

CAPITULO V

EL TELEVISOR PAL

5.1 Fundamentos del televisor PAL

El estudio que iniciamos ahora, nos llevará hacia un objetivo importante. Tal vez el más importante de todos cuantos nos hemos propuesto al iniciar el estudio de la televisión en color. Al cabo del estudio del presente capítulo tendremos un conocimiento detallado de las funciones de un televisor para el sistema PAL en color. Nos faltará aún estudiar al TRC tricolor y sus componentes asociados, pero el objeto de cada una de las etapas del televisor cromático pasará a ser conocido por nosotros.

Recurriremos una vez más a un esquema de bloques, pero tan detallado, que el reconocimiento en el circuito de cada una de las funciones, se tornará muy simple; a poco, claro está, que tengamos alguna familiaridad en el trabajo con televisores de BN.

El estudio de una disposición electrónica por medio de bloques, por supuesto bien hecho, puede tener por objetivo dar una idea de la misma, pero sin llegar a estudiar los detalles. Pero también puede ser tan minucioso y completo, como un diagrama eléctrico, y a veces más.

Todos sabemos que el televisor se construye cada vez más con circuitos integrados. Todo comenzó cuando vimos un integrado que realizaba algunas funciones en el canal de sonido, y que tal vez entregaba señal a una válvula de salida. Pero sólo fue el comienzo.

La FI de video y el tratamiento de las señales de sincronismo y CAG fue el segundo paso y ya el proceso de integración no se detuvo, hasta dejar solamente a los transistores ubicados en alguna

etapa de salida.

Pero en lo referente al televisor en colores, la integración tiene todavía mayor importancia. La razón es que los circuitos de crominancia son más bien complejos y realizados con transistores son bastante trabajosos. Por el contrario, realizada la crominancia con circuitos integrados, todo se hace bastante simple.

Y entonces llegamos a una situación tal vez curiosa. El diagrama de bloques, por ejemplo el que mostramos en la fig. 5-1, llega a tener 37 bloques, cada uno referente a una cierta función, y luego el circuito puede ser en realidad construido con 4 circuitos integrados ya un poco viejos, y con sólo 2, o uno en las versiones más modernas. Entonces estará con nosotros, en que efectivamente puede haber más detalles en un esquema de bloques, que en el mismo diagrama eléctrico del televisor.

Antes de entrar plenamente en el estudio del televisor PAL, tengamos en cuenta que a pesar de los circuitos integrados siempre tendremos en los televisores una buena cantidad de elementos discretos, por diferentes razones.

Los resistores siempre serán profusamente empleados debido a que en muchos casos disipan calor que no es prudente disipar dentro del integrado. En otras ocasiones, sus valores deben adaptarse a determinadas circunstancias. Por ejemplo las tensiones de alimentación, el tamaño del TRC, la norma de BN con la cual se debe compatibilizar el televisor, etc. Con los capacitores ocurre otro tanto.

Este último tipo de componente siempre estará en los televisores acompañando a los circuitos integrados. Un capacitor de regular capacidad no pue-

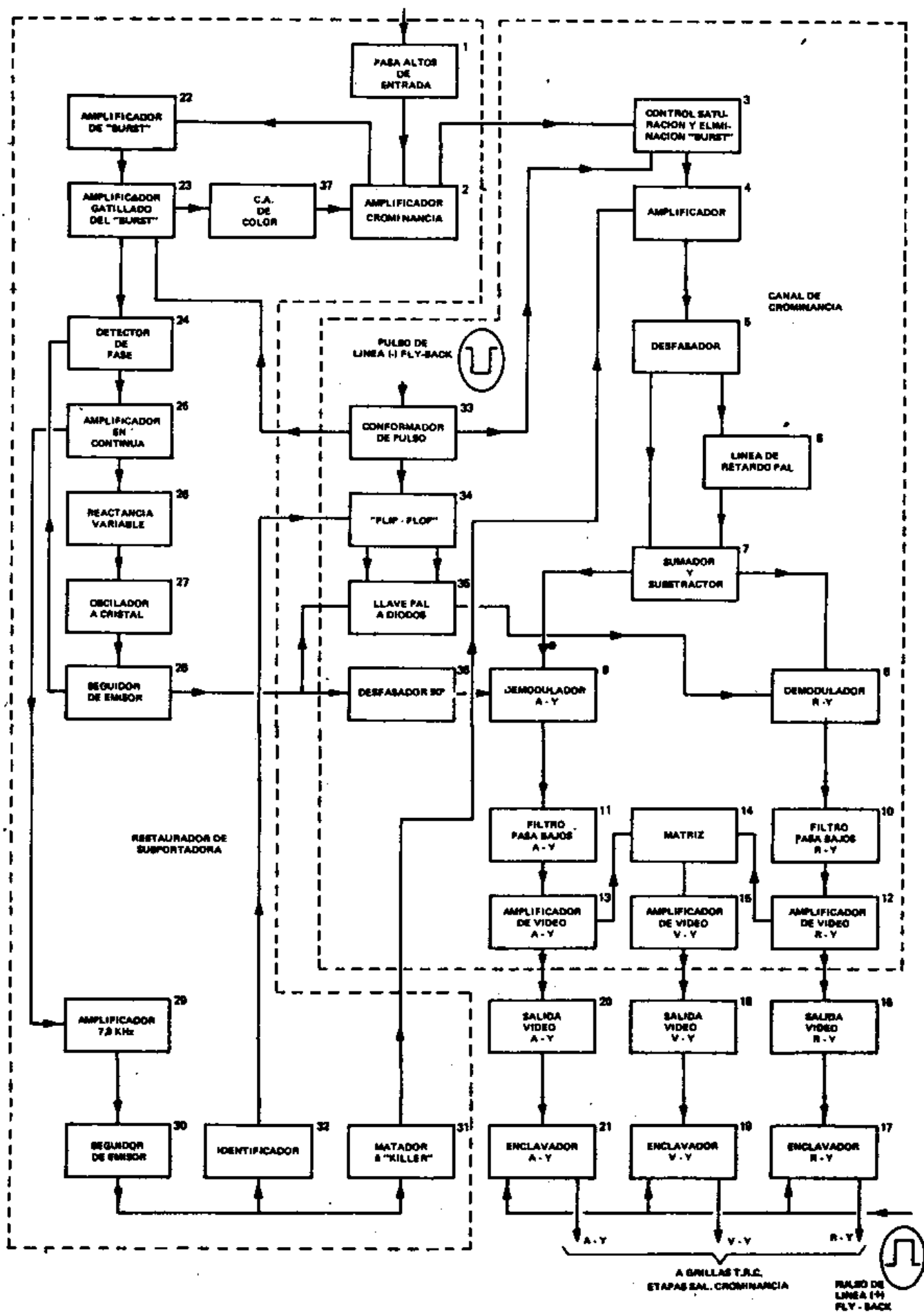


Fig. 5-1 Esquema de bloques muy detallado del televisor PAL.

de ser hecho fácilmente dentro de un integrado, y además, la necesidad de realizar circuitos que muchas veces deben ser particulares de un cierto modelo de televisor, constituye otra buena razón para asegurar la supervivencia de los capacitores.

Inductores, circuitos sintonizados, y algún tipo de componente muy especial, todavía están en los televisores más modernos; pero de cualquier forma el impacto que ocasiona comenzar a trabajar con circuitos integrados, es fuerte. Para que no se desoriente y se familiarice con ellos, cuenta con nuestra ayuda. Antes que a Ud, a nosotros nos pasó lo mismo.

5.2 Funciones a cumplir en el televisor PAL

Desde el comienzo tuvimos una idea acerca de que el televisor de color era algo así como un televisor para BN al que agregábamos circuitos capaces de procesar una información nueva, que sólo envía el transmisor de color, y de la cual resultaría la coloración de las imágenes. Además necesitamos un TRC especial, pero por el momento no lo tenemos en cuenta, ya que lo estudiaremos detalladamente en su oportunidad.

Simplificadas así las cosas, llegamos a la conclusión que lo nuevo para nosotros será el bloque de crominancia. Efectivamente así es y todo el nuevo esquema de la fig. 5-1 se refiere precisamente a lo que tenemos dentro del citado bloque, y también a algunas cosas muy relacionadas con la crominancia.

Todo comienza por el bloque (1) que es el filtro pasaaltos, al cual ya hicimos referencia. Se trata simplemente de un capacitor y un resistor, ambos de valor más bajo de los que emplearíamos para acoplar audio o video. En esas condiciones (resistor de valor reducido junto con capacitor chico) sólo pueden pasar eficientemente, las señales de frecuencia alta. Precisamente, como bien sabemos, la información de la crominancia se encuentra centrada alrededor de 3,58 MHz aproximadamente.

La señal entra entonces a un simple paso amplificador (2) que generalmente está sintonizado al expresado valor de frecuencia. Luego, el resultado de los bloques (1) y (2) se complementa para hacer que en la salida del segundo tengamos exclusivamente señales de crominancia y nada más. Adicionalmente, las hemos amplificado.

De inmediato dividimos las señales por 2 caminos, y así como en la vida no podemos transitar por 2 caminos distintos a la vez, también ahora tenemos que decidimos por seguir a la señal por una de sus rutas. Será la que conduce al bloque (3).

Nuevamente se trata de un amplificador. Pero no es muy sencillo. Observe que le llega un pulso

desde el bloque (33) el cual a su vez proviene del transformador de salida horizontal. Entendemos entonces que se trata de un pulso que ocurre al final de cada línea de imagen y su objetivo es inhabilitar al amplificador del bloque (3) cada vez que el barrido retrocede. Se elimina así al "burst", ya que esta información no tiene nada que hacer por aquí. Además como esta señal que vamos a amplificar tiene por objeto colorear las imágenes y ello depende del gusto personal del televidente, se disponen en esta etapa amplificadora los medios de regulación. Un potenciómetro generalmente, que se denomina control de saturación. Le hace al color, lo que el control de contraste hace a las imágenes de BN.

De inmediato llegamos a otro amplificador, bloque (4) que igualmente tiene una característica para comentar. Cuando las señales de color llegan débiles, por ejemplo debido a la distancia, la calidad del color en determinados momentos molesta en lugar de realzar las imágenes. Entonces, en esas condiciones de mala recepción, nada mejor que suprimir el color. Efectivamente esto se hace por medio de la tensión proveniente del bloque (31) al que llamaremos: supresor de color. En inglés: color killer, que significa, matador del color.

De inmediato llegamos al bloque (5) al que denominamos desfasador. Se trata de algo muy simple y que además ya hemos visto. Un circuito que invierte la polaridad de las señales y que para disipar cualquier duda, en la fig. 5-2 le mostramos como trabaja.

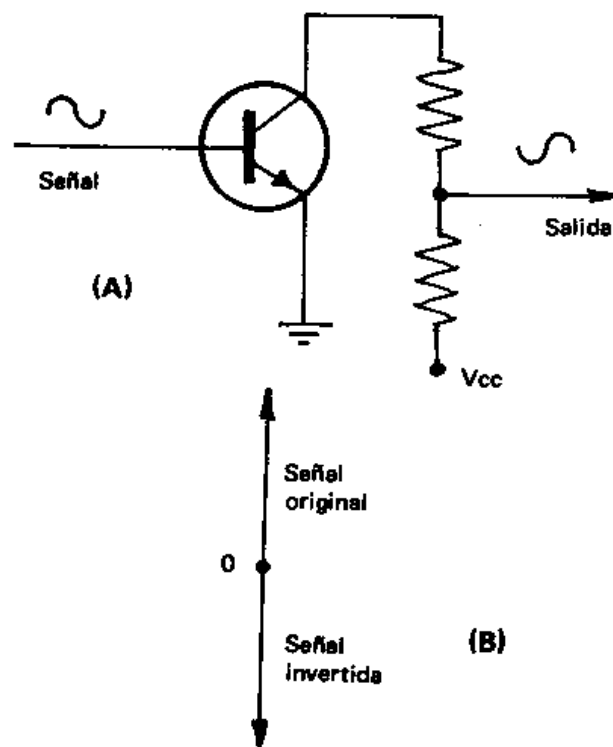


Fig. 5-2 El circuito inversor. A) Disposición elemental. B) Representación de la inversión de una señal.

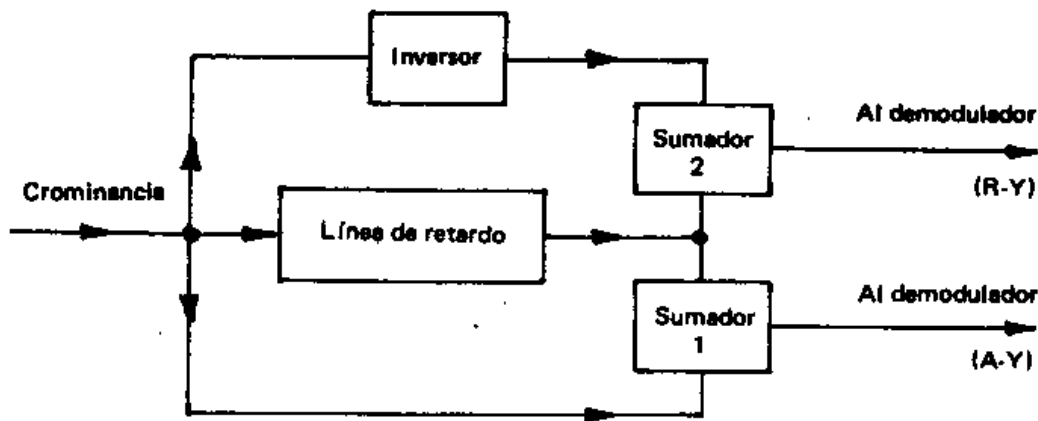


Fig. 5-3 Principio del televisor PAL con línea de retardo de 64 microsegundos.

Pero además del concepto gráfico que surge de la citada figura, tenga en cuenta que en realidad le cambia el signo a las señales. A las positivas las hace negativas y viceversa, sin modificar su amplitud, o por lo menos sin alterarlas de manera que unas resulten más grandes que otras. Lo que queremos decir aparece bien claro en la vista B donde vemos que las señales no desfasadas tienen la misma amplitud que las desfasadas. Así debe trabajar ya que cumplir esta condición es muy importante en estos televisores.

Y de inmediato entramos en lo más interesante, como es la línea de retardo. Más adelante le vamos a hablar bastante de esta línea de retardo, ya que su función dentro del televisor PAL justifica que lo hagamos. Pero ahora nos limitaremos a lo fundamental.

Ante todo considere que es una línea con una entrada y una salida. Siempre le llega información a su entrada y siempre está entregando información por su salida; pero ésta información, la de salida, está demorada el tiempo que demora un ciclo del barrido horizontal. Digamos 64 microsegundos, aproximadamente.

A modo de ejemplo, si estamos barriendo el televisor y en un determinado momento alcanzamos el comienzo de la línea N° 100, por supuesto que al televisor estará llegando la información de color que corresponde al primer elemento de imagen de dicha línea del barrido, y esta información a su vez

está presente en la entrada de la línea de retardo. Pero a su vez, en la salida de la línea de retardo, simultáneamente estará presente el primer elemento de imagen de la línea 99. Y así siempre.

Le insistimos que es muy importante entender cuál es el trabajo de la línea de retardo ya que una vez logrado, tiene casi la mitad del camino recorrido en lo que se refiere a entender lo fundamental del televisor PAL.

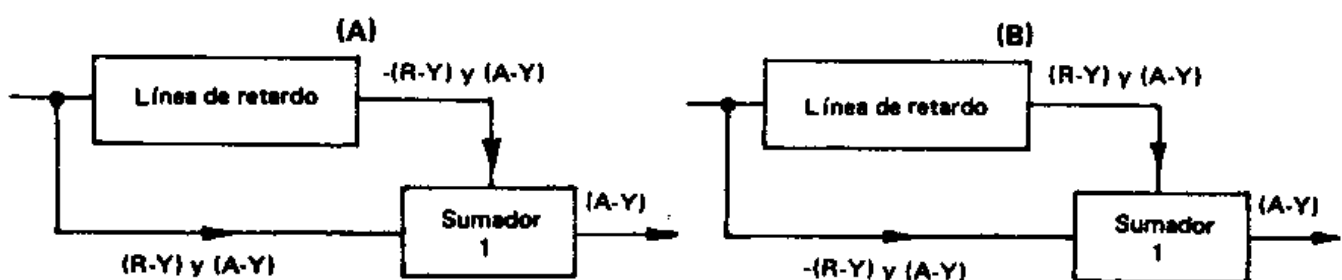
Con todo bien claro, incluyendo el funcionamiento del desfasador, vayamos a la fig. 5-3 y veremos que todo resulta sencillo. Observamos que las señales de crominancia que llegan tienen 3 caminos por delante y todas recorren dichos 3 caminos. No hay separación por el momento, y tenemos que estudiar entonces lo que le ocurre a las señales en cada uno de los 3 caminos.

Empecemos por el más simple ya que se trata de un trozo de conductor, y sería el camino que llamamos directo, el cual nada le cambia a las señales.

Otro camino es casi tan simple como el anterior y es el que incluye al circuito inversor o desfasador. Aquí ya hay un cambio, pues las señales positivas pasan a ser negativas y las positivas se transforman en negativas.

El tercer camino es el de la línea de retardo y la forma más sencilla de describirlo, es diciendo que están saliendo del mismo las señales que llegaron durante la línea anterior, ordenadamente,

Fig. 5-4 Señales que actúan en el sumador 1 y que se harán llegar al demodulador (A-Y). A) Situación cuando se reciben (R-Y) y (A-Y). B) Situación cuando se reciben -(R-Y) y (A-Y).



sin amontonarse.

Conociendo los detalles de cada camino, volvamos a las señales. El PAL envía la información de crominancia invirtiendo en cada línea la polaridad de las señales (R-Y), todo lo cual vimos en el capítulo anterior. Esto significa que si en una línea recibimos efectivamente señales (R-Y), en la anterior hemos recibido señales $-(R-Y)$ y en la línea siguiente volveremos a tener señales (R-Y) y así sucesivamente, siempre.

Ahora vayamos a la fig. 5-4 donde le mostramos las señales que tenemos en la entrada de los circuitos sumadores cuando recibimos una línea con señales (R-Y). Vista A.

Al sumador 1 le llegan por el camino directo las señales (R-Y) y (A-Y) y a la vez, a través de la línea de retardo, las señales que el transmisor había enviado una línea antes que eran $-(R-Y)$ y (A-Y), ya que esta última nunca cambia de polaridad, siempre se transmite igual.

Las señales y sus signos están anotadas en la entrada del sumador 1. Su salida queda limitada a las señales (A-Y), porque elimina a las señales de igual amplitud y diferente signo. Efectivamente (R-Y) cambió su signo.

Pero también podría ser que estuviéramos en otra condición, es decir, que las señales de crominancia que están llegando sean $-(R-Y)$ y la invariable (A-Y). Las 2 llegan sin modificación a través del camino directo hasta el sumador 1, tal como apreciamos en la vista B de la mencionada figura 5-4. Y también sucede lo de antes, en lo que se refiere a la actuación de la línea de retardo. Las señales que de ella salen están atrasadas una línea y corresponden a la línea anterior, cuando la señal (R-Y) tenía el signo opuesto.

Entonces todo sucede igual que antes. Las señales (R-Y) que llegan, siempre tendrán diferente signo en la entrada de este sumador y serán anuladas. Luego la salida del sumador 1 está constituida en forma exclusiva por las señales (A-Y).

Lo que nos queda por ver ahora es lo que ocu-

rra en los caminos hacia el sumador 2. Empecemos considerando que están llegando las señales (R-Y) y (A-Y). Fig. 5-5, vista A.

El inversor invierte todas las señales y en consecuencia en su salida tenemos $-(R-Y)$ y $-(A-Y)$. Por la línea de retardo tenemos en su salida las señales que llegaron la línea del barrido anterior. Es decir $-(R-Y)$ y (A-Y). Luego, nuevamente tenemos que a un circuito sumador le están llegando señales de igual signo, y de diferente signo.

Las señales de igual signo son $-(R-Y)$, siempre así, negativas. Luego dichas señales tienen salida con signo negativo. Para (A-Y) que aparece con signos invertidos la salida es cero. De inmediato podemos ver qué sucede cuando llegan $-(R-Y)$ y (A-Y). Vista B.

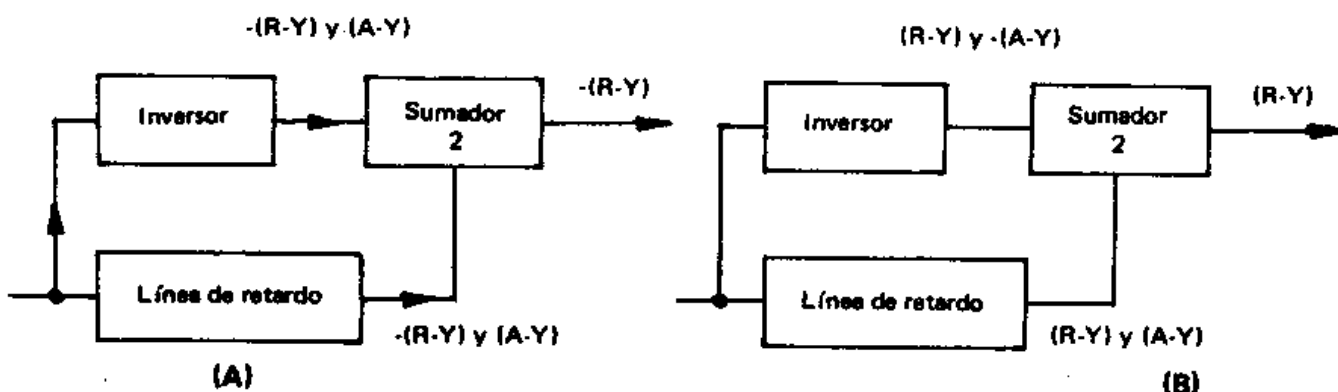
El inversor nuevamente invierte todo y en su salida tenemos (R-Y) y $-(A-Y)$. Desde la línea de retardo están saliendo (R-Y) y (A-Y). Ya entendemos lo que pasa. Salen del sumador 2 sólo señales (R-Y) porque llegaron por los 2 caminos siempre con igual signo, y todo lo contrario ocurrió con (A-Y) que así quedó anulada.

Corresponde decir entonces que del sumador 2 salen únicamente señales (R-Y) cualquiera sea el signo con el que lleguen.

Ya tenemos entonces las 2 señales componentes de la crominancia separadas, si bien nos queda un problema por resolver. Las señales (R-Y) aparecen con signos diferentes y ello debe ser arreglado, toda vez que las inversiones se hicieron en el transmisor como un medio para reducir los errores en el colorido. Por el momento dejemos de lado este inconveniente pequeño que les queda a las señales (R-Y), y volvamos nuestra atención al esquema de bloques de la fig. 5-1. Por cierto que volvemos victoriosos y hemos sorteado los obstáculos de los bloques (5), (6) y (7), que eran los de mayores dificultades.

Tanto se han simplificado las cosas que uno de los caminos, podrá hacerse a buen paso, pues casi no hay nada que agregar a lo que ya sabemos. Se

Fig. 5-5 Señales que actúan en el sumador 2 y que se harán llegar al demodulador (R-Y). A) Situación cuando se reciben (R-Y) y (A-Y). B) Situación cuando se reciben $-(R-Y)$.



trata del camino que comprende al bloque (9) que es el demodulador de (A-Y).

Es cierto que no sabemos como se demodula a estas señales pero se trata de algo que por el momento no nos preocupa, puesto que sabemos lo que es un demodulador o detector, y aquí prácticamente de eso se trata. Más adelante lo estudiaremos para ver qué tiene de particular, y que por cierto es muy interesante.

Pasamos al bloque (11) donde encontramos al clásico filtro pasabajos que se pone en la salida de todo demodulador para eliminar los restos de frecuencia portadora que pudieran haber. Luego vamos al bloque (13) que es un amplificador, y de inmediato pasamos al (14) que también es un amplificador, pero ya de salida, es decir, que hemos llegado al TRC de color con la señal (A-Y).

Ahora volvemos un poco hacia atrás y nos detenemos en el bloque (14) al que denominamos matriz. Efectivamente es un circuito del mismo tipo que hemos visto en la fig. 3-4 y mediante el cual podía obtenerse la señal (V-Y). Si no recordamos bien sus detalles, volvamos a verlo, pero lo cierto es que en el bloque (14) obtenemos la señal (V-Y) partiendo de las señales (R-Y) que le llega desde el bloque (12) y (A-Y) que a su vez proviene del bloque (13).

La señal (V-Y) sigue un camino similar a lo anteriormente visto para la señal (A-Y), y luego de los mismos pasos amplificadores ya estudiados, pero que esta vez se cumplen en los bloques (15) y (18), llegamos también al TRC de color.

Nuevamente retrocedemos y nos vamos al bloque (8) donde tenemos al demodulador (R-Y), de igual tipo que el de (A-Y) como así también es igual el filtro dispuesto sobre su salida que ahora figura en el bloque (10). Pero hay un detalle importante.

Los demoduladores de las señales (R-Y) y (A-Y) requieren para funcionar que se les aplique la portadora que había sido suprimida en el transmisor.

Esta portadora que ahora procedemos a reponer, es generada por medio de un circuito oscilador que está incluido en el bloque (27) y al cual oportunamente nos referiremos.

Por ahora tengamos en cuenta que la señal del oscilador, luego de pasar por el bloque (28) llega a la llave a diodos correspondiente al bloque (35), y desde donde arriba al demodulador (R-Y). Hemos dicho todo lo anterior, referente al camino seguido por la señal generada en el oscilador, debido a que sucede algo de fundamental importancia.

En la llave a diodos, la señal del oscilador es invertida en líneas sucesivas. Digamos que en una línea pasa sin modificación, pero que en la siguiente es invertida, o como también puede decirse, su fase es cambiada en 180°. ¿Por qué se hace esto?

Creemos que ya se habrá dado cuenta del motivo.

Al invertir la polaridad de las señales de la portadora que se reponen en el demodulador (R-Y) estamos modificando la polaridad de dicha señal. Haciendo que en la salida de este demodulador en lugar de tener (R-Y) y -(R-Y) en líneas sucesivas, tengamos sólo las señales originales, es decir (R-Y).

Luego lo que sigue, bloques (10), (12) y (16), ya es cosa vista y una vez más llegamos al TRC con las señales necesarias. Esta vez se trata de (R-Y).

Pensemos un poco en lo que hemos adelantado. Tenemos las señales (A-Y), (V-Y) y (R-Y) en el TRC, pero de acuerdo con nuestros conocimientos, las señales que nosotros necesitamos en realidad son las señales de color: R, V y A. Es muy poco lo que queda por hacer para obtenerlas. En la fig. 5-6 le mostramos cómo.

A pesar de que no tratamos por el momento el estudio del TRC de color, vamos a adelantar la forma esquemática en que le son aplicadas las señales.

Tal como vemos el TRC consta de 3 cañones, fundamentalmente iguales y la denominación de acuerdo con un color es debida a que, por su ubicación, cada uno de los cañones emite electrones que llegan exclusivamente a los fósforos correspondientes al color que corresponde. Por ejemplo, el llamado cañón rojo emite electrones que al llegar a la pantalla, golpearán exclusivamente sobre los gránulos correspondientes al fósforo que emite luz roja. Y por cierto, aplicado a los otros colores, lo mismo puede decirse de los cañones llamados azul y verde.

También vemos que a las rejillas aplicamos en cada caso las señales que hemos obtenido sobre la salida de la crominancia, bloques (17), (19) y (21), es decir las señales diferencia: (R-Y), (V-Y) y (A-Y). Simultáneamente a los 3 cátodos, o si lo prefiere al cátodo de cada cañón, hacemos llegar la señal Y, es decir la señal de video.

Imagine Ud una válvula cuyo cátodo lo desplaza 1 volt hacia positivo y cuya rejilla, al mismo tiempo, también la desplaza 1 volt hacia positivo. ¿No es cierto que queda todo igual? Claro que sí. Para modificar la conducción de la válvula lo que cuenta es la tensión existente entre cátodo y rejilla, pero si ambas cambian por igual no se modifica la tensión que existe entre ambas, y el efecto de ambos cambios iguales en cátodo y rejilla, es nulo.

Apliquemos esto a las señales de color y a los cátodos y rejillas del TRC. Estamos aplicando la señal Y a ambos electrodos, y el resultado es que la señal Y no actúa en ningún caso. Solo tenemos pues para gobernar el haz de los cañones a las señales R, V y A.

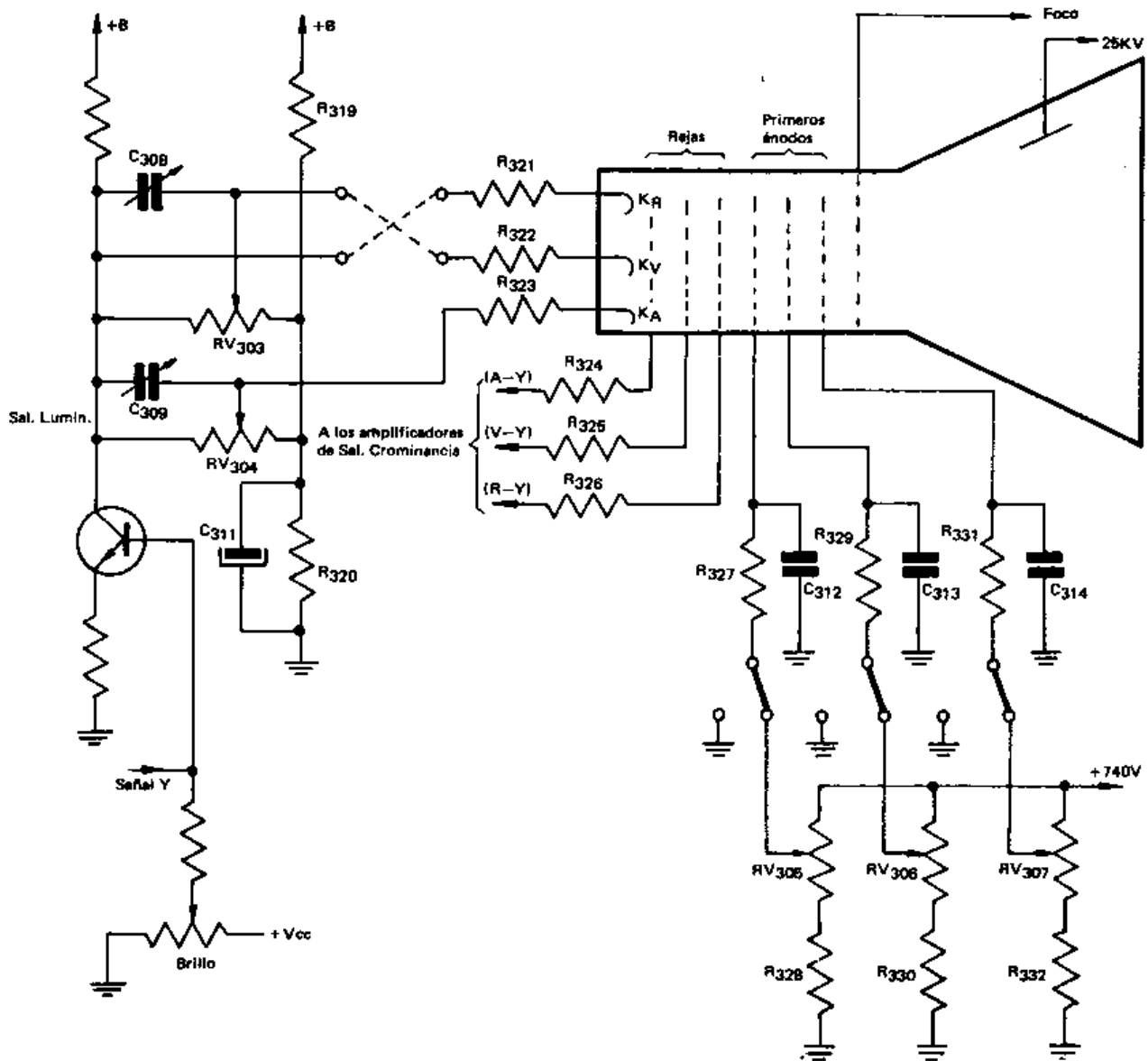


Fig. 5-6 Los cañones del TRC utilizados para eliminar la señal Y.

Luego, tenemos resuelto el problema de las señales necesarias para el tubo de color, lo que no quiere decir que no nos falten ver todavía muchas cosas del diagrama de bloques de la fig. 5-1, y por lo tanto nuevamente nos aplicamos al mismo.

Volvemos al amplificador de crominancia del bloque (2) para salir ahora por el camino que nos lleva hacia el bloque (22). Como ya sucedió otras veces se trata de un amplificador simple que solo amplifica las señales que le llegan y que no son otras que la totalidad de las señales de crominancia, incluyendo a la señal del "burst".

Y precisamente en el bloque siguiente, el (23) sucede algo que hace que sólo puedan seguir por el camino en que ahora nos encontramos, las señales del "burst". Recuerde que en el bloque (3) las habíamos eliminado para quedarnos con el resto de la señal, es decir con todo aquello que da color a la imagen. En cambio ahora nos quedamos únicamente con el "burst". Para ello nos va-

lemos de un recurso muy similar. Mediante un pulso, siempre derivado del bloque (33) hacemos que el amplificador del bloque (23) sólo se habilite durante el retroceso del barrido horizontal. Mientras ocurre el retroceso la única señal es la del "burst". Luego, es la única señal de 3,58 MHz que puede ser amplificada en este bloque (23). Todo aparece muy claro en el esquema de bloques.

La señal del "burst" tiene otra particularidad muy interesante. Se trata de una señal cuya amplitud es constante en tanto la señal de color es correcta. Esta cualidad permite utilizarla para gobernar la ganancia del amplificador de crominancia del bloque (2).

Si por cualquier causa varía la amplitud del "burst" recibido, se genera una tensión que a su vez modifica la ganancia del amplificador de crominancia. Todo sucede como si este circuito fuese gobernado por una especie de control automático de ganancia, del mismo tipo que es utilizado

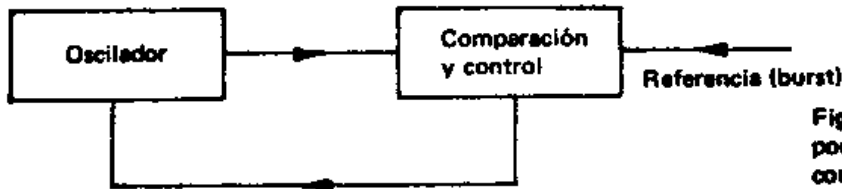


Fig. 5-7 El principio del oscilador gobernado por un circuito que compara la fase del "burst" con la señal generada localmente.

en los televisores para RF y FI.

Claro que en este caso, el de nuestro circuito de crominancia, esta disposición se denomina control automático de color. Bloque (37).

Lo que sigue luego es un control de frecuencia también automático, que ocupa los bloques (24); (25) y (26) y con ayuda de los cuales puede gobernarse el funcionamiento correcto de un oscilador, bloque (27). La salida de este oscilador se verifica a través del bloque (28) que es un amplificador del tipo seguidor emisor.

Se trata de un circuito que en su acción fundamental es conocido por todos los técnicos en televisión debido a que es aplicado en todos los televisores para mantener en sincronismo al oscilador de barrido horizontal. Tal vez, si no lo tiene del todo claro la fig. 5-7 le ayude a recordarlo. Existe un circuito que llamamos comparador y al cual llegan 2 señales, las cuales si tienen igual frecuencia y una relación de fase correcta, no dan lugar a que el circuito comparador actúe. En estas condiciones este circuito está ausente. Una de las señales que llegan al comparador es una muestra de lo que queremos que haga el oscilador. En nuestro caso, obviamente, dicha muestra es el "burst" y mientras el oscilador genere una señal igual a la que se manda por medio del "burst" desde el transmisor, todo anda bien. Pero el oscilador puede adelantarse o atrasarse lo que de inmediato es notado por el comparador, que de inmediato se pone en campaña.

Es una manera de decir que de inmediato gene-

ra una tensión correctora que tiende a volver al oscilador a sus condiciones de funcionamiento correctas.

Y esto lo hace siempre que se verifique una desviación, por minúscula que resulte, con todo lo cual se obtiene la señal que permitirá reponer la portadora, tal como vemos ocurrir en los bloques (8) y (9).

Lo que hemos denominado comparador en el esquema de bloques de la fig. 5-1 aparece con el nombre de detector de fase, lo cual evidentemente significa lo mismo, puesto que su cometido es comparar las fases de la señal que llega como muestra; y la de la señal generada en el televisor para detectar las variaciones o desplazamientos que hubiere.

Así es que vemos cómo se le aplica la señal de muestra, o del "burst", desde el bloque (23) mientras que la señal del oscilador le llega después de su amplificación en el bloque (28). Por otra parte apreciamos que la tensión de gobierno, proporcional al error de fase que se hubiera detectado, es aplicada a un amplificador en continua, bloque (25). Decimos que se trata de un amplificador en continua. Veamos por qué.

Las señales que se producen como resultado del funcionamiento del detector de fase son de muy pequeña amplitud y deben ser amplificadas. Pero el correspondiente amplificador debe trabajar acoplado en forma directa, sin capacitores. De allí su nombre de amplificador en continua.

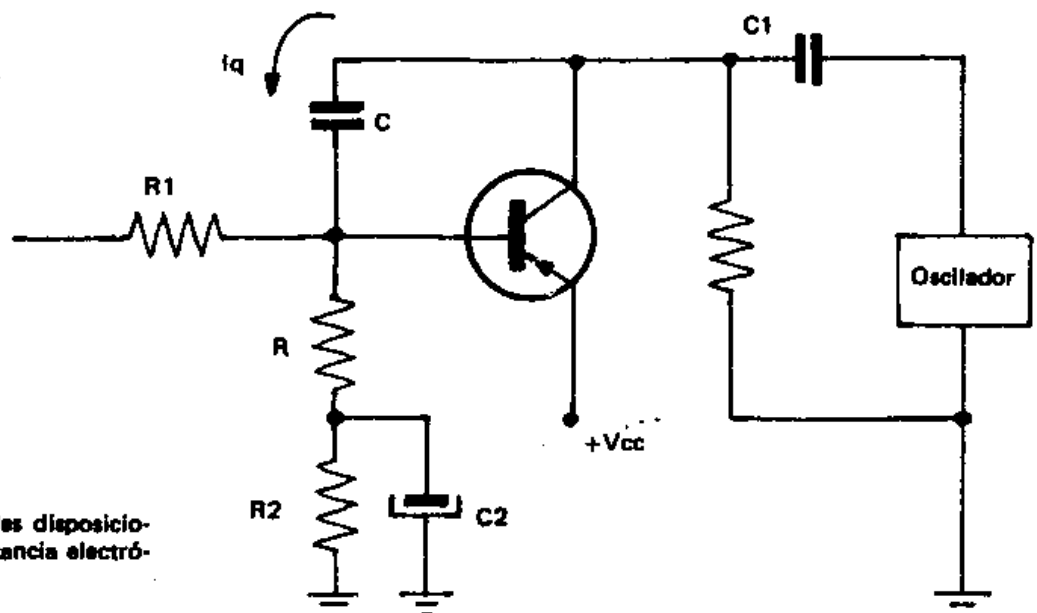


Fig. 5-8 Una de las posibles disposiciones para obtener una reactancia electrónica.

La señal de salida de este amplificador se aplica al bloque (26) que es una reactancia electrónica, o sea un circuito que se comporta como una capacidad o una inductancia, de acuerdo con los detalles que se tengan en cuenta en su diseño. Para que no le queden dudas le mostramos uno de los tantos circuitos capaces de cumplir con este cometido en la fig. 5-8. Veamos cómo trabaja.

Se trata de un transistor PNP cuyo circuito de colector está retornado a masa a través de un resistor de valor adecuado, mientras que el emisor es llevado a una tensión positiva en tanto la base recibe una tensión variable a través del resistor R_1 .

Este circuito está conectado al oscilador que debe gobernar, por medio del capacitor C_1 que tiene un valor de capacidad grande, lo suficientemente grande como para que lo consideremos de reactancia despreciable a las frecuencias de funcionamiento del oscilador. Igualmente vemos otro capacitor grande de reactancia también prácticamente nula que está conectado por uno de sus extremos a masa, al cual llamamos C_2 . Otro componente de escasa incidencia en funcionamiento del circuito es el resistor R_2 , cuya función se reduce a ayudar a polarizar a la base.

Los componentes de importancia decisiva para las características del circuito son C y R los cuales forman el llamado circuito de cuadratura. Se fundamenta, este circuito de cuadratura, en que la reactancia de C a la frecuencia de funcionamiento sea muy elevada respecto al valor de R .

Como tiene uno de sus extremos conectado al oscilador, por el circuito de cuadratura circula una corriente (la corriente I_q), que hace el siguiente camino: C_1 , C , R y C_2 .

Dicha corriente tiene un valor limitado fundamentalmente por la elevada reactancia de C y por tanto el ángulo de fase de esta corriente es similar al ángulo de fase de la corriente en un capacitor, es decir, adelanta casi 90° respecto a la tensión del oscilador. Pero esta corriente da lugar a una caída de tensión en R y la misma es aplicada a la base del transistor, determinando su corriente de colector.

Es cierto que en colector del transistor actúa también la tensión del oscilador, pero la corriente de colector de un transistor depende muy poco de la tensión aplicada al colector, y ello nos permite afirmar que la corriente del transistor depende únicamente de la tensión que es aplicada en base. Como esta corriente estaba desfasada casi 90° respecto a la tensión del oscilador, tenemos una corriente de colector que está también desfasada 90° respecto a la tensión del oscilador o tensión de colector.

Después de todo esto llegamos a la conclusión de que el transistor se comporta como un inductor debido a que su corriente atrasa respecto a la tensión.

Usted dirá que nos hemos tomado mucho trabajo para fabricar un inductor y más habría valido que hubiésemos arrollado unas cuantas espiras para fabricarlo. Pero no es así. Este es un inductor muy especial. Si modificamos la tensión continua que llega a base a través de R_1 cambiamos el valor de la corriente de colector y entonces si aumenta la corriente, el inductor se comporta como si fuera de menor valor; y si la corriente disminuye todo ocurre como si el inductor hubiera aumentado su valor. En otras palabras tenemos un inductor variable de acuerdo con la tensión que apliquemos a la base del transistor.

¿Pero a qué vino todo esto? Se lo decimos enseguida. Un oscilador puede variar su frecuencia de acuerdo con los valores de inductancia o capacidad que posee. Esto lo sabemos muy bien con sólo observar el oscilador de un receptor superheterodino y lo que ahora hemos logrado es que con la tensión detectada en el bloque (24) y amplificada por el bloque (25) podamos hacer variar a la reactancia electrónica, la que a su vez nos ayuda a gobernar al oscilador. Tal vez todo aparezca como complicado pero veamos a que se reduce todo.

Supongamos que el oscilador de cuyo funcionamiento depende la reposición de la portadora se haya adelantado algo. El primero en darse cuenta es el detector de fase, ya que siempre está comparando la señal del oscilador con la del "burst". Así es que genera una tensión proporcional al error que llega al amplificador, y de allí a la reactancia variable o reactancia electrónica. Esta reactancia se modifica y como está acoplada al oscilador le obliga a cambiar sus condiciones de funcionamiento, para ponerse de acuerdo con la muestra que se recibe desde el transmisor. Esto está ocurriendo continuamente, y lo hace tan bien que el resultado único que apreciamos, es precisamente que todo anda bien.

El oscilador mostrado en el bloque (27) es un oscilador gobernado por cristal. Ello supone que funciona a una frecuencia fundamentalmente dada por este cristal de acuerdo a las condiciones con que fue tallado, pero igualmente dentro de pequeños límites obedece al gobierno automático que le hemos descripto. Finalmente la salida del oscilador es amplificada por un seguidor emisor y luego ya es aplicada a los circuitos a través de los cuales llega a los demoduladores de las señales de crominancia.

Pero el PAL tiene muchas cosas interesantes, y nosotros queremos explicárselas todas, de manera que le vamos a hablar de otra disposición necesaria en los televisores, por cierto de fundamental importancia.

¿Pensó lo que podría ocurrir si las señales ($R - Y$) no guardan correcta relación con las seña-

les del transmisor? Le preguntamos esto debido a que sabemos cómo cambian de polaridad estas señales y como las recompone el receptor para recuperar la información con la polaridad correcta, invirtiéndolas línea a línea del barrido. Pero esto se puede hacer bien y también se puede hacer mal. Es como entrar con el paso cambiado y seguir correctamente el compás. En tal caso andamos a tiempo, pero andamos mal. Y salvadas las diferencias en el PAL puede suceder lo mismo. No basta invertir la polaridad de (R - Y) línea por línea, sino que también hay que hacerlo reconociendo cuál es la señal que hay que invertir, y cuál es la que hay que dejar sin modificar. En caso contrario cambiaríamos las que están bien y dejaríamos de invertir las que requieren inversión. Todo un desastre.

Para este problema hay una solución muy ingeniosa. Recuerde cómo se transmite el "burst" variando 90° en líneas sucesivas. En una línea aparece 45° antes de lo debido y en la siguiente lo hace 45° después. Pero en promedio, que es lo que se tiene en cuenta el detector de fase del bloque (24) anda correctamente, ya que el sistema que se gobierna no puede cambiar rápidamente y sólo se manifiesta esta sucesión de atrasos y adelantos por una ondulación que aparece en el bloque (25) y cuya forma de onda, idealizada, se la mostramos en la fig. 5-9. El semiciclo negativo ocurre cuando el "burst" atrasa, mientras que el semiciclo positivo tiene lugar cuando el "burst" se adelanta. Luego tenemos un ciclo completo cada 2 líneas y podemos decir que se trata de una señal de 7,8 kHz o sea la mitad aproximadamente de la frecuencia del barrido horizontal.

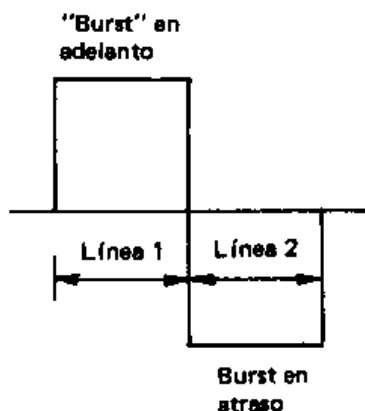


Fig. 5-9 Señal obtenida como consecuencia de las variaciones de fase con que se transmite el "burst" en el sistema PAL. La señal obtenida tiene una frecuencia igual a la mitad de la frecuencia de línea.

Llegamos al bloque (29) donde esta señal es amplificada y de allí la aplicamos al bloque (30) para tener una salida en baja impedancia. Así es que la inyectamos a los bloques (31) y (32) a los que llamamos Identificador y Matador del color. Veamos el identificador ya que precisamente estamos detrás de la forma de identificar la polaridad de las señales (R - Y).

Desde el transmisor se tiene en cuenta que

cuando el "burst" adelanta se transmite (R - Y) sin modificar, y por el contrario, cuando el "burst" atrasa deben transmitirse las señales con la fase opuesta. Como el circuito identificador es ajustado una sola vez para que funcione de acuerdo con lo expresado, el televisor trabajará siempre en correctas condiciones. Los métodos detallados para lograr esto varían, pero los principios no, y usted ya los conoce. En el esquema de bloques de la fig. 5-1 la señal del identificador que gobierna a un "flip-flop" que a su vez cambia de estado cada vez que le llega desde el bloque (33) un pulso proveniente de la etapa de salida horizontal. Le interesará saber qué es un "flip-flop" lo que en castellano llamamos un multivibrador biestable. Fig. 5-10.

Es un multivibrador que sólo cambia de estado si se le aplica un pulso de polaridad adecuada. Por ejemplo, valiéndonos del circuito identificador podemos hacer que arranque de una cierta forma, digamos conduciendo Q_1 y en consecuencia con su tensión de colector muy baja, apenas unos pocos milivolt; mientras que Q_2 tiene la tensión casi de la fuente, que podría ser próxima a los 5 volt.

Llega de inmediato un pulso desde el bloque (33) y el multivibrador se conmuta. Ahora Q_1 se corta y Q_2 conduce para volver todo nuevamente a la situación inicial al llegar un segundo pulso, siempre desde el bloque (33). Si observa bien, necesitamos 2 pulsos para que el "flip-flop" haga un ciclo completo y esto es precisamente lo que requerimos para hacer una llave electrónica que adopta una posición cuando llega el primer pulso, y otra posición cuando llega el segundo pulso. Con esta llave podemos hacer que la polaridad de las

señales varíe de acuerdo con nuestras necesidades y así obtener en el demodulador de (R - Y) las señales correctas en lo que a su polaridad se refiere. La llave, formada por diodos, la vemos en el bloque (35).

Hemos llegado al final. Hágase felicitar porque usted ya conoce como funcionan los televisores del sistema PAL. Si no lo felicitan tal vez sea igual, pero lo cierto es que repasado todo esto, ya está en

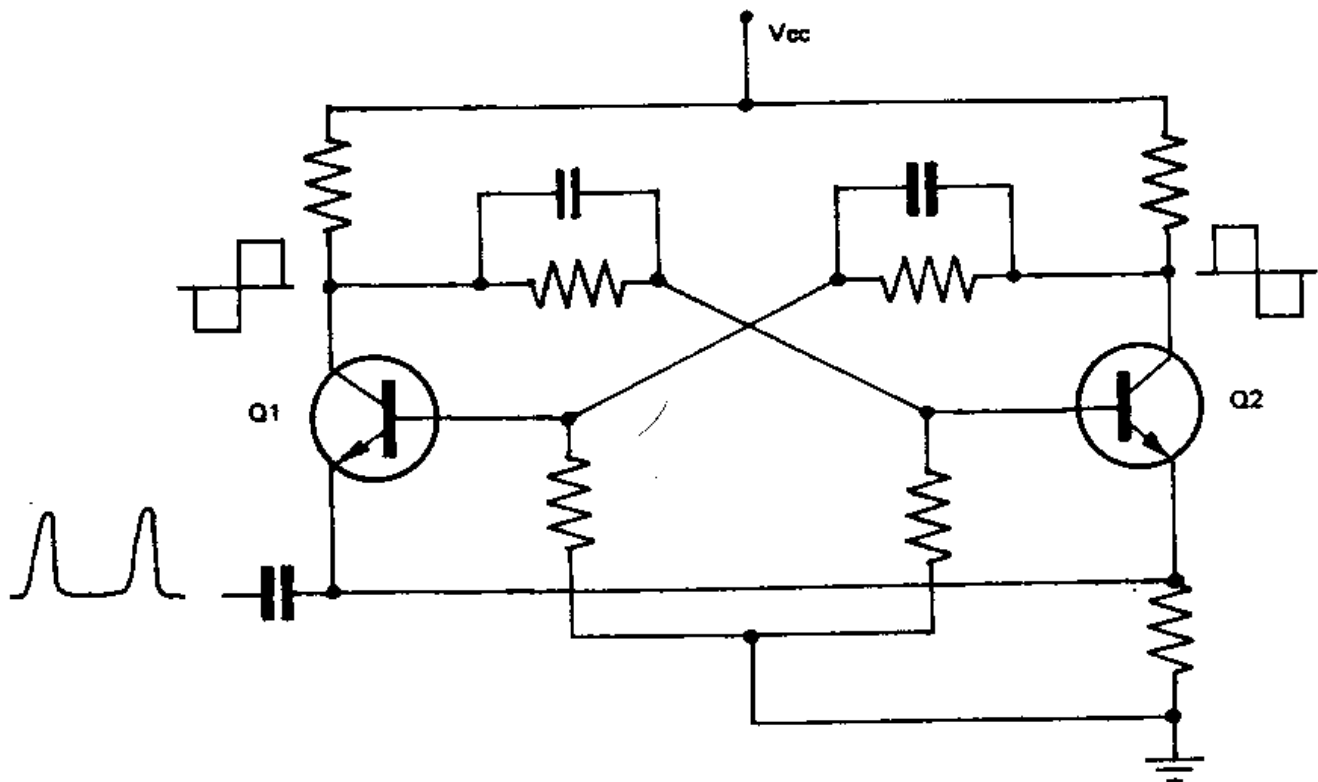


Fig. 5-10 Un multivibrador biestable o "flip-flop" que cambia de estado con cada pulso recibido. En consecuencia describe un ciclo completo cada 2 pulsos recibidos.

condiciones de dar cátedra acerca del PAL ante sus amigos y compañeros. Léalo todas las veces que necesite y siempre con el diagrama delante.

Un sólo detalle faltaría ver. Se trata de los circuitos enclavadores de los bloques (17), (19) y (21). Dejémoslos, por el momento no nos interesan.