

SISTEMA DE COLOR BETAMAX

En el sistema Betamax se utiliza el mismo principio y la misma matriz de línea de retardo que en el VHS, estando la única diferencia en la forma de obtener la señal de grabación de crominancia para conseguir el efecto de fase de dos líneas. Se trata, en líneas generales, de disponer un generador de dos tonos para producir, alternativamente, las frecuencias adecuadas a cada una de las cabezas, en vez de utilizar un conmutador de fases como en el sistema VHS.

En el sistema Betamax la portadora de color rebajada básica es de

687,5 kHz, pero a cada cabeza se le aplica un desplazamiento de frecuencia con respecto a este valor: La cabeza **A** trabajará con una frecuencia cuyo valor estará 1,953 kHz por debajo de la frecuencia básica y la cabeza **B** trabajará 1,953 kHz por encima de la frecuencia básica. Esto quiere decir que la cabeza **A** trabajará a:

$$687,5 \text{ kHz} - 1,953 \text{ kHz} = 685,547 \text{ kHz}$$

y la cabeza **B** a:

$$687,5 \text{ kHz} + 1,953 \text{ kHz} = 689,453 \text{ kHz}$$

La diferencia entre estas dos frecuencias es, lógicamente, de 3,906 kHz.

Estos valores de frecuencia se han elegido cuidadosamente, en unión con la frecuencia de exploración de línea de 15,625 kHz, de forma que de un retardo de 45° por línea para la cabeza **A** y un adelanto de 45° para la cabeza **B**. Efectivamente, el valor 1,953 kHz corresponde a 1/8 de la frecuencia de línea fh. Esto quiere decir que a la cabeza **A** se aplicará una frecuencia igual a:

$$(44 - 1/8) \text{ fh}$$

y la cabeza **B**

$$(44 + 1/8) \text{ fh}$$

Teniendo en cuenta que 360° dividido en 8 es igual a 45°, la frecuencia aplicada al cabezal **A** en atraso y la aplicada al cabezal **B** 45° en adelanto, es decir existirá un desfase de 90° entre las frecuencias aplicadas a los dos cabezales. Una característica propia del sistema Betamax es la inserción en la señal de color grabada, de una *señal salva piloto* de fase constante y cuya frecuencia es de 4,433 MHz. Esta señal de salva piloto es necesaria para la corrección de fase durante la reproducción.

La señal salva piloto se dispone en el mismo lugar que los impulsos de sincronismo, tal y como se puede comprobar en la fig. 35, en donde se han dibujado en la parte superior una señal de vídeo normalizada y en la parte inferior una señal de vídeo grabada por el sistema Betamax, con la salva de color y la salva piloto Beta dispuesta en lugar de los impulsos de sincronismo.

Esta salva piloto será eliminado en la reproducción, después de corregir el color, al ser mezclada con la señal de luminancia, ya que el impulso de sincronismo la eliminará.

En la siguiente figura se ha dibujado el diagrama de bloques del sistema de grabación Beta. Veamos sobre esta figura como funciona el sistema.

Impulso De Sincronismo

Entrada Vídeo Piloto de Crominancia Salida Croma Grabado

Cabeza Canal 1 685,546 kHz

Cabeza Canal 2 689,453 kHz

PORTADORA INTERMEDIA

5,119165 MHz Canal 1

5,123072 MHz Canal 2

Canal 1 685,546 kHz

Canal 2 689,453 kHz

5,4843575 MHz Canal 1

Entrada Fh 5,515625 MHz Canal 2

Sincronismo

V de Error

Canal 2 Canal 1

Fh

A B

Conmutador a 25 Hz

Del Servicio de Tambor

Que selecciona cada Cabeza

En la parte superior de la figura puede verse que la señal de vídeo completa se aplica en primer lugar a un circuito filtro, de donde se extrae la señal de crominancia cuya suportadora normalizada es, como sabe, de 4,43 MHz.

El siguiente paso consiste en aplicar la señal de croma a un circuito de control automático de color, el cual estabiliza su nivel a valores adecuados para su posterior tratamiento, sea cual sea el nivel de la señal de entrada, corrigiéndose al mismo tiempo pequeñas diferencias de sintonización incorrecta por parte del usuario.

Del CAC la señal se deriva a dos circuitos: uno hacia la puerta de salva y otra hacia un circuito sumador de la señal de salva piloto. Para llevar a cabo esto, la señal de salva, que se obtiene a la salida de la puerta de salva, controla un oscilador local de 4,433619 MHz con control automático de fase (APC). La señal de este oscilador se desplaza a continuación 90° y se aplica, junco con el impulso de sincronismo piloto de crominancia, al circuito sumador. Después de este proceso la señal tendrá ya la forma dibujada en la parte inferior de la fig. 35, por lo que a continuación ya se puede llevar a cabo el proceso de reducir el valor de la

frecuencia de la señal croma.

La etapa clave del sistema es un oscilador controlado por tensión que trabaja proporcionando dos frecuencias de forma alternativa, una de

5,484375 MHz para el canal 1 y otra de 5,515625 MHz para el canal 2. Para llevar a cabo estos cambios de frecuencias se procede como sigue: La señal generada por el oscilador controlado por tensión se aplica a sendos divisores de tensión, uno que divide por 353 y el otro por 351. Estos dos divisores entran en funcionamiento de forma alternativa gracias al gobierno que sobre ellos lleva a cabo una señal de 25 Hz procedente del servo del tambor que selecciona cada cabeza. Esto quiere decir que cuando una cabeza está grabando entra en funcionamiento el divisor por 353 y cuando graba la otra entra en funcionamiento el divisor por 351.

Supongamos en primer lugar que esté grabando el canal 2. En este caso la frecuencia del oscilador controlado por tensión es de 5,515625 MHz y es dividida por 353, dando lugar a una señal cuya frecuencia es, exactamente, la de líneas. Efectivamente:

$$F_h = 5,515625 \text{ MHz} / 353 = 15625 \text{ Hz}$$

Esta señal se aplica a continuación a un comparador de fase y frecuencia, en donde se compara con las señales de sincronismo de línea de la señal de vídeo, que como sabe es de 15625 Hz. Ello permite que cualquier variación de fase o frecuencia de la señal de 5,515625 MHz proporcionada por el oscilador local produzca una tensión continua de error en el comparador de fase, la cual se aplica al oscilador modificando éste su frecuencia de oscilación hasta ajustarse exactamente a los 5,515625 MHz con lo que debe funcionar al grabar el canal 2.

Supongamos ahora que la cabeza del canal 2 ha terminado su proceso de grabación y entra en funcionamiento la cabeza correspondiente al canal 1. En este caso la señal procedente del servo del tambor portacabezas cambia de nivel y el conmutador pasa automáticamente a la posición **B**, dejando fuera de circuito al divisor por 353 e intercalando el divisor por 351.

Como el oscilador controlado por tensión está generando una frecuencia de 5,515625 MHz, al dividir esta frecuencia por 351 nos da el valor de:

15714 Hz, superior a la de la frecuencia de línea, por lo que al compararse con ésta en el comparador de fase dará lugar a una tensión continua de error que aplicada al oscilador controlado por tensión hará disminuir la frecuencia de éste hasta situarla en 5,484375 MHz. A alcanzar este valor de frecuencia de la salida del divisor por 351 coincidirá con la frecuencia de línea:

$F_h = 5,484375 \text{ MHz} / 351 = 15625 \text{ Hz}$, dejando con ello el comparador de fase de proporcionar tensión de error y estabilizándose el oscilador controlado por tensión en los 5,484375 MHz.

En el cuadro siguiente el conmutador pasa de nuevo a la posición **A**, ya que la señal del servo indica que entra de nuevo en funcionamiento la cabeza del canal 2. La frecuencia del oscilador se divide de nuevo por 353 y, como su valor último es de 5,484375 MHz, dará lugar a una tensión de error en el comparador que hará subir la frecuencia del oscilador a 5,515825 MHz.

El proceso descrito se produce de forma continuada al ritmo de las señales procedentes del servo, que como sabe coinciden con la frecuencia de sincronismo vertical de 25 x 2 niveles (uno alto y otro bajo). De todo ello se deduce que cuando trabaja una cabeza el oscilador controlado por tensión trabajará a una frecuencia y cuando trabaje la otra cabeza el oscilador cambiará a otro valor de frecuencia, con lo que las pistas de vídeos adyacentes en la cinta serán grabadas de forma diferente facilitándose con ello la eliminación de la

modulación cruzada de la señal de croma.

Las señales de 5,484375 y 5,515625 MHz proporcionadas por el oscilador controlado por tensión no son adecuadas para llevar a cabo la reducción de frecuencia de la señal de croma, por lo que la señal del oscilador controlado por tensión se divide por 8, tal y como puede comprobar en la figura de arriba.

A la salida del divisor por 8 se obtendrá pues, de forma alternativa, dos frecuencias, una de 685,546 kHz y la otra de 689,453 kHz. Estas dos señales se aplican a un modulador equilibrado, en donde se mezclan con la señal de 4,433619 MHz procedente del oscilador con control automático de fase. Como consecuencia de esta mezcla, a la salida del modulador encontramos dos nuevas frecuencias que se producen de forma alternada, una de 5,119165 MHz para el canal 1 y la otra de 5,123072 MHz para el canal 2.

Finalmente, estas frecuencias se aplican al modulador equilibrado principal, en donde se mezclan con la señal de croma de 4,433619 MHz, dando lugar a dos señales de croma de frecuencia reducida, cuyos valores son:

$5,119165 \text{ MHz} - 4,433619 \text{ MHz} = 685,546 \text{ kHz}$, para el canal 1 y de

$5,123072 \text{ MHz} - 4,433619 \text{ MHz} = 689,453 \text{ kHz}$, para el canal 2

Solo resta aplicar esta señal al circuito sumador, en donde se le sumará la señal de luminancia modulada en frecuencia que, en el caso del sistema Betamax, oscila entre 3,8 y 5,2 MHz. Antes de aplicar la señal de croma al circuito sumador es necesario, tal y como puede ver en el diagrama de arriba, hacerla pasar por un filtro paso-bajos que se oponga al paso de cualquier señal de frecuencia superior que pudiera afectar a la señal de luminancia. Téngase en cuenta que a la salida del mezclador principal se obtienen también las frecuencias de 4,433619; 5,119165 y 5,123072 MHz, que entran dentro de la banda de frecuencias de la señal de luminancia, así como armónicos de las señales de 685,546 y 689,453 kHz que también entran dentro del ancho de banda de la señal de luminancia.

En resumen, la señal de croma rebajada en frecuencia en el sistema Betamax se alterna en frecuencia para cada cabeza, siguiendo la frecuencia dada por el servo del tambor, conteniendo toda la información de croma y, además, un impulso de salva piloto dispuesto en el espacio reservado a los impulsos de sincronismos y cuya finalidad será facilitar la recuperación de la señal de croma original.

CAC

Separador y

Filtro

Suma Ráfaga

Piloto

Modulador Equilibrado 2

Filtro

Pasa-Bajos

Modulador

Equilibrado

4,433619 MHz

Oscilador Con

Lazo de APC

Puerta Salva

Desplazamiento 90°

VCO

Separador Sincronismo Línea

Detector

De

Fase

$1/(44+0.125)=/353$

$1/(44+0.125)=/351$

8