

ELECTRÓNICA DE SINCRONISMO PARA LA VISUALIZACIÓN DE IMÁGENES MONOCROMAS EN UN OSCILOSCOPIO

S. Rodríguez, B.R. Mendoza, A. González, O. González, A. Ayala.

Universidad de La Laguna.

*Dpto. de Física Fundamental y Experimental, Electrónica y Sistemas.
srdguezp@ull.es*

RESUMEN

En este trabajo se presenta una experiencia hardware de laboratorio orientada a alumnos de la titulación de Ingeniero en Electrónica dentro del proyecto docente de la asignatura Instrumentación Electrónica. Dicha experiencia consiste en realizar el diseño y montaje de la electrónica de sincronismo necesaria para visualizar la imagen monocromática suministrada por una cámara CCD en la pantalla de un osciloscopio. Su realización le proporciona al alumno una mejor comprensión del principio básico de funcionamiento de los osciloscopios, una introducción a los conceptos básicos de los sistemas de televisión que abordará con posterioridad y mayor habilidad en la manejo de algunos dispositivos electrónicos.

1. INTRODUCCIÓN

Aunque hoy en día no tiene mucho sentido hablar de Sistemas de Televisión (TV) monocromos [1], o popularmente en blanco y negro, los sistemas en color se han diseñado pensando en mantener la compatibilidad con los sistemas que se venían utilizando con anterioridad, por lo que la mayoría de los conceptos utilizados en los monocromos siguen siendo válidos en los de color [2].

El interés pedagógico de la experiencia práctica de laboratorio que se propone, diseñar y efectuar el montaje de la electrónica de sincronismo necesaria para visualizar imágenes monocromas en la pantalla de un osciloscopio, no sólo supone una base para entender con posterioridad los sistemas en color, sino que además se puede utilizar como un nuevo escalón que permite profundizar aún más en el principio de funcionamiento de los osciloscopios basados en la utilización de un Tubo de Rayos Catódicos (TRC) como elemento de representación [3].

La experiencia se ha planteado para alumnos de la titulación de Ingeniero en Electrónica que cursan la materia denominada Instrumentación Electrónica. Sin embargo, algunas partes se podrían utilizar en asignaturas de otras titulaciones que no requieran un conocimiento con tal profundidad. Por ejemplo, diseñar y realizar el montaje del canal horizontal de un osciloscopio elemental con un único canal (circuito de disparo y generador de barrido), experiencia que también acometen como paso previo los alumnos para los cuales se ha diseñado la que se presenta y describe en este trabajo.

2. EL OSCILOSCOPIO Y EL TUBO DE RAYOS CATÓDICOS

El osciloscopio es un instrumento que permite visualizar la forma de variación de una señal en el tiempo, generalmente periódica, en la pantalla de un Tubo de Rayos Catódicos (TRC) de tipo electrostático [3]. Un TRC de tipo electrostático es esencialmente una ampolla en la que se ha realizado un vacío elevado y está constituido por tres elementos: un cañón de electrones,

encargado de generar un haz de electrones de pequeño diámetro, el sistema de deflexión y una pantalla recubierta de material fosforescente. El sistema de deflexión está a su vez formado por las Placas de Desviación Vertical (PDV) y Horizontal (PDH), encargadas de desviar el haz en la dirección vertical y horizontal, respectivamente, de manera proporcional a la tensión aplicada a cada una de ellas.

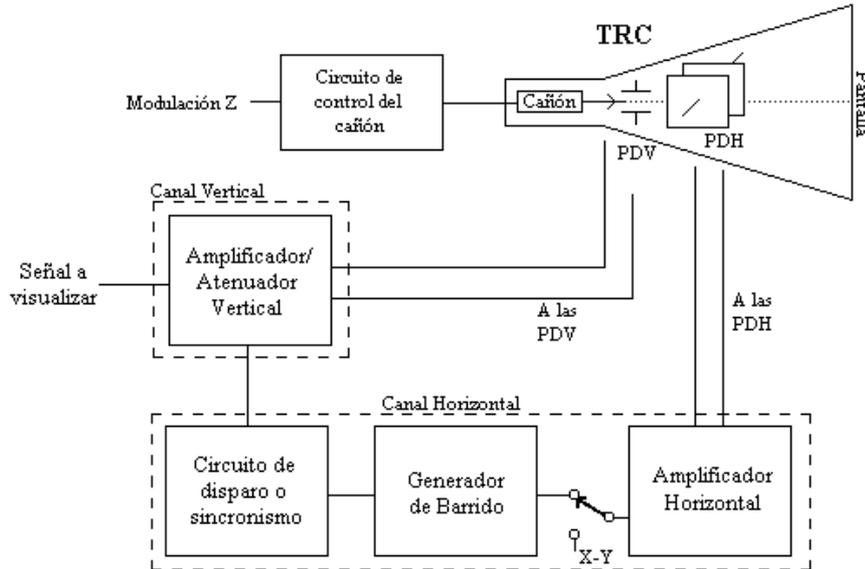


Figura 1. Diagrama de bloques de un osciloscopio elemental.

La figura 1 representa el diagrama de bloques básico de un osciloscopio elemental con un único canal [3]. En él se pueden distinguir los siguientes elementos: el canal vertical, el canal horizontal y el circuito encargado de controlar el cañón de electrones. En general, todos los osciloscopios poseen un modo de funcionamiento denominado modo X-Y que básicamente permite acceder directamente al sistema de deflexión del TRC a través de los amplificadores vertical y horizontal. Entre otras aplicaciones, este modo de funcionamiento posibilita realizar medidas de relaciones entre diferentes señales como desfases, relación de frecuencias, obtención de curvas características de diodos, etc. En el caso particular de los osciloscopios de dos canales, que normalmente encontramos en un laboratorio de electrónica, las señales de entrada en el modo X-Y se aplican a cada uno de los canales (figura 2).

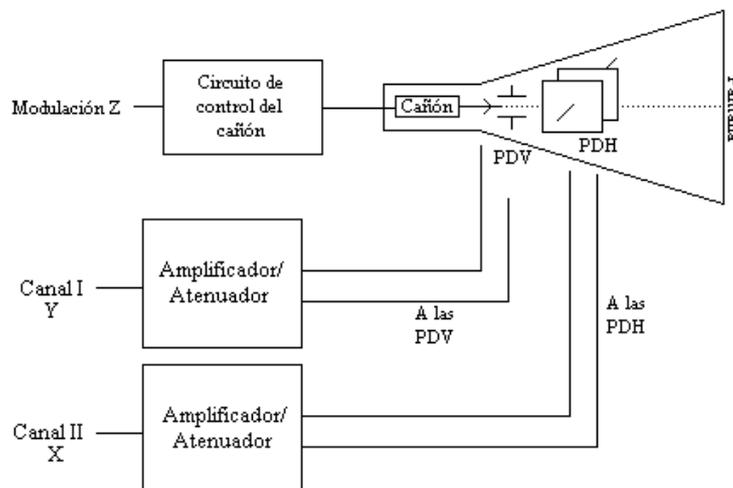


Figura 2. Diagrama de bloques del modo X-Y en un osciloscopio de dos canales.

En definitiva, el modo de funcionamiento X-Y permite acceder a las PDV y PDH a través de los amplificadores/atenuadores del canal I y II respectivamente, y al control de intensidad del haz mediante el circuito de control del cañón de electrones (eje Z o modo Z).

3. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA DE LABORATORIO

En la figura 3 se muestra el diagrama de bloques del sistema electrónico que permite visualizar la imagen monocroma suministrada por una cámara CCD en la pantalla de un osciloscopio configurado en modo X-Y. En el mismo se pueden distinguir los siguientes elementos: el recortador de sincronismos, el detector de sincronismo vertical, dos generadores de impulsos, el generador de barrido horizontal, vertical y un bloque de extracción de luminancia o intensidad [1,2].

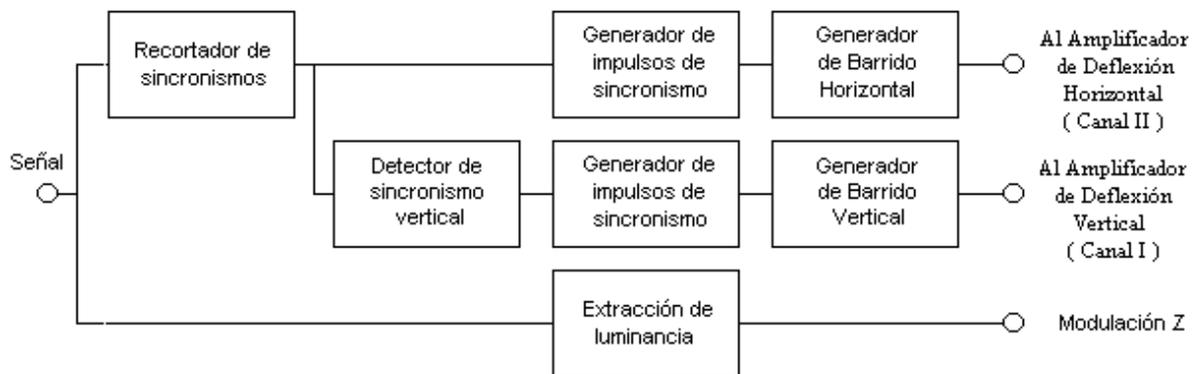


Figura 3. Diagrama de bloques general de la electrónica de sincronismo.

La señal que porta la imagen a visualizar, utilizada en esta experiencia de laboratorio, se obtiene a partir de una cámara monocroma tipo CCD (figuras 5 y 7). Como se puede observar, la señal no sólo lleva información de luminancia, sino que además incorpora unos impulsos de sincronismo vertical y horizontal. Mientras los verticales indican el comienzo de una imagen, los horizontales representan el inicio de cada una de las líneas que forman cada una de ellas. La cámara utilizada proporciona 50 imágenes por segundo de 310 líneas cada una y la duración de los impulsos verticales y horizontales son de $160\mu\text{s}$ y $12\mu\text{s}$, respectivamente. En la representación gráfica se han obviado las hendiduras que presenta el impulso de sincronismo vertical, normalmente utilizadas para realizar un control más preciso en la sincronización.

El recortador de sincronismo obtiene a partir de la señal de imagen una forma de onda cuadrada cuyas transiciones coinciden con las de los impulsos de sincronismo horizontal y vertical. La misión del detector de sincronismo vertical consiste en identificar los impulsos de mayor duración, es decir, el comienzo de cada imagen. Los generadores de impulsos de sincronismo vertical y horizontal son los encargados de disparar, respectivamente, cada uno de los generadores de barrido, los cuales generarán las señales de barrido, en forma de diente de sierra, que se aplicarán a través de los amplificadores a las PDV y PDH para controlar el desplazamiento del haz de izquierda a derecha, comenzando en la parte superior izquierda y finalizando en la inferior derecha de la pantalla del osciloscopio.

Finalmente, el bloque extractor de luminancia adapta los valores de luminancia a los niveles de tensión que admita el osciloscopio utilizado en la experiencia para modular la intensidad del haz a través del eje Z. De esta manera, generando las señales de barrido vertical

y horizontal sincronizadas con el comienzo de cada imagen y luminancia de cada una de las líneas horizontales se logra visualizar dicha imagen en la pantalla del osciloscopio.

4. REALIZACIÓN PRÁCTICA

En la figura 6 se muestra una posible implementación práctica de los bloques que componen la electrónica de sincronismo. A continuación se describen los dispositivos electrónicos utilizados en esta experiencia de laboratorio para realizar la electrónica correspondiente al sincronismo horizontal y vertical.

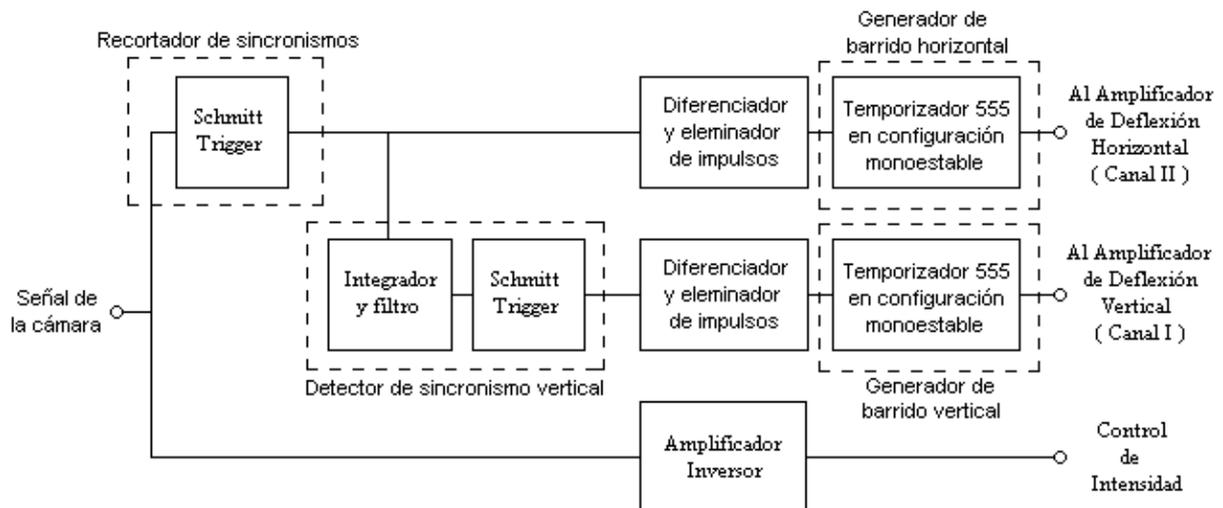


Figura 4. Realización práctica de los bloques que componen la electrónica de sincronismo.

4.1. Electrónica del sincronismo horizontal

El recortador de sincronismos se puede implementar mediante un comparador o *Schmitt Trigger* con una ventana de histéresis muy estrecha (aproximadamente 0.1V) y una tensión de comparación dentro del margen de variación de la amplitud de los impulsos de sincronismo (desde 0V hasta -1.5 V). La señal resultante no contiene información de luminancia, es una señal cuadrada cuyas transiciones indican los instantes de comienzo y final de los impulsos verticales y horizontales.

El diferenciador y eliminador de impulsos le indica al generador de barrido, mediante impulsos muy estrechos de amplitud negativa, cuando debe iniciar una rampa de 64 μ s de duración, tiempo que transcurre entre dos impulsos de sincronismo horizontal o el correspondiente a una línea de la imagen. El diferenciador se puede implementar mediante un filtro paso alto, y el eliminador de impulsos con un diodo colocado de tal manera que únicamente permita el paso de tensiones negativas.

Por último, como generador de barrido horizontal (señal de diente de sierra) se usa uno de los temporizadores más sencillos y conocidos: el NE555. Para que dicho temporizador genere una rampa cada vez que reciba un impulso procedente del diferenciador y eliminador, es necesario que se configure en modo monoestable y elegir como salida la señal de carga y descarga del condensador que forma parte del circuito “tanque”.

En la figura 5 se representa la secuencia temporal de las señales implicadas en el funcionamiento de la electrónica correspondiente al sincronismo horizontal, y en la figura 6, el esquema eléctrico de los dispositivos que la constituyen.

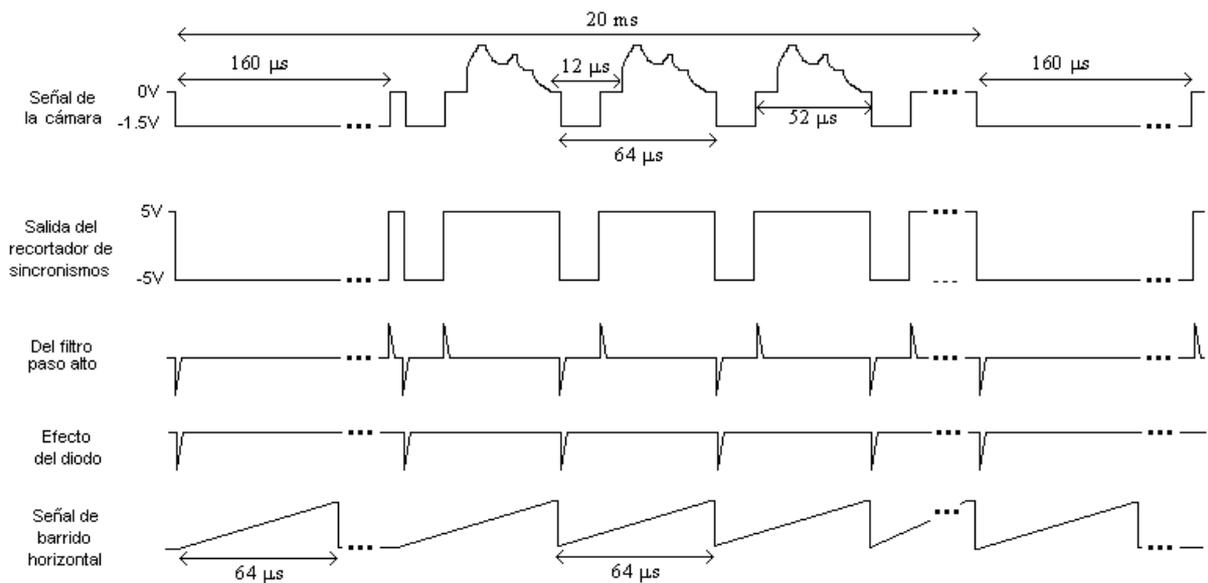


Figura 5. Secuencia de señales asociadas a la electrónica del sincronismo horizontal.

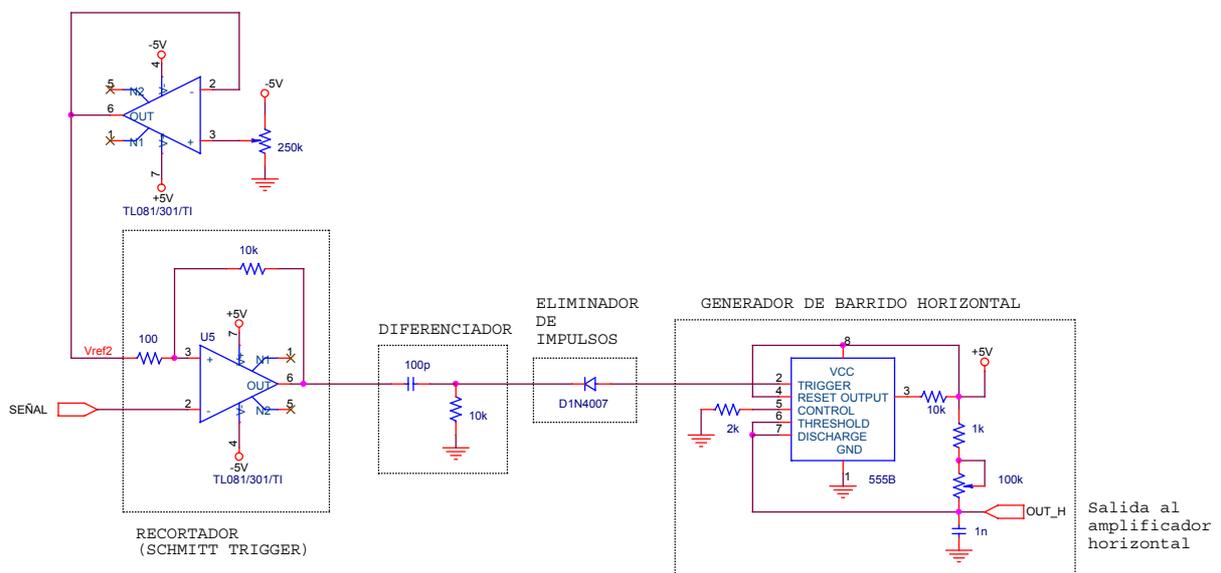


Figura 6. Esquema eléctrico asociado al sincronismo horizontal.

4.2. Electrónica del sincronismo vertical

Al igual que para el horizontal, en la figura 7 se muestra la secuencia temporal de las señales implicadas en el funcionamiento de los bloques que atañen al sincronismo vertical, y en la figura 8, el esquema eléctrico de los dispositivos que constituyen su electrónica.

En lo que se refiere al diferenciador y eliminador de impulsos, así como al generador de barrido vertical, se han implementado con los mismos elementos que en el caso del sincronismo horizontal. La única diferencia radica en que los valores de resistencias y condensadores se deben elegirse teniendo en cuenta que la frecuencia de aparición de los impulsos verticales es de 50Hz y no de 15.625KHz (frecuencia asociada a los impulsos horizontales).

Del diagrama de bloques de la figura 4 se puede advertir que para establecer el sincronismo vertical, es decir, sincronizar las rampas de 20ms de duración con la aparición de los impulsos verticales es necesario disponer, además de los elementos ya mencionados, de un

detector de sincronismo vertical, el cual consta de un integrador, un filtro paso alto y un *Schmitt Trigger* similar al utilizado como recortador de sincronismo.

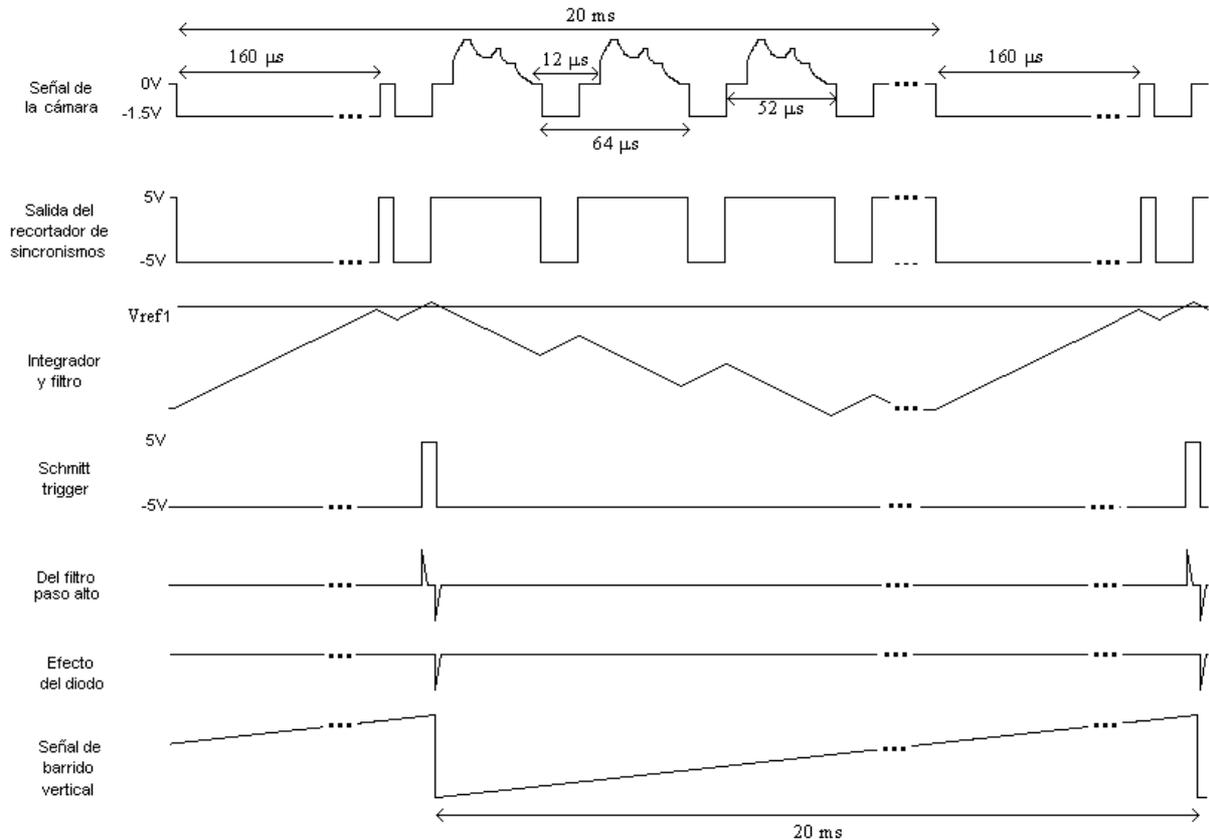


Figura 7. Secuencia de señales asociadas a la electrónica del sincronismo vertical.

La misión del detector consiste en revelar la presencia de un impulso de sincronismo vertical entre los horizontales, que se producen con mayor asiduidad. Cada vez que del recortador se recibe un impulso de corta duración (sincronismo horizontal), la salida del integrador y filtro no es capaz de superar el nivel de comparación, V_{ref1} , impuesto por el *Schmitt Trigger* y, por lo tanto, su salida se mantiene en un estado de nivel bajo. Por el contrario, si el impulso es de mayor duración, la salida del integrador y filtro superará a V_{ref1} provocando una transición en la salida del comparador que alimenta al generador de impulsos dando lugar a una rampa cuyo inicio se encuentra sincronizado con el comienzo de cada imagen.

El filtro paso alto elimina la componente de continua a la salida del integrador, evitando tener que introducir un transistor FET que actúe como un interruptor de puesta a cero del integrador.

4.3. Electrónica del separador de luminancia

En la figura 9 se muestra el esquema eléctrico del separador de luminancia cuya salida se aplica al eje Z y que permite variar la intensidad del haz según la luminancia de cada línea. Como se puede observar se trata de un amplificador en configuración inversora que adapta la señal de luminancia suministrada por la cámara a los niveles de tensión que admite la entrada de modulación Z del osciloscopio. En esta experiencia se ha utilizado un osciloscopio *Philips PM3365A* de 100MHz, el cual permite modular la intensidad del haz con tensiones desde 0V hasta 1V, correspondiendo dichos valores a la máxima y mínima intensidad respectivamente.

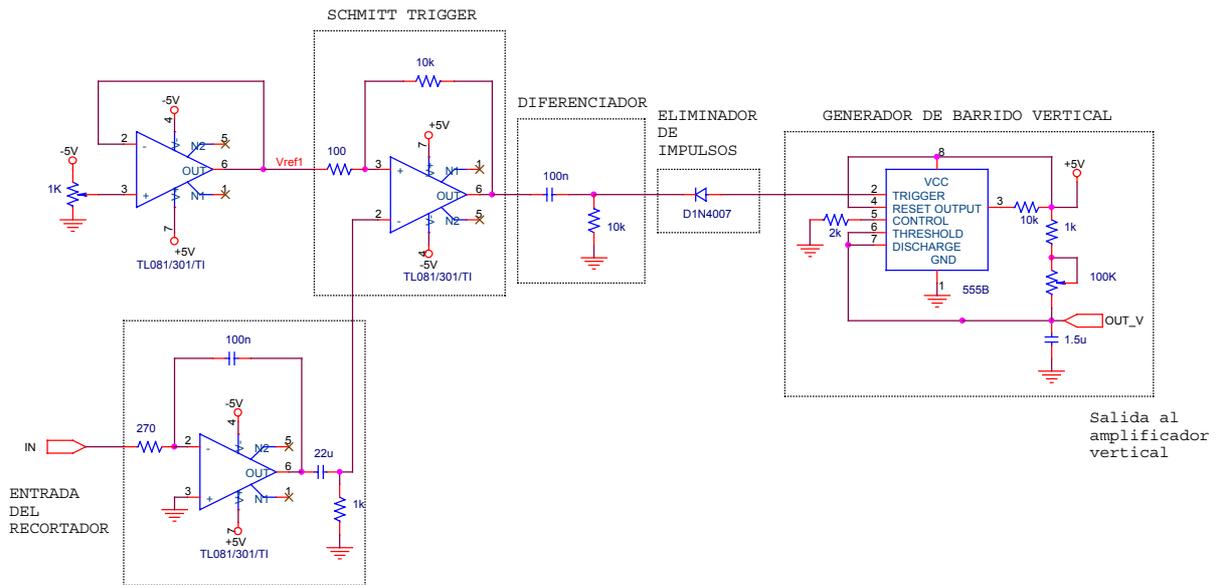


Figura 8. Esquema eléctrico asociado al sincronismo vertical.

Según lo mencionado, es fácil comprobar que variar la ganancia del amplificador equivale a realizar un ajuste de contraste de la imagen visualizada, mientras que modificar el nivel de continua de la señal de luminancia se asemeja a efectuar un ajuste de brillo.

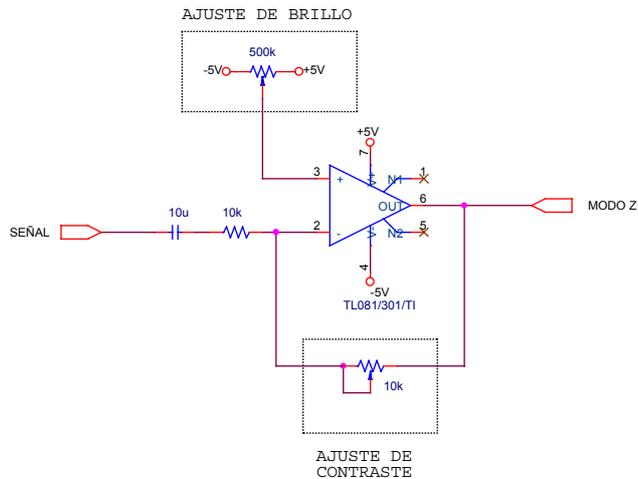


Figura 9. Esquema eléctrico asociado al sincronismo vertical.

5. RESULTADOS

Como resultado de esta experiencia de laboratorio se muestra a modo de ejemplo una imagen obtenida tras el montaje y funcionamiento del sistema (figura 10). Además de la electrónica descrita con anterioridad, se utilizó una cámara tipo CCD y un osciloscopio de la casa *Philips* de 100Mhz. De la experiencia obtenida, se ha podido constatar que el diseño e implementación de esta práctica se puede llevar a cabo en dos sesiones de tres horas cada una.



Figura 10. Imagen obtenida por el sistema implementado.

6. CONCLUSIONES

La experiencia hardware de laboratorio presentada en este trabajo forma parte del proyecto docente de la asignatura Instrumentación Electrónica de la titulación de Ingeniero en Electrónica. Esta experiencia le permite al alumno profundizar en el funcionamiento de los osciloscopios y adquirir nociones básicas sobre los sistemas de TV monocromos, lo cual le ayudará a entender con mayor facilidad sistemas de TV más complejos, como los de color.

7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Alfonso Martín Marcos, *Sistemas de Televisión*, Editorial Ciencia 3, Madrid, 1996.
- [2] Alfonso Martín Marcos, *Receptor de TV en color*, Dpto. de Publicaciones de la EUITT, Madrid 1990.
- [3] E. Mandado, P. Mariño, A. Lago, *Instrumentación Electrónica*, Marcombo, Barcelona, 1995.