

Para ver la señal de TV en la pantalla de un televisor es necesario sincronizar la deflexión del haz de electrones con la exploración de la imagen que se realizó en la cámara. Para ello se usa la señal de sincronismo que viene incorporada en la señal de video compuesta.

1) Principios de la exploración:

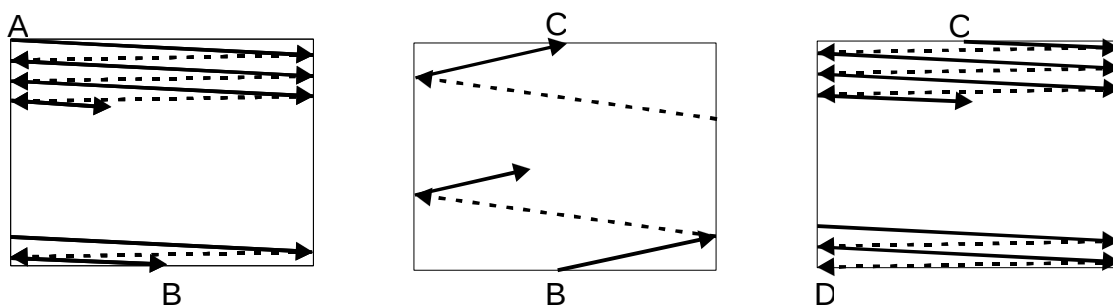
Como ya sabemos, el procedimiento que se utiliza en la exploración de la TV estandar es la exploración entrelazada.

Esta exploración varía de acuerdo con la norma de la programación. La misma consiste en explorar 625 líneas (sistema Pal N, 525 sistema NTSC / Pal M) en un cuadro rectangular que tiene una relación de aspecto de 4:3. Los cuadros se repiten a una frecuencia de 25 por segundo en Pal N y 30 por segundo en NTSC / Pal M con dos campos entrelazados por cada cuadro.

En el primer campo se exploran todas las líneas impares y en el segundo las líneas pares.

La frecuencia de repetición de campos es de 50 (60 NTSC / Pal M) por segundo que coincide con la de exploración vertical.

Para graficar el proceso es conveniente visualizar las siguientes figuras:



La forma de la exploración se describe en la figura superior. El haz explorador comienza el barrido en el punto A y va recorriendo el cuadro uniformemente hasta describir una línea horizontal. Al final de cada trazo el haz vuelve rápidamente al lado izquierdo del cuadro graficado por la línea punteada. Esto describe al borrado horizontal. Ambas líneas están levemente inclinadas hacia abajo debido a la acción de la señal de deflexión vertical que es muy lento comparado con el horizontal.

Así sucesivamente se va desviando el haz hacia abajo hasta llegar a completar un campo, punto "B". Lo descripto hasta el momento corresponde a las líneas impares 1, 3, 5, ...

Cuando el haz alcanza la parte inferior de la campo comienza el retraso vertical y el haz retorna a la parte superior para empezar el segundo campo o campo par.

El retorno vertical es rápido pero no tanto comparado con velocidad de exploración horizontal por lo tanto se produce el retorno con algunas líneas horizontales.

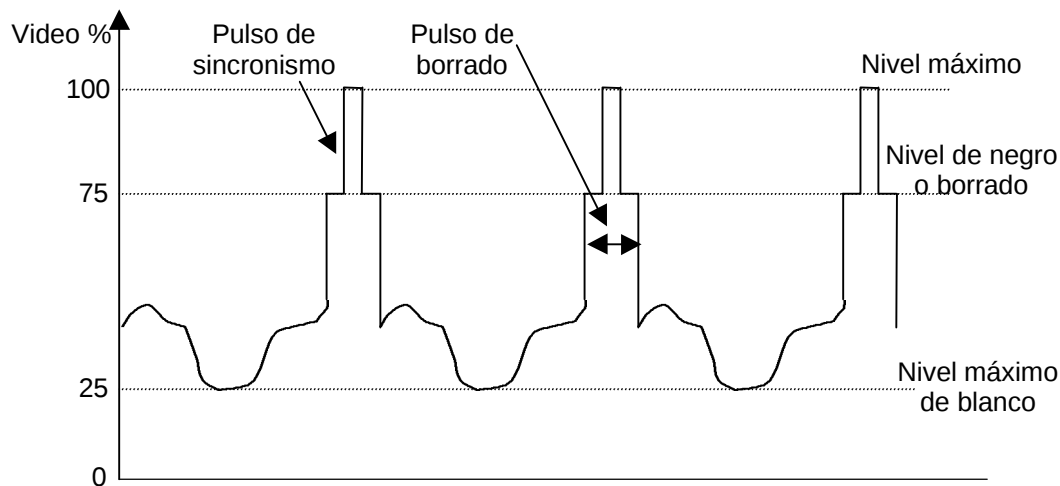
El campo par comienza en "C" media línea después que "A" para mantener un perfecto entrelazado.

2) Pulsos de sincronismo:

En la señal compuesta de video además de la señal de luminancia y crominancia también están contenidos los pulsos de sincronismo.

Como ya lo hemos mencionado los pulsos de sincronismo sirven para asegurar que la imagen se produzca en el preciso momento y en el lugar correcto.

Estos pulsos controlan los generadores de barrido horizontal y vertical del receptor.



Señal de video

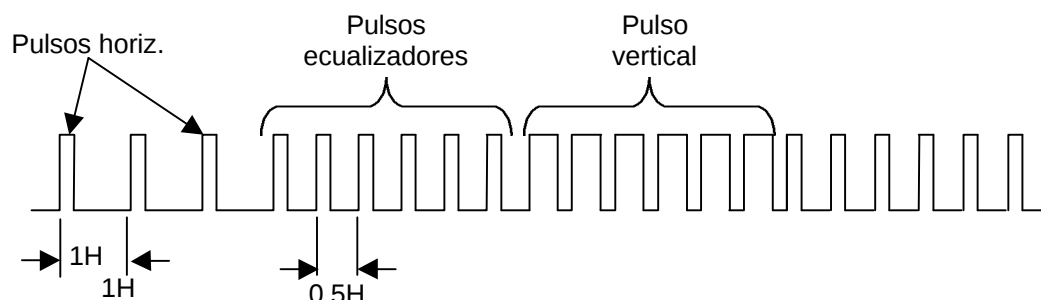
La figura muestra la señal de video detectada. Se ve que el nivel de sincronismo coincide con el 100 % de la señal, el nivel de negro o borrado con el 75 % y nivel máximo de blanco con el 25 % de la señal.

Como los pulsos de sincronismo vienen de alguna manera combinados en la señal de video, debemos separarlos para poder utilizarlos posteriormente para sincronizar los generadores vertical y horizontal.

3) Separador de sincronismos:

Los circuitos separadores pueden ser muy diferentes dependiendo de la tecnología utilizada pero en todos el fin es obtener la señal de sincronismo de la señal compuesta de video. Mas adelante veremos los separadores de sincronismos en los circuitos actuales, pero en todos ellos primero se separan los sincronismos de la señal de video y posteriormente se separan los sincronismos verticales y los horizontales.

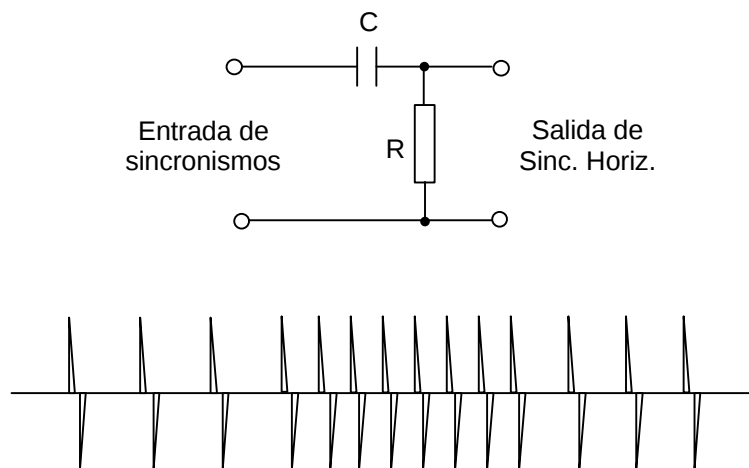
La señal que se obtiene de un separador de sincronismo es la siguiente:



Esta señal de sincronismos tiene la misma forma que la que fue generada en la planta transmisora por un generador de sincronismos muy estable. La duración de estos pulsos depende de cada norma y los valores están descriptos en el documento dónde se define la norma.

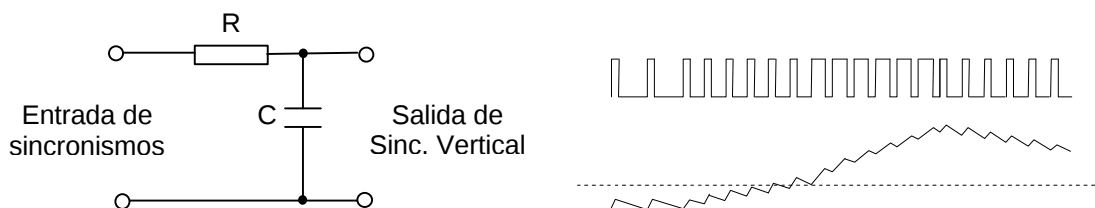
Obtenida esta señal, se procede a separar los sincronismos que por su configuración se los separa utilizando un diferenciador para los horizontales y un integrador para los verticales.

Un ejemplo básico de un diferenciador es un circuito RC con entrada por capacitor.



Los pulsos diferenciados sirven para sincronizar un oscilador que genere un pulso de un ancho determinado.

Por otra parte integrando la señal se obtiene el pulso de sincronismo vertical, también se puede obtener el pulso mediante un circuito RC con entrada por resistor.

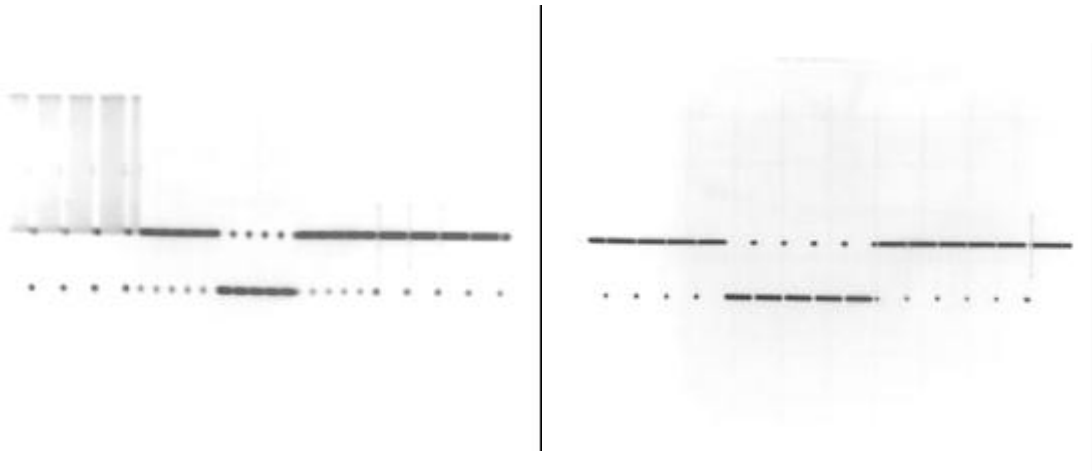


De esta manera, integrando la señal de sincronismo puedo separa el sincronismo vertical para sincronizar posteriormente el generador de barrido vertical.

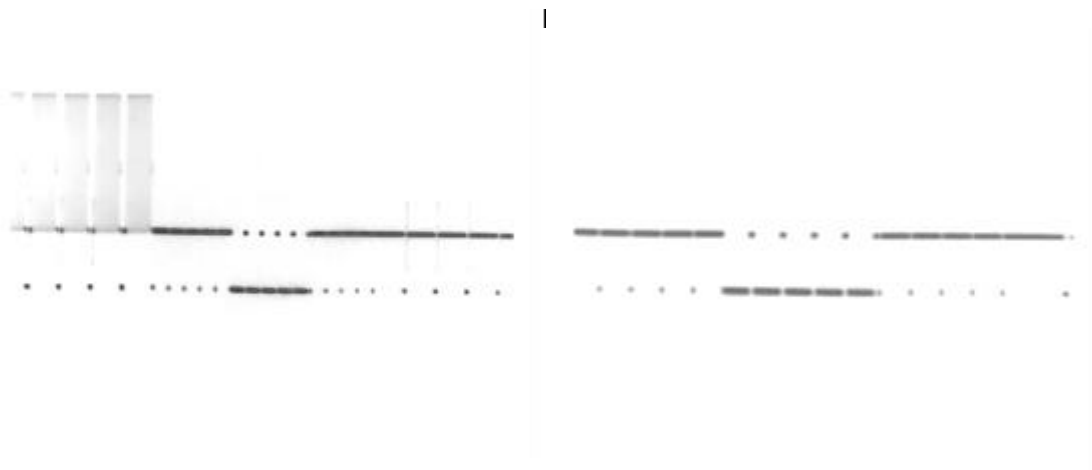
Los pulsos de sincronismo horizontal se repiten línea a línea hasta llegar al sincronismo vertical que duplican su frecuencia y se convierten en pulsos ecualizadores posteriormente viene el sincronismo vertical propiamente dicho que invierte el ciclo de actividad con respecto a los ecualizadores, luego viene otra tanda de pulsos ecualizadores y comienza un nuevo campo.

Para graficar lo expresado anteriormente vemos una señal de sincronismo vertical real campo par e impar

CAMPO IMPAR



CAMPO PAR



En las imágenes se ve como termina el campo impar y par con la media línea de imagen y completa respectivamente y luego se ven en detalle el sincronismo vertical en ambos casos.

4) Circuitos actuales:

Con la incorporación de la tecnología combinada bipolar y C-Mos ha permitido que evolucione la etapa de sincronismos, llegando en la actualidad a circuitos muy estable y de muy pocos componentes periféricos.

Esto asegura la estabilidad del sincronismo, y permite realizar circuitos multinorma con mucha facilidad.

En la próxima página se adjunta el diagrama en bloques del circuito integrado TDA8375 que es un ejemplo de una etapa de sincronismos con control de todos los parámetros para tubos de 110 ° a través del bus I²C.

Como se ve en diagrama en bloques la etapa de sincronismos ocupa una gran parte del remarcada en el diagrama.

A continuación describiremos la etapa de sincronismos de un CI actual a modo de ejemplo.

El separador de sincronismos consta de un primer amplificador controlado el cual regula la amplitud del sinc. A un nivel fijo. Ese pulso luego se conecta a un recortador que fija el 50% de la amplitud.

Este pulso recortado y de nivel fijo se envía a la entrada del primer detector de fase y al detector de coincidencia.

El detector de coincidencia se usa para detectar si el oscilador está sincronizado o no y además la salida puede ser usada como identificación.

El circuito puede hacerse menos sensible programándolo mediante el bit STM. Este modo es comunmente usado cuando se realiza el proceso de autoprogramación para que no se detenga con señales muy bajas o espurias.

El primer PLL tiene un muy alto paso estático de modo que la fase de la imagen es independiente de la frecuencia de línea.

El oscilador de línea (15625 Hz) opera al doble de la frecuencia. El oscilador basa su frecuencia con un capacitor y para mantener la coherencia se engancha a la subportadora de color.

En la generación de CI aaanteriores se usaba un resonador cerámico de 500 KHz para dividir de ahí la frecuencia de línea.

Este proceso de enganche garantiza una estabilidad del 2% de la frecuencia típica.

Cuando se conecta el circuito la salida horizontal se anula y el oscilador se ajusta tan pronto como todas las subdirecciones se envían. Después que la frecuencia sea la correcta y enclavada la salida es habilitada, pero para evitar un arranque brusco la frecuencia horizontal se establece en el doble tanto en el arranque como en el apagado del oscilador. Este arranque y detención se denomina arranque suave y garantiza la máxima seguridad para la etapa de salida horizontal.

Cada vez que se detecta un sincronismo fuera de fase, como por ejemplo al cambiar de canal, el proceso de arranque suave se repite.

El circuito tiene un segundo lazo de control que genera el pulso de excitación horizontal. La salida del excitador es gatillada con el pulso del flyback de modo que no es posible emitir un pulso cuando la salida está en el tiempo de flyback.

Los ajustes se pueden realizar por medio del bus I²C tales como centrado horizontal, centrado vertical, pendiente vertical, amplitud vertical, corrección S y corrección E-O.

También tiene la capacidad de hacer zoom para obtener relación de aspecto de 4:3 y 16:9 obteniéndose un borrado perfecto en las zonas negras.

El procesador de la geometría tiene una salida diferencial para alimentar la etapa que excita el modulador de diodo que produce la corrección.

También cuenta con una protección de sobretensión para evitar la emisión de rayos X realizada por la pata EHT.

Esta detección puede detener el oscilador por en el modo detención suave o bien simplemente indicar el hecho al controlador. Esto puede ser elegido mediante bit PRD en el bus I²C.

El CI tiene una segunda entrada de protección en la pata del capacitor del filtro 2 . Cuando esta entrada es activada el oscilador se detiene inmediatamente y luego arranca con el modo suave. Esta protección puede ser usada como protección flash por el diseñador.

El pulso de excitación vertical para el generador diente de sierra se obtiene por división.

Esta división tiene varias ventanas dependiendo de la señal de entrada (59 o 60 Hz).

El circuito divisor puede ser forzado en diferentes modos por medio del bus I²C. Para obtener un tiempo rápido de cambio de canales el divisor puede ser forzado mediante el bit NCIN durante la búsqueda.

La salida de la deflexión vertical puede ser asignada a modo de-entrelazado por medio del bus I²C.

Para evitar el daño del tubo cuando la deflexión vertical falla, se puede sensar la corriente del haz y mediante el bit NDF bus I²C la salida RGB puede ser anulada. También sirve para proteger el tubo si el yugo es desconectado.

Lo que se puede ver que este nivel de integración permite realizar un montón de funciones extras que en los circuitos anteriores eran impensadas o bien podían ser muy complicadas.

5) Deflexión:

Para reproducir la imagen en el TRC, como ya hemos visto, es necesario desviar el haz de electrones en la pantalla. Tarea que está controlada por la señal de sincronismos.

Para ello existe la etapa de deflexión la cual se encarga de desviar el haz hacia todos los puntos de la pantalla.

La deflexión horizontal desvía el haz de izquierda a derecha y lo retorna rápidamente al margen izquierdo de la pantalla (borrado horizontal).

La deflexión vertical se encarga de desviar el haz de arriba hacia abajo y hacerlo retornar a la parte superior nuevamente rápidamente (borrado vertical).

El conjunto de ambas deflexiones combinadas da como resultado la exploración de la pantalla.

Existen dos maneras de desviar un haz de electrones, estas son: mediante un campo electromagnético que actúe sobre ellos o bien un campo eléctrico.

En los tubos de imagen se utiliza la deflexión electromagnética que se realiza por medio de dos bobinas de deflexión la vertical y la horizontal.

Estas bobinas están combinadas en lo que se ha dado en llamar yugo de deflexión, que toma su nombre por estar montado en el cuello del tubo y tener una analogía con el yugo que se les coloca en el cuello a los caballos para tirar de ellos.

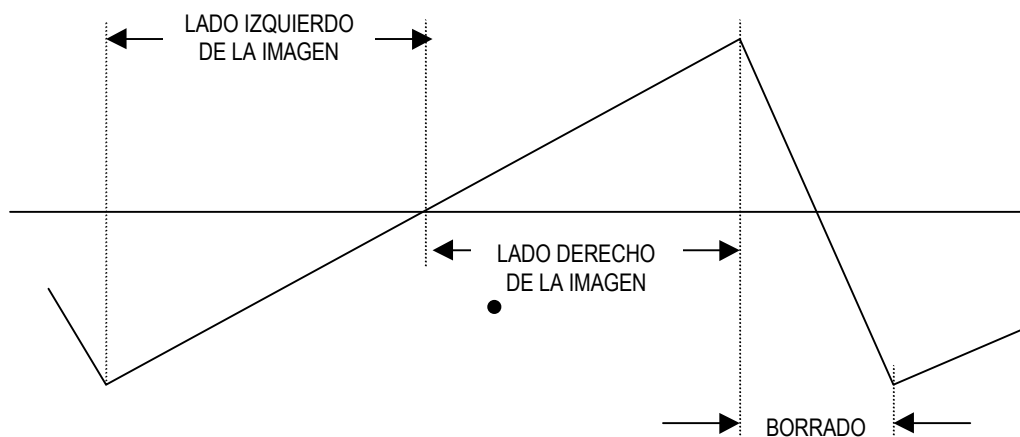
La deflexión electrostática es la que emplea un campo eléctrico y es la utilizada en los TRC de osciloscopios de baja frecuencia. Este campo electrico se

genera por medio de una tensión aplicada entre las placas de deflexión verticales y horizontales que están colocadas en el interior del tubo.

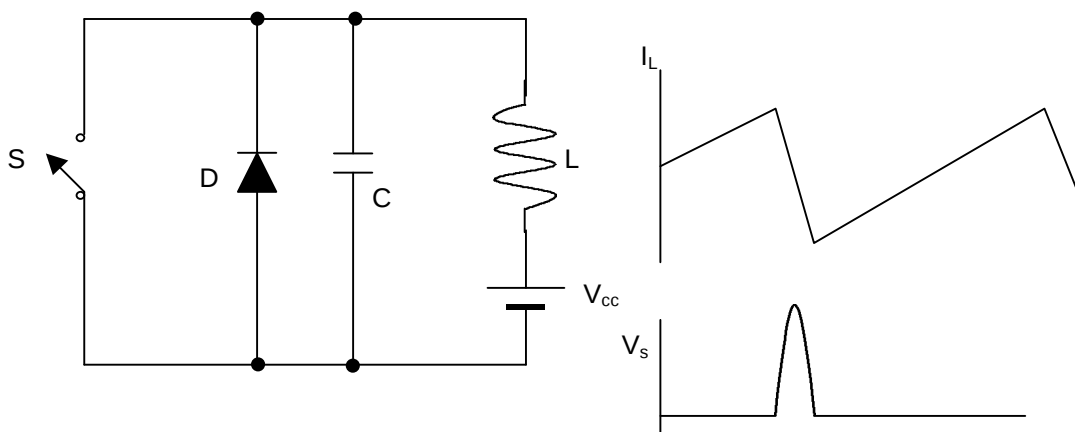
5.1) Deflexión horizontal:

Para desviar el haz de electrones es necesario que circule por la bobina de deflexión horizontal una corriente que varíe linealmente con el tiempo y que tenga una amplitud suficiente para producir un campo magnético adecuado para desviar el haz de un extremo al otro de la pantalla.

Para ello es necesario que la corriente tenga la forma de un diente de sierra desacoplado en continua para que en el punto central no haya efecto sobre el haz de electrones.



La manera de lograr una señal como esta en una bobina es aplicando un escalón de tensión a la bobina por medio del siguiente circuito elemental:



Analizando el circuito, cuando la llave se cierra por primera vez comienza a circular corriente por la bobina L cuya ecuación instantánea es $i(t) = V_{cc} t / L$. La corriente para un determinado $t = t_1$ será $I_1 = V_{cc} t_1 / L$.

El capacitor C se calcula en la realidad para que esté en sintonía con la inductancia total reflejada a la frecuencia de oscilación del circuito.

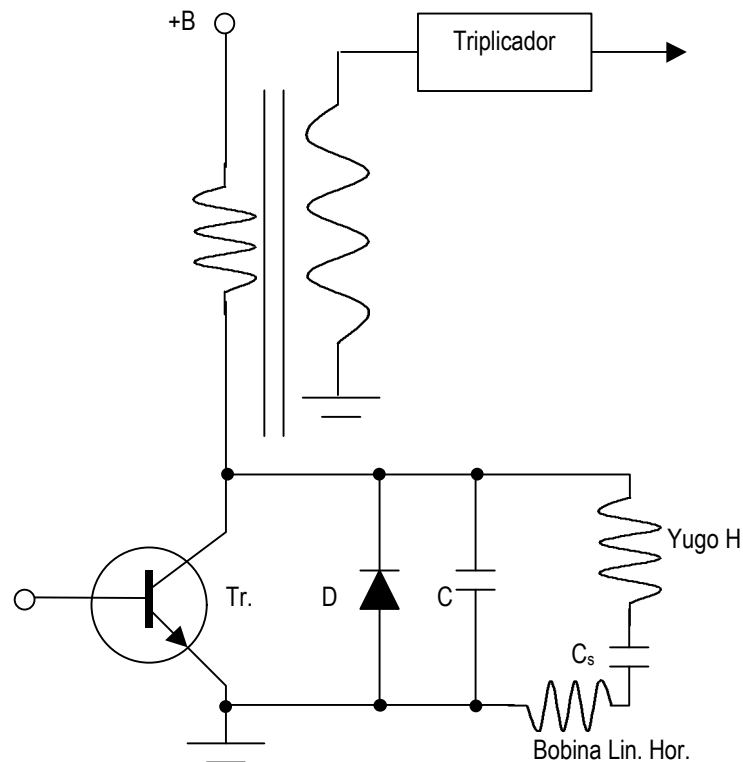
En los circuitos actuales se calcula el capacitor para que esté en resonancia por segunda armónica. Esto crea un efecto multiplicador cuando el interruptor se abre.

Como además de la energía para la deflexión propiamente dicha se necesita también la tensión para acelerar los electrones a la pantalla (tensión de ánodo) que oscila en 25 KV aproximadamente para un TRC de 20", se utiliza un circuito combinado llamado fly-back que proporciona energía para la deflexión y a su vez la tensión de ánodo para la aceleración de los electrones. De este circuito también se pueden sacar otras tensiones que sirven de alimentación de otras etapas, como ser la salida de video, etc.

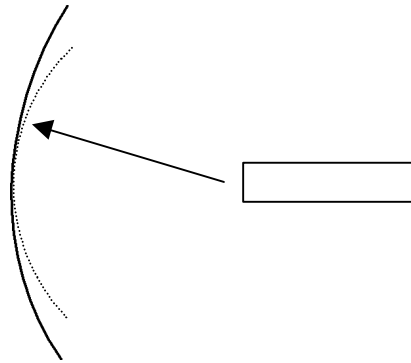
Damos a continuación una tabla con las tensiones de ánodo típicas para distintos tamaños de tubos de imagen actuales como referencia:

Tamaño	Tensión
14"	22 KV
20"	25 KV
21"	25 KV
25"	26 KV
29"	28 KV
33"	32 KV

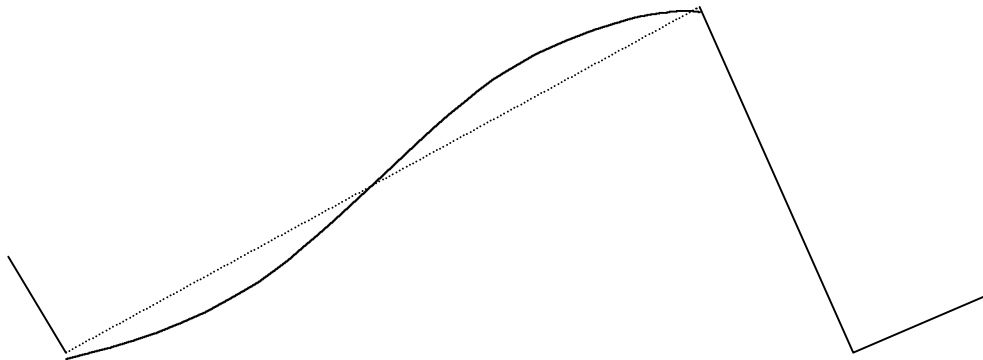
En el circuito flyback real el interruptor es reemplazado por un transistor y además se agrega un capacitor y una bobina en serie con el yugo para dar una corrección del barrido debido a la planicidad de la pantalla. Esto se denomina corrección en S.



La corrección en S es necesaria debido a la diferencia de recorrido del haz en el centro de la pantalla (distancia entre la pantalla y el cañón) con respecto a la distancia del cañón a los extremos de ella.



Lo marcado en línea de puntos es el radio de la pantalla como si fuese una esfera, en ese caso no habría necesidad de compensar el barrido. Pero en la realidad el radio de la pantalla es mucho mayor debido a la planicidad de la misma. Debido a esto se hace necesario corregir la señal diente de sierra de la siguiente manera.



Al comienzo de la imagen (lado izquierdo) el yugo tiene almacenada la máxima energía, la corriente circula a través del capacitor formador de S cargándolo en forma exponencial decreciendo gradualmente hacia el lado derecho de la pantalla. Para formar la S es necesario el agregado de una reactancia saturable (bobina de linealidad horizontal).

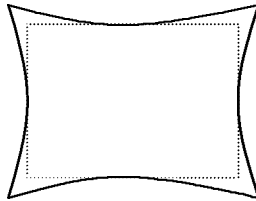
Esta reactancia saturable se logra con una bobina que se le agrega un imán permanente para deformar el campo y así lograr el efecto deseado.

Por ese motivo las bobinas de linealidad tienen polaridad.

Con este circuito se elimina la alinealidad horizontal debido a la diferencia de radios.

Pero existe también diferencia a medida que se explora el barrido vertical por el mismo motivo mencionado anteriormente, el distancia entre el centro de la pantalla y los bordes también es diferente en sentido vertical. Por tal motivo es necesario compensar esta diferencia por medio de un circuito que vincule el barrido vertical con el horizontal.

Si no se efectúan las correcciones debido a la posición de pantalla y si se envía una señal que represente un rectángulo, la imagen se verá de la siguiente manera:



Actualmente en los televisores de pantalla chica (14" a 21") se utilizan los tubos denominados Pincushion free, que significa libre de corrección almohada.

En estos tubos no es necesario hacer la corrección en el barrido horizontal a medida que avanza la exploración vertical.

Para evitar este efecto en los TRC de pantalla chica se añaden unas chapas en el yugo previamente magnetizadas de tal manera que corrigen el efecto almohada en, por eso se los llama Pin free.

Antiguamente esta compensación se realizaba electrónicamente pero los resultados con un circuito simple no eran como los de un TRC Pin free.

En los TRC de gran tamaño (generalmente tubos de 110°) esta corrección se realiza electrónicamente y se ajustan los parámetros en fábrica para cada aparato. El circuito asociado es bastante complejo.

Más adelante volveremos con un ejemplo actual.

5.2) Deflexión vertical:

El circuito de deflexión vertical de un receptor de televisión en general es un circuito amplificador con una respuesta en muy baja frecuencia o bien acoplado en continua y con muy buena linealidad,

La mayoría de estos circuitos son realimentados para proporcionar buena linealidad. Deben ser estables y estar compensados térmicamente para evitar variaciones en el barrido cuando varíala temperatura en los componentes.

Como ya hemos visto en la etapa horizontal, también es necesaria una señal diente de sierra para generar el campo magnético que deflexiona el haz de electrones en forma vertical.

Actualmente todas las compensaciones de linealidad (corrección S) etc. Se realizan en el circuito de control y la etapa de salida solamente amplifica esta señal en forma muy estable.

6) Etapa de sincronismo y deflexión de un TV actual:

Para graficar lo explicado hasta el momento veremos la etapa de sincronismo y deflexión de un TV actual con compensación este-oeste (efecto almohada) realizada electrónicamente como la que se utiliza para TRCs de 110° de deflexión (pantallas grandes).

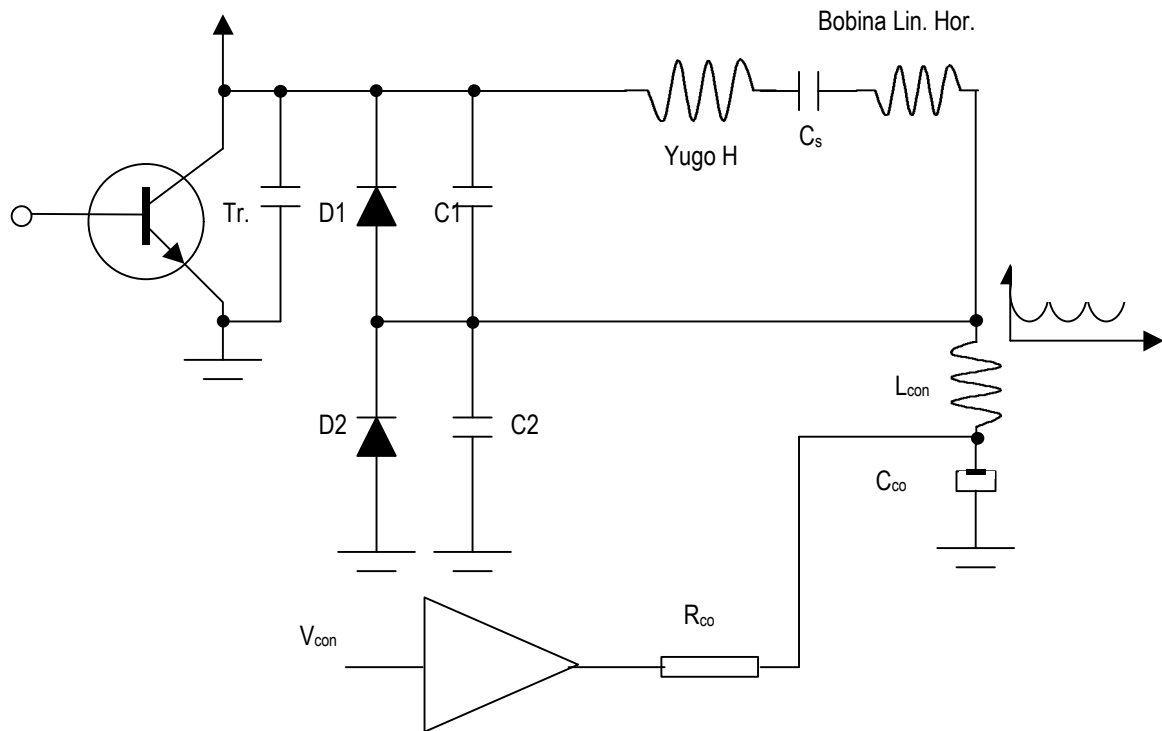
En los modelos que utilicen tubos Pin free la etapa de corrección almohada no existirá.

7) Corrección efecto almohada:

La corrección del efecto almohada se basa en variar el ancho a medida que varía el barrido vertical.

La variación del ancho se efectúa actualmente inyectando la señal correctora en el diodo que forma parte del circuito de deflexión horizontal.

Lo que se logra el efecto de la modulación de corriente debido a que el diodo es un elemento alineal.



La señal de corrección se genera adecuadamente de acuerdo con la posición vertical del barrido. Esta señal la genera el circuito procesador de sincronismos como lo vimos anteriormente.

La señal de corrección es amplificada y conformada por la R_{con} , C_{con} y L_{con} . Este circuito conforma una señal similar a la graficada, a lo largo de la exploración vertical. De modo tal que cuando se inicia el campo la corrección reduce la corriente de barrido. En la mitad del barrido (centro de pantalla) la corriente aumenta de modo tal que compensa la reducción en el barrido en el centro volviendo a disminuir en la parte inferior de la pantalla.

Esta señal se repite campo a campo, y los parámetros se ajustan mediante el conformador de esta señal que es el procesador de sincronismos.