

INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN PARA CORRIENTE ALTERNA (AC)

Objetivos

- Interpretar las características nominales descritas en los instrumentos de medición para AC.
- Aprender a leer en las diversas escalas de los instrumentos de medición.
- Usar adecuadamente los diversos instrumentos de medición disponibles en el laboratorio para las mediciones en AC: voltímetros, amperímetros, multímetros y osciloscopios, a fin de realizar mediciones directas o indirectas de voltajes y corrientes pico y rms, mediciones de frecuencia, desfase y potencia en circuitos alimentados con fuentes alternas.
- Comparar los resultados experimentales con los obtenidos utilizando un simulador de circuitos.

Preparación

- 1.- Explique el concepto de ancho de banda de cualquier circuito o instrumento de laboratorio, partiendo de la definición de frecuencia de corte (inferior y superior).
- 2.- Explique el significado físico de valor medio cuadrático (rms por sus siglas en inglés), llamado también valor eficaz, de una señal de voltaje o de corriente alterna y deduzca la relación entre el valor rms y el valor pico de las señales alternas $f_1(t)$, $f_2(t)$, $f_3(t)$ y $f_4(t)$ mostradas en la figura 7.1. Averigüe también el valor rms de una señal triangular de amplitud A y período T.

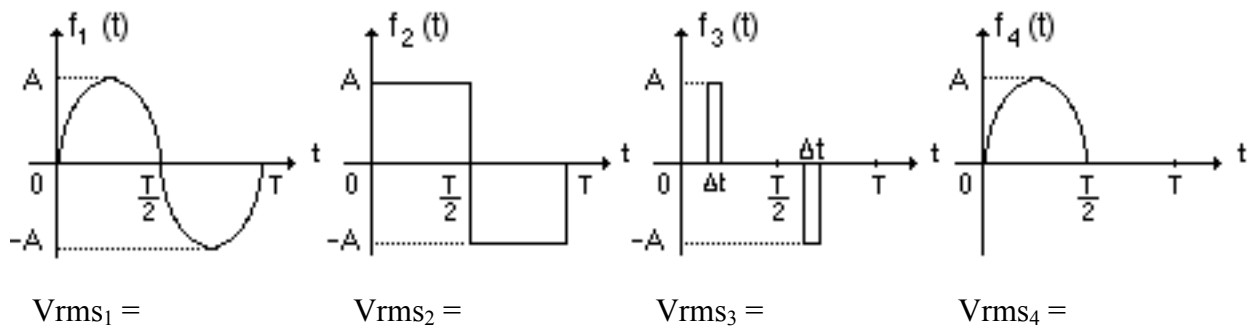
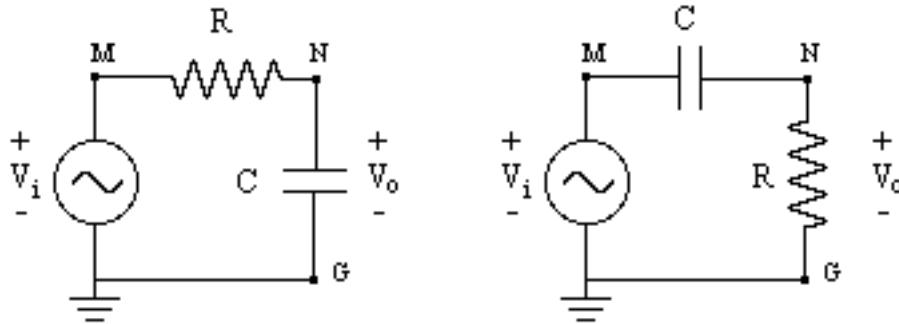


Figura 7.1.- Formas de onda AC

- 3.- Indique las formas de onda que se pueden medir con precisión con los instrumentos de medición AC más comunes, que no determinan el verdadero valor rms. Explique qué ocurre si se intenta medir con uno de ellos una señal como la forma de onda $f_2(t)$ mostrada en la figura 7.1.
- 4.- Los dos circuitos mostrados en la Figura 7.2 están montados con los mismos componentes, solo cambia la ubicación de dichos componentes para ilustrar diferentes aplicaciones y facilitar las

conexiones del osciloscopio. El sistema está operando en régimen sinusoidal permanente. Con los valores especificados por su profesor para la amplitud y frecuencia del generador y para los valores nominales del condensador y la resistencia, determine las expresiones de los vectores del voltaje en el condensador V_C , del voltaje en la resistencia V_R y de la corriente del circuito I , tomando como señal de referencia la señal de la fuente AC, V_i , especificando todas las amplitudes en valores rms.



(a) Configuración filtro pasa bajo

(b) Configuración filtro pasa alto

Figura 7.2

- 5.- Indique cómo se determina experimentalmente la potencia consumida por una resistencia en un circuito con fuentes AC. Calcule la potencia en la resistencia R de la Figura 7.2 para los valores indicados por su profesor.
- 6.- Haga el diagrama circuital en SPICE del circuito de la Figura 7.2.a, y realice el análisis TRANS aplicando la fuente alterna indicada por su profesor, para obtener en una misma gráfica tres o cuatro ciclos del voltaje de entrada (punto M) y del voltaje sobre el condensador (punto N).
- 7.- Realice el análisis AC Sweep en SPICE del circuito de la figura 7.2.a para graficar el voltaje V_o en función de la frecuencia dentro del rango de frecuencias indicado por su profesor, considerando que la señal de entrada tiene una amplitud de 1V. Explique por qué esta configuración se denomina filtro pasa bajo e identifique la frecuencia de corte de dicho filtro.
- 8.- Haga el diagrama circuital en SPICE del circuito de la Figura 7.2.b, y realice el análisis TRANS aplicando la fuente alterna indicada por su profesor, para obtener en una misma gráfica tres o cuatro ciclos del voltaje de entrada (punto M) y del voltaje sobre la resistencia (punto N).
- 9.- Realice el análisis AC Sweep en SPICE del circuito de la figura 7.2.b para graficar el voltaje V_o en función de la frecuencia dentro del rango de frecuencias indicado por su profesor, considerando que la entrada tiene una amplitud de 1V. Explique por qué esta configuración se denomina filtro pasa alto e identifique la frecuencia de corte de dicho filtro.
- 10.- Haga una breve descripción de los procedimientos para medir con el osciloscopio el desfase entre dos señales sinusoidales, utilizando la calibración de tiempo del eje horizontal y la Figura de Lissajous básica.

Grupo N° _____

Fecha _____

Nombre _____

Nombre _____

**Trabajo de Laboratorio
Práctica N° 7**

- 1.- Recuerde que al entrar al laboratorio tiene que llenar la hoja de asistencia.
- 2.- Encienda su mesón de trabajo.
- 3.- Si al iniciar la práctica encuentra faltas ó fallas en el equipo o en partes del mesón de trabajo que le corresponde, notifíquelo inmediatamente al profesor.
- 4.- Para el amperímetro AC que tiene a su disposición, determine y registre la gama, identifique las escalas, y determine la resolución y la sensibilidad para cada escala.

AMPERIMETRO AC		
MARCA		
MODELO		
SERIAL		
GAMA		
N° BIEN NACIONAL		
Escala	Resolución	Sensibilidad

- 5.- Para el voltímetro AC que tiene a su disposición, determine y registre la gama, identifique las escalas, y determine la resolución, la sensibilidad y la resistencia interna para cada escala, utilizando para esto último la característica Ω/V del instrumento.

VOLTIMETRO AC				
MARCA				
MODELO				
SERIAL				
GAMA				
Nº BIEN NACIONAL				
Escala	Resolución	Sensibilidad	Caract. Ω/V	Resistencia interna

6.- Averigüe el ancho de banda de su osciloscopio y la resistencia que presentan las puntas de prueba del osciloscopio en la configuración X1 y en la configuración X10.

7.- Determine el valor pico (medido con el osciloscopio) y el valor rms (medido con el voltímetro AC) de tres formas de onda producidas con el generador de funciones, a tres frecuencias diferentes (100 Hz, 1 KHz, 10 KHz). Anote los comentarios pertinentes.

	Onda sinusoidal		Onda cuadrada		Onda triangular	
Frecuencia	Vpico1	Vrms1	Vpico2	Vrms2	Vpico3	Vrms3
100 Hz						
1 KHz						
10 KHz						

8.- Monte el circuito de la Figura 7.2.a, observe las formas de onda de entrada y salida para los valores de voltaje y frecuencia indicados por su profesor y dibuje en papel milimetrado las señales observadas en el osciloscopio, identificando cada una de las señales y especificando cuidadosamente las amplitudes y la frecuencia de operación.

9.- Determine experimentalmente la potencia promedio consumida por la resistencia R. $P =$

10.-Mida la relación de amplitudes (V_o/V_i), colocando en la entrada señales sinusoidales de 1V de amplitud y frecuencias de 100 Hz, 1 kHz, 10 kHz, 100 kHz y 1MHz, así como tres o cuatro valores adicionales alrededor de la frecuencia de corte para determinarla con mayor precisión (amplitudes y frecuencias medidas con el osciloscopio).

Frecuencia	V_i pico	V_o pico	V_o / V_i
100 Hz			
1 KHz			
10 KHz			
100 KHz			
1 MHz			

11.- Mida el desfase entre V_o y V_i para las frecuencias y voltajes de entrada especificados en el punto anterior, utilizando dos métodos diferentes (la calibración del eje horizontal y los canales X-Y del osciloscopio).

Frecuencia	Calibración eje horizontal			Canales X-Y del osciloscopio		
	Período	Separación	Desfase	D_A	D_B	Desfase
100 Hz						
1 KHz						
10 KHz						
100 KHz						
1 MHz						

12.- Repita el punto 8 para el circuito de la Figura 7.2.b.

13.- Repita el punto 10 para el circuito de la Figura 7.2.b.

Frecuencia	Vi pico	Vo pico	Vo /Vi
100 Hz			
1 KHz			
10 KHz			
100 KHz			
1 MHz			

14.- Repita el punto 11 para el circuito de la Figura 7.2.b.

Frecuencia	Calibración eje horizontal			Canales X-Y del osciloscopio		
	Período	Separación	Desfasaje	D_A	D_B	Desfasaje
100 Hz						
1 KHz						
10 KHz						
100 KHz						
1 MHz						

15.- Para demostrar el tipo de medición que puede realizar un medidor de verdadero valor rms (True rms), se va a trabajar con los circuitos presentados en las figuras 7.3.a y 7.3.b. En el primero de ellos se tiene un bombillo (B) que constituye la carga del circuito y cuya potencia está controlada por un Dimmer, el cual es un circuito electrónico que elimina una parte de la señal sinusoidal producida por la alimentación a fin de reducir la potencia entregada a la carga del circuito. En primer lugar se va a colocar el Dimmer en la posición que permite que llegue la máxima potencia al bombillo (B), se va a observar la forma de onda con el osciloscopio, se van a tomar las medidas del valor rms con el voltímetro digital (Vd), con el voltímetro analógico (Va) y con el medidor de verdadero valor rms (TRUE RMS) y se van a registrar en la tabla correspondiente.

Luego se va a controlar el Dimmer observando la señal en el osciloscopio, para que aplique una forma de onda que corresponda a la mitad de la obtenida anteriormente, es decir, que de cada semiciclo del voltaje de entrada, solo se aplique un cuarto de ciclo al bombillo, por lo tanto la forma de onda en los terminales del bombillo ya no es sinusoidal. En estas condiciones se toman nuevamente las medidas del valor rms con el voltímetro digital (Vd), con el voltímetro analógico (Va) y con el medidor de verdadero valor rms (TRUE RMS) y se van a registrar en la tabla correspondiente. Este procedimiento se repite con el variac. Primero se aplica 100% de la señal de entrada y luego 50% de la misma y en cada caso se hacen las lecturas de los instrumentos y se registran en la tabla correspondiente. Como puede observarse en el osciloscopio, estas señales son siempre sinusoidales. El análisis de los resultados obtenidos que va a realizar Ud. en el informe va a demostrar la importancia y conveniencia de contar con un medidor de valor rms verdadero.

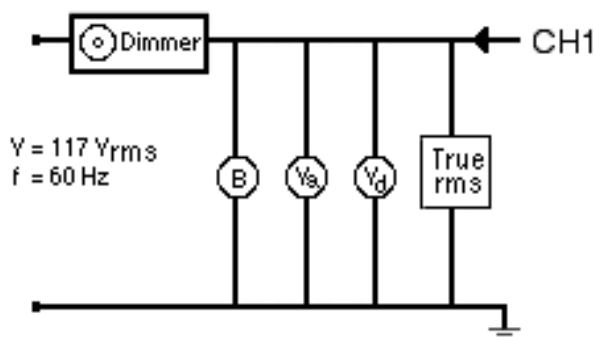


Figura 7.3.a

CONTROL CON DIMMER			
	Volt. digital	Volt. analogico	True RMS
Potencia máxima			
Mitad de la forma de onda			

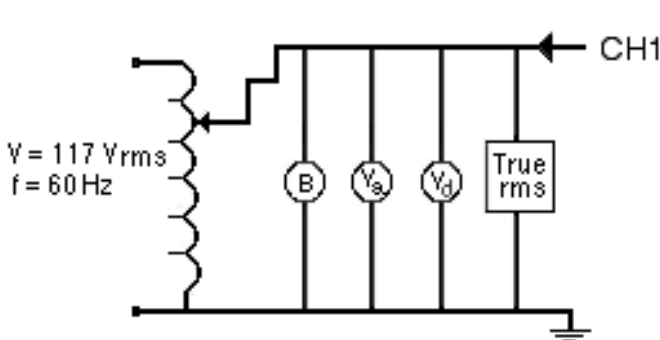


Figura 7.3.b

CONTROL CON VARIAC			
	Volt. digital	Volt. analogico	True RMS
Potencia máxima			
Mitad de la forma de onda			

16.- Identifique las características y las diferentes mediciones que puede realizar con el medidor de verdadero valor rms.

MEDIDOR DE VERDADERO VALOR RMS	
MARCA	
MODELO	
SERIAL	
Nº BIEN NACIONAL	
Mediciones	
Pantalla	

17.- Al finalizar la práctica, muéstrele a su profesor todas las anotaciones de las medidas realizadas.

18.- Ordene el mesón antes de retirarse del aula, incluyendo las sillas.

Informe

NOTA: Todo Informe debe atenerse a las normas generales establecidas y por lo tanto debe incluir la Página de Presentación, el Resumen, el Índice, el Marco Teórico, la Metodología, los Resultados, el Análisis de Resultados, las Conclusiones, la Bibliografía y los Anexos.

I.- En el Marco Teórico, haga un resumen de máximo dos páginas sobre el concepto físico y la expresión matemática del valor medio cuadrático (rms) de una señal alterna, el concepto de ancho de banda de un circuito o instrumento AC, y las características más resaltantes (frecuencia de corte, ancho de banda) de los filtros pasivos pasa bajo y pasa alto estudiados en esta práctica.

II.-En la Metodología:

- a) Describa muy brevemente los procedimientos y circuitos utilizados para realizar las mediciones AC, indicando los valores nominales de los componentes empleados y explicando su aplicación como filtros pasivos pasa bajo y pasa alto.
- b) Describa muy brevemente los experimentos realizados para comprobar la operación de un medidor de verdadero valor rms.

III.-En los Resultados, además de colocar los datos obtenidos en el laboratorio, haga lo siguiente:

- a) Haga un gráfico del voltaje de salida sobre el |voltaje de entrada, $|V_o/V_i|$ en función de la frecuencia de operación, f , en escala logarítmica para el filtro pasivo pasa bajo de la Figura 7.2.a, utilizando preferiblemente las facilidades de la hoja de cálculo. Indique la frecuencia de corte y el ancho de banda de dicho filtro.
- b) Haga un gráfico del desfase entre V_o y V_i vs la frecuencia de operación, f , en escala logarítmica, para el filtro pasivo pasa bajo de la Figura 7.2.a, utilizando preferiblemente las facilidades de la hoja de cálculo. Utilice tanto las mediciones de desfase obtenidas a partir de la calibración del eje horizontal como las obtenidas al emplear los canales X-Y del osciloscopio, para determinar con mayor precisión los valores del desfase correspondientes a cada frecuencia.
- c) Haga un gráfico del voltaje de salida sobre el voltaje de entrada, $|V_o/V_i|$ en función de la frecuencia de operación, f , en escala logarítmica para el filtro pasivo pasa alto de la Figura 7.2.b, utilizando preferiblemente las facilidades de la hoja de cálculo. Indique la frecuencia de corte y el ancho de banda de dicho filtro.
- d) Haga un gráfico del desfase entre V_o y V_i vs la frecuencia de operación, f , en escala logarítmica, para el filtro pasivo pasa alto de la Figura 7.2.b, utilizando preferiblemente las facilidades de la hoja de cálculo. Utilice tanto las mediciones de desfase obtenidas a partir de la calibración del eje horizontal como las obtenidas al emplear los canales X-Y del osciloscopio, para determinar con mayor precisión los valores del desfase correspondientes a cada frecuencia.

IV.-En el Análisis de Resultados:

- a) Discuta los resultados obtenidos al realizar las mediciones del valor pico y el valor rms para las tres señales sinusoidales a diferentes frecuencias. Indique claramente las posibilidades y limitaciones de cada uno de los instrumentos utilizados.
- b) Para los circuitos de la Figura 7.2, compare las gráficas obtenidas al aplicar el análisis TRANS de SPICE con las que Ud. obtuvo en el laboratorio y explique las discrepancias, tomando en cuenta la tolerancia de los componentes utilizados. Comente sobre las amplitudes y frecuencias de las distintas señales y compare los valores medidos con los teóricos y con los obtenidos mediante la simulación.
- c) Para los circuitos de la Figura 7.2, compare las gráficas de $|V_o/V_i|$ vs la frecuencia de operación con las obtenidas al aplicar el análisis AC Sweep de SPICE y explique las discrepancias, tomando en cuenta la tolerancia de los componentes utilizados. Compare el valor de la frecuencia de corte determinado experimentalmente con el calculado teóricamente y con el obtenido mediante la simulación y explique las diferencias.
- d) Analice las gráficas del desfase entre V_o y V_i obtenidas para los circuitos de la Figura 7.2 y comente las características más importantes de dichas gráficas.
- e) Haga el análisis de los resultados obtenidos con los circuitos 7.3.a y 7.3.b.

V.-En las Conclusiones:

- a) Escriba sus conclusiones con respecto a la precisión y exactitud de las medidas de voltaje AC obtenidas con los instrumentos AC utilizados en el laboratorio.
- b) Escriba sus conclusiones sobre la conveniencia de poder realizar mediciones con el osciloscopio o con el voltmetro AC.
- c) Escriba sus conclusiones sobre la aplicabilidad de los filtros pasivos pasa bajo y pasa alto analizados en la práctica.
- d) Escriba sus conclusiones sobre la importancia y conveniencia de contar con un medidor de valor rms verdadero, según el tipo de mediciones que se quiera realizar.

VI.-Recuerde anexar las Preparaciones de los miembros del grupo.

Bibliografía

1.- Laboratorios de Circuitos Electrónicos, Guía Teórica, 2ª versión o versión electrónica, en la página <http://www.labc.usb.ve/mgimenez/EC2286-08/index.html>. Prof. María Isabel Giménez de Guzmán. USB.

2.- Manuales de los instrumentos AC y de los osciloscopios, disponibles en el Laboratorio C.