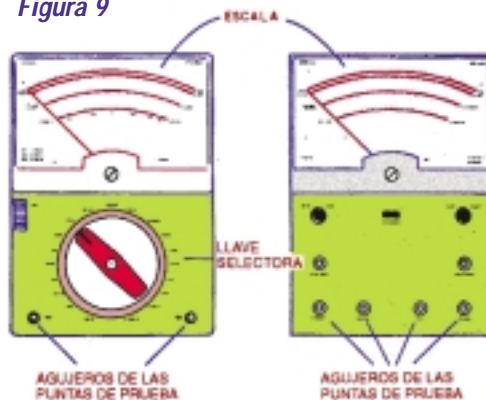
Pero lo importante es colocar la llave (o las clavijas de las puntas de prueba) en la posición adecuada para la medición realizada. Si colocamos la llave en la posición de medir corriente y luego medimos tensión (la manera de conectar el aparato a prueba es diferente) ¡su instrumento puede incluso quemarse!

Por este motivo, si el lector todavía es inexperto, no intente andar midiendo cosas que no sabe realmente qué son, pues esto puede arruinar su (costoso) instrumento. En las radios transistorizadas, las pruebas principales se pueden hacer solamente con la escala de tensiones y resistencias. Las tensiones medidas son cotinuas y las resistencias siempre se hacen con el aparato desconectado, o sea, con la alimentación de la radio desconectada.

Una medición se hace siempre apoyando las puntas de prueba del multímetro entre los puntos del circuito en cuestión, como muestra la figura 10.

Como las radios son alimentadas por

Figura 9



corriente continua (pilas), se debe observar la polaridad de las puntas. Esto es fácil: si al apoyar las puntas de prueba en el lugar la aguja indicadora tiende a moverse hacia la izquierda y no hacia la derecha como es normal, en las escalas de tensión y corriente, basta invertir las puntas.

CÓMO MEDIR TENSIONES EN UNA RADIO

La medición de tensiones en diversos puntos de una radio puede revelar fácilmente problemas de funcionamiento. Para ello, en primer lugar, debemos elegir una escala de tensiones en el multímetro DC Volt en que el valor máximo encontrado en la radio, dado por las pilas, se pueda leer. Por ejemplo, si la radio lleva 4 pilas, debemos elegir una escala que tenga su máximo en más de 6V (10V, por ejemplo).

Después, mediante el diagrama de la radio procuramos saber si tiene el polo positivo o el negativo de las pilas tomado como referencia. Esto también es fácil, pues en el diagrama basta buscar cuál de los polos va al símbolo de tierra, en la fuente, o cuál de los polos va a la línea de referencia como muestra la figura 11.

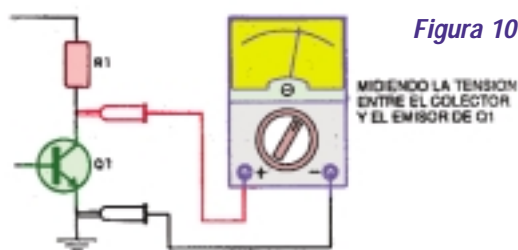
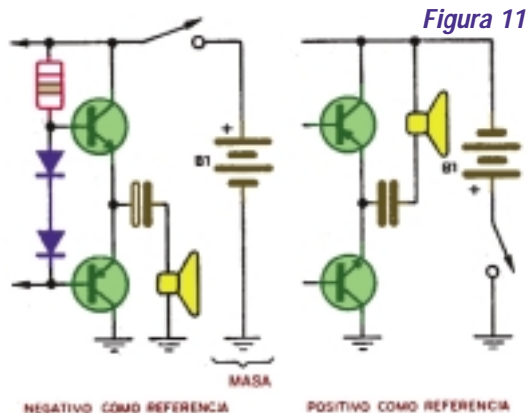
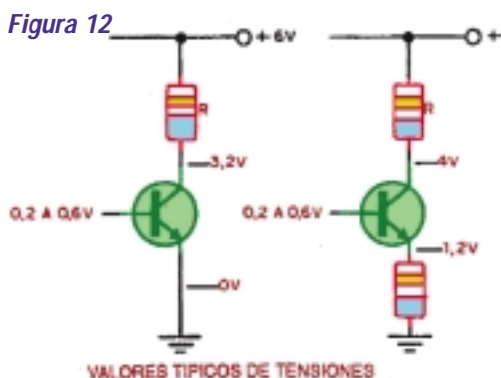


Figura 10



el polo negativo del soporte de las pilas y después vamos apoyando la punta de prueba roja en los puntos en que deseamos saber la tensión. Para el caso de positivo como referencia es la punta de prueba roja que se fija en el polo positivo del soporte de las pilas y la negra se usa para las mediciones.



De un modo general, también podemos decir que las radios que usan transistores NPN tienen el negativo como referencia, y las que usan transistores PNP, en su mayoría, tienen como referencia el positivo. En el caso del negativo como referencia, conectamos de modo permanente, con una pinza cocodrilo, la punta de prueba negra en

Pero... ¿qué medir?

Los principales puntos de medición de tensión que pueden revelar muchas cosas en una radio que no funciona son los terminales de los transistores. No es preciso recordar que los transistores tienen tres terminales y que por lo tanto son tres las mediciones a hacer.

Los valores de las tensiones encontradas, aunque sea en transistores de etapas diferentes, tienen ciertas relaciones que se mantienen constantes, de modo que las anomalías pueden ser detectadas con cierta facilidad.

Tomamos inicialmente como ejemplo un transistor NPN, en una radio que tenga por polo de referencia el negativo.

Los valores típicos en dos casos aparecen en la figura 12.

En el primer caso, el transistor tiene el emisor conectado directamente a la referencia y por lo tanto la tensión medida en este elemento debe ser obligatoriamente nula. La tensión de base, dependiente del tipo de transistor, tendrá que estar entre 0,2V para

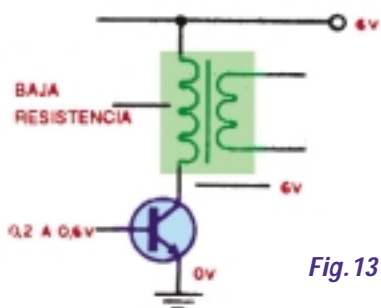
los transistores de germanio, y 0,6V para los de silicio. Si la tensión está por debajo de estos valores (nula), probablemente el transistor está en corto, y si estuviera por arriba, está abierto.

En el segundo caso, existe un resistor en el emisor del transistor, de modo que la tensión en este elemento ya no será nula, pero debe tener un valor bajo, del orden de 2V como máximo, según la tensión de alimentación de la radio. De cualquier manera, la tensión de base debe ser de 0,2V a 0,6V mayor que la tensión hallada en el emisor. En caso que esto no ocurra, los problemas son los mismos que en el caso anterior: tensiones iguales en el emisor y la base indican un transistor en corto, y tensión muy alta en la base, un transistor abierto. Una tensión anormalmente alta en el emisor, del mismo orden que la tensión de colector, puede también indicar que el resistor de emisor está abierto.

Para el caso de los transistores PNP, las lecturas son "invertidas", ya que entonces la tensión de base será más baja que la tensión de emisor. ¡Vea sin embargo que, como estamos ahora con la referencia en el polo positivo de las pilas, las lecturas son las mismas!

Para la tensión de colector, ésta debe ser siempre la más alta. Si fuera anormalmente alta, del mismo orden que la de la fuente de alimentación, cuando no haya en el colector una carga de resistencia elevada, entonces el transistor puede estar abierto (figura 13).

Si la tensión de colector estuviera con un valor bajo, del mismo orden que la tensión de base y de emisor, el transistor estará en corto.



Reguladores Integrados de la Serie 78XX

Los circuitos integrados de la serie 78XX son reguladores proyectados para tensiones de salidas fijas y positivas. Lo que muchos no saben, es que las aplicaciones de estos componentes no se limitan solamente a esta finalidad y en este capítulo

presentamos una serie de circuitos que usan estos CIs y mostramos varias ideas prácticas importantes.

Toda fuente de alimentación está formada por etapas y las principales son: transformación,

rectificación, filtrado y regulación.

La etapa de regulación, posee diversas configuraciones, dependiendo de cada aplicación. Entre estas configuraciones tenemos las que hacen uso de los integrados reguladores de tensión,

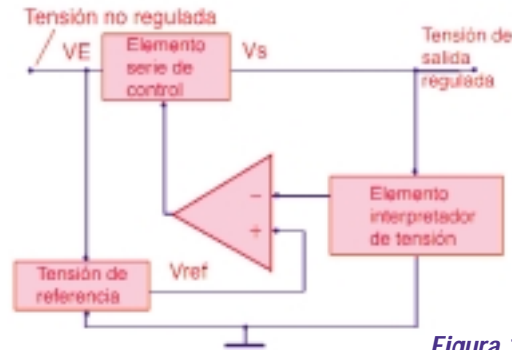


Figura 1

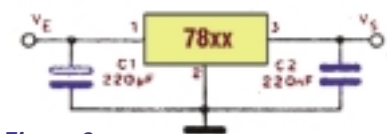


Figura 2

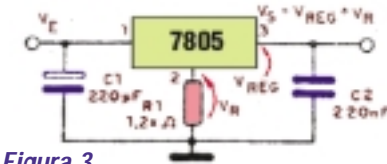


Figura 3

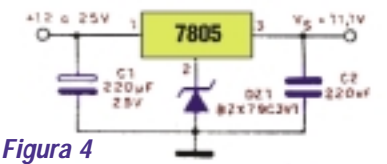


Figura 4

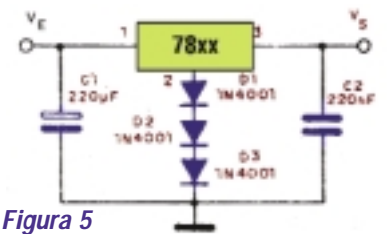


Figura 5

con salida fija en tensión negativa o positiva.

La familia 78XX consiste en CIs reguladores positivos, mientras que la serie 79XX trabaja con valores de tensiones negativas en su salida.

La tabla I muestra los valores de tensión mínima y máxima de entrada para los CIs de la serie 78XX. El valor de tensión regulada está dado por los dos últimos números.

Recordamos que los elementos de esta familia poseen protección interna contra sobrecalentamiento y sobrecargas, además de no necesitar componentes adicionales para realizar el re-

gulado. En la figura 1, se presenta el diagrama de bloques de un circuito integrado regulador de tensión que consiste en:

- Elemento de referencia: que proporciona una tensión de referencia estable conocida.

- Elemento de interpretación de tensión: que muestra el nivel de tensión de salida.

- Elemento comparador: que compara la referencia y el nivel de salida para generar una señal de error.

- Elemento de control: que puede utilizar esta señal de error para generar una transformación de la tensión de entrada y producir la salida deseada.

Agregando algunos componentes externos, podemos alterar esa configuración interna del CI, y así aumentar sus aplicaciones. Observe entonces:

1. REGULADOR DE TENSIÓN PATRÓN

La aplicación más usada en circuitos utilizando CIs 78XX es la de la figura 2.

La tensión de salida depende del circuito integrado utilizado y la corriente máxima para cualquier CI de esa serie es de 1A. El capacitor C1, filtra la tensión del rectificador, mientras que el capacitor C2, desacopla la alimentación.

2. REGULADOR FIJO CON MAYOR TENSIÓN DE SALIDA

En caso de que el lector desee montar una fuente de 12V, pero en su banco de trabajo sólo existan CI 7805...

¿qué puede hacer?

Sencillo: basta colocar un elemento que provoque una caída de tensión, como muestra la figura 3.

De esta forma, la tensión de salida será la suma de la tensión

Tabla I

CI Regulador	Tensión(V) de entrada	
	Mínima	Máxima
7805	7	25
7806	8	25
7808	10	25
7810	12	28
7812	14	30
7815	17	30
7818	20	33
7824	26	38

regulada por el CI (Vreg) más la caída del componente.

El valor del resistor está calculado por la siguiente fórmula:

$$R = \frac{V_s - V_{reg}}{5}$$

Donde:

VS = tensión de salida deseada

Vreg = tensión de salida del regulador

R = resistor en kΩ

Para el ejemplo dado, el valor obtenido para R fue de 1,4kΩ. El valor comercial más cercano es el de 1,2kΩ.

En caso de que la corriente consumida sobrepase los 500mA es conveniente colocar el CI en un disipador de calor adecuado.

3. AUMENTANDO LA TENSIÓN DE SALIDA CON ZENER

En caso de que el resistor sea sustituido por un diodo zéner, la tensión de salida aumentará de acuerdo con la tensión del mismo (figura 4).

Este mismo razonamiento se aplica con diodos rectificadores comunes, según muestra la figura 5.

Por el hecho de que la tensión de entrada excede el límite soportado, el circuito no es a prueba de cortos.

4. TENSIÓN DE SALIDA AJUSTABLE CON CI REGULADOR FIJO

En la figura 6, tenemos un circuito de comportamiento supe-

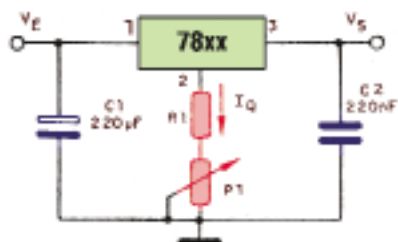


Figura 6

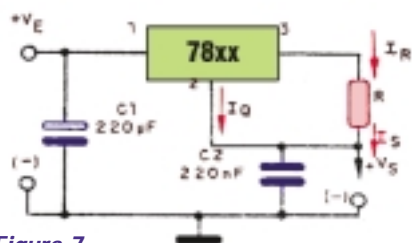


Figura 7

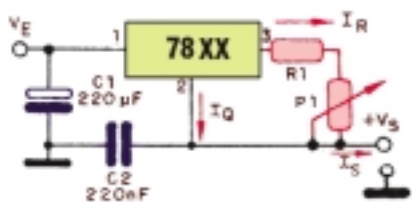


Figura 8

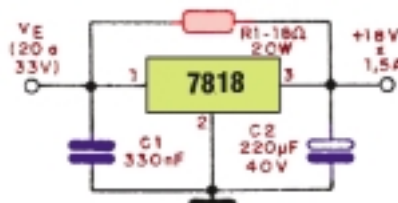


Figura 9

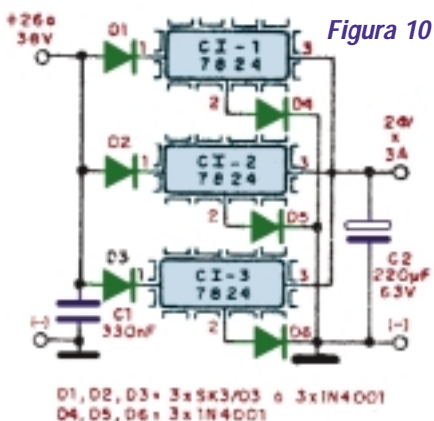


Figura 10

rrior en lo que atañe a regulación. Observe que la configuración es la misma que la de la figura 3, con el agregado de un potenciómetro. De esta forma podemos variar la tensión de salida, desde la tensión de regulación del CI (V_{reg}) hasta el valor máximo, dado por la fórmula:

$$V_s = V_{reg} + \frac{V_{reg} \cdot P1}{R1 + P1} + I_q \cdot P1$$

Donde: $R1 < V_{reg} / 3 \cdot I_q$

V_{reg} = tensión de salida del regulador

$R1$ y $P1$ = resistor y potenciómetro en ohm.

I_q = corriente en reposo.

El parámetro I_q es denominado corriente en reposo de operación, y generalmente, está en la banda de los 3mA a los 10mA. La misma es la corriente que fluye de la entrada hacia el terminal común del CI y varía para cada regulador (normalmente se torna 5mA).

5. FUENTE DE CORRIENTE FIJA

Hay casos en que necesitamos una corriente constante, como un cargador de baterías, por ejemplo. Sabemos que el CI posee una tensión constante de salida (V_{reg}). Si agregamos un resistor tendremos una corriente siempre fija en la salida (figura 7). Para la fuente de corriente del ejemplo dado, la fórmula para calcular el valor de I_s es:

$$I_s = \frac{V_{reg}}{R} + I_q$$

Para el CI 7805, el manual indica una corriente de reposo de 4,2mA.

6. FUENTE DE CORRIENTE AJUSTABLE

En caso de que sea necesaria una corriente ajustable en la salida, utilice el circuito de la figura 8. La corriente de salida máxima y mínima se calcula por la fórmula:

$$I_{s\max} = \frac{V_{reg}}{(R+P)} + I_q$$

$$I_{s\min} = \frac{V_{reg}}{R} + I_q$$

El control del ajuste de corriente se hace por el potenciómetro,

cuyo valor se calcula en función de la banda de valores de corriente.

7. CÓMO AUMENTAR LA CORRIENTE DE SALIDA

La manera más simple de ampliar la capacidad de corriente de salida de un CI78XX es la de la figura 9. En el ejemplo utilizamos el CI7818, pero la idea sirve para todos. El resistor de potencia en paralelo como el CI, auxilia en la conducción de corriente. Recordamos que los capacitores C1 y C2 filtran y desacoplan la alimentación, respectivamente.

8. REGULADORES 78XX EN PARALELO

Otra sugerencia muy interesante aparece en la figura 10. Por el hecho de que los CIs están en paralelo, tenemos la corriente dividida y con esto una mayor provisión de corriente del sistema. Los diodos D1, D2 y D3 aíslan las entradas de los reguladores, mientras D4, D5 y D6 provocan la caída de tensión para compensar la de entrada.

Aconsejamos el uso de, como máximo, cinco CIs en esta configuración para evitar inestabilidades en el circuito. La capacidad de corriente para este ejemplo es de 3A.

9. REGULADOR DE TENSIÓN FIJO DE 7A

Con auxilio de un transistor de potencia, podemos aumentar todavía más la capacidad de corriente de salida de un CI de esta serie (figura 11).

Así, para la corriente de hasta 4A sugerimos el uso de un transistor TIP 42. Para corrientes superiores (hasta 7A), el transistor empleado debe ser el MJ2955 o el 2N2955. La tensión de salida está fijada por el CI, y los transistores deben ser colocados en disipadores de calor apropiados para el volumen de corriente deseado. Como aplicación recomendamos el uso en fuentes de alimentación para amplificadores de

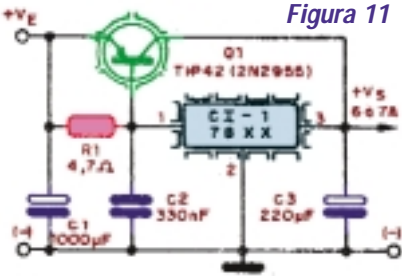


Figura 11

juntamente con el CI.
El resistor R1 es el sensor de corriente de cortocircuito y es calculado por la fórmula:

$$R1 = \frac{0,7}{I_{cc}}$$

Donde:
R1 = resistor en ohm
I_{cc} = corriente de cortocircuito en amperes
0,7 = corresponde a la tensión base-emisor del transistor Q1 utilizado.

Para calcular el valor de R1, basta sustituir el valor máximo de corriente del circuito.

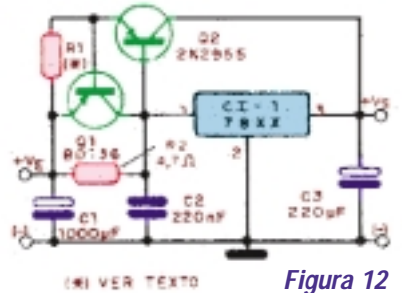


Figura 12

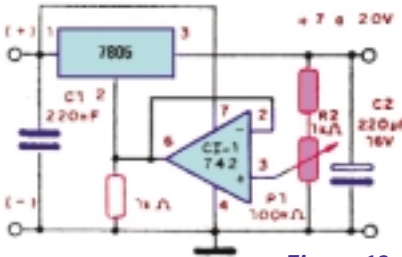


Figura 13

11. REGULADOR AJUSTABLE
UTILIZANDO CIs 7805 Y 741

Hay aplicaciones en que necesitamos una mejor regulación en la salida.

La figura 13 muestra un ejemplo de regulador con tensión de salida ajustable desde 7V hasta 20V.

Para este caso la tensión de salida es siempre regulada de un valor mayor que 2V de la tensión de regulación del CI hasta un valor máximo dado por la tensión de entrada del CI.

Por ejemplo, si en lugar del 7805, hubiéramos utilizado el 7815, tendríamos una variación entre 17V a 20V o más, dependiendo del valor de la tensión de entrada.

Recordamos que el CI7824 no puede ser utilizado en esa configuración, porque el 741 podría quemarse, ya que estaríamos trabajando con más de 25V.

12. FUENTE DE TENSIÓN
SIMÉTRICA UTILIZANDO CI 78XX

Observe que en la figura 14, usamos nuevamente el 741 que en este caso actúa como un divisor de tensión, juntamente con los resistores R1 y R2. A pesar de que los reguladores trabajan con tensiones positivas, creamos una referencia negativa con el amplificador operacional y así obtenemos tensiones positivas y negativas en relación a tierra.

La diferencia entre la tensión de salida positiva y negativa depende de la tensión de off-set del 741, con valores típicos entre 1mV y 5mV.

Los capacitores C1, C2, C3 y C4 filtran la corriente alterna que pudiera existir y C5 hace un acoplamiento entre la entrada inversora (pin 2) y la salida de CI-3 (pin 6).

Cualquier regulador puede ser usado, con excepción del 7824, debido a los límites de tensión del amplificador operacional. Finalizando, solamente para tener una idea, cada uno de estos circuitos integrados está compuesto internamente por 2 capacitores cerámicos, 3 diodos zéner, 26 resistores de polarización y nada menos que 24 transistores.

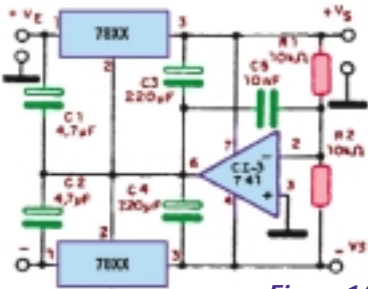


Figura 14

automóviles, en cuyo caso el CI debe ser el 7812.

10. REGULADOR DE 7A CON
PROTECCIÓN CONTRA CORTOS

En los circuitos propuestos, en caso de que hubiera un cortocircuito en la salida, ciertamente el CI y el transistor (si se lo hubiera utilizado) se quemarían.

La figura 12 ilustra un circuito que impide que esto ocurra. En funcionamiento normal, Q2 proporciona la corriente de salida,

Funcionamiento de los Videograbadores

INTRODUCCIÓN

Un videograbador es una máquina electrónico-mecánica diseñada para reproducir y grabar señales de video compuesto en cinta magnética.

En términos generales, los procesos que se llevan a cabo para la lectura de la información grabada

en cinta son (figura 1): recuperación de la información previamente grabada; separación de las bandas correspondientes a luminancia y color; manejo de la señal de luminancia y demodulación, para obtener nuevamente la señal de blanco y negro; manejo de la señal de croma para elevar su frecuencia al estándar de 3,58MHz;

mezcla de ambas señales y expedición de las mismas, ya sea directamente por las terminales de video o a través del modulador de RF hacia el televisor.

Y al contrario, los procesos que se efectúan para grabar las señales de video compuesto son: sintonía de la señal de TV, demodulación y obtención de las señales de

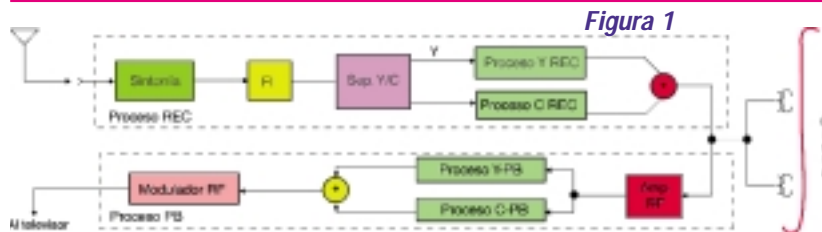


Figura 1



Figura 2

luminancia y croma, manejos individuales a cada una de éstas, mezcla de ambas señales debidamente procesadas y grabación en la cinta magnética.

Los conceptos de la grabación magnética datan de finales del siglo pasado y fueron descritos en forma teórica por Oberlin Smith, en 1888. Unos años más tarde, en 1898, el inventor danés Valdemar Poulsen patentó el primer grabador magnético de sonidos.

Los primeros aparatos utilizaban como medio de almacenamiento un alambre de acero, aunque posteriormente se experimentó con el uso de una cinta metálica y luego de celulosa, dando origen en 1936 al magnetófono, el cual sentó la base de toda una generación de medios basados en cinta (las populares grabadoras de carrete abierto). Pero, sin duda, el factor que marcó el despegue de las cintas magnéticas como medio popular de distribución y almacenamiento de audio, fue el desarrollo del cassette, introducido por Philips en 1964, pues gracias a este dispositivo el usuario no tenía que enhebrar la cinta manualmente (como sucedía con los carretes), ni ésta quedaba sujeta a los maltratos propios del ambiente.

En el campo del video, también se hicieron diversos experimentos para la grabación de programas de TV en cinta magnética; sin embargo, por distintas dificultades tec-

nológicas y por su elevado costo, durante mucho tiempo estos aparatos estuvieron dedicados exclusivamente a grandes corporaciones teledifusoras. Fue hasta mediados de los 70, cuando dos compañías presentaron con pocos meses de diferencia, un par de sistemas que reunían las prestaciones y el precio adecuados para llevar a la video-grabación a niveles de consumo masivo: el formato Betamax de Sony y el VHS de JVC (éste es el que prevalecería, al desplazar definitivamente al Betamax, que fue el primero en salir al mercado).

LA GRABACIÓN MAGNÉTICA

Desde hace muchos años se vienen descubriendo las propiedades electromagnéticas de ciertos materiales (se atribuye a los griegos el descubrimiento de la electricidad estática y de los primeros imanes naturales); sin embargo, fue en el siglo XIX, cuando el físico inglés, Michael Faraday descubrió la estrecha relación que existe entre la electricidad y el magnetismo.

Faraday descubrió que cuando se hace circular una corriente eléctrica a través de las espiras de una bobina de alambre, en su núcleo se forma un campo magnético cuya intensidad es proporcional a la corriente aplicada (figura 2A). También descubrió que si en una bobina se introduce un imán en constante movimiento (aplicando así un campo magnético variable), el campo induce en las espiras de la bobina un voltaje, es decir, en su salida se obtiene una señal eléctrica proporcional a la variación del campo magnético en su interior (figura 2B).

Por otra parte, existen materiales que tienen la propiedad de almacenar campos magnéticos por tiempo indefinido; es decir, si se aplica un campo magnético en di-

chos materiales, éstos quedan imantados en proporción a la intensidad del campo aplicado. Precisamente, combinando los fenómenos descubiertos por Faraday con los materiales susceptibles de imantación, es que se logra la grabación en cinta magnética.

Para llevar a cabo este proceso de grabación/reproducción, es necesario un dispositivo muy particular: una cabeza magnética. En la figura 3 se muestra la estructura de este elemento; puede apreciar que se trata de un toroide de material ferromagnético (una variedad especial de ferrita), rodeado por una bobina. En un punto de este toroide se ha introducido una discontinuidad no-magnética a la que se da el nombre de gap, y cuya función se muestra en la figura 4A.

Note que cuando comienza a circular una corriente a través de la bobina, se forma en el interior del toroide un campo magnético intenso, que trata de seguir una trayectoria circular; sin embargo, al llegar al gap, no puede seguir su camino en línea recta, por lo que el campo tiene que "brincar" la discontinuidad. Así, el campo magnético abandona por breve tiempo al toroide de ferrita y se transmite por el aire.

Si se coloca una cinta con material ferromagnético frente del gap, al aplicar corriente en la bobina, el campo magnético generado en el interior del toroide tiende a concentrarse en la cinta (figura 4B). De esta manera, es posible aplicar un campo muy concentrado en puntos específicos; y como el campo magnético generado es proporcional a la corriente que circula por la bobina, con este sencillo elemento se puede aplicar en la cinta una inducción de amplitud controlada, pasándola lentamente frente a la cabeza. Así, a lo largo de la

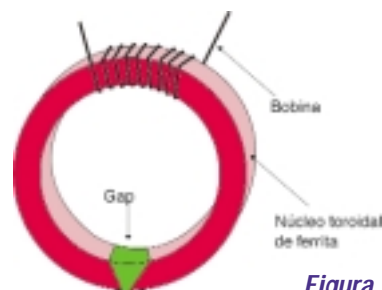


Figura 3

Figura 4

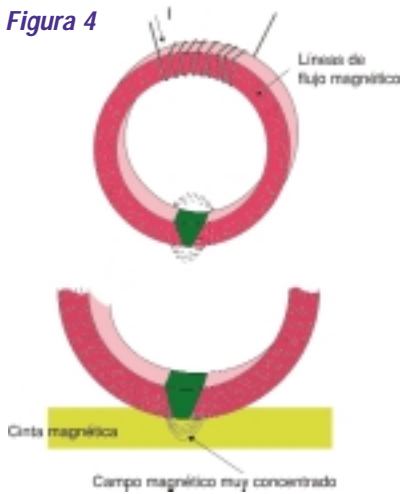
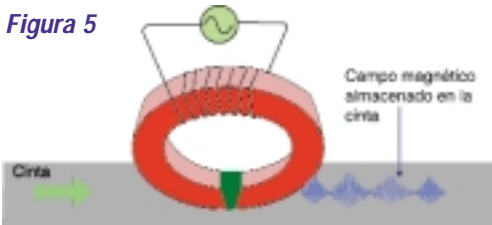


Figura 5



propia cinta se van almacenando campos de magnitud variable según la intensidad de la corriente eléctrica, que a su vez corresponde a una información específica (figura 5).

Para recuperar o dar lectura a la señal grabada en la cinta, se utiliza la misma cabeza magnética, pero ahora actúa como elemento receptor. En tal caso, se hace pasar frente a ella la cinta grabada, con lo que los campos magnéticos almacenados se transmiten hacia el núcleo de ferrita e inducen un voltaje en las espiras del bobinado. Ahora no se le aplica corriente alguna, sino al contrario, se coloca un monitor para captar el voltaje en la salida del bobinado. Como resultado, en la salida de la cabeza magnética se produce un voltaje proporcional a la intensidad del campo magnético almacenado en la cinta, el cual a su vez es proporcional a la corriente aplicada durante la grabación.

GRABACIÓN LINEAL CONTRA GRABACIÓN HELICOIDAL

Lo que hemos descrito se aplica en las grabaciones de tipo lineal, es decir, donde la cinta corre frente a una cabeza magnética fija; en tal

caso, la calidad de la grabación que se puede almacenar está estrechamente relacionada con dos factores: el ancho del gap y la velocidad con que la cinta transcurre frente a la cabeza.

Para la grabación de señales audio, el sistema de cabeza estacionaria es adecuado, ya que el ancho de banda de los sonidos que puede captar el oído humano se ubica en el rango de 20 a 20.000Hz; esto significa que una cabeza magnética con un gap de un tamaño mediano (unas cuantas micras) y una cinta corriendo a baja velocidad, es capaz de almacenar toda la banda sonora sin que se produzca pérdida aparente. Por ello, la calidad del audio que se consigue con los tradicionales casetes es satisfactoria para las aplicaciones de usuario.

Pero cuando se utiliza el mismo método para grabar señales de un ancho de banda muy amplio, como la de video compuesto (que va de 0 a 4,5MHz), surgen dificultades. En tal caso, se necesitarían gaps extremadamente pequeños (difíciles de producir) y velocidades de cinta muy elevadas, consumiendo grandes cantidades de cinta.

Como ambos factores son antieconómicos, los diseñadores tuvieron que desarrollar un nuevo método de grabación que permitiera almacenar señales de muy altas frecuencias, sin incurrir en estos inconvenientes. Fue así como se desarrolló el sistema de grabación helicoidal con cabezas rotatorias.

Este método se basa en un mecanismo con las siguientes características: las cabezas de grabación/reproducción se montan sobre un tambor rotatorio, el cual gira a alta velocidad. La cinta, a su vez, rodea al tambor en una trayectoria ligeramente inclinada, por lo que la información se graba en una serie de delgadas líneas (tracks o pistas) inclinadas sobre la superficie de la cinta (figura 6). De esta manera, aunque la cinta se mueve con una velocidad muy baja (unos cuantos centímetros por segundo), la veloci-

dad relativa cabeza/cinta es lo suficientemente alta para poder grabar señales de muy alta frecuencia; típicamente, la velocidad relativa es de alrededor de 5 metros por segundo.

Para lograr una grabación continua de la información, es necesario que la cinta rodee por lo menos 180 grados la periferia del tambor, y como en este cilindro se montan por lo menos dos cabezas ubicadas en extremos opuestos, mientras pasa una cabeza grabando información, la otra estará pasando por la porción que no está rodeada de cinta, pero cuando la primera cabeza está a punto de abandonar la cinta, la cabeza contraria apenas estará entrando a la porción de cinta (figura 7).

EL FORMATO VHS

Explicemos ahora el formato VHS, enfatizando el aspecto de sus parámetros operacionales y sus dimensiones físicas.

En este formato se utiliza un tambor de cabezas con un diámetro de aproximadamente 6 cm, girando con una velocidad de 1800 RPM, es decir, el tambor da 30 vueltas por minuto. Una de las características principales del estándar NTSC (el que rige las transmisiones televisivas en la mayor parte de América, aunque en Argentina utilizamos el PAL), es que las imágenes de TV se forman con 60 campos entrelazados por segundo, o sea, 30 cuadros completos en el mismo lapso; por lo tanto, en cada revolución del tambor de cabezas, se graba un cuadro completo, un campo por cabeza. En PAL tenemos 50 campos y 25 cuadros.

Gracias a este arreglo, es posible que la transición inevitable que se forma cuando se hace la conmutación entre una cabeza y otra,

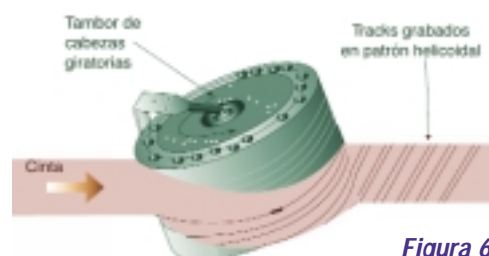


Figura 6

Cuando la cabeza 1 está a punto de abandonar la porción del tambor rodeada de cinta, la cabeza 2 apenas está entrando. De esta forma se consigue una grabación continua de señal.

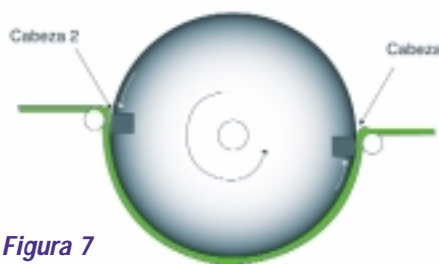


Figura 7

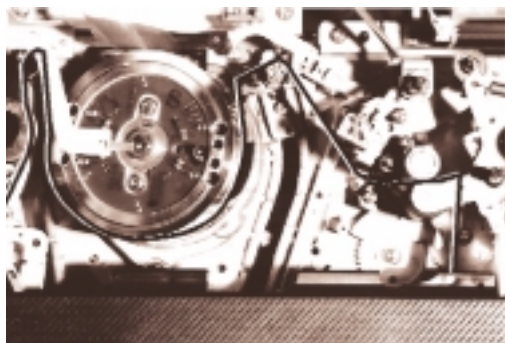


Figura 8

pueda ubicarse, por ejemplo, en las 16 líneas en blanco que aparecen después del pulso de sincronía vertical, presentando así al espectador una imagen siempre clara y nítida.

Y para conseguir que la cinta rodee poco más de la mitad de la periferia del tambor de cabezas, en el formato VHS se recurre a un enhebrado conocido como **"tipo M"**, debido al trayecto que sigue la

cinta una vez colocada en su posición correcta (figura 8). Para ello, el cassette posee unas cavidades en donde entran sendos postes que, una vez detectado que está en su posición adecuada, extraen la cinta de forma automática, rodeando al tambor de cabezas y poniéndola en contacto con las cabezas de audio y control. Este procedimiento automático evita que el usuario tenga que manipular de forma directa la cinta, así garantiza mayor vida útil de las películas y una operación más confiable en general.

GRABACIÓN DE AUDIO

La información de audio no se graba junto con la de video, sino que se almacena siguiendo el método tradicional (una cabeza fija) en un track lineal que se encuentra en la parte superior de la cinta (figura 9). Debido a este arreglo tan peculiar, y a la baja velocidad con que se desplaza la cinta magnética, el ancho de banda que se puede guardar en el formato VHS deja mucho que desear; alcanza un máximo de 15kHz en velocidad SP, la más alta, y cae drásticamente a menos de 10kHz cuando se graba en velocidad EP, la más lenta.

Para compensar este problema, se han diseñado métodos que permiten que la información de audio se graba utilizando el mismo tambor de cabezas. Pero debido a que tanto el ancho de banda de la grabación en VHS como la superficie de la cinta ya estaban totalmente saturados, no quedó más remedio que idear un sistema completamente novedoso para conseguir estos objetivos; a este sistema se le conoce como **"grabación con profundidad"**.

En este caso un par de cabezas de audio adicionales pasan antes de que se grabe el video y graban con mucha potencia la información de audio, de modo que penetre profundamente en el sustrato de partículas magnéticas. Inmediatamente después pasa la cabeza de grabación de video, y borra la grabación de audio que hay en la superficie, colocando ahí los datos de video, pero dejando intacta la grabación en lo más profundo de la cinta (figura 10).

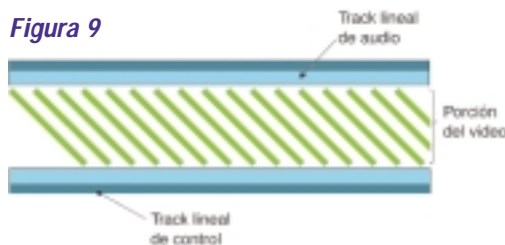
Gracias a este procedimiento, y al uso de avanzadas técnicas que permiten evitar que ambas grabaciones se interfieran, se consigue la grabación de audio en alta fidelidad estéreo en formato VHS, sobrepasando las limitaciones de velocidad que tiene la grabación lineal de audio.

GRABACIÓN AZIMUTHAL

La lentitud en el desplazamiento de la cinta, creó otro problema con el que tuvieron que enfrentarse los diseñadores del formato VHS. En el diseño original, cuando se grababa con la velocidad más alta, a pesar de la rapidez de desplazamiento de la cinta, los tracks permanecían los suficientemente separados entre sí (figura 11A), de modo que al leer la información, las cabezas podían posicionarse sobre su track respectivo sin que existiera ninguna interferencia de las pistas adyacentes. Sin embargo, cuando se utilizaron velocidades de grabación en alta densidad, se redujo a la mitad e incluso a una tercera parte la velocidad de desplazamiento de la cinta, con lo que los espacios entre tracks desaparecieron, llegándose a sobreponer ligeramente una pista sobre la otra (figura 11B y C).

Como en la lectura de la información no era posible separar de manera automática los datos del track correcto de los adyacentes, los diseñadores tuvieron que recurrir a un truco muy interesante para eliminar este crosstalk o información cruzada. En vez de utilizar las tradicionales cabezas magnéticas con un gap completamente vertical, se le dio una ligera inclinación

Figura 9



Información de video

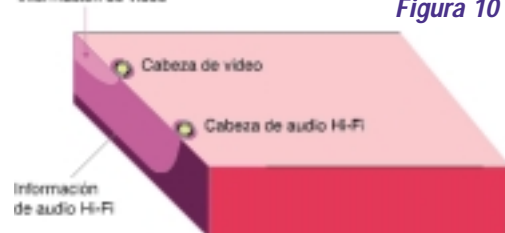
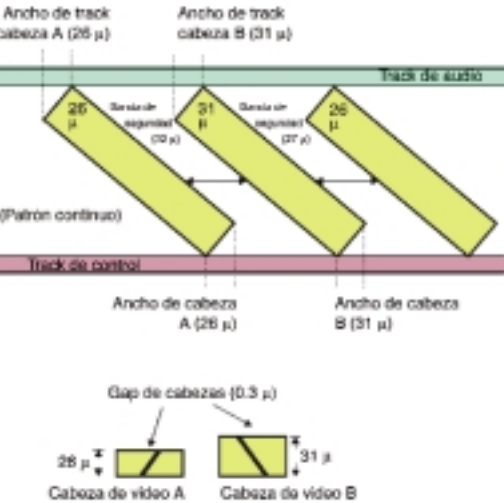


Figura 10

Información de audio Hi-Fi

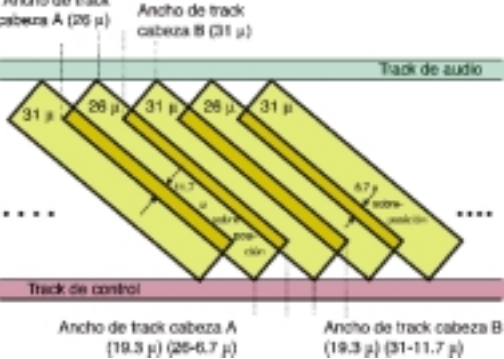
A Tracks de video en el modo SP.



B Track de video en el modo LP.



C Track de video en el modo EP.



en un sentido para una de las cabezas y en el inverso para la otra (figuras 12).

Si usted se dedica al servicio electrónico, habrá notado que cuando a una grabadora se le manipula el azimuth, el audio va perdiendo sus altas frecuencias hasta que el sonido se escucha apagado; sin embargo, aún puede escucharse y reconocerse la melodía, debido a que este cambio de azimuth afecta principalmente las fre-

Figura 11

cuencias altas, dejando intactas las inferiores. Una situación similar se presenta en la eliminación del crosstalk en el formato VHS.

Como la señal de video tiene un ancho de banda de 0 a 4,25 MHz, si se grabara tal cual en la cinta, el cambio de azimuth podría evitar el crosstalk en las altas frecuencias, pero no en las bajas; sin embargo, en el formato VHS la señal sufre una transformación antes de ser grabada, proceso que consiste en lo siguiente: primero se separan sus componentes de luminancia y croma, y una vez separados, a cada uno se le da un manejo especial. La luminancia se modula en frecuencia, de modo que pasa a ocupar exclusivamente una zona de altas frecuencias; por su parte, la crominancia se heterodina para disminuir su frecuencia de portadora, quedando el espectro de la señal grabada como se muestra en la figura 13. Pero como la luminancia se encuentra en una zona de alta frecuencia, la grabación azimuthal impide la información cruzada entre tracks adyacentes.

¿Pero qué sucede con la información de color?

Para ello se diseñó un sistema muy ingenioso de rotación de

fase que, en pocas palabras, se basa en lo siguiente: la fase de la portadora de color va girando 90 grados cada línea horizontal, en un sentido para la cabeza A y en sentido contrario para la cabeza B; y una vez que se lee la información, por medio de una serie de sumas y restas se consigue eliminar prácticamente toda la interfe-

rencia de los tracks adyacentes (figura 14). Gracias a estos métodos, a pesar de que la información de video se encuentre traslapada en la cinta, la imagen en la pantalla sigue siendo clara y estable.

EL TRACK DE CONTROL Y LOS SERVOMECANISMOS

Veamos ahora otros aspectos del formato VHS. Anteriormente mencionamos que en la parte inferior de la cinta corre un track lineal que se utiliza para una señal de control.

¿Qué es esta señal y para qué sirve? La respuesta podemos iniciarla con otra pregunta:

¿Cómo "sabe" el aparato que las cabezas están leyendo el track correcto?

Para ello, es necesaria la presencia de una señal adicional que permita sincronizar el giro de las cabezas con el desplazamiento de la cinta; precisamente, dicha señal se graba en el track de control, y tiene un doble propósito: por un lado, indica al tambor de cabezas si su fase de giro es la correcta (esto es, que la cabeza A pase exactamente sobre el track A y lo mismo con la cabeza B); y por otro lado, permite al sistema determinar con qué velocidad fue grabada la cinta originalmente y, en consecuencia, a la velocidad que debe desplazarse la cinta frente a las cabezas rotatorias. Para llevar a cabo estas funciones, es necesaria la operación de complejos circuitos electrónicos que interactúan estrechamente

Figura 12

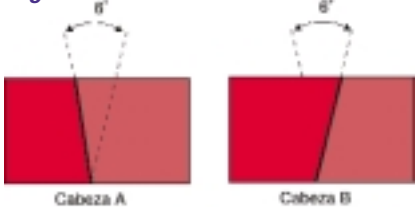


Figura 13



Exploración helicoidal



Figura 14

División de la señal restaurada



Salida de la señal duplicada



Componente vectorial del Dorsal



Vectores en el modo de reproducción



Salida de la señal duplicada



con un par de motores (de giro de cabezas y de desplazamiento de cinta). Esta combinación de circuitos electrónicos y motores da origen a un sistema de servomecanismos que, en el caso de los video-grabadores son dos: de drum (tam-bor) y de caps-tan (cabrestante). La operación conjunta de ambos garantiza que la cinta se desplace siempre con la velocidad correcta y que las cabezas magnéticas lean la información que les corresponde (figura 15).

EL SISTEMA DE CONTROL

Por supuesto que todos estos circuitos y mecanismos tan complejos no podrían funcionar sin la presencia de un "cerebro" central que los supervise; ésta es precisamente la función de un circuito digital de alta integración, conocido como microprocesador o microcomputadora.

Este elemento contiene una serie de circuitos lógicos que se encargan de monitorear un conjunto de variables externas, como la posición del casete, la velocidad de los motores, la activación o desactivación de bloques enteros del aparato, etc. Dicho circuito también se encarga de recibir las órdenes del usuario (ya sea que provengan del teclado o del control remoto) y, dependiendo de la instrucción recibida, de poner en operación los motores nece-

sarios y los circuitos adecuados para que la videogradora ejecute las órdenes del usuario. También se encarga de excitar el display externo o del despliegue de datos en pantalla, e inclusive permite programar el aparato para que se encienda automáticamente a determinada hora, grabe un programa en un cierto canal y, al concluir la grabación, se apague del mismo modo.

Como puede apreciar, las operaciones que lleva a cabo el sistema de control en un videogradora son muy variadas. Inclusive, en los últimos años se han integrado funciones de "autodiagnóstico"; esto es, la máquina puede detectar cualquier error que aparezca durante la grabación o reproducción, y reportarlo al usuario por medio de un código en el display.

ALGUNAS CARACTERÍSTICAS DE LOS VIDEOGRABADORES MODERNOS

Un videogrador actual es mucho más sofisticada que los primeros modelos que se presentaron en 1975.

Manejo Remoto

Los primeros modelos de video-

aparato debe hacerse forzosamente mediante dicha unidad.

Los modernos controles inalámbricos utilizan pulsos infrarrojos codificados digitalmente para dar las instrucciones a la videogradora (figura 15); dichos pulsos tienen algunas características especiales para cada marca (o incluso modelo) de equipo, para no interferir la operación de otros aparatos cercanos.

Grabación no asistida

Debido al avance de las técnicas de control digital, en las videogradoras se han podido incluir avanzados y poderosos microcontroladores como "cerebro". Gracias a ello, estas máquinas pueden ofrecer prestaciones inimaginables hace 20 años.

Por ejemplo, es posible programar la videogradora para que al llegar determinada fecha y hora se encienda, sintonice un canal, pase al modo de grabación y, una vez transcurrido el tiempo del programa, se apague por sí misma.

Sistema de autodiagnóstico

Según explicamos en la edición anterior de esta revista, en las modernas videogradoras ya comienza a incluirse un software que



Figura 15

Reparaciones en Etapas de Salida de Audio de Radio a Transistores

chequea la máquina durante el arranque y la operación normal del sistema; que además, por medio del display reporta las anomalías que llegaran a existir.

Múltiples velocidades de reproducción

Otra de las prestaciones que muchas videograbadoras modernas ofrecen, es la modalidad de reproducción en diversas velocidades, que van desde una "cámara rápida" hasta una "cámara lenta" o inclusive un avance cuadro por cuadro. Lo más interesante de esta función, es que dichos efectos se llevan a cabo prácticamente sin alguna interferencia apreciable en la imagen.

Conseguir esto, obligó a los fabricantes a la inclusión de sistemas con múltiples cabezas de video (Double-Azimuth 4-Head Video System), para que al momento de efectuar los efectos especiales se haga una rápida conmutación de cabezas, de modo que siempre lean su track respectivo.

Efectos digitales

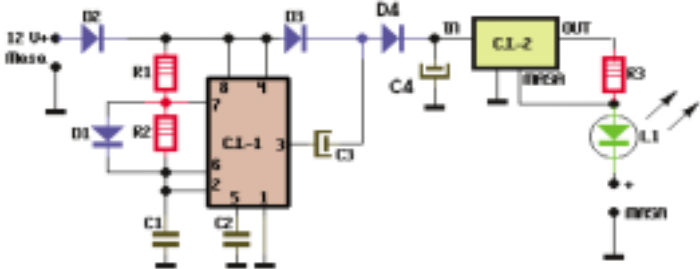
Gracias a los avances en las tecnologías digitales, se han incluido ya circuitos para diversos efectos en la imagen, incluso en video-grabadoras de precios relativamente bajos. Entre los principales efectos digitales podemos citar los siguientes: congelación de imagen;

efectos mosaico, zoom, arte pictórico, solarización y estroboscopio; transición de secuencias; imagen en imagen (Picture-in-Picture); avance y retroceso "limpios" a distintas velocidades; etc.

Sin entrar en detalles, conviene

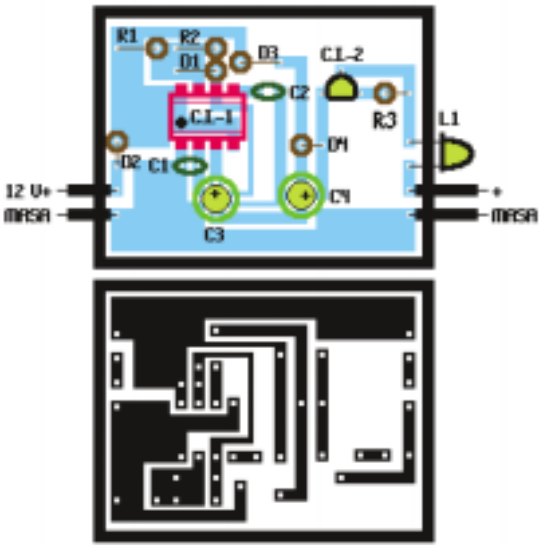
mentonar que estos efectos digitales se consiguen mediante la digitalización de la señal de video recibida y su almacenamiento temporal en una memoria, para ser manipulada por un microcontrolador exclusivo. *****

Cargador Automático de Baterías



Lista de Materiales

- C1 - CA555 - Integrado temporizador
- C12 - 78L05 - regulador de tensión de tres terminales.
- D1 a D4 - 1N4148 - Diodos de uso general
- L1 - Led de 5 mm color rojo
- R1 - 8k2
- R2 - 10kΩ
- R3 - 220Ω
- C1, C2 - 0,01µF - capacitores cerámicos
- C3, C4 - 2,2µF x 25V - Capacitores electrolíticos.



ENCICLOPEDIA VISUAL COLOR DE LA ELECTRONICA

El Mundo de la Electrónica

Es una publicación de Editorial Quark, compuesta de 24 fascículos, preparada por el Ing. Horacio D. Vallejo, contando con la colaboración de docentes y escritores destacados en el ámbito de la electrónica internacional. Los temas de este capítulo fueron escritos por Horacio Vallejo y Leopoldo Parra Reynada.