

Práctico de Laboratorio 2

Descargas Eléctricas.

Todos los años muchas personas sufren diversos accidentes por el efecto de la corriente de los circuitos domiciliarios de 220 volts. Si tocas con una mano una lámpara defectuosa mientras tu pie esta en contacto con el suelo, de acuerdo con la ley de ohm se establece una corriente $I = 220 \text{ volts} / R_{\text{cuerpo}}$ la cual puede llegar a producirte lesiones muy severas. La resistencia de tu cuerpo depende de su estado, y va de unos 100 ohms si esta empapado de agua salada (o muy transpirado) hasta alrededor de 500.000 ohms si tu piel esta muy seca. El valor estadístico de la resistencia del cuerpo es de **2.400 ohms**. Las suela de tus zapatos generalmente proporcionan una resistencia mucho mayor que las anteriores y la corriente a través de tu cuerpo es prácticamente nula. Es decir lo que hace daño no es la tensión sino la corriente que circula a través de tu cuerpo.

Efecto de diversas corrientes eléctricas en el cuerpo humano	
0.001 Ampere	Se puede sentir un cosquilleo.
0.005 Ampere	Doloroso.
0.010 Ampere	Contracciones musculares involuntarias (espasmos).
0.015 Ampere	Perdida del control muscular. La persona no puede desprenderse del artefacto eléctrico.
0.030 Ampere	En este momento salta el disyuntor de nuestro laboratorio o tu casa. Con un tiempo de respuesta de 50 ms, lo cual garantiza una protección adecuada para las personas y artefactos. Este tipo de protección eléctrica se complementa con las llaves térmicas, las que evitan sobrecargas.
0.070 Ampere	Si pasa por el corazón, trastornos graves; probablemente mortales si la corriente dura más de un segundo.

Nota: Para ingresar al laboratorio el alumno deberá traer las tablas con los cálculos analíticos ya realizados (Items 7 y 13).

Objetivos:

- Familiarizarse con el uso del Tester Analógico (o de aguja).
- Aprender a medir Diferencias de Tensión (Voltaje).

Para medir tensiones usaremos, en esta primera etapa, el tester analógico en su función de voltímetro (ubicar la llave selectora en la zona de **DCV (Direct Current Voltage - Tensión continua)**). Al igual que el óhmetro, la indicación se basa en una aguja cuyo desplazamiento depende en este caso, de la magnitud de la tensión que se le aplique. Los instrumentos de aguja consisten básicamente de un imán, una bobina y un sistema deflector. Cuando se conecta el voltímetro a un circuito, circula por la bobina una cierta corriente, esta corriente está inmersa en el campo magnético del imán por lo que se generará una fuerza que hará mover a la aguja*. Es necesario que el voltímetro consuma el mínimo de corriente para obtener la medición adecuada, por lo que los voltímetros deben presentar una alta oposición al paso de la corriente, es decir, deben presentar una **alta resistencia de entrada**. (El término adecuado es alta *impedancia* de entrada, termino que se aclarará más adelante)

La aguja se mueve sobre una escala que puede estar graduada en Volts (V), milivolts (mV) ($1\text{mV} = 0.001\text{V} = 1 \times 10^{-3} \text{V}$) o microvolts (μV) ($1\mu\text{V} = 1 \times 10^{-6} \text{V}$).

Escalas del instrumento

En general las escalas de tensión e intensidad de corriente de los instrumentos son lineales mientras que la escala de ohmios no es lineal. La escala de una regla es ejemplo de una escala lineal. En una regla las distancias iguales están representadas por trazos o divisiones igualmente espaciadas. Así, una distancia de 1 centímetro está representada por el mismo intervalo de calibración entre 1 y 2 o entre 9 y 10. Esto mismo es aplicable a cualquier escala lineal, es decir, la distancia entre dos trazos consecutivos es siempre la misma. La escala de la Fig. 1 es otro ejemplo de escala lineal. La aguja marca distancias iguales en el arco de la escala para variaciones iguales de tensión. Así, la longitud de escala entre 0 y 10 voltios es la misma que entre 10 y 20 voltios o entre 90 y 100 voltios.

El **factor de escala (K)** se calcula de la siguiente manera†:

Para leer la escala es necesario asignar números a las divisiones que no los tienen. Por ejemplo, en la Fig. 1 hay 5 intervalos iguales entre las divisiones numeradas de tensión. Cada una de estas distancias representa la quinta parte de la diferencia de tensión entre las divisiones numeradas. En la figura 1 cada división representará pues un intervalo de 2 voltios, a esto se lo denomina **factor de escala (K)**.

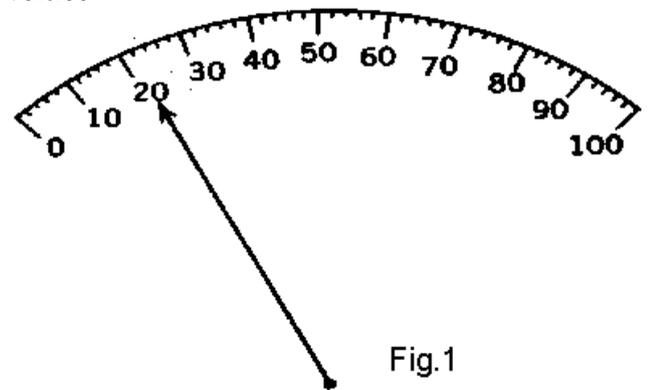


Fig. 1: Escala Lineal de un Voltímetro graduada en Volts. El Alcance es de 100 Volts.

$$K = \frac{\text{Alcance de la escala}}{N^\circ \text{ total de divisiones}} = \frac{100 \text{ volts}}{50 \text{ divisiones}} = 2 \frac{\text{volts}}{\text{division}}$$

* Para más detalles puede consultar en: *Prácticas de Electricidad*. Zbar. Capítulo 19.

† Debe tener muy claro como se calcula el factor de escala y en que unidades se expresa.

El **máximo valor** en la escala (100 Volts en la Figura 1) se denomina **Alcance de la escala**. Este es el MAXIMO valor que se puede medir en esa escala, **si Ud. intenta medir una tensión mayor puede dañar el tester.**

Para poder cubrir un amplio rango de tensiones el tester trae varios alcances (cada uno con un factor de escala diferente), estos diferentes alcances se eligen con la llave selectora. Por ejemplo, en el Kamoden existen los siguientes alcances para medir Tensión continua: 0.5 Volts, 2.5 Volts, 10 Volts, 50 Volts, 250 Volts, y 500 Volts. O sea que en el alcance de 0.5 Volts el máximo valor que se puede medir es 0.5 Volts, en el de 2.5 Volts el máximo valor que se puede medir es 2.5 Volts y así sucesivamente. Es una buena costumbre empezar a medir usando el alcance más grande y luego de ver que la medida se puede tomar en una escala menor pasar el selector a dicha escala. Por una cuestión de espacio los tester no traen todas las diferentes escalas impresas. El Kamoden trae impresas las escalas correspondientes a los alcances: 250V, 50V y 10 Volts (Ver Fig. 2). Por lo que si uno usa el voltímetro, por ejemplo, en el alcance 0.5V. deberá usar la escala de alcance 50 y a su lectura dividirla por 100. Análogamente se trabaja con las otras escalas no impresas.

Lo primero que hay que determinar es cual escala son las que se usan para medir tensión continua. Ya vimos en el Práctico anterior que la escala superior se usa para medir resistencias. En el Kamoden*, la segunda escala es para medir tensión alterna (ACV) y la tercer escala es para medir tensión continua (VCD). Esta es la única escala que se puede usar para medir tensión continua, por supuesto, dicha escala puede tener diversos alcances.

Veamos unos ejemplos para ver como se mide y como el Factor de Escala nos puede auxiliar con la lectura. (Hasta que se familiarice y pueda hacer las lecturas directamente).

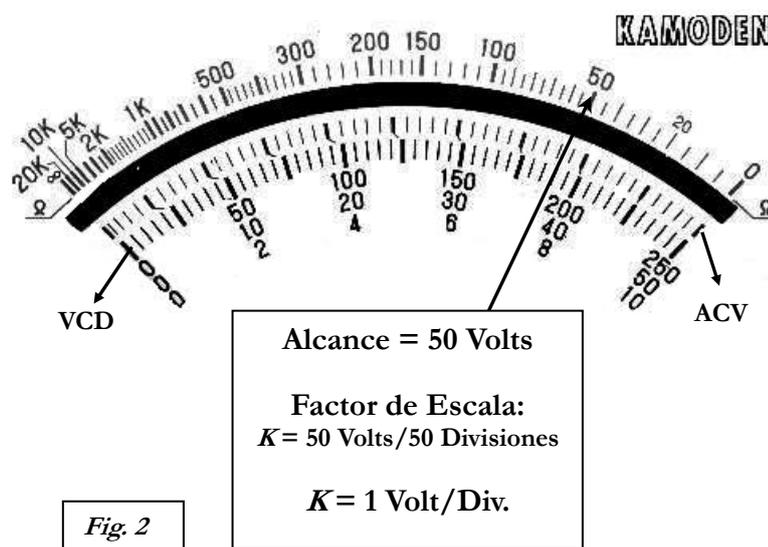


Fig. 2

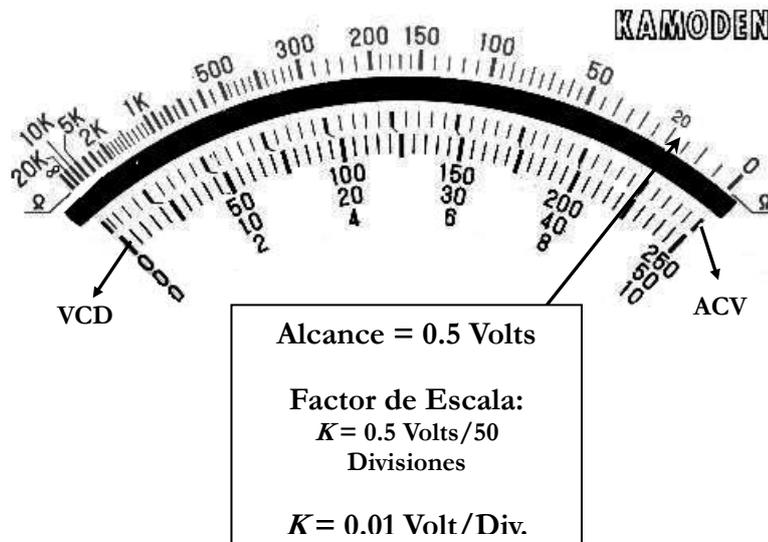
En este ejemplo supondremos que el alcance está en 50 V. Por lo que el Factor de Escala es igual a $K = 1V/\text{Div.}$

Lectura Directa:
La aguja esta entre el 30 y el 40 y como en este caso cada rayita (de las más chicas) vale 1 V, la lectura es de 38 V.

Usando el Factor de Escala:
La aguja se movió 38 divisiones (empezando desde el cero). Por lo que la lectura es:
 $38 \text{ Div.} \cdot K = 38 \text{ Div.} \cdot (1 \text{ Volt}/\text{Div}) = 38 \text{ V.}$

Es imprescindible que entienda el concepto de factor de escala y como se lo utiliza para medir tensiones en diferentes escalas. Las escalas de tensión de un voltímetro no siempre están graduadas o calibradas para que den lecturas directas en todos los márgenes. Veamos un ejemplo en donde se usa el alcance de 0.5 V.

* En el Yu-Fung la segunda escala es la que se usa para medir Tensión Continua. (La misma escala sirve para medir tensión alterna)



En este ejemplo supondremos que el alcance está en 0.5 V. Por lo que el Factor de Escala es igual a $K=0.01V/Div.$

Lectura Directa:

La aguja esta entre el 0.4 y el 0.5 (Es la escala del 50 que la divido por 100) y como en este caso cada rayita vale 0.01 V, la lectura es de 0.45 V.

Usando el Factor de Escala:

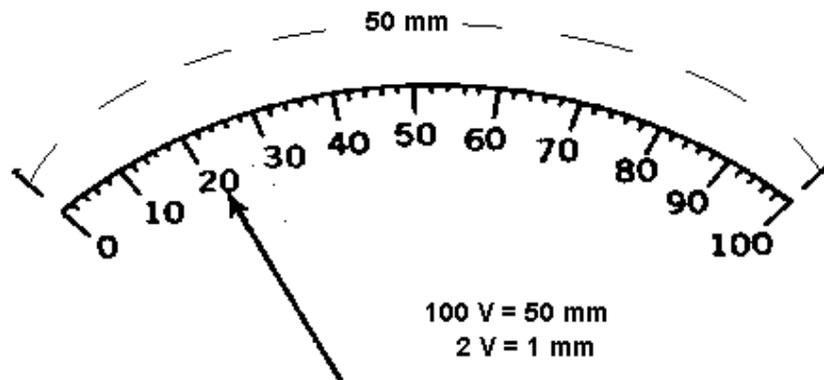
La aguja se movió 45 divisiones (empezando desde el cero). Por lo que la lectura es:

$$45 \text{ Div.} \cdot K = 45 \text{ Div.} (0.01 \text{ Volt/Div.}) = 0.45 \text{ V.}$$

Limitaciones de las lecturas

En la mayoría de los instrumentos o aparatos de medición, la escala, gama de valores, o alcance de medición, se inicia en cero y termina en un valor máximo dado. Esto se refiere a los instrumentos de aguja y a muchos aparatos más complejos. Así por ejemplo, un voltímetro de alcance dado $V_{Máx}$ permite medir tensiones entre cero y $V_{Máx}$ Volts. En principio, parecería pues que numerosos instrumentos y aparatos permiten realizar mediciones de cualquier valor comprendido entre cero y su alcance máximo. Esto, sin embargo, no es así en la práctica: para valores menores que cierto límite, que depende del instrumento o aparato considerado, la medición es cada vez más incierta.

En la Figura siguiente, se puede observar la escala lineal de un voltímetro, que cubre la gama de valores 0 – 100 Volts. La apreciación de una lectura sobre la escala poseerá cierta *incertidumbre*, que depende de la persona que mide (error de paralaje*, del roce mecánico, del espesor de los trazos de la escala, y de la agudeza del extremo de la aguja). Esta incertidumbre puede ser del orden de 0,1 mm en los buenos instrumentos con aguja a cuchilla y espejo, hasta 0,5 mm o más en los instrumentos comunes. En este último caso, cuando se realizan lecturas en la zona cercana a 100 V, de acuerdo a la figura siguiente, una incertidumbre de 0,5 mm representará, en Volts, un valor cercano a 1 Volts. Por lo tanto el error relativo que estamos cometiendo es de 1 Volts en 100 Volts, es decir, del 1%.



En cambio, cuando se obtengan lecturas en la primera parte de la escala de este mismo instrumento, por ejemplo en 10 V, la misma *incertidumbre visual* de 0,5 mm provocará el error de 1V en lecturas de 10 V, o sea un error de 10 %: y el **error relativo aumentará al tomar lecturas más próximas a cero**. Si se intenta leer por ejemplo 1 V, se podrá cometer, por la sola razón de la pequeñez de

* Esta clase de error se evita usando el espejo del instrumento, haciendo coincidir la aguja con su imagen reflejada.

la lectura, un error del orden del 100 %. Por esta razón, *las lecturas tomadas en la segunda mitad de la escala del voltímetro son más dignas de confianza que las obtenidas en las primeras zonas de la misma.*

Siempre que el voltímetro lo permita se debe medir a “Fondo de Escala”, es decir en la segunda mitad de la escala del instrumento.

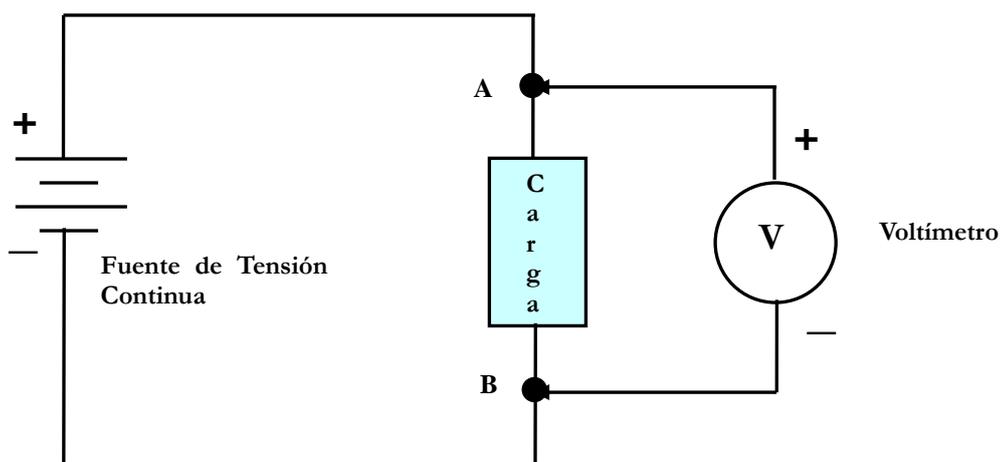
Teniendo en cuenta este error los fabricantes establecen la *clase del instrumento*. Esta clasificación es una indicación del máximo error a fondo de escala, garantizado por el fabricante. Así, los instrumentos poseen clase 0,5 cuando el fabricante garantiza un error no superior al 0,5% en lecturas a fondo de escala. La clase a la que pertenece el instrumento designa su campo de aplicación, por ejemplo:

<i>CLASE</i>	<i>ERROR</i>	<i>CAMPO DE APLICACION</i>
0.25-0.5	0.25 a 0.5 %	Mediciones de laboratorio
1-1.5	1 a 1.5%	Instrumentos portátiles
1.5 a 5	1.5 a 5 %	Instrumentos de tablero para mediciones industriales

Como conectar el Tester para medir Tensiones:

En la Figura se muestra como se debe conectar el tester para medir la diferencia de tensión entre los puntos A y B de un circuito. Observe como se debe respetar la polaridad, es decir la punta positiva del tester (+) debe ir en el punto de mayor tensión (cerca del (+) de la Fuente de tensión continua*) y la punta negativa del tester (-) en el punto de menor tensión (cerca del (-) de la fuente). **Si no se respeta la polaridad la aguja del instrumento se moverá en sentido contrario (hacia la izquierda) lo que podría dañar al voltímetro.** Los tester tienen un selector de polaridad† cuando este está en la posición (+) la polaridad es la indicada anteriormente si la pone en (-) se invierte la polaridad. En este ejemplo el tester marca la caída de tensión sobre una carga. La carga‡ puede ser una resistencia, un foco eléctrico, un motor, etc.

Para medir diferencias de tensión el Voltímetro se debe conectar en paralelo.



* Una fuente de tensión continua puede ser por, ejemplo una pila común, que nos entrega una tensión de 1.5 Volts entre sus bordes.

† Ver la Guía de Lab. 1, pág. 6, el selector de polaridad esta indicado con el número 6.

‡ Una carga grande consume mucha corriente, lo que implica que es una resistencia pequeña.

Informe de Laboratorio 2

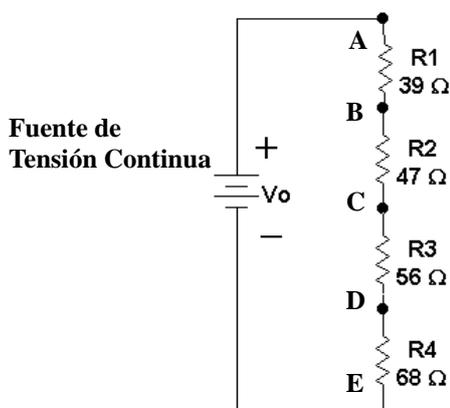
Apellido y Nombre:..... Caja Nro. :.....

1) ¿Cómo se define el Factor de Escala?

2) Completar la siguiente Tabla:

Tester Kamoden – Nro. Total de Div.:.....	
Escala	Factor de Escala
500 V	10 Volt/Div.

3) Antes de soldar el siguiente circuito, mida con el tester cada una de las resistencias del circuito y complete las tablas. Utilice el multiplicador que mejor se adapte a la medida.



Resistencia	Franja 1	Franja 2	Franja 3	Tolerancia
$R_1 =$				
$R_2 =$				
$R_3 =$				
$R_4 =$				

Tester usado:		
Resistencia	Lectura	Multiplicador
$R_1 =$		
$R_2 =$		
$R_3 =$		
$R_4 =$		

4) Calcule la resistencia Total del circuito, es decir la resistencia entre los puntos A y E. (R_T).

$R_T =$ _____

5) Arme el circuito (suéldelo) y **sin conectar la fuente*** mida la resistencia total del circuito, es decir, mida con el óhmetro la resistencia entre los puntos A y E.

R_T (medido) = _____ (Tester Usado: _____ Multiplicador: _____)

* Si conecta un óhmetro a un circuito con tensión puede dañar el instrumento.

6) Haciendo uso de la Ley de Ohm, calcule la corriente que circulará por dicho circuito cuando $V_0 = 2V$ (I_1) y para $V_0 = 4$ Volts (I_2).

$I_1 =$ _____ $I_2 =$ _____

7) **Calcule analíticamente** las siguientes diferencias de tensión (Para hacer los cálculos siempre use los valores nominales, es decir, según el código de color de las resistencias.)

Tensión	Relación	Valor [V] ($V_0 = 2V$) $I_1 =$ _____ A	Valor [V] ($V_0 = 4V$) $I_2 =$ _____ A
$V_{EA} =$			
$V_{BA} =$			
$V_{CB} =$			
$V_{DC} =$			
$V_{ED} =$	$I \cdot R_4$	0.648 Volts	1.295 Volts
$V_{DB} =$			

8) Arme el circuito, llame a un Docente para que verifique las conexiones de su circuito*. **Mida** las siguientes diferencias de voltaje (Siempre que el tester lo permita tome la medición a fondo de escala):

<i>Tester Kamoden</i>					
Tensión $V_0 = 2V$	Alcance [Volts]	Factor de Escala (K) [V/Div]	Nro. de Div. [Div.]	Lectura [Volts] $K \cdot (\text{Nro. de Div})$	Error Relativo (%100) $(V_{\text{Calculado}} - V_{\text{Medido}} / V_{\text{Calculado}}) \cdot 100$
$V_{EA} =$					
$V_{BA} =$					
$V_{CB} =$					
$V_{DC} =$					
$V_{ED} =$					
$V_{DB} =$					

9) Verifique la suma de las caídas de tensión sobre cada resistencia es igual a la Tensión aplicada.

10) Reemplace R_1 por $R_5 = 560\Omega$.

	Franja 1	Franja 2	Franja 3	Tolerancia
Resistencia				
$R_5 =$				

11) Calcule la R_T del nuevo circuito: _____

12) Calcule la corriente que circulará por dicho circuito cuando $V_0 = 4$ Volts. $I =$ _____

13) Calcule y complete la siguiente Tabla:

* No conecte la fuente hasta que este completamente seguro de las conexiones

Tensión	Relación	Valor [V] ($V_0 = 4V$) $I = \underline{\hspace{2cm}}$ A
$V_{EA} =$		
$V_{BA} =$		
$V_{CB} =$		
$V_{DC} =$		
$V_{ED} =$		

14) Arme el circuito y mida las siguientes tensiones:

Tensión $V_0 = 4V$	Alcance y Tester [Volts]	Factor de Escala (K) [V/Div]	Nro. de Div.[Div.]	Lectura [Volts] $K*(Nro. de Div)$	Error Relativo (%100) $(V_{Calculado} - V_{Medido} / V_{Calculado}) * 100$
$V_{EA} =$					
$V_{BA} =$					
$V_{CB} =$					
$V_{DC} =$					
$V_{ED} =$					

15) ¿Por qué se producen las mayores caídas de tensión en las resistencias grandes?

16) ¿En que zona de la escala de un voltímetro es conveniente medir? ¿Por qué?

17) ¿Qué entiende por polaridad? ¿Para qué sirve el selector de polaridad del tester?

Docentes Responsables:

- Aso, Fernando (faso@unsl.edu.ar)
- Paulo Centres (pcentres@unsl.edu.ar)
- López, Raúl (rlopez@unsl.edu.ar)

Página Web de la Materia: : <http://www0.unsl.edu.ar/~cyme1/horarios/horarios.html> de la cual podrá bajar las guías de Laboratorio, como así también el cronograma, el programa de la materia e información de interés.

El informe es individual. Cada alumno deberá entregar las hojas de informe completas al terminar el laboratorio.