



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

**“ALGUNAS SUGERENCIAS DE MANTENIMIENTO  
PARA EL  
OSCILOSCOPIO TEKTRONIX TBS 1152”**

**T E S I S**

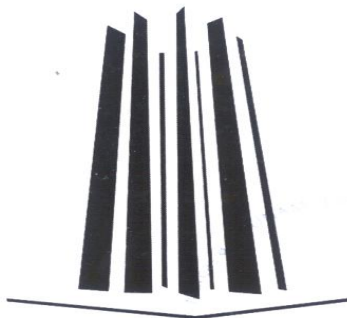
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

PRESENTA:

**JUAN MIGUEL VIZCARRA DÍAZ**

ASESOR:

**ING. ELEAZAR MARGARITO PINEDA DÍAZ**



SAN JUAN DE ARAGÓN. EDO. DE MÉX.

2015



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## Agradecimientos

A mis padres

Por los principios que me inculcaron

Que han hecho de mí una persona Integra y de provecho.

A mi esposa e hija

Por su apoyo, motivación y paciencia

Muy importantes para terminar este trabajo.

A todos mis profesores

Quienes nunca desistieron al ensañarme y

Por su ardua labor desempeñada día con día.

A mi asesor de tesis

Por su tiempo y enseñanzas en esta tesis y durante la carrera

Todo mi respeto y admiración para el.

## Contenido

Introducción .....	1
Objetivos .....	3
Capitulo 1. Conceptos generales .....	4
1.1.- Ondas .....	4
1.1.1.- Definición .....	4
1.1.2.- Clasificación .....	6
1.1.2.1.- Ondas electromagnéticas .....	6
1.1.2.2.- Ondas mecánicas .....	8
1.1.2.3.- Ondas gravitacionales .....	9
1.1.2.4.- Ondas transversales .....	10
1.1.2.5.- Ondas longitudinales .....	11
1.1.2.6.- Ondas unidimensionales .....	12
1.1.2.7.- Ondas bidimensionales .....	12
1.1.2.8.- Ondas tridimensionales .....	12
1.1.3.- Tipos de forma de onda .....	12
1.1.3.1.- Sinusoidal y sinusoidal amortiguada .....	13
1.1.3.2.- Onda cuadrada y rectangular .....	14
1.1.3.3.- Onda en diente de sierra y triangular .....	15
1.1.3.4.- Onda en escalón y pulso .....	16
1.1.4.- Parámetros en una onda .....	16
1.2.- Señales eléctricas .....	20
1.2.1.- Definición .....	20
1.2.2.- Clasificación de las señales .....	22
1.2.2.1.- Señal en tiempo continuo .....	27
1.2.2.2.- Señal analógica .....	27
1.2.2.3.- Señal de corriente alterna .....	28
1.2.2.4.- Señal de corriente continua .....	28
1.2.2.5.- Señal en tiempo discreto .....	29
1.2.2.6.- Señal impulso unitario .....	30
1.2.2.7.- Señal escalón unitario .....	30
1.2.2.8.- Señal rampa .....	31

1.2.2.9.- Señal exponencial .....	32
1.2.2.10.- Señal digital .....	33
1.2.3.- Conversión de señal analógica a digital .....	35
1.2.4.- La integridad de la señal .....	38
1.3.- Generador de funciones .....	38
1.3.1.- Definición .....	38
1.3.2.- Generalidades .....	39
1.3.3.- Como generar una señal .....	41
1.4.- El multímetro .....	43
1.4.1.- Definición .....	43
1.4.2.- Multímetro analógico .....	44
1.4.3.- Multímetro Digital .....	45
1.4.4.- Como usar un multímetro .....	46
1.5.- Conectores .....	48
1.5.1.- Conector BNC .....	49
1.5.2.- Conector USB .....	50
1.6.- El osciloscopio .....	52
1.6.1.- Definición .....	52
1.6.2.- Tipos de osciloscopios .....	53
1.6.2.1.- El osciloscopio de rayos catódicos .....	53
1.6.2.2.- Los osciloscopios digitales .....	62
1.6.2.3.- Osciloscopios de dos entradas .....	67
1.6.2.4.- El osciloscopio de muestreo .....	68
1.6.2.5.- Los osciloscopio de memoria o almacenamiento .....	69
1.6.2.6.- El osciloscopio digital de fosforo .....	71
1.6.3.- Arquitectura de procesado en serie .....	73
1.6.4.- Arquitectura de procesado en paralelo .....	74
Capitulo 2.- Descripción del osciloscopio TBS 1152 .....	75

2.1.- Controles y botones .....	75
2.2.- Funciones básicas .....	86
2.3.- Medición de señales .....	90
2.4.- Conectores externos .....	115
2.5.- Sonda o punta del osciloscopio .....	126
Capitulo 3.- Algunas sugerencias para el mantenimiento.....	130
3.1.- Verificación del funcionamiento .....	130
3.1.1.- Procedimientos .....	131
3.1.2.- Prueba de ganancia en DC .....	133
3.1.3.- Prueba de ancho de banda .....	135
3.1.4.- Prueba de la base de tiempo .....	137
3.1.5.- Prueba de la sensibilidad de disparo .....	139
3.1.6.- Prueba del borde de sensibilidad y del de disparo externo.	141
3.2.- Ajustes básicos .....	143
3.2.1.- Procedimiento de ajuste .....	143
3.2.2.- Procedimiento de ajustes de constantes .....	150
3.3.- Mantenimiento preventivo .....	152
3.3.1.- Recomendaciones .....	152
3.3.2.- Inspección y limpieza .....	152
3.3.3.- Cuidados generales .....	153
3.3.4.- Limpieza interior .....	153
3.3.5.- Limpieza exterior .....	154
3.3.6.- Inspección exterior .....	154
3.3.7.- Inspección interior .....	155
3.3.8.- Procedimiento de limpieza interior .....	156
Conclusiones .....	158
Bibliografía .....	159

## INTRODUCCIÓN

Debido al gran auge en los últimos años de la ingeniería de control y automatización, la cual tiene una relación muy estrecha y dependiente de la electrónica moderna basada en el uso de sofisticados componentes electrónicos fabricados con silicio o germanio llamados semiconductores entre ellos los microprocesadores, memorias, micro controladores, diodos, transistores etc. Se ha hecho necesario diseñar y fabricar instrumentos, los cuales permitan visualizar y medir con precisión y exactitud las señales eléctricas generadas por sensores y transductores que se pueden encontrar en equipos médicos, industriales o domésticos. Es por ello que se hace necesario el saber usar y mantener en óptimas condiciones, así como proporcionar el servicio básico de mantenimiento, a los instrumentos llamados osciloscopios, ya que de ellos depende realizar una buena calibración a los equipos. Un osciloscopio es la herramienta básica de la que se auxilia un ingeniero o técnico en electrónica para visualizar y medir a las señales de tipo eléctrico, por lo tanto se debe de dotar en las universidades a los estudiantes de ingeniería electrónica de amplios conocimientos en estos equipos.

El siguiente trabajo tiene como objetivos conocer de manera general los distintos tipos de osciloscopios, su uso, los diferentes módulos que lo conforman y aprender a tomar medidas, proporcionar una guía acerca de las diferentes funciones de los botones y controles, dar algunas sugerencias de verificación, ajustes y mantenimiento preventivo.

En el capítulo uno se describen los diferentes tipos de formas de onda que puede presentar un fenómeno ondulatorio y que habitualmente se pueden encontrar en el medio ambiente; en un laboratorio de electrónica cuando se diseñan circuitos de amplificación o en general en la interacción del hombre con herramientas o utensilios.

Debido a su naturaleza física electromagnética, a que se presentan en una variedad muy amplia de disciplinas y a que se pueden representar con funciones matemáticas, las señales eléctricas son de gran importancia, por lo tanto se describen ejemplos de ellas se mencionan sus características principales y los parámetros que las conforman. Se describen los pasos para la conversión de señales analógicas a digitales.

También, en este mismo capítulo se describen características generales de otros instrumentos asociados al mantenimiento de los osciloscopios como son: el

multímetro, de el cual repasamos como tomar algunas medidas de componentes, el generador de señales, del cual recordamos como generar una señal con diferentes parámetros y los tipos existentes, y no menos importantes los conectores BNC y USB.

Como este trabajo presenta sugerencias de mantenimiento a un osciloscopio, es imprescindible hablar de los diferentes tipos de osciloscopios que existen. Se presentan diagramas de bloques y se mencionan las etapas de las que se componen así como el funcionamiento interno de cada uno de ellos, desde los analógicos hasta los digitales.

El capítulo dos muestra los distintos tipos de botones y controles de los que consta el osciloscopio TBS 1152. Se proporciona una descripción de cómo usar y para que sirven cada uno de ellos, así mismo de los conectores externos y las sondas de atenuación.

En el último capítulo se mencionan algunas sugerencias para el mantenimiento, que constan de diferentes pruebas para la verificación del buen funcionamiento del osciloscopio, se proporcionan pasos a seguir para realizar los ajustes básicos y se recomiendan acciones a realizar para mantener un adecuado mantenimiento preventivo.



## Objetivos:

### Objetivo general

Que el lector obtenga conocimientos para manipular, así como para poder proporcionar un mantenimiento preventivo al osciloscopio TBS 1152 de forma adecuada.

### Objetivos particulares

El objetivo del capítulo 1 recordar los diferentes tipos de forma de onda que tienen las señales eléctricas para que al ser medidas con un osciloscopio se puedan identificar.

Para el capítulo 2 se pretende conocer diferentes tipos de osciloscopios y describir los módulos básicos que los conforman para entender que en todos la función de medir y mostrar a una señal es la misma.

En el capítulo 3 se busca describir los botones y controles del osciloscopio TBS 1152 para tener un conocimiento previo al procedimiento de ajuste y al mantenimiento preventivo.

## CAPITULO 1.- CONCEPTOS GENERALES

### 1.1.- Ondas

#### 1.1.1.- Definición

Una onda se define como el fenómeno ondulatorio y físico por medio del cual se propaga energía sin materia de un punto a otro del espacio, a través de algún medio solido, líquido, gaseoso o a través del vacío.

Para que se produzca una onda es imprescindible y necesario que ocurra una perturbación, es decir, es necesario que se produzca una variación en alguna propiedad física como la presión, la temperatura, la densidad, la cual produce una vibración inicial que se trasmite de un punto a otro del espacio en forma de energía. En la Fig. 1. Se pueden observar ondas en la superficie del agua.



Fig. 1.- Ondas en la superficie de un líquido, por ejemplo el agua.

Imagine un medio compuesto de un gran número de partículas, cada una de ellas unida o acoplada a sus vecinas por una sustancia elástica. Si uno de los extremos del medio se perturba o se desplaza de algún modo, el desplazamiento no tendrá lugar inmediatamente en todas las partes restantes del medio. El desplazamiento inicial originará una fuerza elástica en la sustancia próxima a él, entonces la próxima

Partícula se desplazará, después lo hará la inmediata y así sucesivamente. En otras palabras, el desplazamiento se propagará a lo largo del medio con una velocidad determinada en cada una de sus partículas.

Cuando se tira una piedra en un estanque de aguas quietas, la salpicadura que produce crea una serie de ondulaciones concéntricas que se mueven alejándose de la perturbación con un ritmo tranquilo y constante. Cuando dichas ondulaciones llegan a la ubicación de un pequeño objeto que flota en el lago como puede ser una hoja o una varita a cierta distancia, provocan que suba y baje. El hecho de que el objeto suba y baje en lugar de ser barrido en la dirección de movimiento de la onda indica que el agua del lago que porta la onda no se mueve sustancialmente junto con ella. Las ondas se mueven a través del medio del agua: mientras que el agua es perturbada por la onda que pasa y se mueve ligeramente en respuesta a ella, no existe desplazamiento neto en la dirección de la onda.

Supóngase ahora que el extremo de un material como puede ser una cuerda es obligado a vibrar periódicamente, variando el desplazamiento con el tiempo fig.2. De acuerdo con la ecuación del movimiento armónico simple. Este tipo de movimiento es periódico y vibratorio en ausencia de fricción producido por la acción de una fuerza recuperadora que es directamente proporcional a la posición y queda descrito en función del tiempo por una función senoidal. Por lo que durante medio periodo se propaga a través del medio en un cierto sentido, y durante el otro medio periodo se propaga en sentido opuesto. El tren continuo de perturbaciones resultante se propaga con una velocidad que depende de las propiedades del medio y se denomina onda.



Fig. 2.- Onda que se crea en una cuerda.

Los terremotos, el sonido de una guitarra, la luz que nos llega del sol, las olas del mar, entre otros, son fenómenos naturales en los que se forman ondas y desempeñan un papel fundamental en la vida cotidiana.

### 1.1.2.- Clasificación

Las ondas se clasifican en función del medio por el cual se propagan, según la dirección de propagación y el plano de vibración.

Según el medio por el cual se propagan, las ondas pueden ser:

- Electromagnéticas
- Mecánicas
- Gravitacionales

Según la dirección de propagación, las ondas pueden ser:

- Transversales
- Longitudinales

Según el plano de vibración, las ondas pueden ser:

- Unidimensionales
- Bidimensionales
- tridimensionales

#### 1.1.2.1.- Ondas electromagnéticas

Cuando un electrón se encuentra en movimiento, produce efectos que son en parte eléctricos y en parte magnéticos. La fuente vibrante que produce una onda de radio en una antena transmisora esta constituida por electrones que oscilan de un lado a otro en un tiempo muy breve. Como estas se producen por fluctuaciones en los campos eléctricos y magnéticos que provocan los electrones oscilantes reciben el nombre de ondas electromagnéticas. Dicho de otra manera, las ondas electromagnéticas son la forma en la que se propaga la radiación electromagnética a través del espacio sin necesidad de un medio.

Fue el físico escocés James Clark Maxwell el primero en suponer acerca de la naturaleza electromagnética. Él considero lo siguiente: así como un campo magnético variable genera un campo eléctrico, también es posible que un campo eléctrico variable produzca un campo magnético. De tal manera que una sucesión repetida de ellos produzca una perturbación electromagnética siendo uno generador del otro. De esta forma la onda se auto-propaga indefinidamente a través del espacio con campos magnéticos y eléctricos generándose continuamente. Estas ondas electromagnéticas son sinusoidales curva que representa gráficamente la función trigonométrica seno, con los campos eléctrico y magnético perpendiculares entre si, respecto a la dirección de propagación.

Maxwell calculó la velocidad de la propagación de las ondas electromagnéticas en el vacío mediante la ecuación:

$$V = \frac{1}{\epsilon u}$$

Donde: V = velocidad de propagación de las ondas electromagnéticas

e = permisividad eléctrica en el vacío

u = permeabilidad magnética en el vacío

Al sustituir estos datos en su ecuación, Maxwell encontró un valor de 300 mil Km/s para la velocidad de propagación de las ondas electromagnéticas, valor igual a la velocidad de propagación de la luz. Esto le permitió proponer que la luz esta formada por ondas electromagnéticas, las cuales se pueden propagar aun en el vacío sin necesidad de un medio material.

Las cargas eléctricas al ser aceleradas originan ondas electromagnéticas. Como se muestra en la fig.3. El campo eléctrico originado por la carga acelerada depende de la distancia a ella, la aceleración, al seno del ángulo que forma la dirección de aceleración y a la dirección al punto en que medimos el campo.

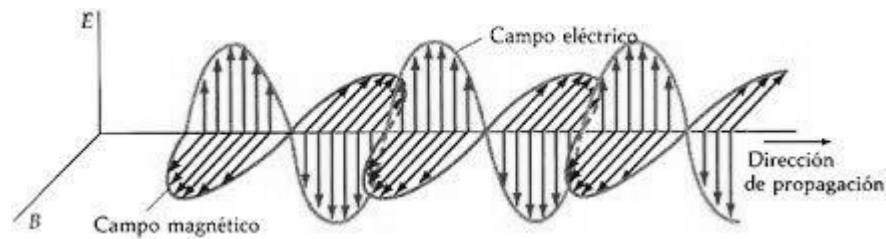


Fig.3.- Onda electromagnética.

La fig.3. Muestra una onda electromagnética viajando a través del espacio. Los componentes eléctricos y magnéticos están en fase siempre perpendicular a si mismas y a su vez perpendiculares ala dirección de propagación.

#### 1.1.2.2.- Ondas mecánicas

Como se mencionó anteriormente, este tipo de onda es la más asociada a los fenómenos físicos naturales. Es una perturbación de las propiedades mecánicas de un medio material posición, velocidad, densidad y energía de sus átomos o moléculas y necesita un medio elástico para propagarse trasportando energía sin trasportar materia. Las ondas mecánicas debido a su mecanismo de expansión se propagan desde la fuente en todas direcciones en que sea posible. Dos ondas pueden cruzarse en el mismo punto del medio sin modificarse una a la otra y su velocidad es una propiedad dependiente únicamente de las características del medio de propagación.

La rapidez de las ondas no es la rapidez del movimiento de las partículas del medio, sino la velocidad de propagación de la perturbación.

El movimiento generado por las ondas puede ser visto como una alteración momentánea del estado de equilibrio de las partículas que forman el medio, viaja de una región a otra y siempre hay fuerzas que tienden a restablecer el sistema a su estado de equilibrio.

Ejemplos de ondas mecánicas son: El sonido, las ondas que se forman en la superficie del agua, las ondas en muelles o en cuerdas, y corresponden a compresiones, deformaciones y en general a perturbaciones del medio en que se propagan. En la fig.4. Se observan ondas mecánicas de sonido generadas el oscilar una campana.

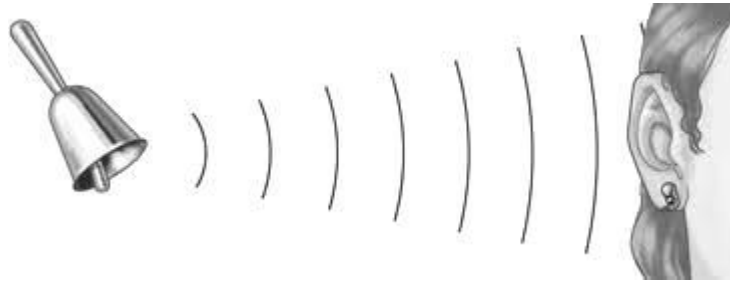


Fig. 4.- Ondas sonoras.

#### 1.1.2.3.- Ondas gravitacionales

Son fluctuaciones generadas en la curvatura del espacio-tiempo que se propagan como ondas. La radiación gravitacional se genera cuando dichas ondas son emitida por ciertos objetos o por sistemas de objetos que gravitan entre si. En física, una onda gravitacional es una ondulación del espacio producida por un cuerpo masivo acelerado en el tiempo, se transmiten a la velocidad de la luz y son muy débiles. Las más fuertes que se podría esperar observar en la tierra serian generadas por acontecimientos muy distantes y antiguos, como la colisión de dos estrellas o de dos agujeros negros súper-masivos, en los cuales una gran cantidad de energía se movió violentamente.

La existencia y capacidad de estar presentes en todas partes y al mismo tiempo son una predicción de la teoría de la relatividad general de Einstein. Todas las teorías competentes y viables sobre la gravitación, en concordancia al nivel de precisión de toda evidencia hallada hasta el momento, hacen predicciones sobre la naturaleza de la radiación gravitacional.

Sin embargo, en la actualidad no ha sido posible confirmar directamente la existencia de las ondas gravitacionales y mucho menos estudiar sus propiedades, la amplitud predicha para estas ondas y los efectos observables que podrían producir son muy débiles, de modo que su detección directa es extremadamente difícil. Aunque hay evidencia indirecta significativa de su existencia en una gran cantidad de estudios astrofísicos de todo el mundo, se han podido observar en grupos de estrellas súper-masivas, fenómenos que solo pueden ser explicados con la existencia de dicha teoría. La fig.5. Muestra la fusión violenta de dos estrellas que generan ondas gravitacionales.



Fig.5.- Generación de ondas gravitacionales.

#### 1.1.2.4.- Ondas transversales

Se presentan cuando la vibración asociada a la perturbación de las partículas del medio que transporta la onda tienen lugar en una dirección perpendicular a la dirección de propagación de la onda. Las ondas trasversales pueden ser polarizadas, es decir, el medio puede imponer una de las posibles direcciones perpendiculares de vibración.



Las variaciones en el desplazamiento de los puntos de una cuerda tensa constituyen una onda típicamente transversal. Las ondas electromagnéticas también son ejemplos de ondas transversales ya que los campos eléctrico y magnético son perpendiculares entre si, y a la dirección de propagación de la onda.

#### 1.1.2.5.- Ondas longitudinales

Son las ondas en las que el movimiento de oscilación de las partículas del medio es paralelo a la dirección de propagación de la onda. Las ondas longitudinales se forman fácilmente sobre un resorte estirado, al comprimir y expandir alternativamente un extremo como se observa en la fig.6. Una serie de contracciones y expansiones se propagan a lo largo del resorte. Las contracciones son aquella área donde las espiras están momentáneamente juntas. Las expansiones algunas veces también llamadas rarefacciones son regiones donde las espiras están momentáneamente separadas.

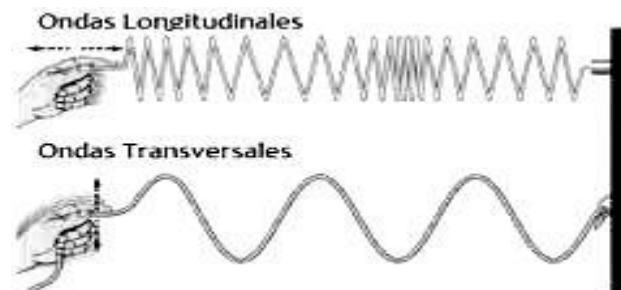


Fig.6.- Ejemplos de ondas longitudinales y trasversales.

Un ejemplo importante de una onda longitudinal es una onda sonora en el aire. Un tambor en vibración, por ejemplo, comprime y rarifica alternativamente el aire con el que está en contacto, lo que produce una onda longitudinal que viaja hacia fuera por el aire. Como se observa en la fig.4.

#### 1.1.2.6.- Ondas unidimensionales

Las ondas unidimensionales son aquellas que se propagan a lo largo en una sola dirección hacia el espacio, como las ondas en los muelles o las cuerdas. Si la onda se propaga en un solo trayecto sus frentes de onda son planos y paralelos. Estas ondas pueden ser del tipo transversales y longitudinales.

#### 1.1.2.7.- Ondas bidimensionales

También conocidas como ondas superficiales son las que se propagan en dos direcciones. Pueden propagarse, en cualquier parte de una superficie, por ello, se denominan también ondas superficiales. Un ejemplo son las ondas que se producen en una superficie líquida en reposo cuando se deja caer un objeto en ella. Fig. 1.

#### 1.1.2.8.- Ondas tridimensionales

A estas ondas se les suele llamar ondas esféricas y son las que se propagan en tres direcciones. Se les nombra así por que sus frentes de onda son esferas concéntricas que salen de la fuente de perturbación expandiéndose en todas direcciones. El sonido, las ondas electromagnéticas como las de la luz y el calor son ejemplos de ondas que se propagan tridimensionalmente. Fig. 3.

#### 1.1.3.- Tipos de forma de onda

Una forma de onda es la representación gráfica de una onda. Una forma de onda de voltaje muestra el tiempo en el eje horizontal y el voltaje en el eje vertical. Los contornos de una forma de onda revelan mucho acerca de la señal. Cada vez que crece o decrece la parte superior de una forma de onda, se sabe que el voltaje ha cambiado. Cada vez que hay una línea horizontal plana, se sabe que no ha habido

ninguna alteración durante ese tiempo. Las líneas rectas y diagonales indican una subida o bajada de voltaje a una velocidad estable. Los ángulos agudos en una forma de onda indican un cambio repentino.

Generalmente encontramos los siguientes tipos de formas de onda y son representaciones de señales eléctricas.

#### 1.1.3.1.- Onda sinusoidal y sinusoidal amortiguada

El tipo de forma de onda sinusoidal es fundamental por varias razones: Tiene propiedades matemáticas armónicas, tiene una representación trigonométrica, el voltaje en el enchufe de la pared varía como una onda sinusoidal las señales de test producidas en un circuito oscilador de un generador de señales son frecuentemente ondas sinusoidales. En la fig.7. Se muestra una onda sinusoidal con amplitud y tiempo.

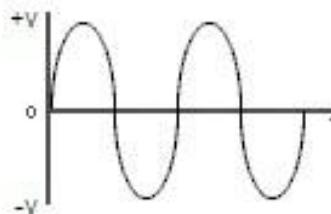


Fig.7.- Onda sinusoidal.

La forma de onda sinusoidal amortiguada es un caso especial que se puede ver en un circuito que oscila, pero que disminuye con el tiempo. La figura 8 muestra un ejemplo de onda sinusoidal amortiguada.

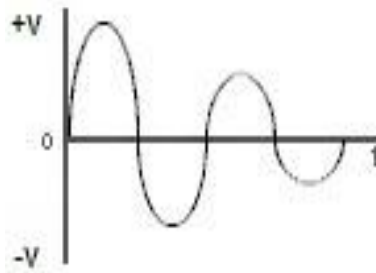


Fig. 8.- Onda sinusoidal amortiguada.

### 1.1.3.2.- Onda cuadrada y rectangular

La forma de onda cuadrada es otra forma de onda habitual, básicamente este tipo de onda es un voltaje que aumenta y disminuye a intervalos regulares. Es una onda estándar para verificar amplificadores; los buenos amplificadores aumentan la amplitud de una onda cuadrada con la mínima distorsión. La circuitería de la televisión, radio y computadoras utilizan muy a menudo ondas cuadradas como señales de reloj. La fig.9. Muestra una onda cuadrada.

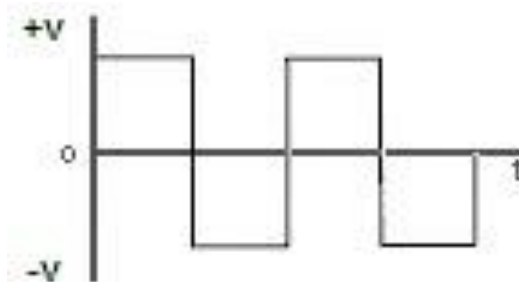


Fig. 9.- Onda cuadrada.

La forma de onda rectangular tiene los intervalos de tiempo de subida y bajada de diferente longitud. Esto es particularmente importante cuando se analizan circuitos digitales. La fig.10. Muestra un ejemplo de este tipo de onda.

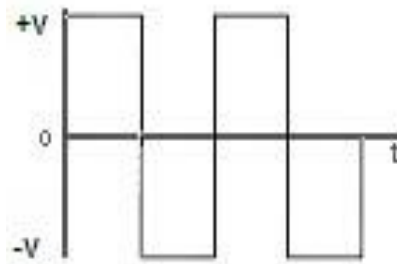


Fig. 10.- Onda rectangular.

### 1.1.3.3.- Onda en diente de sierra y triangular

Las formas de onda de diente de sierra y triangular resultan de circuitos diseñados para controlar los voltajes linealmente, tales como el barrido horizontal de un osciloscopio analógico o la exploración de la trama de un televisor. Las transiciones entre niveles de voltaje de estas formas de onda cambian a una velocidad constante, estas transiciones se llaman rampas. Fig.11.

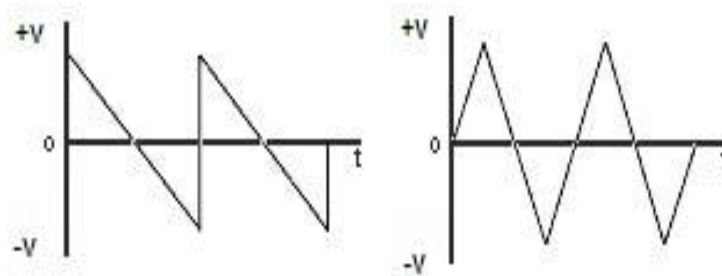


Fig. 11.- Onda diente de sierra y triangular.

#### 1.1.3.4.- Onda en escalón y pulso

Formas tales como los escalones y pulsos que ocurren ocasionalmente, o de forma no periódica, se denominan de ocurrencia única o transitoria. Un escalón indica un cambio repentino en el voltaje, similar al cambio de voltaje que se vería si se encendiese un interruptor. Un pulso indica un cambio repentino en el voltaje, similar al cambio de voltaje que se vería si se encendiese y apagase un interruptor. Un pulso podría representar un bit de información viajando a través de un circuito de computadora, o podría ser un espurio, o defecto, en un circuito. Un conjunto de pulsos que viajan juntos forman un tren de pulsos. Los componentes digitales de algunos aparatos electrónicos se comunican entre si por pulsos, son también comunes en equipos de rayos X y comunicaciones. Fig.12.

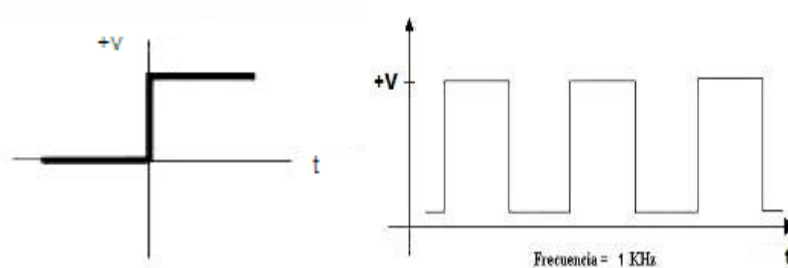


Fig. 12.- Onda en escalón y pulsos.

#### 1.1.4.- Parámetros de una onda

Todos los tipos de ondas tienen las mismas características, y entre ellas encontramos las siguientes:

- Amplitud de onda
- Monte o cresta

- Valle
- Longitud de onda
- Periodo
- Frecuencia
- Velocidad de propagación
- Nodo
- Elongación

1º La amplitud de onda: En una onda transversal, corresponde a la distancia máxima que se puede separar una partícula del medio que oscila, medida en forma perpendicular a la línea que representa la posición de equilibrio del medio. Se mide en unidades de longitud, preferiblemente el metro. La amplitud de onda representa la energía que transporta una onda. La energía y la amplitud en este caso, son cantidades directamente proporcionales.

En electricidad, la amplitud de onda corresponde a la cantidad de voltaje y/o corriente entre dos puntos de un circuito. La amplitud comúnmente expresa el voltaje máximo de una señal medido desde tierra o de 0 volts. La forma de onda de la fig. 13. Tiene una amplitud de 1 volt pico y un voltaje pico a pico de 2 volts, un voltaje promedio de 0.5 volts y un voltaje eficaz o RMS igual al cociente de  $\frac{1 \text{ volt}}{\sqrt{2}} = 0.709 \text{ volts}$ .

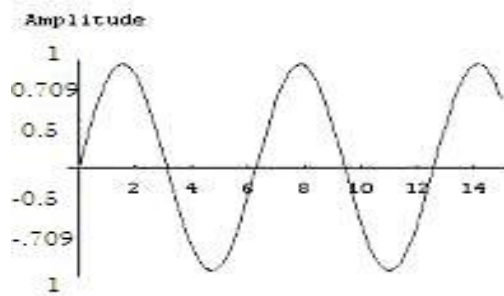


Fig.13.- Amplitud de una onda sinusoidal.

- 2º El monte o cresta: Es el punto que está mas alejado de la posición de equilibrio del medio donde se propaga una onda, lugar en el que el movimiento trasversal es el máximo y suele representarse con esa nominación al punto que se dibuja en la parte de arriba de la onda. En una onda longitudinal el monte o cresta recibe el nombre de zona de compresión.
- 3º El valle: Se denomina así al punto mas alejado de la posición de equilibrio de una onda pero en el lado opuesto al lugar donde se ubican los montes o crestas. En una onda longitudinal al valle se le denomina rarefacción.
- 4º Longitud de onda: Corresponde a la distancia en línea recta, entre dos puntos de una onda que tienen la misma posición relativa. Esto ocurre por ejemplo entre dos crestas sucesivas o también entre dos valles sucesivos. Se mide en unidades de longitud preferentemente el metro. En una onda longitudinal la longitud de onda corresponde a la distancia en línea recta entre dos zonas de compresión o en dos de rarefacción consecutivas. La longitud de onda es inversamente proporcional a la frecuencia. Una longitud de onda larga corresponde a una frecuencia baja, mientras que una longitud de onda corta corresponde a una frecuencia alta. Mientras ocurre una vibración la onda se desplaza cierta distancia, a esta trayecto se le da el nombre de longitud de onda y su símbolo es la letra griega lambda.
- 5º El periodo de una onda corresponde al tiempo que tarda un punto del medio en que se propaga la onda en completar una oscilación. Se mide en unidades de tiempo, preferentemente el segundo. También corresponde al tiempo que tarda una onda en propagarse una distancia equivalente a una longitud de onda. En física el periodo se representa con la letra T. Fig.14.

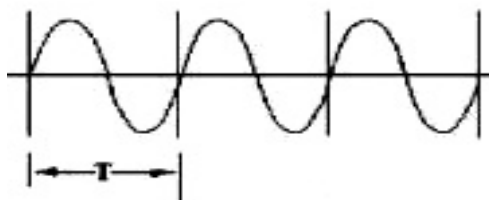


Fig. 14.- El periodo de una onda.



- 6º La frecuencia: corresponde a la cantidad de oscilaciones que ocurren en una unidad de tiempo y se representa con la letra F. Si la unidad de tiempo es el segundo, la frecuencia se mide en Hertz. Entre el periodo y la frecuencia existe una relación matemática, y es  $F = \frac{1}{T}$ , de esta relación se entiende que si  $F = 1$  Hz entonces  $T = 1$ S.
- 7º La velocidad de propagación: siempre que se produce un movimiento, la velocidad depende de la distancia recorrida y del tiempo empleado en recorrerla, en una onda depende del medio en que se desplaza y no de la fuente que la produce, y representa la distancia que recorre una onda en cada unidad de tiempo. Se determina con la relación matemática siguiente:

$V = \frac{L}{T}$ , y como  $F = \frac{1}{T}$ , la velocidad también se puede determinar con la relación  $V = \frac{l}{f}$ , si se conoce la distancia que se propaga una onda y el tiempo que tarda en hacerlo. También se puede calcular la velocidad de propagación de ella con la relación:

$$V = \frac{d}{t}$$

- 8º EL nodo: Es el punto donde la forma de onda cruza la línea de equilibrio.
- 9º La elongación: es la distancia entre cualquier punto de una forma de onda y su posición de equilibrio.

En la fig.15. Se muestra una forma de onda donde se indican los parámetros mencionados.

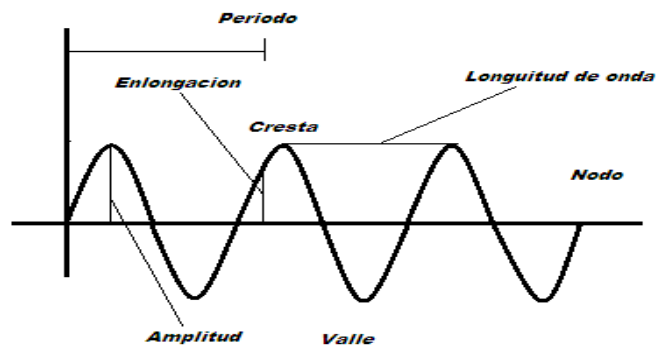


Fig. 15.- Parámetros de una onda.

## 1.2 Señales Eléctricas

### 1.2.1.- Definición

Cuando se hace referencia a los conceptos de señales su aplicación es válida para una variedad muy amplia de disciplinas tales como la sismología, comunicaciones, acústica, sistemas de generación y distribución de energía etc. En estos campos la naturaleza física de las señales pueden tener matices diferentes pero todos ellos representan características básicas comunes. Las señales son funciones de una o más variables independientes y contienen información sobre la naturaleza y comportamiento de algún fenómeno físico.

Una señal es generada por algún tipo de fenómeno electromagnético que es representada por una función matemática continua en la que es variable su amplitud y periodo (representando un dato de información) en función del tiempo. Algunas magnitudes físicas comúnmente portadoras de una señal de este tipo son eléctricas como la intensidad, la tensión y la potencia pero también pueden ser hidráulicas como la presión, térmicas como la temperatura y mecánicas entre otras.

Una señal es una magnitud física sobre la que se apoya la información. Por ejemplo la voz, en este caso la magnitud física es la presión acústica que al variar con el tiempo nos aporta la información. En ellas se distingue entre la variable dependiente, que representa la magnitud física que contiene la información, y la variable independiente. En el caso de la voz la variable dependiente es la presión acústica y la independiente el tiempo. La figura 16 ilustra el registro de una señal de voz obtenido mediante un micrófono que detecta las variaciones de la presión acústica, las cuales son convertidas de este modo en una señal eléctrica. Como se puede observar los diferentes sonidos corresponden a diferentes patrones en las variaciones de la presión acústica, y el sistema vocal humano produce un discurso inteligible al generar secuencias particulares de esos patrones.

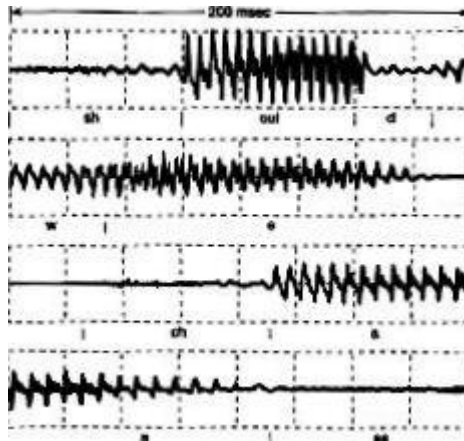


Fig.16.- Registro de voz.

La línea superior de la figura 16 corresponde a la palabra should, la segunda línea a la palabra we y las dos últimas líneas a la palabra Chase. Se indica el inicio y terminación aproximados de cada sonido sucesivo en cada palabra.

Considere el circuito de la fig. 17 en el que los patrones que adopta la variación en el tiempo de los voltajes de la fuente  $V_s$  y del capacitor  $V_c$ , son ejemplos de señales. De manera similar, como se ilustra en la fig. 18 las variaciones en el tiempo de la fuerza aplicada  $f$  y de la velocidad  $v$  resultante del automóvil son ejemplos de señales.

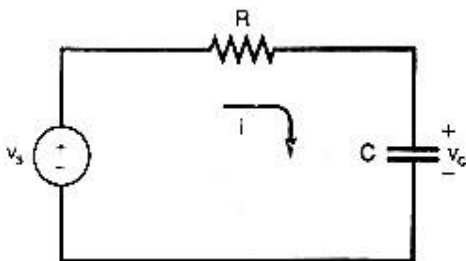


Fig.17.- Circuito eléctrico.

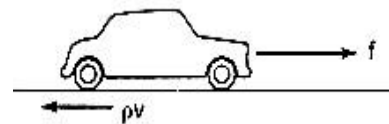


Fig.18.-Fuerzas aplicadas al automóvil.

### 1.2.2.- Clasificación de las señales

Según el criterio que se considere pueden realizarse varias clasificaciones, por ejemplo:

- Por el numero de variables independientes

Unidimensionales: en ellas solo existe una variable independiente. Por ejemplo en la voz, la variable independiente es el tiempo.

Multidimensionales: en esta clasificación existe más de una variable independiente. Por ejemplo en la imagen de niveles de gris, la variable independiente es la posición.

- Por el numero de variables dependientes

Unidimensionales: solo existe una variable dependiente. Por ejemplo en la voz, la variable dependiente es la presión.

Multidimensionales: existe más de una variable dependiente y es una agrupación de señales unidimensionales. Ejemplo a la imagen de color rojo, verde, azul aquí cada componente es una variable dependiente.

- Por el tipo de variación que representa

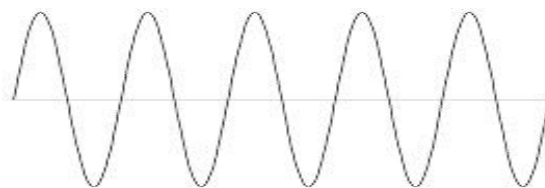


Fig-19.- Señal Determinística.

La fig.19.Representa una señal determinística, ya que en ella se observa su amplitud y periodo fácilmente y se puede modelar matemáticamente.

Determinísticas: son aquellas que pueden ser modeladas por expresiones matemáticas explícitas. La expresión de una señal determinística puede ser todo lo complicado posible y aun en este caso podrá determinarse, para un instante cualquiera el valor instantáneo de la señal dada. Cualquier señal que pueda ser descrita por una expresión matemática explícita o por una tabla de datos, o por una regla bien definida es llamada determinística. Este termino es usado para enfatizar que todos los valores pasados, presentes y futuros de la señal son conocidos con precisión sin incertidumbre. Se subdividen en periódicas y no periódicas.

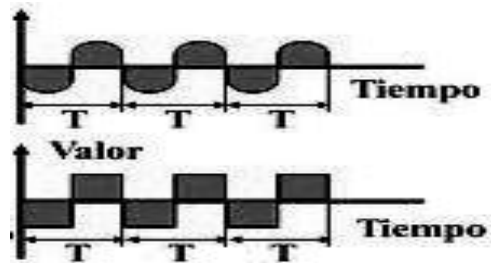


Fig.20.-Señales periódicas.

Señal periódica: Una señal es periódica si completa un patrón dentro de un marco de tiempo medible, denominado periodo y repite ese patrón en periodos idénticos subsecuentes. Un ejemplo se puede observar en la fig.20. Cuando se completa un patrón se dice que se ha completado un ciclo. El periodo se define como la cantidad de tiempo (expresado en segundos) necesarios para completar un ciclo, la duración de un periodo puede ser diferente para cada señal pero es constante para una determinada señal periódica, las señales reguladas por las funciones trigonométricas son de este tipo. En cada instante de tiempo se puede establecer el valor de la señal y su magnitud. La fig.20. Presenta dos tipos diferentes de señales periódicas una senoidal y la otra digital.

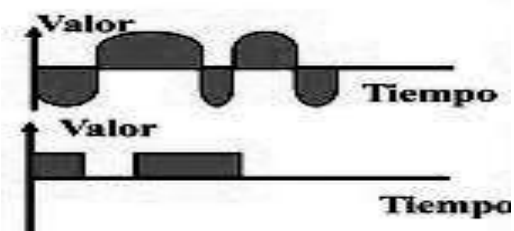


Fig.21.-Señales aperiódicas.

Señal no periódica o aperiódica: una señal aperiódica cambia constantemente sin exhibir ningún patrón o ciclo que se repita en el tiempo. Sin embargo, se ha demostrado mediante una técnica denominada transformada de Fourier, que cualquier señal aperiódica puede ser descompuesta en un número infinito de señales periódicas. Las señales aperiódicas pueden ser estrictamente limitadas en el tiempo y son aquellas que por si mismas tienen un nacimiento y final. Por ejemplo un impulso eléctrico. La fig.21. Muestra dos señales variantes en el tiempo.

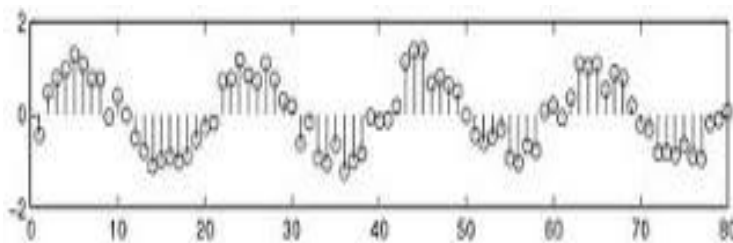


Fig.22.- Señal aleatoria.

Señales aleatorias: tienen una evolución impredecible pero pueden ser modeladas mediante parámetros estadísticos. Como se muestra en la fig.22. tienen mucha fluctuación respecto a su comportamiento, los valores futuros de una señal aleatoria no se pueden predecir con exactitud, solo se pueden basar en los promedios de conjuntos de señales con características similares, no se pueden representar unívocamente por una función del tiempo y cada una de las funciones

que la componen se llaman realización o muestra. A su vez se dividen en estacionarias que tienen parámetros estadísticos constantes y no estacionarias.

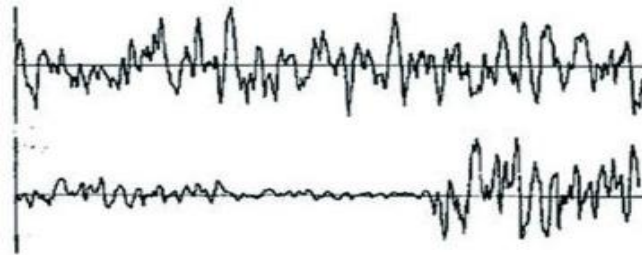


Fig23.- Señal estacionaria.

Señales estacionarias: presentan algún aspecto o magnitud en su estructura estadística como puede ser la frecuencia que permanece constante en el tiempo, normalmente el concepto de estacionaria, supone que los parámetros significativos dependen solo de la longitud del intervalo de observación y no de sus instantes final e inicial. En la fig.23. Se puede apreciar dos señales del tipo estacionaria sin cambio en su frecuencia.

- Por la energía de la señal

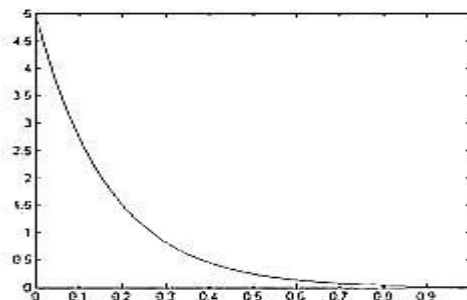


Fig.24.- Señal definida en energía.

Señales definidas en energía: son aquellas que tienen energía finita. Ejemplo la mayoría de las señales de duración finita, señales que tiendan a cero con el tiempo (exponencial decreciente) son descritas en términos de energía este es el caso de señales de duración limitada en el tiempo, las que además tienen potencia media. La fig.24. Muestra una señal que tiene un punto máximo de energía y conforme transcurre el tiempo baja su nivel de intensidad con una tendencia a 0.

Señales definidas en potencia: son aquellas que tienen energía infinita pero potencia media finita. Las señales periódicas son un caso particular donde la potencia puede calcularse teniendo en cuenta solo un periodo. Si la potencia media es finita y diferente de cero se denomina señal de potencia.

- Por la naturaleza de sus variables

Señales analógicas: Las variables son continuas. Ejemplo la voz.

Señales cuantificadas: tienen su variable dependiente discreta y variable independiente continua. El proceso que permite pasar de señal analógica a cuantificada se denomina cuantificación.

Señales de secuencia: tienen la variable dependiente continua y la variable independiente discreta. Al paso de señal analógica a secuenciarse le conoce como muestreo.

Señales digitales: tienen sus variables discretas. La conversión de señal analógica a digital recibe el nombre de digitalización y consiste en realizar un muestreo y una cuantificación.



### 1.2.2.1.- Señal en tiempo continuo

Estas señales están definidas para cualquier valor de tiempo, una señal continua o señal en tiempo continuo es una señal que puede expresarse como una función cuyo dominio se encuentra en el conjunto de los números reales y normalmente es el tiempo. La función del tiempo no tiene que ser necesariamente una función continua. La señal es definida sobre un dominio que puede ser finito o no ser lo, sobre el cual a cada posible valor del dominio le corresponde un único valor de la señal. La continuidad de la variable del tiempo implica que el valor de la señal puede precisarse para cualquier punto arbitrario del tiempo perteneciente al dominio. En el caso de las señales continuas la variable independiente es continua por lo que estas señales se definen para una sucesión continua de valores de la variable independiente.

### 1.2.2.2.- Señal Analógica

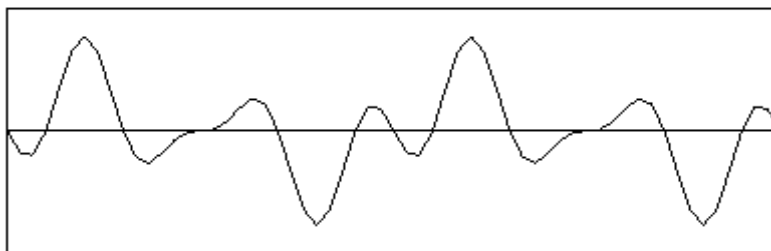


Fig.25.- Señal analógica.

El comportamiento de la naturaleza es analógico por que la intensidad de los fenómenos que en ella se producen cambian continuamente a través del tiempo. Como se observa en Fig.25. La presión atmosférica y la temperatura están cambiando continuamente de un valor a otro y entre cada intervalo registran millones de valores. Las señales analógicas son señales eléctricas de variación continua en intensidad o amplitud en el tiempo. Hasta hace poco la forma de trasmisión de señales de radio y televisión ha sido analógica, la gran desventaja es que la naturaleza genera también señales del tipo analógico, conocidas como ruido que generalmente interfieren con la información que

porta la señal y crean distorsiones resultando una señal de menor calidad. La principal ventaja es que tiene el potencial para una cantidad infinita de resolución de señal, las señales analógicas son de mayor densidad, su tratamiento es más sencillo y puede ser procesada directamente por componentes electrónicos analógicos.

#### 1.2.2.3.- Señal de corriente alterna

Se denomina señal de corriente alterna CA a la corriente eléctrica en la que la magnitud y el sentido varían cíclicamente con respecto del tiempo. La característica principal de este tipo de señal es que durante un instante de tiempo un polo es negativo y el otro positivo, mientras que en el instante siguiente las polaridades se invierten tantas veces como ciclos por segundo o Hertz posea esa corriente. No obstante aunque se produzca un constante cambio de polaridad la corriente siempre fluirá del polo negativo al positivo. La forma de onda de la oscilación de corriente alterna mas utilizada es la de una onda senoidal ya que proporciona una transmisión mas eficiente de energía, las señales de televisión, radio y de algunos

sistemas de comunicación son transmitidas usando este tipo de señal en la cual el fin mas importante es la recuperación de la información codificada o modulada sobre la señal de corriente alterna. En este tipo de señal la corriente eléctrica varía con el tiempo.

#### 1.2.2.4.- Señal de corriente continua

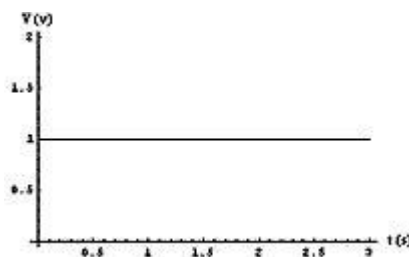


Fig.26.- señal de corriente continúa.

La corriente continua CC se refiere al flujo continuo de carga eléctrica a través de un conductor entre dos puntos de distinto potencial que no cambia de sentido con el tiempo a diferencia de la corriente alterna. En la corriente continua las cargas eléctricas circulan siempre en la misma dirección. Aunque comúnmente se identifica a la corriente continua con una corriente constante, es continua toda corriente que mantenga siempre la misma polaridad así disminuya su intensidad conforme se va consumiendo la carga. La fig.26. Representa una señal de CC aquí se observa una línea recta a diferencia de la AC.

#### 1.2.2.5.- Señal en tiempo discreto

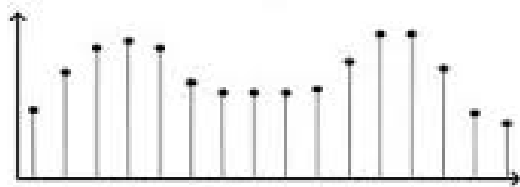


Fig.27.- señal en tiempo discreto.

Las señales discretas solo están definidas en tiempos discretos y en consecuencia, para estas señales la variable independiente toma solamente un conjunto discreto de valores. Fig.27. Una señal discreta puede representar un fenómeno para el cual la variable independiente es intrínsecamente discreta. Señales como los datos demográficos son un ejemplo de esto. Por otro lado una clase muy importante de señales discretas surge del muestreo de señales continuas. En este caso la señal discreta representa muestras sucesivas de un fenómeno subyacente para el cual la variable independiente es continua. Se representan con una secuencia de números denominados muestras. La fig.27. Es un gráfico que se obtuvo muestreando una señal analógica en valores de tiempo discretos.

### 1.2.2.6.- Señal Impulso unitario

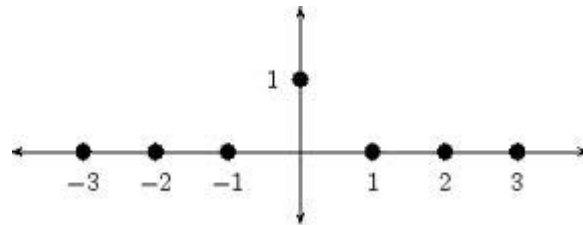


Fig.28.-Impulso unitario discreto.

Una de las señales discretas más simples es el impulso unitario o muestra unitaria, la cual se define como:  $\delta[n]$  y definida como.

$$\delta[n] = \{0, n \neq 0\} ; \{1, n = 0\}$$

La fig.28. Muestra una señal de impulso unitario en donde se observa que su función es 0 para cualquier valor de tiempo excepto el 0, allí el valor es infinito. Un ejemplo sería cuando se golpea con un martillo.

### 1.2.2.7.- Señal escalón unitario

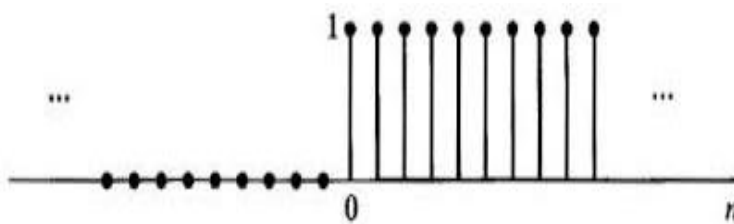


Fig.29.- Escalón unitario discreto.

Otra señal discreta básica es el escalón unitario discreto señalada como  $u[n]$  y definida como:

$$U[n] = \{0, n < 0\}; \{1, n \geq 0\}$$

La fig.29. Representa una señal de escalón unitario en donde se observa que la función es 0 si el tiempo es menor que 0 y 1 si es mayor que 0. Un ejemplo es cuando se oprime el apagador de una lámpara.

#### 1.2.2.8.- Señal rampa

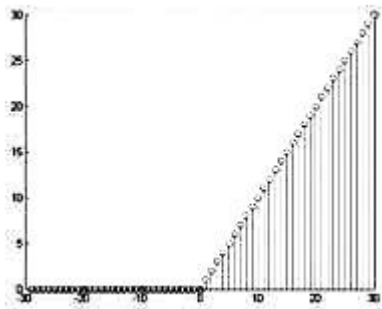


Fig.30.- Rampa discreta.

La señal función rampa se denota por  $s[n]$  y se define como:

$$s[n] = \{n \text{ para } n \geq 0\}; \{0 \text{ para } n < 0\}$$

La fig.30. Muestra una señal rampa donde se observa que la función es 0 para todo valor menor a 0 y cuando es mayor o igual a 0 se incrementa linealmente con el

tiempo. Un ejemplo de aplicación de esta señal sucede cuando se controla la apertura de válvulas industriales accionadas por servomotores.

#### 1.2.2.9.- Señal exponencial

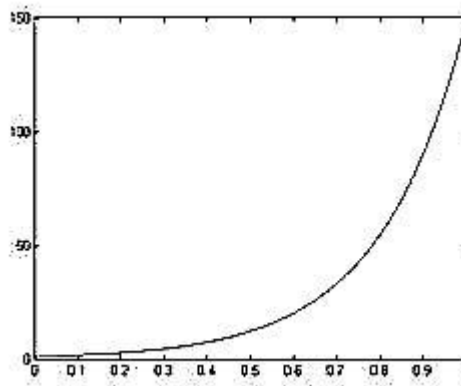


Fig.31.- Señal exponencial creciente.

Es una secuencia de la forma  $x[n] = a^n$  para todo valor de n

Es función exponencial decreciente cuando:  $0 < a < 1$

Es función exponencial creciente cuando:  $a > 1$

La fig.31. Es una representación de una señal exponencial creciente donde se puede observar la tendencia de la señal al infinito conforme aumenta el tiempo. Característica principal de este tipo de señales.

#### 1.2.2.10.- Señal digital

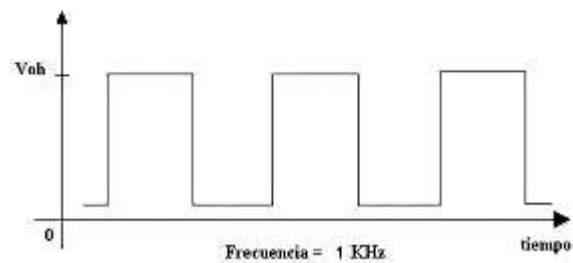


Fig.32.- señal digital binaria.

Una señal digital es aquella que representa una variación discontinua con el tiempo y que solo puede tomar dos valores discretos. Fig.32. La forma de onda de la señal es de un pulso y sus representaciones se realizan en el dominio del tiempo. Los parámetros con los que cuanta esta señal son los siguientes:

Altura del pulso: nivel eléctrico

Ancho del pulso: la duración

Frecuencia: la velocidad de pulsos por segundo

Las señales digitales no se producen en el mundo físico como tales, sino que son creadas por el hombre y tienen una técnica particular de tratamiento. La utilización de señales digitales para transmitir información se puede realizar de varios modos, el primero en función del número de estados distintos que pueda tener. Si son dos los estados posibles, se dice que son binarias, si son tres ternarias, cuaternarias para cuatro y así sucesivamente. Los modos se representan por grupos de unos y ceros siendo, por tanto lo que se denomina el contenido lógico de información de la señal, la segunda posibilidad es en cuanto a su naturaleza eléctrica. Una señal binaria se puede representar como la variación de una amplitud o nivel eléctrico respecto al tiempo ancho del pulso. Como se ve en la fig.32. Las señales digitales solo pueden adquirir un número finito de estados diferentes, se clasifican según el número de estados y según su naturaleza eléctrica. Una señal digital varía en forma discreta o discontinua a lo largo de l tiempo como si la señal fuera variando a saltos entre un valor máximo y un valor mínimo.

Los sistemas digitales como por ejemplo la computadora usan la técnica de dos estados (binaria) representados por niveles de tensión eléctrica, uno alto. H y otro bajo. L. Por abstracción dichos estados se sustituyen por ceros y unos lo que facilita la aplicación de la lógica y la aritmética binaria, si el nivel es alto se representa por 1 y el nivel bajo por 0, en este caso se habla de lógica positiva por el contrario seria lógica negativa. La señal digital cuenta con las ventajas de que ante la atenuación, puede ser amplificada y reconstruida, al mismo tiempo gracias a los sistemas de regeneración de señales, cuanta con sistemas de detección y corrección de errores en la recepción, facilidad para el procesamiento de la señal y permite la generación infinita sin perdidas de calidad. Entre sus inconvenientes se mencionen la necesidad de una conversión analógica digital previa y una decodificación posterior en el momento de la recepción, no es compatible con componentes electrónicos analógicos, requiere propia infraestructura. Cabe mencionar que, además de los niveles, en una señal digital están las transiciones de alto a bajo y viceversa denominadas flanco y pueden ser positivo o negativo.



### 1.2.3.- Conversión de la señal analógica a digital

La conversión analógica a digital o digitalización, consiste básicamente en realizar de forma periódica medidas de la amplitud de la señal analógica de entrada y traducirlas a un lenguaje numérico.

El proceso de conversión analógico digital consta básicamente de tres etapas

- Muestreo
- Cuantificación o cuantización
- Codificación

El muestreo consiste en tomar muestras periódicas de la amplitud de onda. Fig. 33. La velocidad con que se toman estas muestras, es decir el numero de muestras por segundo, es lo que se conoce como frecuencia de muestreo y esta en función del teorema de Niquist, el cual indica que la frecuencia de muestreo ( $F_s$ ) será el doble de la frecuencia máxima ( $F_m$ ) de la señal a muestrear, por ejemplo si tenemos una señal de audio con un ancho de banda de 20hz a 22,500hz, su frecuencia máxima sería  $F_m = 22,500\text{hz}$ , por tanto su frecuencia de muestreo sería,  $F_s = 45,000\text{hz}$ . En figura 33. Se puede ver la toma de muestras de voltaje con respecto al tiempo de una señal.



Fig.33.Muestreo de una señal analógica.

La cuantificación: Convierte una sucesión de muestras de amplitud continua en una sucesión de valores discretos preestablecidos según un código utilizado. Durante el proceso de cuantificación se mide el nivel de tensión de cada una de las muestras, obtenidas en el proceso de muestreo, y se les atribuye un valor finito discreto de amplitud, seleccionado por la aproximación dentro de un margen de niveles previamente fijado. Fig.34. Los valores preestablecidos para ajustar la cuantificación se eligen en función de la propia resolución que utilice el código empleado durante la codificación. Si el nivel obtenido no coincide exactamente con ninguno, se toma el valor inferior más próximo. En este momento la señal analógica que puede tomar cualquier valor se convierte en una señal digital, ya que los valores que están preestablecidos son finitos, no obstante todavía no se traduce al sistema binario. La señal a quedado representada por un valor finito que durante la codificación, será cuando se transforme en una sucesión de ceros y unos. Así la señal digital que resulta de la cuantificación es sensiblemente diferente a la señal eléctrica analógica que la origina, por lo que siempre va a existir una cierta diferencia entre ambas que es lo que se conoce como error de cuantificación, que se produce cuando el valor real de la muestra no equivale a ninguno de los escalones disponibles para su aproximación y la distancia entre el valor real y el que se tomo como aproximación es muy grande. Un error de cuantificación se convierte en un ruido cuando se reproduzca la señal tras el proceso de decodificación digital. Para minimizar los efectos negativos del error de cuantificación, se utilizan distintas técnicas como es la cuantificación uniforme o lineal, se utiliza un bit rate constante. A cada muestra se le asigna el valor inferior más próximo, independientemente de lo que ocurra con las muestras adyacentes. La cuantificación no uniforme en ella se estudia la propia entropía de la señal analógica y se asignan niveles de cuantificación de manera uniforme (bit rate variable) de tal modo que, se asigne un mayor número de niveles para aquellos márgenes en que la amplitud de la tensión cambia más rápidamente.

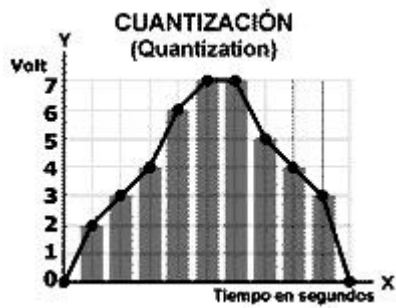


Fig.34.-Proceso de cuantificación de la señal.

La codificación consiste en la traducción de los valores de tensión eléctricos analógicos que ya han sido cuantificados o ponderados al sistema binario mediante códigos preestablecidos. La señal analógica va a quedar trasformada en un tren de pulsos digital. Como se muestra en la fig.35.

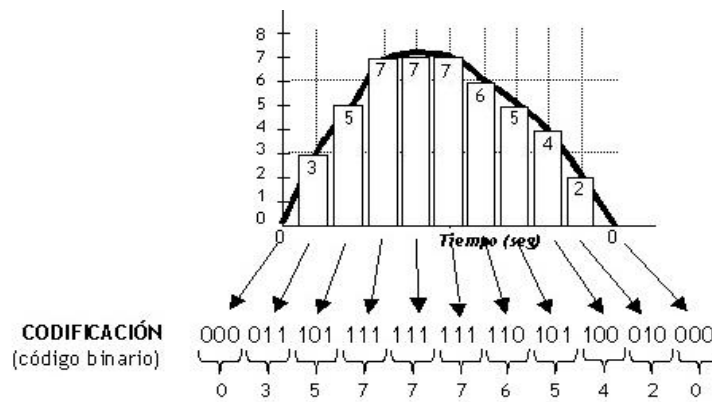


Fig.35.-codificación de la señal.

#### 1.2.4.- La integridad de la señal

La integridad de la señal implica la distribución de señales digitales y analógicas de una parte del los circuitos a otra de manera que la información contenida sea transportada de forma determinística y fiable. La verificación de la integridad de la señal ocurre durante la fase de diseño del circuito, para asegurar que un sistema cumple o excede las especificaciones de fabricación, de fiabilidad y de las normativas de la industria.

### 1.3.- Generador de funciones

#### 1.3.1.- Definición

Un generador de funciones es un instrumento utilizado en electrónica para generar las diferentes formas que una onda eléctrica puede adoptar, permitiendo modificarlas mediante la atenuación o la introducción de ruido. Se usa, en el desarrollo, prueba, calibración y reparación de aparatos electrónicos. También se denominan sintetizadores de función o multifunción y pueden generar distintas formas de onda con gran precisión en rangos de frecuencias desde Hz hasta decenas de MHz.

Es un equipo capaz de generar señales variables en el dominio del tiempo. Hay diferentes tipos de generadores de señales según el propósito y aplicación, tradicionalmente los generadores de señales eran dispositivos estáticos apenas configurables pero actualmente, permiten la conexión y control desde una computadora. Con lo que pueden ser controlados mediante software hecho a la medida según la aplicación, aumentando la flexibilidad.

Existen dos tipos de generadores los analógicos y los digitales. Los del tipo analógico generan los tipos básicos de ondas eléctricas sinusoidales, cuadrada y triangular, mientras que los digitales pueden generar cualquier tipo de onda.

Los generadores analógicos basan la producción de todos los tipos de ondas en la onda triangular. La onda triangular se produce por la carga y descarga de un capacitor. Este cambio en la carga del capacitor produce una variación ascendente y descendente de

voltaje. A medida de que el voltaje alcanza sus valores máximo y mínimo un comparador (dispositivo electrónico que compara dos voltajes o corrientes cambiando su salida para indicar cual es mayor) revierte el proceso de carga y descarga del capacitor. Este comparador permite también la generación de los restantes tipos de ondas. Mediante la variación de la corriente y el tamaño del capacitor pueden obtenerse diferentes frecuencias. Sin embargo los generadores digitales utilizan el DDS (Direct Digital Synthesis), un tipo de sintetizador de frecuencias, que permite la producción de todo tipo de ondas, obtienen la frecuencia de la forma de onda de un oscilador de cristal de cuarzo altamente estable mediante técnicas digitales esto conlleva mayor exactitud y estabilidad en la frecuencia.

### 1.3.2.- Generalidades

En la actualidad en el mercado existen diferentes tipos de generadores ya sea de propósito general o como los más sofisticados para aplicaciones específicas, tanto digitales como analógicos. Sin embargo todos constan de bloques o teclas de funciones básicas dentro de los cuales se describen los siguientes.

- Interruptor de encendido: Permite poner en funcionamiento al generador
- Tensión de Offset: Superponemos un determinado nivel de tensión continua a la señal de salida previamente ajustada.
- Selector de banda: Actuando sobre el establecemos el margen de frecuencias en el que se va a trabajar.
- Selector de la forma de onda: Permite determinar si la onda va a ser cuadrada, senoidal o triangular. Selecciona la forma de onda en la salida.
- Selector de frecuencias: Actuando sobre este selector ajustamos la frecuencia que estará dentro del margen elegido (selector de banda). Esta frecuencia será aquella que indique el selector de frecuencias multiplicada por el límite inferior de la banda elegida en el selector de banda.
- Control de amplitud: Con este control aumentamos o disminuimos la amplitud de la onda. Para controlarla se puede colocar la salida a un osciloscopio para visualizarla.
- Terminal para señales TTL: Obtenemos de esta salida una señal de impulsos

- Conmutador de barrido: Disponemos de un barrido interno que habilita los controles rango de barrido y amplitud de barrido
- Rango de barrido: Ajusta el rango de la señal interna de barrido y la repetición del mismo.
- Control de amplitud de barrido: Ajusta la amplitud de la señal de barrido interna.
- Terminal de salida: De ella se obtiene la forma de onda previamente configurada.

Las figuras 36 y 37 ilustran dos generadores de funciones genéricos en el que se puede observar los controles definidos anteriormente.

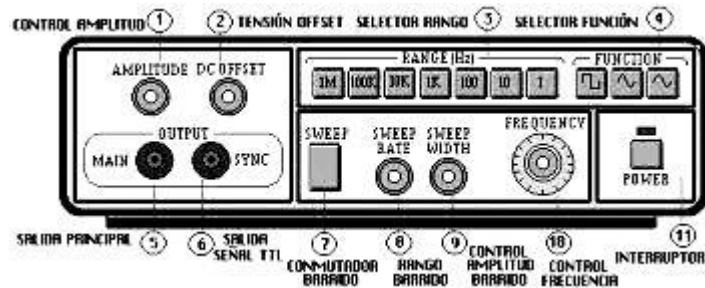


Fig.36.-Generador de funciones Tektronic CGF 250.

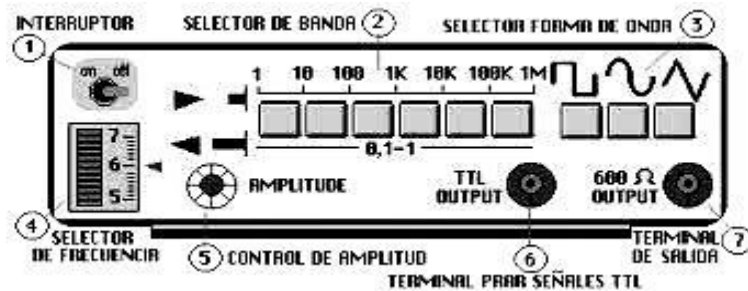


Fig.37.-Generador de funciones Promax Gf100.

Controles, conectores e indicadores de la parte trasera.

- Fusible: Provee la protección por sobre cargas o mal funcionamiento del equipo.
- Conector de alimentación: Entrada para el cable de alimentación.
- Conector de entrada de barrido externo: Se utiliza un conector de entrada tipo BNC para controlar el voltaje de barrido. Las señales aplicadas a este conector controlan la frecuencia de salida cuando el botón de barrido no esta presionado. El rango total de barrido es también dependiente de la frecuencia base y la dirección deseada de barrido.
- Selector de voltaje: Conectan la circuitería interna para distintas entradas de alimentación.

En la figura 38 se ilustra la parte trasera de un generador.

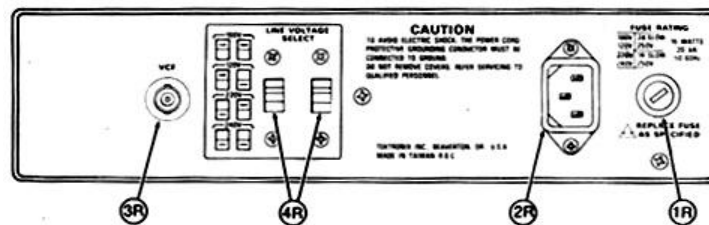


Fig.38.- Controles en la parte posterior de un generador.

### 1.3.3.- Como generar una señal

Actualmente los generadores de señal cuentan con pantallas en las cuales se puede visualizar los parámetros en la señal que se espera a la salida, controles y mandos de funciones sofisticadas, cuentan con frecuencímetros, salidas de generación de señales, funciones de simetría, acopladores de impedancia en algunos de ellos se puede modular en amplitud y frecuencia, tienen conectores de salida especiales para CMOS tienen la función de forma de onda arbitraria, cuentan con puertos seriales para

conectar con computadoras etc. Es imprescindible el uso conjunto de un osciloscopio cuando se trabaja con estos generadores ya que los genéricos o de uso básico no cuentan con dicha pantalla. Para poder generar una señal en el conector de salida del generador se utilizan los controles genéricos, con ellos se pueden determinar los parámetros de la forma de onda como son: La forma de la señal, la frecuencia que debe tener y proporcionar la amplitud requerida según la aplicación en la que se utilizara dicha señal.

Como ejemplo se describen los controles a manipular en un generador de uso básico para proporcionar una señal senoidal a una frecuencia de 140 Hz con una amplitud de 10 Vpp.

- Observar que los botones o perrillas del generador estén en el modo de apagado, en el rango mas bajo de la escala o en posición de equilibrio (intermedio de la escala) según sea al caso.
- Encender el generador: Presionar el botón de encendido.
- Con el selector de forma de onda: Oprimir el botón correspondiente a la forma deseada, en este caso la onda senoidal.
- Con los botones selector de banda seleccionar un rango de frecuencia según la escala en este caso oprimir el botón de 100 Hz a 1 KHz que son los limites inferior y superior respectivamente del intervalo de la frecuencia de 140 Hz
- Con la perrilla dial de frecuencia: ajustar la frecuencia a 140 Hz
- Con el control de amplitud: girar la perrilla a la derecha hasta alcanzar el nivel de amplitud deseado 10 Vpp
- Conectar el generador a un osciloscopio como se muestra en la fig. 39 para visualizar la señal y en caso necesario ajustar los parámetros.



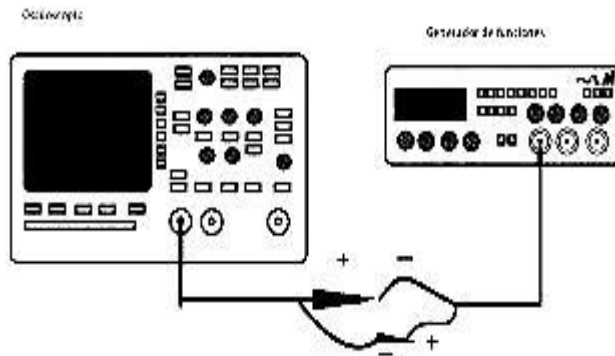


Fig.39.- Conexión del generador con un osciloscopio.

## 1.4.- El multímetro

### 1.4.1.- Definición

El multímetro también denominado polímetro, tester o multitester, es un instrumento eléctrico de medición, que combina varias funciones en una sola unidad (voltímetro, amperímetro y óhmetro). Sirve para medir directamente magnitudes eléctricas como son: la intensidad o corriente eléctrica, el potencial o voltaje, la resistencia, capacitancia y continuidad entre otros. Los hay portátiles y de banco, analógicos y digitales; Dependiendo del modelo también se pueden medir Frecuencias, temperatura, factor de amplificación y terminales en un transistor. Las medidas se pueden hacer para corriente continua y alterna respectivamente en varios márgenes de medida.

#### 1.4.2.- Multímetro analógico

Es uno de los primeros instrumentos de medida el cual recibe su nombre porque en él se pueden realizar múltiples medidas por medio de una perilla selectora ya sea en corriente continua o corriente alterna. Tiene como elemento frontal un panel con escalas numeradas y dotadas de rayas divisorias por donde se desplaza una aguja que indica la magnitud del parámetro a medir. Otra parte muy importante es el selector de funciones y escalas, formado por un interruptor de tipo rotatorio y una perilla por medio de la cual se selecciona el tipo de medida y escala en que se desea realizar la medición. Cuenta con bornes de entrada en los que se conectan los cables o puntas de prueba. Un ejemplo de este instrumento lo tenemos en la fig.40.

Todos los multímetros analógicos tienen un pequeño espejo en la parte superior de la escala, el cual se utiliza para hacer una lectura precisa situando la mirada de tal manera que no se vea el reflejo de la aguja en el espejo. Cuando la lectura se hace mirando la escala del multímetro desde un lado es decir que se ve la sombra de la aguja, se comete un error en la medida que se llama error de paralaje.

Antes de realizar una medición se debe ajustar el cero del instrumento que está situado a la derecha de la escala. Esto se hace para compensar la resistencia de los cables de las puntas de prueba, que aunque es muy baja, puede afectar la medida en los casos de baja resistencia. Para hacerlo se unen las puntas de prueba y se ajusta la perilla destinada para ello hasta que la aguja marque cero en la escala.

Su funcionamiento está basado en el principio del galvanómetro que es un instrumento de precisión utilizado para la medida de corrientes eléctricas de pequeña intensidad. El galvanómetro se basa en el giro que experimenta una bobina situada entre los polos de un imán cuando es recorrida por una corriente eléctrica. Los efectos recíprocos imán-bobina producen un par de fuerzas electrodinámicas que hacen girar la bobina conjuntamente con una aguja indicadora sobre una escala graduada. El modelo descrito de imán fijo y bobina móvil es la característica principal de estos instrumentos.



Fig.40.- Multímetro analógico.

#### 1.4.3.- Multímetro digital

Este tipo de multímetro es normalmente portátil, la medición de parámetros se realiza mediante procedimientos electrónicos sin usar piezas móviles con una alta precisión y estabilidad, un amplio rango de medición de valores y diversos tipos de parámetros. La forma de representar la información medida (Lectura) es mediante una pantalla digital (Display). La característica principal de estos multímetros se debe a que pueden convertir lecturas de parámetros analógicos en voltajes de corriente directa los cuales son procesados por un conversor analógico/digital que usa distintas técnicas de conversión de acuerdo a la resolución, velocidad de respuesta y precisión buscada. Fig.41.

El circuito interno de los multímetros digitales básicamente está compuesto, por los divisores de tensión y corriente de entrada, el conversor de corriente alterna a continua, el conversor de resistencia a voltaje continuo, la tensión de referencia para comparación, la fuente de alimentación, el selector de pico y los conmutadores de selección de rango y funciones. Algunos instrumentos de este tipo solo tienen un conmutador de función ya que el dispositivo es controlado por un microprocesador y las escalas las selecciona automáticamente de acuerdo al valor de entrada del

parámetro. Esta selección de escala es realizada por el detector de nivel. Estos multímetros son llamados de auto-rango.



Fig.41.- Multímetro digital.

#### 1.4.4.- Como usar un multímetro

Ya que tanto el multímetro analógico como el digital están diseñados para cumplir las mismas funciones en medición de parámetros eléctricos y la diferencia más notoria se encuentra en la forma de adquirir, procesar y exhibir esos parámetros se pueden describir conjuntamente técnicas para la medición de algunos componentes.

Generalmente en la práctica al hacer mediciones a diferentes componentes electrónicos o eléctricos con un multímetro solo es necesario como conocimiento previo saber realizar pruebas de voltaje, corriente y de resistencia esta última por su versatilidad nos permite medir varios componentes. Existen multímetros muy sofisticados en los que básicamente es necesario seleccionar la función, son de auto-rango y solo se deben conectar las puntas de prueba y realizar la medición.

Antes de iniciar alguna medición se deben tener presentes las siguientes recomendaciones.

Nunca conecte el multímetro a fuentes de poder AC o DC por arriba del valor máximo de voltaje especificado por el fabricante.

Nunca use el rango inapropiado, para medir componentes en pruebas de voltaje ya que podría dañar los circuitos internos del multímetro.

El remplazo de la batería y el fusible debe hacerse con las puntas de prueba desconectadas y el multímetro apagado.

Para evitar descargas eléctricas, lesiones personales o daños al multímetro, desconecte la alimentación del circuito y descargue todos los condensadores de alta tensión antes de realizar pruebas de resistencia, continuidad, diodos o capacitancia.

Recuerde seleccionar en el multímetro el nivel máximo de la escala cuando se realicen pruebas de voltaje si no se conoce o no se tiene un aproximado del nivel de voltaje a medir.

#### Mediciones de voltaje en CD y AC

Conecte la punta de prueba roja a  $V/\Omega$  y la punta de prueba negra a COM gire la perilla seleccione la función al rango correcto de voltaje de CD o AC según se requiera, por ejemplo al medir el voltaje de una terminal casera como se sabe que el valor es aproximadamente 127v se selecciona en el multímetro el rango de 200v puede ser mayor pero nunca menor a 200v y se introducen las puntas de prueba (en paralelo con el circuito) en el enchufe teniendo precaución de no generar un cortocircuito ya que se corre el riesgo de descarga eléctrica. EL mismo procedimiento se realiza para voltaje de corriente directa solo se selecciona VCD.

#### Mediciones de corriente en DC

Conecte la punta de prueba roja a  $V/\Omega$  y la punta de prueba negra a COM gire la perilla o seleccione la función al rango mas alto de la escala y conecte las puntas de prueba en serie con el circuito de prueba es necesario desconectar en algún nodo el circuito para hacer la conexión. Por ejemplo si se quiere conocer el consumo de corriente de la batería de un automóvil desconecte el borne positivo de la batería seleccione la escala máxima de Amperes en DC y conecte la punta roja al positivo de la batería y la punta negra al borne suelto ajuste si es necesario el rango y de esta forma se obtiene la medición.

## Mediciones de resistencia

Conecte la punta de prueba roja a V/ $\Omega$  y la punta de prueba negra a COM gire la perilla o seleccione la función de óhmetro elija el rango mayor y conecte las puntas de prueba en paralelo con la resistencia a medir puede disminuir el rango hasta visualizar el valor deseado. De esta manera también se pueden hacer pruebas de continuidad ya sea en las pistas de un circuito o en cables de conexión. Algunos multímetros incluyen la prueba de continuidad como función y solo es necesario seleccionarla en este caso se escucha un timbre o sonido que emite el multímetro para indicar que existe la continuidad.

## Como medir un diodo

Para medir o saber si un diodo se encuentra en buen estado se gira la perilla o selecciona la función de continuidad, o del diodo. Se coloca la punta de prueba roja en el ánodo (positivo) del diodo y la punta de prueba negra en el cátodo (negativo) se deberá escuchar el timbre luego se invierten las puntas y no se debe escuchar el timbre si es así el diodo esta en buen estado. Otra forma de hacer la prueba es con la función específica para el diodo algunos modelos no cuentan con ella y se colocan las puntas de la forma descrita anteriormente.

## Pruebas a condensadores

Para saber si un condensador cerámico no esta en corto circuito se coloca el multímetro en la escala de continuidad después se colocan las puntas de prueba a cada una de las patillas del condensador, el multímetro no debe indicar continuidad si lo hace es por que el condensador esta dañado. En el caso de los capacitores electrolíticos conecte las puntas del multímetro de la misma forma. Inicialmente debe leerse un valor cercano a cero y al pasar el tiempo debe ir aumentando su valor hasta infinito esto sucede ya que primero el capacitor debe cargarse para no tener continuidad.

## 1.5.- Conectores

Los conectores son aquellos elementos que realizan una unión mecánica entre determinados tipos de cables que transportan una señal de un equipo eléctrico o

electrónico a otro permitiendo una rápida y segura conexión y desconexión del equipo se tienen dos tipos de conectores los conectores machos que se caracterizan por tener uno o mas pines expuestos y los conectores hembra que disponen de uno o mas receptáculos diseñados para alojar los pines de receptor macho.

#### 1.5.1.- Conectores BNC

Este conector recibe su nombre por el cierre en bayoneta que presenta para asegurar la conexión y del nombre de sus dos inventores, Paul Neill del Bell Labs (Inventor del conector N) y del ingeniero de Amphenol Carl Concelman (inventor del conector C) y es mucho mas pequeño que ambos conectores.

El conector BNC es un tipo de conector de rápida conexión-desconexión utilizado para cable coaxial como el RG 58 y el RG 59 en aplicaciones normalmente de radio frecuencia apto para UHF y de impedancia constante muy utilizado en equipos de radio de baja potencia, instrumentos de medición como osciloscopios, generadores etc. Básicamente consiste en un conector tipo macho instalado en cada extremo del cable. Este conector tiene un centro circular conectado al conductor del cable central y un tubo metálico conectado en la parte exterior del cable, un anillo que rota en la parte exterior del conector asegura el cable mediante un mecanismo de bayoneta y permite la conexión a cualquier conector BNC tipo hembra. Hoy en día se utilizan en el campo de la electrónica en general siguen siendo de amplia utilización por sus prestaciones y bajo costo para frecuencias de hasta 1GHz. Su uso principal es la de proporcionar puertos de entrada y salida en equipos electrónicos principalmente en instrumentación. La fig.42. Muestra dos conectores BNC.



Fig.42.- Conectores BNC hembra y macho.

### 1.5.2.- El conector USB

El USB (Universal Serial Bus) es un estándar industrial desarrollado por Intel e IBM en el año 1990 que define los cables, conectores y protocolos usados en un bus para conectar, comunicar y proveer alimentación eléctrica entre ordenadores, periféricos y dispositivos electrónicos. Su éxito ha sido tal que ha desplazado a conectores como el puerto serie y puerto paralelo. Su campo de aplicación en la actualidad se extiende a cualquier dispositivo electrónico desde los modernos equipos de car-audio que cuentan con conector USB y gracias a ello están convirtiéndose en reproductores multimedia, a los reproductores de Blu-ray disc. Se ha implementado variaciones para uso militar pero en donde mas se nota su influencia es en los teléfonos inteligentes por tal motivo se ha creado una norma que indica que todos los dispositivos móviles de comunicación deberán tener un conector micro USB. No olvidando a los instrumentos de medición de las distintas ramas de la ciencia ya que también cuentan con puertos de este tipo permitiendo interactuar entre ellos, memorias portátiles o computadoras. Existen varios tipos de conectores USB sin embargo todos tienen la configuración de pistas y cableado de conexión como se muestra en la tabla1

Pin	Nombre	Color del Cable	Descripcion
1	Vcc	Rojo	+5v
2	D-	Blanco	Data-
3	D+	Verde	Data+
4	GND	Negro	Tierra

Tabla 1.- Configuración de pines en un conector USB.



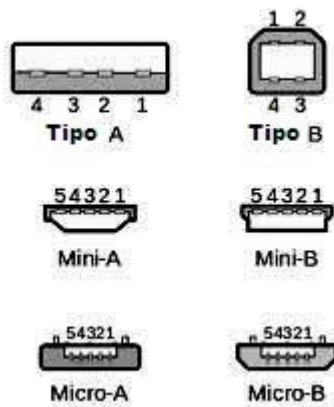


Fig.43.-Diferentes tipos de conectores USB.

En los conectores mini y micro USB se tiene un quinto pin de conexión el cual se lleva a GND y el pin cuatro en el caso de los conectores tipo A se cortocircuita a tierra y en los conectores tipo B no tiene conexión. Como se muestra en la fig.43.

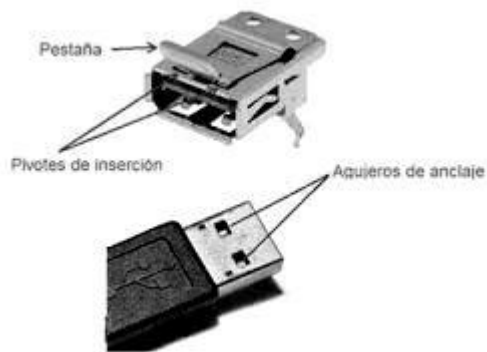


Fig.44.- Conector USB hembra y macho tipo A.

En la fig.44. Se puede observar dos conectores USB macho y hembra de los mas comunmente utilizados.

## 1.6.- El osciloscopio

### 1.6.1.-Definición

El osciloscopio es un instrumento que sirve para visualizar, medir, analizar y registrar, mediante un trazo no permanente tensiones variables en el tiempo. A pesar de su extenso uso, el osciloscopio es relativamente desconocido, pues a menudo se considera que ofrece una visión continua de los valores instantáneos de la señal cuando en realidad solo representa una superposición de fragmentos o una sucesión de valores instantáneos de esta. Los osciloscopios digitales pueden llegar incluso a presentar señales falsas cuando no se utilizan correctamente. La función básica de un osciloscopio es visualizar señales. Esta construido esencialmente por una pantalla (TRC para los análogos y LCD, o TRC en algún caso para los digitales), y los sistemas de desviación vertical y horizontal necesarios para posicionar el haz en un punto adecuado de la pantalla. Fig.45. Algunas partes del tubo requieren una alimentación de alta tensión continua estabilizada, mientras que otras y el resto de circuitos necesitan tensiones continuas bajas, también estabilizadas. La organización de los sistemas de desviación vertical y horizontal es distinta en los osciloscopios analógicos y digitales, pero los controles del panel frontal siempre están agrupados según cual sea el bloque básico sobre el que actúan funcionalmente.

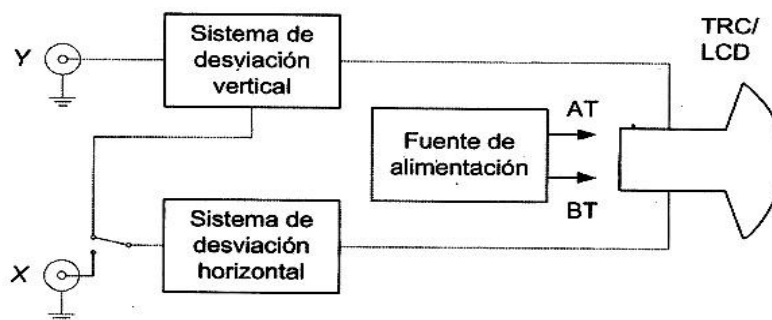


Fig.45.- Bloques principales que conforman un osciloscopio.

### 1.6.2.- Tipos de osciloscopios

Los equipos electrónicos pueden clasificarse en dos categorías analógicos y digitales. El equipo analógico trabaja con voltajes que varían continuamente, mientras que el equipo digital trabaja con números discretos o binarios que representan muestras de voltaje. Los osciloscopios pueden clasificarse de igual forma, pero para muchas aplicaciones dará igual un analógico que un digital sin embargo cada uno de ellos tienen características únicas que le pueden hacer más o menos convenientes para aplicaciones específicas. Los osciloscopios digitales pueden ser además clasificados en osciloscopios de memoria digital (DSO), osciloscopios de fósforo digital (DPO) y osciloscopios de muestreo.

#### 1.6.2.1.- El osciloscopio de rayos catódicos (ORC)

Es un instrumento capaz de registrar los cambios de tensión producidos en circuitos eléctricos/electrónicos y mostrarlos en forma gráfica en la pantalla de un tubo de rayos catódicos. Este instrumento genera en su interior un haz de electrones que se aceleran e impactan sobre la pantalla del mismo produciendo un punto luminoso que puede ser desplazado en forma vertical y horizontal proporcionalmente a la diferencia de potencial aplicada sobre unos electrodos. Si la tensión que produce la desviación vertical es la que se desea observar y provocamos mediante un generador interno un desplazamiento horizontal del punto a velocidad constante, obtendremos sobre la pantalla una representación de la evolución temporal de la señal observada.

Cuando las señales a observar son periódicas es posible representarlas en forma estática en una pantalla mediante el recurso de sobre imprimir los ciclos sucesivos, obteniéndose una imagen de la evolución temporal de la magnitud a lo largo de uno o más ciclos de la forma de onda. El circuito de sincronización (Conocido como circuito de disparo) es el encargado de hacer coincidir entre sí los sucesivos ciclos de la onda sobre la pantalla para obtener una imagen estable.

Como sistema de representación, un osciloscopio analógico es un trazador X-Y donde la ordenada del punto en la pantalla se corresponde con la amplitud de la señal que se representa, y la abscisa es proporcional al intervalo de tiempo transcurrido desde un punto de referencia (modo Y-t), fig. 46, donde la señal  $X(t)$  es una rampa de tensión con pendiente uniforme, que se corresponde también con la amplitud de otra señal que se desea estudiar (modo X-Y). Los movimientos del haz en las direcciones X e Y son independientes uno del otro. El origen de coordenadas se suele situar en el centro de la pantalla, y los

cuadrantes I a IV se designan en sentido anti horario. La intensidad (brillo) del trazo sobre la pantalla se denomina eje Z. En la fig.46, se muestra una señal en un osciloscopio que desvía el haz de electrones en dirección vertical, mientras que el haz horizontal avanza uniformemente hacia la derecha.

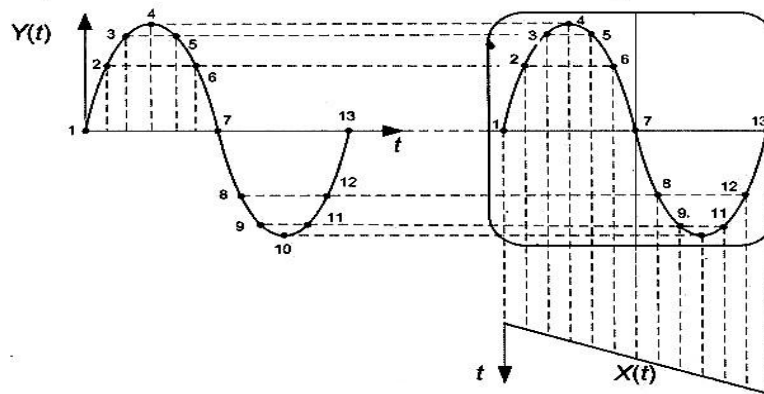


Fig.46.- Avance horizontal uniforme del haz de electrones.

Además de detectar la presencia o ausencia de la señal e inspeccionar ondas con formas complejas, incluidas secuencias de unos y ceros los osciloscopios analógicos permiten realizar las medidas básicas relacionadas con tensiones y tiempos como la amplitud, frecuencia, diferencias de fase, tiempos de subida y bajada, anchura de pulsos etc. En los osciloscopios analógicos el TRC genera electrones que mediante un sistema de enfoque electrostático basado en tensiones continuas forman un haz fino y tras acelerarlos para aumentar, son proyectados sobre la pantalla que esta recubierta interiormente con material fosforescente. El núcleo funcional es el TRC por que convierte la tensión en una imagen.

El sistema de desviación vertical su función en el osciloscopio es reproducir fielmente la señal de entrada, es decir, sin alterar su amplitud ni su frecuencia. En este sistema el haz pasa entre dos placas metálicas dispuestas en el interior del tubo, a las que se aplica la señal y una vez acondicionada (atenuación, amplificación, retardo etc.) Para que desvíe la trayectoria del haz. El amplificador de desviación conectado a las placas produce una tensión diferencial, (es decir simétrica respecto a 0V) a partir de la tensión de entrada que en general esta referida a masa (tensión asimétrica).

La fig. 47 muestra la estructura del sistema de desviación vertical y la fig. 48 muestra el esquema eléctrico del selector de entrada. En la posición DC se conecta

directamente la señal de entrada al atenuador. En la posición AC se bloquea el paso a la corriente continua y se atenúan las frecuencias inferiores a unos 10Hz de modo que se pueden medir señales alternas de no muy baja frecuencia superpuestas a niveles de tensión continua altos. Por ejemplo transitorios en señales TTL o rizado en fuentes de alimentación, también aumenta la resolución para señales alternas, a un que señales de muy baja frecuencia pueden quedar inadvertidamente atenuadas. La posición GND es la de referencia. La señal de entrada queda desconectada (No se cortocircuita) y se conecta la entrada del osciloscopio a masa (0V). El atenuador determina la amplitud de la señal presente en la entrada del amplificador vertical para que al medir tensiones no aparezcan efectos de carga variables con la frecuencia, el atenuador debe tener una impedancia constante a todas las frecuencias; es decir, debe ser un atenuador compensado.



Fig.47.- Estructura del sistema de desviación vertical.

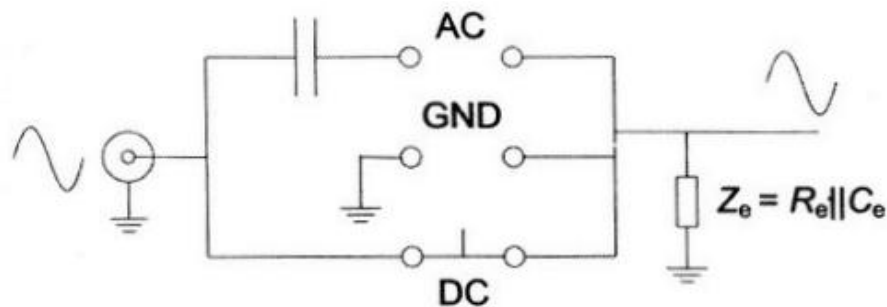


Fig.48.- Selector de entrada vertical.

El sistema de desviación horizontal tiene como función desplazar a velocidad uniforme el punto luminoso de izquierda a derecha de la pantalla, representando el eje de tiempos, o bien representar fielmente una señal de entrada (modo X-Y, figuras de Lissajous) durante el retorno de la señal de barrido a la posición de la izquierda de la pantalla mientras no hay barrido (Esperando el disparo) y durante la conmutación de un canal a otro. Fig.49. Esta constituido por otras dos placas en el interior del tubo, a las que se aplica o bien la señal X o bien una tensión de rampa (tensión de barrido), obtenida internamente y relacionada temporalmente con la señal Y. El conjunto del generador de barrido y el circuito de disparo constituye la base de tiempos del osciloscopio. Este sistema consta de los siguientes circuitos:

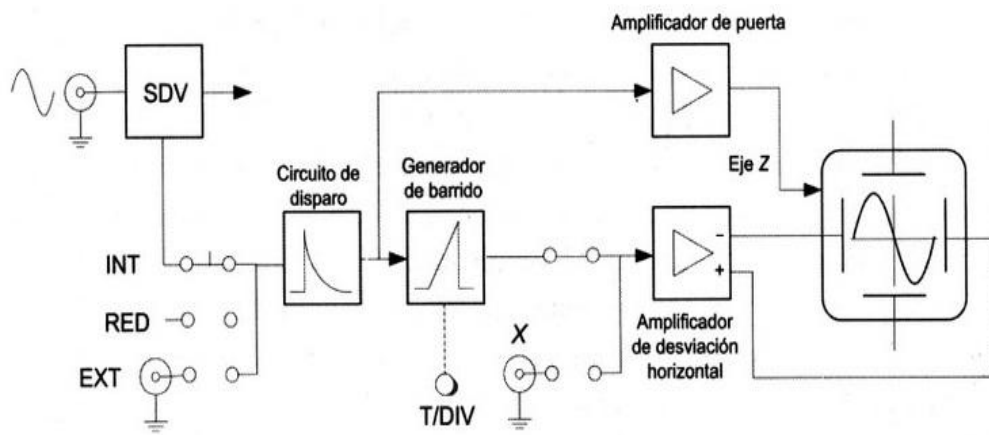


Fig.49.- Estructura del sistema de desviación Horizontal.

Circuito de disparo (trigger) hace que el barrido se inicie siempre en el mismo punto de modo que si la señal de entrada es repetitiva se obtiene una representación persistente a base de la superposición de fragmentos iguales de la señal de entrada. La luminosidad depende del tiempo de incidencia del haz en cada punto de la pantalla, y este depende a su vez de la relación entre la frecuencia o periodo de la señal y la duración del barrido. Si no hubiese circuito de disparo, solo se obtendría una imagen estable cuando la duración de la rampa mas el tiempo de

bloqueo de disparo fuera un múltiplo del periodo de la señal que se esta presentando. Esto seria una limitación por que puede suceder que una señal no sea periódica o bien que la parte que se quiera observar sea muy breve en comparación con el periodo. La fig. 50 muestra una señal con y sin barrido sincronizado. Cuando no hay sincronismo, la señal se desplaza por la pantalla sin que se consiga obtener una imagen fija, y su brillo es menos intenso por que en cada barrido se produce el trazo en una zona distinta, de manera que el haz permanece menos tiempo en cada punto. La fuente de disparo puede ser una señal externa o interna, con el disparo externo la señal que controla la base de tiempos se aplica externamente y el disparo se hace independientemente de todos los controles verticales. Su umbral se indica directamente en niveles de tensión. En el disparo interno, la señal que controla la base de tiempos se produce en un circuito interno sobre el que actúa la magnitud observada. Dicha señal se deriva de uno de los canales verticales y viene afectada por el selector de entrada y por el atenuador vertical el umbral de disparo se indica por el número de divisiones (verticales) que debe ocupar la señal en la pantalla para poder disparar.

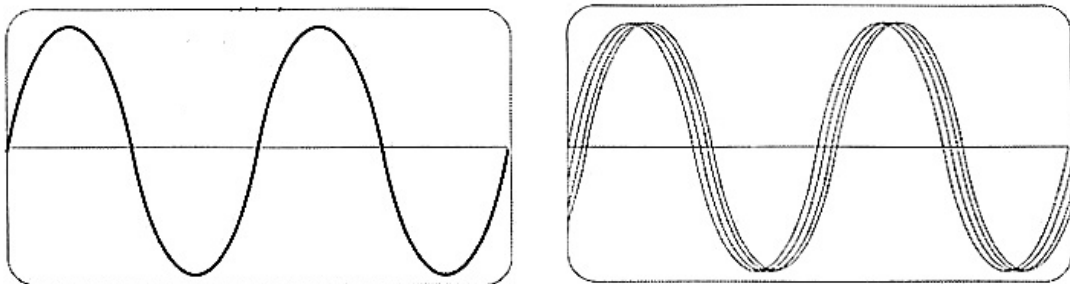


Fig.50.- Presentación de la señal con y sin sincronismo de disparo.

Generador de barrido produce una señal con forma de diente de sierra con una rampa de tensión que provoca el desplazamiento del haz de izquierda a derecha y una caída brusca que provoca el retorno rápido del haz de derecha a izquierda (Flyback). La relación entre el tiempo necesario para que el punto luminoso se desplace una cierta distancia y esta distancia, se denomina coeficiente de barrido y su

valor inverso es la velocidad de barrido (sweep rate). El generador de barrido suele basarse en el integrador Miller, que es un circuito donde se carga un condensador con corriente constante convirtiendo así un escalón de entrada (Procedente del circuito de disparo) en una señal con forma de diente de sierra. La constante de tiempo del circuito viene dada por una resistencia y un condensador. Este se conmuta para establecer las distintas velocidades de barrido calibradas (control TIME/DIV o T/DIV en el panel frontal), mientras que la resistencia se usa para un ajuste fino del tiempo de barrido entre pasos calibrados, normalmente reduciendo su velocidad.

Amplificador horizontal obtiene dos tensiones de diente de sierra a partir de la anterior, una hacia arriba y otra hacia abajo. La primera se aplica a la placa de desviación horizontal de la derecha y la segunda a la de la izquierda de esta forma el haz se mueve de izquierda a derecha de la pantalla con velocidad uniforme. Dado que solo debe procesar señales en forma de diente de sierra, con amplitud alta constante y frecuencia relativamente baja, las exigencias de ganancia y ancho de banda son menores que para el amplificador de desviación vertical. Sin embargo si se desea hacer medidas en el modo X-Y, todo el canal X debe tener las mismas características que el canal Y. Una variación en la ganancia de este amplificador permite expandir la señal en dirección horizontal (magnifier, multiplier). Este aumento de resolución en el eje de tiempos, sin necesidad de cambiar nada más, se obtiene sin cambiar el punto de disparo, como sucedería si se accionara el conmutador de la base de tiempos (T/DIV). Permite además visualizar fragmentos de toda una señal visualizada.

Otro control que incide en esta etapa de amplificación es el de posición horizontal (X-POS, POSITION). Su acción se basa en sumar un nivel de tensión continua a la señal de la base de tiempos, de forma que su ajuste permite variar la posición del punto sobre la pantalla, en dirección horizontal. Este control está situado antes de la etapa donde se varía la ganancia citada anteriormente.

Amplificador de puerta (o de eje Z) suministra una tensión mientras dura el barrido horizontal, y da una tensión nula en los demás casos. De este modo se suprime el haz cuando vuelve hacia la izquierda una vez acabado el barrido, y mientras se espera el disparo.

El tubo de rayos catódicos (TRC) Es un tubo de vidrio donde se crea un vacío. Consta de un sistema de generación de electrones, lentes electrostáticas para enfocar el haz, placas para desviación del haz, un sistema de post-aceleración y una pantalla con



retículas. Las conexiones se realizan normalmente en la base del tubo, cuando hay post-aceleración se realizan en el cuello para reducir las capacidades parasitas, que limitan los cambios de tensión rápidos. Fig.51.

El TRC limita el campo de frecuencias que se pueden representar. A muy baja frecuencia, la señal se muestra como un punto muy brillante que se desplaza lentamente, de tal modo que cuando llega a la derecha de la pantalla ya no queda rastro de la forma de la señal en la izquierda. A muy alta frecuencia el brillo, es muy tenue por que el tiempo que el haz permanece en cada punto de la pantalla es muy breve.

La generación de electrones en un TRC consta de un cátodo, una rejilla y un ánodo. El cátodo es termiónico y emite electrones al ser calentado indirectamente por un filamento (de ahí el nombre de tubo de rayos catódicos). El emisor consiste en un revestimiento de óxidos de bario y estroncio en la punta de un cilindro de níquel.

La rejilla es un cilindro de níquel (cilindro Wehnel) que rodea totalmente al cátodo, con una pequeña abertura en la zona del eje del tubo, es mas negativa que el cátodo y su tensión controla el ritmo de emisión de electrones; cuanto mas negativa sea, menos electrones emergen por la abertura, y determina así la intensidad del haz.

El ánodo esta a una tensión de varios miles de volts sobre la del cátodo, de modo que acelera los electrones y recoge los que emergen de la rejilla, además posee una pequeña abertura alineada con la de la rejilla, de tal forma que de el emerge un haz de electrones fino.

La intensidad (corriente) del haz puede controlarse ajustando el potencial de la rejilla. Se habla entonces de borrado por rejilla. El amplificador del eje Z controla el potencial de la rejilla respecto al del ánodo.

Enfoque el objetivo de este sistema es que el haz cree en la pantalla un punto luminoso lo mas pequeño posible. El enfoque es necesario por que el haz emitido por el cátodo es divergente ya que, por una parte, los electrones que lo forman se repelen entre si y por otra no hay un único punto de emisión sino toda una superficie, aunque las aberturas de la rejilla y el ánodo reducen su sección efectiva.

El punto de enfoque y la forma del punto sobre la pantalla se puede variar ajustando las tensiones relativas de unos electrodos respecto a otros. El tamaño del punto sobre la pantalla se determina con el control de FOCO, dispuesto en el panel frontal, mientras que para que el punto sea redondo tanto en el centro como en los bordes de la pantalla, hay que actuar sobre el control de ASTIGMATISMO el cual no

siempre es accesible desde el exterior. Estos dos mandos suelen ser independientes pero no afectan el control de intensidad del haz.

Para ajustar los ejes X e Y suelen emplearse siempre bobinas externas cuya acción se regula variando la corriente a su través. Para situar el eje X horizontalmente hay que ajustar el control de ALINEACION, mientras que la perpendicularidad X-Y se regula con el control de ortogonalidad. Estos dos controles suelen ser internos y su uso es poco frecuente, pueden hacer falta por ejemplo al trabajar cerca de un campo magnético intenso.

Para que el haz de electrones incida en el punto adecuado de la pantalla de acuerdo con la señal que se desea representar se emplea un sistema de desviación electrostático basado en unas placas metálicas dispuestas en el interior del tubo. Hay dos placas para la desviación horizontal y dos para la vertical.

La desviación respecto al centro de la pantalla es directamente proporcional a la tensión de desviación y por tanto el TRC es un dispositivo lineal de representación de tensiones. El coeficiente de desviación es el cociente entre la tensión diferencial y la desviación producida por esta tensión y permite comparar distintos tubos. El coeficiente de desviación se reduce al aumentar la longitud del tubo y al reducir la tensión de aceleración, para esta debe ser suficientemente alta para tener un brillo adecuado incluso a alta frecuencia.

Para tener un área de barrido grande se utilizan placas de desviación inclinadas en vez de placas paralelas, ya que estas interceptan el haz incluso cuando son de longitud corta. Para evitar distorsiones por efectos de bordes se disponen apantallamientos entre las placas y una pintura conductora dentro del cilindro del cañón a demás hay otras placas que apantallan a las de desviación, de modo que se reduce la posible distorsión del haz.

La post-aceleración permite tener un brillo adecuado a frecuencias de desviación altas, el haz de electrones debe tener alta energía. Pero al sistema de desviación le costaría desviar un haz tan duro. Para solucionarlo se acelera el haz emergente de las placas de desviación, aplicando una tensión positiva (hasta 20KV) a la pantalla, respecto al ánodo. Este proceso se denomina post-aceleración o aceleración de post-desviación.

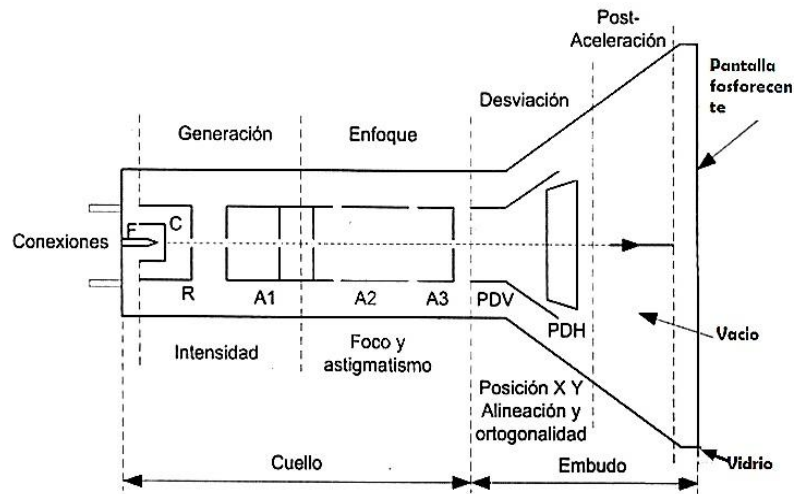


Fig.51.-Tubo de rayos catódicos.

Pantalla y retículas la pantalla esta recubierta internamente de fosforo, que es una sustancia que convierte la energía de los electrones en luz. En el punto donde incide el haz se emite luz en todas las direcciones, incluso durante un tiempo después de que dejen de incidir los electrones

La elección del tipo de fosforo se hace valorando la persistencia, color, resistencia al quemado, luminancia y velocidad de escritura permitida. En los osciloscopios analógicos, el más favorable es el denominado P31 que emite luz verde.

La retícula son un conjunto de marcas horizontales y verticales que facilitan el análisis de la señal mediante la calibración de la desviación del haz. Suele haber 10 divisiones horizontales y 8 verticales principales, con iguales dimensiones normalmente 8mm x 8mm o 10mm x 10mm y cinco divisiones secundarias para cada división principal. La resolución es de  $\pm 1/25$  de la dimensión de una división principal y depende de la agudeza visual del observador. Fig.52.

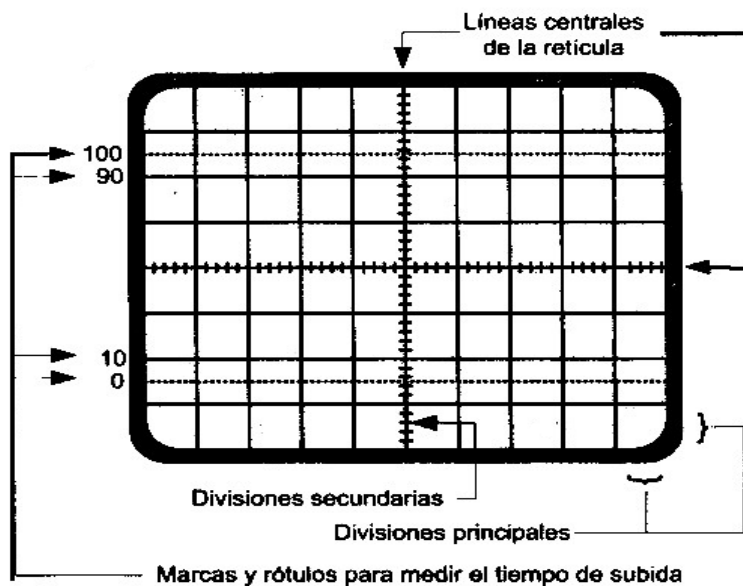


Fig.52.- Retícula de un osciloscopio analógico.

La retícula puede ser externa al tubo o interna en cuyo caso el fosforo y la retícula se depositan en el mismo plano y no hay efecto de paralaje. Para evitar el deslumbramiento, y como medida de seguridad, delante del panel anterior del tubo se dispone una placa frontal de vidrio o plástico transparente.

#### 1.6.2.2.- Los osciloscopios digitales

Estos osciloscopios toman muestras de la señal que se desea estudiar, cuantifican su valor y almacenan el resultado numérico en una memoria digital hasta tener un número de puntos suficientes para representar la señal de una forma coherente. Entonces convierten cada número en una tensión analógica que se representa como la ordenada de un punto en la pantalla retícula normalmente de cristal liquido LCD en blanco y negro o de color. El numero binario compuesto por las coordenadas de un punto en la pantalla y el brillo del punto luminoso se denomina pixel. La abscisa de cada punto de la pantalla esta relacionada con el instante relativo en que se tomó la muestra respecto a un punto de referencia . La representación no es en tiempo real, los puntos no se ubican en la pantalla mediante escritura directa como en los osciloscopios analógicos, si no mediante exploración por tramas como en los televisores; el haz barre horizontalmente línea a

línea y de arriba abajo, la superficie de la pantalla y su intensidad se realiza en puntos específicos. Fig.53.

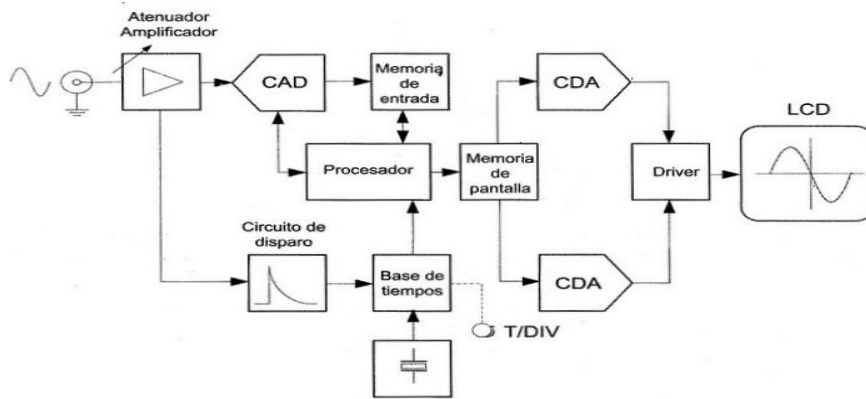


Fig.53-Diagrama de bloques de un osciloscopio digital.

A pesar de que se proporcionan memorias distintas al muestreo y a la presentación, y que se dedican procesadores distintos a la adquisición el control y las comunicaciones, el tiempo necesario para procesar las muestras y obtener los píxeles limita la velocidad de actualización de la representación en la pantalla a unas 100 veces por segundo. Esta velocidad es muy lenta comparada con la observada en los osciloscopios analógicos que puede ser de 500 veces por segundo.

Captura y disparo: En un osciloscopio digital, el sistema horizontal se encarga de obtener las muestras de la señal y de representar ordenadamente los puntos en la pantalla. Cuanto más rápida sea la velocidad de muestreo, mayor será la resolución en la forma de la señal visualizada y menor la probabilidad de perder detalles o transitorios esporádicos. Si se toman demasiadas muestras, la memoria de adquisición puede quedar desbordada por esta razón, la frecuencia de muestreo (que se suele dar en muestras por segundo) que da establecida internamente en función de la duración del barrido (control T/DIV).

Cuanto mas espacio de memoria se tenga mayor es la frecuencia de muestreo posible para una posición de la base de tiempos y mas largos son los eventos que se pueden registrar. Dado que la frecuencia de muestreo esta limitada se corre el riesgo de que cuando la señal de entrada sea rápida, el número de muestras capturadas sea demasiado pequeño para poder reproducir fielmente su forma. El criterio de Nyquist dice que para reconstruir una señal muestreada, la frecuencia de muestreo debe ser de al menos del doble del ancho de banda de la señal, en caso contrario aparecen frecuencias falsas (Alias), fig. 54, que son la diferencia entre la frecuencia presente en la señal y la frecuencia de muestreo. Para evitar el alias, los osciloscopios digitales de alta frecuencia ofrecen la opción de reducir el ancho de banda de los canales verticales a 20 MHz.

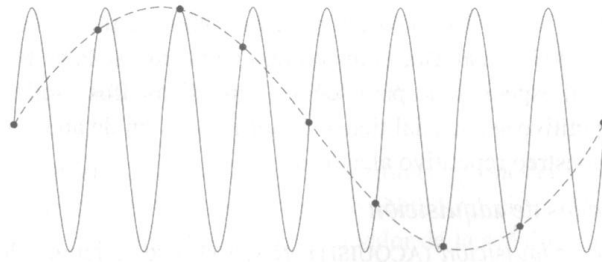


Fig.54.-Señal falsa por no cumplir el criterio de Nyquist.

La fidelidad de la reconstrucción depende del método de interpolación empleado para conectar las muestras tomadas. El criterio anterior se refiere a una interpolación ideal. Con interpolación lineal, es decir uniendo los puntos (Muestras) con segmentos rectilíneos, la frecuencia de muestreo debe ser de al menos 10 veces el ancho de banda de la señal, fig. 55. Si se aplica interpolación lineal a una señal se toma un numero de muestras superior el criterio de Nyquist. Interpolando con una función  $(\sin x)/x$ , basta muestrear a una frecuencia 2.5 veces mayor que el ancho de banda. De hecho,  $(\sin x)/x$  es el interpolador ideal, pero su realización física es imperfecta, y de ahí el factor 2.5 en vez de 2. La

interpolación lineal se emplea para señales cuadradas y pulsos, mientras que la interpolación con  $(\text{sen } x)/x$  se emplea para sinusoides.

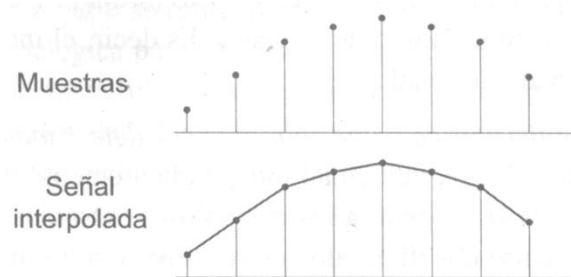


Fig.55.-interpolacion lineal a un conjunto de muestras.

El muestreo en tiempo equivalente permite reconstruir señales cuya frecuencia sea superior a la mitad de la frecuencia de muestreo, siempre y cuando sean repetitivas. El ancho de banda puede venir limitado por el canal vertical por esta razón en los osciloscopios de muestreo repetitivo secuencial, las muestras se toman antes del amplificador. Tanto en estos osciloscopios como en los que utilizan muestreo repetitivo aleatorio, el ancho de banda para señales transitorias es muy inferior al especificado para señales repetitivas, Los osciloscopios con muestreo repetitivo secuencial tienen mejor resolución de amplitud y tiempo que los de muestreo repetitivo aleatorio.

Modos de adquisición de la señal: se refieren a los distintos métodos disponibles para obtener un punto en la memoria de registro a partir de las muestras tomadas de la señal de entrada. Dado que las velocidades de muestreo y conversión en los convertidores A/D actuales permiten obtener mas puntos de los que caben en la pantalla, cada punto registrado puede ser el resultado de combinar muchas muestras sucesivas de la señal, y se registran muchos mas puntos que pixeles.

Este caso hay que distinguir entre el intervalo de tiempo entre muestras, denominado intervalo de muestreo, y el tiempo entre los puntos registrados, denominado intervalo de señal que es el asociado al control de la base de tiempos (T/DIV). La duración del registro es el cociente entre su longitud (profundidad de memoria) y la frecuencia de muestreo.

Muestreo directo: En este modo de adquisición cada muestra capturada se convierte en un punto del registro, es decir el intervalo de muestreo es igual al intervalo de señal.

Adquisición de valor de pico: El osciloscopio muestrea con la máxima velocidad, independiente de la posición de la base de tiempos, guarda los dos valores externos de todas las muestras capturadas entre dos intervalos de registro, y presenta estos dos puntos. Si se emplea este modo en una posición muy lenta de la base de tiempos y con un fragmento de señal largo, es posible ver transitorios muy breves incluso si están distanciados.

En la adquisición con alta resolución, se promedia matemáticamente el valor de las muestras tomadas en un intervalo de registro, y se presenta el resultado. De esta forma se elimina el ruido y aumenta la resolución para señales lentas.

Adquisición envolvente. En esta se procede de forma similar a la adquisición de pico, pero combinando los puntos máximo y mínimo de distintas adquisiciones para ver como evolucionan a lo largo del tiempo.

En la adquisición del valor promedio solo se guarda una muestra en cada intervalo de registro como en el muestreo directo pero en lugar de presentar directamente el valor de la señal formada interpolando estas muestras, se presenta el valor medido de varias señales adquiridas consecutivamente. Así se reduce el ruido sin disminuir el ancho de banda como sucede al adquirir con alta resolución pero ahora la señal debe ser repetitiva.

Modos de disparo se refieren a los diversos criterios que se pueden definir en la señal analógica para situar una referencia temporal en el registro que se va a presentar. La verificación de estos criterios se realiza con circuitos analógicos de alta velocidad. La posición horizontal del disparo corresponde a la ubicación de aquella referencia en la señal registrada. Así se pueden visualizar tanto los puntos anteriores como los posteriores al punto de disparo. Normalmente a partir del punto de disparo se cuenta hacia atrás para elegir los puntos del registro que se presentaran como pixeles. Si se reduce la velocidad del contador, se tiene una expansión o zoom digital de la señal presentada. Los osciloscopios con muestreo repetitivo secuencial no permiten ver los puntos previos al del disparo.

La fuente de disparo interno, externo o red y el selector de acoplamiento funcionan de la misma forma que en osciloscopios analógicos. El modo automático es igual pero en modo normal si no se produce la condición de disparo, se mantiene la última señal presentada.

El criterio mas simple es de de disparo por flanco. Algunos criterios más complejos son: disparo por velocidad de transición, disparo cuando se detecta un transitorio definido por una duración y una amplitud, disparo cuando un pulso tiene una anchura determinada, disparo por fuera de tiempo etc.



### 1.6.2.3.- Osciloscopios de dos entradas

Los términos de doble traza y doble haz se utilizan para osciloscopios que tienen dos entradas visualizándose dos trazos en la pantalla. El término canal se utiliza para cada entrada y estos osciloscopios se conocen como de dos canales, de cuatro y ocho. Los osciloscopios de doble haz tienen dos cañones de electrones independientes y por tanto dos haces de electrones. Cada haz tiene sus propias placas de deflexión (Y) y pueden tener un juego común de placas de deflexión (X) de esta manera una base de tiempos común, o unas placas de deflexión (X) individuales y así bases de tiempos independientes. La versión más barata y más comúnmente utilizada es la del instrumento de doble traza que utiliza un solo cañón de electrones e intercambia las placas de deflexión (Y) desde una señal de entrada a la otra cada vez que la base de tiempos se dispara. Por tanto la visualización se alterna entre canales. Este modo se conoce como modo alternado. Sin embargo tiene la desventaja de que los dos eventos indicados por las dos trazas no ocurren exactamente en el mismo tiempo. Si los dos eventos son cíclicos esto no representa ningún problema. Otra alternativa es muestrear las dos entradas más frecuentemente, saltando de un canal a otro a una frecuencia elevada. Esto se conoce como modo troceado. La frecuencia con la que las placas de deflexión cambian de una señal a otra es típicamente de alrededor de 150KHz. Fig.56.

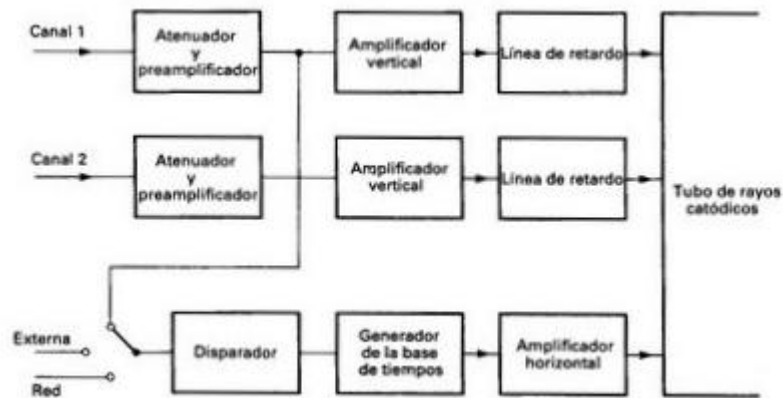


Fig.56.- Diagrama de bloques de un osciloscopio de doble haz.

#### 1.6.2.4.- El osciloscopio de muestreo

Este instrumento no trabaja con la señal de entrada en tiempo real, pero toma muestras de las señales de entrada en diferentes partes de su forma de onda en ciclos sucesivos, y entonces, junta estas partes para formar una representación de la forma de onda completa. Esta técnica permite tratar señales de alta velocidad y dar un gran ancho de banda, hasta alrededor de 20GHz. Hay la desventaja que la forma de onda debe ser repetitiva.

La fig. 57, muestra un diagrama de bloques de un osciloscopio de muestreo. La señal de entrada se aplica al disparador, se retarda, y a continuación se muestrea mediante la puerta de muestreo. Entonces se almacena la muestra en una memoria capacitiva que alimenta a las placas verticales del tubo de rayos catódicos, produciéndose en la pantalla un punto correspondiente al valor muestreado de la entrada. En el siguiente ciclo de la señal de entrada, se produce un impulso de disparo en el mismo punto de la forma de onda de entrada, pero la muestra tomada se retarda cierto intervalo de tiempo. Por tanto la siguiente muestra se toma de un punto ligeramente diferente de la forma de onda. El resultado es otro punto en la pantalla correspondiente al segundo punto muestreado. Esta secuencia se repite incrementando cada vez los tiempos de retardo de la señal de disparo y, de esta manera se reconstruye, la forma de onda en la pantalla.

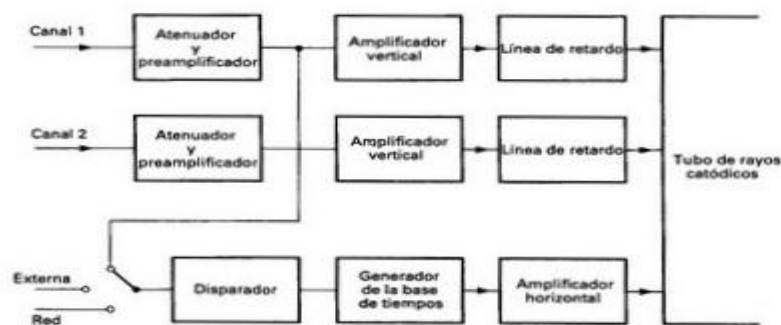


Fig.57.- Diagrama de bloques de un osciloscopio de muestreo.

La fig. 58, ilustra como cambia la forma de onda con el tiempo. El tiempo de muestreo viene determinado por el circuito de disparo que produce los impulsos a intervalos regulares y cada uno de estos impulsos inicia una tensión en rampa que alimenta al comparador y se compara con una señal escalón que se incrementa de forma fija. Cuando el comparador determina que las dos señales son iguales, activa la puerta de muestreo y se toma la muestra. Al mismo tiempo el comparador utiliza el control Z del tubo de rayos catódicos para hacer brillar la pantalla durante un corto intervalo de tiempo. La altura de la tensión de escalón en ese tiempo también determina la posición horizontal en la pantalla.

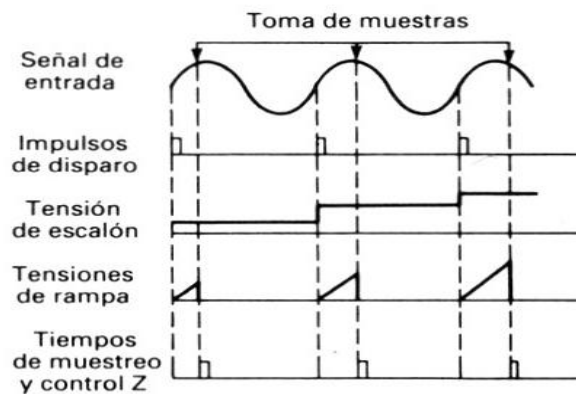


Fig.58.- Formas de onda en un osciloscopio de muestreo.

#### 1.6.2.5.- Los osciloscopios de memoria o de almacenamiento

Con los osciloscopios de memoria o de almacenamiento, la traza producida por las placas de deflexión (Y) permanece en la pantalla después de que la señal de entrada haya cesado, siendo suprimida solamente mediante una acción deliberada de borrado. Hay dos tipos de tubo analógico de almacenamiento, el de almacenamiento biestable y el de persistencia variable. El tubo biestables es más lento que el tubo de persistencia variable; sin embargo es capaz de realizar almacenamientos durante mucho más tiempo. Los tubos de persistencia variable tienen un tiempo de almacenamiento que se puede variar desde unos pocos milisegundos a varias horas; los tubos biestables pueden almacenar formas de onda durante muchas horas.

La fig. 59, muestra la composición básica del tubo de almacenamiento biestable. El tubo tiene tres cañones de electrones; dos de ellos llamados cañones proyectores o de iluminación están todo el tiempo y permanentemente iluminando el área de visualización con electrones de baja velocidad. El área de visualización consiste en una hoja dieléctrica con partículas de fósforo, superpuesta a una capa conductora. Cuando los electrones de baja velocidad inciden sobre las partículas de fósforo, las cargan. Por tanto, quedarán cargadas negativamente y comenzaran a repeler a otros electrones. Así se alcanza un valor de carga estable y no incidirán otros electrones. El fósforo esta en un estado no luminiscente y permanece en esa condición. El cañón de electrones de escritura emite electrones de alta velocidad, cuando esta conectado, los electrones tienen suficiente velocidad para superar la carga negativa de las partículas de fósforo proporcionada por los cañones proyectores. La velocidad es suficientemente alta para que el choque extraiga otros electrones de las partículas de fósforo. Estos electrones se acumulan en la capa conductora que esta detrás de la hoja recubierta de fósforo. El resultado de los electrones arrancados de las partículas de fósforo es que estas quedan cargadas positivamente. Esta carga permanece incluso cuando el cañón de escritura deje de emitir electrones. Esto es debido a que las partículas de fósforo están siendo bombardeadas por los electrones proyectados que se aceleran hacia ellas debido a la carga positiva. La aceleración es suficiente para conseguir una emisión secundaria por lo tanto el fósforo esta en un estado luminiscente y permanece en esta condición.

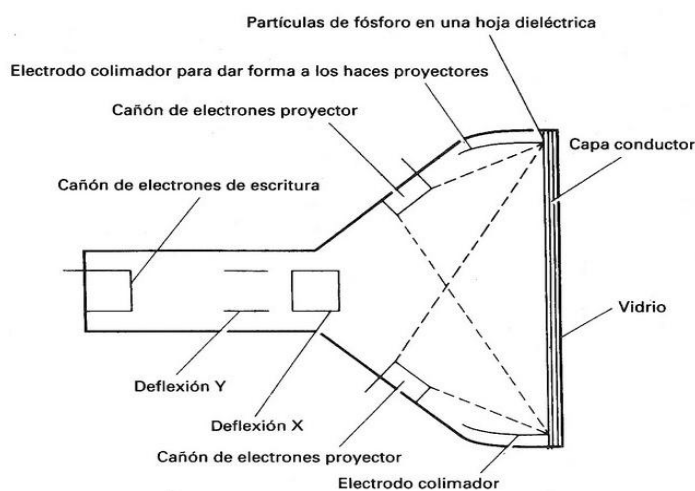


Fig.59.-Tubo de memoria biestable.

La fig. 60, muestra la configuración básica de un tubo de persistencia variable. La malla de memoria o almacenamiento consiste en una fina capa de material tal como el fluoruro de magnesio depositado en una malla. Cuando los electrones golpean esta malla, los lugares donde golpean se cargan positivamente como resultado de una emisión secundaria. Este estado de cargas se mantiene por la acción de los cañones proyectores. Los electrones de los cañones proyectores también pasan a través de los lugares cargados positivamente de la malla y hacen que el fosforo se haga luminoso, visualizándose así la forma de onda original. Para borrar la imagen, la pantalla de almacenamiento se eleva momentáneamente al potencial de la malla colectora.

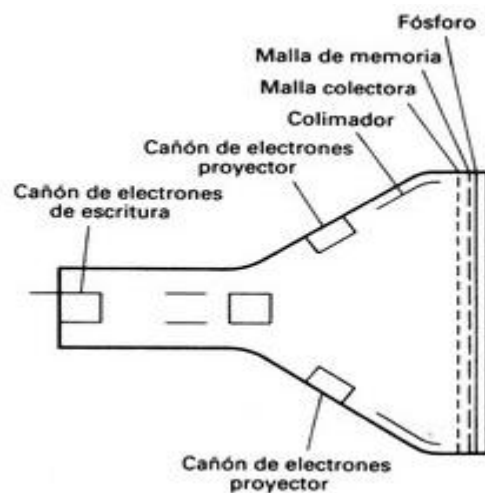


Fig.60.- Tubo de memoria de persistencia variable.

#### 1.6.2.6.- El osciloscopio digital de fosforo

Estos instrumentos permiten visualizar, analizar y almacenar señales complejas en tiempo real mejor que un osciloscopio analógico y mejor que un digital el osciloscopio de fosforo digital resuelve los problemas presentados por las mas rápidas y complejas señales. Visualiza los pequeños matices de estas incluyendo la

información de frecuencia de repetición, además del almacenamiento de ondas, análisis de señales en profundidad y una extensa gama de medidas automáticas. Los osciloscopios de fosforo digital muestran la información de la señal en tres dimensiones amplitud, tiempo y distribución de la amplitud a lo largo del tiempo. La ventaja de esta tercera dimensión es que permite la interpretación de la dinámica de la señal incluyendo cambios instantáneos de ella. También están protegidos frente a la distorsión de señales falsas (aliasing).

El modulo de disparo avanzado permite el disparo lógico y el de pulsos. El disparo lógico incluye patrones estados y flanco retardado, mientras que el de pulsos permite disparo por anchura, pulsos de baja amplitud y por velocidad de subida. Tiene funciones especiales diseñadas para recrear el grado de intensidad de un tubo de rayos catódicos. En vez de utilizar fosforo químico como en un analógico este osciloscopio tiene fosforo digital que es una base de datos actualizada constantemente. Esta base de datos tiene una celda separada de información para cada uno de los pixeles que tienen la pantalla. Cada vez que una forma de onda es capturada esta es almacenada en las celdas de base de datos a cada celda que almacena información de la forma de onda luego se le inserta la información de la intensidad y por ultimo toda la información es mostrada en la pantalla

El osciloscopio de fosforo digital ofrece un nuevo concepto de arquitectura de osciloscopio. Esta arquitectura permite al osciloscopio alcanzar capacidades de adquisición y presentación sin igual para reconstruir una señal con precisión. El osciloscopio de fosforo digital explora los datos digitalizados de la forma de onda sobre una base de datos de fosforo digital. Cada 1/30 de segundo tan rápido como la propia percepción del, ojo humano. Se envía al sistema de presentación una instantánea de la imagen de la señal que esta almacenada en esta base de datos. Esta exploración directa de los datos de la forma de onda y su copia directa en la memoria de presentación desde la base de datos, elimina el cuello de botella del procesado de datos inherente a otras arquitecturas. El resultado es una mejora del tiempo de actividad del osciloscopio y una viva actualización de la presentación, los eventos intermitentes y las características dinámicas de la señal, se capturan en tiempo real. El microprocesador del osciloscopio de fosforo digital trabaja en paralelo con este sistema de adquisición integrado para la gestión de adquisición, la automatización de las medidas, y el control del instrumento, para que ello no afecte a la velocidad de adquisición del osciloscopio.

### 1.6.3.- Arquitectura de procesamiento en serie

Como en un osciloscopio analógico la primera etapa de un osciloscopio digital es un amplificador vertical. Los controles verticales permiten ajustar la amplitud y el rango de posición en esta etapa. Seguidamente el convertidor analógico digital del sistema horizontal que muestrea la señal en puntos aislados en el tiempo y convierte el voltaje de la señal presente en estos puntos en valores digitales denominados puntos de muestreo. Este proceso se conoce como digitalización de una señal el reloj de muestreo del sistema horizontal determina con que frecuencia el convertidor analógico digital recoge muestras. Esta velocidad se llama velocidad de muestreo y se expresa en muestras por segundo. Las muestras del convertidor son almacenadas en la memoria de adquisición como puntos de la forma de onda, varias muestras pueden conformar un punto de la forma de onda. Todos los puntos de la forma de onda en conjunto conforman el registro de la forma de onda. El número de puntos de la forma de onda utilizados para crear un registro se denomina longitud de registro. El disparo del sistema determina los puntos de comienzo y parada del registro. Fig.61.

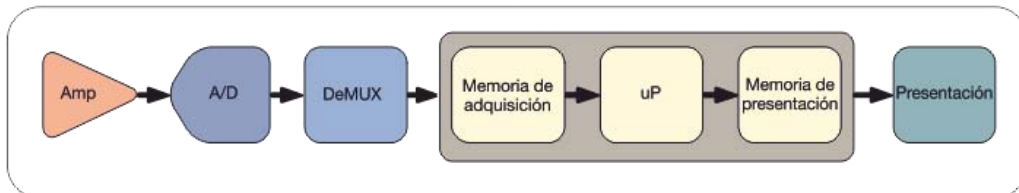


Fig.61.-Esquema de la arquitectura de procesamiento en serie.

La ruta de la señal del osciloscopio incluye un microprocesador a través del cual pasa la señal medida en su camino hacia la pantalla. Este microprocesador procesa la señal, coordina las actividades de presentación, gestiona los controles el panel frontal etc. La señal pasa entonces a través de la memoria de presentación, y aparece en la pantalla del osciloscopio.

#### 1.6.4.- Arquitectura de procesado en paralelo

En la arquitectura en paralelo primero se digitaliza la señal, a continuación se efectúa un barrido dinámico por las líneas de la onda y lo guarda en la base de datos tridimensional denominada fosforo digital, enviando la información periódicamente al sistema de visualización al mismo tiempo: El microprocesador realiza mediciones automáticas y funciones matemáticas. Este modo de procesamiento integra el sistema de visualización y el sistema de adquisición de señales. Este proceso permite al osciloscopio conseguir una excepcional velocidad de captura que permite visualizar en pantalla la actividad de la señal en tiempo real.Fig.62.

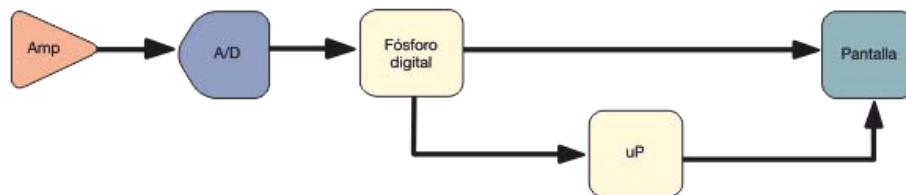


Fig.62.-Esquema de la arquitectura en paralelo.



## CAPITULO 2.- DESCRIPCION DEL OSCILOSCOPIO TBS 1152

### 2.1.- Controles y botones

Los botones de opción se denominan también botones de pantalla, botones del menú lateral, botones del bisel o teclas programables.

Es posible que se deba pulsar varias veces un botón de opción para seleccionar la opción deseada.

El botón delimitador (–) separa una serie de pulsaciones de botón. Por ejemplo: Utilidades – Opciones – Establ. Fecha y hora significa que se debe pulsar el botón de utilidades del panel frontal, a continuación el botón de Opciones y, por ultimo, el botón de Establ. Fecha y hora.

Los controles verticales de la pantalla para cada uno de los dos canales (1) y (2) aparecen en la fig. 63.

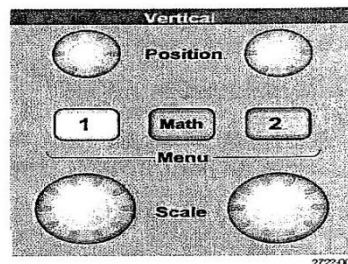


Fig.63.-Panel de botones y controles verticales.

Los botones de posición, sitúan verticalmente a la señal para que el usuario pueda medir su amplitud.

Las funciones del menú permiten seleccionar la activación o desactivación de cada canal y con el botón Math se activan los dos canales.

Los botones seleccionan rangos de escala para la amplitud de la señal que se va a medir.

Los controles horizontales de la pantalla para los dos canales aparecen en la fig. 64.

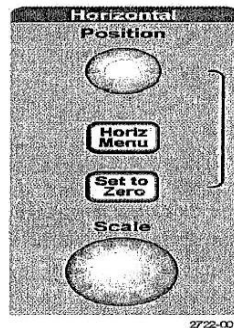


Fig.64.- Panel de controles y botones horizontales.

El control Posición ajusta la posición horizontal de la señal que se desea medir desplegándola horizontalmente para seleccionar su inicio u origen.

El botón Hertz Menú muestra el menú de las opciones horizontales.

El botón Set to Zero establece la posición horizontal en cero.

El control Scale selecciona el ajuste tiempo/división horizontal o el rango de escala de la base de tiempos para el periodo de la señal que se va a medir.

Los controles de Trigger permiten seleccionar diferentes maneras de disparar o activar al osciloscopio para que pueda medir una señal y se muestra en la fig. 65.

El control Level permite un disparo por flanco o por pulso y establece el nivel de amplitud que se debe cruzar con la señal para adquirir una forma de onda.

El botón Trig menu muestra el menú para las opciones de disparo.

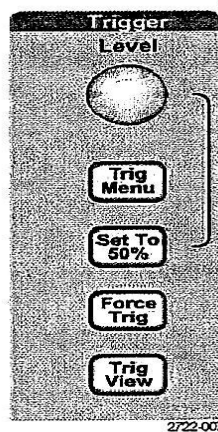


Fig.65.- Panel de controles y botones de disparo.

Con el botón Set to 50% el nivel de disparo se establece en el punto medio vertical entre los picos de la señal de disparo.

El botón forcé trig completa una adquisición con independencia de una señal de disparo adecuada. Este botón no tiene efectos si la adquisición de la señal se ha detenido.

El botón Trig View muestra la forma de onda de disparo en lugar de la forma de onda de canal mientras se mantiene pulsado el botón ver señal disparo. Este botón permite ver la forma en que los valores de disparo afectan a la señal de disparo, como un acoplamiento de disparo.

Los botones de cursores permiten seleccionar a través del cursor 1 o 2 la manera de recibir información de ayuda, el tiempo que debe transcurrir antes de recibir otra señal, etcétera y se muestra en la tabla 2.

Control	Función del mando	Descripción
Cursores	Cursor 1 o Cursor 2	Sitúa el cursor seleccionado.
Ayuda	Desplazamiento	Selecciona entradas en el índice; Selecciona vínculos en un tema; Muestra la página siguiente o anterior para un tema.
Horizontal	Retención	Define el tiempo que transcurre antes de que se pueda aceptar otro evento de disparo.
Matemáticas	Posición	Sitúa la forma de onda matemática.
	Escala vertical	Cambia la escala de la forma de onda matemática.
Medidas	Tipo	Selecciona el tipo de medición automática para cada fuente
Guar./Rec	Acción	Define la transacción como guardar o recuperar para los archivos de configuración, los archivos de forma de onda y las imágenes de la pantalla.
	Selección de archivos	Selecciona los archivos de configuración, de onda o de imagen para guardar, o seleccionar los archivos de configuración o de forma de onda para recuperar.
Disparo	Fuente	Selecciona la fuente cuando la opción tipo de disparo se define en flanco.
	Numero de línea de video	Establece el osciloscopio en un número de línea específico cuando la opción de tipo de disparo se establece en video y la opción de sincronismo de disparo en número de línea.
	Ancho de pulso	Establece el ancho del pulso cuando la opción tipo de disparo esta establecida en pulso.

Tabla.2.- Botones de cursores.

Los botones de opción o menú permiten seleccionar funciones de mando multiuso y cuando se selecciona se ilumina el LED adyacente. La tabla 3 muestra a dichas opciones.

Opción o menú	Función del mando	Descripción
Utilidades - utilidades de archivo	Selección de archivos	Selecciona archivos para cambiarles el nombre o eliminarlos.
	Entrada de nombre	Renombra el archivo o la carpeta.
Utilidades – opciones – configurar GPIB - Dirección	Entrada de valor	Define la dirección GPBI para el adaptador TEK – USB – 488.
Utilidades – opciones – Establecer fecha y hora	Entrada de valor	Define el valor de la fecha y hora.
Vertical – sonda  Voltaje - atenuación	Entrada de valor	Para un menú de canales (como el menú del canal 1), define el factor de atenuación en el osciloscopio.
Vertical – señal  Corriente - escala	Entrada de valor	Para un menú de canales (como el menú del canal 1), define la escala del osciloscopio.

Tabla.3.- Funciones de control y de menú.

Los botones y controles que se encuentran en la parte intermedia del osciloscopio permiten usar diferentes opciones del sistema y se muestra en la fig. 66.

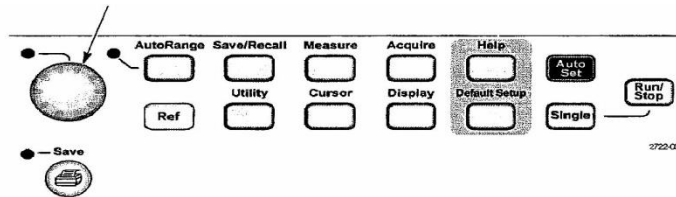


Fig.66.-Panel del menú y controles.

El botón Auto Range muestra el menú de rango auto y activa o desactiva la función de rango automático. Cuando el rango automático esta activo, se ilumina el led adyacente.

El botón Save/Recall muestra el menú Guar. /rec para configuraciones y formas de onda.

El botón Measure muestra el menú de medidas automáticas.

El botón Acquire muestra el menú adquisición.

El botón Ref muestra el menú referencia para mostrar y ocultar rápidamente las formas de onda de referencia que se guardan en la memoria no volátil del osciloscopio.

El botón Utility muestra el menú utilidades.

El botón Cursor muestra el menú cursores. Los cursores permanecen en pantalla (a menos que se haya establecido la opción tipo en no) después de salir del menú cursores, pero no se pueden ajustar.

El botón Display muestra el menú de la pantalla.

El botón Help muestra el menú de ayuda.

El botón Defaul Setup recupera la configuración de fábrica.

El botón Auto Sat establece automáticamente los controles del osciloscopio para generar una presentación útil de las señales de entrada.

El botón Single adquiere una sola forma de onda y se detiene.

El botón Run/stop adquiere formas de onda continuamente o detiene la adquisición.

Con el icono de impresora arranca la operación de impresión en una impresora PictBridge compatible o realiza la función guardar en la unidad USB flash. Un led indica cuando esta configurado el botón imprimir para guardar datos en la unidad USB flash.

Los conectores de entrada son del tipo BNC hembra y se muestran en la fig. 67.

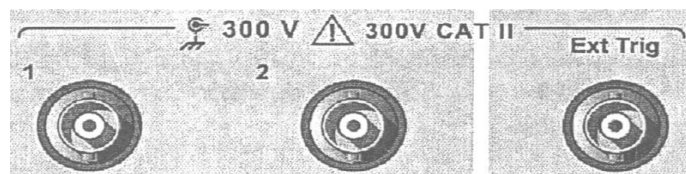


Fig.67.-Panel de conectores de entrada.

Los conectores 1 y 2 son entradas para las dos posibles señales que se pueden medir con los canales 1 y 2.

El conector Ext Trig es la entrada para una fuente de disparo externo. Se usa el menú disparo para seleccionar la fuente de disparo Ext o Ext/5. El botón ver señal de disparo pulsado permite ver la forma en que los valores de disparo afectan a la señal de disparo, como un acoplamiento de disparo.

#### Uso del menú del Sistema

La interfaz del usuario de los osciloscopios se ha diseñado para simplificar el acceso a funciones especializadas a través de la estructura de menús.

Cuando se pulsa un botón de menú, el osciloscopio muestra el menú correspondiente en el extremo derecho de la pantalla. El menú muestra las

opciones que están disponibles al pulsar directamente los botones de opción sin identificar de la parte derecha de la pantalla.

Existen maneras para mostrar a las opciones de menú y se muestran en la fig. 68.

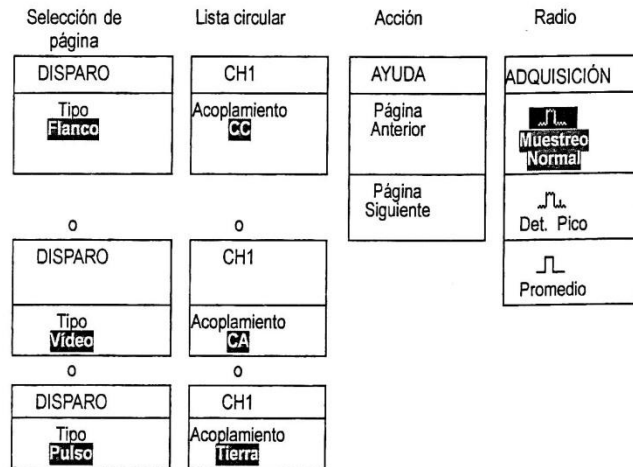


Fig.68.- Panel de las maneras de mostrar al menú del sistema.

- Selección (submenús) de página. En algunos menús, puede utilizar el botón de opción de la parte superior para elegir dos o tres submenús. Cada vez que se pulsa el botón superior, las opciones cambian. Por ejemplo, cuando se pulsa el botón superior del menú disparo, el osciloscopio pasa por los submenús de disparo por flanco, video y ancho de pulso.
- Lista circular: el osciloscopio establece el parámetro en otro valor cada vez que se pulsa el botón de opción. Por ejemplo, puede pulsar el botón 1 (menús de canal 1) y, a continuación, el botón de opción superior para recorrer las opciones de acoplamiento (de canal) vertical. En algunas listas, se puede utilizar el mando multiuso para seleccionar una opción. Una línea de consejos explica cuando utilizar el mando multiuso y con el led se sabe cuando el mando esta activo.



- Acción: el osciloscopio muestra el tipo de acción que se va a producir inmediatamente al pulsar un botón de opción de acción. Por ejemplo, cuando el índice de ayuda esta visible y pulsa el botón de opción pagina siguiente, el osciloscopio presenta inmediatamente la pagina siguiente de las entradas de índice.
- Radio: el osciloscopio utiliza un botón distinto para cada opción. La opción actualmente seleccionada aparece resaltada. Por ejemplo, al pulsar el botón de menú adquisición, el osciloscopio muestra las distintas opciones de modo de adquisición. Para seleccionar una opción, pulse el botón correspondiente.

### La pantalla del osciloscopio

El medio visual que tiene el osciloscopio para que el usuario pueda ver a la señal que desea medir es su pantalla.

En la fig. 69, se muestran los iconos visibles en la pantalla del osciloscopio y se detallan a continuación.

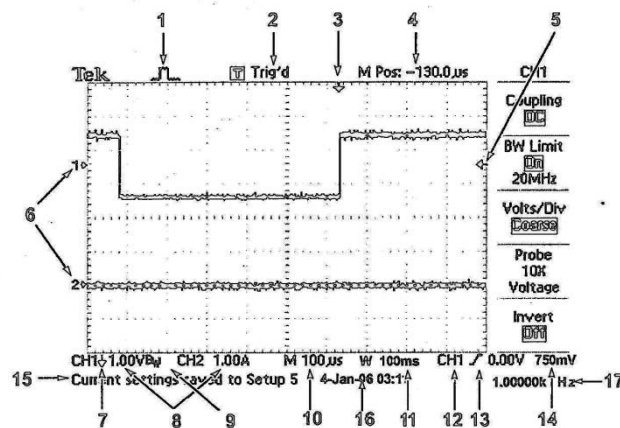


Fig.69.- Pantalla del osciloscopio con sus iconos visibles.

1.- Icono que muestra el modo de adquisición:



Muestra, Modo.



Modo de detección de picos.



Modo promediado.

2.- Estado de disparo que indica lo siguiente:



Armed.

El osciloscopio adquiere datos de pre-disparo. En este estado se hace caso omiso de todos los disparos.



Ready.

Se han adquirido todos los datos de pre-disparo y el osciloscopio está preparado para aceptar un disparo.



Trigd.

El osciloscopio ha enviado un disparo y está adquiriendo los datos postdisparo.



Stop.

El osciloscopio ha interrumpido la adquisición de datos de forma de onda.



Acq. Complete.

El osciloscopio ha completado una adquisición de secuencia única.



Auto.

El osciloscopio se encuentra en modo de disparo automático y adquiere formas de onda en ausencia de disparos.



Scan.

El osciloscopio adquiere y presenta datos de forma de onda continuamente en modo de exploración.

- 3.- Marcador que muestra la posición de disparo horizontal.
- 4.- La lectura muestra el tiempo en la retícula central. El tiempo de disparo es cero.
- 5.- Marcador que muestra el nivel de disparo por flanco o por ancho de pulso.
- 6.- Marcadores de pantalla que muestran los puntos de referencia a tierra de las formas de onda. Si no hay ningún marcador, no se muestra el canal.
- 7.- Un icono de flecha indica que la forma de onda esta invertida.
- 8.- Lecturas que muestran los factores de escala vertical de los canales.
- 9.- Un icono Bw indica que el canal tiene un ancho de banda limitado.
- 10.- Lectura muestra el ajuste de la base de tiempos principal.
- 11.- Lectura que muestra el ajuste de la base de tiempos de ventana si se utiliza.
- 12.- Lectura que muestra la fuente utilizada para el disparo.
- 13.- Icono que muestra el tipo de disparo seleccionado de la manera siguiente.



Disparo por flanco para el flanco ascendente.



Disparo por flanco para el flanco de bajada.



Disparo por video para sincronismo de línea.



Disparo por video para sincronismo de campo.



Disparo por ancho de pulso, polaridad positiva.



Disparo por pulso, polaridad negativa.

- 14.- Lectura que muestra el nivel de disparo por flanco o por ancho de pulso.

15.- El área de representación muestra mensajes útiles algunos se observan en pantalla durante solo tres segundos. Si recupera una forma de onda guardada, la lectura proporciona información sobre la forma de onda de referencia, como RefA 100v 500us

16.- Lectura que muestra la fecha y hora.

17.- Lectura que da la frecuencia de disparo.

El osciloscopio tiene un área de mensajes (numero de elemento 15 en la fig. 69 ) en la parte inferior de la pantalla donde se transmiten los siguientes tipos de información.

- Instrucciones para acceder a otro menú, como cuando se pulsa el botón menú disparo.  
Para utilizar el tiempo de retención diríjase al menú horizontal.
- Sugerencia de lo que se podría hacer a continuación, como cuando se pulsa el botón medidas.  
Pulse el botón de pantalla para cambiar la medida.
- Información sobre la acción que el osciloscopio ha realizado, como cuando se pulsa el botón Config. Predeter.  
Se ha recuperado la configuración predeterminada en fábrica.
- Información sobre la forma de onda, como cuando se pulsa el botón auto-configurar.  
Detectada onda cuadrada o pulso en Ch1.

## 2.2.- Funciones básicas

Para poder entender como el osciloscopio procesa con eficacia a la señal que se conecta a cada canal de entrada basta ver la fig.70. Muestra un diagrama de bloques con las distintas funciones del osciloscopio.

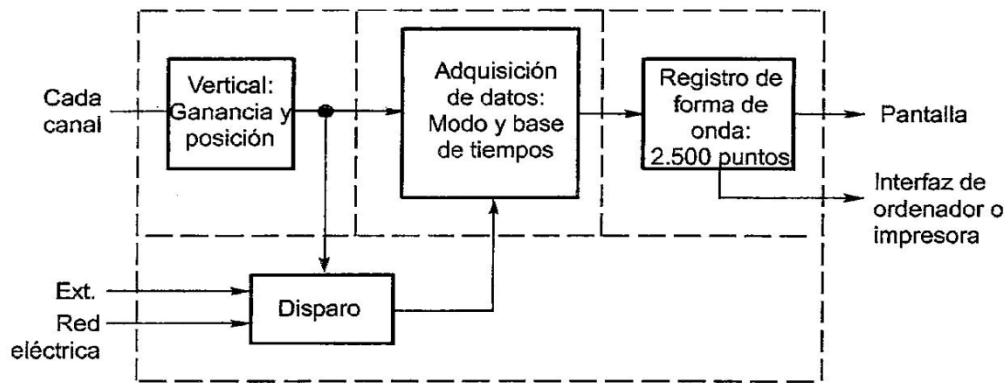


Fig.70.- Diagrama de bloques con las funciones básicas para medir a una señal.

Ya que es posible que se tenga que utilizar a menudo al trabajar con el osciloscopio las configuraciones: rango automático, autoconfiguración, guardado de una configuración y recuperación de configuración, se da una descripción de estas.

#### Uso de la autoconfiguración

Cada vez que se usa el botón, la función auto-configurar obtiene una presentación estable de forma de onda. Esta función ajusta automáticamente los parámetros de escala vertical, escala horizontal y disparo. Muestra además varias medidas automáticas en el área de retícula, según el tipo de señal.

#### Rango automático

El rango automático es una función continua que se puede activar o desactivar con el botón. La función ajusta los valores de configuración para rastrear una señal que exhiba grandes cambios o al desplazar físicamente la sonda a un punto distinto.

#### Guardado de una configuración

El osciloscopio guarda la configuración actual si se esperan cinco minutos para apagarlo una vez realizado el último cambio. La próxima vez que lo encienda, recuperara automáticamente dicha configuración.

Se puede utilizar el botón Alm /Rec para guardar hasta diez configuraciones distintas. También se puede guardar configuraciones en una unidad USB flash. El osciloscopio cuenta con una unidad USB flash para almacenar y recuperar datos.

#### Recuperación de una configuración

El osciloscopio puede recuperar la última configuración guardada antes de apagarlo, cualquiera de las configuraciones guardadas o la predeterminada.

#### Configuración predeterminada

El osciloscopio está configurado para el funcionamiento normal cuando se envía de fábrica, esta es la configuración predeterminada. Para recuperar esta configuración, se usa el botón Config. Predeter.

#### Disparo.

El disparo determina el momento en que el osciloscopio empieza a obtener datos y a presentar una forma de onda. Cuando se configura correctamente un disparo, el osciloscopio convierte las presentaciones inestables o las pantallas en blanco en formas de onda estable y se muestra en la fig.71 y 72.

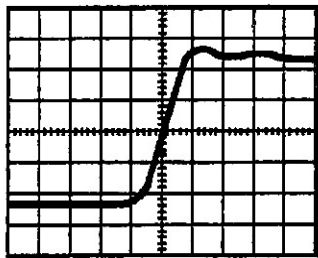


Fig.71.-Forma de onda disparada.

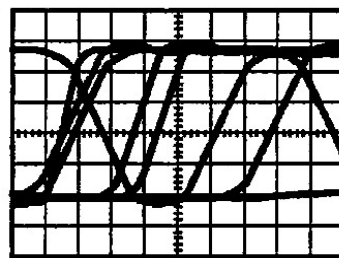


Fig.72.- Forma de onda no disparada.

Con los botones Activar/Parar o Sec se inicia una adquisición de datos. El osciloscopio sigue estos pasos:

- Adquiere datos suficientes para llenar la parte del registro de forma de onda a la izquierda del punto de disparo. Esto se denomina pre-disparo.
- Sigue adquiriendo datos mientras espera a que se produzca la condición de disparo.
- Detecta la condición de disparo.
- Sigue adquiriendo datos hasta completar el registro de forma de onda.
- Muestra la forma de onda recién adquirida.

Para disparos por flanco y por pulso, el osciloscopio mide la velocidad a la que se producen los eventos para determinar la frecuencia de disparo y el osciloscopio muestra la medida en la esquina inferior derecha de la pantalla.

#### Fuente

La fuente de disparo permite seleccionar la señal del conector de entrada que el osciloscopio utilizará como disparo. La fuente puede ser cualquier señal en el conector BNC de canal 1 o 2, al BNC de ExtTrig (Disparo exterior) o a la línea de alimentación de CA (disponible solo en disparos por flanco).

#### Modos

Los modos de disparo pueden ser automático o normal y permiten definir la manera en que el osciloscopio adquiere los datos cuando no detecta una condición de disparo.

Para realizar una adquisición de secuencia única se usa el botón Only Sec.

#### Acoplamiento

El acoplamiento de disparo permite filtrar la señal que va a pasar al circuito. Esto puede ayudar a obtener una presentación estable de la forma de onda.

Para utilizar el acoplamiento de disparo se usa el botón Trig, se selecciona un disparo por flanco o por pulso y una opción de acoplamiento. Este afecta solo a la señal pasada al sistema de disparo. No afecta al límite de banda ni al acoplamiento de la señal mostrada en la pantalla.

Para ver la señal condicionada que se pasa al circuito de disparo se usa el botón Trig View.

### Posición

Para controlar la posición horizontal de la pantalla, que establece el tiempo que transcurre entre el disparo y la línea central de la pantalla se utiliza el control position.

### Pendiente y nivel

La opción pendiente solo en el tipo de disparo por flanco determina si el osciloscopio busca el punto de disparo en el flanco ascendente o de bajada de una señal. La opción de nivel controla el lugar del flanco en que se produce el punto de disparo. Fig.73..

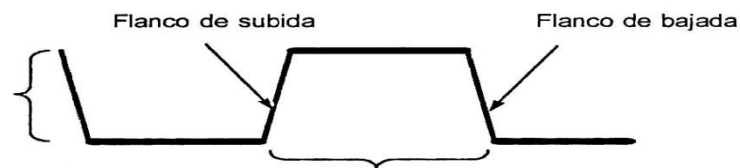


Fig.73.- formas de disparo por flanco.

## 2.3.- Medición de señales

### Adquisición de muestras de la señal

Cuando se aplica una señal, el osciloscopio la debe convertir en una forma digital adquiriendo muestras. El modo de adquisición define la manera en que la señal se digitaliza y en que el ajuste de la base de tiempo afecta al margen de tiempo y al nivel de detalle de la adquisición. Existen tres modos de adquisición: de muestra, de detección de picos y promedio.



En el modo de adquisición de muestra, el osciloscopio realiza muestras de la señal a intervalos regulares para generar la forma de onda. Este modo representa las señales con más exactitud la mayor parte del tiempo sin embargo, este modo no adquiere las variaciones rápidas de la señal que se puedan producir entre muestras. Esto puede dar como resultado representaciones falsas y provocar la pérdida de pulsos estrechos. En tales casos, debe utilizarse el modo de detección de picos para adquirir datos.

En el modo de adquisición por detección de pico, el osciloscopio busca los valores más alto y más bajo de la señal de entrada en cada intervalo de muestra y utiliza dichos valores para representar la forma de onda. De esta manera, el osciloscopio puede adquirir y representar pulsos estrechos, que podrían haberse perdido en el modo de muestra. El ruido podría parecer mayor en este modo.

En el modo de adquisición promedio, el osciloscopio adquiere varias formas de onda, las promedia y representa la forma de onda resultante. Se puede utilizar este modo para reducir el ruido aleatorio.

El osciloscopio digitaliza formas de onda adquiriendo el valor de una señal de entrada en distintos puntos. La base de tiempos permite controlar la frecuencia con que se digitalizan los valores.

Escalado y posicionamiento de la señal que se va a medir

Puede cambiar la representación de la señal a medir ajustando la escala y posición. Al cambiar la escala, aumenta o reduce el tamaño o el ancho de la presentación de la forma de onda. Al cambiar la posición, la forma de onda se desplaza hacia arriba, hacia abajo, a la derecha o a la izquierda.

El indicador del canal situado a la izquierda de la retícula identifica cada forma de onda en la presentación. El indicador señala el nivel de referencia de tierra del registro de forma de onda. Puede ver el área de visualización y las lecturas. Puede cambiar la posición vertical de las formas de onda desplazándolas hacia arriba o hacia abajo en la pantalla. Para comparar datos, puede alinear una forma de onda con otra o varias formas de onda unas encima de otras.

Puede cambiar la escala vertical de una forma de onda. La representación de la forma de onda se contrae o expande con respecto al nivel de referencia de tierra.

Puede ajustar el control de posición horizontal para ver datos de forma de onda antes del disparo, después del disparo o antes y después. Al cambiar la posición horizontal de una forma de onda, en realidad está cambiando el tiempo entre el disparo y el

centro de la presentación. Esto parece desplazar la forma de onda a la derecha o a la izquierda en la representación.

Por ejemplo, si desea buscar la causa de un espurio en el circuito de prueba debe disparar sobre esta perturbación y aumentar el periodo de pre-disparo para capturar datos antes de que se presente. A continuación, puede analizar los datos de pre-disparo y, quizás encontrar la causa.

La escala horizontal de todas las formas de onda se cambia girando el mando escala horizontal. Por ejemplo, puede que desee ver un ciclo de una sola forma de onda para medir el sobre impulso en el flanco de subida.

El osciloscopio muestra la escala horizontal como tiempo por división en la lectura de la escala. Dado que todas las formas activas utilizan la misma base de tiempos, el instrumento muestra solo un valor para todos los canales activos, excepto cuando se utiliza zona de ventana.

#### Representaciones falsas en el dominio del tiempo

Se produce una representación falsa (aliasing) cuando el osciloscopio no muestra la señal con rapidez suficiente como para generar un registro de forma de onda exacto. Cuando esto sucede, solo muestra una forma de onda de frecuencia inferior a la forma de onda real de entrada, o dispara y presenta una forma de onda inestable. En la fig. 74, se muestra una onda falsa.

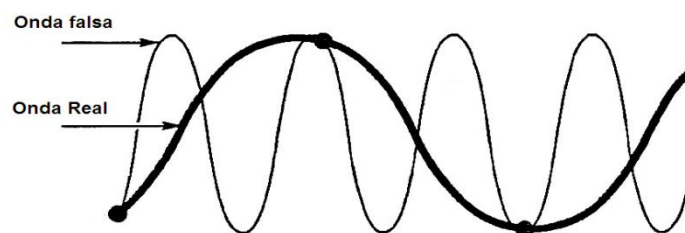


Fig.74.- Onda falsa y real.

El osciloscopio representa señales con exactitud, pero esto se ve limitado por el ancho de banda de la sonda y del osciloscopio, y por la velocidad de muestra. Para evitar representaciones falsas, el osciloscopio debe realizar muestras de la señal a

una velocidad superior al doble de la del componente de frecuencia más alta de la señal. La frecuencia más alta que la velocidad de muestreo que el osciloscopio puede teóricamente representar corresponde a la frecuencia de Nyquist. Esta velocidad se denomina de Nyquist y equivale al doble de la frecuencia de Nyquist. Estas velocidades de muestreo máximas del osciloscopio equivalen por lo menos a diez veces el ancho de banda. Estas velocidades altas permiten reducir la posibilidad de representaciones falsas.

Existen varias formas de comprobar la existencia de una representación falsa:

- Con el control horizontal Scale para cambiar la escala horizontal. Si la forma de onda cambia drásticamente, puede que se produzca una representación falsa.
- Seleccione el modo de adquisición detección de picos. Este modo muestra los valores más altos y más bajos para que el osciloscopio pueda detectar las señales más rápidas. Si la forma de onda cambia drásticamente, puede que se produzca una representación falsa.
- Si la frecuencia es más rápida que la información de pantalla, puede que tenga una representación falsa o una forma de onda que cruza el nivel de disparo varias veces. El examen de la forma de onda permite identificar si la forma de la señal va a permitir un solo cruce de disparo por ciclo en el nivel de disparo seleccionado.  
Si es probable que se produzcan varios disparos, seleccione un nivel de disparo que genere un solo disparo por ciclo. Si la frecuencia de disparo sigue siendo más rápida que lo que indica la presentación, puede que tenga una representación falsa.  
Si la frecuencia de disparo es más lenta, la prueba no es de utilidad.
- Si la señal que observa es además la fuente de disparo, utilice la retícula o los cursores para calcular la frecuencia de la forma de onda que se muestra. Comparar con la lectura de frecuencia de disparo que aparece en la esquina inferior derecha de la pantalla. Si difieren en mucho, puede que se haya producido una representación falsa.

En la tabla 4 se presentan los parámetros de bases de tiempo que se pueden utilizar para evitar las representaciones falsas a distintas frecuencias, con su respectiva velocidad de muestra. Con el valor más rápido de la escala horizontal es

probable que no se produzca una representación falsa, debido a las limitaciones del ancho de banda de los amplificadores de entrada del osciloscopio.

Base de tiempos	Muestras por segundo	Componente de
De 5,0 a 250,0 ns	1GS/s	150,0 MHz*
500,0 ns	500,0 MS/s	150,0 MHz*
1,0 us	250,0 MS/s	125,0 MHz*
2,5 us	100,0 MS/s	50,0MHz*
5,0 us	50,0MS/s	25,0 MHz*
10,0 us	25,0 MS/s	12,5 MHz*
25,0 us	10,0 MS/s	5,0 MHz
50,0 us	5,0 MS/s	2,5 MHz
100,0 us	2,5 MS/s	1,25 MHz
250,0 us	1,0 MS/s	500,0 Khz
500,0 us	500,0 kS/s	250,0 kHz
1,0 ms	250,0 kS/s	125,0 kHz
2,5 ms	100,0 kS/s	50,0 kHz
5,0 ms	50,0 kS/s	25,0 kHz
10,0 ms	25,0 kS/s	12.5 kHz
25,0 ms	10,0 kS/s	5,0 kHz
50,0 ms	5,0 kS/s	2.5 kHz
100,0 ms	2,5 kS/s	1,25 kHz
250,0 ms	1,0 kS/s	500,0 HZ
500,0 ms	500,0 S/s	250,0 HZ
1,0 s	250,0 S/s	125,0 Hz
2,5 s	100,0 S/s	50,0 Hz
5,0 s	50,0 S/s	25,0 Hz
10,0 s	25,0 S/s	12,5 Hz
25,0 s	10,0 S/s	5.0 Hz
50,0 s	5,0 S/s	2,5 Hz

Tabla.4.- Base de tiempos para evitar ondas falsas.

\*Ancho de banda reducido a 6MHz con una sonda P2220 en 1X.

## Realizar mediciones

El osciloscopio muestra gráficos comparativos de voltaje y tiempo que pueden ayudar a medir la forma de onda presentada.

Existen varias maneras de tomar medidas. Puede utilizar la retícula, los controles Scale, con una medida automatizada, o con los cursores de amplitud y tiempo de la pantalla.

Con la retícula se puede hacer un rápido cálculo visual. Por ejemplo, podría mirar la amplitud de la forma de onda y determinar que es ligeramente superior a 100mV. Fig.75.

Puede tomar medidas sencillas contando las divisiones mayores y menores incluidas en la retícula y multiplicando el resultado por el factor de escala. Por ejemplo, si ha contado cinco divisiones verticales mayores entre los valores mínimo y máximo de una forma de onda, y sabe que el factor de escala es 100mV/división, puede calcular el voltaje pico a pico de la manera siguiente: 5 divisiones x 100mV/división = 500mV.

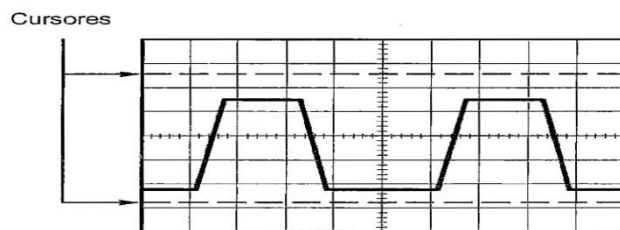


Fig.75.-Retícula y los cursores.

Los controles Scale permiten tomar medidas de una señal según el valor de su escala y ver sus valores numéricos en las lecturas de pantalla. Existen dos tipos de Scale: de amplitud y de tiempo.

Cuando utilice estos controles asegúrese de establecer la fuente de la forma de onda en la presentación que desea medir.

El cursor de amplitud aparecen como líneas horizontales en la presentación y miden los parámetros verticales. Como se observa en Fig.75. Las amplitudes se miden

con respecto al nivel de referencia. Para la función FFT matemática, estos cursores miden la magnitud.

Los cursores de tiempo aparecen como líneas verticales en la presentación y miden parámetros horizontales y verticales. Los tiempos se miden con respecto al punto de disparo. Para la función FFT matemática, estos cursores miden la frecuencia.

Los cursores de tiempo incluyen también una lectura de la amplitud de la forma de onda en el punto en que esta se cruza con el cursor.

Si necesita ver una señal en un circuito, por ejemplo el de la fig. 76, pero no conoce la amplitud o la frecuencia de la señal y se desea mostrar rápidamente la señal y medir la frecuencia, el periodo y la amplitud pico a pico se hace uso de la autoconfiguración siguiendo estos pasos:

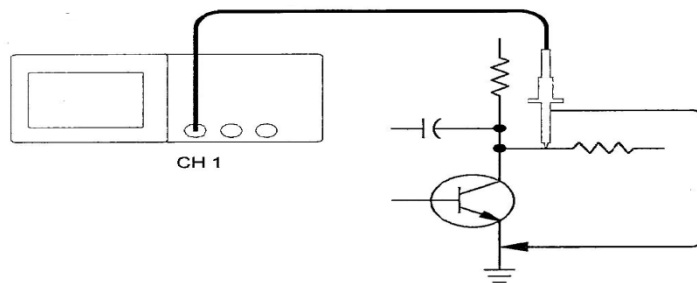


Fig.76.- Circuito eléctrico donde se desea medir la frecuencia y la amplitud.

- Pulse el botón 1 que se encuentra en el panel vertical.
- Pulse Sonda – Voltaje – Atenuación – 10X.
- Si se utilizan sondas P2220, establezca los conmutadores en 10X.
- Conecte la punta de la sonda como se indica en la fig. 76.
- Pulse el botón auto-configurar.

El osciloscopio establece automáticamente los controles verticales, horizontales y de disparo. Si desea mejorar la presentación de la forma de onda, puede ajustar manualmente dichos controles. También presenta las medidas automáticas relevantes en el área de forma de onda de la pantalla dependiendo del tipo de señal detectada.

El osciloscopio puede tomar las medidas automáticas de la mayor parte de las señales presentadas.

Si se muestra un interrogante (?) en la lectura valor, significa que la señal está fuera de rango de medición. Se puede ajustar el mando vertical escala (voltios/división) del canal correspondiente para reducir la sensibilidad o cambiar el valor de horizontal escala (segundos/división).

Para medir la frecuencia, el periodo y la amplitud pico a pico, el tiempo de subida y el ancho de pulso positivo de la señal, como aparece en la fig. 77, se hace lo siguiente:

- Pulse el botón Measure para ver el menú medida.
- Pulse el botón de opción superior aparece el menú medidas 1.
- Pulse el botón frequency.  
La lectura Valor presenta la medida y la actualiza.
- Pulse el botón de opción Atrás.
- Pulse el segundo botón de opción cuando desde arriba aparece el menú Medidas 2.
- Pulse el botón Time.  
La lectura Valor presenta la medida y la actualiza.
- Pulse el botón de opción atrás.
- Pulse el botón de opción central, aparece el menú medidas 3.
- Pulse Tipo – V pico-pico.  
La lectura valor presenta la medida y la actualiza.
- Pulse el botón de opción Atrás.
- Pulse el segundo botón de opción contando desde abajo, aparece el menú Medidas 4.
- Pulse el botón T. Subida.

La lectura valor presenta la medida y la actualiza.

- Pulse el botón de opción Atrás.
- Pulse el botón de opción inferior, aparece el menú Medidas 5.
- Pulse el botón Ancho Pos.

La lectura valor presenta la medida y la actualiza.

- Pulse el botón de opción Atrás.

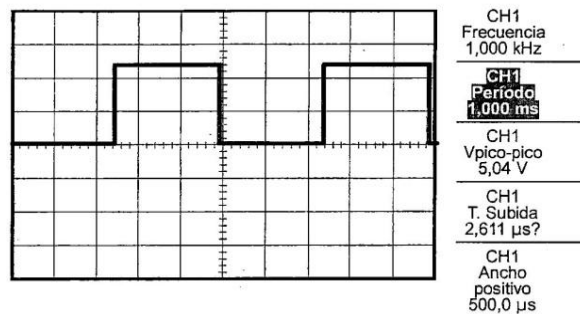


Fig.77.-La retícula en toma de medidas.

### Medición de dos señales

Al estar probando una pieza de circuito integrado, por ejemplo un opamp, y se necesita medir su ganancia de amplificación de sonido, se necesita un generador que pueda aplicar una señal de prueba a la entrada de dicha pieza. Conecte dos sondas en los dos canales del osciloscopio y las puntas a la entrada y salida de la pieza, tal y como se muestra en la fig.78.



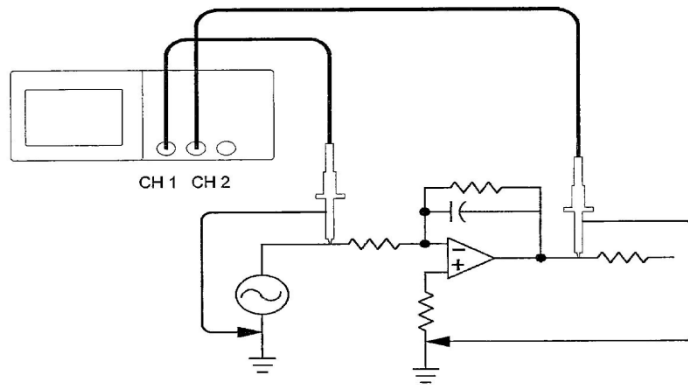


Fig.78.- Circuito eléctrico de amplificador operacional.

Para activar y presentar en la pantalla a las señales conectadas al canal 1 y 2 seleccionar medidas para los dos canales, se realiza lo siguiente:

- Pulse el botón Auto Range.
- Pulse el botón Measure para ver el menú medidas.
- Pulse el botón de opción superior; aparece el menú medidas 1.
- Pulse Fuente – Ch1.
- Pulse Tipo – V pico-pico.
- Pulse el botón de opción Atrás.
- Pulse el segundo botón de opción contando desde arriba; aparece el menú Medidas 2.
- Pulse Fuente Ch2.
- Pulse Tipo - V pico-pico.
- Pulse el botón de opción Atrás.

Lea los valores de las amplitudes pico a pico de las dos señales, como se muestran en la fig.79.

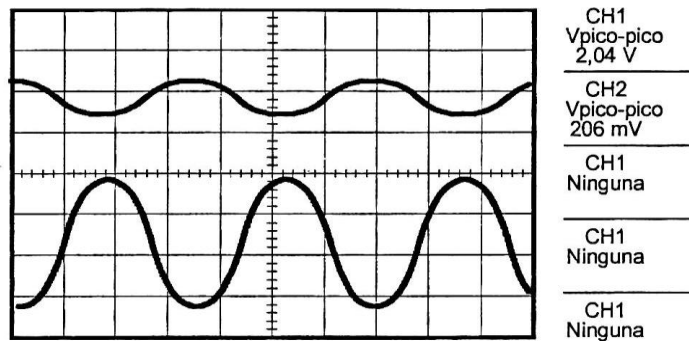


Fig.79.-Reticula con dos señales simultaneas.

#### Uso del rango automático

Si se tiene una maquina que funciona mal, puede que tenga que averiguar la frecuencia y el voltaje RMS de varios puntos de prueba y comparar estos valores con los datos del fabricante. No puede acceder a los controles del panel frontal ya que necesita utilizar ambas manos para colocar las puntas de las sondas en los puntos de prueba a los que resulte difícil llagar físicamente.

Para examinar una serie de puntos de prueba se realiza lo siguiente:

- Pulse el botón 1 del panel vertical.
- Pulse sonda - Voltaje – Atenuación y establezca una atenuación que coincida con la de la sonda conectada al canal 1.
- Pulse el botón Auto Range. Para activar el rango automático y seleccione la opción Vertical y Horizontal.
- Pulse el botón Measure para ver el menú medida.
- Pulse el botón de opción superior; aparece el menú medidas 1.
- Pulse Fuente – Ch1.
- Pulse el botón de Frequency.
- Pulse el botón de opción atrás.
- Pulse el segundo botón de opción contando desde arriba; aparece el menú medidas 2.
- Pulse Fuente – Ch1.
- Pulse Tipo – V rms-ciclo.
- Pulse el botón de opción atrás.

Cuando está activo el rango automático, cada vez que pase a otro punto de prueba, el osciloscopio reajustará la escala horizontal, la vertical y el nivel de disparo, para ofrecerle una presentación válida.

#### Toma de medidas con los cursores

Se puede utilizar los cursores para tomar rápidamente medidas de tiempo y amplitud en una señal eléctrica.

Para medir la frecuencia del flanco de subida de una señal, siga estos pasos:

- Pulse el botón Cursor para ver el menú cursores.
- Pulse Tipo – Tiempo.
- Pulse Fuente – Ch1.
- Pulse el botón de opción Cursor 1.
- Gire el control multiuso para colocar un cursor en el primer pico de la oscilación.
- Pulse el botón de opción cursor 2.
- Gire el control multiuso para colocar un cursor en el segundo pico de la oscilación.

Aparece el tiempo (delta) y la frecuencia de diferencia la frecuencia de oscilación medida en el menú cursores.

- La señal medida es como aparece en la fig. 80.

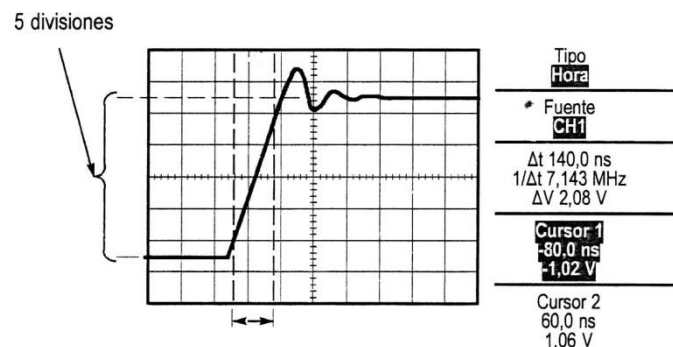


Fig.80.-Toma de medidas de tiempo con los cursores.

- Pulse Tipo – Amplitud.
- Pulse el botón de opción Cursor 1.
- Gire el control multiuso para colocar un cursor en el primer pico de la oscilación.
- Pulse el botón de opción Cursor 2.
- Gire el control multiuso para colocar el cursor 2 en la parte mas baja de la oscilación.
- Puede ver la amplitud de la oscilación en el menú cursores.
- La señal medida es como aparece en la fig. 81.

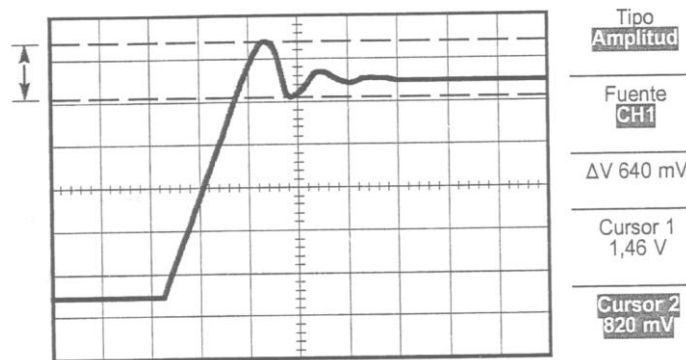


Fig.81.Toma de medidas de amplitud con los cursores.

#### Medida del ancho de pulso

Al estar analizando una forma de onda pulsatoria para conocer su ancho de pulso se realizan los siguientes pasos:

- Pulse el botón Cursor para ver el menú cursores.
- Pulse Tipo – Tiempo.
- Pulse Fuente – Ch1
- Pulse el botón de opción Cursor 1.
- Gire el control multiuso para colocar un cursor en el flanco de subida del pulso.
- Pulse el botón de opción cursor 2.
- Gire el control multiuso para colocar un cursor en el flanco de bajada del pulso.
- Puede ver las siguientes medidas en el menú cursores.

El tiempo del cursor 1, relativo al disparo.

El tiempo del cursor 2, relativo al tiempo de disparo.

El tiempo (delta) que corresponde a la medida de ancho de pulso.

La señal medida es como aparece en la fig. 82.

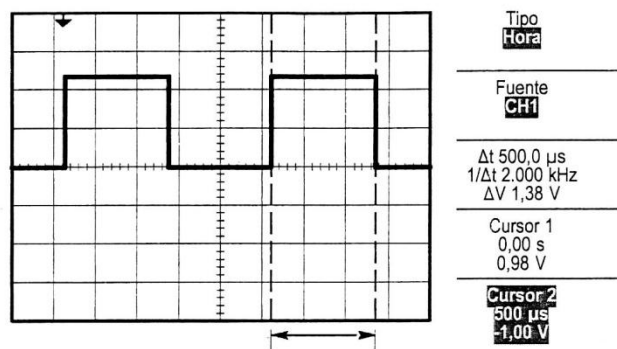


Fig.82.- Toma de medida del ancho de pulso en una señal.

#### Medida del tiempo de subida

Después de medir el ancho de pulso de una señal, se puede comprobar el tiempo de subida. Normalmente, el tiempo de subida se mide entre los niveles del 10% y el 90% de la forma de onda. Para medir el tiempo de subida, siga estos pasos:

- Gire el control Scale del panel horizontal para seleccionar el valor de tiempo del flanco de subida de la forma de onda y la posición que se desea.
- Gire los controles Scale y Position del panel vertical hasta establecer la amplitud de la forma de onda y la posición deseada.
- Pulse el botón 1 del panel vertical.
- Pulse Volts / Div .
- Pulse el botón Cursor para ver el menú cursores.
- Pulse Tipo – Tiempo.

- Pulse Fuente – Ch1.
- Pulse el botón de opción Cursor 1.
- Gire el control multiuso hasta colocar el cursor en el punto en donde la forma de onda cruza la segunda línea de la retícula por debajo del centro de la pantalla. Este es el nivel del 10% de la forma de onda.
- Pulse el botón de opción Cursor 2.
- Gire el control multiuso hasta colocar el cursor en el punto en donde la forma de onda cruza la segunda línea de la retícula por encima del centro de la pantalla. Este es el nivel del 90% de la forma de onda.
- La lectura  $t(\Delta)$  en el menú cursores corresponde al tiempo de subida de la forma de onda.
- La señal medida es como aparece en la fig. 83.

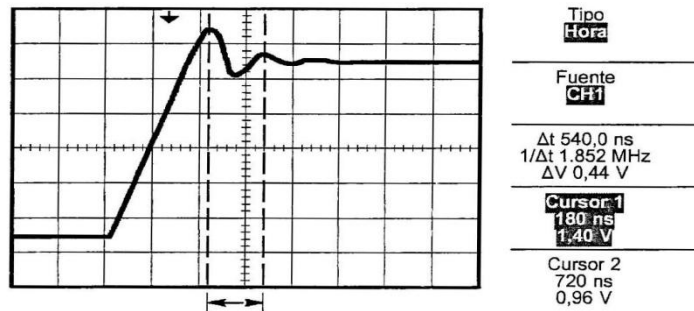


Fig.83.-Medida de tiempo de subida.

La medida de tiempo de subida esta disponible como medida automática en el menú de medidas. Esta medida se muestra también al seleccionar la opción de flanco de subida en el menú auto configurar.

### Medida de los Picos de una Señal con Ruido

Cuando el osciloscopio muestra una señal con ruido en sus picos como se muestra en la fig. 84, y se necesita saber más acerca de ella se realizan los siguientes pasos:

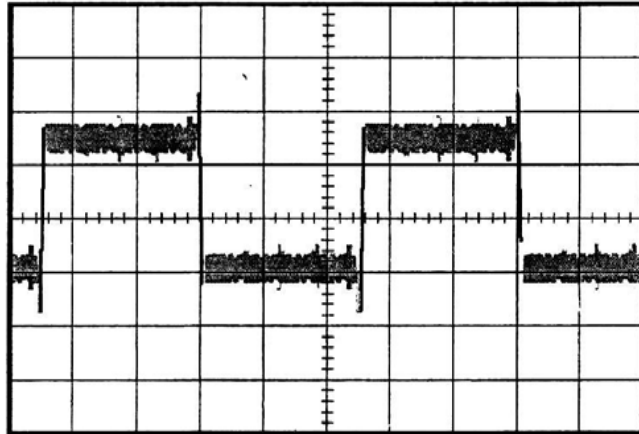


Fig.84.- Una señal con ruido en sus picos.

- Pulse el botón Acquire para ver el menú adquisición.
- Pulse el botón de opción Det. Picos para ver el relieve de los picos de ruido y los espurios de la señal, especialmente cuando la base de tiempo se establece en un ajuste lento.
- La señal medida es como aparece en la fig. 85.

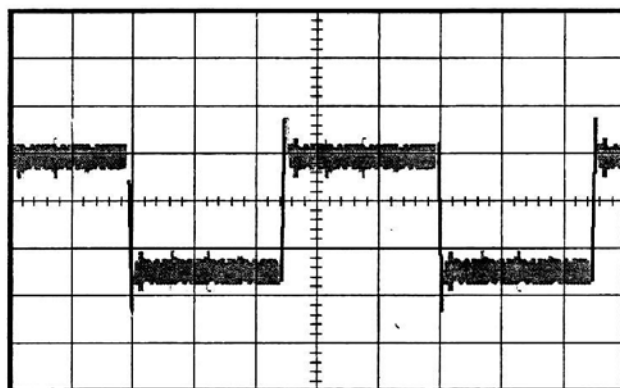


Fig.85.- Señal que muestra los picos de ruido y espurios.

Se puede reducir el ruido aleatorio en la presentación del osciloscopio de la siguiente manera:

- Pulse el botón Acquire para ver el menú adquisición.
- Pulse la opción de Promedio.
- Pulse el botón de opción promediado para ver el efecto que provoca variar el número de promedios en ejecución de la presentación de la forma de onda y examinar más fácilmente el detalle de una señal.
- En la fig. 86 se muestran los flancos de subida y de bajada de la señal al eliminar el ruido.

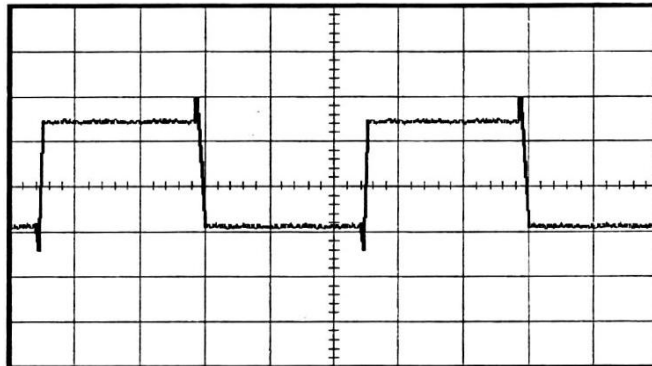


Fig.86.-La señal con ruido aleatorio reducido.

#### Captura de la señal de disparo único

Para configurar una adquisición de disparo único, se realiza lo siguiente:

- Gire los controles Scale del panel vertical y horizontal hasta ver los rangos correspondientes a la señal que se espera medir con el osciloscopio.
- Pulse el botón Acquire para ver el menú adquisición.
- Pulse el botón Trig Menú para ver el menú de disparo.
- Pulse Fuente – Positiva.
- Gire el control level hasta ajustar el nivel de disparo en un voltaje intermedio entre las tensiones de la señal.
- Pulse el botón Sec.Unica para iniciar la adquisición.
- La señal medida es como se muestra en la fig. 87.



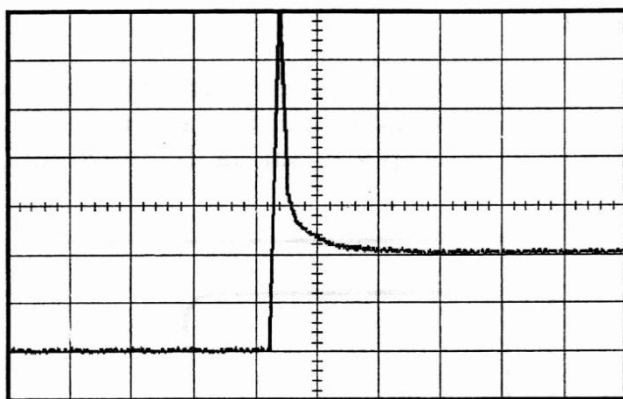


Fig.87.- Captura de una señal de disparo único.

Cuando la siguiente adquisición se captura con la nueva configuración , pulse de nuevo el botón Sec. Única y se puede ver en la pantalla el pico de disparo de la señal, tal como se muestra en la fig. 88.

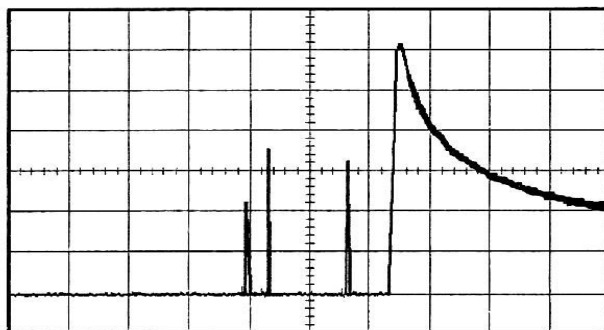


Fig.88.- Pico de disparo de la señal.

## Medida de retardo de propagación

Para configurar el retardo de propagación se realiza lo siguiente:

- Pulse el botón Auto Range para disparar una presentación estable.
- Ajuste los controles y botones del panel horizontal y vertical para mejorar la presentación.
- Pulse el botón Cursor para ver el menú cursores.
- Pulse Tipo – Tiempo.
- Pulse Fuente – Ch1.
- Pulse el botón de opción Cursor 1.
- Gire el control multiuso para colocar el cursor en el flanco activo de la señal original.
- Pulse el botón de opción Cursor 2.
- Gire el control multiuso para colocar el segundo cursor en la transición de la señal que tiene el retardo de tiempo.

La lectura  $t$  ( $\Delta$ ) en el menú Cursores corresponde al retardo de propagación entre las formas de onda. Es válida por que las dos formas de onda tienen el mismo valor del control Scale. La fig. 89 muestra la medida de retardo.

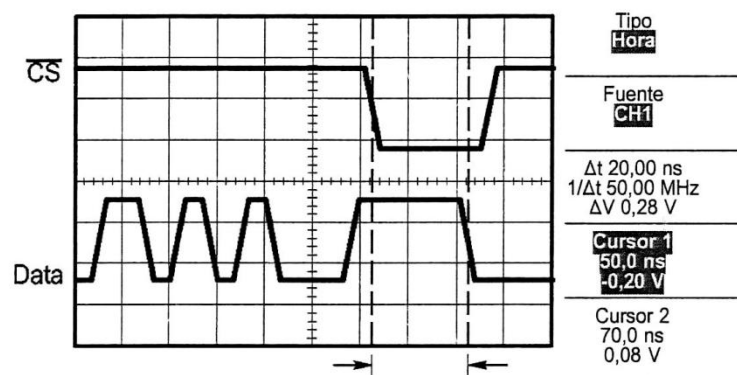


Fig.89.- Medida de retardo.

## Disparo en un ancho de pulso específico

Cuando se está probando los anchos de pulso de una señal, es fundamental que todos los pulsos sean de un ancho específico y es preciso verificar que lo son. El disparo por flanco muestra que la señal es del tipo especificado y las medidas de ancho de pulso no varían con respecto a la especificación.

Para configurar el osciloscopio y que pueda comprobar el ancho de pulso, se realiza lo siguiente:

- Pulse el botón Auto Range para disparar una presentación estable.
- Pulse el botón de opción de ciclo único para ver un solo ciclo de la señal y realizar rápidamente una medición del ancho de pulso.
- Pulse el botón Trig Menú para ver el menú de disparo.
- Pulse Tipo – Frecuencia.
- Pulse Fuente – Ch1.
- Gire el control Level para establecer el nivel de disparo cerca de la parte inferior de la señal.
- Pulse Cuando - = (igual a).
- Gire el control multiuso para establecer el ancho de pulso en el valor notificado por la medida de ancho de pulso en el paso 2.
- Pulse Mas – Modo – Normal
- La señal medida es como aparece en la fig. 90.

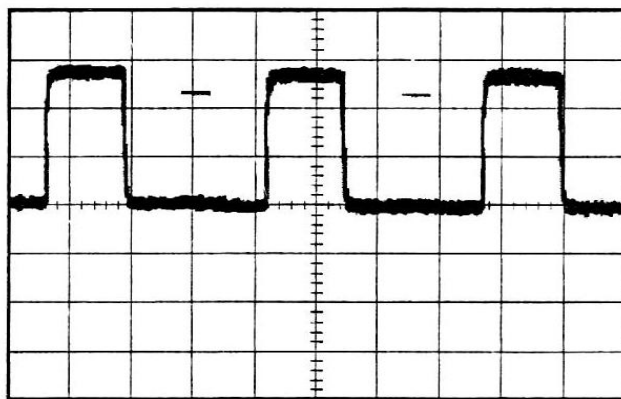


Fig.90.-Comprobacion del ancho de pulso de una señal.

Para obtener una presentación estable de la señal que se está midiendo con el osciloscopio cuando se dispara en pulsos normales, basta pulsar el botón opción para seleccionar a las opciones  $\neq, < 0 >$ . Si existen algunos pulsos con ruido en la señal como el pulso intermedio que se muestra en la fig. 91.



Fig.91.- Pulso intermedio con ruido.

La lectura de frecuencia de disparo muestra eventos que el osciloscopio puede considerar como un disparo y puede ser inferior a la frecuencia de la señal.

Disparo automático para medir a una señal

Para configurar el osciloscopio y que pueda medir a una señal de video, siga los siguientes pasos:

- Pulse el botón Auto Range para que el osciloscopio se auto-configure. Al completarse la autoconfiguración, el osciloscopio muestra la señal de video con sincronismo en campos.
- Pulse el botón opción y seleccione el Campo Impar o Par para sincronizar solo en campos pares o impares.
- La señal medida es como se muestra en la fig. 92.

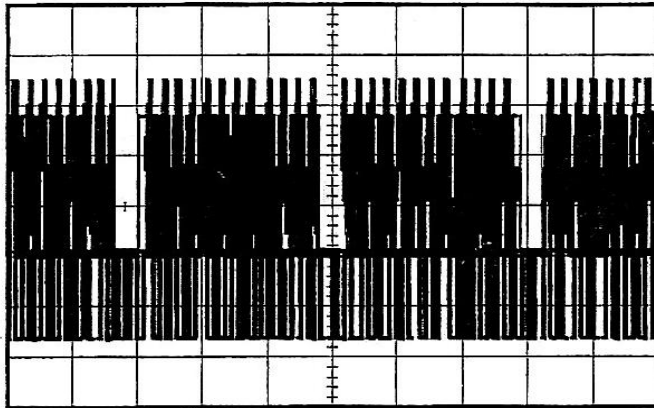


Fig.92.-Disparo en los campos de video.

Disparo manual para medir una señal de video.

Hay un método alternativo al automático que requiere más pasos para configurar el osciloscopio, pero puede ser necesario dependiendo de los valores que tiene la señal de video. Para utilizar el método manual se realiza lo siguiente:

- Pulse el botón 1 del panel vertical.
- Pulse Acoplamiento – CA.
- Pulse el botón Trig Menu para ver el menú de disparo.
- Pulse el botón opción superior y seleccione Video.
- Pulse Fuente- Ch1.
- Pulse el botón opción de Sincronismo, seleccione Campos y luego seleccione el campo impar o par.
- Pulse Estándar – NTSC.
- Gire el control Scale del panel Horizontal para ver un campo completo en la pantalla.
- Gire el control Scale del panel Vertical para garantizar que toda la señal de video quede visible en la pantalla.
- La señal medida es la misma que se muestra en la fig. 92.

Disparo automático para medir a una señal de video con ruido en sus líneas.

También pueden verse en el osciloscopio las líneas de video que tienen ruido. Para disparar en las líneas de video, siga estos pasos:

- Pulse el botón Auto Range.
- Pulse el botón opción superior para seleccionar a la función Línea que permite sincronizar a todas las líneas de la señal que tiene ruido.
- La señal medida se muestra en la fig. 93.
- 

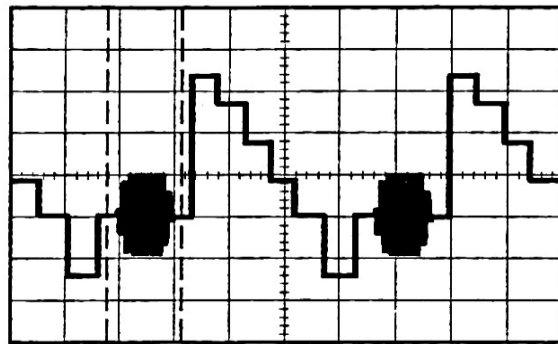


Fig.93.-Señal de video con ruido en algunas líneas.

Disparo manual para medir una señal de video que tiene líneas con ruido.

- Pulse el botón Trig Menú para ver el menú de disparo.
- Pulse el botón opción superior y seleccione Video.
- Pulse el botón opción de Sincronismo y seleccione Líneas o número de líneas y gire el control multiuso para establecer un número determinado de líneas.
- Pulse Estándar – NTSC.
- Gire el control Scale del panel horizontal para ver una línea de video completa en la pantalla.
- Gire el control Scale del panel vertical para garantizar que toda la señal de video quede visible en la pantalla.
- La señal medida es la misma que aparece en la fig. 93.

## Uso de la función ventana para ver los detalles de una señal

Se puede utilizar la función zoom para abrir una ventana que examine una parte determinada de una señal sin cambiar la presentación principal siguiendo estos pasos:

- Pulse el botón Hertz Menu del panel horizontal para entrar al menú y seleccione la opción base tiempos principal.
- Pulse el botón de opción Definir ventana.
- Gire el control Scale del mismo panel para seleccionar un valor, por ejemplo 500ns. Este será el valor en segundos / división de la vista expandida o ventana.
- Gire el control Position del mismo panel hasta colocar la ventana alrededor de la parte de la señal que desee expandir. Como se muestra en la fig. 94.

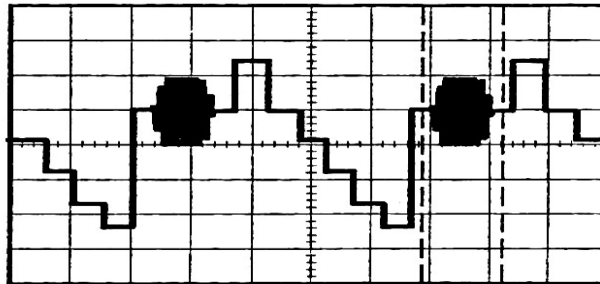


Fig.94.-Señal con amplificación zoom para ver detalles.

- Pulse el botón ampliar ventana para ver la parte expandida de la señal
- Gire el control Scale del panel horizontal para mejorar la visualización de la forma de onda expandida.
- Para conmutar entre la vista principal y ventana, pulse el botón de opción base tiempo principal o ventana del menú Horizontal.
- La señal medida es como aparece en la fig. 95.

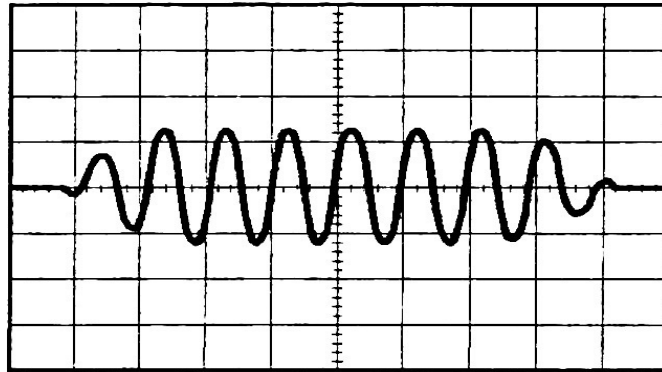


Fig.95.-Detalle de la señal amplificada.

#### La característica XY del osciloscopio

Para medir el desfase que existe entre dos señales se emplea el formato XY del osciloscopio. Dicho desfase se muestra en una forma de onda llamada figura de Lissajous y para obtenerla se puede seguir este procedimiento:

- Pulse el botón 1 del panel vertical.
- Pulse Sonda – Voltaje – Atenuación – 10X.
- Pulse el botón 2 del panel vertical.
- Pulse Sonda – Voltaje – Atenuación – 10X.
- Si utiliza sondas P2220, establezca los conmutadores en 10X.
- Conecte la sonda del canal 1 a una de las señales y la sonda del canal 2 a la otra señal.
- Pulse el botón Auto Range.
- Gire los controles Scale del panel vertical hasta mostrar señales de aproximadamente la misma amplitud en cada canal.
- Pulse el botón Pantalla para ver el menú pantalla.
- Pulse Formato XY.
- Pulse persistencia infinito.
- El osciloscopio muestra una figura de Lissajous que representa el desfase que existe entre las dos señales.
- La señal medida puede ser como la que muestra la fig. 96.



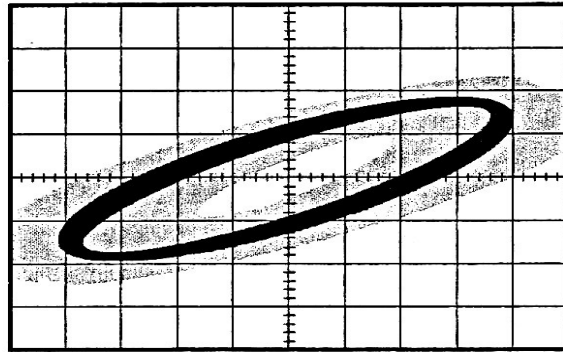


Fig.96- Este grafico representa la característica XY del osciloscopio.

## 2.4.- Conectores externos

### Conectores de entrada

En la fig. 97 se observan los conectores de entrada 1 y 2 para la conexión de las sondas con las señales que se van a medir y un conector de entrada para una fuente de disparo externo. Para seleccionar la fuente de disparo se emplea el Trig Menú manteniendo el botón pulsado.

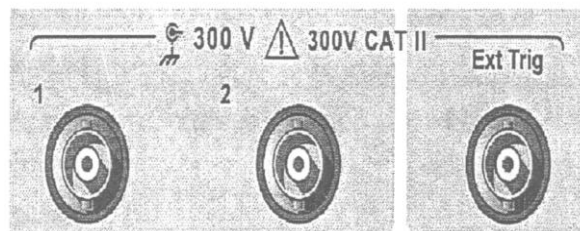


Fig.97.-Conectores de entrada.

## Puerto USB flash

Este osciloscopio cuenta con una unidad USB flash para almacenar o recuperar datos. El osciloscopio muestra un símbolo de reloj para indicar que una unidad flash esta activa. Después de guardar o recuperar un archivo, el reloj desaparece del osciloscopio y se muestra un consejo para notificar que la operación de guardado o de recuperación ha terminado. La ubicación de dicho conector se muestra en la fig. 98.

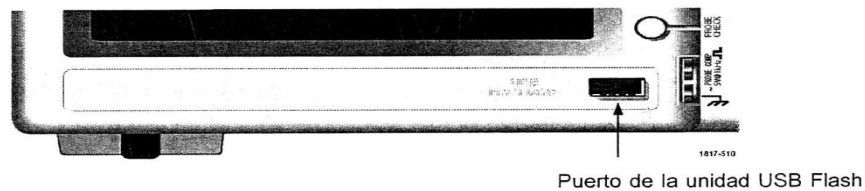


Fig.98.- Conector para la memoria USB flash.

El osciloscopio lee la información interna de la unidad USB cada vez que instala una unidad. El tiempo de lectura dependerá del tamaño de la unidad flash, de cómo se ha formateado la unidad y del número de archivos guardados en la unidad. Para acortar considerablemente el tiempo de lectura inicial de la unidad formatéela.

## Formateo de la unidad flash

La función de formateo borra todos los datos de la unidad USB flash. Para formatear la unidad realice lo siguiente:

- Inserte la unidad USB flash en el puerto que se encuentra en la parte delantera del osciloscopio.
- Pulse el botón Utility para ver el menú Utilidades.
- Pulse Utilidades de Archivo – mas – Formato.
- Seleccione SI para formatear la unidad flash.
-

## Capacidad de la unidad flash

El osciloscopio puede almacenar los siguientes tipos y números de archivo por cada MB de memoria de la unidad USB.

- 5 operaciones para guardar todo
- 16 archivos de imagen de pantalla
- 250 archivos de configuraciones de osciloscopio
- 18 archivos de forma de onda

## Convenciones de administración de archivos.

- El osciloscopio comprueba el espacio disponible en la unidad USB antes de escribir archivos y muestra un mensaje de advertencia si no hay suficiente memoria disponible.
- El término carpeta se refiere a la ubicación de un directorio en la unidad USB.
- La ubicación predeterminada para las funciones de guardado o recuperación de archivos.
- El osciloscopio establece la carpeta actual en A:\ cuando se enciende el osciloscopio.
- Los nombres de archivo pueden tener entre uno y ocho caracteres seguidos de un punto y de una extensión de entre uno y tres caracteres.
- El osciloscopio muestra los nombres largos de archivos creados en los sistemas operativos de un ordenador con el nombre de archivo corto de sistema operativo.
- Los nombres de archivo distinguen las mayúsculas y las minúsculas y se muestran en mayúsculas.

El menú Utilidades de archivo puede realizar las siguientes tareas:

- Presentar el contenido de la carpeta actual
- Seleccionar un archivo o una carpeta
- Navegar a otras carpetas
- Crear, cambiar el nombre y eliminar archivos y carpetas
- Dar formato a la unidad USB flash

## Opciones de guardar imagen, configuración y forma de onda.

Se puede guardar una imagen de pantalla, la configuración del osciloscopio o datos de una forma de onda en un archivo o en una unidad USB mediante el menú Save/Recall. Cada opción de guardado funciona de forma similar. Por ejemplo,

para guardar un archivo de imagen de pantalla en una unidad flash, siga estos pasos:

- Inserte una tarjeta USB flash en el puerto correspondiente
- Pulse el botón Utility para entrar a las Utilidades – Opciones – Configurar impresora y defina las opciones siguientes:  
Ahorro de tinta – Activado desactivado – Imprime la imagen de la pantalla sobre un fondo blanco cuando selecciona SI  
Orientación – Vertical Horizontal – Orientación de la salida de impresora
- Acceda a la pantalla que desea guardar
- Pulse el botón Save/Recall del panel frontal para que pueda almacenar y recuperar.
- Seleccione la opción Acción – Guardar imagen – Guardar.  
El osciloscopio guarda la imagen de la pantalla en la carpeta actual y crea automáticamente el nombre del archivo.

Recuperar configuración y opciones de la forma de onda.

Puede recuperar la configuración del osciloscopio o datos de una forma de onda de un archivo en la unidad USB con el menú Save/ Recall. Cada opción de recuperación funciona de forma similar. Por ejemplo para recuperar un archivo de la forma de onda de la unidad USB siga estos pasos:

- Inserte la unidad USB Flash con el archivo de forma de onda correspondiente en el puerto que encuentra en la parte delantera del osciloscopio.
- Pulse el botón Save/Recall del panel frontal para que pueda almacenar y recuperar.
- Seleccione la opción Acción – Recuperar Forma de onda - Seleccionar archivo.  
Puede usar la opción Cambiar carpeta para acceder a otra carpeta de la unidad flash.
- Gire el control multiuso para seleccionar el archivo de la forma de onda que desea recuperar.
- El nombre del archivo de la opción Recuperar cambia cuando se desliza.

- Seleccione la opción A y defina la ubicación de la memoria de referencia para recuperar la forma de onda (Ref. A o Ref. B).
- Pulse el botón de Save/Recall para recuperar el archivo. FnnnnCHx.CSV, donde FnnnnCHx.CSV es el nombre del archivo de forma de onda.

Para las carpetas de la unidad flash que contengan un archivo de la forma de onda, seleccione la opción Alm./Rec. – Recuperar forma de onda – A y defina la ubicación de la memoria de referencia para recuperar la forma de onda. El nombre de archivo se muestra con la opción Recuperar.

Guardar todo archivo.

La opción guardar todo archivo permite guardar la información actual del osciloscopio en archivos de la unidad USB flash. La acción guardar todo archivo requiere menos de 700KB de espacio en la unidad USB.

Antes de poder guardar en la unidad USB debe cambiar el botón imprimir del panel frontal para la función alternativa Guardar. Para ello seleccione la opción Alm./Rec – Guardar todo – Botón imprimir – Guardar todo archivo. Para guardar todos los archivos de osciloscopio en una unidad USB flash, siga estos pasos:

- Inserte una tarjeta USB flash en el puerto correspondiente.
- Para cambiar la carpeta designada como carpeta actual, utilice la opción Seleccionar carpeta.  
El osciloscopio crea una carpeta nueva dentro de la carpeta actual cada vez que pulsa el botón Save del panel frontal y genera automáticamente el nombre de la carpeta.
- Configure el osciloscopio para capturar los datos.
- Pulse el botón Save.
- El osciloscopio crea una carpeta nueva en la unidad USB y guarda la imagen en pantalla, los datos de forma de onda y los datos de configuración en archivos separados con el siguiente nombre de la carpeta Allnnnn.

## Utilidades de archivo

Para ver una lista de archivos que crea la función Guardar todo archivo, acceda al menú Utility que le permite usar utilidades de archivo. En la tabla 5 aparecen dichas utilidades y en la tabla 6 aparecen el tipo y contenido del archivo.

Fuente	Nombre de archivo
CH ( x )	FnnnnCHx.CSV, donde nnnn es el numero generado automáticamente y x es el numero de canal
Matemáticas	FnnnnMTH.CSV
Ref (x)	Fnnnn Rfx. CSV, donde x es la letra de la memoria de referencia.
Imagen de pantalla	Fnnnn TEK, ???, donde ??? es el formato de archivo actual
Parámetros	Fnnnn TEK,SET

Tabla. 5.- Utilidades de archivo.

Tipo de archivo	Contenido y usos
. CSV	Contienen cadenas de texto ASCII que presenta los valores de tiempo (en relación con el disparo) y la amplitud de los 2500 puntos de datos de formas de onda. Puede importar archivos .CSV a multitud de aplicaciones de hoja de cálculo y análisis matemático.
. SET	Contiene una cadena de texto ASCII con la configuración del osciloscopio.
Imágenes de la pantalla	Puede importar los archivos a aplicaciones de hojas de cálculo y procesadores de texto. El tipo de archivo de imagen depende de la aplicación.

Tabla. 6.- Contenido de archivos.

## Guardar imagen

Esta opción permite guardar la imagen de la pantalla del osciloscopio en un archivo llamado TEKnnnn.??? Donde ??? Es el formato de archivo actual de guardar imagen. La tabla. 7 muestra los formatos de archivo que reconoce el osciloscopio.

Formato de archivo	Extensión	Comentarios
BMP	BMP	Este formato de mapa de bits utiliza un algoritmo sin pérdidas y es compatible con la mayoría de programas de procesadores de texto y hojas de cálculo. Este es el predeterminado.
EPSIMAGE	EPS	Formato PostScript.
JPEG	JPG	Este formato de mapa de bits utiliza un algoritmo de compresión que provoca pérdidas y se utiliza habitualmente con cámaras digitales y con otras aplicaciones de fotografía.
PCX	PCX	Formato Paintbrush de DOS.
RLE	RLE	Run – length encoding (codificación de longitud de ejecución): este formato utiliza un algoritmo de compresión sin pérdidas.
TIFF	TIF	Tagged Image File Format (formato de archivo de imágenes con etiquetas)

Tabla. 7.- Formatos de archivo para guardar imágenes.

Antes de poder guardar datos en la unidad USB flash debe cambiar el botón imprimir a la función alternativa Guardar. Para ello, seleccione la opción Alm./Rec. – Guardar todo – Botón imprimir – Guardar imagen. El led guardar junto al botón imprimir se enciende para señalar la función alternativa.

Para guardar la imagen que aparece en pantalla en la unidad USB flash, siga estos pasos:

- Inserte una tarjeta USB flash en el puerto correspondiente.
- Para cambiar la carpeta designada como carpeta actual, utilice el botón de opción Seleccionar carpeta.
- Acceda a la pantalla que desea guardar.
- Pulse el botón Save para guardar la imagen.

El osciloscopio guarda la imagen en pantalla y crea automáticamente el nombre de archivo.

Para ver una lista de los archivos que guardan a una imagen en un archivo y que son creados por la función Save Image To File, puede acceder al menú Utility que contiene a las utilidades de Archivo.

#### Puerto USB para dispositivos

Puede usar un cable USB para conectar el osciloscopio a una computadora o a una impresora PictBridge compatible. El puerto USB para dispositivos esta en la parte trasera como se muestra en la fig. 99.

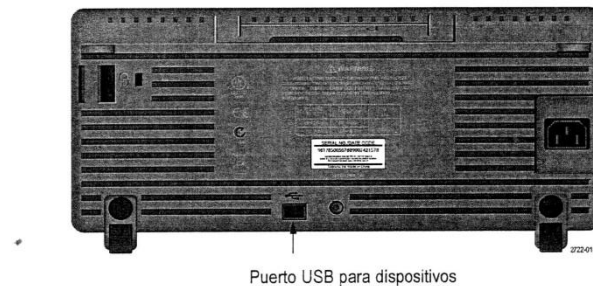


Fig.99. Puerto USB para conectar una PC o impresora.

Antes de conectar el osciloscopio a una computadora debe descargar e instalar en la PC al software Tektronix Open Choise PC Communications. Si conecta el osciloscopio



antes de instalar el software, la computadora no reconocerá. La PC etiquetara al osciloscopio como dispositivo desconocido y no establecerá una comunicación con el. Para evitar que esto se produzca instale primeramente el software. Siga estos pasos:

- Ejecute el software Open Choice Desktop en el PC. El asistente InstallShield aparecerá en pantalla.
- Seguir las instrucciones en pantalla.
- Salga del asistente InstallShield.

Después de instalar el software en la computadora, puede conectar el osciloscopio. De la siguiente forma:

- Encienda el osciloscopio
- Inserte un extremo del cable USB en el puerto para PC que se encuentra en la parte trasera del osciloscopio
- Encienda la computadora
- Inserte el otro extremo del cable en el puerto USB de la computadora
- Debe parecer el mensaje: nuevo hardware encontrado, siga las instrucciones que aparecen en pantalla.

Para sistemas Windows XP, siga estos pasos:

- Si observa el cuadro de dialogo del dispositivo Tektronix PictBridge, haga clic en cancelar.
- Cuando el equipo lo indique, seleccione la opción que señala que Windows no debe conectarse a Windows Update y haga clic en siguiente.
- En la ventana siguiente se muestra que hay instalado software para un dispositivo de prueba y medición. Si no ve el software del dispositivo USB de prueba y medición, el software Open Choice Desktop no esta instalado correctamente.
- Seleccione la opción para instalar el software automáticamente y haga clic en siguiente.  
Windows instalará el controlador del osciloscopio.

- Si no localiza el dispositivo USB de prueba y medición en el paso anterior, o si Windows no puede encontrar el controlador del software, es por que no esta correctamente instalado.  
En estas situaciones, haga clic en cancelar para abandonar el asistente nuevo hardware encontrado. No deje que el asistente termine.
- Desconecte el cable USB del osciloscopio e instale el software Open Choise Desktop.  
Vuelva a conectar el osciloscopio al ordenador y repita los pasos.
- Haga clic en finalizar.
- Si aparece un cuadro de dialogo que se llama dispositivo de prueba y medición, seleccione lo que sea que Windows haga con un clic en aceptar.

#### Para los sistemas Windows 2000

- Cuando el equipo lo indique, seleccione la opción que pide a Windows mostrar una lista de controladores conocidos y haga clic en continuar.
- En la siguiente ventana seleccione el dispositivo USB de prueba y medición. Si no ve una selección de dispositivo USB, el software no está instalado.
- En la ventana siguiente, haga clic en continuar para que Windows instale el controlador del osciloscopio.  
Windows instalará el controlador del dispositivo.
- Si no localiza el dispositivo USB de prueba y medición en el paso anterior o si Windows no puede encontrar el controlador del software, el software no está instalado correctamente.  
En estas situaciones, haga clic en cancelar para abandonar el asistente nuevo hardware encontrado.  
Desconecte el cable USB del osciloscopio e instale el software.  
Vuelva a conectar el osciloscopio a la computadora y repita los pasos.
- Cuando se le indique haga clic en finalizar.
- Si Windows le solicita insertar un CD, haga clic en cancelar.
- Ejecute el software PC Communications en la computadora.

## Puerto USB para impresora

Cuando conecta el osciloscopio a una impresora compatible con PictBridge el osciloscopio y la impresora se pueden encender o apagar. Para conectar el osciloscopio a una impresora realice los siguientes pasos:

- Inserte un extremo del cable USB en el puerto USB para dispositivos en el osciloscopio.
- Inserte el otro extremo del cable en el puerto PictBridge en una impresora compatible.
- Para comprobar la conexión, configure el osciloscopio para imprimir de acuerdo con las instrucciones siguientes:
- Encienda el osciloscopio y la impresora.
- Pulse el botón Utility para acceder a Opciones – Configurar Impresora – Botón Imprimir y seleccione la opción impresiones.
- Configure la opción Ahorrador de tinta en SI, que es la opción predeterminada.
- Pulse los botones de opción – mas –p. 2 de 3 y – mas – p. 3de3 para configurar la impresora. El osciloscopio se comunica con ella y solo muestra las opciones y los valores compatibles.  
Si no está seguro de la configuración adecuada, seleccione predeterminado en cada caso.
- Para imprimir una imagen de pantalla, pulse el botón imprimir del panel frontal.
- El osciloscopio tarda unos segundos en capturar la imagen de la pantalla. Los parámetros de la impresora y la velocidad de impresión determinan el tiempo necesario para imprimir los datos. Puede que se requiera tiempo adicional, según el formato seleccionado.
- Si la impresión falla, compruebe que el cable USB está conectado al puerto PictBridge de la impresora e intente de nuevo.
- El osciloscopio almacena los parámetros hasta que los cambie, aunque pulse el botón Default Setup para regresar a los valores originales, o apague el osciloscopio.
- Para detener el envío de imágenes de pantalla a la impresora, pulse cancelar impresión.

## 2.5.- Sonda o punta de un osciloscopio

Las sondas pasivas 10x de las series TPP0101 y TPP0201 son sondas pasivas de alta impedancia con atenuación 10x. Están diseñadas para su uso con osciloscopios TBS 1152. Estos osciloscopios tienen una capacidad de entrada de 20pf. El rango de compensación de estas sondas es de 15 – 25 pf. Las sondas carecen de piezas que puede sustituir el usuario ya que están selladas.

### Conexión de la sonda a un osciloscopio

En la fig. 100 se muestra la forma correcta de conectar la sonda o punta al osciloscopio.

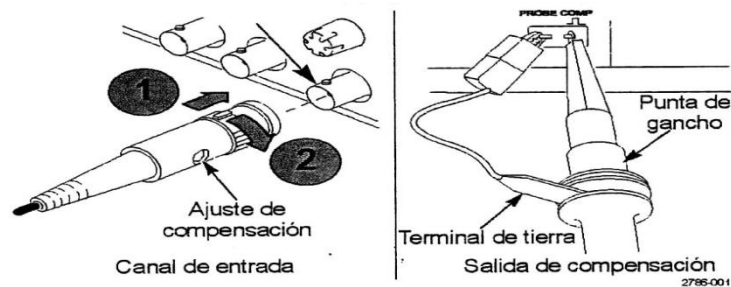


Fig.100.-Conexión de la sonda.

### Compensación de la sonda

Debido a las variaciones en las características de entrada del osciloscopio, puede que sea necesario ajustar la compensación de frecuencia de la sonda después de haberla cambiado de un canal a otro.

En la parte derecha del osciloscopio existe un conector en forma de gancho en donde el osciloscopio entrega una señal cuadrada calibrada de 1KHz que refleja diferencias notables entre los bordes anteriores y posteriores. Lleve a cabo los siguientes pasos para optimizar la compensación de la sonda en su frecuencia.

- Conecte la sonda al canal del osciloscopio que tiene previsto usar para las medidas
- Conecte la punta a los terminales de salida de compensación de la sonda en el panel frontal del osciloscopio.  
A fin de evitar descargas eléctricas, establezca la conexión únicamente con la señal Comp Sonda del osciloscopio al realizar este ajuste.
- Pulse auto configurar o ajuste el osciloscopio como considere oportuno para mostrar una forma de onda estable en la pantalla.
- Ajuste la muesca de la sonda hasta que vea una onda cuadrada con la parte superior totalmente plana en la pantalla, como se muestra en la fig. 101.  
Para evitar descargas eléctricas, utilice únicamente la herramienta de ajuste aislado al realizar ajustes de compensación.



Fig.101.-compensacion correcta de la sonda.

#### Conexión de la sonda a un circuito

Para conectar la sonda o punta a un circuito eléctrico use los accesorios estándar que se incluyen.

Para evitar descargas eléctricas al utilizar la sonda o los accesorios, mantenga los dedos detrás de la protección dactilar. Asegúrese que el cable y el muelle de conexión a tierra estén perfectamente instalados antes de conectar la sonda al circuito que este probando.

## Accesorios estándar

A continuación se indican los accesorios estándar con los que cuenta la sonda:

Bandas de color: Use estas bandas para identificar el canal del osciloscopio en la cabeza de la sonda. Fig. 102.

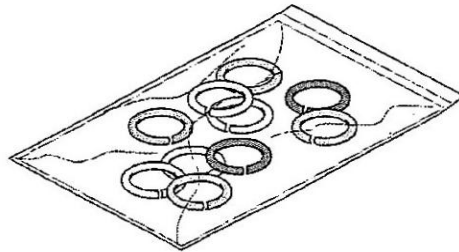


Fig.102.- Bandas de color.

Punta de gancho: Presione el capuchón que contiene el gancho en la punta de la sonda fig. 103 y, a continuación, acople el gancho en el circuito.

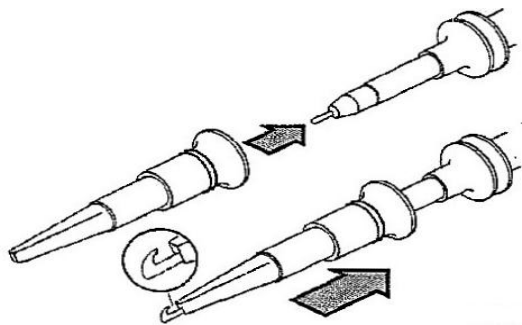


Fig.103.-Punta de gancho.

Cable de conexión a tierra con pinza de cocodrilo: Fije el cable al suelo de la punta de sonda y a continuación al suelo del circuito. Fig. 105.

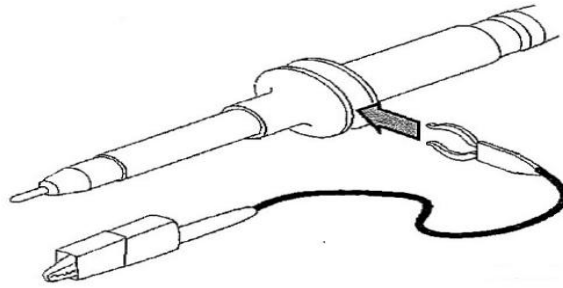


Fig.105.-Cable de conexión a tierra con caimán.

Muelle de conexión a tierra: El muelle de conexión a tierra reduce las aberraciones que se produce en las señales de alta frecuencia como consecuencia de la inductancia de la ruta a tierra, de modo que se obtienen unas medidas con la correcta fidelidad de señal.

Una el muelle a la banda a tierra de la punta de la sonda. Este muelle se puede estirar hasta unas 0.75 pulgadas con respecto al punto de prueba de la señal. Fig.105.

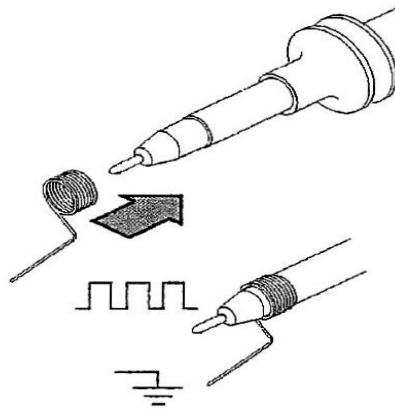


Fig.105.-Muelle de conexión a tierra.

## CAPITULO 3.- ALGUNAS SUGERENCIAS PARA EL MANTENIMIENTO

### 3.1.- Verificación del funcionamiento

En este sub-capítulo se describen algunas sugerencias para realizar los procedimientos de verificación del funcionamiento y rendimiento del osciloscopio, según las especificaciones marcadas con el registro de verificación. El siguiente equipo, o un equivalente adecuado, es necesario para hacer estos procedimientos. En la tabla 8 se presenta la descripción y requerimientos mínimos que debe tener el equipo a utilizar.

Descripción	Requerimientos mínimos	Ejemplos
Fuente de voltaje DC.	17.5mV a 7V, $\pm 0.5\%$ de exactitud	Wavetek 9100 sistema de calibración universal
Generador de onda nivelado	$\geq 200\text{MHz}$ , $\pm 3\%$ exactitud de amplitud	Fluke 5500A calibrador multiproducto
Generador de marca de tiempo	10 ms periodo $\pm$ ppm de exactitud	Fluke 5500A calibrador multiproducto
50 $\Omega$ BNC cable	BNC macho a BNC macho, = 1m de longitud	Tektronix numero de parte 012-0482-xx
50 $\Omega$ BNC cable	BNC macho a BNC macho, = 25 cm longitud	Tektronix numero de parte 012-0208-xx
50 $\Omega$ Terminal Feedthroug	Conector BNC macho a hembra	Tektronix numero de parte 011-0049-xx

Tabla 8.- Requerimientos del equipo a utilizar.



Adaptador banana BNC doble	Conectores tipo banana a BNC hembra	Tektronix numero de parte 103-0090-xx
Adaptador T BNC	Conectores BNC macho a doble hembra	Tektronix numero de parte 103-0030-xx
Divisor de poder	Rango de frecuencia: DC a 4 GHZ seguimiento > 2.0%	Tektronix numero de parte 015-0565-xx
Adaptadores 4 requeridos	Conector macho N a BNC hembra	Tektronix numero de parte 103-045-xx
Adaptador	Conector hembra N a macho BNC	Tektronix numero de parte 103-0058-xx
Potenciales 3 negro	Banana de apilamiento Plug Patch Cord, = 45 cm	Pomona #B-18-0
Potenciales 2 negro	Banana de apilamiento Plug Patch Cord, = 45 cm	Pomona #B-18-2

Tabla 8.- Requerimientos del equipo a utilizar. (continuación)

### 3.1.1.- Procedimientos

Antes de iniciar los procedimientos se sugiere cumplir las siguientes dos condiciones:

- El osciloscopio debe haber estado funcionando de forma continua durante al menos un tiempo considerado (20 minutos ), dentro del rango de valores de funcionamiento que están especificados en la tabla 9.
- Se debe de realizar la operación de auto-prueba y auto calibración que se describe mas adelante. Si los cambios de temperatura ambiente se

realizan por incrementos de más de 5 grados centígrados, se debe de realizar la operación de auto-calibración de nuevo.

Característica	Descripción	Rango de valores
Temperatura	Funcionamiento	0°C a +50°C con pendiente máxima 5°c / minuto, sin condensación, hasta 3000m de altitud.
	Sin funcionar	-40°C a +71°C, con 5°C/minuto gradiente máximo
Humedad	Funcionamiento	5% a 85% humedad relativa (%RH) de +40°C, 5% hasta 45% RH por encima de +40° hasta +50°C, sin condensación y limitada por un máximo de temperatura de bulbo húmedo de +37°C (disminución de la humedad relativa para 45% RH a 50°C)
	Sin funcionar	5% a 85% humedad relativa (%RH) de +40°C, 5% hasta a 45% RH por encima de +40°C hasta +50° sin condensación arriba de +50°C limitada por un máximo de temperatura de bulbo húmedo de +37°C (disminución de la humedad relativa para 12% RH a +71°C)
Altitud	Funcionamiento	Hasta 3000 metros (10000pies)
	Sin funcionar	Hasta 3000 metros (10000pies), Altitud: está limitado por posibles daños a la pantalla LCD a mayor altitud. Este daño es independiente de la operación

Tabla. 9.- Desempeño ambiental.

El tiempo requerido para completar todo el procedimiento es de aproximadamente una hora. A manera de advertencia, en algunos de estos procedimientos se utilizan rangos de voltajes los cuales se consideran peligrosos. Para evitar daños a la salud por descargas eléctricas no olvide ajustar las salidas de la fuente de tensión

especificando a un voltaje de 0v, antes de hacer una prueba o modificar las interconexiones.

Auto-prueba: Este procedimiento se realiza internamente y automáticamente cada vez que el osciloscopio es encendido. Por lo que no se requiere ningún equipo de prueba o conexiones. Cuando se termina la prueba se debe de comprobar que no existan mensajes de error, estos se muestran en la pantalla del osciloscopio.

Auto-calibración: Este procedimiento permite optimizar rápidamente el camino de la señal del osciloscopio para obtener la máxima precisión en la toma de una medida. Se puede ejecutar la rutina en cualquier momento, pero se recomienda realizar si los cambios de temperatura ambiente son por incrementos de 5 grados centígrados o más.

Para realizar el procedimiento de calibración haga lo siguiente:

- Desconectar todas las sondas y los cables de los conectores de entrada de canal 1 y 2.
- Pulse el botón Utility y la sección de la opción Auto calibrado para iniciar la rutina. La rutina tarda aproximadamente un minuto en completarse.
- Verificar que la calibración haya terminado.

### 3.1.2.- Prueba de ganancia en DC

Esta prueba verifica la exactitud de la ganancia de corriente continua de todos los canales de entrada y se sugiere el procedimiento siguiente:

- Ajuste el nivel de salida de la fuente de voltaje DC a 0 volts.
- Configure el osciloscopio utilizando la tabla 10.

Presionar el botón de menú	Seleccione la opción	Seleccione el valor
Configuración predeterminada	_____	_____
Canal 1	Sonda	1X
Adquirir	Promedio	16
Medida	Fuente	Canal bajo prueba
	Tipo	Significar

Tabla. 10.- Configuración del osciloscopio.

- Conecte el canal del osciloscopio bajo prueba a la fuente de tensión continua, como se muestra en la fig.106.

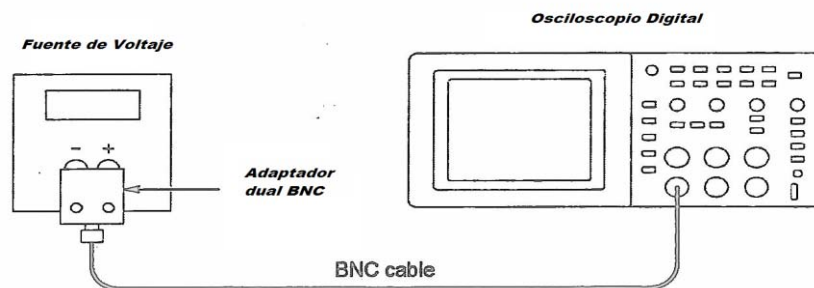


Fig.106.- Conexión del osciloscopio y fuente de poder

- Para cada uno de los 3 ajustes de los volts / división en la escala vertical presentada en la tabla 11, se recomienda seguir estos pasos:

Ajuste escala vertical (volt/división)	Tensión de corriente continua nivel de salida de la fuente	Limite de precisión para la diferencia de voltaje (Vdif)
5 mV/div	+ 17.5 mV, – 17.5 mV	33.6 mV a 36.4 mV
200 mV/div	+ 700mV, – 700mV	1.358 V a 1.442 V
2 V/div	+ 7.00 V, - 7.00 V	13.58 V a 14.42 V

Tabla. 11.- Ajustes de la escala vertical.

- a) Establecer el nivel de salida de la fuente de voltaje DC de la tensión positiva que aparece, a continuación registre la medida promedio como  $V_{pos}$
- b) Invertir la polaridad de la fuente de tensión DC y registrar la medición efectuada como  $V_{neg}$ .
- c) Calcular la diferencia de voltajes con  $V_{dif} = V_{pos} - V_{neg}$  y comparar la diferencia con los limites de precisión proporcionados en la tabla 11.

- Ajustar el nivel de salida del voltaje de la fuente de tensión DC a 0 volts.
- Desconecte el sistema de prueba.
- Repita los pasos anteriores para realizar la prueba a todos los canales de entrada del osciloscopio.

### 3.1.3.- Prueba de ancho de banda

Esta prueba verifica el ancho de banda de todos los canales de entrada y para realizarla se sugieren estos pasos:

- Configure el osciloscopio utilizando la tabla 12.

Presione el botón del menú	Seleccione la opción del menú	Seleccionar el valor
Configuración predeterminada	_____	_____
Canal 1	Sonda	1X
Adquirir	Promedio	16
Menú de disparo	Enganche	Rechazar ruido
Medir	Fuente	Canal bajo prueba
	Tipo	Pk – Pk

Tabla. 12.- Configuración del osciloscopio.

- Conectar el canal del osciloscopio bajo prueba al generador de onda sinusoidal nivelado, como se muestra en la fig. 107.

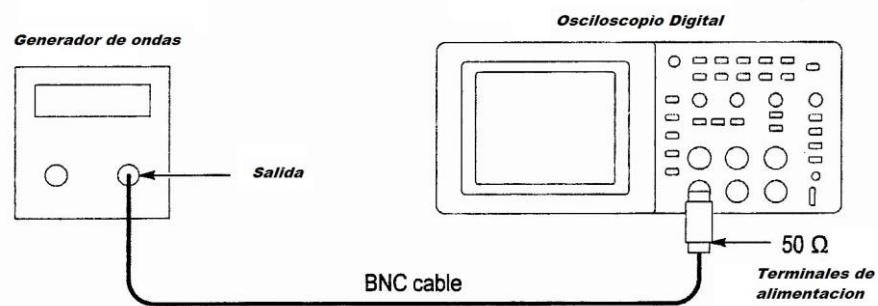


Fig.107.- Conexión del osciloscopio y generador de ondas.

- Ajustar la escala vertical del osciloscopio (volts/división) a 500 mv/div.
- Ajuste la escala horizontal del osciloscopio (seg/div) a 10 ms/div.

- Ajustar la frecuencia del generador de onda sinusoidal nivelado a 50 kHz.
- Ajustar el nivel de salida del generador de onda sinusoidal nivelado de forma que el pico a pico de medición este entre 2.98 V y 3.02 V.
- Ajustar de nuevo la frecuencia del generador de onda sinusoidal a 150 Mhz, si el tipo de osciloscopio es el TBS1154 o TBA1152.
- Ajustar la escala horizontal del osciloscopio (seg/div) a 10 ns/div.
- Compruebe que la medida de pico a pico sea de  $\geq 2.12$  Volts.
- Desconecte el sistema de prueba.
- Repita los pasos para todos y cada uno de los canales de entrada.

#### 3.1.4.- Prueba de la base de tiempo

Esta prueba verifica la exactitud de la base de tiempo. Para realizar la prueba se sugieren estos pasos:

- Configurar el osciloscopio utilizando la tabla 13.

Presione el botón del menú	Seleccionar la opción del menú	Seleccione el valor
Confi. Predeterminada	_____	_____
Canal 1	Sonda	1X

Tabla. 13.- Configuración del osciloscopio.

- Conectar el osciloscopio a la marca del generador de tiempo, como se muestra en la fig. 108.

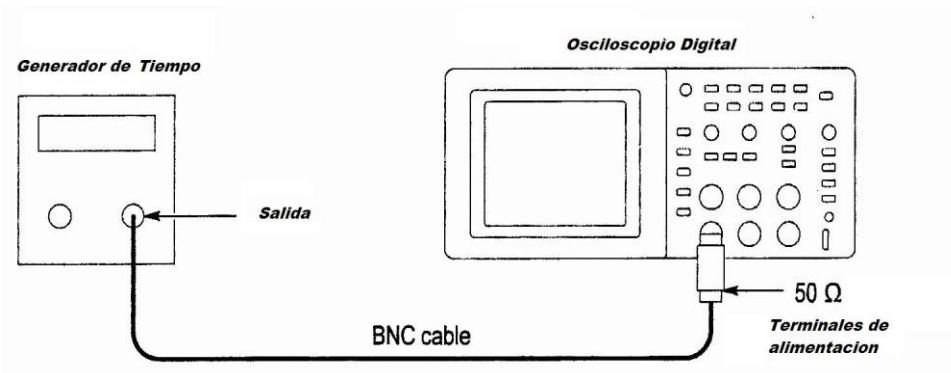


Fig. 108.-Conexión del osciloscopio y el generador de tiempo.

- Establezca el periodo generador de marcas de tiempo en 10 ms.
- Establezca la escala vertical del osciloscopio (volts/división) a 500 mV/div.
- Configurar la escala horizontal principal del osciloscopio (segundos/división) a 1 ms/div.
- Presione configurar para 50%.
- Utilice el control de posición vertical para centrar la señal de prueba en la pantalla.
- Utilice el control de posición horizontal para ajustar la posición a 10.00 ms.
- Ajuste la escala horizontal del osciloscopio (segundos/división) a 250 ns/div.
- Compruebe que el flanco ascendente de la señal cruza el centro de la línea horizontal de la retícula dentro de  $\pm 2$  divisiones de la línea central de la retícula vertical, como se muestra en la fig.109. Una división de desplazamiento del centro de la retícula corresponde a un error de base de tiempo de 25 ppm.

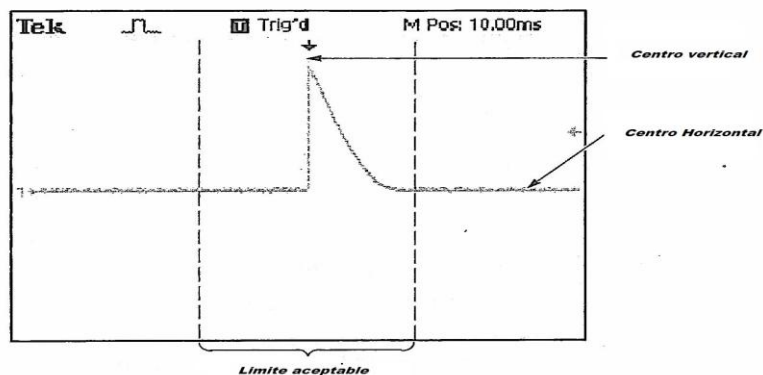


Fig.109.- Limites de error de base de tiempos.



- Desconecte el sistema de prueba.

### 3.1.5.- Prueba de la sensibilidad de disparo

Esta prueba realiza la verificación de la sensibilidad de disparo de borde para todos los canales de entrada. Los pasos sugeridos son:

- Configure el osciloscopio utilizando la tabla 14.

Presione el botón del menú	Seleccione la opción del menú	Seleccione el valor
Configuración predeterminada	_____	_____
Canal 1	Sonda	1X
Menú de disparo	Modo	Normal
Adquirir	Muestra	—
Medir	Fuente	Canal bajo prueba
	Tipo	Pk – Pk

Tabla.14.- Configuración del osciloscopio.

- Conecte el canal del osciloscopio bajo prueba al generador de onda sinusoidal nivelado, como se muestra en la fig. 110.

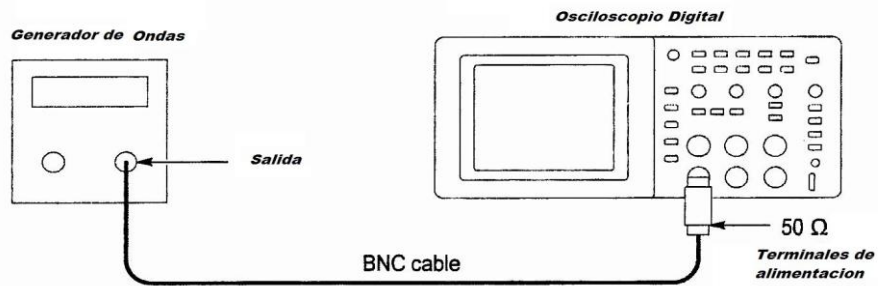


Fig. 110.-Conexión de la salida del generador de onda al canal bajo prueba.

- Ajustar la escala vertical del osciloscopio (volts/división) a 500 mV/div.
- Ajuste la escala horizontal del osciloscopio (segundos/división) a 25 ns/div.
- Establezca la frecuencia de la onda sinusoidal en el generador para 10 Mhz.
- Ajuste el nivel de salida del generador de onda sinusoidal aproximadamente a 500 mVpp de modo que la amplitud medida sea de aproximadamente 500 mV. (La amplitud medida puede fluctuar alrededor de 500 mV).
- Presione establecer en 50%, Ajustar el nivel de disparo según sea necesario y luego compruebe que el disparo sea estable.
- Ajuste la frecuencia del generador de onda sinusoidal a 100Mhz si el tipo de osciloscopio es el TBS 1154 o TBS 1152.
- Ajusta la escala horizontal del osciloscopio (segundos/división) a 5 ns/div
- Ajuste el nivel de salida del generador de onda sinusoidal en aproximadamente 750 mV pico a pico para que la amplitud medida sea de aproximadamente 750 mV. (la amplitud medida puede fluctuar alrededor de 750 mV).
- Presione configurar para ajustar al 50% el nivel de disparo según sea necesario y luego compruebe que el disparo sea estable.
- Ajuste la escala horizontal del osciloscopio (segundo/división) a 2.5 ns/div.
- Cambie la configuración del menú de disparo que aparece en el renglón 3 de la tabla 14 utilizando la tabla 15.

Presione el botón del menú	Seleccione la opción del menú	Seleccione el valor
Menú de disparo	Pendiente	Cayendo

Tabla. 15.- Nueva configuración para el menú de disparo.

- Presione configurar para ajustar al 50% el nivel de disparo según sea necesario y luego compruebe que el disparo sea estable.
- Desconecte el sistema de prueba.
- Repita el procedimiento para todos y cada uno de los canales de entrada.

### 3.1.6.- Prueba del borde de sensibilidad y del disparo externo

Esta prueba verifica el borde de sensibilidad para el disparo externo. Se sugieren estos pasos para realizar la prueba:

- Configurar el osciloscopio utilizando la tabla 16.

Presione el botón del menú	Seleccione la opción del menú	Seleccione el ajuste
Configuración predeterminada	_____	_____
Canal 1	Sonda	1X
Menú de disparo	Fuente	Externa
	Modo	Normal
Adquirir	Muestra	_____
Medición	Muestra	Ch 1
	Tipo	Pk – Pk

Tabla. 16.-Configuración del osciloscopio para prueba de sensibilidad de disparo externo.

- Conectar el osciloscopio al generador de onda sinusoidal nivelado como se muestra en la fig. 111, utilizando el canal 1 y el disparo externo.

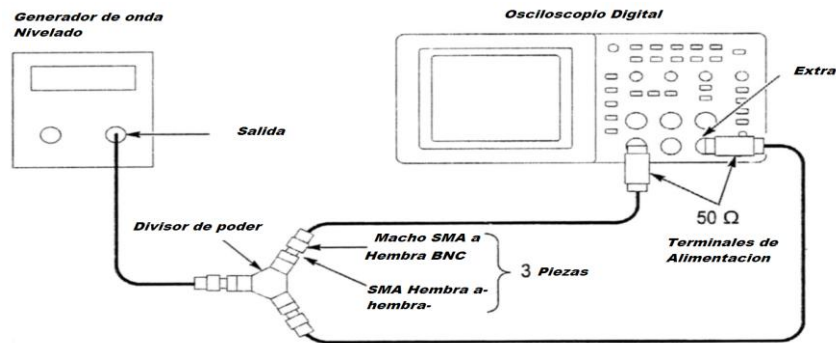


Fig.111.- Conexión del generador y el osciloscopio por medio del divisor de poder.

- Ajuste la escala vertical del osciloscopio (volts/división) a 100 mV/div.
- Ajuste la escala horizontal del osciloscopio (segundos/división) a 25 ns/div.
- Ajuste la frecuencia del generador de onda sinusoidal a 10 Mhz.
- Ajustar el nivel de salida del generador de onda sinusoidal aproximadamente a 200 mV pico a pico. En el canal 1 del osciloscopio y en la entrada de disparo externo también se estará recibiendo aproximadamente 200 mVpp. pequeñas desviaciones pueden aparecer en la pantalla del osciloscopio pero son aceptables.
- Ajuste la escala horizontal del osciloscopio (segundos/división) a 5 ns/div.
- Presione configurar para ajustar al 50% el nivel de disparo según sea necesario, enseguida compruebe que el disparo sea estable.
- Ajuste la escala horizontal del osciloscopio (segundos/división) a 2.5 ns/div.
- Presione configurar para ajustar al 50% el nivel de disparo según sea necesario y luego compruebe que el disparo sea estable.
- Cambie la configuración del menú de disparo que aparece en el renglón 3 de la tabla 14 utilizando la tabla 17.

Presione el botón del menú	Seleccione la opción del menú	Seleccione el ajuste
Menú de disparo	Pendiente	Cayendo

Tabla.17.- Nueva configuración para el menú de disparo externo.

- Presione configuración para ajustar al 50% el nivel del disparo según sea necesario y luego compruebe que el disparo sea estable.
- Desconecte el sistema de prueba.

## 3.2.-Ajustes básicos.

### 3.2.1.- Procedimientos de ajuste

En esta sección se describen algunas sugerencias sobre los procedimientos básicos de ajuste para este tipo de osciloscopio. Antes de realizar cualquier procedimiento de servicio consulte el capítulo 2, donde se describen los mandos y perillas de este osciloscopio.

Los valores nominales de tensión en el interior del osciloscopio son muy estables en el tiempo y no requieren actualizaciones de rutina. No se realiza ningún procedimiento de reajuste a menos que el osciloscopio no cumpla las especificaciones que se mencionan en el capítulo 2.

#### Equipo requerido

El equipo descrito en la tabla 18 o un equipo equivalente adecuado es necesario para realizar estos procedimientos.

Descripción	Requerimientos mínimos	Ejemplo
Fuente de voltaje DC	-20 V a 20 V, $\pm 0.1\%$ exactitud	Wavvtek 9100 sistema de calibración universal
Generador de onda nivelado	$\leq 200\text{Mhz}$ , $\pm 0.6\%$ exactitud de amplitud	Fluke 5500A calibrador multiproducto
50 $\Omega$ cable BNC	BNC macho a BNC macho = 1m de longitud	Tektronix numero de parte 012-0482-xx
7 cables BNC a 50 $\Omega$	BNC macho a BNC macho = 25 de longitud	Tektronix numero de parte 012-0208-xx
Terminal feedthrough a 50 $\Omega$	Conectores BNC macho y hembra	Tektronix numero de parte 011-0049
Adaptador banana doble a BNC	Conector banana plug a BNC hembra	Tektronix numero de parte 103-0090-xx
3 BNC T	Conectores un macho y dos hembras	Tektronix numero de parte 103-0030-xx

Tabla. 18.- Equipo necesario para el procedimiento de ajuste.

El procedimiento de ajuste consta de 70 pasos para el osciloscopio de dos canales y se incrementa a 106 pasos para el de 4 canales. Antes de realizar el procedimiento de ajuste, se sugiere calentar el osciloscopio durante al menos diez minutos en una temperatura ambiente de entre 20 y 30 grados centígrados. Los ajustes realizados antes del calentamiento o fuera de este rango de temperatura pueden afectar negativamente al rendimiento.

Si todos los pasos del procedimiento se realizan correctamente, aparecerá un mensaje y las nuevas constantes de calibración en vigor. Si cualquier paso falla, el procedimiento se aborta y la calibración actual no se ve afectada. Se puede optar por cancelar el procedimiento en cualquier paso sin afectar la calibración actual, mediante la selección de la opción Fcal. Abort.

Algunos de los pasos se toman una cantidad significativa de tiempo (hasta 5 minutos) para completar el ciclo.

Las conexiones del osciloscopio con una fuente de DC para un primer ajuste se muestran en la fig.112 y los valores a los que se debe ajustar la fuente para cada uno de los 30 primeros pasos se muestran en la tabla 19.

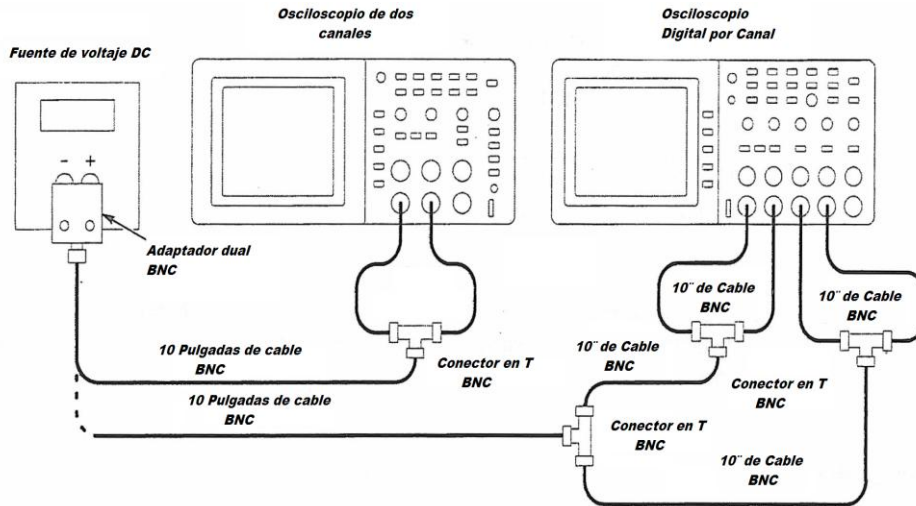


Fig.112.- Conexiones para un primer ajuste del osciloscopio con DC positiva.

Las conexiones del osciloscopio con una fuente de DC negativa para un segundo ajuste se muestran en la fig. 113 y los valores a los que se debe de ajustar la fuente para continuar con el paso 31 – 34 aparecen en la misma tabla 19.

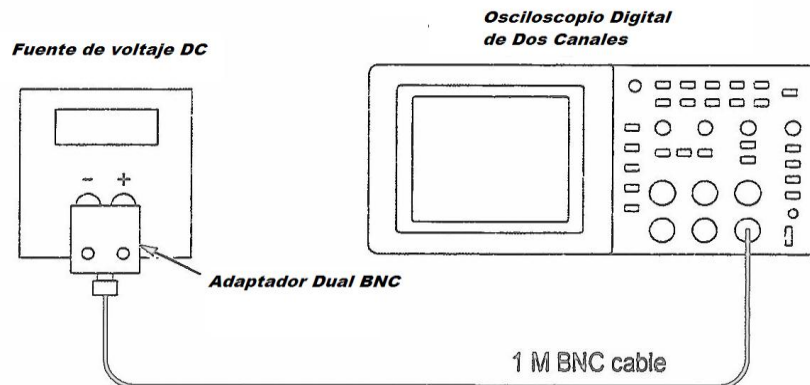


Fig. 113.-Conexiones para un segundo ajuste del osciloscopio con DC negativa.

Entrada	Diagrama de instalación	Numero de paso	Fuente	Valores de ajuste de la fuente de DC
Canal 1	Fig. 112.	1	DC voltaje 1	0.0 V
		2	DC voltaje 1	-20.0 V
		3	DC voltaje 1	-2.0 V
		4	DC voltaje 1	-1.6 V
		5	DC voltaje 1	-1.2 V
		6	DC voltaje 1	-0.8 V
		7	DC voltaje 1	-0.4 V
		8	DC voltaje 1	-0.32 V
		9	DC voltaje 1	-0.2 V
		10	DC voltaje 1	-0.16 V
		11	DC voltaje 1	-0.08V
		12	DC voltaje 1	-0.04 V
		13	DC voltaje 1	-0.03 V
		14	DC voltaje 1	-0.02 V
		15	DC voltaje 1	-0.015 V
		16	DC voltaje 1	0.015 V
		17	DC voltaje 1	0.02V
		18	DC voltaje 1	0.03 V
		19	DC voltaje 1	0.04 V
		20	DC voltaje 1	0.08 V
		21	DC voltaje 1	0.16 V
		22	DC voltaje 1	0.2 V
		23	DC voltaje 1	0.32 V
		24	DC voltaje 1	0.4 V
		25	DC voltaje 1	0.8 V
		26	DC voltaje 1	1.2 V
		27	DC voltaje 1	1.6 V
		28	DC voltaje 1	2.0 V
		29	DC voltaje 1	20.0 V
		30	DC voltaje 1	0.0 V
Disparo Ext.	Fig. 113.	31	DC voltaje 1	-5.0 V
		32	DC voltaje 1	-1.0 V
		33	DC voltaje 1	1.0 V
		34	DC voltaje 1	5.0 V

Tabla. 19.- Pasos para ir ajustando los valores de la fuente DC.



Las conexiones de un osciloscopio con un generador de onda senoidal para un tercer ajuste se muestran en la fig.114 y los valores a los que se debe de ajustar el generador para continuar con los pasos 71 – 106 aparecen en la tabla 20.

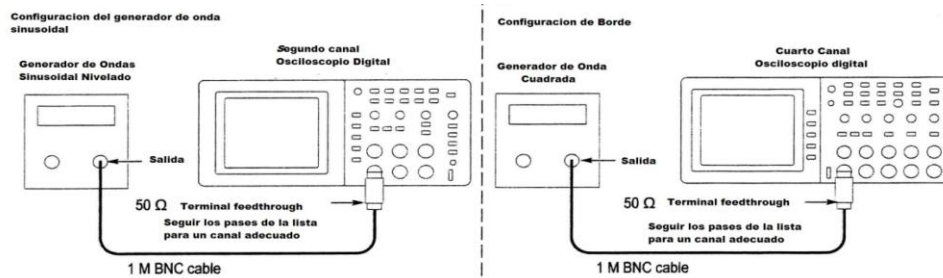


Fig.114.- Conexiones del osciloscopio para realizar un tercer ajuste con AC.

Entrada	Diagrama	Numero de paso	Fuente	Valores de ajuste del generador
Canal 1	Fig. 114.	35	Generador de onda senoidal 50Ω	5 KHz, 1 Vp-p
		36		1 Mhz, 100mVp-p
		37		1 Mhz , 1Vp-p
		38		50 KHz, 1 Vp-p
		39		20 Mhz, 1Vp-p
		40		BWL, 25mVp-p
		41		BWL, 50mVp-p
		42		BWL, 100mVp-p
		43		BWL, 250 mVp-p
		44		BWL, 500mVp-p
		45		BWL, 1 Vp-p
		46		5KHz,2.5Vp-p
		47		1Mhz ,2.5Vp-p
		48		50KHz,2.5Vp-p
		49		20Mhz , 2.5Vp-p
		50		BWL,2.5Vp-p

Tabla 20.-Pasos para ajustar los valores del generador de onda.

		51		BWL, 5Vp-p
		52		BWL,1.6Vp-p
	Borde	53	Borde, 50 $\Omega$	1 KHz, 0v a 800 mV
Canal 2	Generador de onda	54	Generador de onda 50 $\Omega$	5KHz, 1Vp-p
		55		1Mhz, 100mVp-p
		56		1Mhz,1Vp-p
		57		50KHz,1Vp-p
		58		20Mhz,1Vp-p
		59		BWL,25mVp-p
		60		BWL,50mVp-p
		61		BWL, 100mVp-p
		62		BWL, 250mVp-p
		63		BWL, 500mVp-p
		64		BWL, 1Vp-p
		65		5KHz, 2.5Vp-p
		66		1Mhz,2.5Vp-p
		67		50KHz,2.5Vp-p
		68		20Mhz,2.5Vp-p
		69		BWL,2.5Vp-p
		70		BWL,5Vp-p
Canal 3, si, cuenta con el	Generador de onda	71		5 KHz , 1Vp-p
		72		1Mhz, 100mVp-p
		73		1Mhz,1Vp-p
		74		50KHz,1Vp-p
		75		20Mhz,1Vp-p
		76		BWL, 25mVp-p

Tabla 20.-pasos para ajustar los valores del generador de onda. (Continuación)

		77		BWL,50mVp-p
		78		BWL, 100mVp-p
		79		BWL, 250mVp-p
		80		BWL, 500mVp-p
		81		BWL,1Vp-p
		82		5Khz,2.5Vp-p
		83		1Mhz,2.5Vp-p
		84		50Khz,2.5Vp-p
		85		20Mhz, 2.5Vp-p
		86		BWL,2.5Vp-p
		87		BWL,5Vp-p
		88		BWL,1.6Vp-p
	Borde	89	Borde 50Ω	1Khz, 0v a -800mV
Canal 4, si, cuenta con el	Generador de onda	90	Generador de onda 50Ω	5Khz,1Vp-p
		91		1MHz 100mVp-p
		92		1MHz,1Vp-p
		93		50Khz,1Vp-p
		94		20Mhz,1Vp-p
		95		BWL,25mVp-p
		96		BWL,%0mVp-p
		97		BWL, 100mVp-p
		98		BWL, 250mVp-p
		99		BWL, 250mVp-p
		100		BWL,1Vp-p
		101		5KHz,2.5Vp-p
		102		1MHz,2.5Vp-p
		103		50KHz,2.5Vp-p
		104		20MHz, 2.5Vp-p
		105		180 Mhz ,2.5Vp-p
		106		180 Mhz , 5Vp-p

Tabla20.Pasos para ajustar los valores del el generador de onda. (Continuación)

Antes de realizar el procedimiento de ajuste se recomienda activar el menú de servicio de la siguiente forma:

- Encienda el osciloscopio.
- Presione el botón de mediciones del panel frontal para acceder al menú de medición.
- Presione el botón de opción superior para acceder al menú de medición 1.
- Mantenga pulsado el botón único del panel frontal.
- Presione y mantenga presionado el botón de ajuste automático del panel frontal.
- Espere al menos dos segundos.
- Suelte el botón individual.
- Suelte el botón ajuste automático. Aparece un mensaje en la esquina inferior izquierda de la pantalla que indica el modo de servicio.
- Pulse el botón Utilidad del panel frontal.

A la finalización del procedimiento de ajuste desactive el menú de servicio a través del botón delantero Utility del panel, el botón de opción de Service y el modo de servicio apagado, botón de opción.

### 3.2.2.-Procedimiento de ajustes de constantes

1º Utilice este procedimiento para cargar nuevas constantes de calibración.

- Habilitar el Service menu.
- Presione el botón de opción de Service.
- Presione el botón de opción de la Factory Cal.
- Apretar el botón de opción Warmup Timer.
- Presione el botón de opción Start Time, para permitir diez minutos de calentamiento. Después de diez minutos el osciloscopio muestra una gran cruz de color negro o verde.
- Presione el botón Utility del panel frontal y presione el botón de opción de Service.

- Presione el botón de opción de Factory Cal.
- Presione el botón de opción FCAL INIT para iniciar la rutina de calibración de fábrica. Ahora se encuentra en el primer paso del procedimiento, ver tabla 19.
- Como se indica en el paso uno de la tabla 19, conectar una fuente de 0.0 Volts a las entradas del canal.
- Pulse FCAL STEP, para cargar la constante de calibración para el paso uno.
- Siga las indicaciones en pantalla y la tabla de configuración de ajuste para el resto de la rutina, aplicando la señal apropiada para cada caso. (ver tabla 19 y 20).

2º Compensar la ruta de la señal mediante la realización de la rutina de auto-Calibración.

3º Desconecte todas las sondas y los cables de los conectores de entrada del Canal.

4º Presione el botón de Utility y la selección Do Self Cal para confirmar que esté listo para proceder.

5º Desactive la opción de menú de servicio pulsando el botón Utility del panel frontal, servicio modo apagado (off).

Durante algunos pasos el osciloscopio puede aparecer inactivo durante varios minutos mientras se está procesando la información internamente. Debe esperar a que el indicador de la pantalla se muestre para poder continuar.

Si cualquiera de los pasos en el procedimiento falla, este termina, tampoco dará resultado si se conecta una fuente de señal incorrecta. Si esto sucede debe iniciar los pasos desde el principio.

Si el procedimiento se realiza correctamente, aparecerá un mensaje de paso (Pas) y un nuevo ajuste surte efecto.

### 3.3.- Mantenimiento preventivo

#### 3.3.1.- Recomendaciones

Esta sección contiene la información necesaria para realizar un mantenimiento periódico o preventivo en el osciloscopio. Se deben tomar medidas de seguridad y tener presente que al manipular internamente el osciloscopio se tiene contacto directo con los componentes, por lo que la electricidad estática puede dañar a los semiconductores del osciloscopio.

Al realizar cualquier servicio que requiera el acceso interno al osciloscopio se deben tener presentes las siguientes recomendaciones, las cuales pueden ayudar a evitar daños en los módulos internos y sus componentes debido a las descargas electrostáticas:

- Minimizar la manipulación de los módulos sensibles a la estática.
- Proteger los módulos de la estática cuando se transportan o almacenan.
- Descargar la tensión estática de su cuerpo mediante el uso de una muñequera antiestática con conexión a tierra al manipular estos módulos.
- Dar servicio a los módulos sensibles solo en estaciones de trabajo libres de estática. No permitir nada que sea capaz de generar o almacenar una carga estática sobre la superficie de trabajo.
- Manipular las placas del circuito por los bordes cuando sea posible.
- No deslizar los módulos a través de cualquier superficie.
- Evitar la manipulación de los módulos en las áreas que tienen un piso o superficie de trabajo capaz de generar una carga estática.

#### 3.3.2.- Inspección y limpieza

La inspección y la limpieza se llevan a cabo como parte del mantenimiento preventivo, el cual se llama así porque se hace con regularidad, puede evitar el mal funcionamiento del osciloscopio y mejorar su fiabilidad.

El mantenimiento preventivo consiste en la inspección visual y limpieza del osciloscopio. Para saber con que frecuencia se realiza el mantenimiento depende de

la calidad del entorno donde se trabaje, un buen momento para realizar el mantenimiento preventivo es justo antes de hacer su ajuste.

### 3.3.3.- Cuidados generales

Para un mejor rendimiento del osciloscopio, siga estas recomendaciones:

- Proteja el osciloscopio de condiciones climáticas adversas. El instrumento no es resistente al agua.
- No guarde o deje el osciloscopio donde la pantalla de cristal líquida se exponga a la luz solar directa o humedad durante largos periodos de tiempo.
- Las tapas delantera y trasera ayudan a mantener el polvo fuera del osciloscopio y deben estar en su lugar durante su reposo.
- Para evitar daños al osciloscopio o sondas no exponerlos a ningún tipo de spray, líquidos de limpieza o solventes.

### 3.3.4.- Limpieza interior

- Para evitar lesiones, apague el aparato y desconéctelo de la red eléctrica, antes de realizar cualquier procedimiento.
- Utilice un flujo de baja velocidad de aire seco para limpiar el interior del chasis.
- Use un cepillo de cerdas suaves para limpiar alrededor de los componentes y de preferencia un cepillo que no produzca estática. Para la limpieza interior lo mejor es utilizar una solución de alcohol isopropílico al 75% y enjuagar con agua des-ionizada.

### 3.3.5.- Limpieza exterior

- Se recomienda evitar la entrada de humedad en el interior del osciloscopio durante la limpieza externa, usando únicamente líquido suficiente para humedecer la tela o aplicador.
- Para no dañar las partes plásticas se recomienda evitar el uso de productos químicos de limpieza o comerciales.
- Utilice solo agua des-ionizada para limpiar los botones de menú o del panel frontal.
- Use una solución de alcohol isopropílico al 75% como limpiador y agua des-ionizada como enjuague.
- Limpie las superficies exteriores del chasis con un paño seco y sin pelusa o con un cepillo de cerdas suaves. Si la suciedad persiste utilice un paño o un isopo humedecido en una solución de alcohol isopropílico al 75%.
- Utilizar un isopo para limpiar espacios estrechos alrededor de los controles y conectores.
- Limpie el interruptor de encendido con una toalla de limpieza humedecida y no lo rocíe ni moje directamente.
- Para limpiar la pantalla humedezca el paño con agua destilada o una solución de alcohol isopropílico al 75% y frote suavemente la superficie de la pantalla. Evite el uso de una fuerza excesiva ya que puede dañar la superficie de la pantalla.

### 3.3.6.- Inspección exterior

Se debe inspeccionar el osciloscopio en las partes exteriores para detectar daños o desgaste en los elementos, siguiendo el procedimiento en la tabla 21. Se recomienda reparar inmediatamente los defectos que se hayan encontrado, ya que podrían causar lesiones personales o provocar más daños al osciloscopio.



Artículo	Inspeccione	Acción de reparar
La tapa delantera y trasera	Grietas, rasguños y deformaciones	Reemplace el modulo defectuoso
Perillas del panel frontal	Perrillas desaparecidas, dañadas o sueltas	Reemplace de perillas defectuosas
Conectores	Conchas rotas, aislante agrietado, conectores deformados, suciedad en los conectores	Sustituir los módulos defectuosos y haga su limpieza
Pies, asa de transporte y el gabinete	Operación correcta de cada uno	Reparar o reemplazar la pieza
Accesorios	Faltan elementos o partes, las terminales están dobladas hay cables rotos o pelados y conectores dañados	Reparar o reemplazar los elementos dañados o faltantes

Tabla. 21.- Procedimiento de inspección externa.

### 3.3.7.- Inspección interior

Para acceder a la parte interna del osciloscopio recuerde desconectarlo y evitar la electricidad estática por medio de una pulsera o conexión a tierra. Inspeccione las partes internas del osciloscopio desgaste y deterioro basándose en la tabla 22.

Para evitar daños por arcos eléctricos se recomienda que las juntas o componentes del circuito estén completamente secos antes de aplicar tensión al osciloscopio y reparar cualquier defecto inmediatamente, antes de que cause algún daño mayor.

Artículos	Inspeccione	Acción de reparación
Tarjetas de circuitos	Conexiones de soldadura, sueltos rotos o corroídos placas de circuitos, quemados rotos o agrietados	Soldar los puntos rotos si una parte de la placa esta quemada o agrietada quitar y remplazar la tarjeta de circuitos dañada
Resistencias	Quemado rasgado roto verifique condiciones	Retirar la tarjeta cambie resistores dañados y vuelva a colocar la tarjeta de circuitos
Conexión de soldadura	Junta de soldadura rota o corroída	Resoldar junta y limpiar con alcohol isopropilico
Condensadores	Destruídos o con fugas, soldadura cables o terminales corroídas	Retire la tarjeta de circuito cambie los condensadores o cables en mal estado y coloque de nuevo la tarjeta
Cableado y los cables	Enchufes sueltos o conectores, cableado quemado roto o desgastado	Asiente firmemente los conectores, remplace los alambres o cables defectuosos
Chasis	Abolladuras deformaciones y hardware dañado	Enderezar, reparar o remplazar el hardware defectuoso

Tabla.22.- Procedimiento de inspección interna.

### 3.3.8.- Procedimiento de limpieza interior

Para limpiar el interior del osciloscopio se recomiendan estos pasos:

- Quitar el polvo con aire seco a baja presión des-ionizado aproximadamente 9 PSI.

- Limpiar cualquier resto de polvo con un paño sin pelusa humedecido en una solución de alcohol isopropílico al 75% y luego limpie con un paño sin pelusa humedecido con agua des-ionizada caliente. Un aplicador con punta de algodón es útil para la limpieza en espacios estrechos y en las placas de circuitos. Detener si el módulo está limpio después de realizar los pasos anteriores.
- Si con los pasos anteriores no se ha retirado todo el polvo y la suciedad, todos los módulos del osciloscopio excepto el de visualización y el módulo del panel frontal pueden ser rociados o lavados con una solución de alcohol isopropílico al 75%.
- Lave partes sucias con la solución de alcohol isopropílico al 75% y espere 60 segundos para que la mayoría del alcohol se evapore.
- Utilice agua caliente des-ionizada para enjuagar bien las piezas. (49 o 60 grados centígrados / 120 o 140 grados Fahrenheit).
- Seque todas las piezas con baja presión, aire des ionizado. Seque todos los componentes y ensamblajes en un compartimiento de horno o secador utilizando circulación de aire a baja temperatura de 52 a 66 grados centígrados.

Durante la limpieza de la junta de adquisición o tarjeta principal se debe asegurar de que no queden residuos en los atenuadores. Los escombros o residuos pueden causar varios problemas con la fidelidad de la señal que no pueden ser corregidos por la calibración. Al manipular la tarjeta, evite manejar atenuadores dado que los aceites de la piel pueden causar problemas.

La amplia limpieza del módulo de visualización es difícil porque; el agua no debe quedar atrapada entre la pantalla de visualización si esto ocurre se pueden dañar. Los polarizadores integrados en la pantalla se degradan con la exposición a largo plazo al agua. Aplicadores con punta de algodón sin pelusa humedecidos en alcohol isopropílico y / o agua des -ionizada ofrecen la mejor limpieza con la menor oportunidad para que se dañe el ensamblaje.

En el módulo del panel frontal puede haber daños por la deposición de película o residuos en el interior de los codificadores de perilla. Para evitar esto, tenga cuidado de no derramar líquido o sopla los desechos en los codificadores.

## Conclusiones:

A partir de los conocimientos adquiridos durante la elaboración del presente trabajo se puede recomendar una serie de sugerencias de mantenimiento preventivo así como de ajuste y calibración del osciloscopio TBS 1152.

El capítulo 1 y 2 proporciona los conocimientos necesarios para poder medir y analizar con un osciloscopio, cuando se visualiza en su pantalla por medio de los botones del panel frontal, las formas de onda y parámetros que adopta una señal eléctrica. Con la descripción que se proporciona en el capítulo 2 y el conocimiento de los módulos básicos de los que está compuesto este instrumento y a la experiencia propia se logró implementar de una forma lógica y sencilla el procedimiento de ajuste y mantenimiento preventivo, el cual consta en una primera parte de hacer la verificación del buen funcionamiento, objetivos particulares de esta tesis. En esta se propone y se muestra como realizar cinco pruebas básicas de las cuales, con los resultados que se obtienen y comparando parámetros proporcionados por el fabricante en este caso Tektronix, se puede saber si el osciloscopio opera de forma normal o presenta alguna falla. De esta forma se sabe cuando hacer los ajustes básicos. Debido a que el osciloscopio no está hecho para funcionar en una zona específica de algún territorio y tomando en cuenta la diversidad del clima se obtuvieron y proporcionan datos climatológicos de operación como son la altitud, temperatura ambiente y la humedad relativa, ya que estos afectan al funcionamiento y permiten decidir cuando hacer el ajuste y calibración teniendo presente el lugar en el que es usado el instrumento.

Con todo lo anteriormente expuesto en este trabajo se han adquirido conocimientos suficientes acerca de este osciloscopio, los cuales nos permiten realizar el mantenimiento preventivo que es el objetivo de la última parte de dicho trabajo, descrito en el capítulo 3. Al terminar de leerlo se tendrán conocimientos para resguardar la seguridad durante todo el proceso de mantenimiento, ante el riesgo de descarga eléctrica, de descarga electrostática que afecta a los módulos del osciloscopio, así también, como hacer una inspección exterior además de su limpieza. Se tendrá una amplia perspectiva para tomar la decisión de cuando y como hacer la inspección y limpieza interior, además se podrá saber que tipo de líquidos y de paños se utilizarán para el mantenimiento sugerido.

En general de este trabajo se pueden adquirir conocimientos para saber usar, calibrar y ajustar el osciloscopio mencionado, así como algunas sugerencias para su mantenimiento preventivo, objetivo principal de este trabajo.

## Bibliografía

Díaz Sanchidrian, Cesar.  
Física, Mecánica, Termodinámica, Ondas  
Física cuántica nuclear.  
Madrid; México: Mc Graw- Hill, 1990

Bueche, Frederick.  
Física general  
México, Mc Graw-Hill, 1991

Tippens, Paul.  
Física, conceptos y aplicaciones.  
México, Mc Graw- Hill Interamericana, 2011

Serway, Raymond A.  
Fundamentos de física.  
México, Cengage Learning, 2010

Klein, Paul E.  
El osciloscopio.  
México: Alfa omega, 1996

Ruiz Vassallo, Fransisco.  
Manual del osciloscopio.  
Barcelona, CEAC, 1979

Roth, Charles H.  
Técnica del osciloscopio  
Barcelona, Marcombo, 1976