



## PRÁCTICA #1.-

### OSCILOSCOPIOS

#### OBJETIVOS

-Revisar el funcionamiento básico de los osciloscopios, y a partir de esta base teórica, ser capaz de manejar y realizar mediciones con el osciloscopio existente en el laboratorio y con cualquier otro tipo de osciloscopio de características similares.

-Examinar el funcionamiento de Osciloscopio de Rayos Catódicos (ORC) y compararlo con las especificaciones del fabricante.

-Verificar las especificaciones de un ORC estándar de laboratorio para asegurar mediciones exactas y determinar si requiere calibración.

#### TEORÍA

Un ORC, como cualquier equipo electrónico, no mantendrá sus características de operación indefinidamente. La "edad" de los componentes, condiciones ambientales y otros factores necesitan inspecciones regulares para determinar si son necesarios ajustes.

Los manuales de los ORC generalmente consisten de cinco áreas importantes. Estas son:

Especificaciones.

Instrucciones de operación.

Descripciones de los circuitos.

Procedimientos de mantenimiento.

Procedimientos de calibración y chequeos de funcionamiento.

El usuario casual de un ORC está básicamente interesado en realizar mediciones rápidas y precisas, por lo tanto solo se refiere a la sección relacionada con las instrucciones de operación. El usuario de laboratorio, al contrario, puede estar interesado en revisar el funcionamiento de una sección en particular del ORC y ocasionalmente, realizar una calibración completa del instrumento.

Es útil establecer la diferencia entre los términos "calibración" y "revisión de las especificaciones". Una revisión de las especificaciones se realiza para determinar si las especificaciones del ORC están dentro de los límites establecidos, usando una técnica de medición dada. La calibración requiere ajuste interno de los controles del ORC o reemplazo de componentes, cuando una revisión de especificaciones demuestra que los límites han sido excedidos.

Una apropiada selección de los equipos de prueba es muy importante. Inexactitudes en los instrumentos de prueba pueden acarrear inexactitudes en las especificaciones del ORC. Ambas, exactitud y resolución de los instrumentos de prueba deben ser consideradas. Se sugiere que los equipos de prueba deben ser de cuatro a diez veces más exactos que los equipos que serán revisados. La resolución del instrumento de prueba debe ser adecuada para asegurar que las mediciones no sean



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA  
"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"  
VICE-RECTORADO "LUIS CABALLERO MEJÍAS"  
LABORATORIO DE SISTEMAS ELECTRÓNICOS I  
PROF. PEDRO J. MÁRQUEZ ARIAS

limitadas por el equipo de prueba. Por ejemplo, una fuente de  $20 \text{ mV} \pm 2\%$  DC no puede ser revisada por un voltímetro que tenga una resolución de sólo un 1mv.

Las especificaciones de un ORC pueden ser divididas en dos categorías: (1) aquellas que afectan la exactitud del instrumento, tales como factores de deflexión y tiempos de barrido, y (2) aquellas que afectan el funcionamiento pero no la exactitud, tales como disparo y velocidad de escritura.

En ésta práctica se darán métodos generales para evaluar las especificaciones de un ORC de propósitos generales y en particular, se revisarán las siguientes especificaciones:

- Sensibilidad del amplificador vertical.
- Respuesta de frecuencia del amplificador vertical.
- Exactitud de frecuencia de la base de tiempo.

Cuando los manuales de instrucciones especifiquen diferentes características o diferentes métodos de medición, los métodos dados por el manual del fabricante deben ser seguidos.

#### EQUIPO

Osciloscopio de propósitos generales  
Generador de señales.  
Multímetro digital.

#### BIBLIOGRAFÍA

1. INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA Y MEDICIONES. WILLIAM DAVID COOPER. PRENTICE HALL.
2. ELECTRÓNICA TEORÍA DE CIRCUITOS. ROBERT BOYLESTAD-LOUIS NASHELSKY. PRENTICE HALL.

#### PROCEDIMIENTOS GENERALES

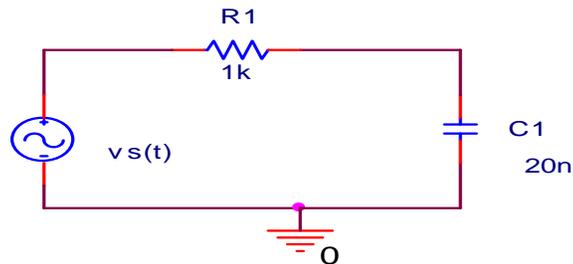
La primera parte de la práctica estará relacionada con la familiarización con el ORC disponible en el laboratorio.

1. Estudie todos los controles del osciloscopio (revise el manual de funcionamiento si tiene dudas).
2. Determine para que velocidad del haz deja Ud. De percibir el traslado del punto luminoso y comienza a ver el trazo continuo.
3. Determine para que velocidad de repetición de la base de tiempo deja Ud. de observar el parpadeo del trazo luminoso.
4. Mida una señal senoidal de 60 Hz con el osciloscopio, con el multímetro digital y con un voltímetro analógico. Repita las mediciones para una señal de 20 Hz, 10 Hz, 2 Hz. Anote cualquier observación de interés.
5. Introduzca en el osciloscopio una señal que tenga componentes continua y alterna, y acóplela en los modos AC y DC. Anote las observaciones de interés.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA  
"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"  
VICE-RECTORADO "LUIS CABALLERO MEJÍAS"  
LABORATORIO DE SISTEMAS ELECTRÓNICOS I  
PROF. PEDRO J. MÁRQUEZ ARIAS

6. Introduzca en el osciloscopio señales senosoidales de frecuencias diferentes y determine sus respectivas frecuencias utilizando las escalas calibradas del osciloscopio.
7. Para el circuito mostrado (filtro pasabajo), aplique una señal senoidal de amplitud conocida luego varíe la frecuencia del generador de señales en la secuencia 1-2-5 (100 Hz, 200 Hz, 500 Hz, 1k Hz, etc.) en el rango de frecuencia de 1 Hz a 1 MHz. Para cada valor del generador de señales anote el valor del voltaje de salida.



8. Utilizando la modulación del eje Z y el circuito anterior (Con  $R1=1k\Omega$  y  $C1=200\mu f$ ), mida una frecuencia desconocida a partir de una conocida.  
**Nota:** la señal en el eje Z no debe tener más de 50 voltios pico-pico, ya que en caso contrario puede dañar el osciloscopio.

### PROCEDIMIENTOS DE CALIBRACIÓN

a) Sensibilidad del amplificador vertical:

1. Conecte el generador de señales a los terminales de entrada del amplificador vertical. Coloque el selector de funciones para ondas senosoidales. Ajuste el control de ganancia del ORC a máxima ganancia. Lentamente aumente la salida del generador para una deflexión vertical de seis centímetros. Ajuste la base de tiempo, los controles de foco e intensidad para un trazo óptimo en la pantalla. Reajuste la salida del generador si es necesario.
2. Mida la salida del generador en la entrada del ORC con el multímetro digital. Anote ambos voltajes.

b) Respuesta de frecuencia del amplificador vertical:

3. Conecte el generador de señales al amplificador vertical del ORC. Ajuste la salida del generador a 10 voltios y una frecuencia de 1kHz. Ajuste el control de ganancia vertical para una deflexión aceptable en la pantalla del ORC (6 cms.).
4. Varíe la frecuencia del generador de señales en la secuencia 1-2-5 (100 Hz, 200 Hz, 500 Hz, 1k Hz, etc.) en el rango de frecuencia de 1 Hz s 1 MHz. **No ajuste el control de ganancia vertical.** Para cada valor del generador de señales anote el valor del voltaje del ORC.

c) Exactitud de la base de tiempo:

La frecuencia del generador de la base de tiempo es controlada por el conmutador TIME/DIV y el control VERNIER asociado.

5. Ajuste el selector de la base de tiempo a 1ms/div, y el VERNIER a su posición calibrada. Conecte el generador al amplificador vertical del ORC y ajuste su



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA  
"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"  
VICE-RECTORADO "LUIS CABALLERO MEJÍAS"  
LABORATORIO DE SISTEMAS ELECTRÓNICOS I  
PROF. PEDRO J. MÁRQUEZ ARIAS

frecuencia para observar un ciclo completo en la pantalla del ORC. Anote la indicación del generador de señales. Repita este paso para otras posiciones del selector de la base de tiempo.

La segunda parte de la práctica estará relacionada con algunos métodos generales para evaluar las especificaciones de un ORC.

d)Factor de deflexión vertical:

El factor de deflexión vertical está definido como la relación de la amplitud de la señal de entrada y la deflexión en la pantalla del ORC. Está expresado en voltios por unidad de deflexión vertical (V/cm). La medición de la exactitud del factor de deflexión debe ser hecha a una frecuencia entre las dos frecuencias de referencia de la banda pasante del sistema de deflexión vertical (ancho de banda).

6. Para cada posición del control de amplitud del ORC bajo prueba (V/div o V/cm) aplique una señal con una amplitud conocida a la entrada del amplificador vertical del ORC. Una fuente de ésta señal puede ser un generador de pulsos o un generador de señales con una salida de amplitud calibrada.

Ajuste la amplitud de la señal de prueba de manera de producir una deflexión de 50% u 80% de la máxima deflexión de la grátícula vertical. Mida cuidadosamente la deflexión en la grátícula para evitar errores de paralaje.

Anote la posición del control de ganancia, la amplitud del voltaje de prueba y la deflexión de la grátícula.

En algunos casos, el factor de deflexión puede que no sea constante a lo largo de la grátícula vertical. Ligeras no linealidades son causadas por compresión o expansión del rayo del ORC en los extremos de la grátícula. Las no linealidades en el factor de deflexión pueden ser medidas como sigue:

7. Aplique una señal a la entrada vertical del ORC. Centre la imagen y ajuste la amplitud de la señal para obtener una señal de 2 cm en el ORC. Posicione el tope de la imagen en el tope de la grátícula. Mida y anote cualquier cambio en la amplitud de la señal. Luego, posicione el final de la imagen al final de la grátícula. Mida y anote cualquier cambio en la amplitud de la señal.

e)Exactitud de la base de tiempo:

Los pasos de la base de tiempo en el ORC son usualmente expresados en términos de tiempo por división de deflexión horizontal (TIME/CM). Los pasos de la base de tiempo son, por lo tanto, los factores de deflexión para el eje horizontal.

8. Conecte el generador de señales a la entrada vertical del ORC. Ajuste la base de tiempo a un barrido adecuado de manera de obtener un ciclo completo de una señal de pulsos en una división de la grátícula. Por ejemplo, para un barrido de 1 ms/cm, ajuste la frecuencia del generador a 1kHz.

9. Con el control de posición horizontal del ORC, coloque el comienzo de un ciclo en la línea de la grátícula donde comienza la zona a ser medida. Luego determine la diferencia entre la línea de la grátícula que determina el final de la zona de interés y el comienzo del pulso asociado. Para evitar no linealidades de los bordes



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA  
"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"  
VICE-RECTORADO "LUIS CABALLERO MEJÍAS"  
LABORATORIO DE SISTEMAS ELECTRÓNICOS I  
PROF. PEDRO J. MÁRQUEZ ARIAS

de la gráticula, los tiempos de barrido son medidos típicamente desde la línea 1 hasta la línea 9.

f)Medición del ancho de banda y tiempo de subida:

Debido a que el ancho de banda y el tiempo de subida están relacionados por una constante (ancho de banda \* tiempo de subida en nseg = 0.35), solamente uno de éstos dos parámetros necesita ser medido. El ancho de banda puede ser medido más exactamente que el tiempo de subida, donde la medición del último depende del tiempo de barrido y la resolución. Por lo tanto, se prefiere medir el ancho de banda y calcularse el tiempo de subida.

10. Aplique una señal senosoidal con una frecuencia de 1/20 de la frecuencia superior a la entrada vertical del ORC. Ajuste los controles del ORC para obtener una imagen centrada y de aproximadamente un 80% de la altura de la gráticula, Aumente la frecuencia del generador, manteniendo su amplitud constante, hasta que la señal en la pantalla sea de un 70% de su amplitud en la frecuencia de referencia. Anote esta frecuencia como el punto superior de la banda pasante.

11. Coloque el selector DC-AC del amplificador vertical del ORC en al posición AC. Aplique una frecuencia de 20 veces la frecuencia inferior a la entrada vertical del ORC. Ajuste los controles del ORC para obtener una imagen centrada y de aproximadamente un 80% de la altura de la gráticula, Disminuya la frecuencia del generador hasta que la señal en la pantalla sea de un 70% de su amplitud original. Anote esta frecuencia como el punto inferior de la banda pasante.

12. Aplique una onda cuadrada con un tiempo de subida de 4 a 10 veces más rápido que el tiempo de subida del ORC. Ajuste la base de tiempo del ORC y el control de ganancia vertical para obtener una imagen de 80% de altura y 80 % del ancho de la gráticula. Mida y anote el tiempo requerido para que la forma de onda vaya de 10% a 90% de su amplitud.

g)Exactitud del calibrador de amplitud:

El propósito del calibrador de amplitud es proporcionar voltajes de amplitud conocidas para calibración. La salida del calibrador comúnmente es una onda cuadrada, pero puede ser también una onda senosoidal.

13. Aplique la señal conocida a la entrada vertical. Ajuste la amplitud de la señal al valor nominal de la señal del calibrador. Remueva la señal conocida y aplique la correspondiente señal del calibrador. Mida y anote la deflexión vertical en el ORC.

## RESULTADOS REQUERIDOS

Primera parte:

a)Cálculos.-

1. Usando los datos obtenidos en el paso 1 de los procedimientos generales, calcule la sensibilidad del amplificador vertical. La sensibilidad es definida como la relación del voltaje de entrada del amplificador entre la deflexión del ORC, para una máxima sensibilidad del amplificador vertical.
2. Utilizando los resultados del paso 7 de los procedimientos generales determine las frecuencias de corte, el ancho de banda y el factor de calidad Q.
3. Utilizando los resultados de los pasos 3 y 4 del procedimiento de calibración, calcule el ancho de banda del amplificador vertical. El ancho de banda está



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA  
"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"  
VICE-RECTORADO "LUIS CABALLERO MEJÍAS"  
LABORATORIO DE SISTEMAS ELECTRÓNICOS I  
PROF. PEDRO J. MÁRQUEZ ARIAS

definido como el ancho, en Hz, entre el límite inferior y el superior de la curva de frecuencias.

b)Tablas:

Prepare una tabla con las mediciones obtenidas en los pasos 7 de los procedimientos generales y 4 de los procedimientos de calibración.

c)Gráficas:

Dibuje la respuesta de frecuencia para el filtro pasabaja y el amplificador vertical (Sugerencia: Utilice papel semi-logarítmico). Indique el ancho de banda del filtro y del amplificador basados en los resultados graficados. Muestre las frecuencias de corte en el gráfico.

d)Preguntas:

1. Compare el ancho de banda del amplificador vertical con las especificaciones del ORC. Si no coinciden, sugiera posibles causas de la diferencia.
2. La sensibilidad del amplificador horizontal es usualmente menor que la del amplificador vertical. Explique el por qué de esto.

Segunda parte:

e)Cálculos:

1. Usando los resultados del paso 6 del procedimiento, calcule los factores de deflexión para cada uno de los pasos del control de amplificación vertical.
2. Calcule el porcentaje de no linealidad del factor de deflexión, usando los datos del paso 7 del procedimiento. La no linealidad puede ser expresada en términos de la diferencia entre la altura de la imagen en el centro de la grátícula y la altura de la imagen en los bordes de la grátícula.
3. Calcule la exactitud de la base de tiempo en términos de los comienzos de la señal de pulsos y las divisiones de la grátícula.
4. Utilizando los datos obtenidos en los puntos 10 a 12, calcule el tiempo de subida del sistema de deflexión vertical del ORC.
5. Calcule el porcentaje de error de la amplitud del calibrador de voltaje de los datos obtenidos en el paso 13 del procedimiento.

f)Preguntas:

1. Explique por qué es buena práctica, en términos de exactitud, ver la imagen de la señal de interés en el centro de la grátícula.
2. Compare el tiempo de subida medido con el tiempo de subida calculado. Explique cualquier discrepancia en base a cuál medida produciría unos resultados más exactos y por qué.
3. Represente la respuesta de frecuencia de un ORC, la cual es descrita como "DC-10 MHz". Indique los efectos en la respuesta de frecuencia del selector AC-DC, cuando este selector está en la posición AC.
4. Explique por qué la punta del ORC debe ser siempre compensada para el instrumento con el cual se va a utilizar.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA  
"ANTONIO JOSÉ DE SUCRE"  
VICE-RECTORADO "LUIS CABALLERO MEJÍAS"  
LABORATORIO DE SISTEMAS ELECTRÓNICOS I  
PROF. PEDRO J. MÁRQUEZ ARIAS

5. Suponga que la base de tiempo del ORC es disminuido en 5% en la posición de  $10 \mu\text{seg/cm}$ . Calcule la verdadera frecuencia de una señal cuyo período fue medido como  $25 \mu\text{seg}$  en la grátícula.