

PRACTICA No 8

EL OSCILOSCOPIO (PRIMERA PARTE)

INTRODUCCION¹

El osciloscopio es un instrumento que se utiliza para la medición de las características principales de las señales alternas de corriente y voltaje, tales como: amplitud, frecuencia y fase, esta última con respecto a una referencia. También se utiliza para la medición de los niveles de tensión de cd, aunque su principal característica es que permite observar en su pantalla fluorescente, la forma de las señales variables o no en tiempo.

Por otro lado, para que un osciloscopio tenga una buena respuesta, no debe distorsionar las señales que se estén aplicando aun cuando la frecuencia sea alta.

Todos los instrumentos funcionan dentro de un rango de frecuencia especificado en el diseño, en cual deben operar correctamente. A este rango se le llama *Ancho de Banda* del instrumento.

El ancho de banda se define en términos generales como el rango de frecuencia en el cual la respuesta del instrumento no se atenúa más del 70 %

Un criterio práctico para medir el ancho de banda en el osciloscopio es que si se produce una buena onda cuadrada a 1 Khz, entonces la respuesta del instrumento es plana (lineal) para la respuesta a ondas senoidales a 10 KHz.

OBJETIVO

- Que el alumno conozca las partes principales que componen un osciloscopio en una configuración básica mediante módulos.
- Familiarizar al alumno con el funcionamiento, operación y características principales del instrumento.
- Dar a conocer al alumno el procedimiento para la correcta operación del osciloscopio; familiarizándolo con los procesos internos que se derivan de la manipulación de los controles.

¹ Es necesario que se estudie el Apéndice C antes de iniciar esta práctica

EQUIPO Y MATERIAL

Osciloscopio modular constituido por:

Unidad básica de Tubo de Rayos Catódicos

Amplificador de deflexión horizontal

Amplificador de deflexión vertical

Preamplificador

Generador de barrido

Generador de señales

Cables de conexión

DESARROLLO

EXPERIMENTO I INTEGRACION DE UN OSCILOSCOPIO BASICO

a) Coloque los módulos del osciloscopio como se muestra en la figura 1.

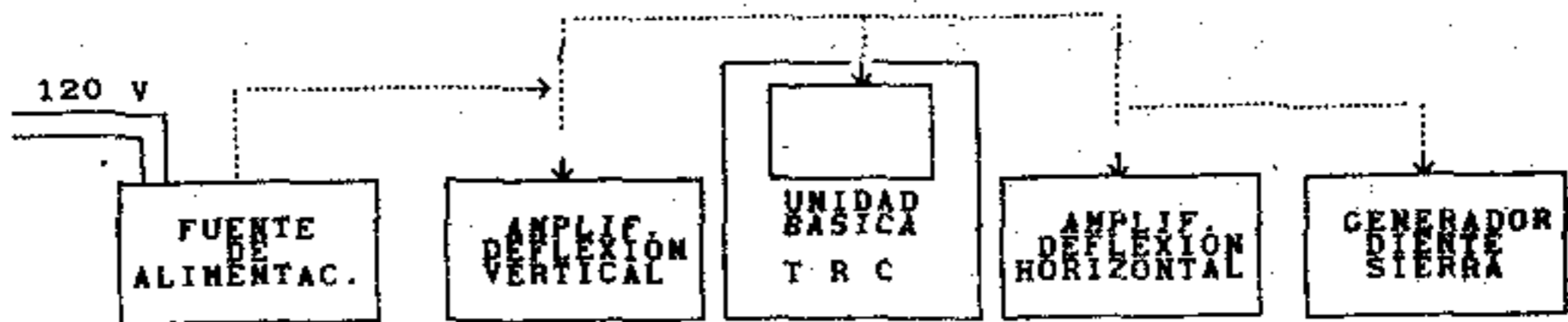


Figura 1

Trate de interconectar cada uno de los módulos siguiendo la lógica de funcionamiento².

NOTA

No encienda el equipo hasta que su profesor haya revisado las conexiones.

- En caso contrario, realice las conexiones que se muestran en la figura 2 en donde:
 - 1.- Conexión a placas de deflexión.
 - 2.- Tierra.
 - 3.- Entrada.
 - 4.- Interruptores para alimentar la señal de línea a las placas de deflexión vertical.
 - 5.- Control de ganancia.
 - 6.- Control de ajuste fino de frecuencia.

² El funcionamiento del osciloscopio se presenta en el Apéndice II y se requiere haberlo leído para realizar esta práctica.

- 7.- Selector de rango de frecuencia.
- 8.- Seguro de la señal de sincronización.
- 9.- Señal de sincronización.
- 10.- Señal de la línea de retardo.

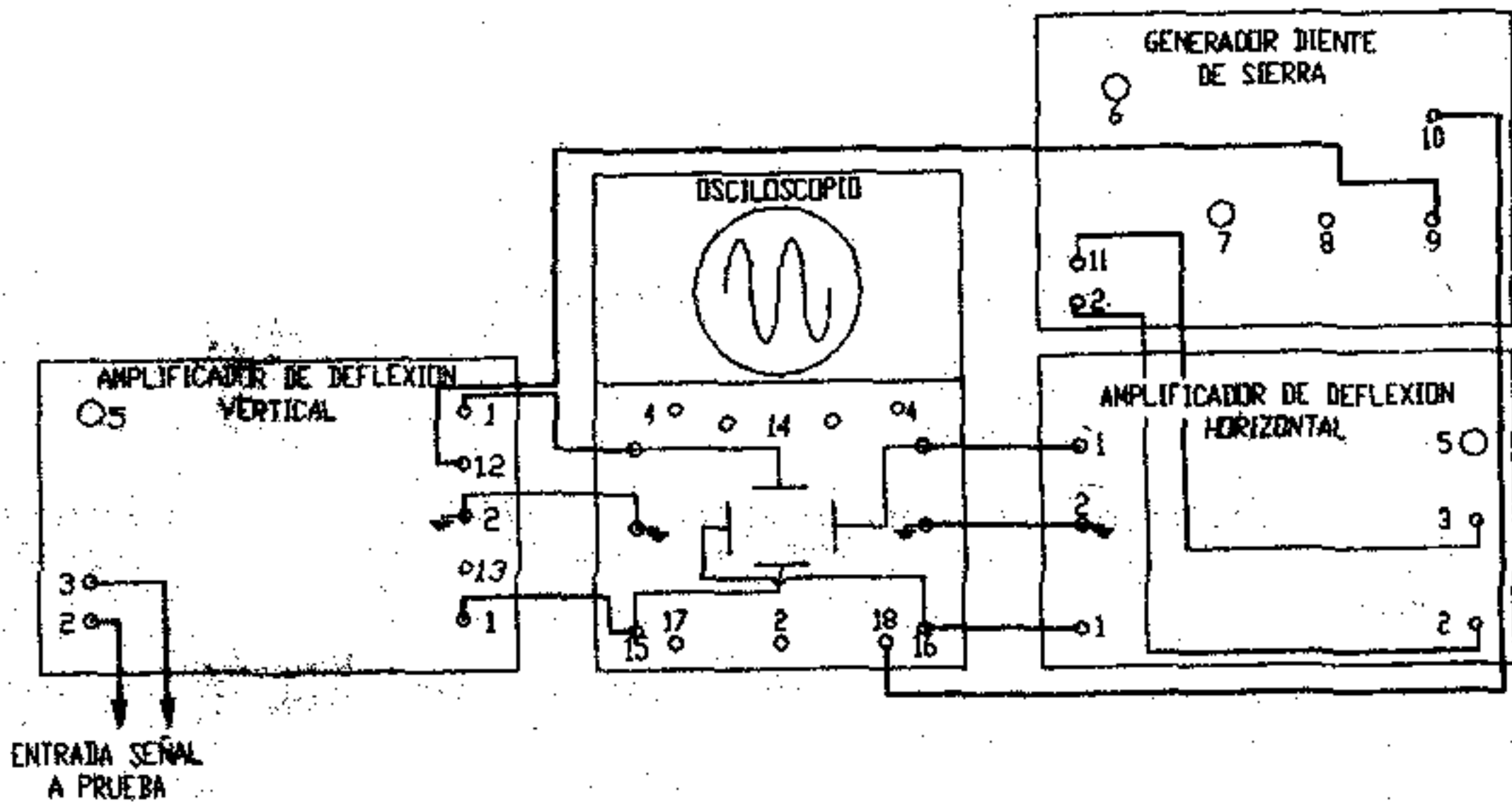


Figura 2

- 11.- Salida de la señal diente de sierra.
- 12.- Sincronización positiva.
- 13.- Sincronización negativa.
- 14.- Controles de posición.
- 15.- Control de intensidad.
- 16.- Control de foco.
- 17.- Entrada 'Z'.
- 18.- Entrada de señal de retardo.

b) Aplique una señal senoidal con una amplitud de $1 V_{pp}$ y una frecuencia de 1000 Hz aproximadamente.

- Varie los controles y perillas que se enlistan a continuación, observe y anote el efecto. Identifique además, dichos controles con los de un osciloscopio de uso normal.

Selector de rango de frecuencia

Ajuste fino de frecuencia

Ganancia horizontal

Ganancia Vertical

Control de foco

Control de intensidad

Cambio de sincronización positiva a negativa

- Observe otras señales (triangular y cuadrada).

c) Aplique una señal cuadrada de amplitud menor a $2 V_{pp}$ y una frecuencia

aproximada de 50 Hz.

- Aumente la frecuencia de la señal hasta que se observen claramente curvaturas en la subida y bajada de la señal, esto es, distorsión en la señal, anote la frecuencia aproximada, leída en el generador.
- d) Aplique de nuevo la señal senoidal e incremente la frecuencia (frecuencia de corte superior) hasta que la señal observada se empiece a atenuar.
- Anote la frecuencia aproximada.

ANALISIS DE DATOS Y RESULTADOS

- 1.- Dibuje las señales observadas.
- 2.- Detalle la función de las perillas y controles que varió y diga a cuales corresponden, haciendo la comparación con las de un osciloscopio convencional.
- 3.- ¿Es posible en este osciloscopio, medir las características de una señal variable o no en el tiempo ?
- 4.- ¿A que frecuencia aproximada se distorsiona la señal cuadrada observada en el punto c) ?
- 5.- ¿A que frecuencia aproximada se distorsiona la señal senoidal observada en el punto d) ?
- 6.- Con base a los datos de los dos puntos anteriores, determine el ancho de banda de este osciloscopio.
- 7.- Investigue, ¿Cuál es la función o qué utilidad tendría la entrada 'Z' ?

PRACTICA No 8

APLICACIONES DEL OSCILOSCOPIO (SEGUNDA PARTE)

INTRODUCCION

El osciloscopio es una herramienta muy útil y versátil que es usado en una amplia gama de actividades técnicas y científicas para el análisis de señales eléctricas.

El uso del osciloscopio se puede ampliar mediante la adición de accesorios o modificaciones externas.

En esta práctica se presentan en forma general las técnicas convencionales de medición y algunos circuitos accesorios, así como algunas sugerencias prácticas para su uso.

MEDICION DE AMPLITUD

En la pantalla del osciloscopio se presentan las señales de las cuales se quiere conocer sus características principales. La figura 1 muestra una pantalla con una señal aplicada.

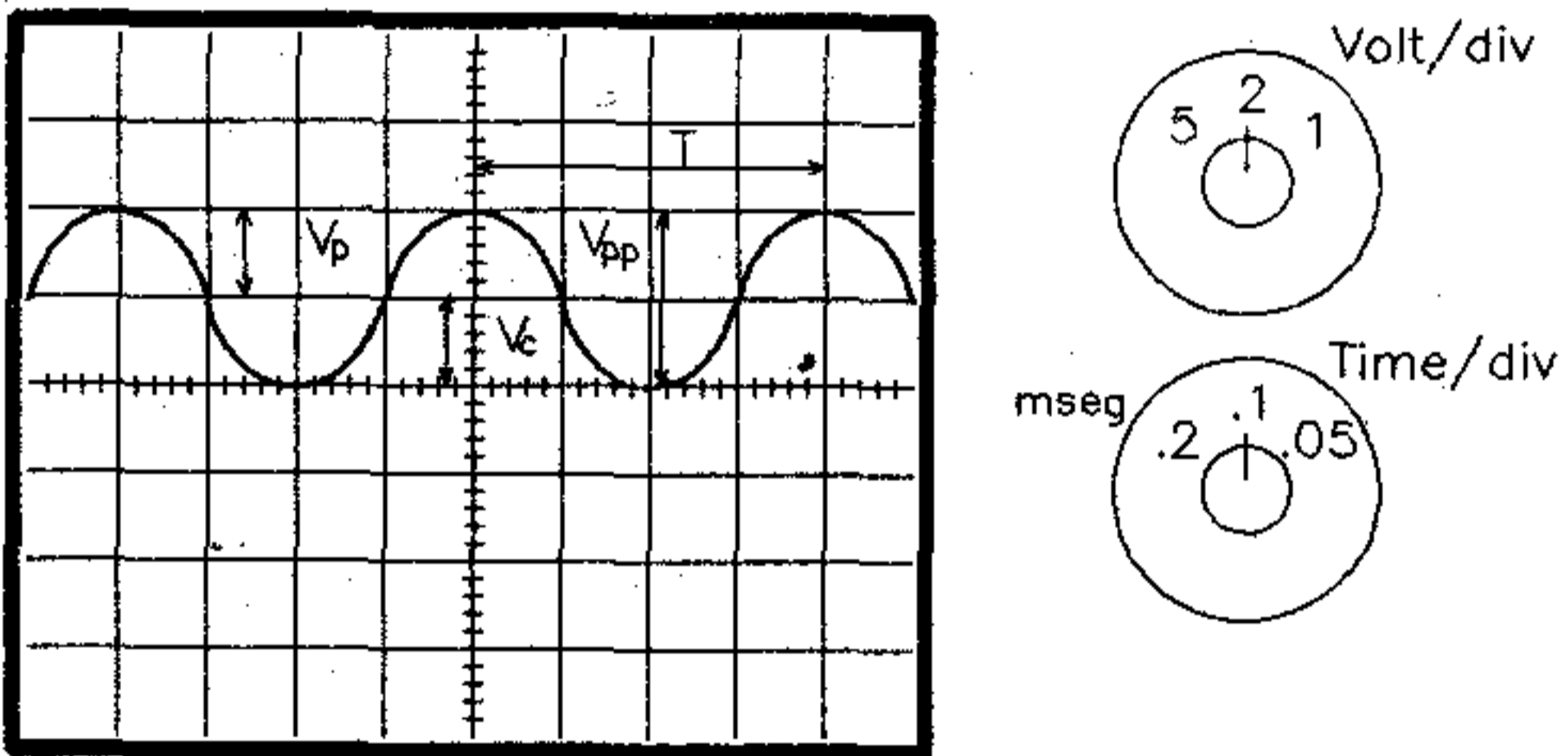


Figura 1

Todas las pantallas de los osciloscopios tienen dibujada una rejilla graduada (divisiones de 1 cm), la que se puede tomar de referencia para realizar las mediciones y es similar a una gráfica de ejes coordenados.

El eje vertical corresponde a amplitud (voltaje) y el eje horizontal a tiempo.

La lectura de voltaje será medida con la siguiente ecuación:

$$V = K_v \cdot \text{No Div}$$

donde K_v es la constante de voltaje del osciloscopio y su rango es de 5 mV/div hasta 20 V/div generalmente, en pasos de 1 - 2 - 5.

La amplitud que tiene la señal de la figura 1 es:

$$V_{pp} = 2 \text{ V/div} \cdot 2 \text{ div} = 4 \text{ V}$$

o bien

$$V_p = 2 \text{ V/div} \cdot 1 \text{ div} = 2 \text{ V}$$

si se toma de referencia el eje central se tiene el voltaje de directa V_c :

$$V_c = 2 \text{ V/div} \cdot 1 \text{ Div} = 2 \text{ V}$$

Si K_v se cambia a 1 V/div se observaría la señal de la figura 2, pero la magnitud de la señal seguirá siendo la misma.

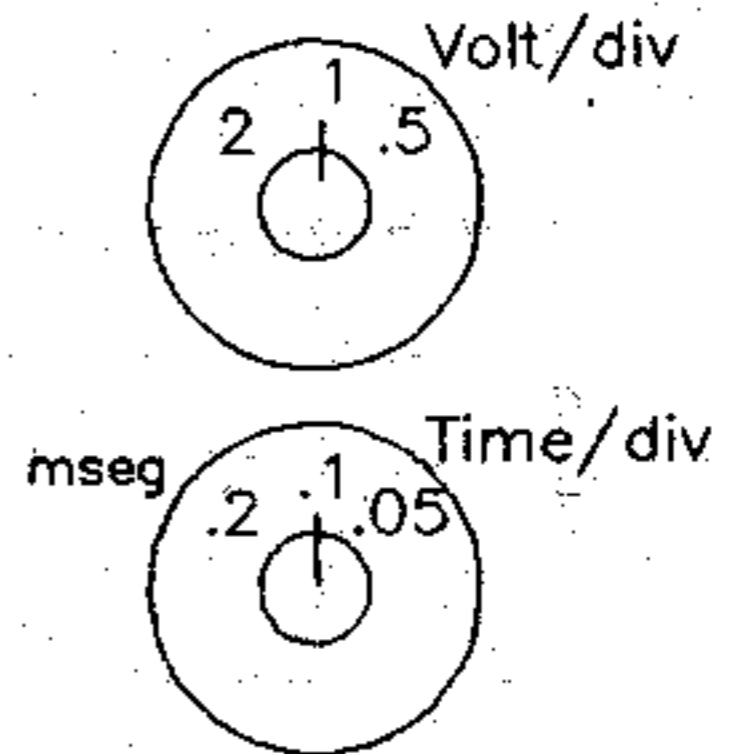
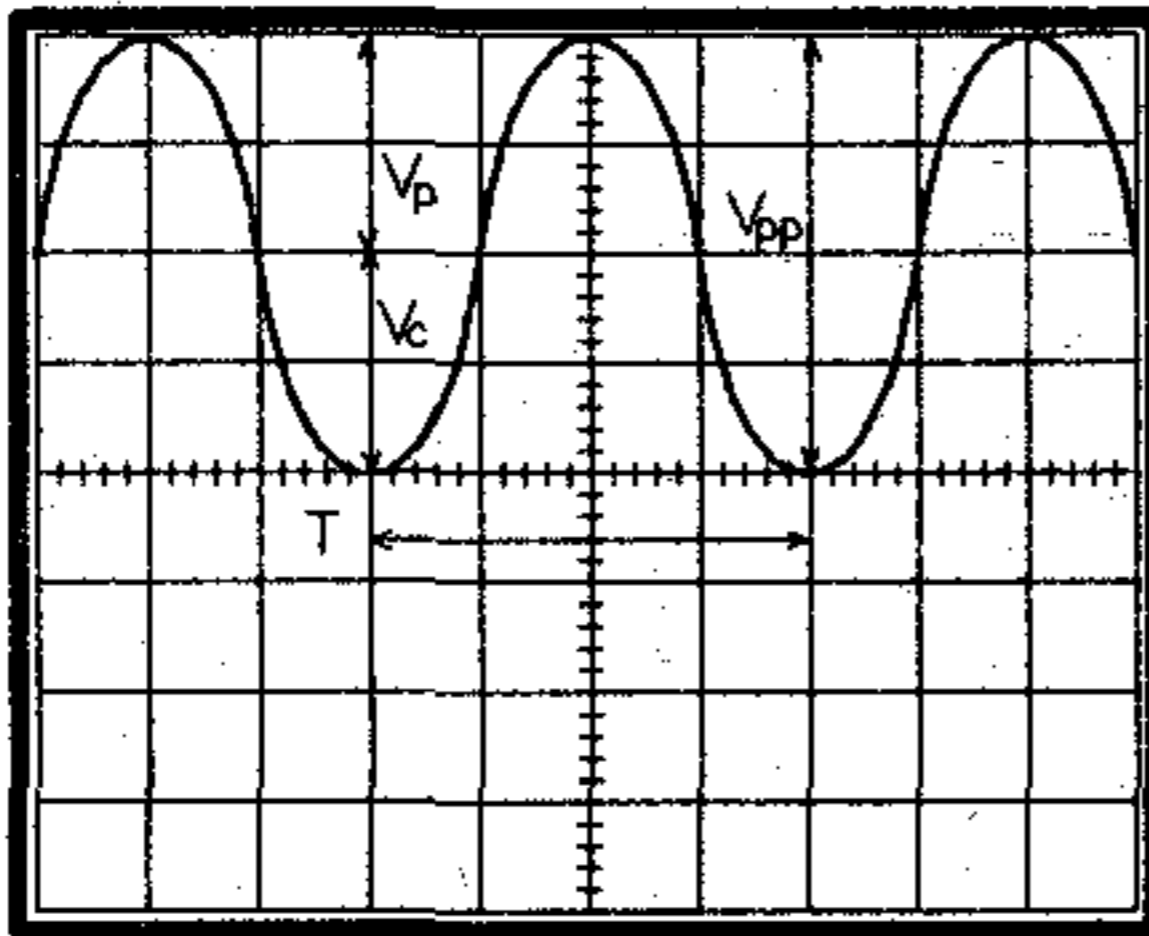


Figura 2

Es importante hacer notar que la constante K_v no varía la amplitud de la señal, sino lo que se varía es el factor escalador.

MEDICION DEL PERIODO

El periodo de una señal es el tiempo que tarda en completar un ciclo completo y se mide en el eje horizontal o de tiempo, mediante una relación similar a la de voltaje:

$$T = K_T * \text{No Div}$$

en donde K_T es la constante de tiempo del osciloscopio y tiene un rango de 0.2 μseg a 0.2 seg generalmente (dependiendo de la marca) en pasos de 1 - 2 - 5.

Para el caso de la figura 1, se tiene:

$$T = 0.1 \text{ mseg/div} * 4 \text{ div} = 0.4 \text{ mseg}$$

Si K_T se cambia a 0.2 mseg/div se observaría la señal de la figura 3, sin embargo, el periodo de la señal seguirá siendo el mismo.

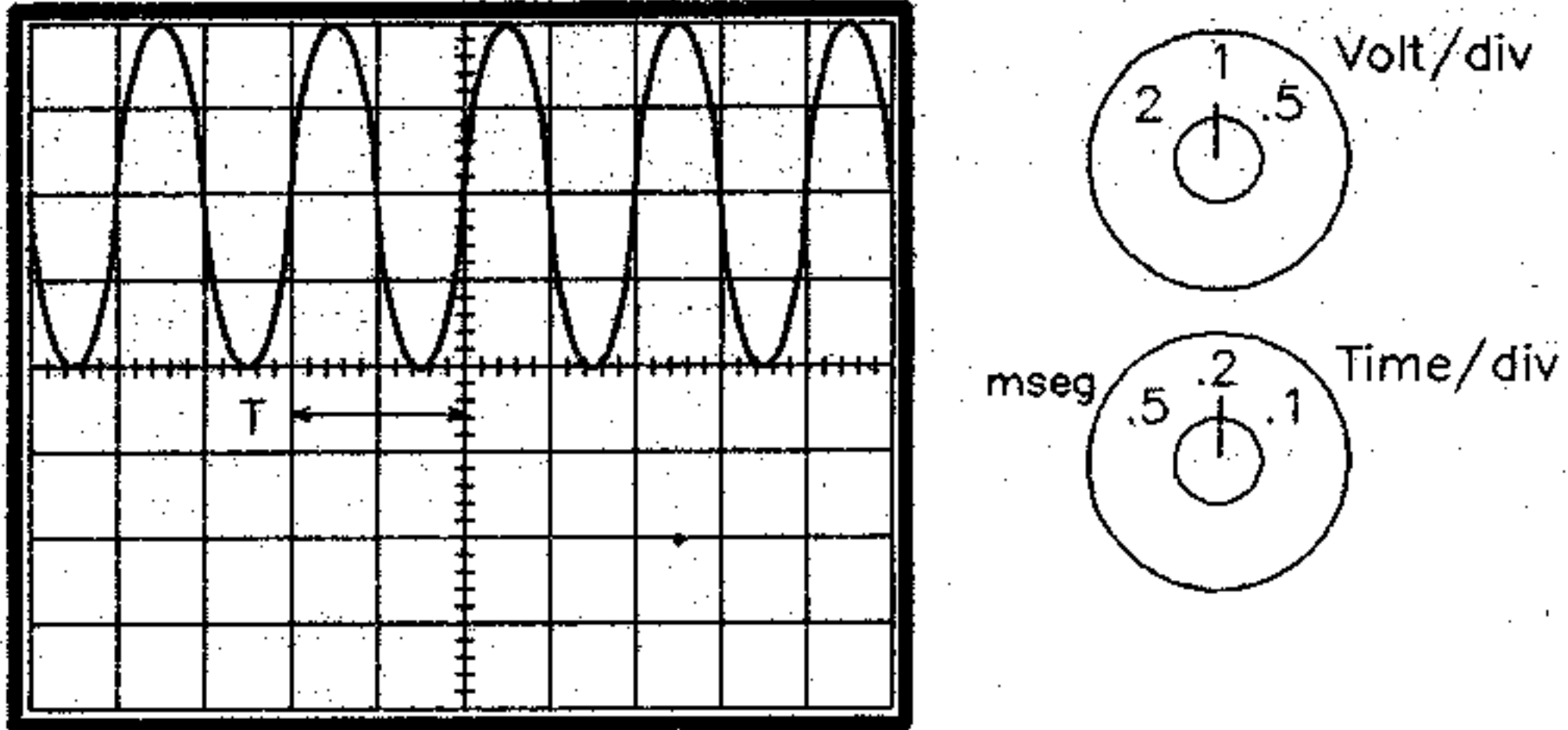


Figura 3

En forma similar que la constante K_V , la K_T no varía el periodo de la señal, sino lo que se varía es el factor escalador.

CALCULO DE LA FRECUENCIA

La frecuencia de una señal es el número de ciclos o periodos que ocurren en un segundo, sus unidades son ciclos/seg o bien Hertz (Hz). La frecuencia es el inverso del periodo, de tal forma que conociendo uno se puede conocer el otro.

Para el caso de la señal de la figura 1 se tiene

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{K_T * \text{No Div}}$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.1 \text{ mseg/div} * 4 \text{ div}} = 2500 \text{ Hz}$$

Si se desea observar en el osciloscopio una señal de frecuencia específica, se calcula el número de divisiones que se tendrían con una determinada K_T

Por ejemplo para una frecuencia de 840 Hz y una $K_T = 0.1$ mseg/div se determinarían 11.9 divisiones. Una pantalla tiene 10 divisiones horizontalmente, por lo que para este ejemplo no se vería un periodo completo, de tal forma que se seleccionan las constantes de 0.2 o 0.5 mseg/div para observar 1 periodo de 5.95 div o 4 periodos de 2.38 divisiones.

La medición de frecuencia con el osciloscopio es un método aproximado, ya que para determinar el valor exacto se requeriría de un contador de frecuencia.

MEDICION DE FASE

La fase o desfaseamiento es la diferencia en ángulo que existe entre dos señales. Puede medirse en grados o también en radianes.

Para medir el desfaseamiento se toma el mismo punto de referencia para cada señal: dos crestas, dos valles o con respecto al eje central, este último es el más exacto pero se tiene que verificar que la referencia de ambas señales esté en la parte central y los interruptores de acoplamiento de los amplificadores estén en la posición de CA. La figura 4 muestra las tres alternativas.

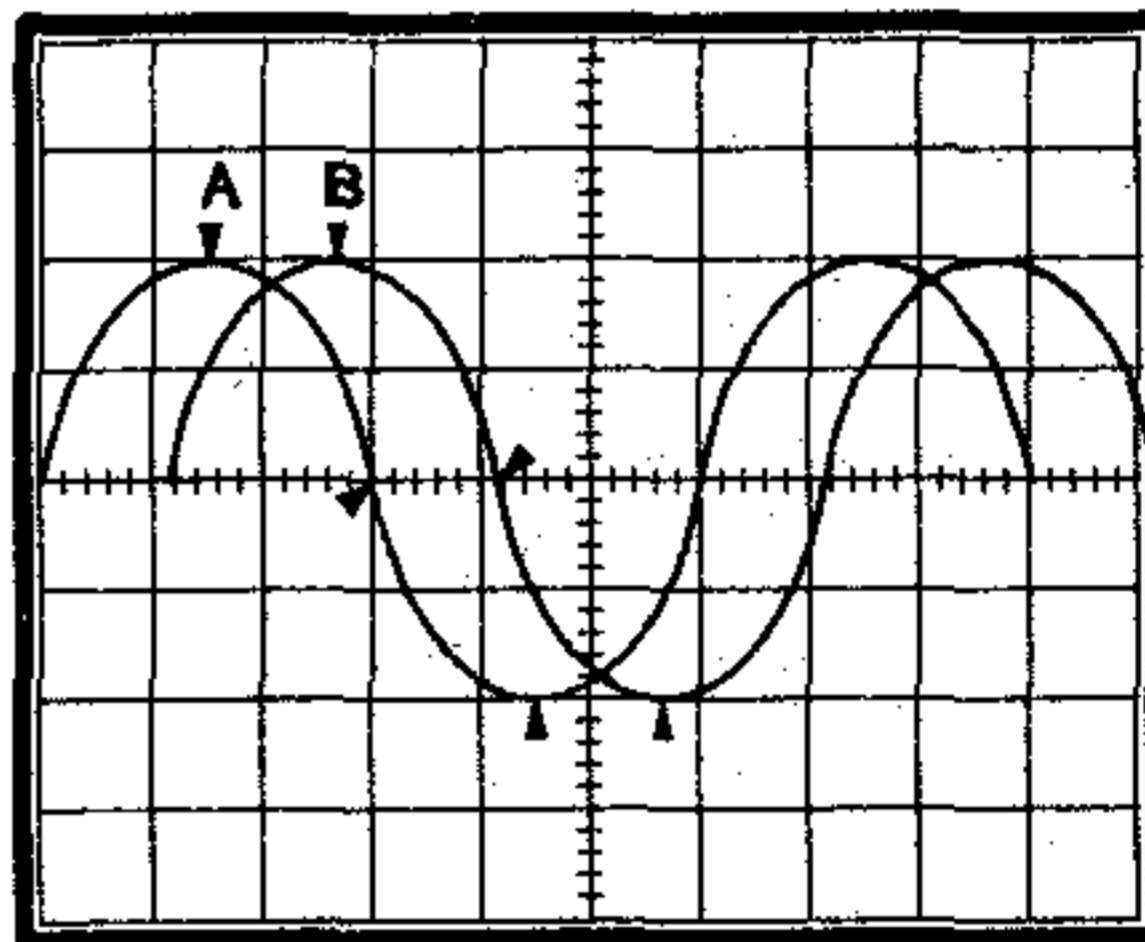


Figura 4

Para realizar la medición se calcula la parte proporcional de desfaseamiento con la siguiente relación:

$$\phi = \frac{\text{No div desfasadas}}{\text{No div en un ciclo}} (360^\circ)$$

Por facilidad se descalibra la perilla de tiempo (ajuste fino de time/div) para que una de las señales tenga 6 divisiones en una periodo, de tal forma que cada división corresponderá a 60° y cada subdivisión a 12° . El desfaseamiento será directo al multiplicar 60° por el No de divisiones.

Para el caso de la figura 4 se tiene un desfaseamiento de :

$$\phi = \frac{1.2}{6} (360^\circ) = 60^\circ/\text{div} * 1.2 \text{ div}$$

$$\phi = 72^\circ$$

Este método es independiente de la amplitud que tengan las señales de prueba.

En algunas aplicaciones se requiere saber además del desfaseamiento, cuál señal está atrasada o adelantada con respecto a la de referencia.

Para determinar el atraso o adelanto se toma el mismo punto de referencia en las dos señales: dos valles ó dos crestas, por facilidad se elige éstos últimos.

La señal que aparezca más a la izquierda de la pantalla será la que esté adelantada con respecto a la que esté después. Para el caso de la figura 4, la señal 'A' adelanta 72° a la señal 'B', o bien, la señal 'B' está atrasada 72° con respecto a la señal 'A'.

CURVAS X - Y

El osciloscopio tienen dos pares de placas: uno de deflexión vertical (PDV) y otro de deflexión horizontal (PDH). A las PDV llegan las señales de prueba y las PDH tienen internamente conectada una señal diente de sierra que forma el barrido; de esta forma se observa en la pantalla una gráfica de la señal $y(t)$ contra el tiempo.

Los osciloscopios cuentan con una entrada que permite aplicar a las PDH una señal externa de barrido. Al desconectar el barrido interno (perilla time/div en posición X - Y) se observará una figura de la señal $Y(t)$ en el eje de las abscisas contra una señal $X(t)$ en el eje de ordenadas.

Si las señales aplicadas son del tipo senoidal se generan patrones como los de la figura 5 . Con estas figuras se puede determinar el ángulo de desfaseamiento que existe entre las dos señales, esto es:

$$\phi = \text{sen}^{-1} \frac{B}{A}$$

En ángulo exacto se determinará de acuerdo a la trayectoria y dirección de la curva. La figura 6 muestra estos dos parámetros para los cuatro cuadrantes.

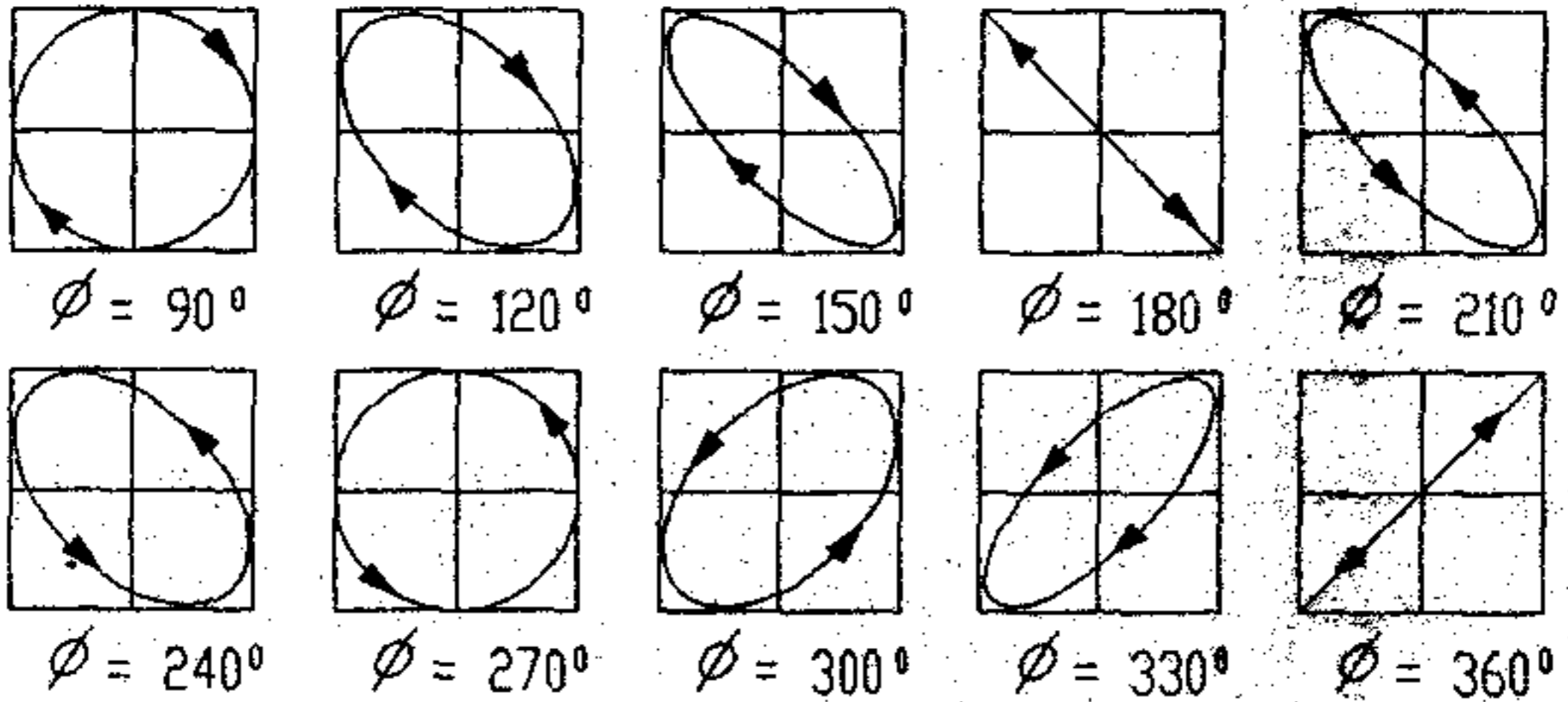


Figura 5

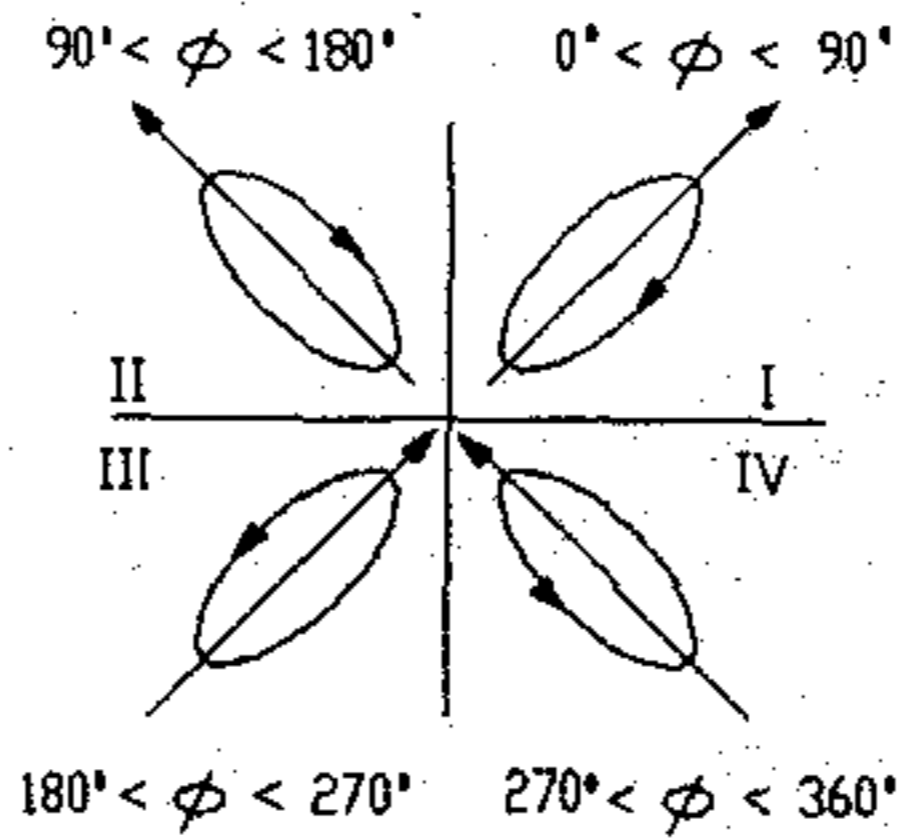


Figura 6

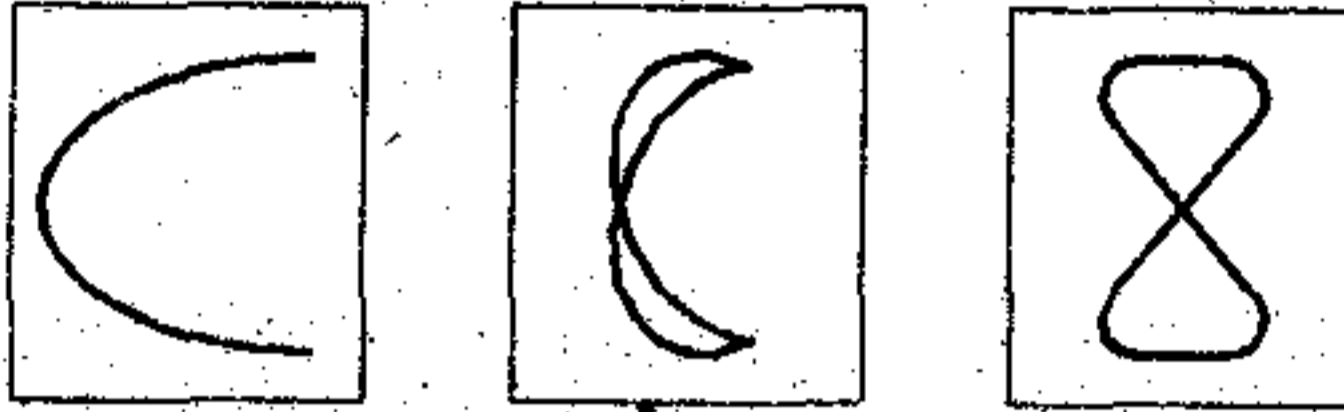
Una elipse que tenga una trayectoria en sentido horario y una dirección del eje principal en el segundo y cuarto cuadrante tendrá un ángulo entre 90° y 180° .

CURVAS DE LISSAJOUS

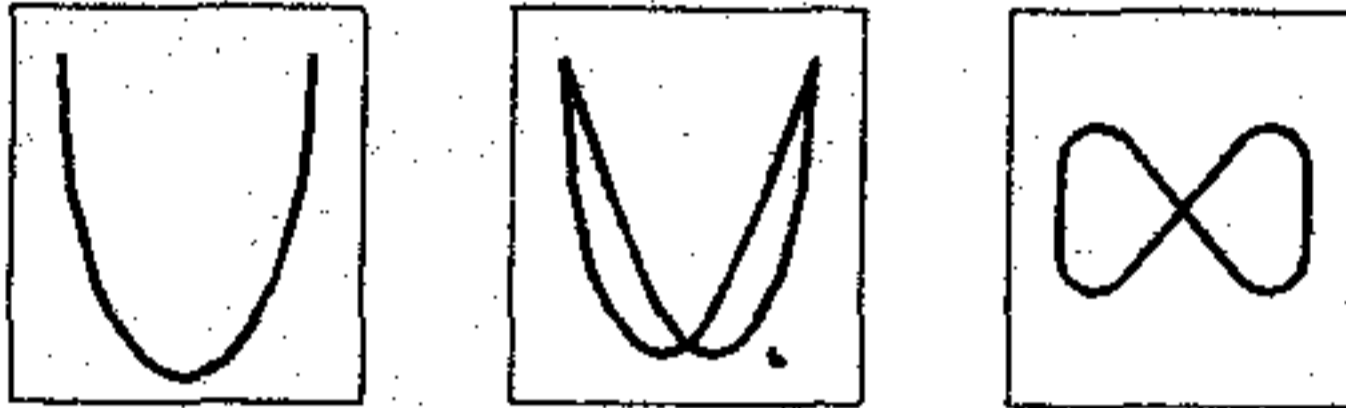
Cuando es necesario medir una frecuencia desconocida, los patrones de Lissajous ofrecen un método simple para su determinación por comparación con un estándar conocido.

Los patrones de Lissajous se pueden considerar un caso particular de las curvas X-Y, ya que se derivan de éstas. Por ejemplo si se obtiene un trazo circular en el osciloscopio, eso indica que la frecuencia de la señal aplicada a la entrada horizontal es igual a la frecuencia vertical, esto es:

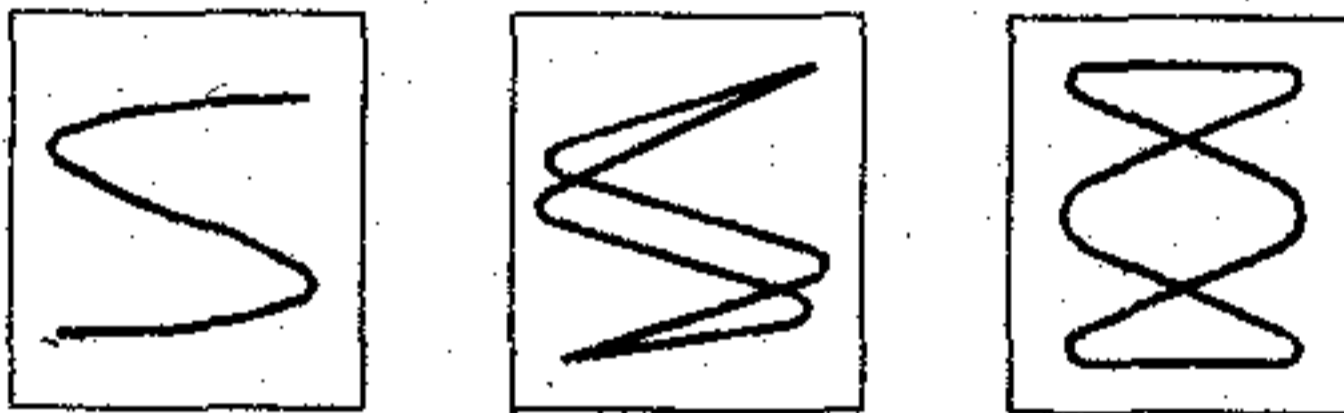
$$f_x = f_y$$



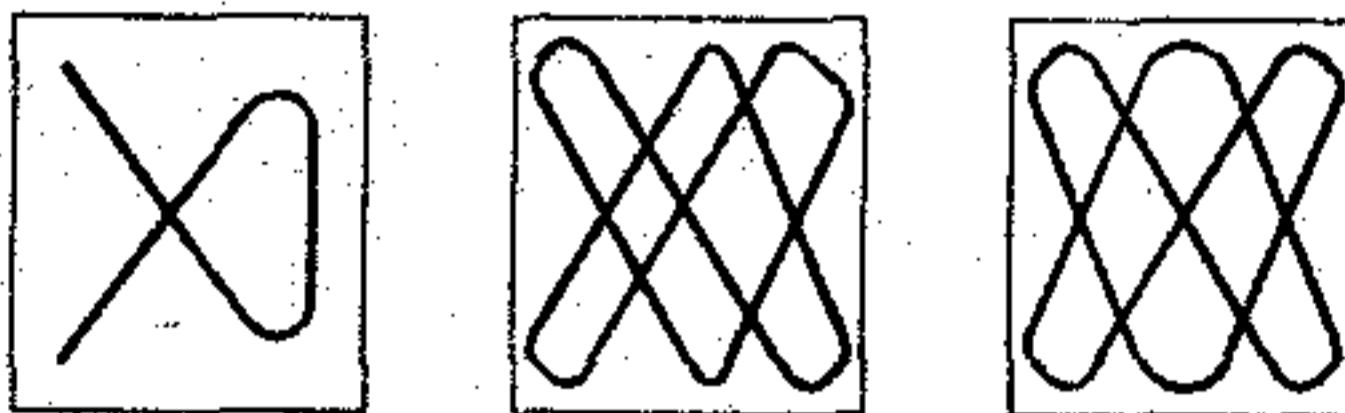
$$f_y / f_x = 1/2$$



$$f_y / f_x = 2/1$$



$$f_y / f_x = 1/3$$



$$f_y / f_x = 3/2$$

Figura 7

A medida que una de las señales aumenta su frecuencia con respecto a la otra, el haz en la pantalla formará algunas figuras caprichosas, las cuales en consecuencia se pueden tomar como patrón primario para determinar las relaciones de frecuencia entre las señales. Algunos de los patrones se muestran en la figura 7

La ecuación general para determinar la relación de frecuencias es la siguiente:

$$\frac{f_y}{f_x} = \frac{\text{No de picos en sentido vertical de la figura}}{\text{No de picos en sentido horizontal de la figura}}$$

De la figura 7 se observa que existen diferentes figuras para una misma relación de frecuencia, esto se debe a la diferencia de fase entre las señales.

MEDICION DE CORRIENTE

Una medición indirecta que se puede hacer con el osciloscopio es la de *corriente eléctrica*. Esto se realiza midiendo el voltaje a través de una resistencia de valor conocido. La corriente tendrá la misma fase del voltaje medido V_R y su magnitud será el voltaje V_R atenuado R veces.

La figura 8 muestra la forma de medición y conexión.

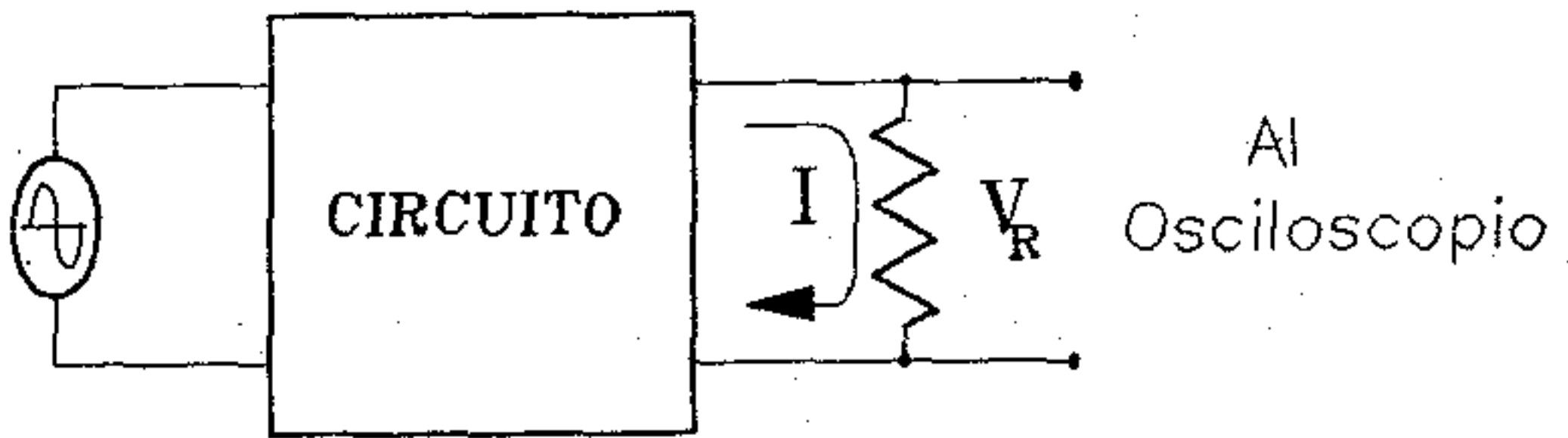


Figura 8

MEDICION DE IMPEDANCIAS

El osciloscopio se puede utilizar como un instrumento auxiliar para la determinación de impedancias, mediante la igualación de la magnitud absoluta de los voltajes en cada una de las impedancias, esto es :

$$| V_R | = | V_L |$$

En la figura 9 se muestra un circuito para realizar estas mediciones.

Recordando que:

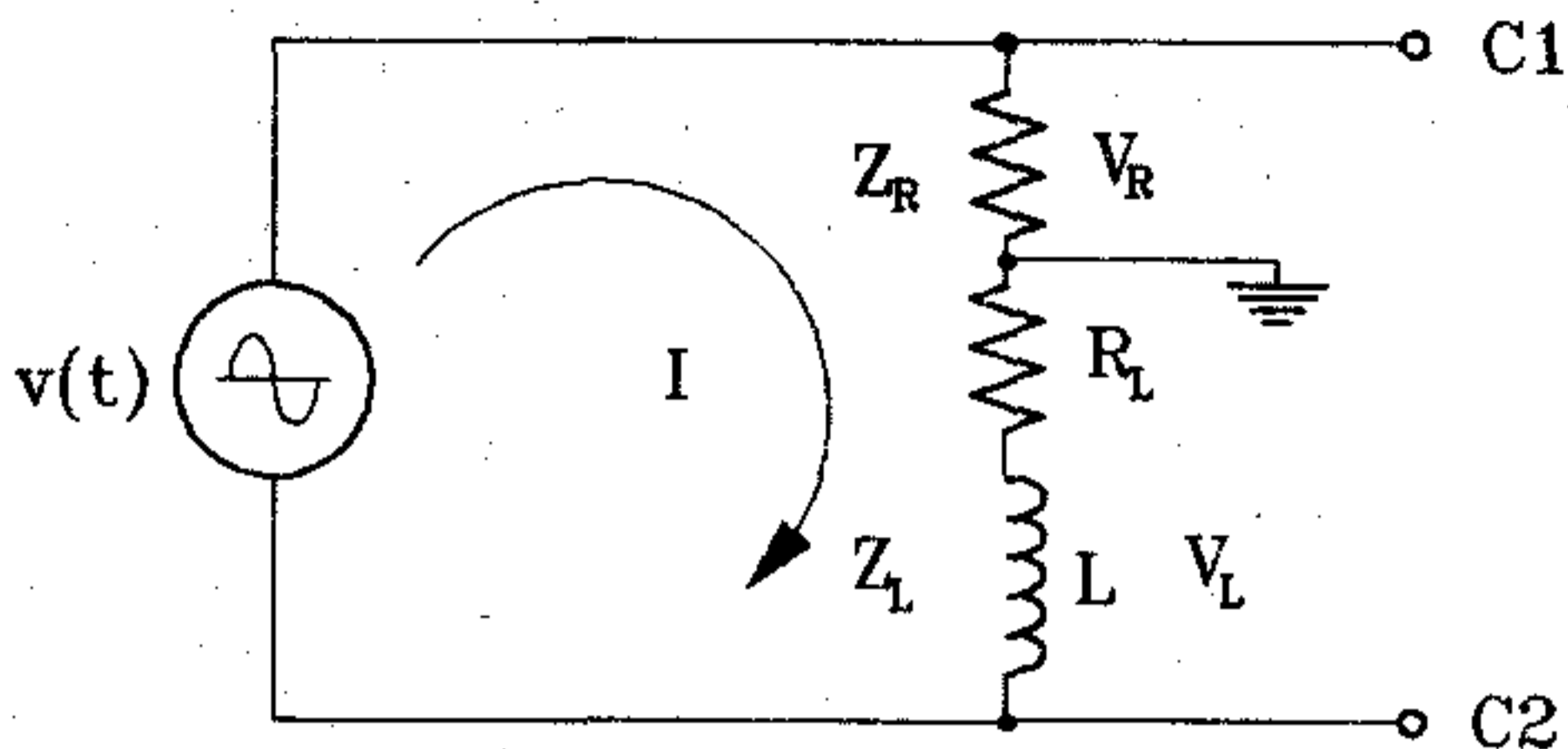


Figura 9

$$Z_R = R$$

$$Z_L = R_L + j \omega L$$

$$Z_C = \frac{1}{j \omega C}$$

Al igualar los dos voltajes, la corriente que circula por el circuito es la misma en las dos impedancias, y se puede igualar la impedancia desconocida con la de referencia, esto es :

$$Z_x = Z_R$$

a partir de esta expresión se despeja el elemento desconocido.

TRAZADOR DE CURVAS

Una de las aplicaciones que se le puede dar al osciloscopio es el de Trazador de Curvas, utilizando un sencillo circuito adicional, el cual proporciona un método rápido y efectivo para la verificación de elementos pasivos y semiconductores tales como: resistencia, capacitancia, inductancias, transistores, SCR, diodos, fotoconductores, etc, individualmente y aun conectados a un circuito.

Las formas básicas vistas en el osciloscopio al conectar el elemento bajo prueba, son las que se muestran en la figura 10. Un vértice bien formado es una evidencia de un buen elemento. La verificación de elementos conectados a un circuito impreso produce la combinación de dos formas de curvas.

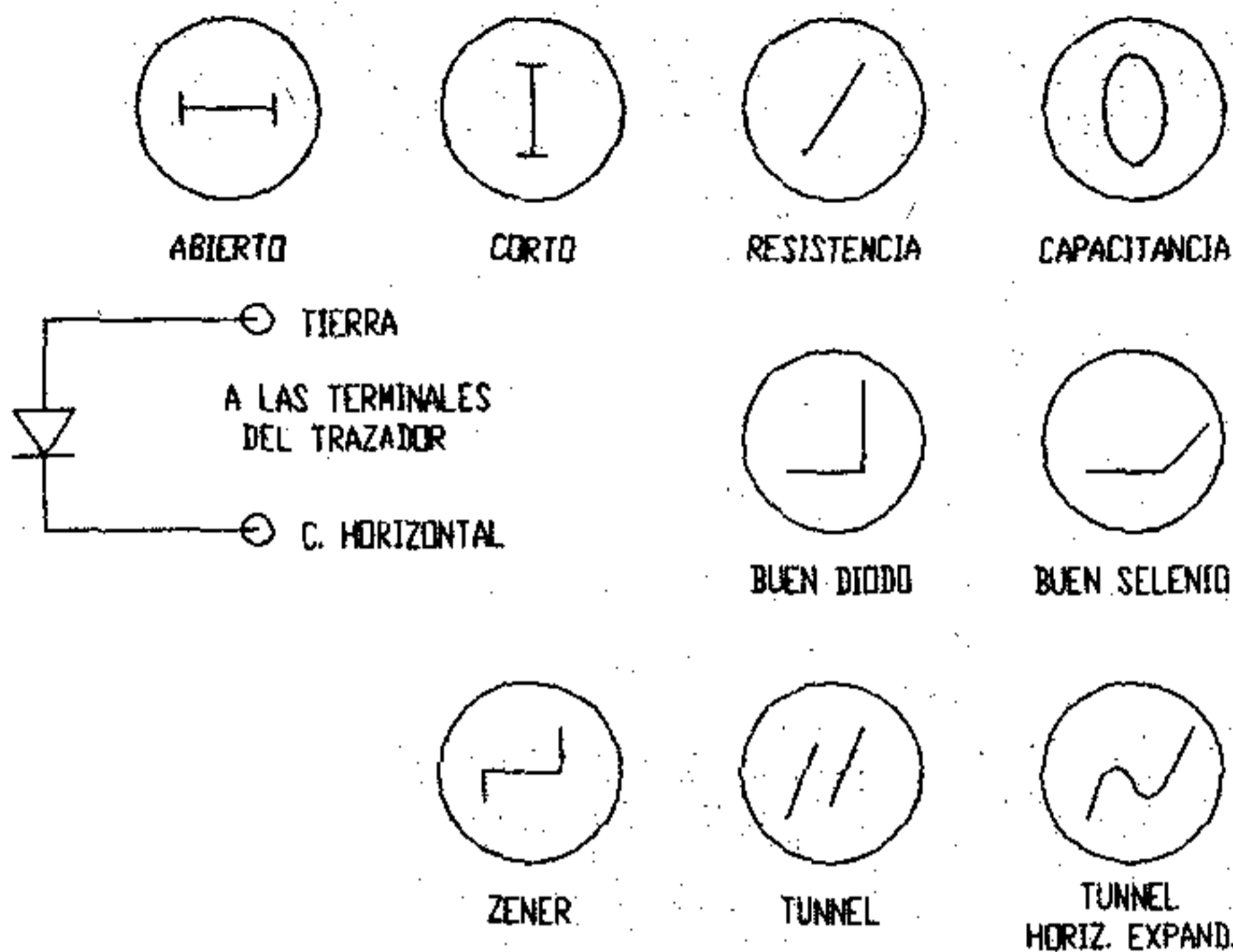


Figura 10

La capacitancia y resistencia pueden modificar la respuesta, sin embargo las curvas de buenos semiconductores deben tener bien definido un vértice o un cambio de corriente. Algunas curvas se presentan en la figura 11.



Figura 11

TRANSFORMACION DE COORDENADAS RECTANGULARES A POLARES

La pantalla del osciloscopio puede ser utilizada como una pantalla de radar, esto es, girando el barrido radialmente los 360°.

La figura 12 muestra el diagrama de bloques de esta aplicación.

Se debe tener una manivela para girar manualmente el haz a la posición deseada; esta manivela está acoplada a un convertidor sincro a seno-coseno, el cual transforma la posición mecánica a dos señales seno-coseno de magnitud proporcional a la posición.

Las señales del convertidor pasan al muestreador el cual toma muestras

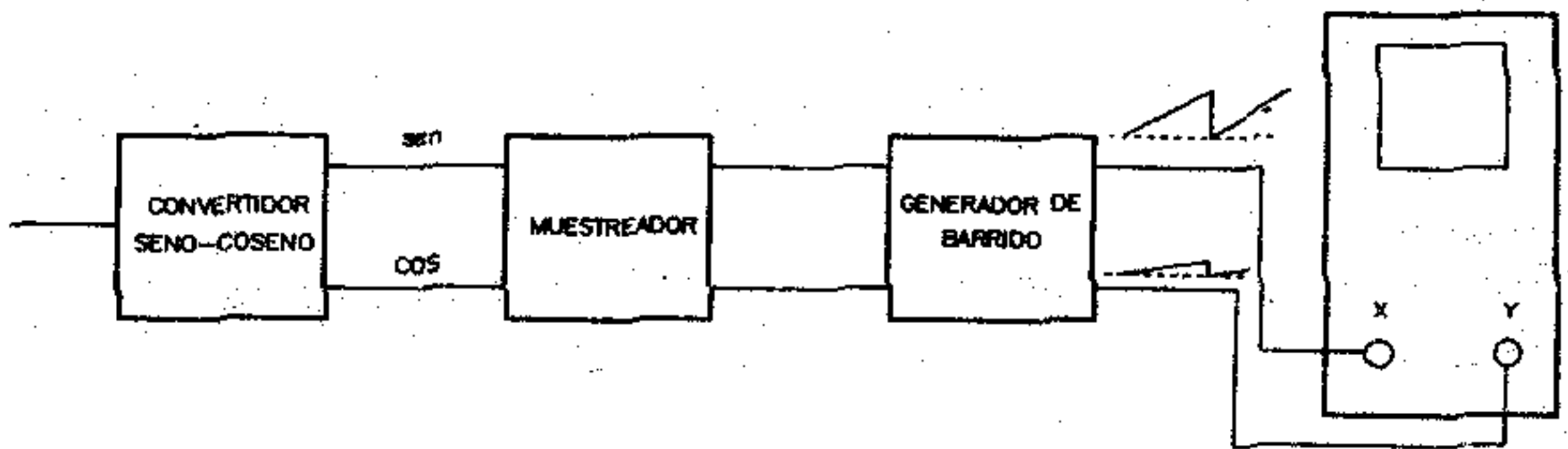


Figura 12

sincronizadas de las amplitudes de las señales seno-coseno. para proporcionar los niveles de excitación al generador de barrido.

El generador de barrido genera dos rampas con amplitud proporcional a las señales seno-coseno y son las que controlan las coordenadas x-y del barrido mismas que se aplican a los canales X y Y del osciloscopio.

Se deja al alumno la investigación e implementación del circuito.

OBJETIVOS

- Familiarizar al alumno con el uso de los osciloscopios convencionales.
- Realizar mediciones de voltaje, periodo, frecuencia y fase de señales eléctricas.
- Presentar al alumno otras alternativas de uso del osciloscopio tales como: Curvas X - Y, figuras de Lissajous, medición de corriente, medición de impedancias, trazador de curvas y conversión de coordenadas rectangulares a polares.

EQUIPO Y MATERIAL

- Osciloscopio
- Generador de señales
- Generador de ondas senoidales de frecuencia fija (GSFF)
- Transformador de relación 1:1
- Inductancia
- 1 potenciómetro 1 K Ω
- 1 resistencia 300 Ω
- 3 resistencias de 1 K Ω
- 1 capacitor 0.22 μ f
- 1 transformador de relación 127:6 300 mA
- 1 diodo de silicio

- 1 diodo de germanio
- 1 diodo zener 6 V
- 1 diodo tunnel
- 1 fotoresistencia RCA - SQ 2508 ó 2536 ó equivalente

DESARROLLO

EXPERIMENTO I MEDICION DE VOLTAJE, CORRIENTE, FRECUENCIA Y FASE

a) Alambre el circuito de la figura 13, con $L = 50 \text{ mH}$ y $R = 1 \text{ k}\Omega$.

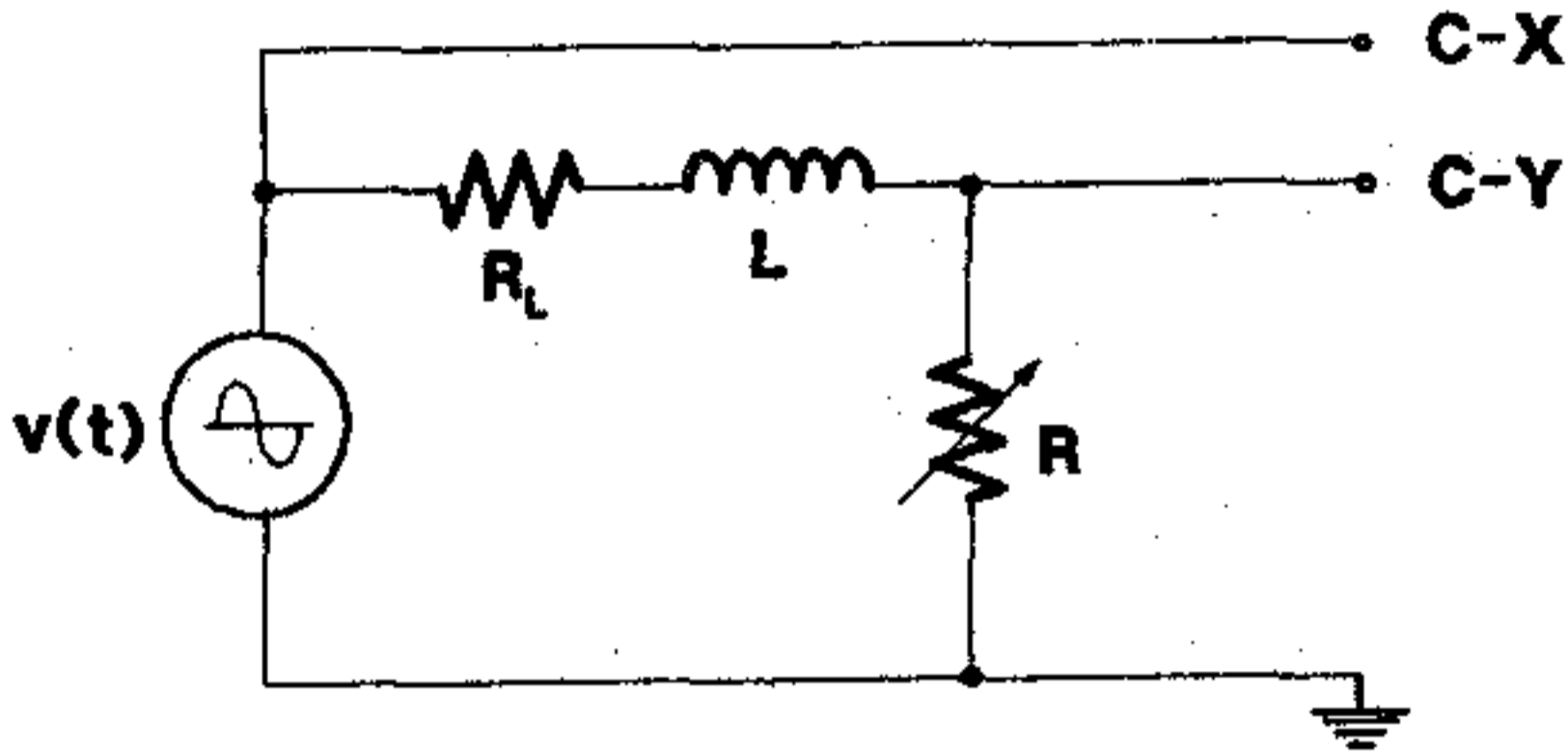


Figura 13

- Aplique una señal de 5 V_{pp} y una frecuencia de 500 Hz .
- Conecte los canales del osciloscopio como se indica.
- Observe el efecto producido al variar el potenciómetro en todo su rango. Posteriormente déjelo fijo en el máximo valor.
- Varíe la frecuencia del generador desde 100 Hz hasta aproximadamente 3 kHz y realice las mediciones necesarias para completar la tabla 1.

TABLA 1

V_e	V_o	f	$\phi (+ -)$

Arme el circuito de la figura 14, con $C = 0.22 \mu F$ y $R = 1 K\Omega$. Repita los pasos anteriores y complete la tabla 2.

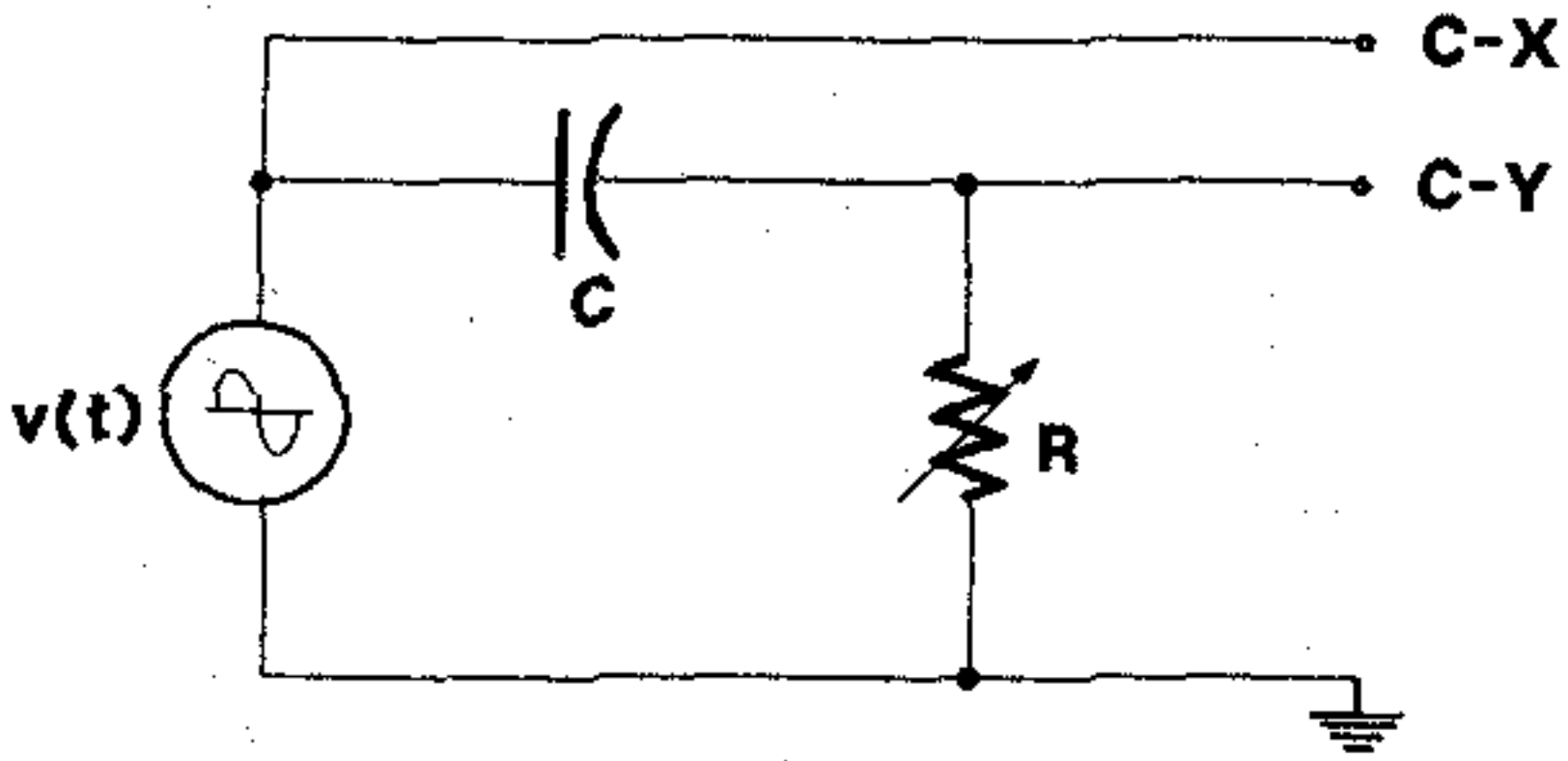


Figura 14

TABLA 2

V_o	V_o	$\omega \cdot f$	$\phi (+ -)$

EXPERIMENTO II MEDICION DE IMPEDANCIAS

Arme el circuito de la figura 15, con $L = 50 \text{ mH}$.

Varie el potenciómetro hasta que las dos señales tengan la misma amplitud.

Mida el desfase entre las dos señales.

Mida el valor de R y de R_L .

Coloque la perilla de time/div en la posición X - Y y mida nuevamente el desfase.

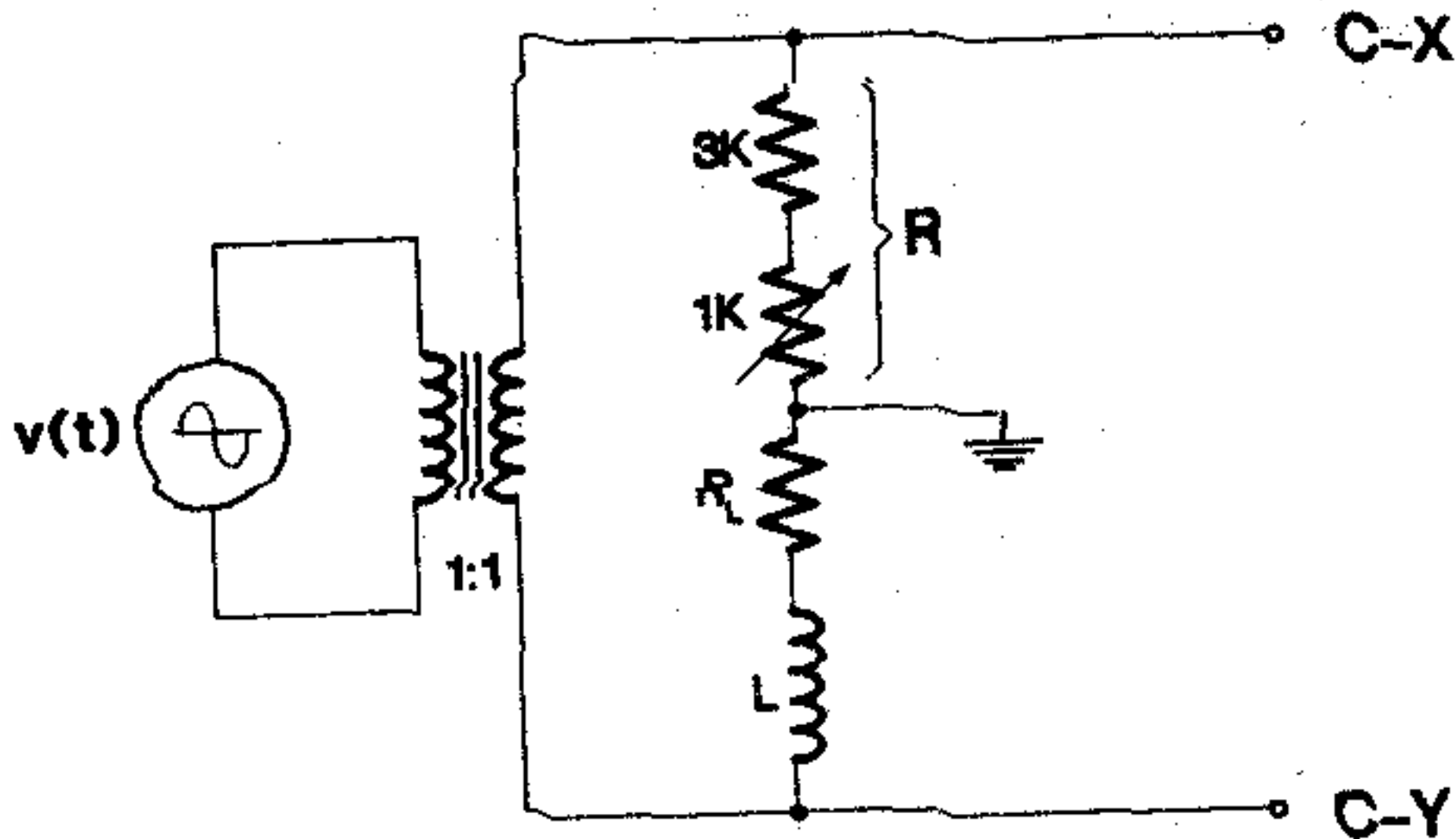


Figura 15

EXPERIMENTO III CURVAS DE LISSAJOUS

- a) Fije las perillas de los dos canales en 5 volt/div. Posicione la perilla de time/div en X - Y.
 - Conecte el GSFF (Generador de Señales Senoidal de Frecuencia Fija) al osciloscopio como se muestra en la figura 16.

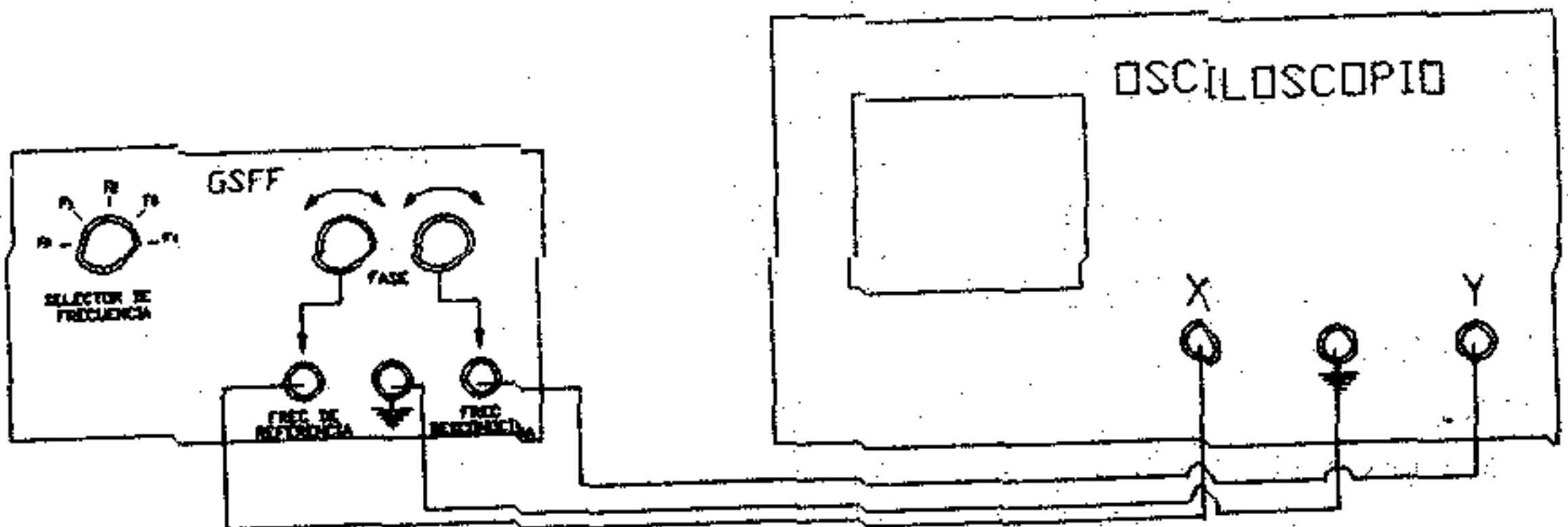


Figura 16

- Observe y grafique la figura.
 - Varíe las perillas de fase del GSFF, observe y grafique la figura.
- b) Varíe el selector de frecuencia del GSFF a la posición F2.
 - Varíe las perillas de fase del GSFF. Observe y grafique las figuras.
 - Mida el No de picos horizontal y vertical.
- c) Repita el punto b) para las posiciones F3 y F4 del GSFF.
 d) Para cualquiera de los puntos anteriores, invierta las terminales del

osciloscopio.

- Observe y grafique las curvas.

EXPERIMENTO III TRAZADOR DE CURVAS

a) Arme el circuito de la figura 17.

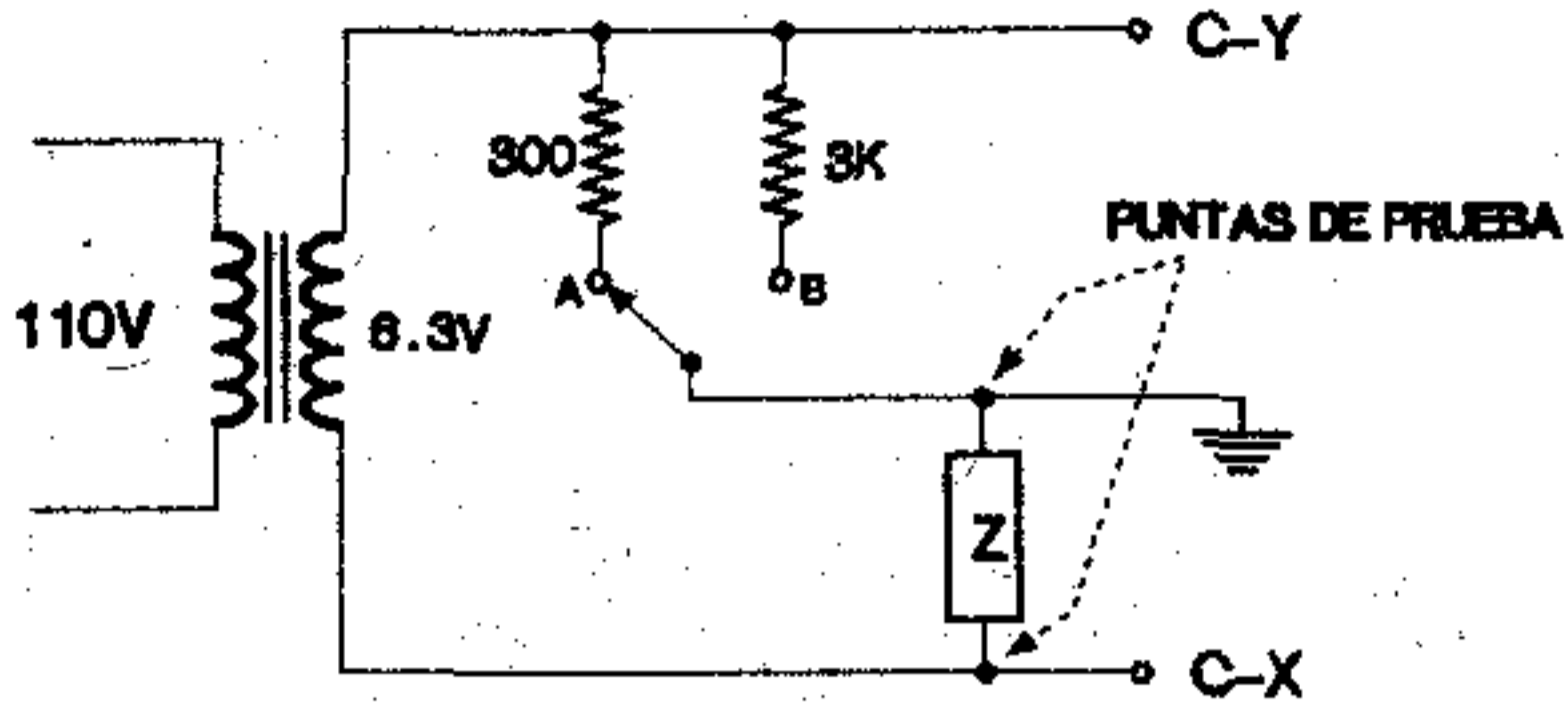


Figura 17

- Coloque uno a uno los siguientes componentes en las terminales de prueba del trazador y grafique las figuras observadas.

- a) potenciómetro 1 KΩ (variar en todo su rango)
- b) capacitor 0.22 μf
- c) inductancia
- d) fotorresistencia
- e) diodo de germanio
- f) diodo de selenio
- g) diodo tunnel
- h) diodo zener

ANÁLISIS DE DATOS Y RESULTADOS

- 1.- Exprese correctamente la señal $v(t)$ aplicada al circuito de la figura 13.
- 2.- ¿Qué parámetros cambian al variar el potenciómetro de la figura 13 ?
- 3.- Determine y exprese correctamente la corriente $i(t)$ para el primer punto de la tabla 1
- 4.- Con base en los datos de la tabla 1, grafique V_o/V_e vs. f y ϕ vs. f .
- 5.- Investigue a que tipo de circuito corresponden las gráficas obtenidas en el punto anterior.
- 6.- Repita los puntos del 2 al 5 para el circuito de la figura 14.
- 7.- Dibuje las señales observadas correspondientes a la figura 15. Indique claramente voltajes, frecuencia, desfaseamiento.
- 8.- Dibuje la figura observada en el plano X - Y y determine el desfaseamiento medido de la figura 15.
- 9.- ¿Cuál es el valor de la inductancia ?
- 10.- En relación con la figura 16 grafique cada una de las imágenes observadas al variar de F_0 a F_4 y determine la relación de frecuencia para cada caso.
- 11.- ¿Qué señales se aplicaron a los canales horizontal y vertical de la figura 17?
- 12.- ¿Qué unidades de medida se tiene en los ejes X y Y de la pantalla, cuando se tiene el circuito de la figura 17 ?
- 13.- Dibuje las gráficas observadas para cada elemento bajo prueba.