



El osciloscopio digital

Laboratorio de Circuitos y Sistemas Dinámicos
Depto. Electrotecnia y Sistemas

1	INTRODUCCIÓN	3
2	FUNDAMENTOS TEÓRICOS	3
2.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES	3
2.2	ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO.....	4
2.3	MÉTODOS DE MUESTREO	5
2.3.1	<i>Muestreo en tiempo real.....</i>	<i>5</i>
2.3.2	<i>Muestreo en tiempo equivalente.....</i>	<i>5</i>
2.4	INTERPOLACIÓN	6
3	MANUAL DE USO DEL TDS210 / TDS220	7
3.1	ESCALA Y POSICIÓN DE LAS FORMAS DE ONDA	7
3.1.1	<i>Escala vertical y posición.....</i>	<i>7</i>
3.1.2	<i>Escala horizontal y posición</i>	<i>8</i>
3.2	DISPARO.....	8
3.2.1	<i>Sin disparo.....</i>	<i>9</i>
3.2.2	<i>Con disparo</i>	<i>9</i>
3.2.3	<i>Disparo con retención</i>	<i>10</i>
3.2.4	<i>Disparo único.....</i>	<i>11</i>
3.2.5	<i>Otros puntos de interés.....</i>	<i>11</i>
3.3	ADQUISICIÓN DE DATOS	13
3.4	MEDICIÓN DE LAS FORMAS DE ONDA.....	14
3.4.1	<i>Medida directa en pantalla</i>	<i>14</i>
3.4.2	<i>Cursores</i>	<i>14</i>
3.4.3	<i>Medidas automatizadas.....</i>	<i>14</i>

1 Introducción

En este documento se presenta un breve resumen de las principales características del osciloscopio digital con el objetivo de que el alumno pueda:

1. Comprender los fundamentos teóricos de este tipo de osciloscopio.
2. Disponer de una breve descripción de las principales características del osciloscopio TDS210 o TDS220 para que pueda ser utilizado correctamente en las clases de laboratorio.

La información que aparece en este documento ha sido extraída del manual de usuario de la serie de osciloscopios Tektronix TDS200 así como de la página web <http://www.tektronix.com>.

Finalmente es necesario señalar que se ha supuesto que el alumno está familiarizado con el uso del osciloscopio analógico, por lo que se evitará repetir los conceptos más básicos.

2 Fundamentos teóricos

2.1 Características generales

El osciloscopio es un dispositivo de visualización gráfica que permite representar señales eléctricas variables en el tiempo. En la configuración más habitual, el eje vertical representa la tensión que se está midiendo y el eje horizontal representa el tiempo.

Los osciloscopios pueden ser analógicos o digitales. Los primeros trabajan directamente con la señal aplicada, que una vez amplificada desvía un haz de electrones en el tubo de rayos catódicos (TRC). El rango de frecuencias que un osciloscopio analógico puede mostrar está limitado por su TRC. A frecuencias muy bajas, la señal aparece como un punto brillante que se mueve lentamente de un extremo al otro de la pantalla, lo cual dificulta la visualización de la forma de la onda. A frecuencias altas, la capacidad del TRC fija el límite máximo de representación. Si éste es superado, la imagen pierde nitidez dificultando su visión. Las frecuencias mayores que permiten mostrar los osciloscopios analógicos más rápidos son de hasta 1 GHz.

Por otro lado, el osciloscopio digital utiliza un convertidor analógico-digital (A/D) para convertir la señal de entrada en información digital. El osciloscopio adquiere la información de la onda como una serie de muestras discretas que son almacenadas hasta que se acumula un número suficiente de datos para describir la forma de la onda, que tras ser reconstruida se muestra en la pantalla. El hecho de que lo que se muestre sea información previamente digitalizada permite que la calidad de la representación –estabilidad, brillo y claridad- sea siempre buena para cualquier señal cuya frecuencia sea menor que la máxima admisible por el muestreo.

La principal ventaja del osciloscopio digital es que permite capturar señales que no sean periódicas (eventos que ocurran sólo una vez y transitorios). Dado que la información de la onda tiene formato digital (una serie almacenada de valores binarios), puede ser analizada, archivada, impresa o procesada, tanto en el propio osciloscopio como en un ordenador externo. La onda no necesita ser continua. Incluso cuando la señal desaparece, puede seguir siendo mostrada. Sin embargo, a diferencia de los osciloscopios analógicos, la intensidad o brillo de los puntos de la pantalla es siempre igual. En los analógicos, dado que se basan en el principio de fosforescencia, cuantas más veces incida el haz de electrones en un punto de la pantalla, más brillante resultará por lo que es posible identificar a simple vista más detalles de la señal de entrada. La última generación de osciloscopios digitales - llamados *Digital Phosphor*

Oscilloscopes-, además de todas las características típicas de los osciloscopios digitales convencionales, permiten ver la variación del brillo de la traza como en los analógicos.

2.2 Esquema de funcionamiento

En la figura 1 se puede ver un esquema del funcionamiento del osciloscopio digital. Nótese que además de las secciones vertical, horizontal y de disparo de un osciloscopio analógico, los osciloscopios digitales poseen un sistema adicional de proceso de datos que permite almacenar, procesar y visualizar la señal de entrada.

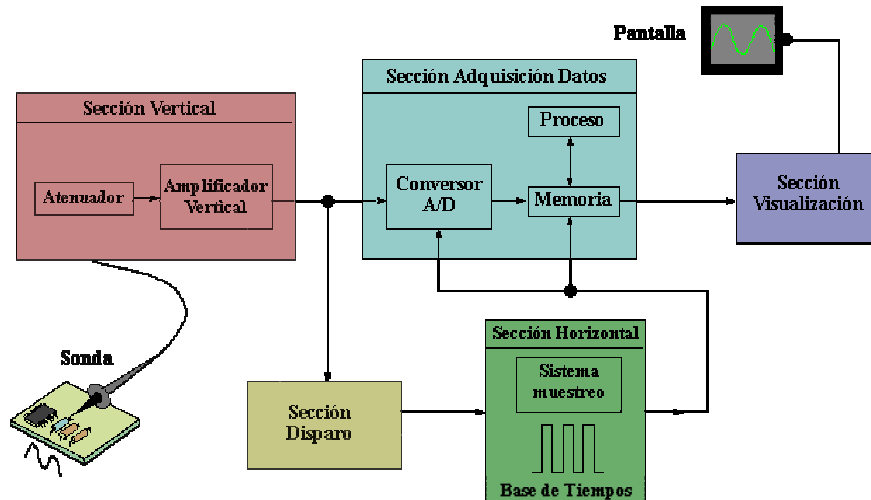


Fig. 1 Esquema de funcionamiento del osciloscopio digital.

Cuando se conecta la sonda a un circuito, la señal se dirige a la sección vertical donde, al igual que en los osciloscopios analógicos, es atenuada o amplificada dependiendo de dónde se sitúe el control vertical VOLTS/DIV.

La sección de disparo es necesaria para estabilizar las señales periódicas. Para lograr la imagen estable, es necesario que el trazado de la onda comience siempre en el mismo punto. A diferencia de los osciloscopios analógicos, es posible ajustar el disparo para capturar señales transitorias de un único evento y realizar un predisparo para observar procesos que tengan lugar antes del disparo. En la sección 3.2 se explicará con más detalle cómo manejar el control de disparo.

Para traducir la información analógica a formato binario se utiliza el convertor A/D del sistema de adquisición de datos. Con este convertor se muestrea la señal a intervalos de tiempo determinados y convierte la señal de tensión continua en una serie de valores digitales llamados muestras que son almacenados en memoria como puntos de señal. El número de los puntos de señal utilizados para reconstruir la señal en pantalla se denomina registro y dependiendo de las prestaciones del modelo de osciloscopio, esta información se puede procesar adicionalmente para realizar varias operaciones matemáticas y gráficas, mostrando el resultado posteriormente en la pantalla. La longitud de registro en el modelo TDS210 es de 2500 puntos de muestreo por canal.

En la sección horizontal, una señal de reloj determina cuándo el convertor A/D toma las muestras. La velocidad de este reloj se denomina velocidad de muestreo y se mide en muestras por segundo. En el modelo TDS210 es 1GS/s (*gigasample/second*) en cada canal. Por otro lado, mediante el control SEC/DIV es posible ajustar la duración de cada división horizontal de la pantalla.

Finalmente, la sección de visualización recibe los puntos del registro y genera la imagen en la pantalla que típicamente son pantallas de cristal líquido (LCD).

2.3 Métodos de muestreo

En esta sección se resume brevemente el proceso de muestreo (*sampling*) mediante el cual se convierte una porción de la señal de entrada en un número discreto de valores binarios con el propósito de almacenarlos, procesarlos y/o representarlos.

El valor de la muestra es igual a la amplitud de la señal de entrada en el instante en el que la señal es muestreada. Las dos principales técnicas de muestreo utilizadas en los osciloscopios digitales son las siguientes:

1. Muestreo en tiempo real
2. Muestreo en tiempo equivalente.

La utilización de la primera o la segunda técnica, resultará más conveniente dependiendo del tipo de medida que se desee realizar.

2.3.1 Muestreo en tiempo real

Mediante esta técnica, el *sampler* opera a su máxima velocidad para adquirir el mayor número de puntos en un único barrido. Así pues, esta es la técnica adecuada para medir señales transitorias o de un único disparo.

El muestreo en tiempo real constituye uno de los mayores retos de los osciloscopios digitales debido a la alta velocidad de muestreo necesaria para digitalizar de forma precisa señales transitorias de alta frecuencia. Estas señales ocurren una única vez por lo que deben ser muestreadas en el mismo momento de su ocurrencia. Si la velocidad de muestreo no es suficientemente alta, las componentes de alta frecuencia no se capturarán adecuadamente, causando el efecto de *aliasing* en la onda de salida. Para evitar este efecto es necesario muestrear como mínimo dos veces más rápido que la componente de frecuencia más alta de la señal. Por ejemplo, si se está midiendo una señal con una componente de 500MHz, sería necesario al menos una capacidad de muestreo de 1 GS/s.

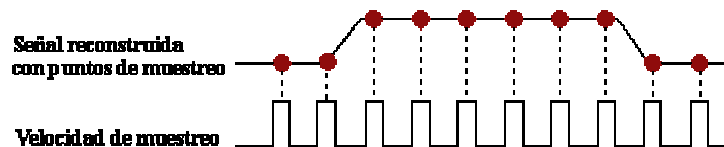


Fig. 2 Muestreo de la señal de entrada en tiempo real.

Por otro lado, el muestreo en tiempo real también está limitado por la velocidad de la memoria para almacenar la forma de onda una vez que ha sido digitalizada.

2.3.2 Muestreo en tiempo equivalente

Esta técnica está indicada para el caso en el que la señal sea periódica. El hecho de que cada ciclo sea idéntico a los anteriores es aprovechado para reconstruir la señal completa capturando una pequeña parte de la señal en cada período. Así pues, las muestras son obtenidas a partir de varios ciclos de la señal lo cual permite representar con exactitud señales cuyas frecuencias tengan componentes mayores que la capacidad máxima de muestreo.

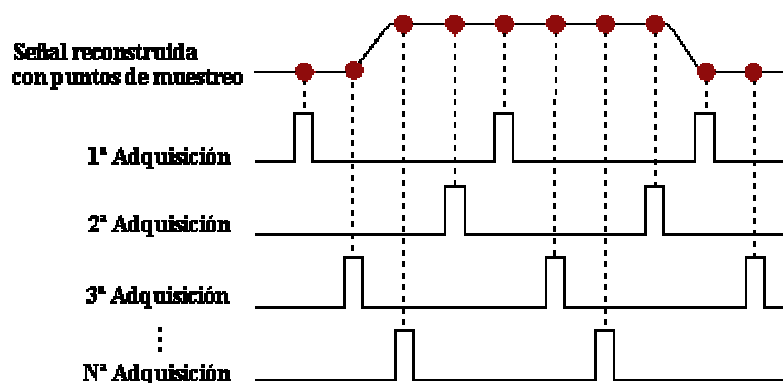


Fig. 3 Esquema del muestreo en tiempo equivalente.

Las dos formas de realizar este tipo de muestreo son el muestreo aleatorio y el muestreo secuencial.

El muestreo aleatorio es la forma más común de realizar el muestreo en los osciloscopios actuales. Se basa en el uso de un reloj interno cuyo tren de pulsos es asíncrono respecto a la señal de entrada y la señal de disparo. Las muestras son tomadas continuamente, independientemente de la posición del disparo. Posteriormente son representadas midiendo la diferencia entre los tiempos de la muestra y del disparo. Nótese que aunque las muestras sean tomadas consecutivamente, son aleatorias con respecto al disparo, lo cual explica la denominación de esta técnica cuya principal virtud es la capacidad de adquirir y representar las muestras anteriores al punto de disparo. Es decir, actúa como un generador de predisparo, eliminando la necesidad de señales externas de predisparo o líneas de retardo.

En el muestreo secuencial se toma una muestra en cada disparo, independientemente de la velocidad de barrido (valor del control SEC/DIV). Cuando se detecta el disparo, se toma una muestra después de un pequeño retardo que es conocido con exactitud (δt). Cuando llega el siguiente disparo, se añade dicho pequeño incremento de tiempo y el digitalizador toma otra muestra. Este proceso se repite continuamente y se añade cada vez el mismo incremento δt a la última adquisición hasta que se completa la ventana temporal.

Desde el punto de vista tecnológico, es más fácil generar el pequeño incremento de tiempo δt que determinar la posición vertical y horizontal de la muestra respecto al punto de disparo. Por ello, el muestreo secuencial proporciona más resolución temporal y exactitud que el muestreo aleatorio. Sin embargo, dado que la muestra se toma después de haber detectado el disparo, el punto de disparo no puede ser representado sin una línea de retardo adicional o un predisparo externo.

2.4 Interpolación

Dado el carácter discreto de los puntos muestreados, los osciloscopios utilizan la interpolación para poder visualizar trazas continuas. Existen básicamente dos tipos de interpolación:

1. Interpolación lineal: Los puntos muestreados son conectados con líneas rectas.
2. Interpolación "sen(x)/x": Los puntos muestreados son unidos con curvas que obedecen a una expresión matemática con la que es posible visualizar señales con gran precisión disponiendo de relativamente pocos puntos de muestreo.

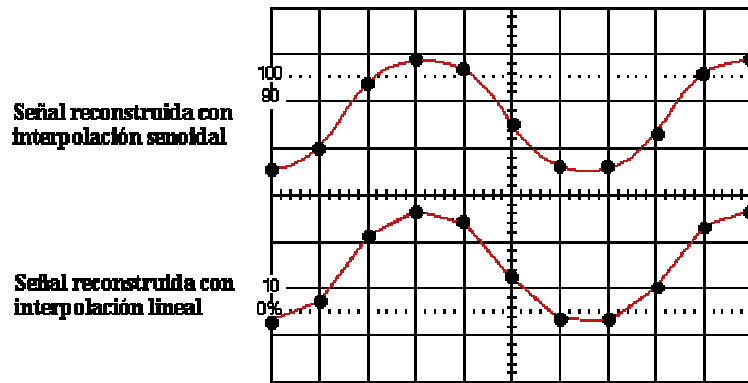


Fig. 4 Diferentes tipos de interpolación para reconstruir la señal a partir de las muestras.

3 Manual de uso del TDS210 / TDS220

Dividimos las principales funciones del osciloscopio digital TDS210 o TDS220 en los siguientes apartados:

- Escala y posición de las formas de onda
- Disparo
- Adquisición de datos
- Medición de formas de onda

3.1 Escala y posición de las formas de onda

Se puede cambiar la visualización de las formas de onda ajustando su escala y posición. Al cambiar la escala, la representación de la forma de onda aumenta o reduce su tamaño. Al cambiar la posición, la forma de onda se desplaza hacia arriba, hacia abajo, hacia la derecha o hacia la izquierda.

El indicador de referencia del canal (ver punto 13 del gráfico de la pantalla –figura 13-) identifica cada forma de onda en la pantalla: la correspondiente al canal 1 de entrada y la correspondiente al canal 2 de entrada. El indicador apunta al nivel de tierra de la onda.

3.1.1 Escala vertical y posición

Se puede cambiar la posición vertical de las formas de onda moviéndolas hacia arriba o hacia abajo en la pantalla. Esto se realiza mediante la rueda POSICIÓN situada en el panel en la zona de control VERTICAL, del canal correspondiente a la señal que se desea desplazar.

Para cambiar la escala vertical de una forma de onda, se ajusta la rueda VOLTS/DIV, situada en la misma zona del panel de control. El valor de la escala vertical seleccionada aparece en la pantalla (ver punto 11 del gráfico de la pantalla –figura 13-). Por ejemplo, si indica una lectura de 200mV, esto significa que la escala vertical de ese canal es 200mV/división

Se puede cambiar la escala vertical con saltos más pequeños de ganancia, seleccionando en el menú Vertical del canal, ganancia Fina.

Por otro lado, es posible seleccionar para cada canal (en el menú Vertical), el tipo de acoplamiento:

- CC: permite pasar las componentes continua y alterna de la señal.
- CA: bloquea la componente continua de la señal.

- GND: desconecta la señal de entrada y muestra la señal de referencia.

Es importante que coincida el ajuste del parámetro Sonda, con el factor de la sonda conectada al canal, para que la lectura de la escala vertical sea correcta.

3.1.2 Escala horizontal y posición

Se puede ajustar la posición horizontal mediante la rueda POSICIÓN situada en la zona de control HORIZONTAL. De este modo se escoge si se quieren ver los datos antes del disparo, después del disparo o ambos. Por defecto, el instante del disparo se dibuja en el centro de la pantalla, señalado por el indicador 3 del gráfico de la pantalla. Al cambiar la posición horizontal, el punto de disparo se desplaza del centro.

Se puede cambiar la escala horizontal de todas las formas de onda usando el mando SEC/DIV (situado en la misma zona del panel), o lo que es lo mismo, ajustar la base de tiempos, que es única para ambos canales. El valor de la escala horizontal seleccionada aparece en la pantalla (ver punto 10 del gráfico de la pantalla –figura 13-). Por ejemplo, si indica una lectura de 500ms, esto significa que la escala horizontal de ambos canales es 500ms/división.

Es posible ampliar horizontalmente una *ventana* previamente definida, en cuyo caso la escala horizontal se muestra por pantalla en el punto 9 (figura 13). Para ello, en el menú Horizontal, pulsando *Definir Ventana* aparecen dos cursores verticales. El ajuste de los mismos mediante los controles Posición Horizontal y SEC/DIV permite definir la ventana deseada.

Pulsando Ampliar Ventana, se muestra, ampliada, la forma de onda situada en la ventana.

Si se selecciona el modo de representación XY, se muestra por pantalla la tensión del canal 2 en función de la tensión del canal 1. Es decir, el eje horizontal deja de representar tiempo para pasar a representar valores de tensión del canal 1. Para ello se pulsa el botón PANTALLA del panel y se selecciona el formato XY (en formato YT representa las tensiones en función del tiempo).

Además de mostrar por pantalla las señales de tensión del canal 1 y del canal 2 con respecto al tiempo, es posible mostrar la señal diferencia, la señal suma, la señal del canal 1 invertida, o la del 2 invertida. Esto se ajusta pulsando el botón de menú MATEM.

3.2 Disparo

El disparo determina el momento en el que el osciloscopio empieza a adquirir datos y muestra una forma de onda. Cuando el disparo se configura adecuadamente, puede convertir representaciones inestables o pantallas vacías en formas de onda con significado.

Veamos en un ejemplo la importancia del disparo. Supongamos que tenemos una señal periódica triangular y que las muestras que va tomando el osciloscopio las va representando en la pantalla de acuerdo con las escalas horizontales y verticales seleccionadas. Todas las muestras son dibujadas, y cuando se llega al final de la pantalla (a la derecha), la siguiente muestra se representa al comienzo de la pantalla

La señal es la que se muestra a continuación:

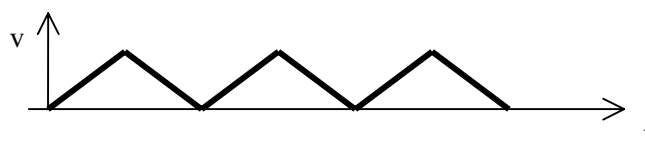


Fig. 3 Forma de la onda triangular periódica que se desea representar.

3.2.1 Sin disparo

La primera muestra, en $t=0$ se dibuja a la izquierda, y tras el primer barrido de pantalla se tiene la imagen de la figura 4(A). Al terminar la pantalla, la siguiente muestra de la señal de entrada se dibuja al comienzo, y continúa el barrido desde ahí, siendo el segundo recorrido de la pantalla el que se muestra en la figura 4(B).

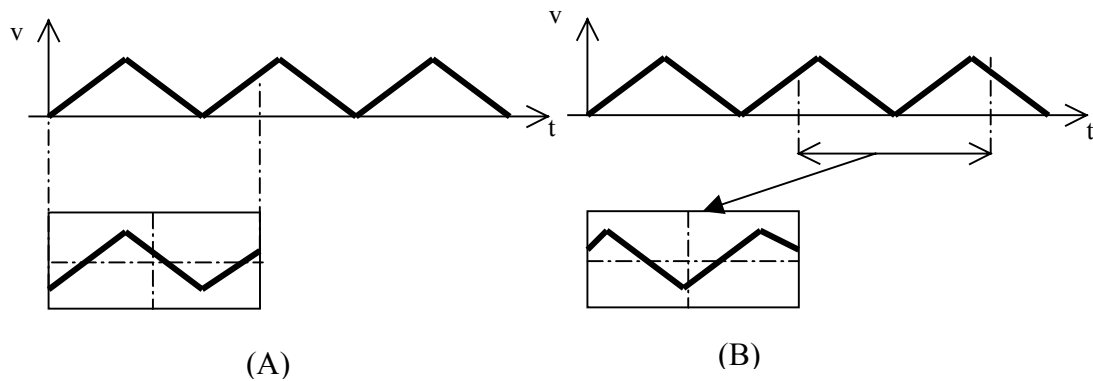


Fig. 4 Secuencia de dos barridos sin disparo.

Lo mismo ocurriría con los sucesivos barridos. El efecto óptico que se produce es la superposición de estos gráficos, de manera que la imagen no es estable:

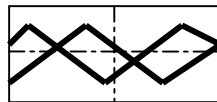


Fig. 5 Resultado: imagen no estable.

3.2.2 Con disparo

Al seleccionar un punto de disparo, lo que ocurre es que el osciloscopio no representa en pantalla todas las muestras de la señal, para poder estabilizar la imagen. Así, suponiendo que la posición horizontal se ajusta para comenzar la representación a partir del disparo (a la izquierda de la pantalla), y que la condición de disparo es el paso por cero, con pendiente positiva, el gráfico del primer barrido sería el que se muestra en la figura 6(A). Cuando acaba el primer barrido, vuelve a estar listo para disparar, deja de dibujar y espera el siguiente disparo. Cuando se produce éste (paso por cero de la señal, con pendiente positiva), comienza a dibujar de nuevo a la izquierda de la pantalla. De esta forma se reproduce exactamente la misma sección de la onda, y la imagen permanece estable, figura 6(B).

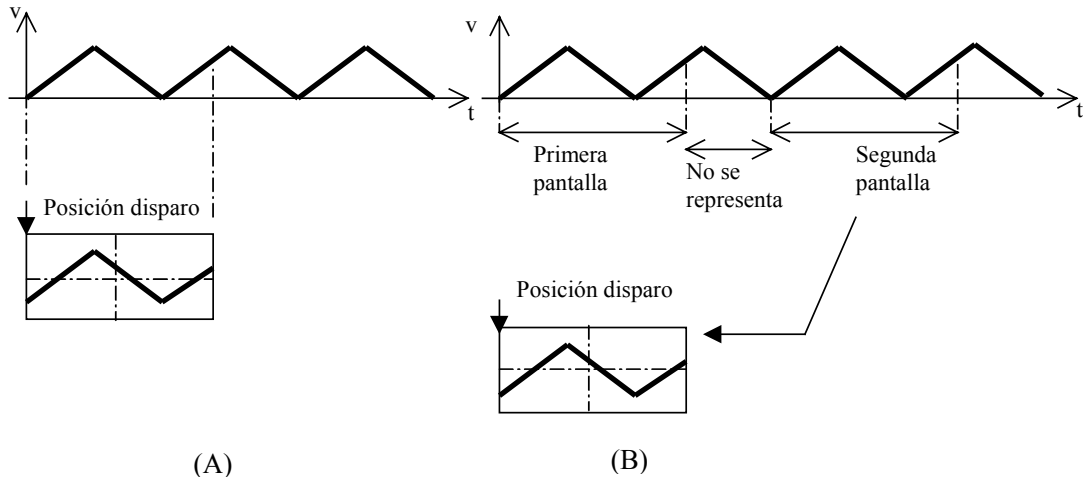


Fig. 6 Secuencia de dos barridos con disparo.

En el momento en que el osciloscopio empieza a adquirir una forma de onda, recoge los suficientes datos como para dibujar la forma de onda a la izquierda del punto de disparo. El osciloscopio sigue recogiendo datos mientras espera a que se produzca la condición de disparo. Una vez que se detecta un disparo, el osciloscopio sigue adquiriendo los suficientes datos como para dibujar la forma de onda a la derecha del punto de disparo.

3.2.3 Disparo con retención

Hay determinadas señales periódicas que no pueden estabilizarse en pantalla con la simple elección de una condición de disparo, sino que requieren un tiempo de retención, es decir, un tiempo durante el cual los disparos no se reconocen.

La señal de disparo puede ser una forma de onda compleja, con varios posibles puntos de disparo, como en un tren de pulsos digitales.

Aunque la forma de onda sea periódica, una condición de disparo puede provocar una serie de patrones en la pantalla, en lugar del mismo patrón cada vez.

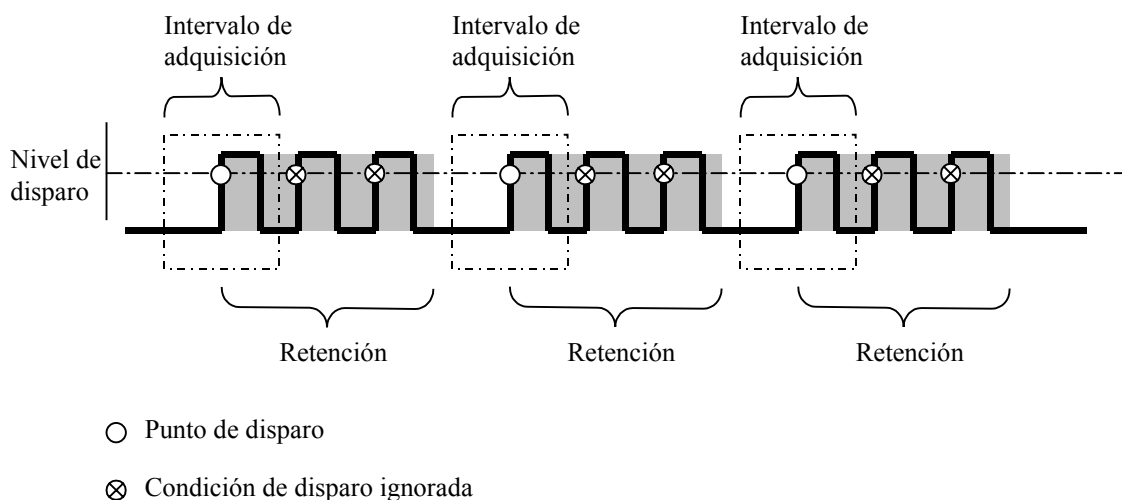


Fig. 7 Control de retención.

En este ejemplo, el osciloscopio mostraría de forma estable el primer pulso del tren.

Para acceder al control Retención, se pulsa el botón Menú HORIZONTAL, se selecciona Retención y se ajusta el mando HOLDOFF para cambiar la cantidad de tiempo del periodo de retención.

3.2.4 Disparo único

Gracias al modo de disparo ÚNICO, con el osciloscopio digital, no sólo podemos representar señales periódicas, sino que también pueden ser capturados y representados transitorios de un circuito que se producen una sola vez.

Para ello, se pulsa el botón MENÚ DISPARO y a continuación el botón MODO para seleccionar ÚNICO.

Si la lectura de la parte superior de la pantalla no indica que está preparada o lista (punto 2 en el gráfico de la pantalla –figura 13-), se pulsa el botón ACTIVAR/PARAR para que comience la adquisición de datos.

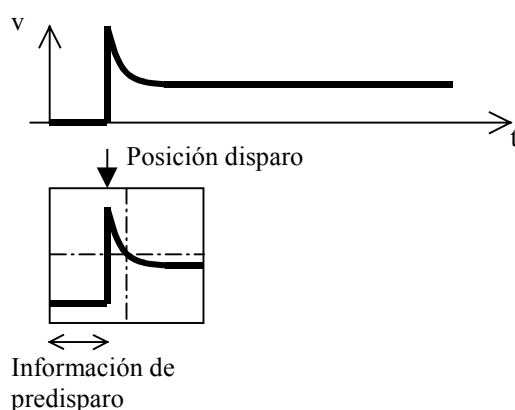


Fig. 8 Disparo Único.

3.2.5 Otros puntos de interés

Fuente del disparo

Se puede hacer que el disparo proceda de diferentes fuentes: canales de entrada, red eléctrica y señal externa. Se seleccionan en el MENÚ DISPARO.

- *Canal de entrada:* La fuente más habitual de disparo suele ser uno de los canales de entrada. El canal que se seleccione como fuente de disparo funcionará tanto si se muestra como si no.
- *Red eléctrica:* Se puede utilizar esta fuente cuando se desee ver las señales relacionadas con la frecuencia de la línea de alimentación. El osciloscopio genera el disparo, de forma que no se tenga que introducir una señal de disparo.
- *Externa:* Se puede utilizar esta fuente de disparo, cuando se desee adquirir datos en dos canales y disparar desde un tercero. En ese caso, la señal de disparo externo se introduce por el conector DISPARO EXT.

Tipos de disparo

El osciloscopio proporciona dos tipos de disparo: por flanco y por vídeo, y se seleccionan también en el MENÚ DISPARO.

- *Flanco*: Se puede utilizar el disparo por flanco con circuitos de prueba analógicos y digitales. Un disparo por flanco se produce cuando la entrada del disparo pasa por un nivel de tensión, con la pendiente indicada. El nivel se ajusta con la rueda de NIVEL situada en la zona del panel del DISPARO, previamente seleccionado Nivel en el Menú HORIZONTAL. La pendiente se selecciona en el MENÚ DISPARO.

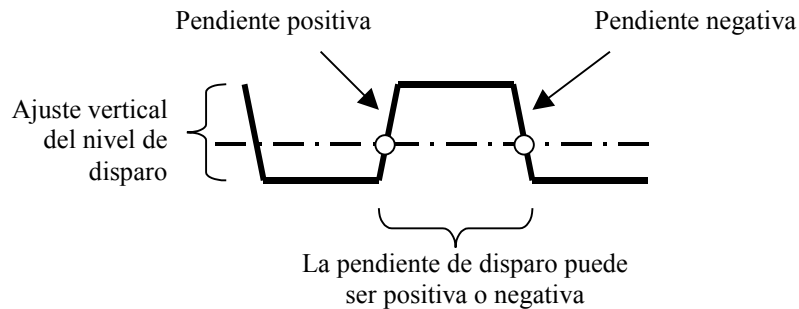


Fig. 9 Posición del disparo en función del nivel y de la pendiente.

- *Video*: Se pueden utilizar los disparos por vídeo en campos o líneas de señales de vídeo estándar.

Modos de disparo

El modo de disparo determina cómo se comporta el osciloscopio en ausencia de un evento de disparo. Se selecciona en el MENÚ DISPARO.

- *Auto*: Este modo de disparo permite que el osciloscopio adquiera una forma de onda incluso si no detecta una condición de disparo. Si no se produce la condición durante un intervalo concreto, el osciloscopio forzará un disparo. Al forzar disparos no válidos, el osciloscopio no puede sincronizar la forma de onda, y ésta parece desplazarse por la pantalla. Si se produce un disparo válido, la representación se estabiliza en la pantalla.
- *Normal*: El modo normal permite que el osciloscopio adquiera una forma de onda sólo si ésta es disparada (con el nivel y la pendiente seleccionada). Si no se produce un disparo, el osciloscopio no adquirirá la nueva forma de onda, y la forma de onda anterior, si la hubiera, permanecerá en pantalla (en color gris).
- *Único*: Como ya se ha mencionado, el modo Único permite que el osciloscopio adquiera una forma de onda cada vez que se pulsa ACTIVAR y se detecta la condición de disparo.

Acoplamiento de disparo

El acoplamiento de disparo determina qué parte de la señal pasa al circuito de disparo. Los tipos de acoplamiento son CC, CA, rechazo de ruido y rechazo de baja/alta frecuencia. Se selecciona en el MENÚ DISPARO.

Posición de disparo

El control de posición horizontal establece el tiempo entre el disparo y el centro de la pantalla, tal y como ya se ha mencionado.

3.3 Adquisición de datos

Cuando se adquieren datos analógicos, el osciloscopio los convierte a formato digital. La configuración de la base de tiempo afecta a la rapidez con que se adquieren los datos. Hay tres modos de adquisición diferentes: muestreo, detección de picos y promedio. Se ajusta en el menú que aparece pulsando el botón ADQUISICIÓN.

- *Muestreo*: Con este modo de adquisición, el osciloscopio muestrea la señal a intervalos regulares, a fin de construir la forma de onda. Normalmente, este modo representa las señales analógicas con precisión.

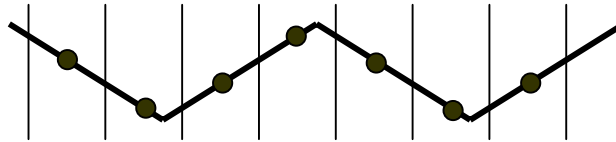


Fig. 10 Muestreo a intervalos regulares.

No obstante, este modo no adquiere variaciones rápidas de la señal analógica que se puedan producir entre muestreos. Esto puede provocar efecto *aliasing* y hacer que se pierdan los pulsos más estrechos. En ese caso, debe usarse el modo de Detección de Picos para adquirir los datos.

- *Detección de picos*: Con este modo de adquisición, el osciloscopio busca los valores máximo y mínimo de la señal de entrada en un intervalo de muestreo, y usa estos valores para representar la forma de onda. De esta manera, el osciloscopio puede adquirir y representar pulsos estrechos, que se habrían perdido de haber utilizado el modo Muestreo. En este modo, el ruido parecerá ser mayor.

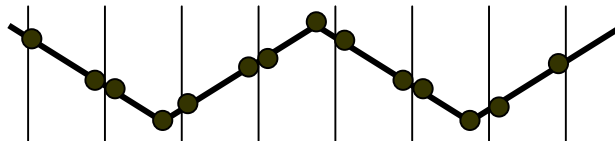


Fig. 11 Detección de picos.

- *Promedio*: Con este modo de adquisición, el osciloscopio adquiere varias formas de onda, calcula el promedio y muestra la forma de onda resultante. Se puede usar para reducir el ruido aleatorio.

3.4 Medición de las formas de onda

Hay varias maneras de tomar medidas: realizar la medida directamente en pantalla, utilizar los cursores o la medición automática.

3.4.1 Medida directa en pantalla

Para tomar medidas de tensión no hay más que multiplicar el número de divisiones verticales por la escala vertical (que se lee en pantalla en el punto 11 –figura 13-).

Para tomar medidas de tiempo hay que multiplicar el número de divisiones horizontales por la escala horizontal (que se lee en pantalla en el punto 10 –figura 13-)

3.4.2 Cursores

Este método permite realizar medidas moviendo los cursores, que aparecen siempre en pareja, y tomar sus valores numéricos en las lecturas de la pantalla. Para ajustar las opciones de los cursores se debe pulsar el botón CURSORES del panel.

Hay dos tipos de cursores: cursores de tensión y cursores de tiempo. Los cursores de tensión aparecen como líneas horizontales en la pantalla, y los de tiempo como líneas verticales.

Se selecciona el canal en el que está la señal a medir: CH1 o CH2

El menú muestra la tensión diferencia / el tiempo diferencia entre los dos cursores.

Además, muestra la medida de la posición de cada cursor. Si es de tiempo, midiendo respecto al punto de disparo, y si es de tensión, midiendo respecto a tierra..

Los cursores se desplazan con los mandos de posición vertical de CH1 y CH2, estando en el menú Cursores.

3.4.3 Medidas automatizadas

Es posible presentar hasta cuatro medidas automáticas al mismo tiempo para una sola forma de onda (o bien, divididas entre las dos formas de onda). El canal correspondiente deberá estar activado para tomar medidas. El ajuste se realiza pulsando el botón MEDIDAS. Se selecciona la fuente (canal de la señal a medir) y el tipo de medida.

No es posible tomar medidas automáticas en formas de onda de referencia o matemáticas o mientras se utiliza el modo XY.

Los tipos de medidas son las siguientes:

- Valor eficaz en un ciclo completo de la señal
- Valor medio de tensión de la señal
- Periodo
- Valor pico-pico
- Frecuencia

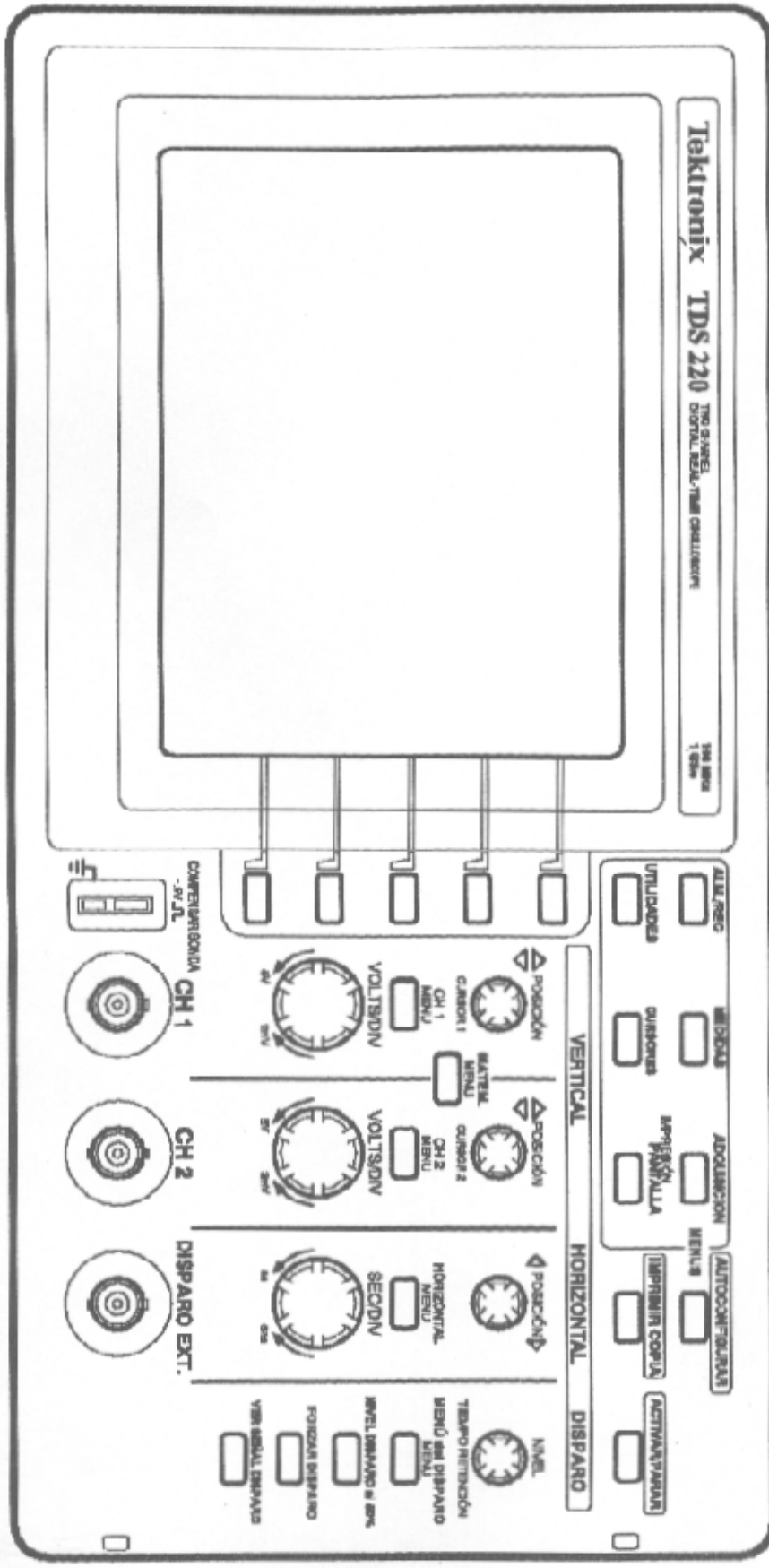
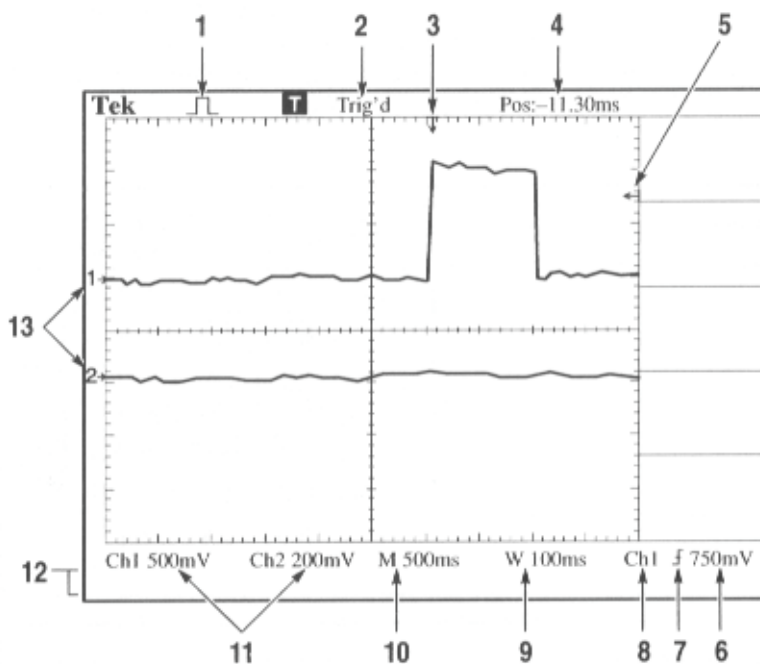





Fig. 12 Panel frontal del osciloscopio.

Fig. 13 Descripción de la pantalla y explicación de las principales funciones.







1. El icono muestra el modo de adquisición:

-  Modo de muestra
-  Modo de detección de pico
-  Modo de promedio

2. El estado de disparo indica lo siguiente:

- Preparado: El instrumento está adquiriendo los datos de predisparo. En ese estado se ignoran todos los disparos.
- Listo: Se han adquirido todos los datos de predisparo y el instrumento está preparado para aceptar un disparo.
- Disparo: El instrumento ha detectado el disparo y está adquiriendo formas de onda en ausencia de disparos.
- Auto: El instrumento ha detectado el disparo y está adquiriendo los datos del postdisparo.
- Muestreo: El instrumento está adquiriendo y mostrando los datos de forma de onda continuamente en el modo de muestreo.
- Detenido: El instrumento ha dejado de adquirir datos de forma de onda.

3. El marcador muestra la posición del disparo horizontal. Se ajusta mediante el control Posición Horizontal.

4. La lectura muestra la diferencia en tiempo entre la retícula central y la posición de disparo horizontal. El centro de la pantalla es igual a cero.
5. El marcador muestra el nivel de disparo.
6. La lectura muestra valores numéricos del nivel de disparo.
7. El icono indica el tipo de disparo seleccionado de la siguiente manera:
 -  Disparo por flanco para el flanco ascendente.
 -  Disparo por flanco para flanco descendente.
 -  Disparo por vídeo para el sincronismo de línea.
 -  Disparo por vídeo para el sincronismo de campo.
8. La lectura muestra la fuente de disparo utilizada para el disparo.
9. La lectura muestra los ajustes de la base de tiempo de la ventana si ésta está en uso.
10. La lectura muestra el ajuste principal de la base de tiempo.
11. La lectura indica los factores de escala vertical de los canales.
12. La pantalla muestra momentáneamente los mensajes en pantalla.
13. Los marcadores en pantalla muestran los puntos de referencia de conexión a tierra de las formas de onda representadas. Si no hay ningún marcador significa que el canal no se muestra.