

U.B.A. FACULTAD DE INGENIERÍA

Departamento de Electrónica

LABORATORIO 66-02
Informática

TRABAJO PRÁCTICO N° 2

Voltímetros en Corriente Alterna

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 familiarizarse con el uso de los diferentes multímetros utilizados como voltímetros, y predecir las alteraciones que trae su uso, conociendo sus especificaciones.

2. Introducción

El trabajo consiste está dividido en dos secciones:

Parte A: Se compararon los valores medidos, al generar señales de diferentes tipo, con los valores esperados para cada tipo de multímetro.

Parte B: Cada instrumento tiene un rango de frecuencias en el que es utilizable (dato provisto por el fabricante), y se comparó con los resultados obtenidos en el laboratorio, que se midieron tomando como partida el rango de incertidumbre de cada instrumento.

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 B*, ubicada al final del presente informe, donde se adjuntan las hojas de datos de todos estos.

Material/Instrumento	Especificaciones
Resistencias	$100\Omega \pm 5\%$ tolerancia (1 unidad) $100k\Omega \pm 5\%$ tolerancia (2 unidades) $10M\Omega \pm 5\%$ tolerancia (1 unidad)
Multímetro analógico	Marca: TRIPLETT Modelo: 630-APLK Alcance: 5000V Sensibilidad: $20k\Omega/V$ Incerteza de clase: 3,5 % Impedancia de entrada: $200k\Omega$
Multímetro digital	Marca: UNI-T Modelo: UT30F Alcance: 500V Incerteza: 0,5 % Impedancia de entrada: $10M\Omega$
Multímetro digital	Marca: Brymen Modelo: BM837RS
Cables	Banana-Cocodrilo Cocodrilo-Cocodrilo

Tabla 1: *Listado de materiales e instrumental utilizado.*

4. Desarrollo

En los siguientes apartados se pasarán a desarrollar las mediciones empíricas, cada una de las cuales esta complementada con una explicación de los pasos llevados a cabo, valores obtenidos, análisis de resultados y conclusiones parciales.

4.1. Parte A

En esta parte del trabajo práctico, se hicieron distintas mediciones con el fin de comparar las diferentes formas que tienen los multímetros (en modo voltímetro) de calcular los valores de tensión.

Para esto, se utilizó un osciloscopio, un generador de funciones, una resistencia de $47\ \Omega$ y tres multímetros diferentes: uno analógico, uno de valor medio, y uno de valor medio verdadero.

El circuito armado consistió en el generador de funciones, la resistencia y el osciloscopio conectados en paralelo. También en paralelo se fueron conectando los multímetros para realizar las mediciones.

Se ajustó el generador para que el osciloscopio muestre una señal con un ciclo de trabajo (duty cycle) del **30 %**, con **5V** de amplitud, y con una frecuencia de **100 Hz**, para asegurarnos de que esté dentro del ancho de banda de los instrumentos.

Las incertidumbres de los instrumentos no fueron tomadas en cuenta, ya que son irrelevantes para el objetivo de esta parte de la práctica.

Cada multímetro tiene diferentes formas de medir las tensiones eficaces:

En **DC**, los tres multímetros calculan el valor medio de la onda presente, que es el valor de la parte continua de la señal.

En **AC**, los métodos no son iguales para los multímetros. Por lo tanto a continuación se hará una breve descripción de las formas de calcular los valores eficaces de cada tipo de multímetro.

4.1.1. Multímetro DVM

Presenta un capacitor en la entrada, por lo que elimina el valor continuo de la tensión. Además rectifica la señal por onda completa, y calcula el valor medio y lo multiplica por el factor de forma, 1,11(en onda completa), para obtener el valor eficaz.

4.1.2. Multímetro True-RMS

También tiene un capacitor en la entrada, por lo que elimina el valor continuo de la tensión. Además rectifica la señal por onda completa, y calcula el valor eficaz de la tensión alterna. Luego calcula el valor eficaz verdadero, mediante la siguiente ecuación:

$$V = \sqrt{\frac{1}{T} \times \int_0^T V(t)^2 dt} \quad (1)$$

4.1.3. Multímetro Analógico

Utilizado con la salida *output*, incluye un capacitor en la entrada, y realiza el mismo proceso que el multímetro DVM.

Tipo de onda	Mediciones					
	VOM		DVM		TRUE	
	V		V		V	
	DC	AC	DC	AC	DC	AC
Cuadrada	-2,00	4,7	-2,00	4,66	-2,000	4,583
Senoidal	0	3,6	0	3,53	0	3,536
Triangular	0	2,8	0	2,78	0	2,500

Tabla 2: Tabla de valores calculados.

Estos valores pueden consultarse en el *Apéndice A*

Tipo de onda	Mediciones					
	VOM		DVM		TRUE	
	V		V		V	
	DC	AC	DC	AC	DC	AC
Cuadrada	-1,95	5,0	-2,05	4,47	-2,009	4,35
Senoidal	0,05	3,00	0,042	3,45	0,301	3,446
Triangular	0,00	2,40	0,017	2,64	0,587	2,778

Tabla 3: *Tabla de valores medidos.*

4.2. Parte B

En esta sección del trabajo práctico se comprobó la respuesta en frecuencias de tres tipos distintos de multímetros, es decir, el ancho de banda para el cual las mediciones de los multímetros caen dentro del rango de incertidumbre propuesto por el fabricante.

Para realizar las mediciones, se dispuso del mismo circuito que en la **Parte A**, y con los distintos voltímetros midiendo la salida del generador en paralelo. Además se conectó el circuito a un contador, para una medida más precisa de la frecuencia.

En una primera instancia, se midió un valor de tensión de referencia, con una frecuencia dentro de las establecidas por los fabricantes. De este modo se determinó un valor de V_{max} y de V_{min} , y los valores medidos dentro de este rango se consideraron como medidas válidas. A partir de esto, se paso a determinar el ancho de banda de los instrumentos.

Se utilizaron 3 tipos de voltímetros:

Voltímetro	Ancho de banda(manual)
DVM	(40 - 400)Hz
True - RMS	(100 - 100k)Hz
Analógico	(10 - ???)Hz

Tabla 4: *Tabla de los anchos de banda provistos por el fabricante.*

4.2.1. Multímetro DVM

La incertidumbre para la escala utilizada es:

$$\Delta(V) = 1\% \times V_{medido} + 3d \times 10mV, \quad (2)$$

Los valores medidos son:

$$V_{ref} = (3,39 \pm 0,04)V$$

4.2.2. Multímetro True-RMS

La incertidumbre para la escala utilizada es:

$$\Delta(V) = 1\% \times V_{medido} + 3d \times 1mV. \quad (3)$$

f(Hz)	V(Volts)	ΔV (Volts)
30	3.44	0.06
40	3.43	0.06
50	3.43	0.06
210	3.41	0.06
220	3.40	0.06
230	3.40	0.06
390	3.39	0.06
400	3.39	0.06
410	3.39	0.06
500	3.38	0.06
600	3.38	0.06

Tabla 5: *Tabla de los valores medidos con el voltímetro DVM*

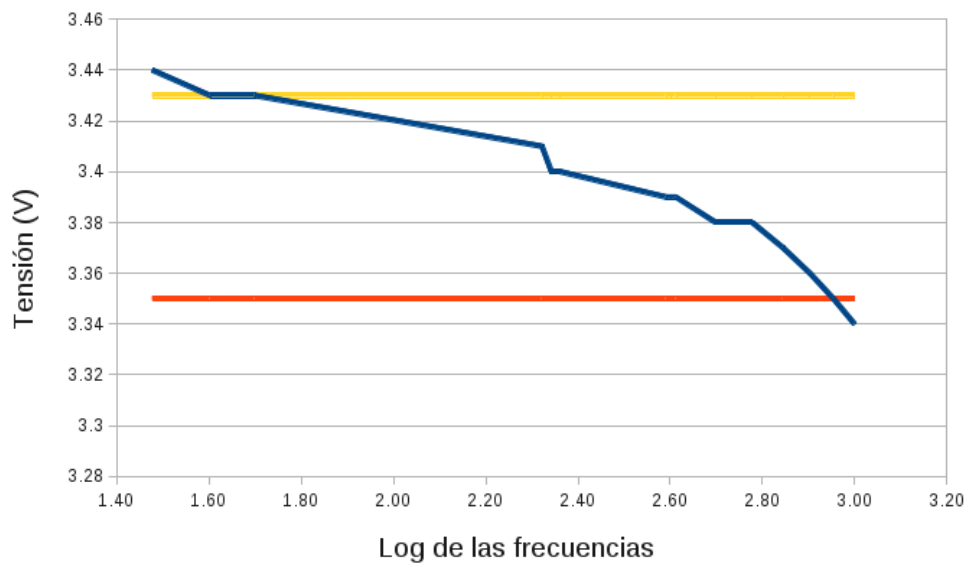


Figura 1: *Gráfico de los valores medidos con el voltímetro DVM.*

Los valores medidos son:

$$V_{ref} = (3,420 \pm 0,037)V$$

4.2.3. Multímetro Analógico

La incertidumbre para la escala utilizada es:

$$\varepsilon_r(V) = 3\% \times V_{medido} + \frac{1}{2} \times 0,2V \quad (4)$$

Valores medidos:

$$V_{ref} = (3,4 \pm 0,2)V$$

f(Hz)	V(Volts)	ΔV (Volts)
80	3.417	0.037
90	3.418	0.037
100	3.419	0.037
110	3.423	0.037
440	3.419	0.037
450	3.420	0.037
460	3.420	0.037
990	3.393	0.037
1000	3.398	0.037
1010	3.396	0.037
1500	3.385	0.037
1700	3.379	0.037

Tabla 6: *Tabla de los valores medidos con el voltímetro True-RMS*

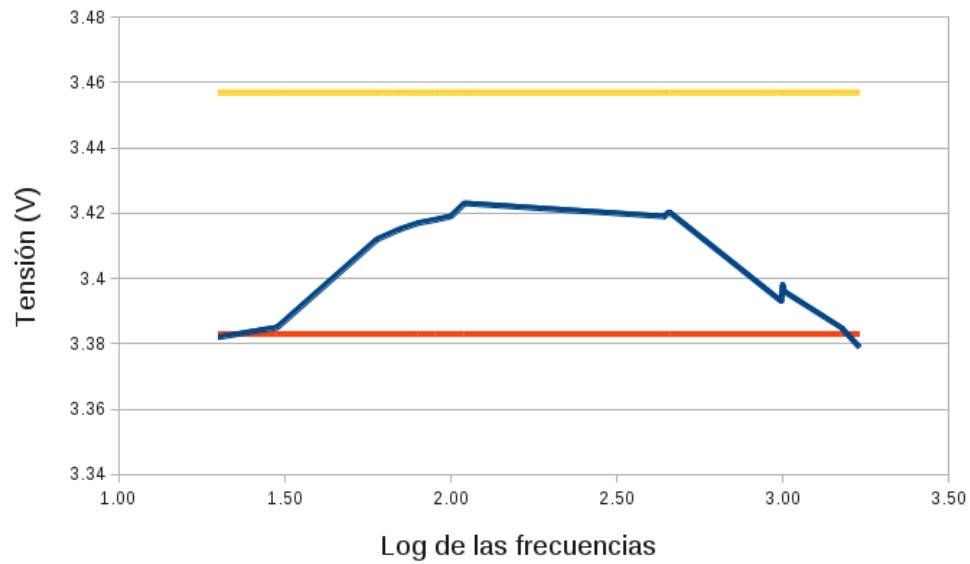


Figura 2: *Gráfico de los valores medidos con el voltímetro True-RMS.*

f(Hz)	V(Volts)	ΔV (Volts)
10	3.4	0.2
213000	3.2	0.2
758000	3.0	0.2

Tabla 7: *Tabla de los valores obtenidos con el voltímetro analógico*

En este cuadro figuran pocos valores, esto es debido a que se tomaron nota de los valores de frecuencia en los que la aguja cambiaba de división. De 10 Hz para abajo, no se puede especificar el valor medido, ya que la aguja oscila.

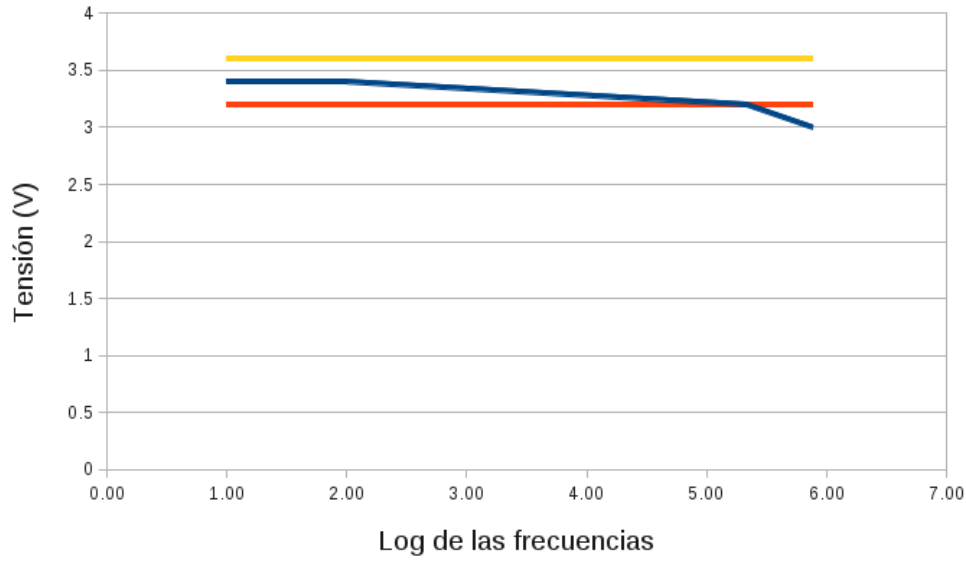


Figura 3: *Gráfico de los valores medidos con el voltímetro analógico.*

Por lo tanto, los valores aproximados de los anchos de banda son:

Voltímetro	Ancho de banda(experimentales)
DVM	$\sim (30 - 900)Hz$
True - RMS	$\sim (30 - 1500)Hz$
Analógico	$\sim (10 - 213000)Hz$

Tabla 8: *Tabla de los anchos de banda experimentales*

5. Conclusión

De la primera parte se observa que los valores medidos y los valores calculados no difieren mucho, lo que para los multímetros analógico y DVM es notable, ya que multiplican al valor medio rectificado por el factor de forma de una onda senoidal, y el error resultante no parece ser tan significativo.

De la segunda parte resalta el hecho de que los anchos de banda observados en los que son válidas las mediciones realizadas por los instrumentos es en realidad mayor al especificado por el fabricante de estos instrumentos, siendo el analógico el mayor. La diferencia observada en los anchos de banda, debe ser una precaución del fabricante para poder asegurar la fiabilidad del instrumento en los casos más cercanos a los extremos y que la incertidumbre esté dentro de los valores razonables.

Apéndice A

“Cálculos teóricos”

6. Cálculos teóricos

6.1. Cálculos teóricos en DC

El valor continuo es el valor medio de la señal:

$$V_m = \frac{1}{T} \times \int_0^T V(t) \delta t \quad (5)$$

En el caso de la senoidal y de la triangular, al tener un ciclo de trabajo de 50 %, son ondas simétricas, entonces el valor medio es 0.

En el caso de la señal cuadrada:

$$V = \frac{5V \times 3ms - 5V \times 7ms}{10ms} = -2V \quad (6)$$

6.2. Cálculos teóricos en AC

6.2.1. Analógico y DVM

Ambos presentan capacitor, y rectifican a onda completa, calculan el $V_{m_{rect}}$ y multiplan por el factor de forma que es 1,11.

Onda cuadrada:

$$V_{ef} = 1,11 \times 2 \times \frac{b \times h}{T} = 1,11 \times 2 \times \frac{7V \times 3ms}{10ms} = 4,66V \quad (7)$$

Onda senoidal:

$$V_{ef} = 1,11 \times \frac{2}{2\pi} \times \int_0^\pi 5V \times \sin(t) \delta t = 3,53V \quad (8)$$

Onda triangular:

$$V_{ef} = 1,11 \times 2 \times \frac{b \times h}{2 \times T} = 1,11 \times 2 \times \frac{5V \times 5ms}{2 \times 10ms} = 2,78V \quad (9)$$

6.2.2. True-RMS

Presenta un capacitor en la entrada, y realiza el cálculo del valor eficaz:

$$V_{ef} = \sqrt{\frac{1}{T} \times \int_0^T V(t)^2 \delta t} \quad (10)$$

Onda cuadrada:

$$V_{ef} = \sqrt{\frac{b \times h^2}{T}} = \sqrt{\frac{3ms \times (7V)^2 + 7ms \times (3V)^2}{10ms}} = 4,583V \quad (11)$$

Onda senoidal:

$$V_{ef} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \times \int_0^{2\pi} (5V)^2 \times \sin^2(t) \delta t} = 3,536V \quad (12)$$

Onda triangular:

$$V_{ef} = \sqrt{\frac{1}{T} \times 2 \times \frac{b \times h^2}{2}} = \sqrt{\frac{5ms \times (5V)^2}{2 \times 10ms}} = 2,500V \quad (13)$$

Apéndice B

“Hojas de datos de instrumentos de medición”

Multímetro Analógico TRIPLETT mod. 630-APLK

Características Técnicas

FUNCIÓN	Rangos / Sensibilidad	Exactitud *
Milivolts DC	0 a 250 mV – 10.000 Ω / Volt	1,5 % de plena escala
Volts DC	0-2,5-10-50-1000-5000 – 20.000 Ω / Volt	5000 V 3.5 % de Plana escala. Todos los otros rangos 1,5 % de Plena escala
Volts AC **	0-3-10-50-250-1000-5000 - 5.000 Ω / Volt	5000 Volts 5 % de Plena escala Todos los otros rangos 3 % de Plena escala
MicroAmperes DC	0 – 100 a 250 mVolts	1,5 % de plena escala
MiliAmperes DC	0 – 10 – 100 a 250 mVolts 0 – 1000 a 400 mVolts	1,5 % de plena escala
Amperes DC	0 – 10 a 600 mVolts	1,5 % de plena escala
Ohms	0 – 1000 – 10.000 (4,4 / 44 Ω ½ Escala)	1,5 % de la longitud de la escala
MegOhms	0 – 1 – 100 (4,4 / 440 K Ω ½ Escala)	1,5 % de la longitud de la escala
OutPut Volts (AC)	0-3-10-50-250 - 5.000 Ω / Vol	3 % de Plena escala
Decibeles	- 20 a + 11/21/35/49 sobre 600 Ω ***	3 % de la longitud de la escala en el punto de lectura.

* Calibrado a 25 °C

** Calibrado a 60 Hz con onda senoidal pura

*** La escala directa se corresponde con la selección de tensión AC de 3 Volts máximo.(0 dBm = 0,774 Vac sobre 600 Ω , 1 mW sobre 600 Ω)

Para las escalas siguientes se debe adicionar a la lectura en dB una cantidad dada por :

$$\text{dB ad} = 20 \log (\text{Escala 2} / \text{Escala 1})$$

Así para la escala de 10 Volts AC a la lectura de la escala deberá adicionarse :

$$\text{dB ad} = 20 \log (10 / 3) = 10.46 \text{ dB}$$

Protecciones : Detector de Sobrecarga que protege tanto el instrumento propiamente dicho como el resto del aparato .

Escalas : Longitud máxima 4,5 pulgadas (115 mm) con espejo para eliminación de error de paralaje.

Baterías : 1,5 Volts para las escalas de X1 , X10 y X1K del Óhmetro y 30 Volts para la escala de X100K