

CURSO DE MEDICIONES ELECTRICAS

TRABAJO PRACTICO N°3 MEDICIONES ANALOGICAS TEMARIO

Introducción

Finalidad del Trabajo Practico.
Recomendaciones generales.

1. Medición en Corriente Continua

- 1.1 Esquema de Conexiones.
- 1.2 Listado de Instrumentos y Componentes utilizados
- 1.3 Cuadra de valores medidos
- 1.4 Evaluación del Resultado de la medición
- 1.5 Resumen y Comentario

2. Medición en Corriente Alterna monofásica

- 2.2 Esquema de Conexiones
- 2.2 Listado de Instrumentos y Componentes utilizados
- 2.3 Tipos de carga
- 2.4 Cuadro de valores medidos
- 2.5 Evaluación de los resultados de la medición
- 2:6 Resumen de las mediciones efectuadas y comentario

3. Medición en Corriente Alterna Trifásica

- 3.1 Esquema de Conexiones
- 3.2 Listado de Instrumentos y Componentes utilizados
- 3.3 Tipo de Carga
- 3.4 Circuito trifilar
 - 3.4.1 Cuadra de valores medidos
 - 3.4.2 Resultados de las mediciones
- 3.5 Circuito tetrafilar
 - 3.5.1 Cuadro de valores medidos
 - 3.5.2 Resultados de las mediciones y Comentario
- 3.6 Diagrama vectorial. Comentario

TRABAJO PRACTICO N° 3 MEDICIONES ANALOGICAS

Referencia de estudio:

Instrumentos Eléctricos
Medidas Eléctricas
Mediciones Eléctricas Analógicas
Evaluación de las Medidas
Transformador de Medición

INTRODUCCIÓN

Las Mediciones Eléctricas Analógicas se caracterizan por su rápida y fácil realización, las exactitudes asociadas a las mismas se encuentran dentro de los valores aproximados de 0,3 al 3%.

Por el instrumental utilizado corresponde la llamada medición Industrial.

Existe una gran variedad de Instrumentos Indicadores Analógicos, adecuados según su principio de funcionamiento, para ser empleados en Circuitos de Corriente Continua, alterna, destinados a la medición de Corriente, Tensión y Potencia, etc. Cuando estas magnitudes exceden los alcances de aquellos, o por razones de seguridad que así lo aconsejen, se intercalan en los Circuitos de Alterna, Transformadores de Medición conectados a los respectivos instrumentos.

Frecuentemente se requiere conocer en forma global la impedancia equivalente de carga, con sus componentes resistiva y reactiva Factor de potencia, etc., por lo que se las obtiene a través de la Medición Indirecta aplicando expresiones de vínculos Circuitales.

Por otra parte, cabe señalar que entre la fuente y el receptor o carga de característica pasiva y lineal, se disponen de conductores destinados a la alimentación y a la conexión de los instrumentos en número suficiente requeridos para la medición, estableciéndose en los Esquemas los denominados CIRCUITOS DE CORRIENTE (amperométricos) y de TENSION (voltímetros).

FINALIDAD DEL TRABAJO PRACTICO

Del conjunto de mediciones analógicas se han seleccionado por su frecuencia e importancia las siguientes:

1. Mediciones en CC:

Determinación de la corriente, tensión, potencia y resistencia de carga.

2. Mediciones en CA monofásica:

Determinación de la tensión, corriente, potencia activa, reactiva aparente, factor de potencia e impedancia de carga

3. Mediciones en CA trifásica en circuitos tri y tetrafilar:

Determinación de las magnitudes de línea, potencia activa trifásica, trazado del diagrama vectorial.

RECOMENDACIONES GENERALES

- a) Para las mediciones en Corriente Continua (CC), la exactitud de las determinaciones se efectuara en base a las incertidumbres de las correcciones aplicadas a los errores sistemáticos cometidos por el metodo empleado y a los errores accidentales estimados, a partir de las lecturas de los instrumentos.
- b) Para las mediciones en Corriente Alterna (CA) monofásica como trifásica, por motivos de simplificación, no serán consideradas las Incertidumbres de las Correcciones, y por lo tanto la exactitud del resultado, será evaluada a partir de los errores accidentales presentes.
No serán considerados los errores sistemáticos en la medición de corriente, por ser en general despreciables.
En el caso de Corriente monofasica será eliminado el consumo de los sistemas voltimetricos mediante adecuada corrección trifásica el correspondiente a los voltímetros serán eliminado mediante oportuna desconexión del Instrumento; el consumo debido a la resistencia voltimetrica del wattímetro es estimado de valor muy reducido frente a la de la Carga y en consecuencia no tornado en consideración.
Asimismo, los errores (relación y ángulo) que introduce el Transformador de Corriente, por razones didácticas no son tenidos en cuenta en esta oportunidad.
- c) Dadas las características del Laboratorio de Mediciones, ambiental y disposición del instrumental como asimismo el tipo de fuente de alimentación utilizada, regirán para el funcionamiento de los Instrumentos Analógicos las "Condiciones de Referencia" a que hace alusión la respectiva norma, y por lo tanto no existirán en los errores de lectura las variaciones en la indicación debida a las Magnitudes de Influencia ($\sum x_i = 0$)
- d) A los fines de la estimación del error accidental será tomado en cuenta en las Mediciones Directas, el limite de error de garantía. Para las Mediciones indirectas le será aplica da la propagación lineal del error.
- e) Como consecuencia de las elevadas corrientes que frecuentemente circulan por el **CIRCUITO AMPEROMETRICO**, debe verificarse que las caídas de tensión queden localizadas en los sistemas y componentes de medición, donde su valor puede ser en la mayoría de los casos posible, al menos teóricamente, evaluados. (impedancia de amperímetro, etc.)
Sin embargo la existencia además de las inevitables conexiones, puentes, bornes, etc. dispuestos en serie con el resto del circuito, provocan indefectiblemente caídas de tensión (o calentamientos) difícil de estimarlas, por lo que se hace necesario reducirlas a valores despreciables frente a los mencionados precedentemente.
Esto se consigue disponiendo que las superficies de contacto, presión, sección y longitud de los conductores de unión (conexiones) sean adecuadamente dimensionados. (A/mm²), de ahí que es practica corriente aconsejar el uso de conexiones gruesas y cortas y bornes bien apretados.

En el **CIRCUITO VOLTIMETRICO** la situación es diferente a la anterior por las altas impedancias que presenta. Las corrientes que circulan son de valores muy reducidos, los efectos paraisitos (resistencia de contacto, etc. son de segundo orden y en consecuencia

Las caídas de tensión que causan no perturban las magnitudes excitadoras. De ahí que las correcciones que se apliquen por el error sistemático de método que cometen resulta fácilmente evaluado.

Por ello en estos circuitos, sus conexiones pueden ser largas y finas, usándose fichas banana, etc. en algunos casos, para tomar la tensión que corresponda.

Para la ejecución física del esquema de conexiones se debe efectuar primeramente el o los circuito(s) amperométrico(s) recordando la modalidad expuesta, y luego derivar los circuitos de tensión necesarios a partir de bornes o puentes de conexión dispuestos a tal efecto.

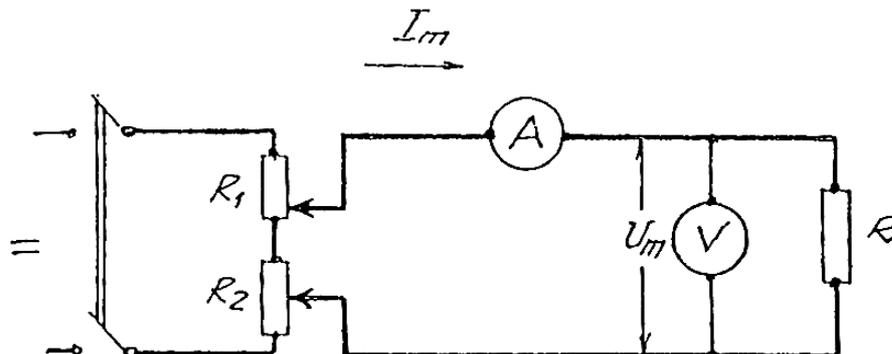
- f) A los fines de la Identificación de los errores involucrados en las medidas y como conveniencia en la escritura será utilizada la siguiente simbología.

Incertidumbre relativa. porcentual	I	<p>C = Índice de Clase de exactitud Vc = Valor Convencional δ = Apreciación en la escala A = Alcance °DIV= Numero total de divisiones de la escala.</p> <p>El termino "relativo" significa que se lo refiere al "valor medido corregido; o en su defecto al "valor medido".</p>
Error sistemático	e_s	
Incertidumbre sistemática relativa porcentual	i	
Error accidental relativo porcentual	e	
Error de lectura $\left[\frac{C \cdot Vc}{100} + \frac{\delta A}{N^{\circ}DIV} \right]$	e_e	

1. Medición en C.C.

Se medirá la tensión, corriente, potencia y resistencia, utilizando la conexión corta; descrita en la publicación 25.47.04 y analizada en las Pág. 2 a 4.

1.1. Esquema de conexiones



1.2. Cuadro de valores medidos

Nº	Im			Um			Um . Im	Um/Im	Observac
	α	K_A	A	A	K_A	V	W	Ω	
1									
2									
3									

Si no existe error grosero cualquiera de los valores medidos (1,2,3) podrán ser tomados en cuenta para la evaluación del resultado.

1.4 Evaluación del resultado de la medición

Valores medidos Corregidos, aplicando factores de Corrección

I =

P =

R =

Incertidumbre (I = i + e)

a) Determinación de la incertidumbre sistemática (i)

$i_I =$

$i_P =$

$i_R =$

b) Evaluación del error accidental (e):

$e_U =$

$e_I =$

$e_P =$

$e_R =$

1.5 Resumen del resultado de las mediciones:

U = V ± %
I = A ± %
P = W ± %
R = Ω ± %

Comentario:

2. Medición en C.A. MONOFASICA

Se medirá la tensión corriente, potencia activa, reactiva y aparente, factor de potencia e impedancia equivalente. De acuerdo con lo expuesto en la pag. 7 a 9 de la Publicación 25.47.04, el circuito monofasico tiene 3 grados de libertad o mediciones independientes y por lo tanto se requiere disponer de: amperímetro, voltímetro y wattímetro.

Como elemento adicional de medición se incorporara un transformador de Corriente para medición que alimentara los respectivos sistemas amperometricos. Se considerara que el mismo no introduce ningún tipo error y por lo tanto a los fines de la medición la relación de corriente ($K = I_1/I_2$) será identificada con la relación nominal de corriente ($K = I_{1n}/I_{2n}$) en consecuencia la corriente medida (I_m) y la potencia medida (P_m) serán obtenidas a través de las lecturas de los respectivos instrumentos mediante las siguientes expresiones:

$$I_m = K_n K_A \alpha = C_A \alpha$$

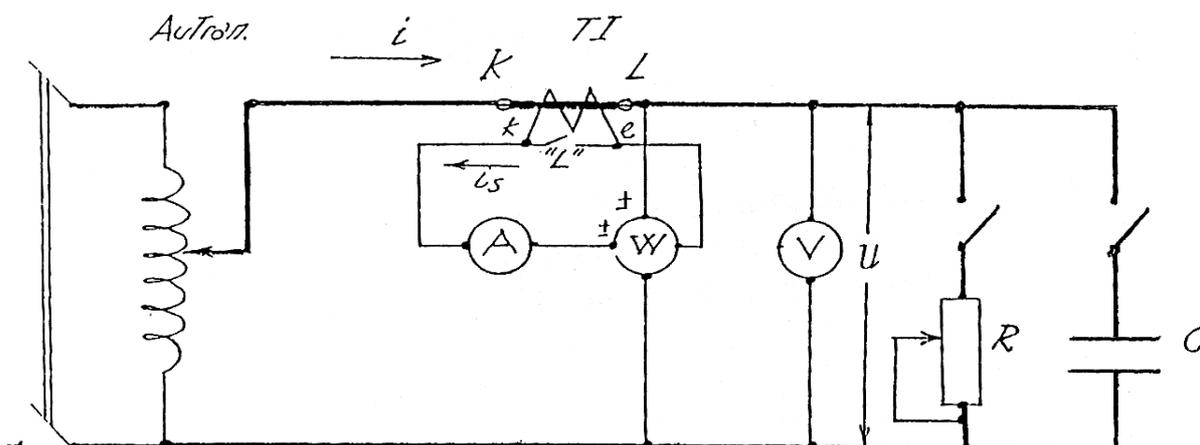
$$P_m = K_n K_W \alpha = C_W \alpha$$

Entonces las nuevas constantes serán entonces:

$$C_A = K_n K_A \text{ (A/div)}$$

$$C_W = K_n K_W \text{ (W/div)}$$

2.1 Esquemas de conexiones



Precaución:

En el caso que se deba desconectar el circuito secundario por ejemplo, cambio de instrumento, y no se pueda desconectar el circuito de carga, se debe previamente cortocircuitar los bornes del secundario del transformador, mediante el interruptor "L"

2.3. Tipos de carga

Se conectarán los siguientes tipos de carga

a) Carga ohmica, constituida por un resistor

b) Carga ohmica-capacitiva, constituida por el resistor anterior y un capacitor en paralelo.

2.4. Cuadro de valores medidos

Nº	Im*			Um			Pm			Observaciones
	α	C _A	A	α	K _V	V	α	C _w	W	
1										Carga A
2										
3										
1										Carga B
2										
3										

*No se efectuara la corrección en la corriente medida, pero si en la potencia debido al consumo de los circuitos de tensión.

2.5. Evaluación del resultado de la medición

A efectos de simplificar las evaluaciones de las incertidumbres serán considerados despreciables los términos de incertidumbre debidos a las correcciones en la potencia activa por lo que deberá estimarse solamente el error accidental.

Carga a)

valores medidos corregidos

P =

S =

Q =

Cos ϕ =

Z =

Evaluación de la incertidumbre (I)

- $e_U =$
- $e_I =$
- $e_P =$
- $e_R =$
- $e_S =$
- $e_Q =$
- $e_{\cos\phi} =$
- $e_Z =$

carga b)

Valores medidos Corregidos

- $P =$
- $S =$
- $Q =$
- $\cos\phi =$
- $Z =$

Evaluación de la incertidumbre (I)

- $e_U =$
- $e_I =$
- $e_P =$
- $e_R =$
- $e_S =$
- $e_Q =$
- $e_{\cos\phi} =$
- $e_Z =$

2.6 Resumen de las mediciones efectuadas (valor medido \pm incertidumbre relativa)

Tipo de carga	$I \pm I_I$ (...A \pm %)	$U \pm I_U$ (...V \pm %)	$P \pm I_P$ (...W \pm %)	$S \pm I_S$ (...VA \pm %)	$Q \pm I_Q$ (...var \pm %)	$\cos\phi \pm I_I$ (... \pm %)	$Z \pm I_Z$ (... Ω \pm %)
Carga a)							
Carga b)							

3. Medición en C.A. TRIFÁSICA

a) Se determinará la secuencia de la terna de alimentación, usando el secuencimetro propiamente dicho y el capacitor-lamparas. Las fases serán identificadas con los números 1;2;3. (ver pag. 13 a 15 publicación 25-47-04).

b) En la pag. 30 de la publicación mencionada se consigna el Cuadro Resumen de las Mediciones Trifásicas, el cual establece en base a la "Condición Circuitual" impuesta y el numero de Conductores disponibles –Circuito trifilar o tetrafilar–, el numero de instrumento que es necesario conectar a fin de conocer debidamente las magnitudes puestas en juego.

Se considerará primeramente la "Condición Circuitual General" donde no hay simetría en la terna de alimentación y las impedancias de carga son distintas (modulo y fase), partir de la cual se establecieron los esquemas de medición basados en los grados de libertad o mediciones independientes a realizar.

Sin embargo, como podrá verificarse experimentalmente, tensiones de línea presentan cierta regularidad –terna simétrica– por lo que podría aceptarse la "condición circuitual frecuente", lo que redundaría en un numero menor de instrumentos requeridos.

A fin de limitar la extensión de este punto del T.P. la evaluación de la incertidumbre de las magnitudes medidas estará circunscripta a la Potencia Activa Trifásica* no efectuándose correcciones por consumo en las lecturas de los wattímetros (reducida sensiblemente al desconectar los voltímetros, operación que se recomienda a titulo de simplificación, correctamente aplicada cuando la tensión sea estable).

3.1. Esquema de Conexiones

De acuerdo al numero de Instrumentos y conductores entre fuente y carga, se ha desarrollado el siguiente esquema de conexiones, a fin de constituir mediante el interruptor "LLa" los dos circuitos trifásicos requeridos:

Circuito trifilar: conectando el interruptor LL_2 sobre el lado 1

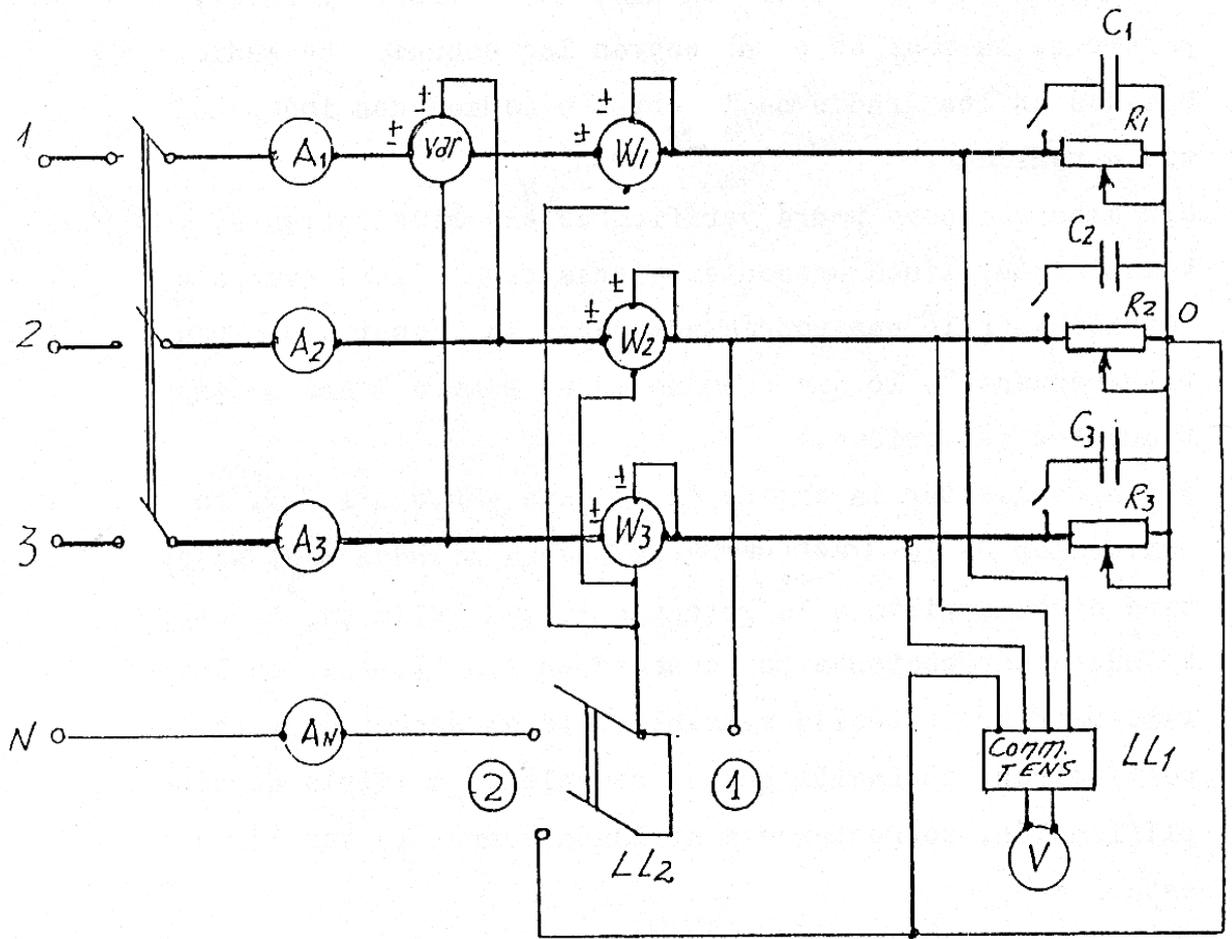
Circuito tetrafilar: conectando el interruptor LL_2 sobre el lado 2

El varimetro conectado según:
circuito amperométrico fase 1
circuito voltimétrico fase 2 y 3

permitirá medir potencia reactiva trifásica total, cuando el sistema presente la "condición circuitual especial" (simetría de tensiones e impedancias de carga en modulo y fase iguales).

La llave conmutadora " LL_1 ", permite medir todas las tensiones a través de un solo voltímetro, operación adecuadamente realizada cuando sean los valores estables.

*También para la potencia reactiva



3.3. Tipos de carga trifásica a conectar

Tanto para el circuito “trifilar” como para el “tetrafilar” se establecerán las siguientes condiciones de carga, conectadas necesariamente en estrella. Mediante el juego de interruptores se regularan las corrientes de línea para no superar en las fases los 5 A, tanto cuando se actué con resistores o capacitores-resistores.

Carga tipo a) Resistores de fase de igual valor denominado impropriamente “carga trifásica equilibrada”.

Carga tipo b) Resistores de fase de distinto valor denominado impropriamente “carga trifásica desequilibrada”.

Carga tipo c) Resistores y Capacitores en paralelo (fases modulo Y ángulo iguales).

Carga tipo d) Resistores y Capacitores en paralelo (fases modulo Y ángulo desiguales).

3.4. Circuito trifilar (interruptor LL₂ sobre el lado 1)

En este caso el sistema trifásico tiene 7 grados de libertad y por lo tanto es necesario disponer del siguiente instrumental mínimo:

2 wattímetros, 2 amperímetros y 3 voltímetros

Nota importante: Como se puede observar en el esquema de conexiones al conectar el interruptor del neutro a la posición (1), debe tenerse en cuenta que el alcance de tensión del wattímetro debe corresponder al valor de la tensión de línea, situación que es diferente al conectar la posición (2), que se le aplica la tensión de fase (circuito tetrafilar).

3.4.1 Cuadro de valores medidos

carga	I ₁	I ₂	I ₃	U ₁₂	U ₂₃	U ₃₁	P ₁₂			P ₃₂			Q*		
	A	A	A	V	V	V	α	K _w	W	α	K _w	W	α	K _w	var
A															
B															
C															
D															

*se usara en carga c)

3.5.2. Resultados de la medición de la potencia trifásica

Carga A)

$$P =$$

$$I =$$

$$Q =$$

Carga C)

$$P =$$

$$I =$$

$$Q =$$

Carga B)

$$P =$$

$$I =$$

Carga D)

$$P =$$

$$I =$$

Carga	$P \pm I$	Q
A		
B		
C		
D		

3.6 Trazar los diagramas vectoriales para los 4 tipos de carga.

Comentario: