

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
MINISTERIO DE LA DEFENSA  
UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA  
DE LA FUERZA ARMADA NACIONAL  
U.N.E.F.A. – NÚCLEO MARACAY  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**GUÍA PRÁCTICA**  
**LABORATORIO DE MEDICIONES ELÉCTRICAS**

MARACAY, SEPTIEMBRE 2003

## **CONTENIDO**

	<b>Página</b>
<b>Práctica No. 1:</b> Reconocimiento de Equipos.	1
<b>Práctica No. 2:</b> Trazado de Gráficas y Curva de Calibración.	10
<b>Práctica No. 3:</b> Métodos de Medida.	15
<b>Práctica No. 4:</b> Estudio del Galvanómetro D' Arsonval.	20
<b>Práctica No. 5:</b> Diseño de un Amperímetro.	27
<b>Práctica No. 6:</b> Diseño de un Voltímetro.	30
<b>Práctica No. 7:</b> Diseño de un Ohmetro.	34
<b>Práctica No. 8:</b> Puentes de Corriente Continua.	38
<b>Práctica No. 9:</b> Puentes de Corriente Alterna.	41
<b>Práctica No. 10:</b> Transformadores de Medida.	44

**PRACTICA Nº 1**

**RECONOCIMIENTO DE EQUIPOS**

**1. OBJETIVO.**

Caracterizar los diferentes equipos a utilizar en el laboratorio.

**2. MATERIALES.**

- Voltímetro digital marca Extech.
- Voltímetro y Amperímetro AC y DC marca Leybold.
- Voltímetro AC marca Conway.
- Voltímetro DC marca Conway.
- Fuente de alimentación DC marca BK. Precision.
- Década de resistencia marca Hatfield Instruments.
- Década de resistencia marca Conway.
- Reóstato marca Ecos.
- Autotransformador Variac marca Iskra.
- Cables de conexión.
- Década de condensadores marca Hatfield Instruments.

**3. PARTE EXPERIMENTAL.**

Identificación, uso y características de los diferentes equipos de medida que se emplearán durante las prácticas de laboratorio.

**3.1.A. Multímetro Digital marca Extech. (fig. 1).**

a) Observe con detenimiento el equipo mostrado en la figura y tome nota de:



**Especificaciones del equipo:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Puntos de conexión:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Magnitudes que mide el instrumento:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Escalas por variables:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Figura 1**

b) Ajuste el instrumento por medio del selector en ohmetro y mida tres resistencias de carbón.

**$R_{X1} =$**                        **$R_{X2} =$**                        **$R_{X3} =$**

**Nota:**

Con el fin de obtener buenas mediciones, varíe el selector de rango hasta obtener la mejor precisión posible.

**3.1.B. Voltímetro AC y voltímetro DC marca Conway. (Fig. 2)**



**Figura 2**

a) Observe con detenimiento el equipo mostrado en la figura y tome nota de:

- **Especificaciones del equipo:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- **Puntos de conexión:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- **Magnitudes que mide el instrumento:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- **Escalas por variables:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**3.2. Décadas de Resistencias (Figs. 3 y 4) y Décadas de Capacitancias (Fig. 5).****Figura 3****Figura 4****Figura 5****3.3.1. Décadas de Resistencias( Figuras 3 y 4).**

a) Anote las siguientes características:

Valor Máximo:

Valor Mínimo:

Exactitud:

Máxima Potencia:

Otras:

b) Observe y anote las diferentes escalas, forma de ajuste y conexiones.

c) Utilice un ohmetro para verificar las escalas antes observadas.

**3.3.2. Décadas de Capacitancias (Figura 5).**

a) Anote las siguientes características:

Valor Máximo:

Valor Mínimo:

Exactitud:

Máxima Potencia:

b) Observe las diferentes escalas, forma de ajuste y conexiones. Menciónelas.

---

---

c) Utilice el Multímetro del paso 3.1. para verificar las escalas antes observadas.

**3.3. Reóstato marca ECOS (Fig. 6).**



**Figura 6**

a) Observe y anote las características del reóstato.

Valor Máximo:

Valor Mínimo:

Exactitud:

Máxima Potencia:

b) Identifique a través de un **dibujo** los puntos de conexión del reóstato.

c) Utilizando un ohmetro verifique su comportamiento como resistencia fija y resistencia variable, para esta última cambie la conexión variable y vuelva a medir. Escriba sus observaciones.

---

---

---

3.4. Fuente DC marca LG. (Fig. 7).



(a)



(b)

Figura 7

a) Observe con detenimiento el equipo mostrado en la figura y tome nota de:

- **Especificaciones del equipo:**
  
- **Puntos de conexión:**
  
- **Medidores y perillas:**

3.5.1. Utilización de la fuente DC como fuente de voltaje ó tensión.

- a) Encienda la fuente y mueva la perilla de voltaje asegurándose que el medidor de voltaje (V) mueva su indicador.
- b) Varíe la perilla de ajuste fino (fine). Anote sus observaciones.

---



---



---



---

d) Apague la fuente.

**3.5.2. Utilización de la fuente DC como fuente de corriente.**

- a) Asegure que las perillas de voltaje (coarse y fine) y de corriente estén totalmente a la izquierda.
- b) Cortocircuite los terminales de salida de la fuente (“+” y “-“)
- c) Encienda la fuente.
- d) Gire un cuarto de vuelta hacia la derecha la perilla de voltaje (coarse).
- e) Comience a variar la perilla de corriente. ¿Que observa en el medidor de corriente?.

---



---



---

f) Mueva el selector (HI-LO). Según su observación, que variante se introduce.

---

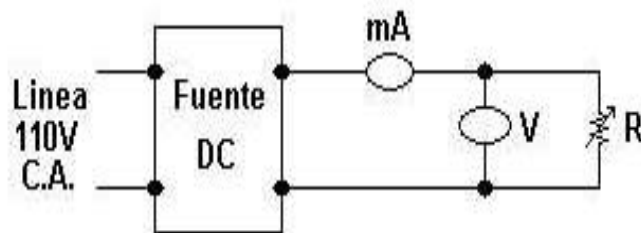


---

g) Apague la fuente y retire el cortocircuito.

**3.5.3. La fuente DC como fuente de tensión constante.**

- a) Ajuste la fuente de alimentación para trabajar con una tensión constante de 10 V, con una corriente máxima de 200 mA. Utilice el multímetro y el voltímetro para establecer estos parámetros en la fuente.
- b) Realice el montaje que indica la figura 8.



**Figura 8**

- c) Comience con el reóstato en posición máxima. Ajuste las lecturas de los instrumentos.
- d) Varíe el reóstato paso a paso sin sobrepasar la corriente máxima que puede entregarla fuente. Observe como cambian las lecturas de los instrumentos para cada variación que se pide en la tabla, tome nota de sus lecturas.

R (Valor del Reóstato)	Voltaje	Corriente
Rmax		
0.75 Rmax		
0.5 Rmax		
0.25 Rmax		
Rmin		

- e) Vuelva a variar el reóstato a partir del valor máximo y observe en que valor comienza a disminuir el voltaje.
- 

### 3.5.4. La fuente DC como fuente de corriente constante.

- a) Ajuste la fuente de alimentación para trabajar como fuente de corriente constante de 200 mA con un límite de voltaje de 10 V. Utilice para establecer estos parámetros los instrumentos de medida convenientes.
- b) Utilice el mismo circuito, pero ahora comience con el reóstato al valor mínimo de tal manera que no se dañen los instrumentos.
- c) Varíe el reóstato paso a paso desde la mínima posición hasta llevarlo al máximo, anote las lecturas en una tabla tensión - corriente.

R (Valor del Reóstato)	Voltaje	Corriente
Rmin		
0.25 Rmax		
0.5 Rmax		
0.75 Rmax		
Rmax		

- d) Vuelva a variar el reóstato a partir del valor mínimo y observe en que valor comienza a disminuir la corriente.
- 

- e) Desconecte la carga y analice lo observado.
- 
-





**PRACTICA Nº 2**

**TRAZADO DE GRÁFICAS Y CURVA DE CALIBRACIÓN**

**1. OBJETIVO.**

Determinar experimentalmente la curva de calibración de un instrumento.

**2. MATERIALES.**

- Fuente de alimentación DC marca BK. Precision.
- Reóstato.
- Voltímetro DC marca Conway.
- Multímetro Digital.
- Décadas de Resistencias.
- Cables de conexión.

**3. PRELABORATORIO.**

Responda a las siguientes preguntas:

- 3.1. Qué es una curva de calibración y para qué sirve?
- 3.2. Qué es el factor de corrección?
- 3.3. Dibuje el diagrama circuital para determinar las curvas de calibración de un amperímetro en el laboratorio y explique el procedimiento?
- 3.4. Dibuje el diagrama circuital para determinar las curvas de calibración de un voltímetro en el laboratorio n explique el procedimiento?

**Nota:** Estas configuraciones circuitales serán utilizadas en la parte experimental.

**4. PARTE EXPERIMENTAL.**

4.1. Anote las especificaciones del voltímetro a calibrar (incluya el serial del mismo).

---

---

4.2. Su profesor de laboratorio le indicará cuales serán las dos escalas a las que se les realizará la curva de calibración.

**Escalas:** \_\_\_\_\_

4.3. Monte el siguiente circuito diseñado por usted para calibrar un voltímetro en el prelaboratorio:

4.4. Realice el procedimiento diseñado por usted.

4.5. Repita el procedimiento para el otro rango del voltímetro.

4.6. Una vez que complete los datos, grafique la curva de calibración de cada escala siguiendo cada uno de los pasos que se señalaron en la teoría de "Mediciones Eléctricas". **UTILICE PAPEL MILIMETRADO.**

**ESCALA # 1:** \_\_\_\_\_

Lectura del Voltímetro a calibrar (V) en volts	Lectura del voltímetro de referencia (E) en volts	Voltaje de referencia (V <sub>R</sub> ) en volts	Corrección C = V <sub>R</sub> - V	% Er = - C * 100/V <sub>R</sub>
10% ESC				
15% ESC				
20% ESC				
25% ESC				
30% ESC				
35% ESC				
40% ESC				
45% ESC				
50% ESC				
55% ESC				
60% ESC				
65% ESC				
70% ESC				
75% ESC				
80% ESC				
85% ESC				
90% ESC				
95% ESC				
100% ESC				

**ESC: Escala**

**ESCALA # 2:** \_\_\_\_\_

Lectura del Voltímetro a calibrar (V) en volts		Lectura del voltímetro de referencia (E) en volts	Voltaje de referencia (V <sub>R</sub> ) en volts	Corrección C = V <sub>R</sub> - V	% Er = - C * 100/V <sub>R</sub>
10% ESC					
15% ESC					
20% ESC					
25% ESC					
30% ESC					
35% ESC					
40% ESC					
45% ESC					
50% ESC					
55% ESC					
60% ESC					
65% ESC					
70% ESC					
75% ESC					
80% ESC					
85% ESC					
90% ESC					
95% ESC					
100% ESC					

**ESC : Escala.**



**PRACTICA Nº 3**  
**MÉTODOS DE MEDIDAS**

**1. OBJETIVO.**

Verificar los diferentes métodos de medida.

**2. MATERIALES.**

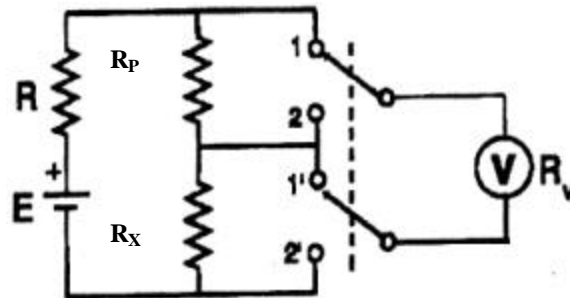
- Fuente de alimentación DC marca BK. Precision.
- Reóstato.
- Voltímetro DC marca Conway.
- Multímetro Digital.
- Décadas de Resistencias.
- Cables de conexión.
- Tres resistencias incógnitas de diferentes valor.

**3. PRELABORATORIO.**

- 3.1. Explique las ventajas y desventajas que se presentan entre las mediciones directas y las indirectas.
- 3.2. **Haga un cuadro comparativo** entre los métodos de medición para hallar una resistencia incógnita donde establezca ventajas y desventajas de los mismos (Con el ohmetro, volt-amperímetro, sustitución, comparación, osciloscopio).

4. PARTE EXPERIMENTAL.

4.1. Monte el siguiente circuito:



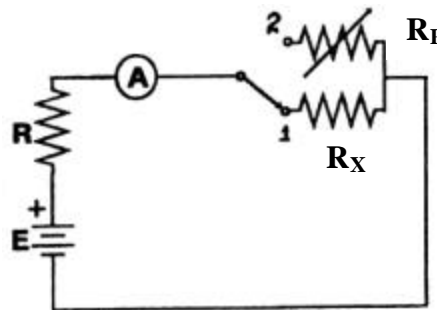
Donde:

- $E = 20 \text{ V}$
- $R = 100 \text{ } \Omega$
- $R_p = 1 \text{ k}\Omega$

Proceda a determinar el valor de las tres resistencias incógnitas, **utilizando el método de comparación**. Llene la siguiente tabla con las mediciones realizadas, los valores de  $R_x$  determinados, así como el error estimado.

	Lectura del Voltímetro		Valor de la resistencia calculado	Valor mas Probable	% Error Relativo
	$V_{AB}$	$V_{BC}$			
$R_{x1}$					
$R_{x2}$					
$R_{x3}$					

4.2. Monte el siguiente circuito:



Donde:

- $E = 20 \text{ V}$
- $R = (0 - 1 \text{ k}\Omega)$

Proceda a determinar el valor de las tres resistencias incógnitas, **utilizando el método de sustitución**. Elabore una tabla de las mediciones realizadas, los valores de  $R_x$  determinados, así como el error estimado.

	Valor de la resistencia hallada	Valor mas Probable	% Error Relativo
$R_{X1}$			
$R_{X2}$			
$R_{X3}$			

Compare los resultados obtenidos con los del procedimiento 4.1.

---



---



---



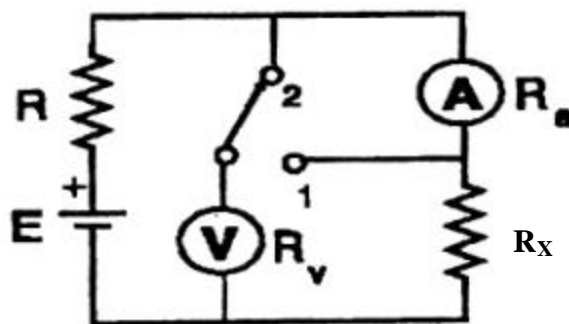
---



---

### 4.3. Método Volt- Amperímetro.

Monte el siguiente circuito:



Donde:  
 $E = 20 \text{ V}$   
 $R = 1 \text{ k}\Omega$

Coloque el interruptor en la posición 1. Efectué las mediciones de voltaje y corriente para cada una de las tres resistencias incógnitas. Llene la siguiente tabla:

	Lectura del Voltímetro	Lectura del Amperímetro	Resistencia calculada	Valor mas Probable	% Error Relativo
$R_{X1}$					
$R_{X2}$					
$R_{X3}$					

**Coloque el interruptor en la posición 2.** Efectué las mediciones de voltaje y corriente para cada una de las tres resistencias incógnitas. Llene la siguiente tabla:

	Lectura del Voltímetro	Lectura del Amperímetro	Resistencia calculada	Valor mas Probable	% Error Relativo
$R_{X1}$					
$R_{X2}$					
$R_{X3}$					

Compare y analice los resultados obtenidos en las dos posiciones del interruptor.

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

4.4. Utilizando un multímetro únicamente, para **medir el voltaje y luego la corriente (NO A LA VEZ)**, proceda a medir indirectamente las resistencias incógnitas  $R_X$  . Llene la siguiente tabla:

	Lectura del Voltímetro	Lectura del Amperímetro	Resistencia calculada	Valor mas Probable	% Error Relativo
$R_{X1}$					
$R_{X2}$					
$R_{X3}$					

- 4.5. Mida con un ohmetro cuya precisión y exactitud sea alta, los valores de  $R_x$  (tome estos valores como los mas cercanos a los verdaderos, es decir, los mas probables).

	<b>Valor mas Probable</b>
$R_{x1}$	
$R_{x2}$	
$R_{x3}$	

- 4.6. Llene el siguiente cuadro con todos los resultados obtenidos:

<b>Método</b>	$R_{x1}$		$R_{x2}$		$R_{x3}$	
	<b>Valor Calculado</b>	<b>% Error</b>	<b>Valor Calculado</b>	<b>% Error</b>	<b>Valor Calculado</b>	<b>% Error</b>
Ohmetro						
Sustitución						
Comparación						
Vol-Amperímetro (posición 1)						
Vol-Amperímetro (posición 2)						
Voltímetro y amperímetro (uno a la vez)						

- 4.7. Analice los valores obtenidos de las  $R_x$  en los diferentes métodos y concluya.

PRACTICA Nº 4

ESTUDIO DEL GALVANOMETRO D'ARSONVAL

**1. OBJETIVO.**

Determinar las características de un galvanómetro D'Arsonval.

**2. MATERIALES.**

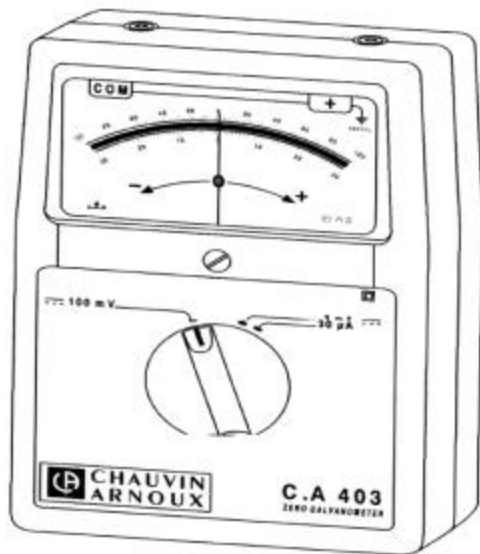
- Galvanómetro D'Arsonval con cero central.
- Fuente de alimentación DC .
- Reóstato.
- Multímetro Digital.
- Décadas de Resistencias.
- Cables de conexión.

**3. PRELABORATORIO.**

- 3.1. Defina ¿Qué es un galvanómetro D'Arsonval?
- 3.2. Mencione las ventajas y desventajas del Galvanómetro D'Arsonval.
- 3.3. Mencione las aplicaciones del galvanómetro D'Arsonval.
- 3.4. Explique el procedimiento para hallar experimentalmente la corriente máxima y la resistencia interna de un galvanómetro D'Arsonval. **DIBUJE EL CIRCUITO A UTILIZAR.**
- 3.5. Explique el procedimiento para hallar experimentalmente la sensibilidad de un instrumento. **DIBUJE EL CIRCUITO A UTILIZAR.**

4. PARTE EXPERIMENTAL.

4.1. Observe con detenimiento el equipo mostrado en la figura e identifique:



- Modelo: \_\_\_\_\_
- Serial: \_\_\_\_\_
- Resolución: \_\_\_\_\_
- Exactitud: \_\_\_\_\_
- Puntos de conexión: \_\_\_\_\_
  
- Corriente de Máxima Deflexión de Escala: \_\_\_\_\_
- Resistencia Interna: \_\_\_\_\_

4.2. Observe la escala del instrumento y dibuje los símbolos que aparecen en la misma. Qué significa cada uno de estos símbolos?

---



---



---

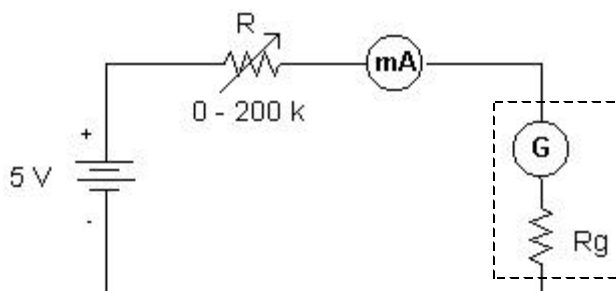


---



---

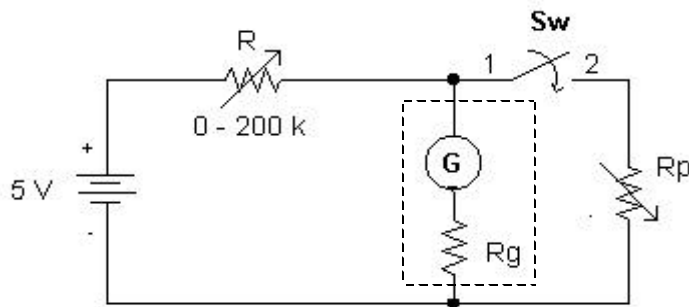
4.3. Monte el siguiente circuito:



4.4. Ajuste **R** para obtener en el galvanómetro la corriente de máxima deflexión de la escala. Tome nota de la lectura del miliamperímetro. Repita este procedimiento para cada una de las escalas disponibles por el instrumento (Tenga cuidado en no sobrecargar el galvanómetro).

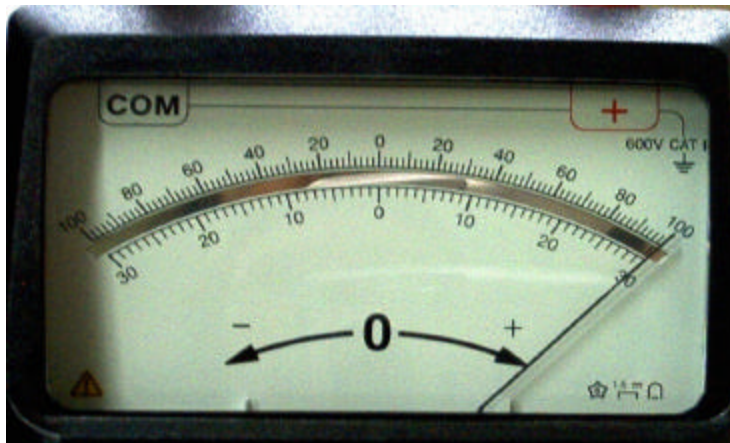
Escala	Valor Experimental ( $I_g$ )	% Error
30 $\mu$ A		
3 mA		

4.5. Monte el siguiente circuito:



4.6. Determine la resistencia interna del instrumento para cada una de sus escalas disponibles; utilice el siguiente procedimiento (método de la media deflexión):

- a) Asegúrese antes de energizar el circuito que la resistencia **R** se encuentre en su valor máximo.
- b) Con **Sw** abierto (posición 1), ajuste el valor de **R** de manera que por el galvanómetro circule la corriente de máxima deflexión de la escala ( $I_m$ , vea figura (a)). Anote los valores **E** y **R** ajustados.



**E** =

**R** =

Figura (a)

- c) Manteniendo las mismas condiciones de voltaje y R del paso b, cierre el interruptor **Sw (posición 2)** y ajuste el valor de **R<sub>P</sub>** hasta que el galvanómetro marque la mitad de la corriente medida en el paso b (vea figura (b)). En este instante está circulando **I<sub>m</sub>/2** y por lo tanto **R<sub>g</sub>=R<sub>P</sub>**.

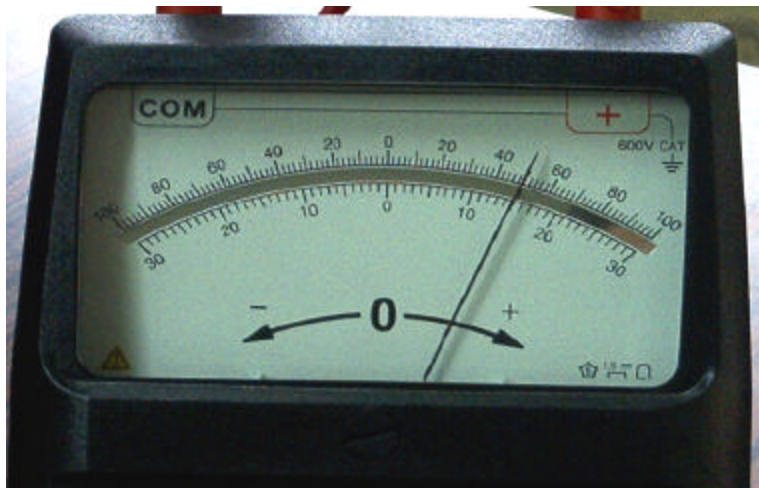


Figura (b)

- d) Repita los pasos b y c para la otra escala del galvanómetro.

Escala	Resistencia Experimental (R <sub>g</sub> )	Resistencia Teórica	% Error
30 μA			
3 mA			

- e) Mencione los factores de los cuales depende la exactitud de este método.

---



---



---



---



---



---



---

f) ¿Porqué debe hacerse  $R$  mucho mayor que  $R_g$ ?

---



---



---



---



---

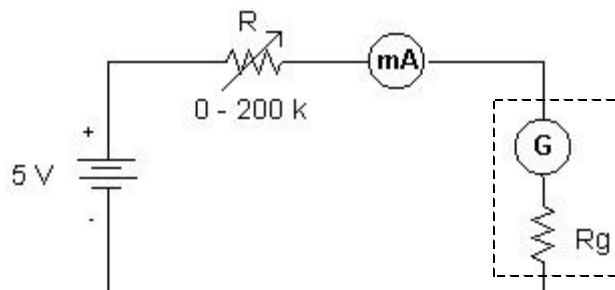
g) Dibuje el circuito equivalente para corriente continua del galvanómetro que utilizó.

4.7. Halle experimentalmente la sensibilidad del galvanómetro. Utilice el procedimiento que explicó en el prelaboratorio.

**Circuito:**

**Sensibilidad:**

4.8. Monte el siguiente circuito:



a) Antes de energizar el circuito asegúrese que  $R$  este en su máximo valor.

- b) Encienda la fuente de voltaje y varíe R hasta obtener la máxima deflexión en el galvanómetro.
- c) Varíe la resistencia R (aumente su valor) de manera de disminuir la corriente en el circuito. Llene la tabla con las lecturas del miliamperímetro y el galvanómetro. Repita al menos para diez valores.

**Escala:** 30  $\mu\text{A}$

	Lectura del amperímetro	Lectura en el Galvanómetro
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

- d) Grafique Lectura del Galvanómetro **vs.** Lectura del miliamperímetro. **UTILICE PAPEL MILIMETRADO.**
- e) Repita los pasos b, c, y d para la otra escala del galvanómetro.

**Escala:** 3 mA

	Lectura del amperímetro	Lectura en el Galvanómetro
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

- f) Observe las gráficas y analice la linealidad del galvanómetro.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**5. CONCLUSIONES.**

**PRACTICA Nº 5**  
**DISEÑO DE UN AMPERÍMETRO**

**1. OBJETIVO.**

Diseñar un amperímetro analógico de varios rangos.

**2. MATERIALES:**

- Galvanómetro D'Arsonval.
- Multímetro digital.
- Fuente de alimentación DC.
- Décadas de resistencias.
- Cables de conexión.

**3. PRE-LABORATORIO.**

3.1. Diseñe un miliamperímetro de tres escalas **tipo AYRTON** con el galvanómetro que usted utilizó en la práctica anterior, dichas escalas son las siguientes:

- a) 0 – 6 mA
- b) 0 – 30 mA
- c) 0 – 60 mA

Justifique que escala del galvanómetro va a utilizar para diseñar dicho amperímetro.

Dibuje el esquema.

3.2. Calcule la resistencia interna del amperímetro para cada escala.

3.3. Diseñe los circuitos necesarios para calibrar y determinar experimentalmente la resistencia interna de en cada escala, corriente máxima, resolución y sensibilidad. **Explique los procedimientos detalladamente.**

**4. PARTE EXPERIMENTAL:**

4.1. Utilizando los procedimientos diseñados por usted, determine para cada una de las escalas del amperímetro las siguientes características: **Corriente máxima, Resistencia interna, Resolución, Sensibilidad, Exactitud.**

	6 mA			30 mA			60 mA		
	Valor Teórico	Valor Experimental	% Error	Valor Teórico	Valor Experimental	% Error	Valor Teórico	Valor Experimental	% Error
<b>Corriente Máxima</b>									
<b>Resistencia Interna</b>									
<b>Resolución</b>									
<b>Sensibilidad</b>									
<b>Exactitud</b>									

4.2. Elabore una curva de calibración para cada escala. Tome los datos necesarios en diez puntos diferentes de la escala. Utilice el miliamperímetro digital como instrumento de referencia.

**Escala: 6 mA**

	Lectura del Amperímetro a calibrar (I)	Lectura del Amperímetro de referencia (I <sub>R</sub> )	Corrección C = I <sub>R</sub> - I	% Er = - C * 100/I <sub>R</sub>
<b>1</b>				
<b>2</b>				
<b>3</b>				
<b>4</b>				
<b>5</b>				
<b>6</b>				
<b>7</b>				
<b>8</b>				
<b>9</b>				
<b>10</b>				

**Escala: 30 mA**

	Lectura del Amperímetro a calibrar (I)	Lectura del Amperímetro de referencia ( $I_R$ )	Corrección $C = I_R - I$	$\% Er = - C * 100/I_R$
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

**Escala: 60 mA**

	Lectura del Amperímetro a calibrar (I)	Lectura del Amperímetro de referencia ( $I_R$ )	Corrección $C = I_R - I$	$\% Er = - C * 100/I_R$
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

**Nota: Grafique en papel milimetrado.**

4.3. Analice los resultados obtenidos.

## 5. CONCLUSIONES.

**PRACTICA Nº 6**  
**DISEÑO DE UN VOLTÍMETRO**

**1. OBJETIVO.**

Diseñar un voltímetro analógico de varios rangos.

**2. MATERIALES:**

- Galvanómetro D'Arsonval.
- Multímetro digital.
- Fuente de alimentación DC.
- Décadas de resistencias.
- Cables de conexión.

**3. PRE-LABORATORIO.**

3.1. Diseñe un voltímetro de tres escalas (**tipo: resistencias de escalas en serie**) con el galvanómetro que usted utilizó en la práctica anterior, dichas escalas son las siguientes:

- 0 – 3 V
- 0 – 9 V
- 0 – 15 V

Justifique que escala del galvanómetro va a utilizar para diseñar dicho voltímetro.

3.2. Calcule la resistencia interna del voltímetro para cada escala.

3.3. ¿Cuál será la sensibilidad ohms / voltios de su voltímetro diseñado?

3.4. Diseñe los circuitos necesarios para calibrar y determinar experimentalmente la resistencia interna de en cada escala, voltaje máximo, resolución y sensibilidad.

**4. PARTE EXPERIMENTAL:**

4.1. Utilizando los procedimientos diseñados por usted, determine para cada una de las escalas del voltímetro, las siguientes características: **Voltaje máximo, Resistencia interna, Resolución, Sensibilidad, Exactitud y Sensibilidad voltímetrica.**

	3 V			9 V			15 V		
	Valor Teórico	Valor Experimental	% Error	Valor Teórico	Valor Experimental	% Error	Valor Teórico	Valor Experimental	% Error
<b>Voltaje Máximo</b>									
<b>Resistencia Interna</b>									
<b>Resolución</b>									
<b>Sensibilidad</b>									
<b>Exactitud</b>									
<b>Sensibilidad Voltímetrica</b>									

4.2. Compare los valores de la resistencia interna en cada escala con los valores calculados mediante la característica ohmios/voltios del voltímetro diseñado.

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

4.3. Elabore una curva de calibración para cada escala. Tome los datos necesarios en diez puntos diferentes de la escala. Utilice el miliamperímetro digital como instrumento de referencia. **USE PAPEL MILIMETRADO.**

**Escala: 3 V**

	Lectura del voltímetro a calibrar (V)	Lectura del voltímetro de referencia ( $V_R$ )	Corrección $C = V_R - I$	$\% Er = - C * 100/V_R$
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

**Escala: 9 V**

	Lectura del voltímetro a calibrar (V)	Lectura del voltímetro de referencia ( $V_R$ )	Corrección $C = V_R - I$	$\% Er = - C * 100/V_R$
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

**Escala: 15 V**

	Lectura del voltímetro a calibrar (V)	Lectura del voltímetro de referencia ( $V_R$ )	Corrección $C = V_R - I$	$\% Er = - C * 100/V_R$
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				



**PRACTICA Nº 7****DISEÑO DE UN OHMETRO****1. OBJETIVO.**

Diseñar un ohmetro analógico de varios rangos.

**2. MATERIALES:**

- Galvanómetro D'Arsonval.
- Multímetro digital.
- Fuente de alimentación DC.
- Décadas de resistencias.
- Cables de conexión.
- Papel semilogarítmico.

**3. PRE-LABORATORIO.**

3.1. Utilizando el mismo galvanómetro que en las prácticas anteriores, calcule los parámetros necesarios para el diseño de un ohmetro tipo serie que tenga como centro de escala ( $R_m$ ):

- 10 000  $\Omega$
- 100 000  $\Omega$

**Justifique la escala a utilizar del galvanómetro.**

**Nota: Asuma  $E = 9 \text{ V}$ .**

3.2. Elabore teóricamente la curva de calibración de cada escala, es decir, fracción de deflexión total (F) vs. Resistencia incógnita ( $R_x$ ) de cada una de las escalas. **Utilice papel semilogarítmico.**

3.3. Haga un cuadro comparativo entre el ohmetro tipo serie y el ohmetro tipo paralelo.

**4. PARTE EXPERIMENTAL:**

- 4.1. Proceda a conectar el ohmetro serie diseñado por Ud., de escala media  $R_m$  de **10.000 W**, conectando una caja de resistencias fijada al valor de  $R_e$  y otra caja de resistencias en lugar de  $R_s$ .
- 4.2. Cortocircuite los terminales a-b, si es necesario ajuste  $R_s$  y  $R_e$  para obtener deflexion a full escala.
- 4.3. Conecte la resistencia de  $10.000 \Omega$  de prueba a los terminales a-b.
- 4.4. ¿La aguja se movió al centro de escala con exactitud? En caso de ser negativa su respuesta, diga por qué ocurrió esto?.

---



---



---



---



---



---

- 4.5. Ajuste  $R_e$  para llevar la aguja al centro de escala. Haga el ajuste de cero mediante  $R_s$  teniendo los terminales de salida (a-b) cortocircuitados.
- 4.6. Repita tantas veces sea necesario el paso (4.5) hasta lograr que las deflexiones de fondo escala y de centro ocurran con exactitud. Anote los valores finales de  $R_e$  y  $R_s$ , y compárelas con los valores calculados teóricamente.

Centro de Escala	$R_e$			$R_s$		
	Valor Teórico	Valor Experimental	% Error	Valor Teórico	Valor Experimental	% Error
<b>10 000 W</b>						
<b>100 000 W</b>						

- 4.7. Trace la curva de calibración de **F vs.  $R_x$**  sobre el **PAPEL SEMILOGARÍTMICO**, donde previamente grafico la curva teórica. Para ello Conecte a los terminales a-b, doce (12) resistencias conocidas (seis por debajo del centro de escala y seis por encima de dicho valor) y anote los valores correspondientes de  $I_g$  (en mA). Revise frecuentemente el ajuste de cero.

**Centro de Escala: 10 000  $\Omega$**

	<b>R<sub>X</sub></b>	<b>I<sub>g</sub></b>	<b>F = I<sub>g</sub>/I<sub>fde</sub></b>
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			

**Centro de Escala: 100 000  $\Omega$**

	<b>R<sub>X</sub></b>	<b>I<sub>g</sub></b>	<b>F = I<sub>g</sub>/I<sub>fde</sub></b>
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			

- 4.8. Mida cinco (5) resistencias de valor desconocidos leyendo el valor de  $I_g$  y transformando su valor a ohmios por medio de la curva de calibración.

**Centro de Escala: 10 000  $\Omega$**

$R_x$	$I_g$	$R_{\text{calculada a través de la curva}}$	$R_{\text{teórica medida con un ohmetro}}$	% Error
$R_{X1}$				
$R_{X2}$				
$R_{X3}$				
$R_{X4}$				
$R_{X5}$				

**Centro de Escala: 100 000  $\Omega$**

$R_x$	$I_g$	$R_{\text{calculada a través de la curva}}$	$R_{\text{teórica medida con un ohmetro}}$	% Error
$R_{X1}$				
$R_{X2}$				
$R_{X3}$				
$R_{X4}$				
$R_{X5}$				

- 4.9. Repita todo el procedimiento para el valor de centro de escala de 100.000  $\Omega$ . Haga los ajustes y conexiones pertinentes.
- 4.10. **Analice los resultados obtenidos.**

## 5. CONCLUSIONES.

**PRACTICA Nº 8****PUENTE DE WHEATSTONE****1. OBJETIVO.**

Diseñar un puente de corriente continua de varios rangos.

**3. MATERIALES:**

- Galvanómetro D'Arsonval.
- Multímetro digital.
- Fuente de alimentación DC.
- Décadas de resistencias.
- Cables de conexión.
- Puente de Wheatstone comercial.

**3. PRE-LABORATORIO.**

3.1. Diseñe un puente de Wheatstone con el que se puedan medir resistencias en los siguientes rangos:

- |    |      |        |                  |
|----|------|--------|------------------|
| a) | 10   | —————▶ | 1 000 $\Omega$   |
| b) | 100  | —————▶ | 10 000 $\Omega$  |
| c) | 1000 | —————▶ | 100 000 $\Omega$ |

Considere una máxima disipación de 0.5 W, para las resistencias a utilizar. Utilice el galvanómetro D'Arsonval usado en las prácticas anteriores, como detector de cero. La fuente de voltaje debe ser 12 V.

3.2. Explique el procedimiento experimental para determinar la sensibilidad del puente diseñado.

3.3. Describa el puente existente en el laboratorio. (Dibújelo e identifique sus partes).



**4. PARTE EXPERIMENTAL:**

- 4.1. Monte el puente diseñado por usted en el prelaboratorio.
- 4.2. Mida cinco resistencias en cada una de las escalas.

Valor Medido con el Puente			
Escala	1000 W	10 000 W	100 000 W
R <sub>X1</sub>			
R <sub>X2</sub>			
R <sub>X3</sub>			
R <sub>X4</sub>			
R <sub>X5</sub>			

- 4.3. Determine la sensibilidad del puente en cada escala.

Escala	DR <sub>x</sub>	Ddiv	Sensibilidad (div/ε)
1 000 Ω			
10 000 Ω			
100 000 Ω			

- 4.4. Estudie el funcionamiento del puente comercial existente en el laboratorio.
- 4.5. Mida con el puente comercial las mismas resistencias que determinó con el puente diseñado por usted.

Valor Medido con el Puente Comercial			
Escala :	1000 W	10 000 W	100 000 W
R <sub>X1</sub>			
R <sub>X2</sub>			
R <sub>X3</sub>			
R <sub>X4</sub>			
R <sub>X5</sub>			

- 4.6. Haga la curva de calibración para cada una de las escalas del puente diseñado, tomando como patrón los valores obtenidos con el puente comercial. **UTILICE PAPEL MILIMETRADO.**

4.7. Cuál es la exactitud de cada una de las escalas del puente diseñado?.

---

---

---

---

---

4.8. Analice los resultados obtenidos.

**5. CONCLUSIONES.**

**PRACTICA Nº 9****PUENTES DE CORRIENTE ALTERNA****1. OBJETIVO.**

Diseñar un puente de corriente alterna para medir capacitancias e inductancias de varios rangos.

**2. MATERIALES:**

- Generador de señales.
- Multímetro digital.
- Décadas de resistencias.
- Décadas de capacitancias.
- Cables de conexión.
- Detector de corriente alterna.
- Inductancias y capacitancias a medir.
- Puente de Sauty y Maxwell comercial.

**3. PRE-LABORATORIO.**

- 3.1. Diseñe un puente de Sauty para medir capacitancias alrededor de 0.01  $\mu\text{F}$ . Utilice una frecuencia de 1 kHz, para la fuente de corriente alterna.
- 3.2. Diseñe un puente de Maxwell para medir inductancias alrededor de 0.1 H. Utilice una frecuencia de 1 kHz, para la fuente de corriente alterna.
- 3.3. Describa los puentes comerciales de corriente alterna existente en el laboratorio. (Dibújelo e identifique sus partes).



**Puente de Maxwell**



**Puente de Sauty**

#### 4. PARTE EXPERIMENTAL:

##### 4.1. Puente para medir Capacitancias:

- a) Monte el puente de Sauty diseñado por usted en el prelaboratorio y mida cinco capacitancias.

	Valor medido con el puente diseñado	Valor medido con el puente ó multímetro	% Error
$C_{X1}$			
$C_{X2}$			
$C_{X3}$			
$C_{X4}$			
$C_{X5}$			

- b) Mida con el puente comercial las mismas capacitancias que determinó con el puente diseñado por usted **ó el medidor de capacitancia del multímetro digital.**

**Analice los resultados:**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



**PRÁCTICA Nº 10****TRANSFORMADORES DE MEDIDA****1. OBJETIVO:**

Verificar experimentalmente la operación de los transformadores de medida y algunas de sus aplicaciones.

**2. MATERIALES:**

- Transformador de corriente tipo TAC6.
- Vatímetro monofásico.
- Amperímetros AC.
- Voltímetros AC.
- Bombillos de 100 W / 120V.
- Inductancias de 0.011 H / 2.5 A.

**3. PRE-LABORATORIO:**

3.1. Investigue las especificaciones, formas de conexión y aplicaciones del transformador de corriente tipo TAC6 que se encuentra en el laboratorio.



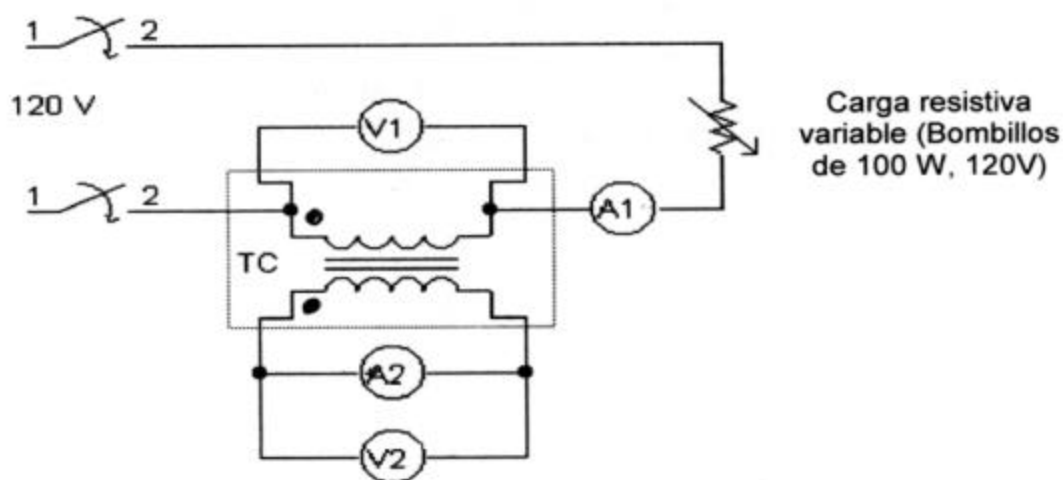
3.2. Investigue como se conecta los vatímetros a utilizar en la práctica.



4. PARTE EXPERIMENTAL:

4.1. Determinación de la relación de transformación.

a) Monte el siguiente circuito:



b) Tome las lecturas de los instrumentos para 1, 2, 3 y 4 bombillos conectados en paralelo.

	1 Bombillo	2 Bombillos	3 Bombillos	4 Bombillos
$I_1$				
$I_2$				
$V_1$				
$V_2$				

c) Con los datos del paso anterior, determine para cada una las relaciones de transformación de corriente y voltaje.

	Relación de Transformación de Corriente	Relación de Transformación de Voltaje
1 Bombillo		
2 Bombillos		
3 Bombillos		
4 Bombillos		

d) ¿Cómo determinarías la corriente primaria, midiendo la secundaria?

---



---



---



---

e) ¿La relación de transformación varía con la carga?

---



---



---



---

f) ¿La relación entre las tensiones y entre las corrientes en el transformador son iguales? Justifique su respuesta.

---



---



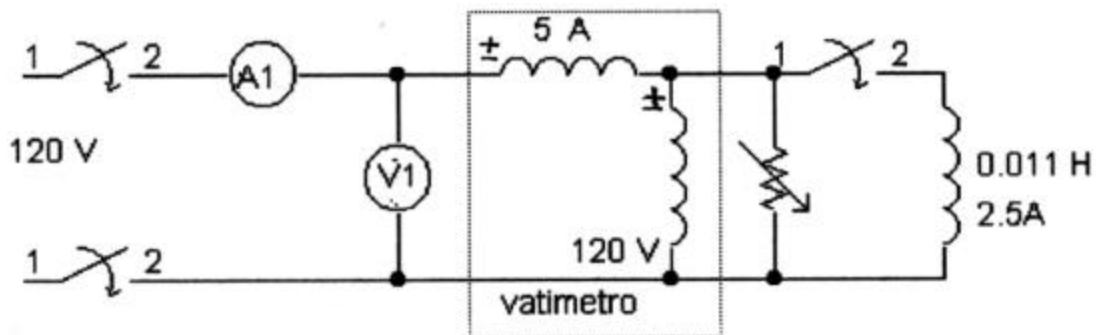
---



---

**4.2. Determinación de la Potencia (P, Q, F<sub>p</sub>) de la carga.**

a) Monte el siguiente circuito:



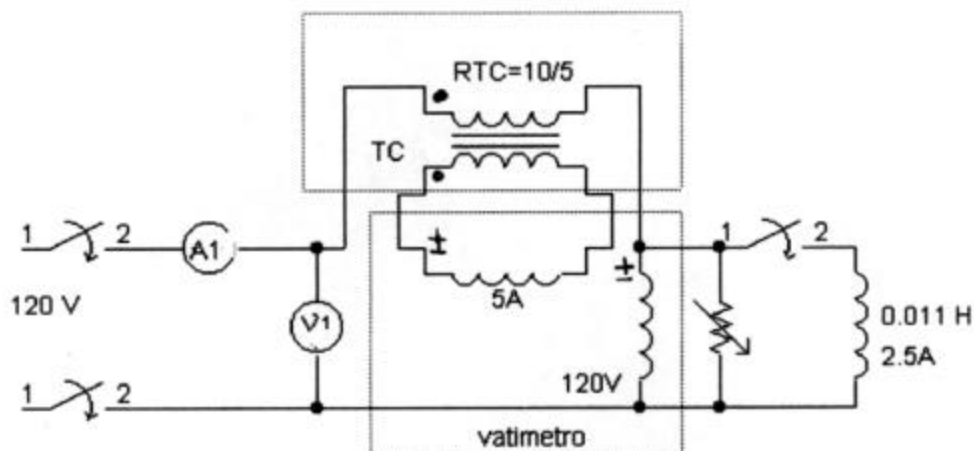
b) Tome las lecturas de los instrumentos para 1, 2, 3 y 4 bombillos conectados en paralelo.

	1 Bombillo	2 Bombillos	3 Bombillos	4 Bombillos	Inductor + 1 Bombillo	Inductor + 2 Bombillos	Inductor + 3 Bombillos	Inductor + 4 Bombillos
$I_1$								
$V_1$								
$W$								

c) Tomando los datos obtenidos en el paso anterior, calcule S y Fp para cada caso.

	1 Bombillo	2 Bombillos	3 Bombillos	4 Bombillos	Inductor + 1 Bombillo	Inductor + 2 Bombillos	Inductor + 3 Bombillos	Inductor + 4 Bombillos
$S$								
$F_p$								

4.3. Monte el siguiente circuito:



a) Tome las lecturas siguientes:

	1 Bombillo	2 Bombillos	3 Bombillos	4 Bombillos	Inductor + 1 Bombillo	Inductor + 2 Bombillos	Inductor + 3 Bombillos	Inductor + 4 Bombillos
$I_1$								
$V_1$								
$W$								

