

U.B.A. FACULTAD DE INGENIERÍA

Departamento de Electrónica

LABORATORIO 66-02
Informática

TRABAJO PRÁCTICO N° 3

Osciloscopio básico

Curso 2012 - 2do Cuatrimestre

Turno: Curso 04

GRUPO N° 1	
APELLIDO, Nombres	N° PADRÓN
AGUILERA, Juan Martín	92483
ROSSI, Federico Martín	92086
COVA, Fernando	91225
-	-
-	-
Alumno Responsable : Aguilera, Juan Martín	
Fecha de Realización : 27/09/2012	
Fecha de Aprobación :	
Calificación :	
Firma de Aprobación :	

Observaciones:

1. Objetivos

El objetivo del trabajo práctico es la familiarización con las propiedades, aplicaciones y utilización del osciloscopio como instrumento de visualización y medición de formas de onda. Además, se pretende el entendimiento del funcionamiento del osciloscopio y la adquisición de habilidades en el uso de los controles principales del panel frontal del mismo. Por último, se espera obtener una especial destreza en la realización de mediciones elementales.

2. Introducción

El *osciloscopio*, antiguamente conocido como *oscilógrafo*, es un tipo de instrumento de medición electrónico que permite la representación gráfica de señales eléctricas que pueden variar en el tiempo. Presenta los valores de las señales eléctricas en forma de coordenadas en una pantalla, en la que normalmente el eje X (horizontal) representa tiempos y el eje Y (vertical) representa tensiones. La imagen así obtenida se denomina *oscilograma*.

Las señales a menudo son periódicas, por lo que se repiten constantemente, de manera que, múltiples muestras de una señal que es en realidad variable en el tiempo se muestra como una imagen estable. Muchos osciloscopios (osciloscopios de almacenamiento) son también capaces de capturar formas de onda que no se repiten durante un tiempo determinado, mostrando en pantalla una forma estable del segmento capturado.

Los osciloscopios se utilizan comúnmente para observar la forma de onda exacta correspondiente a una señal eléctrica. Estos son generalmente calibrados de manera tal que la tensión y el tiempo puedan ser percibidos de la mejor manera posible por el ojo humano. Esto permite la medición de, por ejemplo, la tensión pico a pico de una forma de onda, la frecuencia de señales periódicas, el tiempo entre pulsos, el tiempo que le toma a una señal para alcanzar su máxima amplitud (tiempo de crecimiento o subida), y el tiempo relativo entre varias señales relacionadas.

3. Materiales utilizados

Se detallan a continuación (*Tabla 1*) la lista de materiales y dispositivos utilizados durante el desarrollo de la práctica, acompañados por sus respectivas características y especificaciones principales. Para más información sobre el instrumental puede dirigirse a la sección *Apéndice A*, ubicada al final del presente informe, donde se adjuntan las hojas de datos de todos estos.

Material/Instrumento	Especificaciones
Resistencias	$47\Omega \pm 5\%$ tolerancia (1 unidad)
Capacitores	$22\mu\text{F}$, 50V (1 unidad)
Generador de funciones	Modelo: 8140
Osciloscopio	Marca: GOOD-WILL Modelo: 653G
Contador	Marca: GOOD-WILL Modelo: guc-2020
Fuente regulada	Marca: Hewlett-Packard Modelo: 721A
Multímetro digital	UNI-T Mod. UT30F
Cables	Banana-Cocodrilo Cocodrilo-Cocodrilo BNC-BNC Banana-BNC

Tabla 1: Listado de materiales e instrumental utilizado.

4. Diagrama en bloques del osciloscopio

Nos centraremos primeramente en comprender el funcionamiento de un osciloscopio, de manera de conocer los procesos internos llevados a cabo por el aparato. Esto nos ayudará más adelante en el entendimiento del funcionamiento de los controles que posee este instrumento. Cabe aclarar que solamente nos referiremos al funcionamiento básico y general de los osciloscopios analógicos.

En la *Figura 1* se muestra un diagrama en bloques en el que se sitúan los controles principales de un osciloscopio. A lo largo de los próximos tres apartados analizaremos cada parte de dicho diagrama, haciendo énfasis en cómo es que se va modificando la señal desde que ingresa hasta que llega a la pantalla.

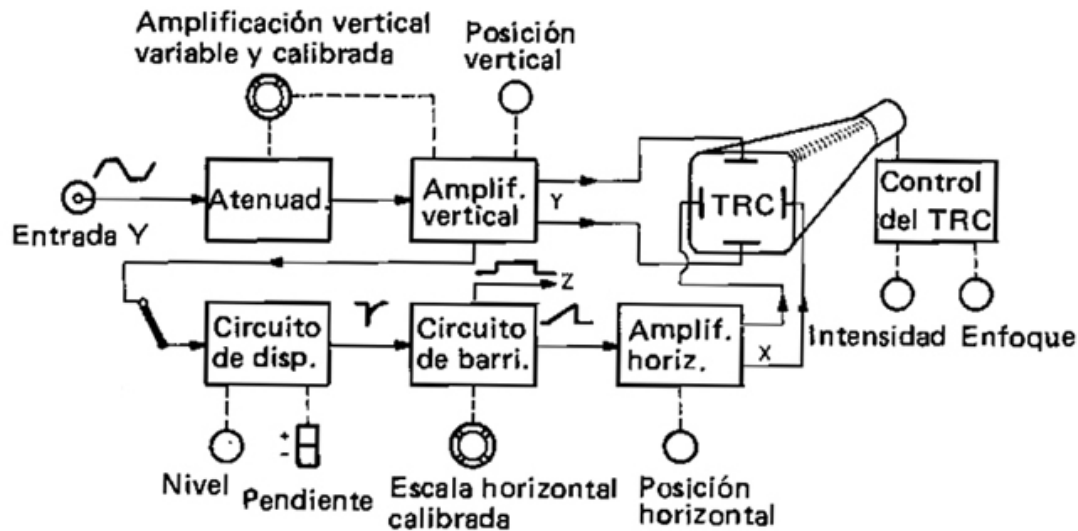


Figura 1: Diagrama en bloques en el que se muestran los controles principales de un osciloscopio.

4.1. Sistema vertical

Cuando se conecta la sonda del osciloscopio (ó mas técnicamente *probe*) a un circuito, la señal atraviesa a ésta ingresando por la *Entrada Y* y se dirige directamente a la sección vertical. Allí se sitúa en el *Atenuador*, donde es atenuada en la medida en que el usuario disponga. Dependiendo de donde situemos el mando del amplificador vertical atenuaremos la señal o la amplificaremos. Luego la señal pasa al siguiente bloque, *Amplificación vertical*, en donde es vuelta a amplificar. La razón por la cual se atenúa para más tarde amplificarla es a causa de lo costoso que es implementar un amplificador variable.

A la salida del bloque de *Amplificación vertical* ya se dispone de la suficiente señal para atacar las placas de deflexión verticales del tubo de rayos catódico, que naturalmente están en posición horizontal. Estas son las encargadas de desviar el haz de electrones, que surge del cátodo e impacta en la capa fluorescente del interior de la pantalla en sentido vertical: hacia arriba si la tensión es positiva con respecto al punto de referencia (*GND*) ó hacia abajo si es negativa.

4.2. Sistema horizontal

El sistema horizontal es el encargado de controlar que porción de la señal se visualizará en la pantalla del osciloscopio. La señal, al salir del bloque de *Amplificación vertical*, además de dirigirse hacia las placas de deflexión verticales, se hace lugar hacia el *Circuito de disparo*. Allí se inicia el barrido horizontal, siendo este bloque el encargado de mover el haz de electrones desde la parte izquierda de la pantalla hacia la parte derecha en un determinado tiempo. El trazado (recorrido de izquierda a derecha) se consigue aplicando la parte ascendente de un diente de sierra a las placas de deflexión horizontal las cuales se encuentran dispuestas verticalmente. Este puede ser regulable en tiempo actuando sobre el selector de base de tiempo. El trazado inverso, es decir, cuando el haz recorre el camino de derecha a izquierda, se realiza de forma mucho más rápida mediante la componente descendente del mismo diente de sierra.

4.3. Acople del sistema vertical con el sistema horizontal

Se mencionarán ahora las posibles formas de acoplamiento entre los sistemas vertical y horizontal. Ya que se puede querer observar distintas señales, el instrumento permite elegir el modo de acoplamiento para conseguir el disparo estable en las distintas situaciones:

- *AC*: bloquea la componente continua de la señal y atenúa las bajas frecuencias.
- *HF REJ*: rechaza la componente de continua, pero permite el paso de las bajas frecuencias. Cualquier frecuencia por encima de los 50Hz es atenuada.
- *DC*: permite el paso de la componente continua de la señal.

5. Controles del osciloscopio

Pasaremos ahora a definir en forma resumida el funcionamiento de cada perilla del osciloscopio.

(a) Controles del haz

Intensidad: permite regular la intensidad del trazo en la retícula;

Foco: controla el enfoque del trazo en la pantalla;

Iluminación: permite regular la iluminación sobre la pantalla;

Rotación del trazo: permite ajustar la posición horizontal del trazo, alineándolo angularmente con la cuadrícula que puede observarse sobre la retícula.

(b) Controles del canal vertical

Modo vertical: permite elegir lo que se mostrará en el display: CH1 (canal 1), CH2 (canal 2), Dual (ambos canales a la vez) y Add (suma de las señales de ambos canales);

Chop: modo en el cual, el osciloscopio traza una pequeña parte del Canal 1, luego otra pequeña parte del Canal 2, hasta completar un trazado completo y comenzar nuevamente. Se utiliza en señales de baja frecuencia, es decir, con la base de tiempo en posición de 1mS o superior;

CH2 Inv: invierte la entrada del Canal 2;

Position: permite mover verticalmente la forma de onda hasta el punto exacto que se desee;

VOLT/DIV: conmutador de varias posiciones, cada una de las cuales, representa el factor de escala empleado por el sistema vertical;

AC-DC: acoplamiento que bloquea mediante un capacitor la componente continua que posea la señal exterior;

GND: desconecta la señal de entrada del sistema vertical y lo conecta a masa, permitiendo situar el punto de referencia en cualquier parte de la pantalla;

VAR: La rotación de este control facilita un ajuste fino de la sensibilidad vertical. Esto permite que la forma de onda pueda ser ajustada a número exacto de divisiones, aún cuando las medidas verticales no sean las realmente indicadas en el control de sensibilidad VOLTS/DIV. Este control debe estar normalmente en la posición CAL, es decir, calibrado.

(c) Horizontal

A Time/div: conmutador de varias posiciones, cada una de las cuales, representa el factor de escala (en segundos por división) empleado por el sistema horizontal;

SWP VAR: permite ajustar en forma continua entre las distintas escalas;

Position: permite mover horizontalmente la forma de onda hasta el punto exacto que se desee;

B Time/div: controla la cantidad de segundos por división de la base de retardo;

$\times 10$ *Mag*: permite amplificar o magnificar por 10 la escala de tiempo;

X-Y: permite desconectar el sistema de barrido interno del osciloscopio, haciendo estas funciones uno de los canales verticales (generalmente el Canal 2). Esto nos da la posibilidad de visualizar curvas de respuesta ó las figuras de Lissajous.

(d) **Disparo**

Trigger source: selector que establece con respecto a que señal de entrada se establecerán los disparos;

Coupling: conmutador con el que es posible conseguir el disparo estable de la señal en diferentes situaciones (e.g. AC, DC, HF, LF, LINE);

Slope: selector que establece si el disparo debe efectuarse cuando la pendiente de la señal es positiva o negativa;

Level: permite, en el modo de disparo manual, ajustar el nivel de señal a partir del cual, el sistema de barrido empieza a actuar. Este ajuste no es operativo en modo de disparo automático;

Level lock: bloquea el control Level;

Normal/Auto/Single: selector del modo de disparo. En el modo NORMAL la señal que se muestra corresponde siempre al último barrido. Si no se produce disparo, la señal se congela en pantalla. En el modo AUTO, aunque no se produzca la condición de disparo, el osciloscopio esperará un tiempo y hará un barrido. En el modo SINGLE ó SINGLE TRIGGER, el osciloscopio realizará un único barrido, congelando la información en pantalla. Este modo sirve para ver transitorios que ocurren una sola vez;

Holdoff: establece el período de tiempo durante el cual el osciloscopio espera antes de volver a armar el sistema de circuitos de disparo (trigger). Es decir, inhibe ciertos disparos para que no ocurra el solapamiento de la señal cuando se introducen formas de onda complejas a la entrada;

Horizontal Display(A; A int. B; B; B Trig B): *A* muestra la base de tiempo principal. *A int B* muestra la base de tiempo principal intensificada. *B* muestra la base de tiempo secundaria. *Trig B* muestra la base de tiempo secundaria intensificada.

6. Incertezas en el osciloscopio

Las incertezas que se deben considerar son las siguientes:

- *Incerteza de lectura*: un medio de la mínima división;
- *Exactitud del sistema vertical*: 3%(5mV a 5V/DIV) ; 5%(1mV a 2mV/DIV);
- *Desplazamiento del balance de CC del sistema vertical*: $\pm 0,5\text{DIV}$ (5mV a 5V/DIV) ; $\pm 2,0\text{DIV}$ (1mV a 2mV/DIV);
- *Linealidad del sistema vertical*: $\pm 0,1\text{DIV}$ cuando una señal de amplitud de más de dos divisiones es movida verticalmente;
- *Exactitud de la base de tiempo del sistema horizontal*: 3% ;
- *Exactitud de magnificador de barrido del sistema horizontal*: $\pm 5\%$ (1 μS a 50mS/DIV) ; $\pm 8\%$ (1nS a 50nS/DIV);
- *Linealidad del sistema horizontal*: normal $\pm 3\%$ ($\times 1$) ; magnificado $\pm 5\%$ ($\times 10$) ($\pm 8\%$ para 10nS a 50nS/DIV).
- *Error sistemático*: el tipo de error sistemático más frecuente en las mediciones con un osciloscopio es el efecto de carga. Para medir utilizamos *puntas* o más comúnmente conocidas como *probes*, instrumentos que cuentan con una resistencia y una capacitancia propia. Esto puede acarrear un error sistemático, que se evita utilizando un conjunto de resistencias mucho mayor que la del circuito a medir junto con una capacitancia mucho menor.

7. Mediciones con el osciloscopio

Primeramente, para lograr un punto luminoso centrado en la pantalla del osciloscopio que sea circular, se pondrán las perillas del selector de entrada de los canales *CH1* y *CH2* en la posición *GND*. De esta manera, internamente se conectan las entradas a masa. Luego se debe seleccionar el botón *X-Y*¹ del sistema horizontal. Para centrar el punto se debe hacer uso de las perillas de posición del sistema vertical y horizontal. Este primer procedimiento realizado es útil para fijar la referencia del cero de la medición. También nos es de utilidad para centrar las figuras de Lissajous.

Trabajaremos ahora junto al generador de funciones, al cual configuraremos para obtener a su salida una señal sinusoidal de 2Vpp y 1kHz. La salida de este debe ser conectada directamente al canal *CH1* del osciloscopio con un cable *BNC-BNC*. Para lograr sincronizar la señal se deben poner los controles del instrumento en el estado que denominaremos *Estado inicial*:

- *Trigger LEVEL* = 0V
- *Trigger SLOPE* = + (positivo)
- *Trigger MODE* = Auto
- *VOLT/DIV* = 0,5V
- *TIME/DIV* = 0,2mS
- *Vertical Position* = 0V al centro

Habiendo establecido este estado inicial en el osciloscopio, se pasó a medir la amplitud pico máxima del generador de funciones. Para lograrlo se posicionó la perilla del selector de entrada del canal *CH1* en *AC*. Además, se debió modificar la escala de tensión de dicho canal a 5V/div y se tuvo que variar la perilla de posición vertical de manera de conseguir una lectura más cómoda de la cantidad de divisiones abarcadas por la señal. Hecho esto se obtuvo el siguiente valor de tensión:

$$V_p(máx) = 11V \pm 0,5V$$

Luego se midió el periodo mínimo que nos puede entregar el generador de funciones (o lo que es equivalente, la frecuencia máxima), obteniéndose

$$p_{min} = 0,1\mu S \pm 0,01\mu S$$

Para hacerlo se debió modificar la base de tiempo a 0,1 μ S/div y se tuvo que variar la perilla de posición horizontal de manera de conseguir una lectura mas cómoda de la cantidad de divisiones abarcadas por un ciclo de la señal.

Para la medición del offset máximo que nos puede entregar el generador de funciones se procedió volviendo al estado inicial, manteniendo la conexión del generador de funciones al osciloscopio. Luego se aumentó la perilla del offset del generador al máximo (positivo). En el osciloscopio se posicionó la perilla del selector de entrada del canal *CH1* en *GND* y variando el potenciómetro de posición vertical se llevó la señal hacia la segunda división mas baja de la pantalla. Acto seguido, se posicionó la perilla del selector de entrada del *CH1* en *DC* notando el desplazamiento de la señal a divisiones por encima de lo que llega a mostrar el display. Para lograr ver a esta de la forma mas conveniente se modificó la escala de tensión a 2V/div. Hecho esto se observó que el offset máximo (positivo) del generador de funciones es

$$Offset_{máx}(gen) = \pm(10,8V \pm 0,2V)$$

En esta última medición hemos incluido el valor máximo negativo del offset ya que la medición debe realizarse de la misma manera pero invirtiendo la posición de la señal cuando se ajusta la perilla del selector de entrada del canal *CH1* en *GND*; es decir, en vez de colocarla en la segunda división más baja debemos colocarla en la segunda división mas alta de la pantalla ya que al disminuir al máximo el offset y al posicionar la perilla del selector de entrada del *CH1* en *DC* dicha señal se desplazará hacia abajo.

¹Dependiendo del modelo de osciloscopio utilizado puede que, en vez de un botón, dicha opción se encuentre en la última posición de la derecha del selector de base de tiempo *TIME/DIV*.

Ahora mediremos el offset máximo pero el correspondiente al que puede entregar internamente el osciloscopio. Para lograrlo, partiendo del estado inicial y desconectando el generador de funciones utilizado en párrafos anteriores, conectaremos la fuente regulada al osciloscopio mediante un cable *Banana-BNC* teniendo en cuenta el detalle de colocar la tensión de salida del primero en 0V. Además colocaremos un voltímetro en paralelo a la fuente, de manera de poder saber que tensión está entregando realmente, ya que la indicación de la propia fuente no es confiable. En el osciloscopio posicionaremos la perilla del selector de entrada del canal *CH1* en *GND* y variaremos el potenciómetro de posición vertical hasta que este llegue a su máximo, es decir, cuando ya no sea posible seguir girándola hacia la derecha. Luego volveremos a modificar la posición de la perilla del selector de entrada del canal *CH1* colocándola en *DC*. Como puede notarse, la señal ya no se verá en la pantalla. Nuestro trabajo será entonces buscar ver de nuevo dicha señal alineada a la división de 0V del display. Para esto comenzaremos a aumentar la tensión de la fuente regulada hasta lograr dicha alineación. Una vez conseguido esto leeremos el valor de tensión medido por el voltímetro, siendo este el offset máximo entregado por el osciloscopio. Para el modelo utilizado en este informe se ha observado que dicho offset máximo es

$$Offset_{m\acute{a}x}(osc) = 8Div \times Escala$$

Si desearamos ahora medir la sensibilidad especificada por el fabricante del osciloscopio, podremos hacerlo conectando el generador de funciones al instrumento y agregándole un voltímetro digital en paralelo. De esta manera, y dejando el *Level* en un valor muy cercano a cero, se debería ir variando la amplitud del generador, en busca del momento en donde la imagen queda sincronizada. En ese instante debe leerse la medición del voltímetro. Para esta experiencia convendría utilizar el modo de disparo único del osciloscopio, además de regular el canal vertical en una escala de 50 mV/div o similar.

7.1. Modo X-Y y figuras de Lissajous

Se desea ahora mostrar sobre la pantalla del osciloscopio la relación de frecuencias que hay entre dos señales mediante el funcionamiento del modo X-Y. Para esto se hará uso de un circuito RC compuesto por una resistencia de 47Ω y un capacitor de $22\mu F$. El generador de funciones será la fuente de dicho circuito, y se configurará de manera tal de entregar una forma sinusoidal. Conectaremos el *CH1* del osciloscopio a la salida del generador, y el *CH2* entre las puntas del capacitor. Téngase en cuenta que las masas de ambas puntas deben estar conectadas entre sí, por lo que, una de las puntas del capacitor debe estar unida al extremo del generador que se considera como tierra. Hecho esto, seleccionaremos el modo vertical en X-Y. Si variamos la frecuencia del generador podremos ver que la forma de la imagen mostrada en la pantalla va adquiriendo distintas deformaciones.

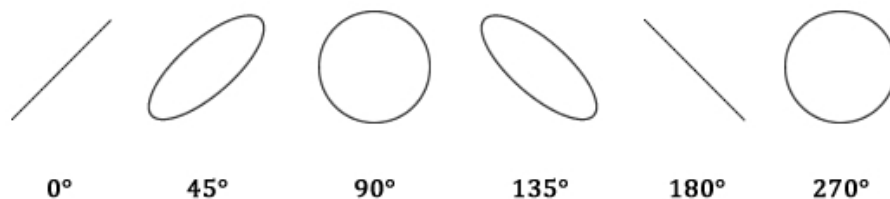


Figura 2: Figuras de Lissajous para la relación de frecuencias 1:1.

En la *Figura 2* se muestran las figuras de Lissajous correspondientes a una relación de frecuencias 1:1. En nuestro caso, para el circuito utilizado vamos a poder solamente ver la figura correspondiente a 45° ya que para distintas variaciones de frecuencias visualizaremos siempre una especie de ovalo con distintos grados de achatamiento. Es decir, veremos que las variaciones se dan entre 0° y 45° , dándose una diferencia de fase de 0° para una frecuencia nula de entrada (hecho que es obvio en un circuito RC).

Por último, si quisiésemos hacer el proceso inverso, es decir, determinar la relación de frecuencias a partir de una imagen presentada en pantalla en modo $X-Y$ lo que debemos hacer es centrar la figura en la pantalla, tomando como eje coordenado las franjas centrales de la misma. En la *Figura 3* se muestra un ejemplo en el cual la pantalla muestra una figura que corresponde a un grado de defasaje de 45° .

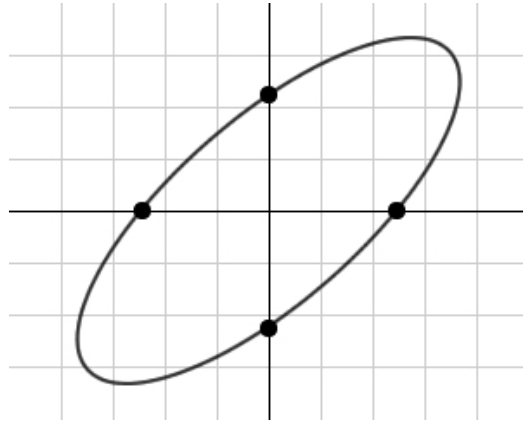


Figura 3: *Figura de Lissajous centrada sobre la pantalla con intersecciones marcadas.*

Hecho esto, se contarán la cantidad de veces que la figura corta al eje vertical y las veces que corta al eje horizontal. De esta manera, la relación de frecuencias resultará

$$Relación = \frac{Cantidad\ de\ veces\ que\ corta\ al\ eje\ vertical}{Cantidad\ de\ veces\ que\ corta\ al\ eje\ horizontal}, \quad (1)$$

y por lo tanto, la relación final quedará expresada como

$$\frac{f_1}{f_2} = 1 : Relación \quad (2)$$

En el ejemplo de la *Figura 3*, aplicando las ecuaciones (1) y (2), la relación resultará

$$Relación = \frac{2}{2} = 1,$$

y por lo tanto, la relación de frecuencias es

$$\frac{f_1}{f_2} = 1 : 1$$

7.2. Modo normal y automático

Con el fin de mostrar el funcionamiento del sistema de disparo del osciloscopio, se generó una señal de 2Vpp y 1kHz, que tuviera además una tensión continua de 3V (offset) provista por el generador de funciones. Luego se sincronizó dicha señal en el osciloscopio, y habiendo seteado los controles en el *Estado inicial* especificado al inicio de la *Sección 7* se observó sobre la pantalla el gráfico que se muestra en la *Figura 4*.

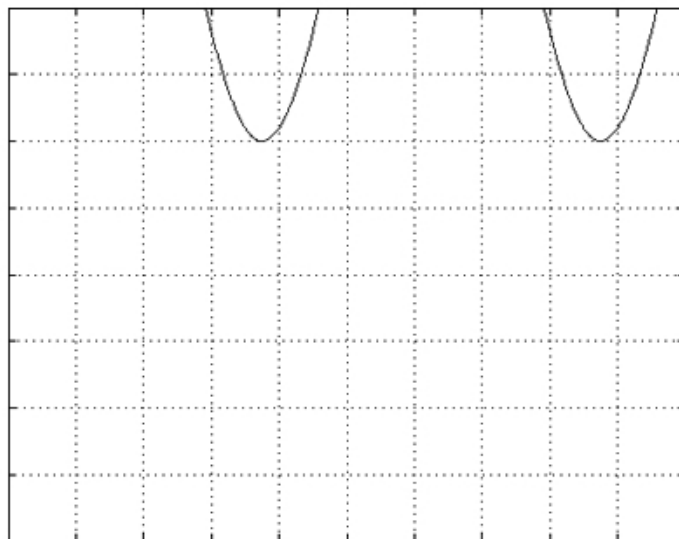


Figura 4: Estado de la pantalla del osciloscopio.

Partiendo de este estado, analicemos los siguientes planteamientos (en cada uno de ellos se parte del mismo estado inicial, a menos que se explicita lo contrario):

- (a) ¿Qué sucede en el trayecto si voy aumentando lentamente el *LEVEL* hasta $4V$?

En caso de ir aumentando el nivel del disparo hasta $4V$, se ven varias ondas senoidales de la misma amplitud pero desfasadas moviéndose horizontalmente en la pantalla. Esto sucede porque el nivel de disparo es más alto que el pico de la señal y la comparación siempre falla. Al estar en modo de disparo automático, se barre la pantalla en intervalos de tiempo constantes pero que no están relacionados con el período de la onda.

- (b) ¿Qué sucede en el trayecto si voy aumentando lentamente el *LEVEL* hasta $4V$ en modo *Normal*?

En el modo normal lo que sucede es idéntico a lo que ocurre en el modo automático, con la diferencia de que, cuando no se encuentra la señal, en vez de verse muchas señales superpuestas no se observa nada sobre la pantalla.

- (c) ¿Qué sucede en el Estado inicial pero cambiando el acoplamiento de entrada a *DC*?

En este caso se registra el mismo fenómeno que el observado en el caso anterior, ya que la señal sin la componente continua nunca pasa por el nivel de comparación.

- (d) ¿Qué sucede en el Estado inicial pero cambiando el acoplamiento de entrada a *DC* y en modo *Normal*?

Aquí, como la comparación falla, el disparo nunca se ejecuta por lo que no veremos nada sobre la pantalla del osciloscopio.

- (e) ¿Que se observa al probar todas las combinaciones posibles entre cambiar el acoplamiento de entrada en *DC* y cambiar el acoplamiento del Trigger en *AC*?

Para el acoplamiento de entrada en *AC* y acoplamiento del Trigger *AC* o *DC* se ve la señal centrada en la pantalla (se filtra el offset en la entrada).

Para el acoplamiento de entrada en *DC* y acoplamiento del Trigger en *AC* se observa la señal centrada en la pantalla (filtra el offset en la salida).

Finalmente, para el acoplamiento de entrada en *DC* y acoplamiento del Trigger en *DC* se muestra la señal como la recibe a la entrada.

- (f) *¿Se pierde el sincronismo si en el caso anterior además se varia (lentamente) el control de posición vertical?*

No, no se pierde sincronismo porque este modo agrega una componente continua a la señal después de derivarla hacia el sistema horizontal, es decir, los disparos se van a producir usando la señal original y la señal continua añadida es agregada en las etapas posteriores.

8. Conclusiones

El osciloscopio permite estudiar las características de una onda de corriente alterna, es decir medir la amplitud, la frecuencia y la fase respecto de una señal que puede ser distinta o ser la misma con cierto desfase.

Con el control de acople es posible modificar el tipo de señal que queremos, si una alterna pura o una que sea parte continua y parte alterna, de acuerdo a lo que nos convenga a la hora de medir para reducir las incertezas (y eliminar el ruido). Otra ventaja es la de utilizar los cambios de escala para ver la señal más grande y medir más exactamente.

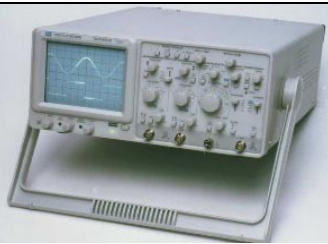
Una de las características principales es la de poder mostrar en un mismo gráfico dos señales simultáneamente. De esta forma podemos ver la diferencia de amplitud y de fase, y con el modo *X-Y* se pueden generar las figuras de Lissajous, de las cuales se puede determinar el desfase entre las dos señales, y la relación entre las frecuencias.

En el sistema de disparo, mediante la utilización de los controles *TRIGGER LEVEL* (nivel de disparo) y *TRIGGER SELECTOR* (tipo de disparo) es posible estabilizar lo mejor posible señales repetitivas. La clave está en que el barrido comience siempre en el mismo punto de la onda repetitiva. Para ello se utiliza el llamado *pulso de sincronismo* que es generada por la sección de disparo. El generador de rampa generará un solo ciclo de diente de sierra cuando reciba el pulso de sincronismo, y luego esperará hasta que se produzca el siguiente. Esta forma de sincronizar se llama *Modo Normal*. En modo normal si no hay pulso de sincronismo no veremos nada en la pantalla, en cambio en modo *Auto*, la señal sincronizada es visible, pero si variamos el nivel de disparo hasta que se pierda el sincronismo se producirán disparos aleatorios.

Para la visualización de las señales, depende de cómo seleccionamos el acoplamiento de entrada y del trigger que vamos a ver. En el caso del acoplamiento de entrada, si este está en DC se verá la misma señal que ingresa, en cambio en el modo AC se filtrará mediante un capacitor la componente continua de la misma, o el offset. En el acoplamiento del trigger, al igual que en el de entrada en AC, se filtrará la componente de offset de la señal, si es que no se filtro anteriormente en la entrada, y en el modo DC se mostrará la señal tal como se la recibe de la entrada. Si la misma esta en AC, se la ve sin el offset, y si esta en DC la señal se verá pura.

Apéndice A

“Hojas de datos de instrumentos de medición”



Osciloscopio GOOD-WILL mod. 653G **Características Técnicas**

SISTEMA VERTICAL	Sensibilidad	1 mV a 5 V/DIV , 12 pasos en secuencia 1-2-5
	Exactitud	5mV a 5V/DIV $\leq 3\%$, 1 mV – 2 mV/DIV $\leq 5\%$ (10°C a 35°C)
	Sensibilidad del Vernier	A 1 / 2,5 o menos del valor indicado en el Panel
	Ancho de Banda	5 mV a 5 V/DIV DC a 50 MHz
		1mV – 2 mV /DIV DC a 15 MHz
		Acoplado en AC , la frecuencia de corte inferior es 10 Hz (- 3 dB con referencia a 8 div a 100 KHz)
	Rise Time	5 mV – 5 V/DIV = 7 nS 1 mV – 2 mV/DIV = 23 nS
	Impedancia de Entrada	1 MOhm $\pm 2\%$ // Aprox. 25 pF
	Características de respuesta para Onda Cuadrada	Sobreimpulso : $\leq 5\%$ (Sensibilidad en 10 mV/DIV) Otras distorsiones para otros rangos : agregar 5 % al valor indicado anteriormente (10 °C a 35 °C)
	Desplazamiento del Balance de CC	5 mV a 5 V/DIV : ± 0.5 DIV , 1 mV – 2mV/DIV : ± 2.0 DIV
	Linealidad	$< \pm 0.1$ DIV de cambio de amplitud cuando una señal de 2 DIV de amplitud , centrada en la grátícula , es movida verticalmente
	Modos del Vertical	CH1 : Se visualiza solo la señal del Canal 1 CH2 : Se visualiza solo la señal del Canal 2 DUAL : CHOPP/ALT , seteados automáticamente por la Base de Tiempos (Modo CHOPP de 0.5 S/DIV a 5 mS/DIV , Modo ALT de 2 mS/DIV a 0.1 μ S/DIV) . Cuando el SWITCH “CHOPP” está pulsado ambos canales son mostrados en modo CHOPP independientemente del seteo de la Base de Tiempos. ADD : Se observa la suma algebraica de los canales 1 y 2 (CH1 + CH2)
	Frecuencia del Chopper	Aproximadamente 250 KHz
	Acoplamiento de entrada	AC , DC , GND (cortocircuito)
	Máxima Tensión de Entrada Admisible	400 V (DC + AC pico) , AC a una frecuencia de 1 KHz o menor.
	Rechazo de Modo Común	50:1 o mejor a 50 KHz de onda senoidal (Cuando las sensibilidades de los canales CH1 y CH2 son seteadas iguales)
	Aislación entre canales	$> 1000:1$ a 50 KHz $> 30:1$ a 50 MHz (en el rango de 5mV/DIV)
	Salida de CH1	Aprox. 100mV/DIV sin terminación , 50 mV/DIV con terminación de 50 Ω
	Balance de CH2 INV	Variación del Balance : ≤ 1 DIV (referida al centro de la Grátícula)
	Línea de Retardo	SI – Puede momitorearse el flanco de ataque.

SISTEMA HORIZONTAL Disparo	Fuente de Disparo	CH1 , CH2 , EXT (CH1 y CH2 solo pueden ser seleccionados cuando el modo vertical es DUAL o ADD). En modo ALT si está pulsado el switch “TRIG ALT “ el disparo se producirá alternativamente de las dos fuentes.
	Acoplamiento	AC , HF-REJ , TV , DC (TV-V/TV-H pueden ser auto-seteados por el control de rango de la Base de tiempos TV-V : 0.5S ~1mS/DIV ; TV-H : 50μS~0.1μS/DIV)
	Polaridad	+ / -
	Sensibilidad	DC ~ 10 MHz : 0.5 DIV (Ext : 0.1 V) 10 ~ 50 MHz : 1.5 DIV (Ext : 0.2 DIV)
		TV (Señal de Video) : 2.0 DIV (Ext : 0.2 V) Acoplamiento AC : Se atenúan las componentes de frecuencias menores a 10 Hz. HF-REJ : se atenúan las componentes de frecuencias superiores a 50 KHz.
	Modos de Disparo	AUTO : el barrido se produce en modo libre aún en ausencia de señal de disparo aplicada. NORM : cuando no hay señal de disparo aplicada la Base de tiempos permanece en modo “READY “ y no se produce barrido SINGLE : Se produce un solo barrido por cada ocurrencia de la señal de disparo. Puede ser reseteado al modo READY por medio del switch RESET . El Led READY se enciende cuando está en el estado READY o durante el barrido.
	LEVEL LOCK y ALT Trigger	Satisface los valores anteriores de sensibilidad del Trigger mas 0.5 DIV (EXT : 0.05V) para señal con Duty Cycle 20:80 Frecuencia de repetición 50 Hz ~ 40 MHz
	EXT Señal de disparo Impedancia de Entrada Máx. Tensión de Entrada	El conector de entrada EXT-HOR. Se usa para todos los modos 1 MΩ ± 2 % // aprox. 35 pF 100 V (DC + AC pico) , AC : frecuencia ≤ 1 KHz
	Disparo de la Base B	La señal de disparo de la Base principal se usa para el disparo de la Base demorada.

SISTEMA HORIZONTAL	Modos de Display Horizontal	A , A INT , B , B TRIG'D
	Rango de Ajuste de la Base Principal	0.1 μ Seg ~ 0.5 Seg/DIV , 21 pasos en secuencia 1-2-5
	Exactitud de la Base de Tiempos	$\pm 3 \%$ (10 °C a 35 °C)
	Ajuste continuo	$\leq 1/2,5$ del valor indicado por el control por pasos
	Base de Tiempos Retardada Rango de ajuste Exactitud Retardo Jitter	Retardo continuo y retardo gatillado 0.1 μ S ~0.5 mS/DIV , 12 pasos $\pm 3 \%$ (10 °C a 35 °C) 1 μ Seg ~ 5 mSeg $\leq 1 / 10000$
	Magnificador de barrido	10 veces (máximo tiempo de barrido 10 nSeg / DIV)
	Exactitud del magnificador	0.1 μ S ~50mS/DIV: $\pm 5\%$,10nS~50nS/DIV: $\pm 8\%$ (10 °C a 35 °C)
	Linealidad	NORM : $\pm 3\%$, x10 MAG : $\pm 5\%$ ($\pm 8\%$ para 10nS~50nS/DIV)
	Desplazamiento de posición causado por el magnificador	Dentro de las 2 DIV en el centro de la pantalla
MODO X-Y	Sensibilidad	La misma que el canal vertical (X = CH1 ; Y = CH2)
	Exactitud de sensibilidad	NORM : $\pm 4\%$,x10MAG: $\pm 6\%$ (10 °C a 35 °C)
	Ancho de banda	DC ~ 2 MHz (-3 dB)
	Diferencia de Fase X-Y	$\leq 3\%$ a DC ~ 100 KHz
Modo EXT-HOR	Sensibilidad	Aprox. 0.1V/DIV (Barrido por una señal externa aplicada al terminal EXT TRIG IN . Los modos verticales pueden ser : CH1,CH2 , DUAL , ADD , y CHOP)
	Ancho de Banda	DC ~ 2 MHz (-3 dB)
	Diferencia de fase entre canales Verticales	$\leq 3\%$ a DC ~ 100 KHz
EJE Z	Sensibilidad	3 Vp-p (El brillo del Trazo aumenta con tensión Negativa)
	Ancho de Banda	DC ~ 5 MHz
	Resistencia de Entrada	Aproximadamente 5 K Ω
	Máx. Tensión de Entrada	50 V (DC + AC pico , frecuencia AC < 1 KHz)
TENSIÓN DE CALIBRACIÓN	Forma de Onda	Cuadrada Positiva (V ≥ 0)
	Frecuencia	1 KHz $\pm 5\%$
	Duty - Cycle	Dentro de 48 : 52
	Tensión de Salida	2 V p-p $\pm 2\%$
	Impedancia de Salida	Aproximadamente 2 K Ω
TRC	Tipo	6 Pulgadas , tipo rectangular con grátula interna
	Fósforo	P31
	Tensión de Aceleración	Aproximadamente 12 KV
	Área efectiva de pantalla	8 x 10 DIV (1 DIV = 10 mm (0.39 pulgadas))
	Grátula	Interna , Iluminación ajustable en forma continua

Requerimientos de Alimentación

Tensión	AC 100V , 120V , 220V , 230V ± 10 % seleccionable
Frecuencia	50 Hz o 60 Hz
Consumo de Potencia	Aprox. 70 VA , 60 W(máx)

Condiciones Ambientales de Operación

Uso en interiores	
Altitud máxima	2000 metros
Temperatura ambiente :	
Para satisfacer especificaciones :	5 °C a 35 °C
Rango máximo de operación :	0 °C a 40 °C
Humedad Relativa	85 % (máxima , sin condensación)
Categoría de Instalación	II
Grado de Polución	2

Especificaciones Mecánicas

Dimensiones : Ancho 310 , Alto 150 , Profundidad 455 (mm)
Peso : Aproximadamente 8,2 Kg

Temperatura y Humedad de Almacenamiento

-10 °C a 70 °C , 70% RH máxima

Accesorios

Cable de Alimentación 1
Manual de Instrucciones 1
Puntas de Prueba 2
