

## PRACTICA No 7

### MEDICION DE POTENCIA ELECTRICA

#### INTRODUCCION

La energía es la capacidad para realizar trabajo, o bien, es la potencia por unidad de tiempo. Algunas de sus unidades son el *joule*, el *erg* y el *kilowatt-hora*.

Un *watthorímetro* es un instrumento que mide y registra la integral con respecto al tiempo de la potencia del circuito al cual esta conectado.

Los *watthorímetros* son instrumentos totalizadores de potencia eléctrica; constan de pequeños motores cuya velocidad es proporcional a la potencia eléctrica del circuito, la figura 1 muestra esta simple configuración. Su elemento giratorio acciona un mecanismo de relojería que registra el consumo de energía.

Figura 1

Los *watthorímetros* son clasificados en tres tipos de acuerdo al principio de operación.

*Tipo mercurio.*- Se utilizan para medir energía en un circuito de cd. En este medidor la parte en movimiento del rotor consiste de un disco de cobre ranurado radialmente, sumergido en mercurio. La corriente de carga fluye diametralmente hacia el disco interactuando con el flujo magnético producido por el electroimán de la línea de voltaje, lo cual provoca que el disco gire.

Estos medidores se utilizan con cargas de corriente altas; son usados con derivaciones de tal forma que únicamente una parte de la corriente de carga pase a través del medidor.

*Tipo conmutador.*- También se utiliza para medición de energía en un circuito de cd y puede usarse en circuitos de ca, si todos los devanados son contruidos con núcleo de aire.

Este medidor es un motor tipo derivación. Las bobinas de campo que forman parte del estator producen un campo que es proporcional a la corriente de carga. La armadura esta montada en el rotor y es energizada por el voltaje de línea a través de un conmutador y escobillas, produciendo en el rotor un

par que es proporcional a la potencia del circuito.

*Tipo inducción.* - Este es el medidor más comúnmente utilizado en los hogares. Se usa para medición de energía en circuitos de ca.

Funciona bajo el principio de los motores de inducción. La figura 2 muestra un diagrama esquemático de este medidor.

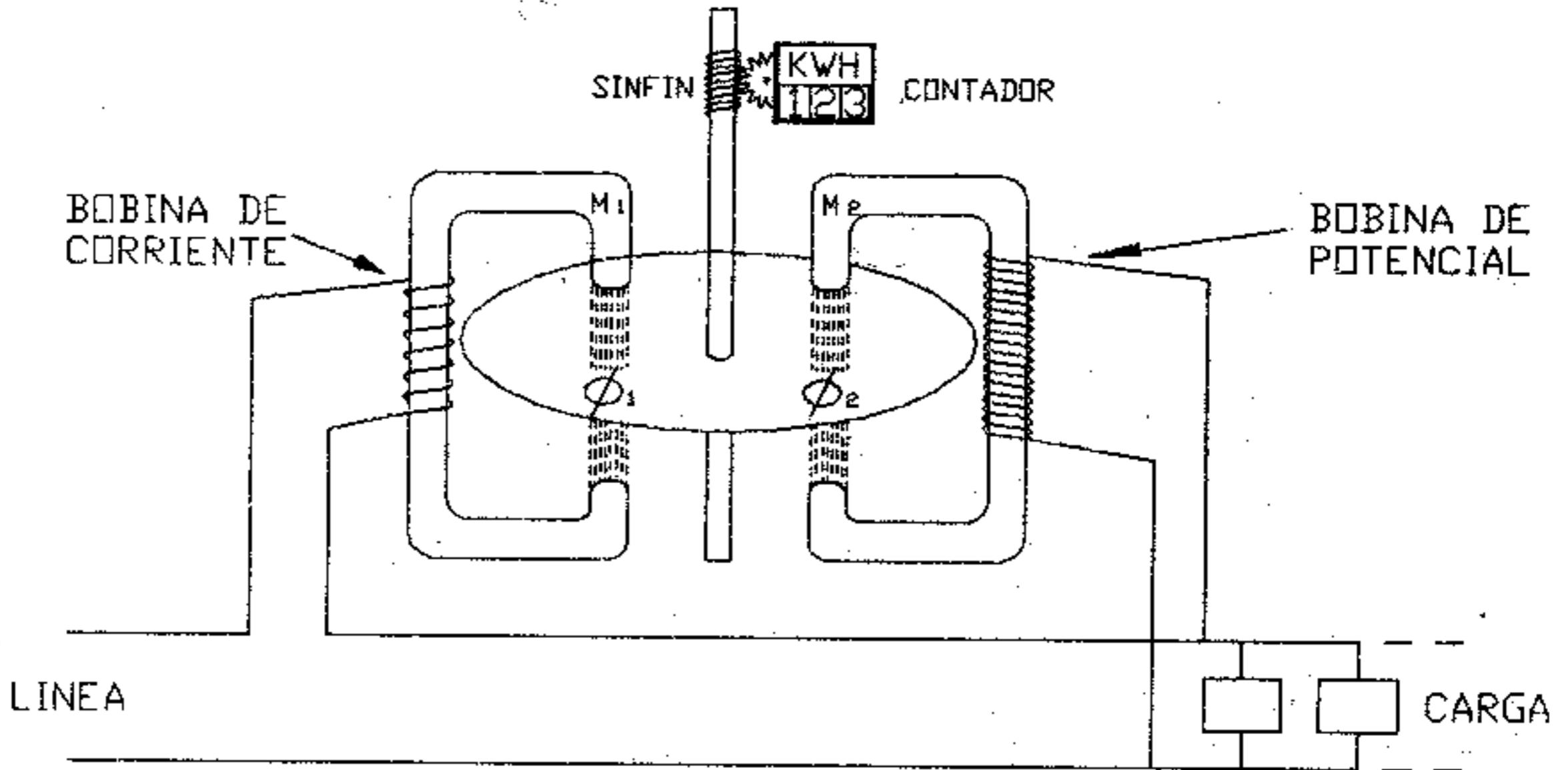


Figura 2

Tiene un disco de aluminio o cobre, el cual está entre los polos de los electroimanes  $M_1$  y  $M_2$  dispuestos en serie y en derivación respectivamente con la instalación.

Cuando en la instalación no se toma corriente alguna, el electroimán  $M_1$  queda inactivo, pero el  $M_2$  produce un flujo alterno  $\phi_2$ , el cual por inducción produce sobre el disco corrientes parásitas  $i_2$ , simétricas respecto al radio que pasa por medio de  $\phi_2$ , la resultante de su acción es nula, y el disco queda inmóvil. Esto se muestra en la figura No 3.

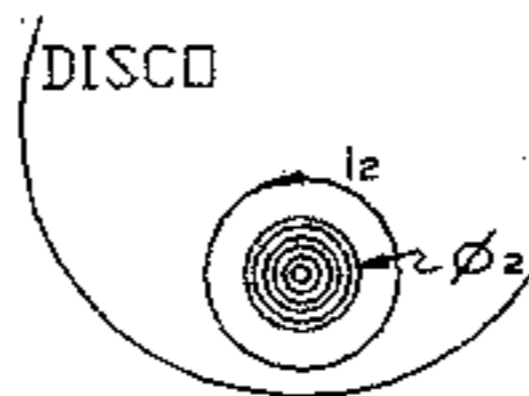


Figura 3

Al tomar corriente en la instalación del abonado, entra en acción el electroimán  $M_1$  que produce el flujo  $\phi_1$  y las corrientes parásitas  $i_1$ , las cuales son asimétricas con respecto al flujo  $\phi_2$ , siendo atraídas o repelidas por éste, lo cual provoca la rotación del disco en un sentido determinado. En forma semejante las corrientes  $i_2$  son repelidas o atraídas por el flujo  $\phi_1$  provocando la rotación en un sentido determinado, como se muestra en la figura 4.

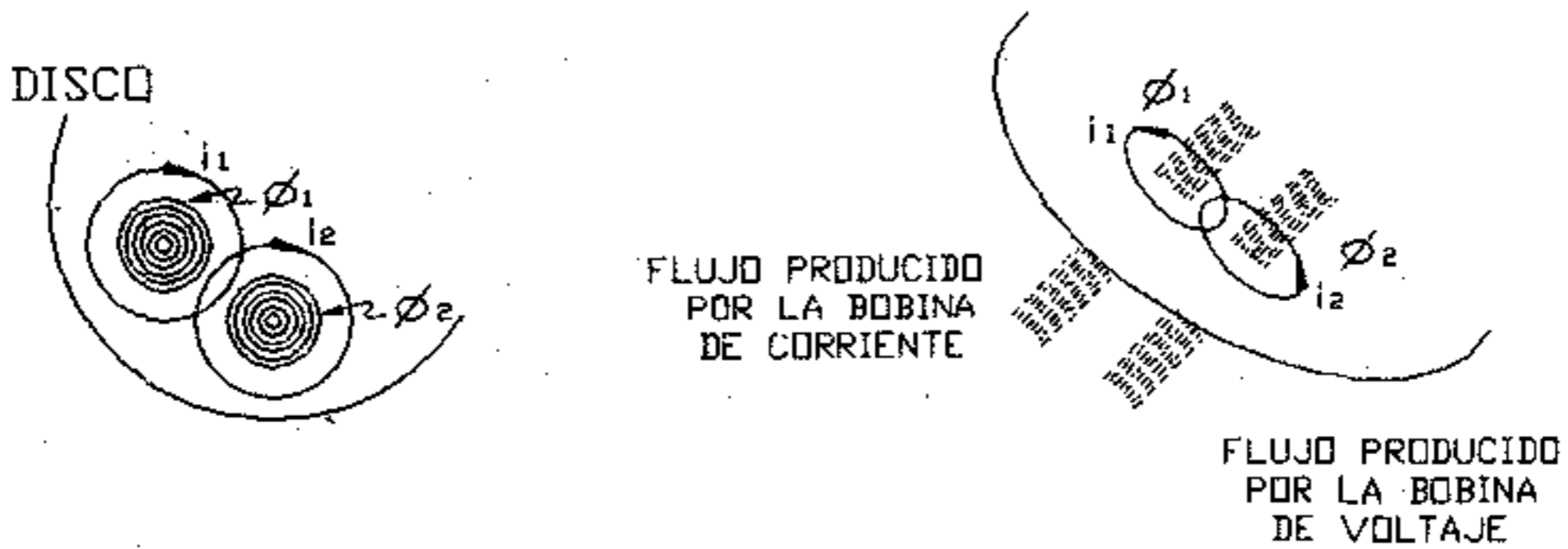


Figura 4

La bobina de tensión tiene muchas vueltas y es por tanto altamente inductiva, mientras que la bobina de corriente es prácticamente no inductiva, por lo que los flujos producidos por ambos están defasados casi  $90^\circ$

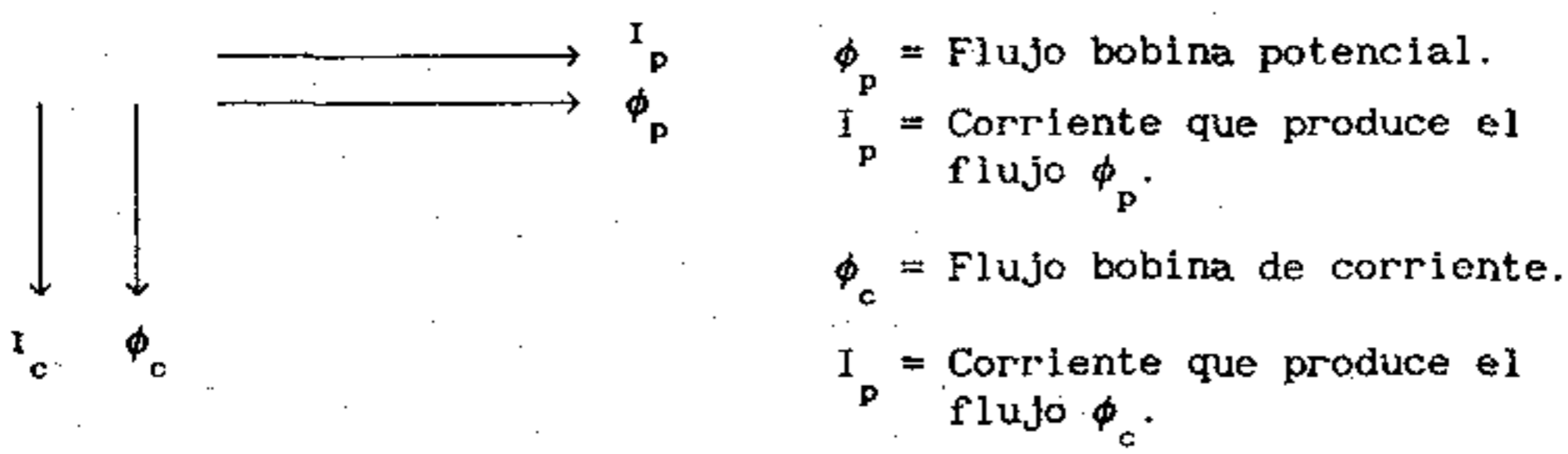


Figura No. 5

Cada vector de flujo está en fase con la corriente que lo produce y la fem generada en el disco está en cuadratura con el flujo generado. Por lo tanto, si los flujos producidos por la bobina de potencial y la de corriente están en cuadratura como se muestra en la figura 5, las corrientes parásitas producidas por la bobina de potencial serán máximas al igual que será la fem producida por la de corriente y viceversa; esto será de acuerdo con las características físicas de las bobinas como son número de espiras, posición, etc, se intenta que siempre se logren al máximo las relaciones siguientes:

$\phi_2$  máximo cuando  $i_1$  máximo

$\phi_1$  máximo cuando  $i_2$  máximo

El efecto físico de lo anterior es que siempre existirá una rotación en el disco la cual aumentará en forma proporcional al producto instantáneo de las corrientes parásitas sobre el mismo.

De esta forma el momento es proporcional a la potencia utilizada en el circuito de carga (  $\phi$  bobina corriente =  $k I$  carga ).

El análisis anterior se ha hecho, suponiendo que la diferencia de fase de las corrientes en las bobinas de potencial y corriente es de  $90^\circ$  y se tiene un factor de potencia unitario en la carga.

Debido a la resistencia óhmica de la bobina de potencial, la corriente nunca está exactamente en cuadratura con la fuerza electromotriz, por lo que el medidor registra el consumo con algo de error.

El error es tan pequeño que en la práctica puede considerarse despreciable cuando la carga tiene  $f_p = 1$ .

El error se hace más notable a medida que el  $f_p$  disminuye, por lo que en este tipo de medidores se utiliza una bobina de compensación para eliminarlo.

#### CARACTERISTICAS DE UN MEDIDOR MONOFASICO

Normalmente los datos de placa en los medidores indican las siguientes características

- a) Nombre del fabricante.
- b) Número de fábrica.
- c) Tipo de medidor.
- d) Clase de corriente, tensión.
- e) Constante del medidor.

De las cuales la mas importante de uso técnico es la constante del medidor, recibe el nombre de "constante de contraste" y es de gran importancia debido a que resulta del ajuste y calibración del instrumento específico, y absorbe todos los posibles errores involucrados en la medición, tales como soporte mecánico del disco, fricción, etc.

Es evidente que cada instrumento tendrá sus propias condiciones mecánicas por lo que habrá una constante  $K_h$  para cada wathorímetro.

Si se conectan dos wathorímetros a un a misma carga, los discos se moverán a distintas velocidades, es decir uno irá más rápido que el otro, entonces la constante  $K_h$  permite ajustar el mecanismo de relojería de tal forma que

al final de la medición ambos instrumentos totalicen la misma potencia.

Las unidades de la constante  $K_h$  son las siguientes:

$$K_h = \left[ \frac{\text{Watts - hora}}{\text{revoluciones}} \right]$$

A partir de la constante  $K_h$  se pueden determinar las siguientes relaciones:

Energía

$$E = K_h n \quad [\text{Watt-hora}]$$

Potencia Totalizada:

$$P_t = \frac{3600 K_h n}{t} \quad [\text{watts}]$$

donde:  $t$  - es el tiempo y tiene unidades de segundos.  
 $n$  - es el número de revoluciones completas.

Por otra parte la tensión y la corriente efectivas demandadas por la carga, indican que el valor efectivo de la potencia es:

$$P_e = E_e I_e \quad [\text{watts}]$$

Siempre y cuando el factor de potencia sea unitario.

Entonces comparando la lectura del medidor con la potencia que se obtendría a través de un voltmetro y un ampermetro o bien directamente de un wattmetro, se puede establecer el error absoluto para una determinada carga:

$$e_a = P_t - P_e$$

En forma porcentual el error relativo estará dado por:

$$e \% = \frac{P_t - P_e}{P_e} \times 100$$

Si se quiere saber el valor por el cual hay que multiplicar la lectura para obtener la energía verdadera que debe registrar el medidor se usa el Factor de corrección definido como:

$$F_c = \frac{P_e}{P_t}$$

Este factor se aplica bajo la condición de que el voltmetro, el ampermetro y el wattmetro están calibrados.

### OBJETIVO

- Introducir al alumno en el principio de funcionamiento y en el uso de los totalizadores de potencia (Wattthorímetros) de corriente alterna.
- Obtención de los parámetros de un medidor por comparación con un patrón.

### EQUIPO UTILIZADO

- 2 Wattthorímetros monofásicos para C.A.
- 1 Voltmetro 0-300 V C.A.
- 1 Ampermetro 0-50 A C.A.
- 1 Wattmetro 0-500 W.
- Cables de interconexión
- 1 Cronómetro
- 1 banco de focos

### DESARROLLO

#### EXPERIMENTO I : MEDICION DE POTENCIA Y DETERMINACION DE PARAMETROS

- a) Alambrar el circuito de la figura 6 para una carga determinada.<sup>1</sup>

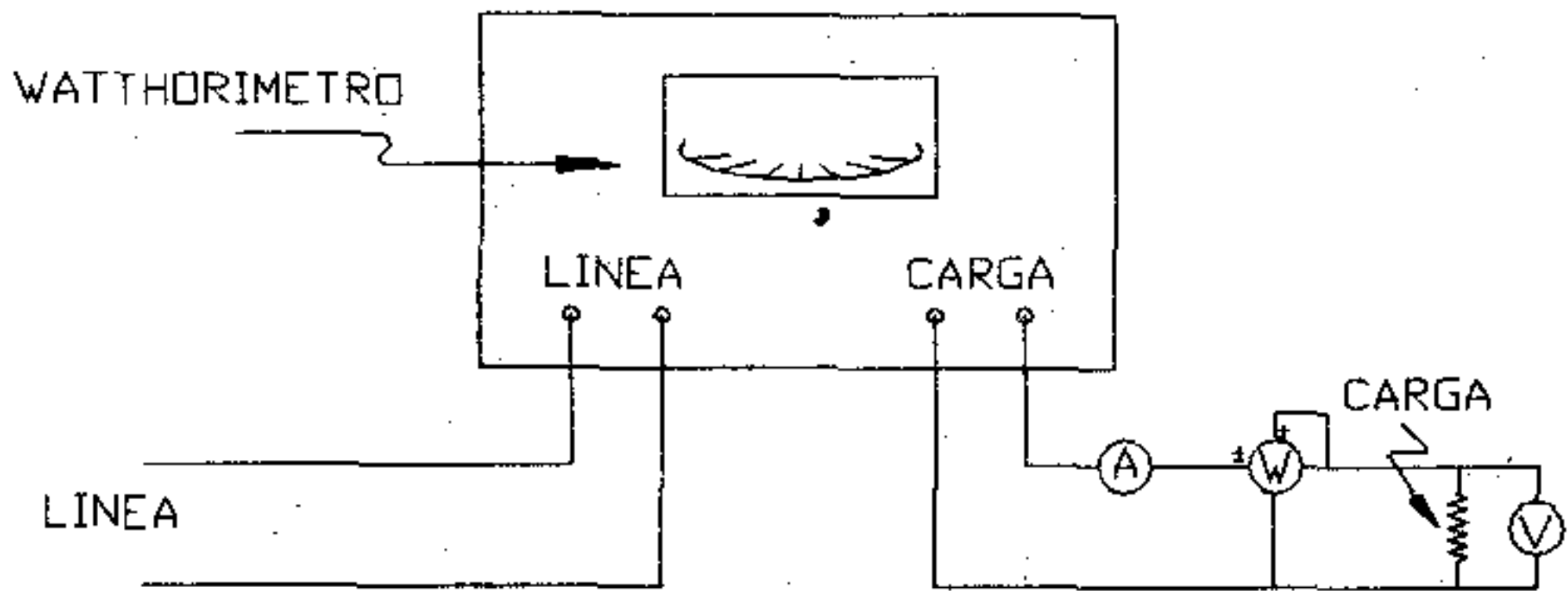


Figura 6

<sup>1</sup> Es muy importante que estos medidores se encuentren verticalmente, o bien con una inclinación no mayor al 5 % para evitar errores.

b) Observar las siguientes condiciones:

- Sentido de giro del disco correspondiente al marcado en la tapa del medidor.
- El medidor debe estar en posición vertical.
- Dejar trabajando el circuito aproximadamente 10 minutos antes de tomar las lecturas. (Los fabricantes recomiendan por lo menos media hora para estabilizar el circuito).

c) Utilizar un cronómetro para medir el tiempo.

- Para  $t = 60$  seg. se procede a contar el número 'n' de vueltas que da el disco de aluminio, o bien, tomar el tiempo para un número entero de revoluciones, lo que se facilite más.
- Medir la tensión, la corriente de la carga y la potencia.

$n =$  \_\_\_\_\_  $t =$  \_\_\_\_\_

$V_{alim} =$  \_\_\_\_\_

$I_{alim} =$  \_\_\_\_\_

$W =$  \_\_\_\_\_

d) Repita lo anterior para  $t = 120$  seg, otras cargas y anote los datos en la tabla 1:

TABLA 1

carga [ $\Omega$ ]	$K_h$	n	t (seg)	Voltaje	Corriente

**EXPERIMENTO II : DETERMINACION DE LA CONSTANTE DE CONTRASTE DE UN WATTHORIMETRO**

a) Arme el circuito de la figura 7.

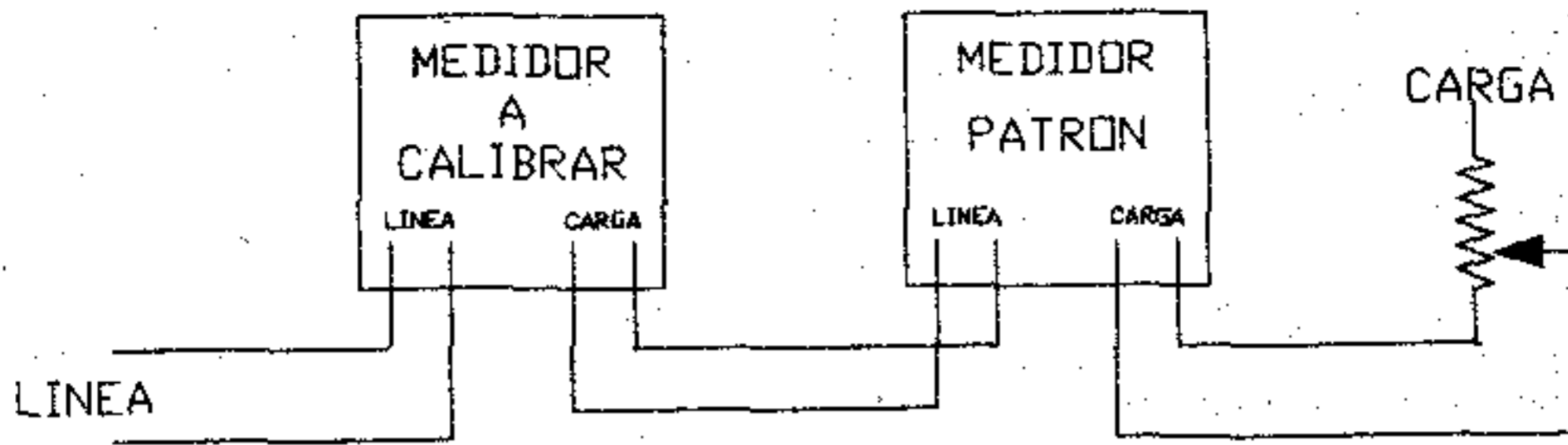


Figura 7

- b) Obtenga los parámetros para el medidor a calibrar y para el medidor patrón, cuando se mide la potencia sobre una misma carga.
- Suponga que el factor de corrección  $F_c$  del medidor patrón es igual a la unidad, y en ese caso compare los parámetros del medidor patrón.
  - calibre el medidor a ensayar.
- c) Realice mediciones en ambos medidores de tal forma que se obtenga las mismas lecturas del instrumento patrón.

En esta práctica se supone que se desconoce el valor de la constante de contraste del medidor a calibrar. El procedimiento que se describe se conoce como "Contraste de un Watthorímetro", de aquí el nombre de esta constante  $K_h$ .



## ANALISIS DE DATOS Y RESULTADOS

1.- Con los datos de la tabla 1, determine y complete la tabla 2

TABLA 2

Carga [ $\Omega$ ]	Energía E	Pot Tot. Pt	Pot Ef. Pe	Error Abs. ea	Error Rel. e %

- 2.- Si se tuviera una carga capacitiva o inductiva, ¿Se podrían utilizar las mismas expresiones para la obtención de los parámetros ?
- 3.- Si se tuviera una carga capacitiva o inductiva, ¿Se podría utilizar el mismo equipo ?
- 4.- Con los parámetros obtenidos en el inciso a) del segundo experimento, determine el valor de la constante de contraste del medidor a calibrar. Si no es igual a la que especifica el fabricante, explique a que se debe la diferencia.
- 5.- Con los valores obtenidos en el inciso b) del segundo experimento, determine el error absoluto si lo hay y explique las posibles causas que lo ocasionan.