

CAPITULO IV

EL TRANSMISOR DE COLOR Y EL SISTEMA PAL

4.1 Fundamentos del transmisor

Ya podemos resumir conceptos y tener idea de cómo es el transmisor de color. No será muy complicado para nosotros porque ya conocemos los distintos eslabones que dan lugar a la cadena. Se trata sólo de hacer un resumen para luego dedicarnos en forma exclusiva al televisor de color, que para nosotros es más interesante.

Sabemos que todo se origina en 3 cámaras comunes para blanco y negro pero delante de las cuales se interponen filtros, en cada caso, correspondientes a uno de los colores primarios. Esto nos autoriza a llamar a las cámaras por su color.

La salida de las cámaras es llevada a 3 circuitos matriz para elaborar en cada uno las señales Y, (R-Y) y (A-Y). Los detalles de los correspondientes circuitos los hemos visto en las fig. 3-2 y 3-3. Luego estas 3 señales siguen caminos diferentes siendo el más corto el correspondiente a la señal Y, mientras que los de las señales diferencia se destinan a 2 moduladores, de manera que pasan a ser componentes de modulación de una subportadora de aproximadamente 3,58 MHz. Las salidas de estos moduladores carecen de portadora y sólo poseen las componentes de modulación de las señales. No se confunda, se trata ahora de señales moduladas centradas alrededor del valor de la portadora en 3,58 MHz, pero la portadora precisamente de acuerdo con lo expresado, es suprimida.

A continuación se suman todas las señales. La crominancia, formada por la salida de los 2 moduladores, es agregada a la luminancia para dar origen a la señal compuesta de color.

Esta señal debe todavía ser dotada de algunas

informaciones más. Por ejemplo, los pulsos de sincronismo y también otra subportadora: la de sonido.

Con esa señal compuesta modulamos al transmisor y ya podemos irradiar la señal, la que de ahora en más, veremos en los televisores.

4.2 Las etapas más importantes del televisor cromático

Desde el comienzo de nuestro estudio tuvimos oportunidad de ver como era un esquema de bloques del televisor cromático. Ahora tenemos que verlo con más detalle, de acuerdo con los conocimientos que hemos adquirido.

Todo lo referente a la amplificación de las señales hasta llegar al detector de video no será repetido por el momento. Lo que nos interesa fundamentalmente es estudiar los distintos circuitos que son exclusivos del televisor cromático, y que antes en el esquema de bloques de la fig. 1-1 habíamos agrupado adentro del bloque de crominancia.

Como ahora sabemos que todas las señales de crominancia están centradas alrededor de 3,58 MHz; la alimentación de señal al bloque de crominancia la podemos hacer a través de un circuito que denominamos pasaaltos. Se trata de un circuito muy simple y que consta de un capacitor y un resistor, ambos de bajo valor. Lo cierto es que al bloque de crominancia sólo llegan con adecuada amplitud las señales que interesan y que son las que se encuentran centradas alrededor del valor correspondiente a la subportadora.

De inmediato nos referiremos a una señal que

por el momento no habíamos tenido oportunidad de conocer, pero que por el contrario, de ahora en más será importante para nosotros. No es nada complicada, todo lo contrario, sólo se trata de una muestra de la señal de 3,58 MHz que en el transmisor se utilizó para la modulación de la señal (A-Y).

Le aclaramos muy especialmente que se trata de la señal correspondiente al modulador de (A-Y), porque tal como sabemos, la señal de la misma frecuencia y que se aplica al modulador de (R-Y) se desfasa previamente en 90°. La muestra de señal que enviamos, no está desfasada, por eso, insistimos es la misma señal de 3,58 MHz aplicada al modulador de (A-Y). ¿Por qué esta muestra? Muy simplemente porque necesitamos reinsertar la portadora y para ello la vamos a generar en el televisor pero tomando todos los recaudos para que sea tan igual a la señal original como los medios técnicos lo permitan.

Esta señal de muestra se denomina en inglés "burst" palabra que significa ráfaga o seguidilla en castellano, pero hasta tanto se pongan de acuerdo los académicos nosotros la seguiremos llamando "burst".

El "burst" se transmite en un momento en que no hay señal en la pantalla y en consecuencia no resulta visible. Se lo envía después del pulso de sincronismo horizontal, es decir al comienzo de cada línea del barrido horizontal. La fig. 4-1 le muestra como es la citada señal. Resumiendo se trata de unos ~~10 ciclos~~ a modo de muestra de la señal subportadora de crominancia utilizada en el transmisor.

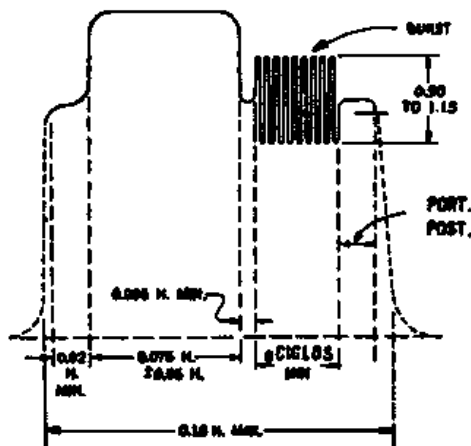


Fig. 4-1 La señal "burst" mediante la cual se obtiene el funcionamiento sincronizado del oscilador para la reposición de la subportadora de color.

Esta señal llega al detector de video del televisor y es transferida junto con las demás señales de 3,58 MHz que pasan a través del filtro pasaaltos al cual nos hemos referido. Esto último, que todas las señales estén unidas no nos conviene. En especial,

la señal que utilizaremos como muestra debe separarse del resto de la información de crominancia y para ello utilizamos un circuito muy interesante que se denomina amplificador gatillado. Se trata de un simple paso amplificador que está siempre cortado, excepción hecha de cuando se lo gatilla, o hablando más técnicamente, cuando se lo habilita. Fig. 4-2.

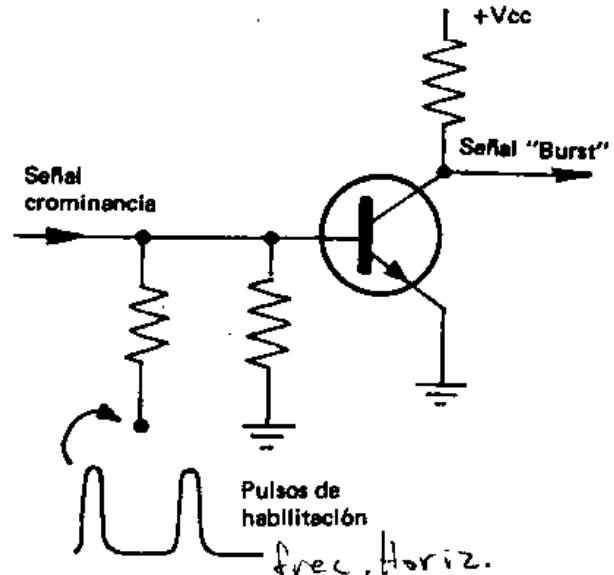


Fig. 4-2 Amplificador habilitado mediante un pulso.

La habilitación se hace por medio de un pulso que existe en el televisor y que proviene de la etapa de salida horizontal. Ocurre que el sincronismo horizontal coincide con el retroceso del citado barrido, y el retroceso coincide a su vez con un pulso que se produce en la salida horizontal. Luego, con dicho pulso, hacemos que el amplificador gatillado comience a trabajar y como simultáneamente llega el "burst", esta señal es amplificada apareciendo en la salida del amplificador gatillado. De inmediato este amplificador se corta y cuando llega la información de crominancia durante el trazo activo del barrido, ya no funciona.

La salida del amplificador gatillado es aplicada a un circuito de control automático de frecuencia, muy similar al que utilizan los televisores de todo tipo para gobernar al generador de barrido horizontal.

Se trata de un circuito al cual llegan dos señales. Una es la señal del "burst", y la otra señal es la producida por un oscilador que tenemos en el televisor y que debe proveer una señal tan igual como se pueda, a la señal de 3,58 MHz utilizada en el transmisor y enviada como muestra en el "burst". El circuito de control compara ambas señales y gobierna al oscilador para que funcione sin diferencias con respecto a la señal de "burst".

Si el oscilador tiende a atrasar, el circuito de

control lo adelanta, si tiende a adelantar el circuito de control lo retrasa, y si funciona en la frecuencia exacta y con la fase correcta, el circuito de control no actúa, pero se queda observando. Ni bien haya una diferencia entre las señales que compara generará a su vez una tensión que hará volver todo a la condición de correcta coincidencia. Fig. 4-3.

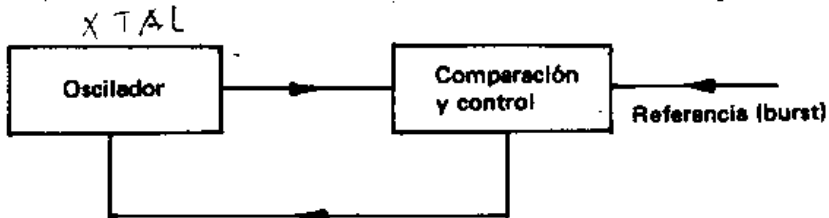


Fig. 4-3 Principio de funcionamiento de un oscilador gobernado desde un comparador de fase.

El oscilador ya es construido con todos los recaudos para que funcione con elevada estabilidad siendo del tipo gobernado con cristal. Pero el circuito de control automático es el principal responsable de que el oscilador se mantenga dentro de los muy estrechos límites que pueden tolerarse. Más adelante veremos que aquí, en todo esto referido al control del oscilador se encuentra el punto débil, el único, del NTSC.

La señal que generamos en el televisor permite volver a dotar de portadora a las señales de crominancia, lo cual es imprescindible para poder demodularlas.

Así vemos que la señal generada se aplica a los demoduladores de las señales (R-Y) y (A-Y). En el primer caso, a través de un desfaseador de 90° y en el segundo en forma directa, con lo cual podemos obtener, ya demoduladas a las señales (R-Y) y (A-Y).

Cuando disponemos de las señales de crominancia demoduladas de inmediato tenemos que obtener la señal (V-Y) y para ello tenemos que atenuar las señales, sumarias e invertirlas para tener, por fin, todo lo necesario para hacer funcionar a los amplificadores de video. Previamente tenemos que sumarles a las 3 señales diferencia, la señal Y. Así llegamos al TRC de color con la señal de color que

a cada cañón le corresponde.

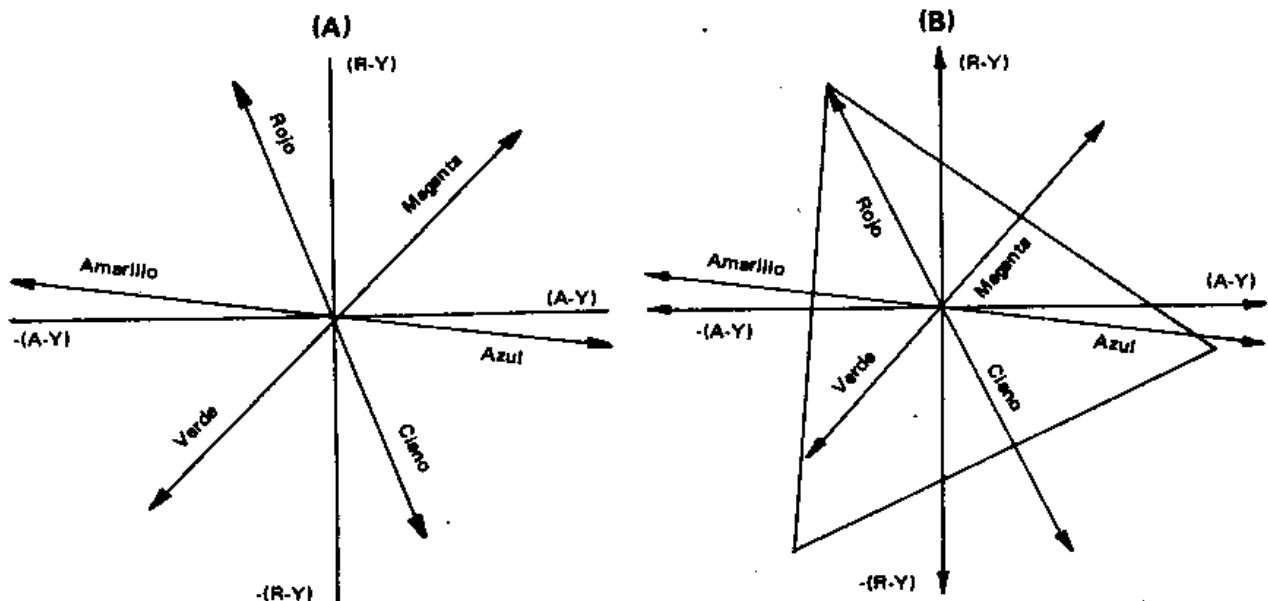
Creemos que se habrá dado cuenta de algo muy interesante. Ud ya conoce, en líneas generales, cómo funciona un televisor de color.

Tenemos que profundizar nuestros conocimientos, viendo en detalle lo que hasta el momento hemos visto en bloques, pero creemos que lo fundamental ya se ha logrado.

4.3 Los ángulos correspondientes a los colores

En las lecciones anteriores vimos cómo, de acuerdo con los colores que tomaban las señales era posible asociar a cada color un determinado vector, el que por supuesto tenía un cierto ángulo y una cierta longitud. Tanto una cosa como la otra se obtenían por medio de las construcciones gráficas.

Fig. 4-4 Representación vectorial de los colores. A) Recopilación de los resultados obtenidos según la figura 3-13. B) Los vectores de la vista A superpuestos al triángulo de colores.



cas que habíamos recomendado hacer.

Pero si ahora unimos todos los vectores los resultados serían los que da a ver la vista A de la fig. 4-4 que a su vez en la vista B superponemos al triángulo de Maxwell donde tenemos representados todos los colores. Para gran sorpresa nuestra vemos que existe una gran coincidencia entre los ángulos y los colores del triángulo.

Pero también anotamos que el ángulo que cada color forma con el eje (A-Y) determina la tonalidad o tinte de dicho color; y entonces nos preguntamos ¿qué pasaría si los vectores, todos ellos, giraran un cierto ángulo?

Evidentemente lo que ocurriría es que en lugar de unos ciertos colores tendríamos otros, y para que ello pudiera ocurrir sólo sería necesario que variáramos el ángulo correspondiente a (A-Y). Con la variación del ángulo correspondiente a este eje variarían todos los colores puesto que todos ellos se encuentran relacionados con un cierto ángulo respecto a (A-Y).

Luego si varía la fase de la señal con la cual es repuesta la portadora cambiarían de inmediato todos los colores. No se trata de que cambien su brillo o alguna otra característica secundaria. Cambia la tonalidad o matiz del color. Un rojo podría pasar a ser amarillo, a modo de ejemplo.

¿Puede suceder tal cosa? Lamentablemente, tenemos que decir, sí. No será una variación tan notable como del rojo al amarillo, pero podrá ser suficientemente notable como para alterar algunos colores a los cuales el ojo del espectador común es muy sensible. Por ejemplo los colores de la piel.

Las variaciones que puede haber son suficientes como para que una persona que apareció en escena con los colores propios de la salud, al cabo de algunos minutos pueda dar una sensación de palidez enfermiza. Y entonces el color lejos de constituir un realce para las imágenes, se transforme en un problema.

Claro que Ud se preguntará ahora que le comentamos estas cosas a que se debe que se suprima la subportadora de crominancia y después se vuelva a reponer, si todo ello puede ocasionar tan graves problemas. Es evidente que de no haber suprimido la portadora no habría podido ocurrir ningún giro entre las componentes de modulación y su portadora.

No podía hacerse otra cosa. De no suprimirse la portadora, la interferencia que la misma produciría sobre las imágenes, en especial las de BN, sería sumamente molesta.

Este simple hecho, mantener la fase correcta de la subportadora que se aplica a los demoduladores de color ha dado lugar a las críticas que el sistema NTSC debió soportar. Pero también dio

origen al sistema PAL que brinda una solución interesantísima, que de inmediato comentaremos.

4.4 En qué consiste el PAL

La solución del PAL se basa en la inversión de la polaridad de las señales (R-Y), realizada línea

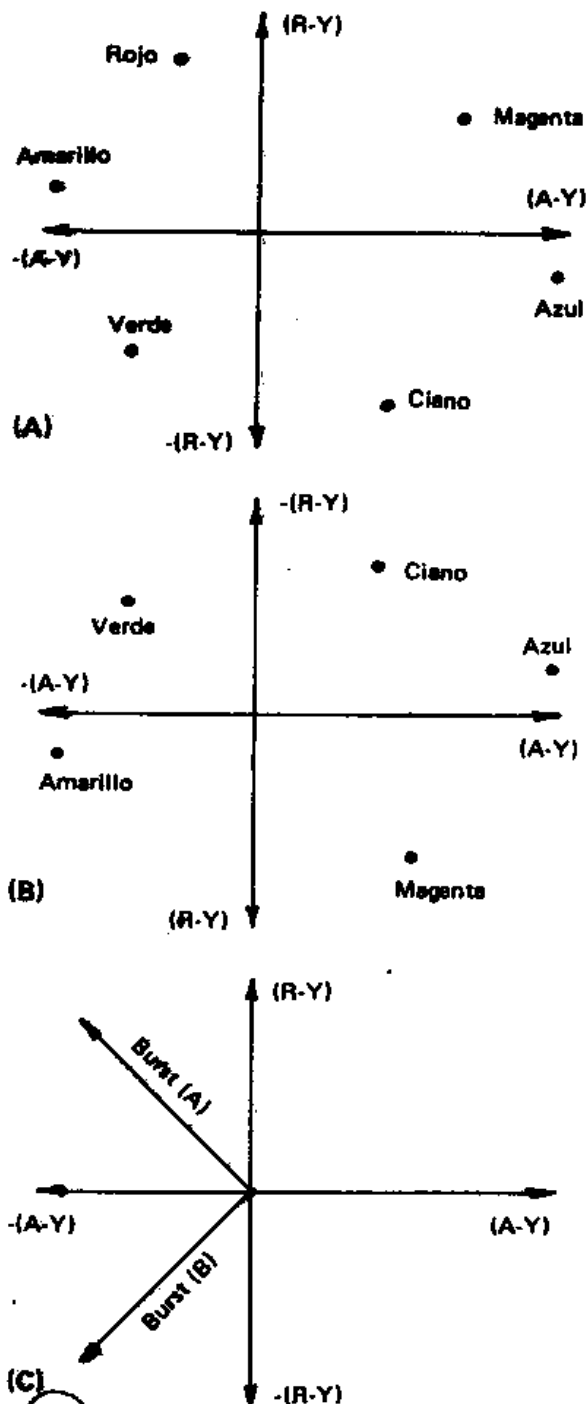


Fig. 4-5 El principio fundamental del PAL.

A) Ubicación de los colores coincidente con lo mostrado en la fig. 4-4 y aplicable al sistema NTSC y a las líneas impares del PAL. B) Ubicación de los colores resultante de la inversión de la componente (R - Y) y que corresponde a la transmisión de las líneas pares del sistema PAL. C) Variación de la fase del "burst" que se suceden en el sistema PAL.

tras línea. Esto significa que si en la primera línea de una imagen transmitimos las señales (R-Y) sin ningún cambio, en la segunda línea las invertimos y pasan a ser $-(R-Y)$. La tercera línea mostraría a la citada señal sin cambios, igual a la de la línea primera, para tener nuevamente una inversión en la cuarta y así sucesivamente. Esta sería la situación que mostramos en la fig. 4-5.

En la vista A mostramos los puntos coincidentes con los vectores de los colores primarios y sus complementarios tal cual corresponde a transmitirlos sin inversión. Por ejemplo tal cual se transmitirían en el sistema NTSC o en las líneas impares del PAL. En la vista B en cambio, mostramos la situación similar pero correspondiente a las líneas con las cuales se verifica la inversión de polaridad.

En tanto, las señales (A-Y) se transmiten sin cambio alguno, como si efectivamente se tratara del sistema NTSC.

Pero también el PAL incorpora otra novedad. El "burst" también es invertido en líneas sucesivas del barrido y tal cual muestra la fig. 4-5 en su vista C. Las inversiones experimentadas por el "burst" guardan correspondencia con las inversiones de las señales (R-Y) de manera que cuando estas no son invertidas el "burst" adelante 45° respecto a la fase del eje (A-Y), mientras que en las líneas en las cuales la señal (R-Y) es invertida el "burst" atrasa 45° con respecto a dicho eje. Las variaciones totales en la fase del "burst" abarcan en total 90° .

Comprendido lo anterior, especialmente lo mostrado en las vistas B y C de la figura 4-5, podemos entender el mecanismo mediante el cual actúan las correcciones. Para ello pasaremos a observar la fig.

4-6.

Supongamos que en un determinado momento el color que se transmite tenga como representación el vector OP. Para particularizar más con respecto a los colores supongamos que el color correspondiente a esta representación corresponda al anaranjado. Pero, supongamos también que por causas cualesquiera la señal llega con un error de fase, de manera tal que el color representado se hace mucho más rojizo. Evidentemente el vector que estamos recibiendo adelanta con respecto al vector correcto.

Durante la línea siguiente y como directa consecuencia de las inversiones que se suceden en la señal (R-Y), el vector correcto OP es recibido con el mismo error de fase, es decir nuevamente con un cierto adelanto, igual al anteriormente anotado ya que el breve lapso entre 2 líneas es muy poco probable que varíe significativamente el error.

Tal como podemos apreciar el desplazamiento del anaranjado es tal que tiende hacia el amarillo, lo que significa que corresponde a un color tal como si el vector original del cuadrante superior se

hubiera atrasado en la misma cantidad de grados que anteriormente había adelantado. Esto es mostrado bien claro en la mencionada figura y el resultado de todo es previsible.

En una línea el anaranjado se aproxima al rojo, mientras que en la siguiente se acerca al amarillo. El ojo, tratándose de 2 líneas del barrido sucesivas, tiende a confundirlas y a caracterizarlas por un color que es resultante de los desplazamientos o el promedio de ambos. Evidentemente entre el rojo y el amarillo está el anaranjado y entonces todo queda como si el error no existiera.

En tanto, la información del "burst" también invertida en líneas sucesivas, igualmente corrige sus eventuales errores de fase, y siempre por el mismo mecanismo.

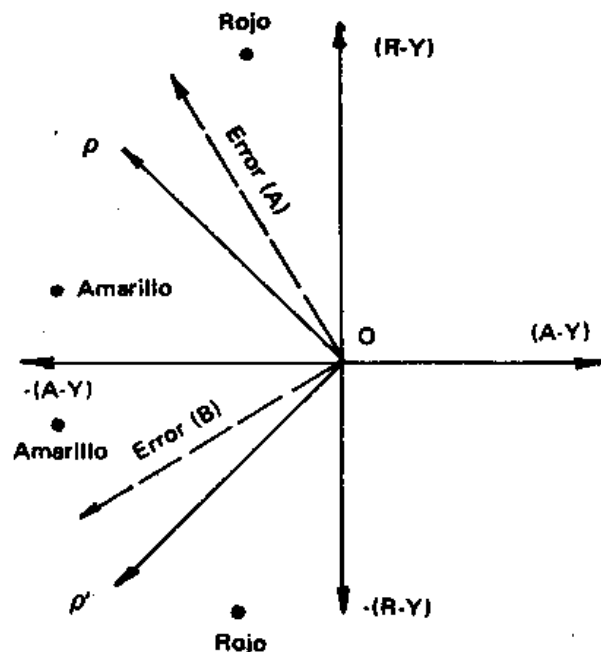


Fig. 4-6 El Principio de la cancelación de errores del sistema PAL.

Sin embargo, existe un problema. El color queda definido en su matiz por el ángulo del vector, y tal como vimos, el error angular era corregido. Pero colores próximos en su matiz pueden tener brillos muy diferentes y entonces cuando los errores angulares son algo grandes, aparece un nuevo inconveniente.

Las líneas próximas pueden llegar a tener brillos muy diferentes. Veamos un ejemplo, siempre con los mismos colores, que nos ubica en la realidad. Supongamos que se desea transmitir color anaranjado y que como resultado del mismo error en el ángulo provocado por causas cualesquiera, aparece en líneas sucesivas como amarillo y rojo.

El promedio de ambos colores da anaranjado y en consecuencia el ojo, haciendo el promedio ve el

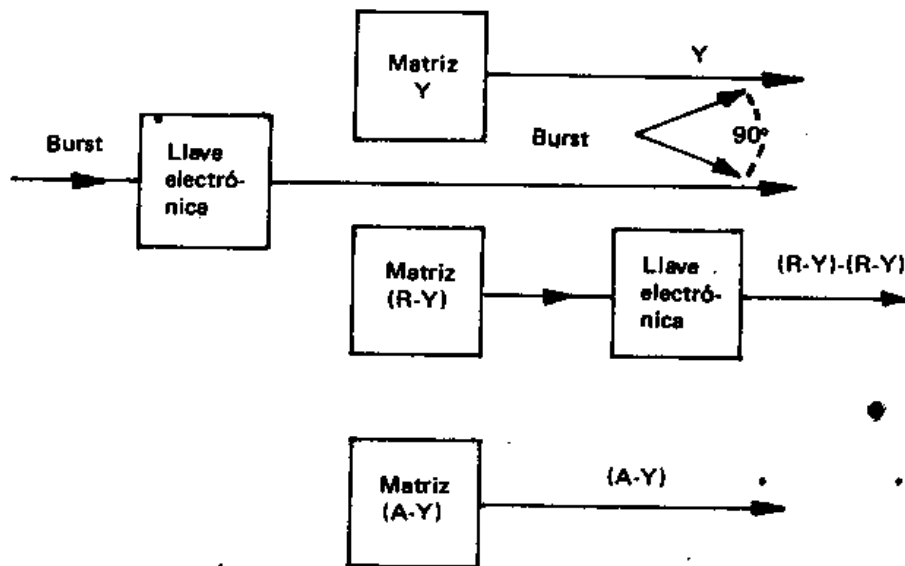


Fig. 4-7 Agregados al esquema de bloques del codificador PAL.

matiz correcto. Pero el brillo o valor de la luminancia para el amarillo, tal como hemos visto era de 0,89 mientras que el valor correspondiente al rojo sólo alcanzaba a 0,3. Y en estas cosas es difícil engañar al ojo.

El ojo no tiene buena resolución, digamos que no es muy agudo, para apreciar detalles del colorido de superficies muy pequeñas, pero por el contrario, para las variaciones de brillo es sumamente eficaz. Lo cierto es que al espectador común le molesta este efecto de distinto brillo en líneas sucesivas y la solución tal como la hemos dejado ver, no es totalmente satisfactoria. Pero la idea del PAL, la inversión de la información (R-Y), puede ser aplicada con otros circuitos, basados en otras innovaciones tecnológicas, y entonces sí, todo pasa a funcionar muy correctamente.

4.5 Qué tenemos que agregarle al transmisor PAL

Tenemos que ver, muy rápidamente, cómo podemos obtener las inversiones de la información (R-Y) en líneas sucesivas y a la vez ya representar

la obtención de la señal del "burst" por supuesto, con sus giros de fase, que lo hacen adelantar y atrasar 45° con respecto al valor correcto. Todo resulta igual en lo referente a las cámaras y sus circuitos matriz necesarios para obtener siempre las mismas señales: Y, (R-Y) y (A-Y). Fig. 4-7.

Aparecen como nuevos los bloques que denominamos llaves electrónicas. Imagínese las como simples llaves inversoras, pero que pueden conmutarse cada 64 microsegundos, es decir, cada vez que transcurre el lapso de una línea o su equivalente, un ciclo del oscilador del barrido horizontal. No existen dificultades técnicas para realizar tales llaves, las que resultan muy simples.

Mediante estas llaves hacemos que el "burst" sea adelantado en una línea y atrasado en la siguiente en el valor de 45°. También hacemos que la información (R-Y) sea modificada en su polaridad en líneas sucesivas. Para ello, a la señal de la subportadora, antes del modulador, la invertimos, o no; según la línea de la cual se trate.

Como vemos, no se trata de nada muy complicado, por lo menos si nos limitamos a ver las cosas en el transmisor, sin pasar del esquema de bloques.