



ELECTROTECNIA Y MÁQUINAS ELÉCTRICAS

Trabajo Práctico N°2

Mediciones en CA

Monofásica

Fundamento teórico

Parte A: Electrometría Errores de medida

Tipos

Error absoluto: diferencia entre el valor medido y el valor más probable.

$$E = V_m - V_{mp}$$

Error relativo: cociente entre el error absoluto y el valor más probable

$$\varepsilon = \frac{E}{V_{mp}}$$

- Errores debido a la construcción de instrumentos**

En el caso de los instrumentos analógicos este error se indica a través de la “clase de calidad” o “exactitud”

$$clase = \frac{V_m - V_{mp}}{V_{max}} \cdot 100 = \frac{\varepsilon_a}{V_{max}} \cdot 100$$

Para que el error relativo sea lo menor posible, deberá elegirse una escala de medida tal que la desviación de la aguja en un instrumento analógico se encuentre en el último tercio de la escala.

Fundamento teórico

- **Sensibilidad**

$$S = \frac{\text{variación de la aguja en mm}}{\text{Variación de la magnitud a medir}}$$

- **Errores de posición:** se producen cuando no se respeta la posición indicada en el Instrumento.

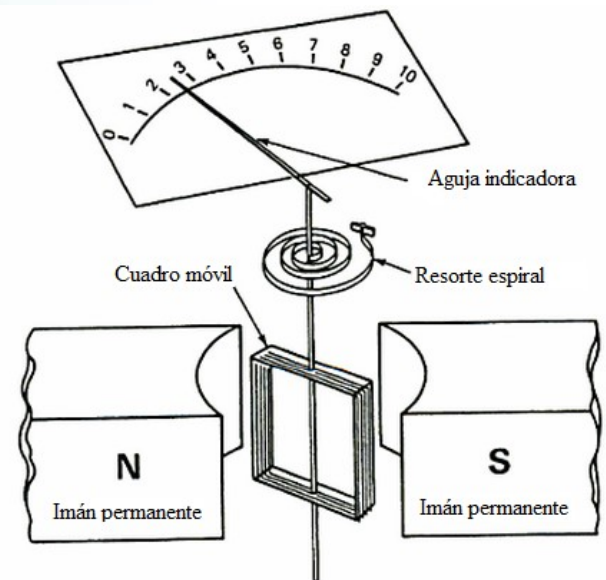


- **Error por temperatura**
- **Error por campos extraños, influencia de la frecuencia, curva sinusoidal no perfecta y calentamiento o deterioro de partes internas del instrumento.**
- **Error de paralaje:** Cuando se lee lateralmente. Para solucionar esto se coloca un espejo detrás de la aguja.

Fundamento teórico

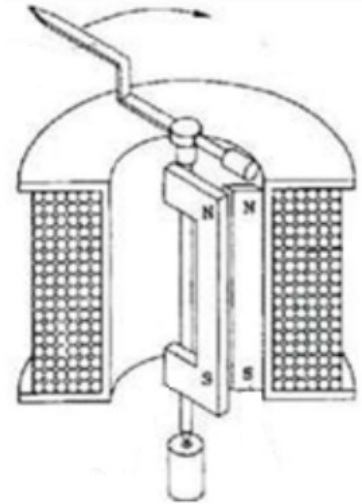
Principio de funcionamiento de un instrumento de bobina móvil

Cuando el devanado es recorrido por una corriente de acuerdo con el sentido dado por la “x” y por el “.” Se establece un campo magnético alrededor de la bobina que, junto con el campo del imán permanente, da lugar a un par de fuerzas (cupla). Este par o cupla hace que la bobina y con ella la aguja, giren hasta que el par electromagnético se equilibre con el par antagónico que ofrecen los resortes.



Fundamento teórico

Por la bobina de alambre de Cu circula la corriente a medir y produce un campo magnético. Las dos plaquitas de Acero de bajo porcentaje de carbono, una fija y la otra móvil, quedan imanadas en el mismo sentido y entonces se repelen. Al estar la plaquita móvil unida a la aguja a través del eje desviación de la aguja. Por lo tanto la desviación de la aguja será proporcional al cuadrado de la intensidad de la corriente.



En C.C.:

$$\phi = k_1 \cdot I$$

$$\phi = \frac{N \cdot I}{\mathfrak{R}}$$

$\mathfrak{R} = cte$

$$m_H = k_2 \cdot I \text{ masa magnetica}$$

$$F = k_3 \cdot \phi \cdot m_H$$

$$F = k_4 \cdot \phi^2 = k_5 \cdot I^2$$

$$\text{Como : } M_E = F \cdot D \text{ y } D = cte$$

$$M_E = k_6 \cdot I^2$$

$$M_E(\text{medio}) = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \int_0^{2 \cdot \pi} M_{E_{Inst.}} \cdot d(\omega \cdot t) = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \int_0^{2 \cdot \pi} k_6 \cdot i^2 \cdot d(\omega \cdot t)$$

Siendo :

$$i = I_{max} \cdot \cos(\omega \cdot t)$$

Reemplazando e integrando

$$M_E(\text{medio}) = k_6 \cdot I_{ef}^2$$

En C.A.:

$$M_E = k_6 \cdot I^2$$

$$M_{E_{Inst.}} = k_6 \cdot i^2$$

Como se ve por las ecuaciones del momento eléctrico, el instrumento de hierro móvil puede funcionar para C.C. o para C.A. siendo esta última sensible al valor eficaz.

Fundamento teórico

Simbología de la Caracterización de los instrumentos de medida de uso eléctrico

Tipo de instrumento	Símbolo
Instrumento de bobina giratoria con imán permanente	
Instrumento de medida de cocientes con bobina giratoria	
Instrumento de imán móvil	
Instrumento de hierro móvil	
Instrumento electrodinámico	
Instrumento electrodinámico con envoltura de hierro	
Instrumento electrodinámico para medir cocientes	
Instrumento electrodinámico para medir cocientes con envoltura de hierro	
Instrumento de inducción	
Instrumento bimetálico	
Instrumento electrostático	
Instrumento de medida por vibraciones	
Convertidor térmico general	
Instrumento de bobina giratoria con convertidor térmico	
Convertidor térmico aislado	
Rectificador	
Instrumento de bobina giratoria con rectificador	

Tipo de instrumento	Símbolo
Instrumento con blindaje de hierro	
Instrumento con blindaje electrostático (Símbolo del blindaje)	
Instrumento astático	ast
Instrumento de corriente continua	—
Instrumento de corriente alterna	~
Instrumento de corriente alterna y continua	~
Instrumento de trifásica con un sistema de medida	≡
Instrumento de trifásica con dos sistemas de medida	≡
Instrumento de trifásica con tres sistemas de medida	≡
Uso en posición vertical	⊥
Uso en posición horizontal	⌊
Uso en posición inclinada con indicación del ángulo de inclinación	∠
Dispositivo de ajuste del cero	
Símbolo de la tensión de prueba: La cifra dentro de la estrella indica la tensión de prueba en kV (si no existe cifra alguna en la estrella la tensión de prueba es 500 V)	
Atención (respetar las instrucciones de empleo)	
El instrumento no cumple las normas respecto a la tensión de prueba	

Fundamento teórico

La gravedad que puede ocasionar sobre las personas la corriente eléctrica, depende fundamentalmente de la INTENSIDAD DE LA CORRIENTE pero además, es función del camino por el que circula la corriente por el cuerpo, el tiempo que permanezca en el mismo y del tipo de corriente (C.C.; C.A. y corriente mixta)



	Consecuencias
bres	-Susto con movimientos incontrolados. -"Ya no puede uno liberarse". -Paralización de la respiración, a veces pérdida del conocimiento.
lago.	-Náuseas. -Roturas de huesos debidas a contracciones.
l cabo ón	-Falla la circulación de la sangre. -Falta de oxígeno al cerebro al cabo de 4 min. -Muerte de las células del cerebro.
l cabo	Paro cardíaco y muerte.
cular.	-Muerte debido a quemaduras, a menudo al cabo de días o semanas.

DS

alteración del ritmo cardíaco
(mitos, etc.)
cimiento de las paredes del
(a del músculo cardíaco)

accidentes. Esto significa qu
idad de corrientes menores.
estado de ánimo influyen.

Fundamento teórico

- Antes de efectuar cualquier cambio en las conexiones durante alguna medición, interrumpir la alimentación y en caso de no poder hacerse, trabajar con la mano derecha para evitar que el camino de la corriente se haga por el corazón en caso de accidente.
- Revisar la aislación de los conductores empleados.
- El alumno deberá presuponer que todos los elementos de un circuito eléctrico durante la práctica de laboratorio están bajo tensión aun cuando los instrumentos no indiquen valor alguno (esto podría darse cuando no se ha seleccionado correctamente la escala de medición)
- El calzado a usar durante las prácticas deberá ser preferentemente de caucho o goma.
- En caso de que se tenga la necesidad de verificar alguna parte sometida a tensión se lo deberá hacer con la parte posterior de la mano y no con la palma, esto debido a que si hubiera tensión, los músculos de la mano tenderían a cerrarse hacia afuera evitando abrazar la parte conductora.
- Tener precaución al operar con capacitores debido a que estos permanecen cargados hasta 2 o 3 minutos después de desconectados, lo que se puede verificar con la indicación de un voltímetro.

Fundamento teórico

Recomendaciones sobre los instrumentos

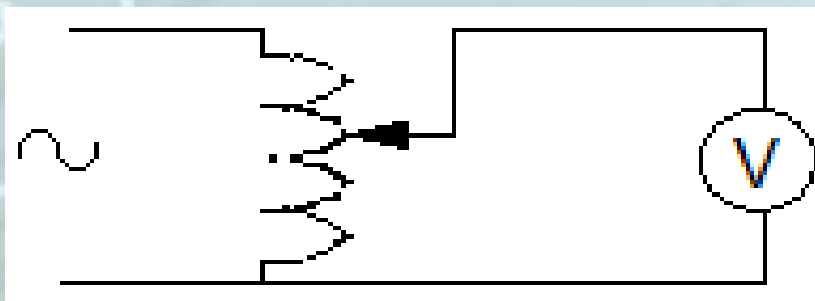
- En el caso de emplear el auto transformador como fuente de alimentación, verificar con un multímetro que en el momento inicial no se tenga toda la tensión del Primario (220 V) como sucede si el borne común del auto transformador se conecta a la fase (y no el conductor neutro) de la red de alimentación.
- Antes de dar tensión al circuito verificar:
 - I. Que el valor de tensión previamente calculada sea la adecuada.
 - II. Que las conexiones sean correctas.
 - III. Que no hayan conexiones flojas.
- Verificar que los instrumentos a emplear sean los adecuados, teniendo en cuenta lo siguiente:
 - A. Tipo de Corriente.
 - B. Alcances correctos.
 - C. Posición normal de funcionamiento.
 - D. Cuando se utilicen aparatos de medición múltiple, que se encuentre en la posición de la magnitud a medir.
 - E. En el caso de conectar instrumentos de C.C. verificar la polaridad correcta.
 - F. Los conductores eléctricos del circuito empleado deben poder seguirse con claridad.

MANIOBRA OPERATIVA

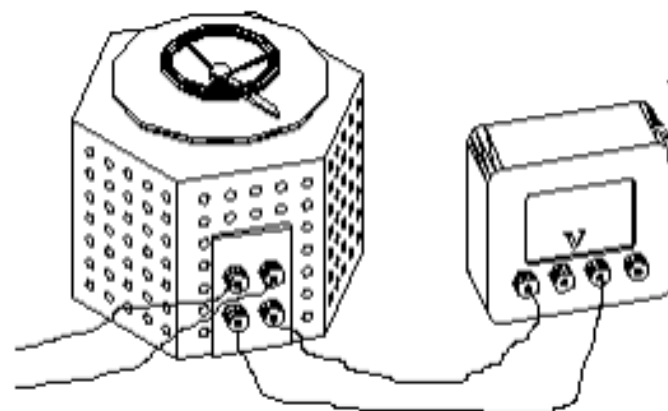
Objetivo

- ✓ Calcular el error absoluto y el error relativo porcentual en función de la clase de un instrumento analógico.

Circuito



220V



VALORES OBTENIDOS

Valores Obtenidos		Valores calculados	
U[v]	U[v]	Ea	$\varepsilon\%$
X1=comienzo de escala			
X2=centro de escala			
X3=2/3 de escala			
X4=fondo de escala			

Fundamento teórico

Parte B: Potencia monofásica

Objetivo:

- Medir potencia en corriente alterna monofásica utilizando vatímetro.
- Analizar los parámetros característicos de un sistema monofásico de corriente alterna.

Fundamento teórico

Instrumentos electrodinámicos. Watímetro electrodinámico

El funcionamiento de los instrumentos electrodinámicos está basado en la acción mutua debida a las fuerzas que aparecen entre dos bobinas (una fija y otra móvil) cuando por ellas circulan corrientes eléctricas.

Se disponen en forma tal que la desviación de la aguja del instrumento, que es accionada por la bobina móvil, es proporcional a la magnitud que mide el aparato. Así se construyen amperímetros, voltímetros, watímetros electrodinámicos, etc.

VATÍMETRO

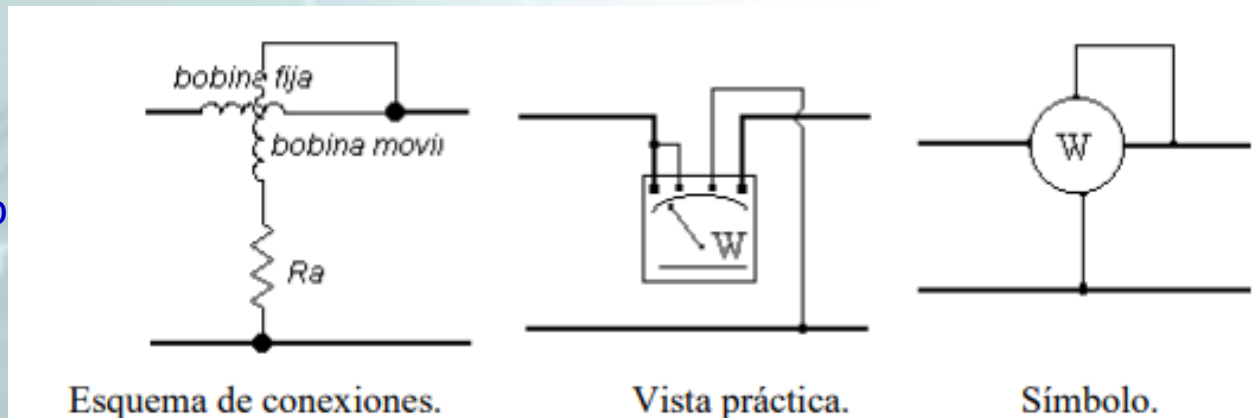
Bobina fija en serie.

Bobina móvil en paralelo.

Cuidado con sobrepasar

El alcance de cada circuito

Independiente.



Fundamento teórico

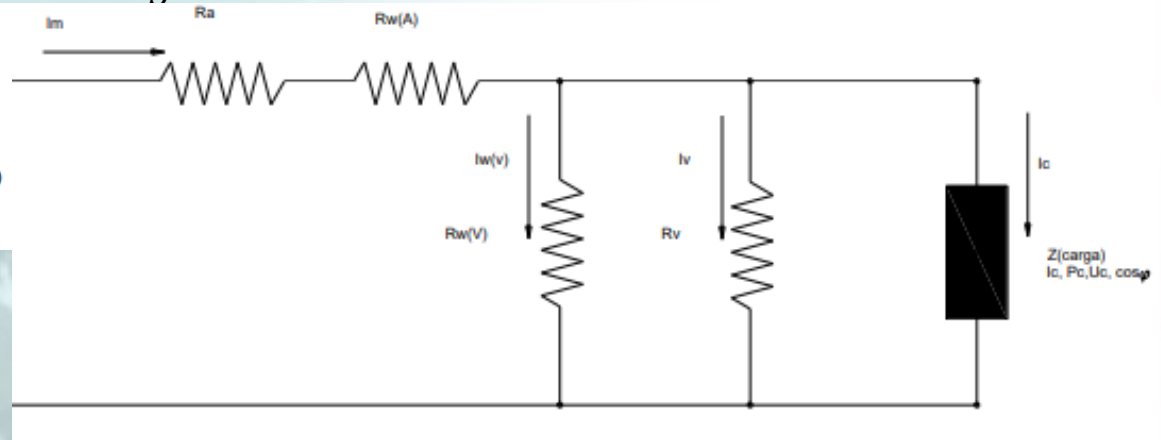
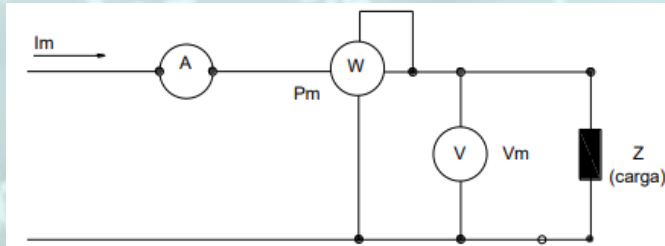
Estudio de un sistema monofásico de corriente alterna

Para conocer los parámetros característicos de un circuito monofásico basta con medir la tensión $U[V]$, la corriente $I[A]$ y potencia $P[W]$. A partir de estos datos podemos calcular la potencia aparente $S[VA]$, la potencia reactiva $Q[VAR]$ y el factor de potencia ($\cos \varphi$). Para esto utilizamos las siguientes ecuaciones:

$$S = U \cdot I$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}$$

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$



Fundamento teórico

Error sistemático en la medida de I_c :

$$I_m = I_c + I_v + I_w = I_c + i$$

La resistencia equivalente de las dos derivaciones voltimétricas es:

$$R = \frac{R_v \cdot R_w(v)}{R_v + R_w(v)}$$

En consecuencia la intensidad total i :

$$i = I_v + I_w = \frac{U_m}{R}$$

En la práctica el ángulo entre I_c e I_m es muy pequeño por lo que se acepta que $\varphi_c = \varphi_m = \varphi$

$$I_c = \sqrt{I_m^2 + i^2 - 2I_m \cdot i \cdot \cos(\varphi_m)} = \sqrt{I_m^2 + \left(\frac{U_m}{R}\right)^2 - 2 \frac{P_m}{R}}$$

$$\varepsilon\% = 100 \cdot \frac{I_m - I_c}{I_c}$$

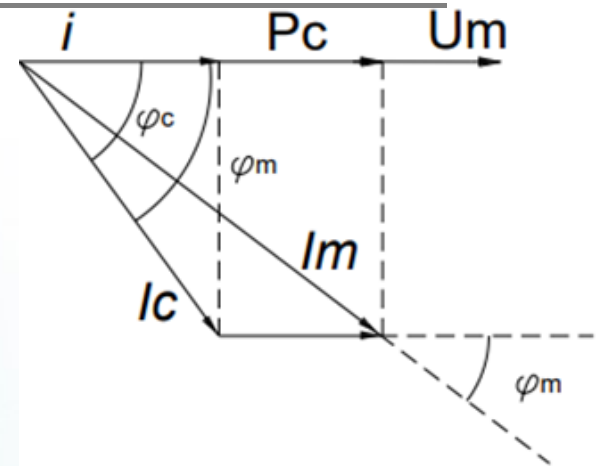
Error sistemático en la medida de P

$$P_m = P_c + U(I_c + I_w) = P_c + \frac{U_m^2}{R}$$

$$\varepsilon\% = 100 \cdot \frac{P_m - P_c}{P_c}$$

Error sistemático en la medida de U

$$U_m = U_c \quad \varepsilon\% = 0$$

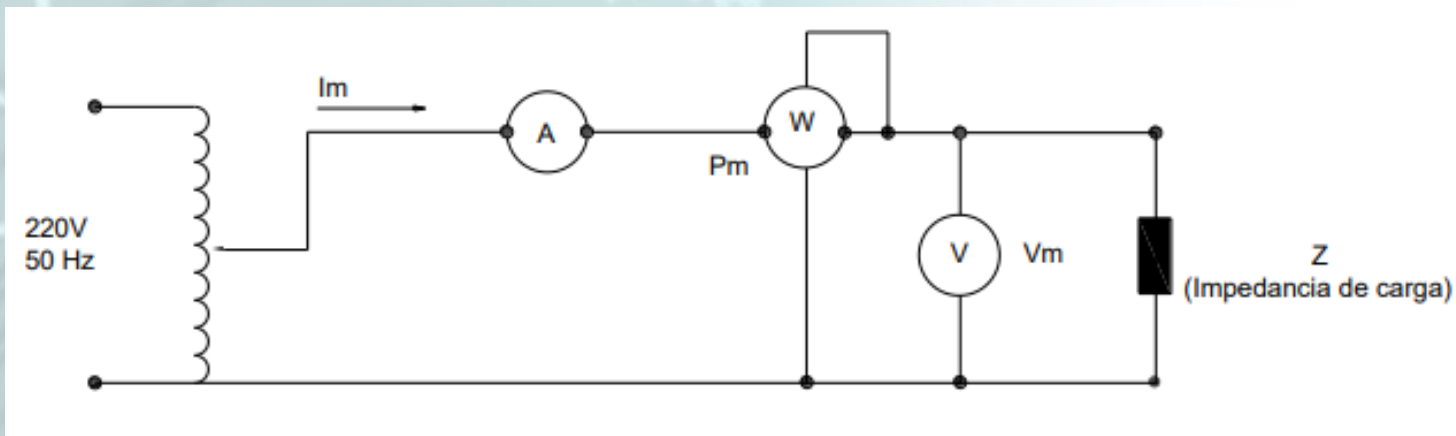


MANIOBRA OPERATIVA

Parte B. POTENCIA EN CA MONOFÁSICA

1. Analizar el funcionamiento eléctrico de un sistema de CA monofásico con la medición de sus parámetros más importantes.
2. Efectuar un breve comentario sobre los errores sistemáticos en las mediciones de I, U y P.

Circuito



VALORES OBTENIDOS

[illegible]

MANIOBRA OPERATIVA

- Construir para cada caso el triángulo de potencias a escala y en papel milimetrado. En el caso de tener la combinación de cargas RL, RC y RLC medir las caídas de tensión en cada uno de los elementos, la tensión total aplicada y construir el triángulo de tensiones correspondientes.
- Calcular el error que se comete en la medición de la potencia activa en cada caso.

Conclusiones

¿?