

Mediciones Eléctricas

Manual de asignatura

Sistema de Universidades Tecnológicas

ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA INDUSTRIAL

Programa 2004

Créditos

Elaboró: Ing Manuel Arturo Cordova Aparicio

Revisó: MC Carlos Morcillo Herrera.

Colaboradores:

Autorizó:

Contenido

Objetivo general

Utilizar equipos de medición de parámetros eléctricos.

Habilidades por desarrollar en general

Escribir la habilidad propuesta que se debe desarrollar en esta asignatura.

	Teoría	Horas Práctica	Total	Página
I Conceptos Básicos de Medición y Pruebas	3	4	7	3
II Análisis de Datos	3	3	6	7
III Instrumentos Básicos de Medición de CD y CA	4	11	15	14
IV Medición de Variables Eléctricas	6	14	20	43
V Transductores Eléctricos	4	9	13	51
VI Equipos Especiales	4	10	14	57
Anexos (Manual de prácticas y ejercicios)				67

I

Conceptos Básicos de Medición y Pruebas

Objetivo particular de la unidad

Utilizar equipos de medición de parámetros eléctricos.

Habilidades por desarrollar en la unidad

Escribir la habilidad propuesta que se debe desarrollar en esta asignatura.

I.1 INTRODUCCIÓN.

Saber en la Teoría (1 hr.)

Identificar la naturaleza de las medidas

Unidades eléctricas

Unidades eléctricas, unidades empleadas para medir cuantitativamente toda clase de fenómenos electrostáticos y electromagnéticos, así como las características electromagnéticas de los componentes de un circuito eléctrico. Las unidades eléctricas empleadas en técnica y ciencia se definen en el Sistema Internacional de unidades. Sin embargo, se siguen utilizando algunas unidades más antiguas.

Unidades SI

La unidad de intensidad de corriente en el Sistema Internacional de unidades es el amperio. La unidad de carga eléctrica es el culombio, que es la cantidad de electricidad que pasa en un segundo por cualquier punto de un circuito por el que fluye una corriente de 1 amperio. El voltio es la unidad SI de diferencia de potencial y se define como la diferencia de potencial que existe entre dos puntos cuando es necesario realizar un trabajo de 1 julio para mover una carga de 1 culombio de un punto a otro. La unidad de potencia eléctrica es el vatio, y representa la generación o consumo de 1 julio de energía eléctrica por segundo. Un kilovatio es igual a 1.000 vatios.

Las unidades también tienen las siguientes definiciones prácticas, empleadas para calibrar instrumentos: el amperio es la cantidad de electricidad que deposita 0,001118 gramos de plata por segundo en uno de los electrodos si se hace pasar a través de una solución de nitrato de plata; el voltio es la fuerza electromotriz necesaria para producir una corriente de 1 amperio a través de una resistencia de 1 ohmio, que a su vez se define como la resistencia eléctrica de una columna de mercurio de 106,3 cm

de altura y 1 mm² de sección transversal a una temperatura de 0 °C. El voltio también se define a partir de una pila voltaica patrón, la denominada pila de Weston, con polos de amalgama de cadmio y sulfato de mercurio (I) y un electrólito de sulfato de cadmio. El voltio se define como 0,98203 veces el potencial de esta pila patrón a 20 °C.

Sistema Internacional de unidades

Sistema Internacional de unidades, nombre adoptado por la XI Conferencia General de Pesas y Medidas (celebrada en París en 1960) para un sistema universal, unificado y coherente de unidades de medida, basado en el sistema mks (metro-kilogramo-segundo). Este sistema se conoce como SI, iniciales de Sistema Internacional. En la Conferencia de 1960 se definieron los patrones para seis unidades básicas o fundamentales y dos unidades suplementarias (radián y estereorradián); en 1971 se añadió una séptima unidad fundamental, el mol. Las dos unidades suplementarias se suprimieron como una clase independiente dentro del Sistema Internacional en la XX Conferencia General de Pesas y Medidas (1995); estas dos unidades quedaron incorporadas al SI como unidades derivadas sin dimensiones. Las siete unidades fundamentales se enumeran en la tabla 1. Los símbolos de la última columna son los mismos en todos los idiomas.

Tiempo

Durante siglos el tiempo se ha venido midiendo en todo el mundo a partir de la rotación de la Tierra. El segundo, la unidad de tiempo, se definió en un principio como 1/86.400 del día solar medio, que es el tiempo de una rotación completa de la Tierra sobre su eje en relación al Sol. Sin embargo, los científicos descubrieron que la rotación de la Tierra no era lo suficientemente constante para servir como base del patrón de tiempo. Por ello, en 1967 se redefinió el segundo a partir de la frecuencia de resonancia del átomo de cesio, es decir, la frecuencia en que dicho átomo absorbe energía. Ésta es igual a 9.192.631.770 Hz (hercios, o ciclos por segundo). El segundo es la duración de 9.192.631.770 periodos de la radiación correspondiente a la transición entre los dos niveles energéticos hiperfinos del estado fundamental del átomo de cesio 133.

Saber Hacer en la practica (4 hrs.)

Diferenciar los conceptos de mediciones eléctricas aplicados en la industria

Ejercicios por realizar

- 1 Realizar una investigación sobre los diferentes tipos de voltajes y corrientes
- 2 Realizar la medición de un voltaje trifásico en una toma de corriente
- 3 Realizar una practica de donde mida voltajes y corrientes de un motor

Resolver las prácticas de la Guía de Prácticas de la asignatura.

I.2 CONCEPTOS DE MEDICION

Saber en la Teoría (2 hr.)

Definir los conceptos de unidad patrón, exactitud, precisión, error, fiabilidad, incertidumbre

Unidad patrón

Medir la masa de un cuerpo es compararla con la masa de otro cuerpo que se define como unidad patrón, es decir que se toma como referencia., de la misma manera en que necesitamos definir una unidad patrón (el metro) a fin de medir longitudes, para realizar mediciones de cantidad de materia (de masa) necesitamos definir algunas masas patrones con las cuales comparar la masa de otros objetos.

Exactitud

Exactitud se refiere al grado de aproximación o conformidad al valor real de la cantidad medida.

Para ilustrar la diferencia entre exactitud y precisión, se pueden comparar dos voltímetros de la misma marca y modelo. Ambos medidores tienen agujas delgadas, escalas con espejo para evitar el paralaje, y escalas calibradas exactas, por consiguiente, se pueden leer con la misma precisión.

Si el valor de la resistencia en serie en uno de los medidores cambia considerablemente, la lectura puede tener error elevado. Por lo tanto, la exactitud de los dos medidores puede ser diferente.

Precisión

Precisión es el grado de concordancia dentro de un grupo de mediciones o instrumentos.

La precisión se compone de dos características: conformidad y el número de cifras significativas con las cuales se puede realizar la medición. Considérese, por ejemplo, que una resistencia cuyo valor real es $1\ 384\ 572\ \Omega$ se mide con un ohmetro, el cual

repetidamente indica $1.4 \text{ m}\Omega$; pero el observador ¿puede leer el valor real en la escala? Su estimación de la lectura en la escala marca un valor de $1.4 \text{ m}\Omega$.

Esto está tan cercano al valor real como él pueda estimar la lectura de la escala. Aunque no haya desviaciones del valor observado, el error creado por las limitaciones de la escala es un error de precisión.

El ejemplo ilustra que la conformidad es necesaria pero no es suficiente en cuanto a precisión por la falta de cifras significativas. De modo semejante, la precisión es una condición necesaria pero no suficiente para la exactitud.

Error

Se llama error absoluto a la diferencia entre el valor medido y el valor verdadero de la respectiva magnitud:

Fiabilidad

La fiabilidad se refiere a la estabilidad de las mediciones cuando no existen razones teóricas ni empíricas para suponer que la variable a medir haya sido modificada diferencialmente para los sujetos, por lo que se asume su estabilidad, mientras no se demuestre lo contrario. Los errores de medida de los que se ocupa la fiabilidad son aquellos no sometidos a control e inevitables en todo proceso de medir

Incertidumbre

Al realizar el proceso de medición, el valor obtenido y asignado a la medida diferirá probablemente del “valor verdadero” debido a causas diversas, alguna de las cuales nombraremos más adelante. El llamado “valor verdadero” es en realidad un concepto puramente teórico y absolutamente inaccesible. En el proceso de medición únicamente pretendemos estimar de forma aproximada el valor de la magnitud medida. Para ello debemos dar un número con sus unidades y una estimación del error. Dicho de otra manera el resultado de cualquier medida es siempre incierto y a lo más que podemos aspirar es a estimar su grado de incertidumbre.

II

Análisis de Datos

Objetivo particular de la unidad

Evaluar los diferentes datos generados en las mediciones eléctricas.

Habilidades por desarrollar en la unidad

Escribir la habilidad propuesta que se debe desarrollar en esta asignatura.

II.1 CONTROL ESTADÍSTICO EN MEDICIONES ELÉCTRICAS

Saber en la Teoría (3 hrs.)

Explicar los conceptos de media aritmética, desviación estándar, campana de gauss e histograma

Análisis estadístico

El análisis estadístico de datos de mediciones es una práctica común ya que permite obtener una determinación analítica de la incertidumbre del resultado final. El resultado de un método de medición se puede predecir con base al muestreo de datos sin tener información detallada de todos los factores de perturbación. Para realizar métodos estadísticos e interpretaciones claras, generalmente se necesita un gran número de mediciones.

También los errores sistemáticos deben ser pequeños en comparación con los errores residuales o errores aleatorios, ya que el tratamiento estadístico de datos no puede eliminar tendencias fijas contenidas en las mediciones.

Media aritmética

El valor más probable de una variable medida es la media aritmética del número de lecturas tomadas. Cuando el número de lecturas de la misma cantidad es muy grande, se obtiene la mejor aproximación. En teoría, un número infinito de lecturas daría el mejor resultado. Aunque en la práctica solo se puede ejecutar un número finito de mediciones. La media aritmética está dada por la siguiente expresión:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_N}{n} = \frac{\Sigma X}{n}$$

Donde:

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \text{media aritmética,} \\ \bar{X} &= X_1, X_2, \dots, X_N = \text{lecturas tomadas,} \\ \bar{X} &= n = \text{número de lecturas tomadas.}\end{aligned}$$

Por ejemplo, la media aritmética de 8, 5 y -1 es igual a $(8 + 5 + (-1)) / 3 = 4$

Desviación estándar

La desviación estándar (DS/DE) es una medida de dispersión usada en estadística que nos dice cuánto tienden a alejarse los valores puntuales del promedio en una distribución. De hecho específicamente la desviación estándar es "el promedio de lejanía de los puntajes respecto del promedio".

La desviación estándar de un conjunto de datos es una medida de cuánto se desvían los datos de su media. Esta medida es más estable que el recorrido y toma en consideración el valor de cada dato

En análisis estadísticos de errores aleatorios, la raíz media cuadrática de las desviaciones o desviación estándar es una ayuda muy valiosa. Por definición, la desviación estándar o de un número infinito de datos es la raíz cuadrada de la suma de todas las desviaciones cuadradas individuales, divididas entre el número de lecturas. Expresadas en términos matemáticos.

Su fórmula es:

$$\sigma = \sqrt{\frac{d_1^2 + d_2^2 + d_3^2 + \dots + d_n^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum d_n^2}{n}}$$

En la práctica, el número posible de observaciones es finito. La desviación estándar de un número finito de datos esta dada por:

$$\sigma = \sqrt{\frac{d_1^2 + d_2^2 + d_3^2 + \dots + d_n^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum d_n^2}{n-1}}$$

Ejercicio 1

Seis observadores tomaron un conjunto de mediciones independientes de corriente y los registraron como 12.8mA, 12.2mA, 12.5mA, 13.1mA, 12.9mA y 12.4mA. Calcular:

- Media aritmética.
- Desviaciones de la media.

$$a) \quad \bar{X} = \frac{12.8mA + 12.2mA + 12.5mA + 13.1mA + 12.9mA + 12.4mA}{6} = 12.65mA$$

- $\partial_1 = 12.8 - 12.65 = 0.15 \text{ mA}$
 $\partial_2 = 12.2 - 12.65 = -0.45 \text{ mA}$
 $\partial_3 = 12.5 - 12.65 = -0.15 \text{ mA}$

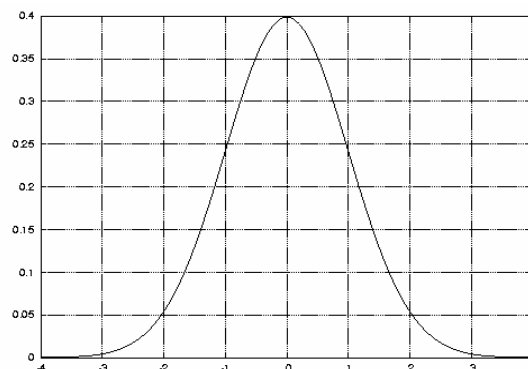
$$\partial_4 = 13.1 - 12.65 = 0.45 \text{mA}$$

$$\partial_5 = 12.9 - 12.65 = 0.25 \text{mA}$$

$$\partial_6 = 12.4 - 12.65 = -0.25$$

Campana de gauss

En matemáticas, la campana de Gauss es la representación gráfica de la ecuación matemática a una Distribución normal. Tiene forma de campana y debe su nombre al matemático alemán Carl Friedrich Gauss. Cuando se realizan series de medidas experimentales, algunas de ellas son mayores que la media y otras menores, aunque unas y otras se producen en igual cantidad o con la misma probabilidad. Si se representa en el eje horizontal las medidas obtenidas y en el vertical el número de veces que se obtiene cada valor, obtendremos lo que se llama un histograma de frecuencias. Si se elimina el error sistemático, el conjunto de datos obtenido se distribuye de forma simétrica alrededor de la media, dando una curva en forma de campana. Muchas variables se distribuyen de esta forma (variables tanto de tipo morfológico [p.e. altura de las personas de una población] como fisiológicas, sociológicas).



Esto viene a ser otra forma de expresar lo establecido en el Teorema Central del Límite por el que variables independientes que no siguen necesariamente una distribución normal para tamaños suficientemente grandes de la muestra siguen una distribución sensiblemente normal.

Histograma

Un histograma es un resumen gráfico de la variación de un conjunto de datos. La naturaleza gráfica del histograma nos permite ver pautas que son difíciles de observar en una simple tabla numérica. Esta herramienta se utiliza especialmente en la Comprobación de teorías y Pruebas de validez.

Cómo interpretar los histogramas:

Sabemos que los valores varían en todo conjunto de datos. Esta variación sigue cierta pauta. El propósito del análisis de un histograma es, por un lado, identificar y clasificar la pauta de variación, y por otro desarrollar una explicación razonable y relevante de la pauta. La explicación debe basarse en los conocimientos generales y en la observación de las situaciones específicas y debe ser confirmada mediante un análisis adicional. Las pautas habituales de variación más comunes son la distribución en campana, con dos picos, plana, en peine, sesgada, truncada, con un pico aislado, o con un pico en el extremo.

Ejemplo :

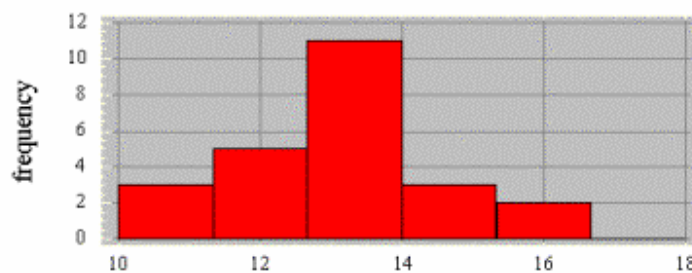
A una fabrica de envases de vidrio, un cliente le está exigiendo que la capacidad de cierto tipo de botella sea de 13 ml, con una tolerancia de más menos 1 ml. La fábrica establece un programa de mejora de calidad para que las botellas que se fabriquen cumplan con los requisitos del cliente.

MUESTREO = 11,12,13,12,13,14,14,15,11,12,13,12,14,15,11,12,16,16,14,13,14,14,13,15,15

- 1°. RANGO = $16 - 11 = 5$
- 2°. $\sqrt{25} = 5$
- 3°. $5 / 5 = 1$
- 4°.

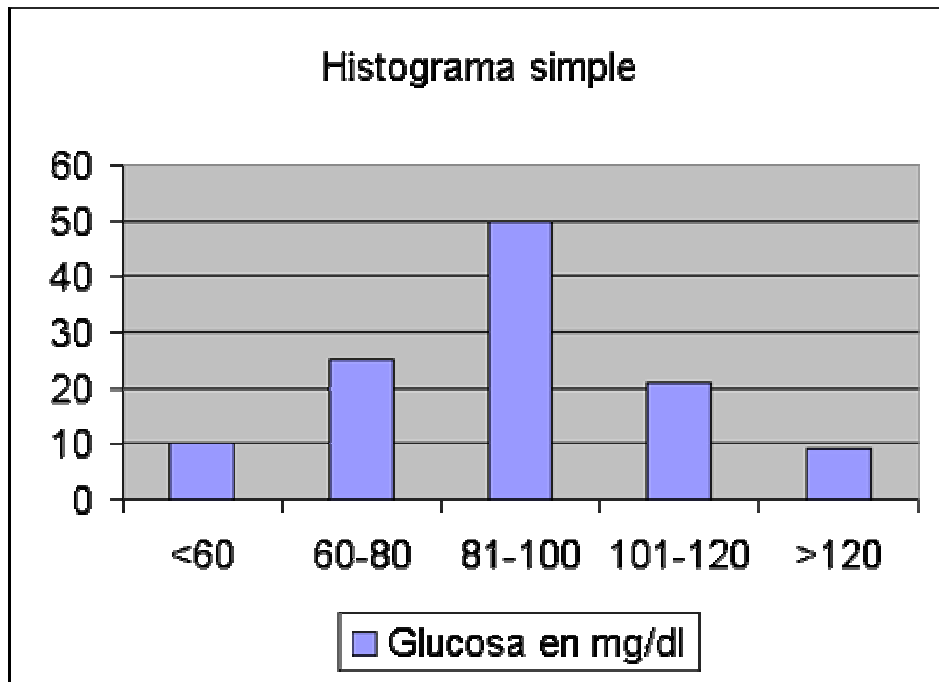
CLASE	INTERVALO	FRECUENCIA	FREC. RELATIVA
1	11 - 12	3	.12
2	12 - 13	5	.25
3	13 - 14	5	.25
4	14 - 15	6	.24
5	15 - 16	6	.24
		20	1.00

CAPACIDAD DE LAS BOTELLAS (HISTOGRAMA)



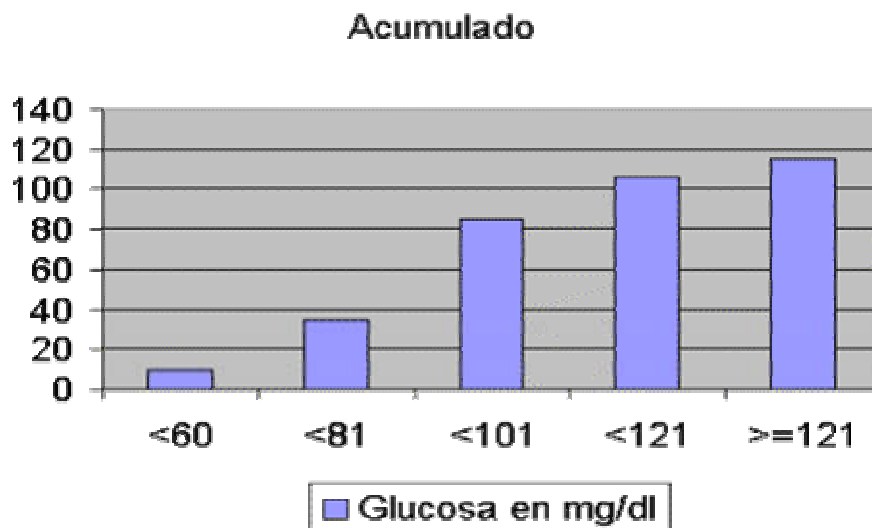
Ejemplos de otros tipos de representaciones gráficas:

Hay histogramas donde se agrupan los datos en clases, y se cuenta cuántas observaciones (frecuencia absoluta) hay en cada una de ellas. En algunas variables (variables cualitativas) las clases están definidas de modo natural, p.e sexo con dos clases: mujer, varón o grupo sanguíneo con cuatro: A, B, AB, O. En las variables cuantitativas, las clases hay que definir las explícitamente (intervalos de clase).



Se representan los intervalos de clase en el eje de abscisas (eje horizontal) y las frecuencias, absolutas o relativas, en el de ordenadas (eje vertical).

A veces es más útil representar las frecuencias acumuladas.



Resolver las prácticas de la Guía de Prácticas de la asignatura.

Saber Hacer en la practica (3hrs.)

Calcular la variación de un conjunto de mediciones eléctricas con un histograma y con la campana de Gauss

Construcción de un histograma:

Paso 1

Determinar el rango de los datos: RANGO es igual al dato mayor menos el dato menor; $R = > - <$

Paso 2

Obtener en número de clases, existen varios criterios para determinar el número de clases (o barras). Sin embargo ninguno de ellos es exacto. Algunos autores recomiendan de cinco a quince clases, dependiendo de como estén los datos y cuántos sean. Un criterio usado frecuentemente es que el número de clases debe ser aproximadamente la raíz cuadrada del número de datos, por ejemplo, la raíz cuadrada de 30 (número de artículos) es mayor que cinco, por lo que se seleccionan seis clases.

Paso 3

Establecer la longitud de clase: es igual al rango entre el número de clases.

Paso 4

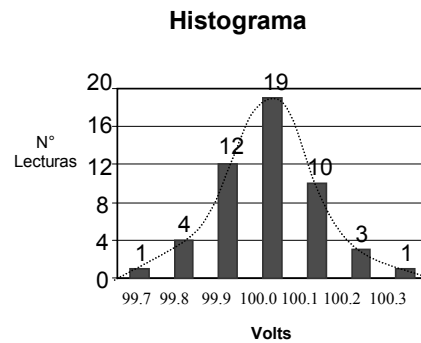
Construir los intervalos de clases: Los intervalos resultan de dividir el rango de los datos en relación al resultado del paso 2 en intervalos iguales.

Paso 5

Graficar el histograma: se hace un gráfico de barras, las bases de las barras son los intervalos de clases y altura son la frecuencia de las clases. Si se unen los puntos medios de la base superior de los rectángulos se obtiene el polígono de frecuencias.

En la tabla siguiente se presentan 50 lecturas de voltaje tomadas durante pequeños intervalos de tiempo en que se registraron los más cercanos a 0.1 v.

Voltajes leídos (voltios)	Numero de lecturas
99.7	1
99.8	4
99.9	12
100.0	19
100.1	10
100.2	3
100.3	1
	$\Sigma = 50$

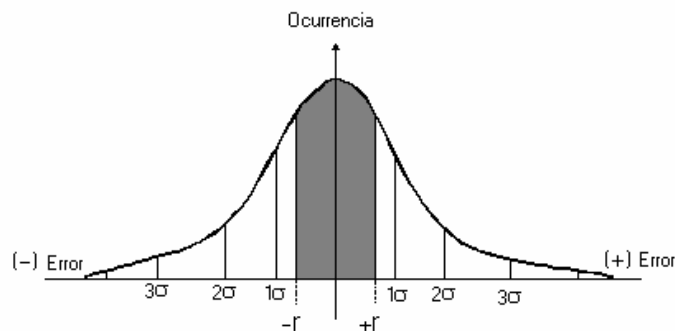


La ley normal de error o ley Gaussiana constituye la base del estudio analítico de los efectos aleatorios. Aunque el tratamiento matemático de estos temas va más allá del alcance de este texto, las siguientes proposiciones cualitativas se basan en la ley de distribución normal:

- Todas las observaciones incluyen pequeños efectos de la distorsión llamados errores aleatorios.
- Los errores aleatorios pueden ser positivos o negativos de o.
- Probabilidad de igual de heno de los positivos de aleatorios de errores negativos de o.

Por lo tanto cabe esperar que las observaciones del mas de incluyan de mediciones el o menos errores en mas el o menos cantidades iguales, del forma que el error el pequeño del seria total el y el valor medio seria el valor real del la medida inconstante.

- Hijo más probables los pequeños errores que los grandes.
- Los errores grandes son muy improbables.
- Hay igual probabilidad que ocurran errores positivos y negativos, de manera que la probabilidad de un error dado será simétrica alrededor de valor cero.



En la curva para la ley de distribución normal, las regiones sombreadas indican la región de error probable, donde $r = \pm 0.6745\sigma$

La curva de distribución de error de la figura anterior se basa en la ley de distribución normal y presenta una distribución simétrica de errores. Esta curva normal se considera como la forma que limita al histograma de la figura , en la cual el valor más probable del voltaje real es el valor medio igual a 100.0 v.

III

Instrumentos Básicos de Mediciones de CD y CA

Objetivo particular de la unidad

Analizar los principios de funcionamiento de los equipos de medición de ca y cd.

Habilidades por desarrollar en la unidad

Escribir la habilidad propuesta que se debe desarrollar en esta asignatura.

III.1 INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN DE CD Y CA

Saber en la Teoría (4 hrs.)

Describir el funcionamiento de los diferentes instrumentos de medición de CD y CA (galvanómetro, multímetro, amperímetro, voltímetro y osciloscopio).

Galvanómetro

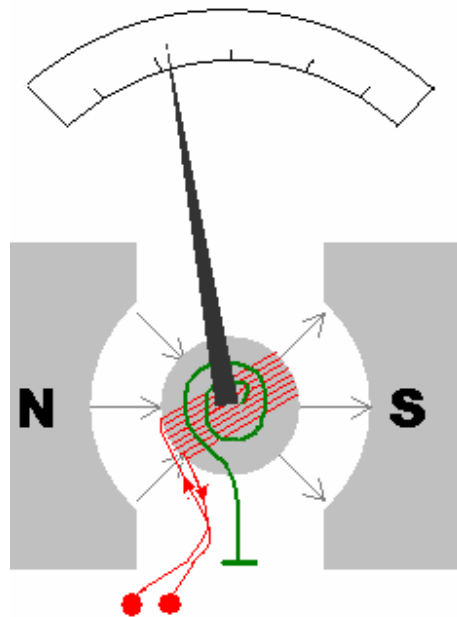
Los galvanómetros son aparatos que se emplean para indicar el paso de corriente eléctrica por un circuito y para la medida precisa de su intensidad.

Suelen estar basados en los efectos magnéticos o térmicos causados por el paso de la corriente.

En el caso de los magnéticos pueden ser de imán móvil o de cuadro móvil.

En un galvanómetro de imán móvil la aguja indicadora está asociada a un imán que se encuentra situado en el interior de una bobina por la que circula la corriente que tratamos de medir y que crea un campo magnético que, dependiendo del sentido de la misma, produce una atracción o repulsión del imán proporcional a la intensidad de dicha corriente.

En el galvanómetro de cuadro móvil el efecto es similar, difiriendo únicamente en que en este caso la aguja indicadora está asociada a una pequeña bobina, por la que circula la corriente a medir y que se encuentra en el seno del campo magnético producido por un imán fijo.



En el diagrama de la derecha está representado un galvanómetro de cuadro móvil, en el que en rojo se aprecia la bobina o cuadro móvil y en verde el resorte que hace que la aguja indicadora vuelva a la posición de reposo una vez que cesa el paso de corriente.

En el caso de los galvanómetros térmicos, lo que se pone de manifiesto es el alargamiento producido, al calentarse por el *Efecto Joule* al paso de la corriente, un hilo muy fino arrollado a un cilindro solidario con la aguja indicadora. Lógicamente el mayor o menor alargamiento es proporcional a la intensidad de la corriente

multímetro

Un multímetro, a veces también denominado polímetro, es un instrumento electrónico de medida que combina varias funciones en una sola unidad. Las funciones más comunes integradas en un multímetro son las de voltímetro, amperímetro y ohmetro.



Figura :Modelo de multímetro digital popular.

Conmutador alterna-continua: Se seleccionará una u otra opción dependiendo de la tensión (continua o alterna).

Selección de funciones: Determinamos que medida vamos a realizar; medida de resistencia (ohmios), de capacidad (condensadores), de tensión, o de corriente.

Diodos y continuidad: para la comprobación de diodos (obtenemos tensión de codo), y comprobación de continuidad (el circuito no está abierto).

Selección de escala: utilizaremos una escala superior al valor de la medida que vayamos a realizar. Si esta es desconocida, empezaremos por la escala mayor e iremos bajando sucesivamente hasta obtener el resultado de nuestra medida. Si la medida sobrepasa el valor de fondo de escala seleccionada, algunos polímetros suelen indicarlo mediante el parpadeo de las cifras que aparecen en el display.

Entrada: en ellas se conectan las puntas de medida (Ejemplos de distintas entradas y forma de conectar).

Ranuras de inserción del condensador: aquí insertamos el condensador cuya capacidad vamos a medir.

Medida de tensiones: No se deben medir tensiones (tanto continuas como alternas) más elevadas que las máximas que soporta el instrumento. Seleccionamos función (tensión), modo (AC/DC) y escala (en el caso de no saber el valor a medir empezaremos por la escala mayor). La medida de tensión siempre se realizará colocando el instrumento en paralelo con el circuito del cual se va a obtener la medida. Cuando midamos tensiones continuas hay que tener en cuenta la polaridad de los bornes de entrada (negro el negativo y rojo el positivo). Si las medidas son de tensión alterna el polímetro mide valores eficaces.

Medida de intensidades: No se deben medir intensidades más elevadas que las que soporta el instrumento. Seleccionamos función (intensidad), modo (AC/DC) y empezaremos con la mayor escala para ir bajando progresivamente hasta obtener la medida.

La medida de intensidad siempre se realizará colocando el instrumento en serie con el circuito del cual se va a obtener la medida.

Medida de resistencias: Antes de conectar la resistencia debemos asegurarnos de que no hay tensión actuando en la misma. Seleccionamos función (ohmios) y actuamos sobre la escala hasta obtener el valor de esta (la opción AC/DC es inoperante y no influye en las medidas).

Medida de capacitancias: Como función se suele seleccionar la opción de OHMIOS, y en modo AC. Es importante descargar el condensador antes de medir su capacidad. Cuando se trate de un condensador electrolítico tendremos que respetar la polaridad.

Comprobación de diodos: Seleccionamos función y aplicamos los terminales respetando la polaridad. Obtendremos la tensión de codo del diodo. Si el diodo está en corte suele aparecer en pantalla "0.0" y si está abierto "1". Nunca se debe medir en circuitos que estén funcionando.

Comprobación de continuidad: Seleccionamos función y aplicamos los terminales. El zumbador sonará cuando el circuito no esté cortado. El circuito a medir debe estar sin tensión durante esta comprobación.

Medidas de transistores: Con esta opción medimos la ganancia de corriente del transistor. Seleccionamos función (HFE), sacamos el transistor del circuito y lo insertamos en los orificios respetando su tipo (NPN o PNP) y los terminales (base, emisor y colector). Si un transistor NPN se inserta en el orificio de PNP (o viceversa) aparecerá una lectura nula, de forma que conseguimos identificar el tipo de transistor. Si las patillas no están insertadas correctamente (base, emisor y colector) el valor que obtenemos se acerca a cero.

Diodos LED: De la misma forma que con los diodos normales, si el polímetro tiene esta opción lo podemos aplicar a los diodos LED.

Niveles lógicos: Suelen permitir hacer medidas lógicas TTL. Para ello seleccionamos función (LOGIC), aplicamos los terminales y obtendremos un "1" lógico si está en nivel alto o un "0" lógico si se encuentra en nivel bajo

Ejemplo de otros marcas de multímetros



Multímetro PROAM modelo Mul – 280



Multímetro ESCORT modelo EDM-89

Multímetro analógico



Amperímetro

Un amperímetro es un instrumento que sirve para medir la intensidad de corriente que está circulando por un circuito eléctrico.

Los amperímetros, en esencia, están constituidos por un galvanómetro cuya escala ha sido graduada en amperios.

La corriente es una de las cantidades más importantes que uno quisiera medir en un circuito eléctrico. Se conoce como amperímetro al dispositivo que mide corriente. La corriente que se va a medir debe pasar directamente por el amperímetro, debido a que éste debe conectarse a la corriente. Los alambres deben cortarse para realizar las conexiones en el amperímetro.

Cuando use este instrumento para medir corrientes continuas, asegúrese de conectarlo de modo que la corriente entre en la terminal positiva del instrumento y salga en la terminal negativa. Idealmente, un amperímetro debe tener resistencia cero de manera que no altere la corriente que se va a medir. Esta condición requiere que la resistencia del

amperímetro sea pequeña comparada con $R_1 + R_2$. Puesto que cualquier amperímetro tiene siempre alguna resistencia, su presencia en el circuito reduce ligeramente la corriente respecto de su valor cuando el amperímetro no está presente.

Amperímetro de bobina móvil. La bobina móvil, teniendo en cuenta su delicada construcción, no puede conducir más que una pequeña fracción de amperio. Para valores mayores, la mayor parte de la corriente se hace por una derivación, o shunt, de baja resistencia en paralelo con el instrumento. La escala, sin embargo, se calibra generalmente para leer en ella la corriente total I , aun cuando la corriente I_1 , que pasa por la bobina sea sólo de unos cuantos miliamperios.

El shunt típico, consiste en una o más tiras de aleación de resistencia soldadas a bloques terminales de latón; el cable se atornilla a éstos, suministrándose los tornillos necesarios.

Las tiras se hacen a menudo de manganina que tiene un bajo coeficiente de temperatura. También, aunque no está representado en la figura, es útil conectar un resistor de recarga de coeficientes de temperatura despreciable, en serie con la bobina. De este modo, la distribución de corriente entre el instrumento y la derivación es afectada muy poco por la temperatura.

Otra posible fuente de error se debe a la corriente termoeléctrica establecida en el circuito local por una diferencia de temperatura entre los extremos de la derivación, que podría originarse por un calentamiento desigual de las conexiones con el cable. La manganina es también apropiada en este respecto, debido a su baja f.e.m. termoeléctrica con el latón.

Aunque la resistencia de la derivación para grandes corrientes es menor que para las pequeñas, la potencia absorbida es mayor, debido a que es proporcional al cuadrado de la corriente y a la resistencia. Para corrientes pequeñas la derivación se acomoda por lo general dentro de la caja del instrumento. Para corrientes intensas el gran tamaño necesario para una adecuada disipación del calor hace necesario el montaje externo, lo que tiene la ventaja que el instrumento puede encontrarse lejos de la derivación, incluso en un cuarto separado. (no es el último punto)

El aparato descrito corresponde al diseño original, ya que en la actualidad los amperímetros utilizan un conversor analógico/digital para la medida de la caída de tensión sobre una resistencia por la que circula la corriente a medir. La lectura del conversor es leída por un microprocesador que realiza los cálculos para presentar en un display numérico el valor de la corriente circulante.

Utilización

Para efectuar la medida de la intensidad de la corriente circulante el amperímetro ha de colocarse *en serie*, para que sea atravesado por dicha corriente. Esto nos lleva a que el amperímetro debe poseer una resistencia interna lo más pequeña posible, a fin de que no produzca una caída de tensión apreciable. Para ello, en el caso de instrumentos basados en los efectos electromagnéticos de la corriente eléctrica, estarán dotados de bobinas de hilo grueso y con pocas espiras.

En algunos casos, para permitir la medida de intensidades superiores a las que podrían soportar los devanados y órganos mecánicos del aparato sin destruirse, se les dota de una resistencia de muy pequeño valor colocada en paralelo con el devanado, de forma que solo pase por este una fracción de la corriente principal. A esta resistencia adicional se le denomina shunt.

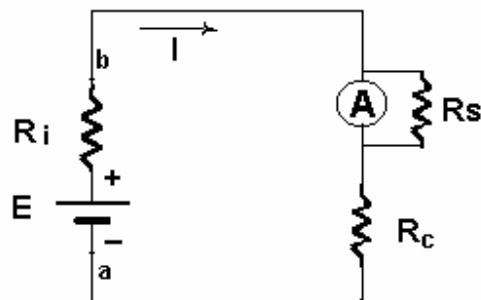


Figura 1.- Conexión de un amperímetro en un circuito

En la Figura 1 se puede observar la conexión de un amperímetro (**A**) en un circuito, por el que circula una corriente de intensidad (**I**).

Asimismo, se muestra la conexión de la resistencia *shunt* (**RS**).

El valor de **RS** se calcula en función del poder multiplicador (**n**) que queremos obtener y de la resistencia interna del amperímetro (**RA**) según la fórmula siguiente:

$$R_S = \frac{R_A}{n - 1}$$

Así si queremos que un amperímetro con resistencia interna de 5 ohmios, que, sin shunt, puede medir un máximo de 1 A pueda medir hasta 10 A, el shunt debe tener un poder multiplicador de 10, por tanto **RS** deberá ser de **5/9=0.555 Ω**.

Ejemplo de Amperímetro digital



Especificaciones generales.

Voltaje y frecuencia máximos entre cualquier terminal y tierra real: 600V, 400Hz fundamental

Temperatura de operación de -10°C a $+50^{\circ}\text{C}$.

Continuidad: La alarma se enciende a mayor igual a 30Ω y se apaga menor igual a 70Ω

Tiempo de estabilización de RMS: El convertidor de RMS tiene un tiempo de estabilización mayor para las lecturas <100 cuentas. La pantalla puede leer hasta 5 dígitos sin ningún voltaje ni corriente de entrada.

Detección real de RMS : La detección real de RMS proporciona lecturas más precisas en circuitos que contienen armónicas o formas de ondas distorsionadas. Un instrumento con una lectura real de RMS indica la corriente real que proporciona calor, que podría causar conductores, conexiones, cortacircuitos o transformadores sobrecalentados.

Voltímetro

El instrumento más utilizado para medir la diferencia de potencial (voltaje) es un galvanómetro que cuenta con una gran resistencia unida en serie a la bobina. Cuando se conecta un medidor de este tipo a una batería o a dos puntos de un circuito eléctrico entre los que existe una diferencia de potencial, circula una cantidad reducida de corriente (limitada por la resistencia en serie) a través del medidor. La corriente es proporcional al voltaje, que se puede medir si el galvanómetro se calibra para ello. Cuando se usa el tipo adecuado de resistencias en serie, un galvanómetro sirve para medir niveles muy distintos de voltajes. El instrumento más preciso para medir una fuerza electromotriz es el potenciómetro, que mide esta magnitud al compararla con una fuerza electromotriz variable y de valor conocido, opuesta a la que se quiere medir.

Para medir voltajes de corriente alterna se utilizan medidores de alterna con alta resistencia interior, o medidores similares con una fuerte resistencia en serie.

Los demás métodos de medición del voltaje utilizan tubos de vacío y circuitos electrónicos y resultan muy útiles para hacer mediciones a altas frecuencias. Un dispositivo de este tipo es el voltímetro de tubo de vacío. En la forma más simple de este tipo de voltímetro se rectifica una corriente alterna en un tubo de diodo y se mide la corriente rectificada con un galvanómetro convencional. Otros voltímetros de este tipo utilizan las características amplificadoras de los tubos de vacío para medir voltajes muy bajos. El osciloscopio de rayos catódicos se emplea también para hacer mediciones de voltaje, ya que la inclinación del haz de electrones es proporcional al voltaje aplicado a las placas o electrodos del tubo.

El voltímetro es un aparato que mide la diferencia de potencial entre dos puntos.

Para efectuar esta medida se coloca en paralelo entre los puntos cuya diferencia de potencial se desea medir.

La diferencia de potencial se ve afectada por la presencia del voltímetro. Para que este no influya en la medida, debe de desviar la mínima intensidad posible, por lo que la resistencia interna del aparato debe de ser grande.

Se representa con el símbolo:



Un voltímetro está constituido por un galvanómetro y una resistencia serie.

La resistencia interna del voltímetro es:

$$r_v = R_s + r_g$$

La diferencia de potencial se puede medir como:

$$\Delta V = I \cdot r_v$$

Como r_v es conocida, la medida de la intensidad I , permite obtener la diferencia de potencial.

La resistencia serie debe de ser grande, para que la intensidad que circule por el voltímetro sea despreciable.

Se puede cambiar de escala sin más que cambiar la resistencia serie.

Los voltímetros deben usarse en paralelo con la componente del circuito que se mide. A diferencia del medidor de corriente, el voltímetro está menos expuesto a ser dañado si se conectara incorrectamente. En los rangos más altos, la corriente que fluye a través del medidor se reduce considerablemente debido a su alta resistencia total inherente. Sin embargo la lectura resultará errónea si se conecta un voltímetro en serie con una componente de circuito en lugar de en paralelo.

Ejemplo de voltímetro digital de corriente alterna

Descripción

Instrumento digital diseñado para medir y presentar en forma digital una variable tensión de la corriente eléctrica. Es importante tener la tensión adecuada para la cual fueron diseñados los diferentes dispositivos conectados al sistema. Salirse de éste rango de operación puede ser motivo de deterioro de los mismos.



Cuando la tecnología nos permite saber, cual es la tensión, con bastante precisión, no se debe seguir con dispositivos que solo indican que “hay” tensión pero no exactamente cuánta.

Aplicaciones

El voltímetro es tal vez el instrumento que más aplicaciones tiene. Fuera de la función específica de medir un voltaje, existen muchos parámetros que se miden indirectamente con voltímetros por ejemplo:

- Velocidad por medio de taco – generadores.
- Frecuencia por medio también de taco – generadores.
- Presión usando sensores cuya resistencia varia con la presión como es el caso de los indicadores usados por la industria automotriz.
- Temperatura, un caso similar al anterior.

Beneficios

- Valores fáciles de leer,
- Mayor exactitud
- Alta impedancia de entrada
- Ajuste automático del cero
- Auto cero
- Amplia gama de rangos voltaje de censado
- Amplia gama de voltajes auxiliares

Características

Su instalación del voltímetro es bastante sencilla. En la parte de atras del equipo se encuentra una regleta de cuatro puntos para las conexiones.

La entrada de la fuente de alimentación se hace por medio de los puntos 1 y 2 : 115 VAC o cualquier otro voltaje auxiliar. La señal de sensado se tiene en los puntos 3 y 4.

El voltaje de alimentación auxiliar, definir si es corriente alterna o corriente continua.

Relación de la señal a medir si usted va a usar transformador de medición.

Especificaciones

Escalas y resolución para lectura directa:

0-199.9 mV (0.1 mV)

0-1.999 V (1 mV)

0-19.99 V (10 mV)

0-199.9 V (0.1 V)

0- 1999 V (1 V)

Escalas y resolución para lectura con transformadores de potencial (no incluidos):

0-1.999 kV (1 V)

0-19.99 kV (10 V)

0-199.9 kV (100 V)

0-1999 kV (1 kV)

Impedancia de entrada: Mayor de 1 mega ohmios

Tipo de medición:

Modelo de valor promedio, y

Modelo de valor rms.

Exactitud : $\pm 1\%$ de la escala ± 1 dígito

El osciloscopio

El osciloscopio es un instrumento que permite visualizar fenómenos transitorios así como formas de ondas en circuitos eléctricos y electrónicos. Por ejemplo en el caso de los televisores, las formas de las ondas encontradas de los distintos puntos de los circuitos están bien definidas, y mediante su análisis podemos diagnosticar con facilidad cuáles son los problemas del funcionamiento.

Los osciloscopios son de los instrumentos más versátiles que existen y los utilizan desde técnicos de reparación de televisores hasta médicos. Un osciloscopio puede medir un gran número de fenómenos, provisto del transductor adecuado (un elemento que convierte una magnitud física en señal eléctrica) será capaz de darnos el valor de una presión, ritmo cardíaco, potencia de sonido, nivel de vibraciones en un coche, etc.

Es importante que el osciloscopio utilizado permita la visualización de señales de por lo menos 4,5 ciclos por segundo, lo que permite la verificación de etapas de video, barrido vertical y horizontal y hasta de fuentes de alimentación.

Si bien el más común es el osciloscopio de trazo simple, es mucho mejor uno de trazo doble en el que más de un fenómeno o forma de onda pueden visualizarse simultáneamente.

El funcionamiento del osciloscopio está basado en la posibilidad de desviar un haz de electrones por medio de la creación de campos eléctricos y magnéticos.

En la mayoría de osciloscopios, la desviación electrónica, llamada deflexión, se consigue mediante campos eléctricos. Ello constituye la deflexión electrostática.

Una minoría de aparatos de osciloscopía especializados en la visualización de curvas de respuesta, emplean el sistema de deflexión electromagnética, igual al usado en televisión. Este último tipo de osciloscopio carece de control del tiempo de exploración.

El proceso de deflexión del haz electrónico se lleva a cabo en el vacío creado en el interior del llamado tubo de rayos catódicos (TRC). En la pantalla de éste es donde se visualiza la información aplicada.

El tubo de rayos catódicos de deflexión electrostática está dotado con dos pares de placas de deflexión horizontal y vertical respectivamente, que debidamente controladas hacen posible la representación sobre la pantalla de los fenómenos que se desean analizar.

Esta representación se puede considerar inscrita sobre unas coordenadas cartesianas en las que los ejes horizontal y vertical representan tiempo y tensión respectivamente. La escala de cada uno de los ejes cartesianos grabados en la pantalla, puede ser cambiada de modo independiente uno de otro, a fin de dotar a la señal de la representación más adecuada para su medida y análisis.

Las dimensiones de la pantalla del TRC están actualmente normalizadas en la mayoría de instrumentos, a 10 cm en el eje horizontal (X) por 8 cm en el eje vertical (Y). Sobre la pantalla se encuentran grabadas divisiones de 1 cm cuadrado, bien directamente sobre el TRC o sobre una pieza superpuesta a él, en la que se encuentra impresa una retícula de 80 cm cuadrados. En esta retícula es donde se realiza la representación de la señal aplicada al osciloscopio.

El osciloscopio, como aparato muy empleado que es, se encuentra representado en el mercado de instrumentos bajo muchas formas distintas, no sólo en cuanto al aspecto puramente físico sino en cuanto a sus características internas y por tanto a sus prestaciones y posibilidades de aplicación de las mismas.

No obstante, a pesar de las posibles diferencias existentes, todos los osciloscopios presentan unos principios de funcionamiento comunes. Los de uso más generalizado son los que podríamos definir como "osciloscopios básicos".

Con el osciloscopio se pueden visualizar formas de ondas de señales alternantes, midiendo su voltaje pico a pico, medio y rms.

En el anterior dibujo se ve el esquema de bloques de un osciloscopio de tipo básico. Según se observa en este dibujo, los circuitos fundamentales son los siguientes:

- Atenuador de entrada vertical
- Amplificador de vertical
- Etapa de deflexión vertical
- Amplificador de la muestra de disparo (trigger)
- Selector del modo de disparo (interior o exterior)
- Amplificador del impulso de disparo
- Base de tiempos
- Amplificador del impulso de borrado
- Etapa de deflexión horizontal
- Tubo de rayos catódicos
- Circuito de alimentación.

Una corriente alterna es aquella que cambia constantemente de valor e invierte su dirección a intervalos regulares. En el caso de un alternador, esos cambios son resultado de la rotación de la armadura o inducido, ya que cada vuelta del alambre del embobinado corta las líneas de fuerza del campo magnético en una dirección y luego en la dirección opuesta, ocasionando así que los electrones se muevan alternativamente en una dirección y luego en la dirección contraria.

De acuerdo con esto, una alternación es el cambio de intensidad que sufre una corriente alterna mientras se mueve en una dirección, creciendo su intensidad de cero a su valor máximo y volviendo nuevamente a cero. Dos alternaciones, una en una dirección y la otra en la dirección contraria o negativa, forman un ciclo. En un alternador de dos polos, cuando la armadura haya efectuado una revolución completa habrá recorrido 360° eléctricos y habrá ocurrido un ciclo. El número de ciclos que ocurren durante un segundo constituye la frecuencia de la corriente alterna, la cual se simboliza con la letra f . Otro parámetro importante de la corriente alterna es el periodo, que se simboliza con la letra T , el periodo y la frecuencia son recíprocos el uno del otro, cumpliéndose la siguiente ecuación:

La frecuencia se mide usualmente en ciclos por segundo o Hertzios (Hz). En la siguiente figura nos podemos hacer una idea más clara del periodo y la frecuencia de una onda:

Tipos de osciloscopios

Los equipos electrónicos se dividen en dos tipos: Analógicos y Digitales. Los primeros trabajan con variables continuas mientras que los segundos lo hacen con variables discretas. Los primeros trabajan directamente con la señal aplicada, está una vez amplificada desvía un haz de electrones en sentido vertical proporcionalmente a su valor. En contraste los osciloscopios digitales utilizan previamente un conversor analógico-digital (A/D) para almacenar digitalmente la señal de entrada, reconstruyendo posteriormente esta información en la pantalla.

Ambos tipos tienen sus ventajas e inconvenientes. Los analógicos son preferibles cuando es prioritario visualizar variaciones rápidas de la señal de entrada en tiempo real. Los osciloscopios digitales se utilizan cuando se desea visualizar y estudiar eventos no repetitivos (picos de tensión que se producen aleatoriamente).

Osciloscopios analógicos

Cuando se conecta la sonda a un circuito, la señal atraviesa esta última y se dirige a la sección vertical. Dependiendo de donde situemos el mando del amplificador vertical atenuaremos la señal ó la amplificaremos. En la salida de este bloque ya se dispone de la

suficiente señal para atacar las placas de deflexión verticales y que son las encargadas de desviar el haz de electrones, que surge del cátodo e impacta en la capa fluorescente del interior de la pantalla, en sentido vertical. Hacia arriba si la tensión es positiva con respecto al punto de referencia (GND) ó hacia abajo si es negativa.

La señal también atraviesa la sección de disparo para de esta forma iniciar el barrido horizontal (este es el encargado de mover el haz de electrones desde la parte izquierda de la pantalla a la parte derecha en un determinado tiempo). El trazado (recorrido de izquierda a derecha) se consigue aplicando la parte ascendente de un diente de sierra a las placas de deflexión horizontal, y puede ser regulable en tiempo actuando sobre el mando TIME-BASE. El trazado (recorrido de derecha a izquierda) se realiza de forma mucho más rápida con la parte descendente del mismo diente de sierra.

De esta forma la acción combinada del trazado horizontal y de la deflexión vertical traza la gráfica de la señal en la pantalla. La sección de disparo es necesaria para estabilizar las señales repetitivas (se asegura que el trazado comience en el mismo punto de la señal repetitiva).

Como conclusión para utilizar de forma correcta un osciloscopio analógico necesitamos realizar tres ajustes básicos:

La atenuación ó amplificación que necesita la señal. Utilizar el mando AMPL para ajustar la amplitud de la señal antes de que sea aplicada a las placas de deflexión vertical. Conviene que la señal ocupe una parte importante de la pantalla sin llegar a sobrepasar los límites.

La base de tiempos. Utilizar el mando TIME-BASE para ajustar lo que representa en tiempo una división en horizontal de la pantalla. Para señales repetitivas es conveniente que en la pantalla se puedan observar aproximadamente un par de ciclos.

Disparo de la señal. Utilizar los mandos TRIGGER LEVEL (nivel de disparo) y TRIGGER SELECTOR (tipo de disparo) para estabilizar lo mejor posible señales repetitivas.

Por supuesto, también deben ajustarse los controles que afectan a la visualización: FOCUS (enfoque), INTENS (intensidad) nunca excesiva, Y-POS (posición vertical del haz) y X-POS (posición horizontal del haz).

Osciloscopios digitales

Los osciloscopios digitales poseen además de las secciones explicadas anteriormente un sistema adicional de proceso de datos que permite almacenar y visualizar la señal.

Cuando se conecta la sonda de un osciloscopio digital a un circuito, la sección vertical ajusta la amplitud de la señal de la misma forma que lo hacía el osciloscopio analógico.

El conversor analógico-digital del sistema de adquisición de datos hace un muestreo la señal a intervalos de tiempo determinados y convierte la señal de voltaje continua en una serie de valores digitales llamados muestras. En la sección horizontal una señal de reloj determina cuando el conversor A/D toma una muestra. La velocidad de este reloj se denomina velocidad de muestreo y se mide en muestras por segundo.

Los valores digitales muestreados se almacenan en una memoria como puntos de señal. El número de los puntos de señal utilizados para reconstruir la señal en pantalla se denomina registro. La sección de disparo determina el comienzo y el final de los puntos de señal en el registro. La sección de visualización recibe estos puntos del registro, una vez almacenados en la memoria, para presentar en pantalla la señal.

Dependiendo de las capacidades del osciloscopio se pueden tener procesos adicionales sobre los puntos muestreados, incluso se puede disponer de un predisparo, para observar procesos que tengan lugar antes del disparo.

Fundamentalmente, un osciloscopio digital se maneja de una forma similar a uno analógico, para poder tomar las medidas se necesita ajustar el mando AMPL, el mando TIME-BASE así como los mandos que intervienen en el disparo.

Terminología

Existe un término general para describir un patrón que se repite en el tiempo: onda. Existen ondas de sonido, ondas oceánicas, ondas cerebrales y por supuesto, ondas de tensión. Un osciloscopio mide estas últimas. Un ciclo es la mínima parte de la onda que se repite en el tiempo. Una forma de onda es la representación gráfica de una onda. Una forma de onda de tensión siempre se presentará con el tiempo en el eje horizontal (X) y la amplitud en el eje vertical (Y).

La forma de onda nos proporciona una valiosa información sobre la señal. En cualquier momento podemos visualizar la altura que alcanza y, por lo tanto, saber si el voltaje ha cambiado en el tiempo (si observamos, por ejemplo, una línea horizontal podremos concluir que en ese intervalo de tiempo la señal es constante). Con la pendiente de las líneas diagonales, tanto en flanco de subida como en flanco de bajada, podremos conocer la velocidad en el paso de un nivel a otro, pueden observarse también cambios repentinos de la señal (ángulos muy agudos) generalmente debidos a procesos transitorios.



Ejemplo de un osciloscopio Digital Tektronix modelo TDS 1000

Tipos de ondas

Se pueden clasificar las ondas en los cuatro tipos siguientes:

- Ondas senoidales
- Ondas cuadradas y rectangulares
- Ondas triangulares y en diente de sierra.
- Pulsos y flancos ó escalones.

Ondas senoidales

Son las ondas fundamentales y eso por varias razones: Poseen unas propiedades matemáticas muy interesantes (por ejemplo con combinaciones de señales senoidales de diferente amplitud y frecuencia se puede reconstruir cualquier forma de onda), la señal

que se obtiene de las tomas de corriente de cualquier casa tienen esta forma, las señales de test producidas por los circuitos osciladores de un generador de señal son también senoidales, la mayoría de las fuentes de potencia en AC (corriente alterna) producen señales senoidales.

La señal senoidal amortiguada es un caso especial de este tipo de ondas y se producen en fenómenos de oscilación, pero que no se mantienen en el tiempo.

Ondas cuadradas y rectangulares

Las ondas cuadradas son básicamente ondas que pasan de un estado a otro de tensión, a intervalos regulares, en un tiempo muy reducido. Son utilizadas usualmente para probar amplificadores (esto es debido a que este tipo de señales contienen en sí mismas todas las frecuencias). La televisión, la radio y los ordenadores utilizan mucho este tipo de señales, fundamentalmente como relojes y temporizadores.

Las ondas rectangulares se diferencian de las cuadradas en no tener iguales los intervalos en los que la tensión permanece a nivel alto y bajo. Son particularmente importantes para analizar circuitos digitales.

Ondas triangulares y en diente de sierra

Se producen en circuitos diseñados para controlar voltajes linealmente, como pueden ser, por ejemplo, el barrido horizontal de un osciloscopio analógico ó el barrido tanto horizontal como vertical de una televisión. Las transiciones entre el nivel mínimo y máximo de la señal cambian a un ritmo constante. Estas transiciones se denominan rampas.

La onda en diente de sierra es un caso especial de señal triangular con una rampa descendente de mucha más pendiente que la rampa ascendente.

Pulsos y flancos ó escalones

Señales, como los flancos y los pulsos, que solo se presentan una sola vez, se denominan señales transitorias. Un flanco ó escalón indica un cambio repentino en el voltaje, por ejemplo cuando se conecta un interruptor de alimentación. El pulso indicaría, en este mismo ejemplo, que se ha conectado el interruptor y en un determinado tiempo se ha desconectado. Generalmente el pulso representa un bit de información atravesando un circuito de un ordenador digital ó también un pequeño defecto en un circuito (por ejemplo un falso contacto momentáneo). Es común encontrar señales de este tipo en ordenadores, equipos de rayos X y de comunicaciones.

Voltaje

Voltaje es la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos de un circuito. Normalmente uno de esos puntos suele ser masa (GND, 0v), pero no siempre, por ejemplo se puede medir el voltaje pico a pico de una señal (V_{pp}) como la diferencia entre el valor máximo y mínimo de esta. La palabra amplitud significa generalmente la diferencia entre el valor máximo de una señal y masa. En la serie de valores que experimenta una corriente alterna o una fuerza electromotriz senoidal, en el transcurso de un ciclo, el más alto posible es cuando el inductor corta el mayor número posible de líneas de fuerza. Este valor se denomina "Valor máximo" y es positivo a 90° y negativo a 270° eléctricos. Se llama valor instantáneo al valor de la corriente o del voltaje en un momento cualquiera. El valor máximo es un valor instantáneo, lo mismo que el valor de cero y cualquier otro comprendido entre estos dos.

Desde el punto de vista práctico, es de gran importancia el "valor efectivo" o rms, que es el valor que registran los instrumentos de medición para corriente alterna. El valor

rms es el que produce el mismo efecto térmico (de calor) que el de una corriente directa. Así, por ejemplo, si una corriente directa de 5 amperios calienta el agua de una vasija a una temperatura de 90 ° C, una corriente alterna que produzca la misma elevación de temperatura tendrá un valor efectivo o rms de 5 amperios.

El valor medio de una onda alterna senoidal pura es cero, dado que la semionda positiva es igual y de signo contrario a la semionda negativa. De ahí que cuando se habla de valor medio siempre se refiera al valor medio de una semionda. El valor medio de una senoide simétrica se define como la media algebraica de los valores instantáneos durante un semiperiodo. También podemos decir que el valor medio es una ordenada tal que el área del rectángulo a que da lugar es igual al área del semiperiodo. Se representa añadiendo el subíndice med a la letra mayúscula de la magnitud de la cual se trate, Emed, Imed, Pmed, etcétera. Tiene por expresión matemática:

Relaciones entre los valores pico a pico, máximo y efectivo

El valor máximo es la mitad del valor pico a pico, y el valor rms se obtiene dividiendo el valor pico a pico por $\sqrt{2}$, por ejemplo si obtenemos en una medición un valor de voltaje pico a pico de 18 voltios y deseamos obtener el valor máximo y el valor rms, procederemos como sigue:

Luego el voltaje máximo en nuestro ejemplo es de 9 voltios, el voltaje rms es de 6,364 voltios y el voltaje medio es de 5,730 voltios.

Fase

La fase se puede explicar mucho mejor si consideramos la forma de onda senoidal. La onda senoidal se puede extraer de la circulación de un punto sobre un círculo de 360 °. Un ciclo de la señal senoidal abarca los 360 °.

Cuando se comparan dos señales senoidales de la misma frecuencia puede ocurrir que ambas no estén en fase, o sea, que no coincidan en el tiempo los pasos por puntos equivalentes de ambas señales. En este caso se dice que ambas señales están desfasadas, pudiéndose medir el desfase con una simple regla de tres:

Siendo t el tiempo de retraso entre una señal y otra.

Parámetros que influyen en la calidad de un osciloscopio

Ancho de Banda

Especifica el rango de frecuencias en las que el osciloscopio puede medir con precisión. Por convenio el ancho de banda se calcula desde 0Hz (continua) hasta la frecuencia a la cual una señal de tipo senoidal se visualiza a un 70.7% del valor aplicado a la entrada (lo que corresponde a una atenuación de 3dB).

Tiempo de subida

Es otro de los parámetros que nos dará, junto con el anterior, la máxima frecuencia de utilización del osciloscopio. Es un parámetro muy importante si se desea medir con fiabilidad pulsos y flancos (recordar que este tipo de señales poseen transiciones entre niveles de tensión muy rápidas). Un osciloscopio no puede visualizar pulsos con tiempos de subida más rápidos que el suyo propio.

Sensibilidad vertical

Indica la facilidad del osciloscopio para amplificar señales débiles. Se suele proporcionar en mV por división vertical, normalmente es del orden de 5 mV/div (llegando hasta 2 mV/div).

Velocidad

Para osciloscopios analógicos esta especificación indica la velocidad máxima del barrido horizontal, lo que nos permitirá observar sucesos más rápidos. Suele ser del orden de nanosegundos por división horizontal.

Exactitud en la ganancia

Indica la precisión con la cual el sistema vertical del osciloscopio amplifica ó atenúa la señal. Se proporciona normalmente en porcentaje máximo de error.

Exactitud de la base de tiempos

Indica la precisión en la base de tiempos del sistema horizontal del osciloscopio para visualizar el tiempo. También se suele dar en porcentaje de error máximo.

Resolución vertical

Se mide en bits y es un parámetro que nos da la resolución del conversor A/D del osciloscopio digital. Nos indica con que precisión se convierten las señales de entrada en valores digitales almacenados en la memoria. Técnicas de cálculo pueden aumentar la resolución efectiva del osciloscopio.

Funcionamiento del Osciloscopio

Los siguientes son los pasos para el correcto manejo del osciloscopio:

Poner a tierra

Una buena conexión a tierra es muy importante para realizar medidas con un osciloscopio. Por seguridad es obligatorio colocar a tierra el osciloscopio. Si se produce un contacto entre un alto voltaje y la carcasa de un osciloscopio no puesto a tierra, cualquier parte de la carcasa, incluidos los mandos, puede producirle un peligroso shock. Mientras que un osciloscopio bien colocado a tierra, la corriente, que en el anterior caso atravesaría al usuario, se desvía a la conexión de tierra.

Para conectar a tierra un osciloscopio se necesita unir el chasis del osciloscopio con el punto de referencia neutro de tensión (comúnmente llamado tierra). Esto se consigue empleando cables de alimentación con tres conductores (dos para la alimentación y uno para la toma de tierra).

El osciloscopio necesita, por otra parte, compartir la misma masa con todos los circuitos bajo prueba a los que se conecta.

Algunos osciloscopios pueden funcionar a diferentes tensiones de red y es muy importante asegurarse que esta ajustado a la misma de la que disponemos en las tomas de tensión. Ponerse a tierra uno mismo. Si se trabaja en circuitos integrados (ICs), especialmente del tipo CMOS, es necesario colocarse a tierra uno mismo. Esto es debido a que ciertas partes de estos circuitos integrados son susceptibles de estropearse con la tensión estática que almacena nuestro propio cuerpo. Para resolver este problema se puede emplear una correa conductora que se conectará debidamente a tierra, descargando la electricidad estática que posea su cuerpo.

Ajuste inicial de los controles

Después de conectar el osciloscopio a la toma de red y de alimentarlo pulsando en el interruptor de encendido:

Es necesario familiarizarse con el panel frontal del osciloscopio. Todos los osciloscopios disponen de tres secciones básicas que llamaremos: Vertical, Horizontal, y Disparo. Dependiendo del tipo de osciloscopio empleado en particular, podemos disponer de otras secciones.

Existen unos conectores BNC, donde se colocan las sondas de medida.

La mayoría de los osciloscopios actuales disponen de dos canales etiquetados normalmente como I y II (ó A y B). El disponer de dos canales nos permite comparar señales de forma muy cómoda.

Algunos osciloscopios avanzados poseen un interruptor etiquetado como AUTOSET ó PRESET que ajustan los controles en un solo paso para ajustar perfectamente la señal a la pantalla. Si el osciloscopio no posee esta característica, es importante ajustar los diferentes controles del aparato a su posición standard antes de proceder a medir.

Estos son los pasos más recomendables:

- Ajustar el osciloscopio para visualizar el canal I. (Al mismo tiempo se colocará como canal de disparo el I).
- Ajustar a una posición intermedia la escala voltios/división del canal I (por ejemplo 1v/cm).
- Colocar en posición calibrada el mando variable de voltios/división (potenciómetro central).
- Desactivar cualquier tipo de multiplicadores verticales.
- Colocar el conmutador de entrada para el canal I en acoplamiento DC.
- Colocar el modo de disparo en automático.
- Desactivar el disparo retardado al mínimo ó desactivado.
- Situar el control de intensidad al mínimo que permita apreciar el trazo en la pantalla, y el trazo de focus ajustado para una visualización lo más nítida posible (generalmente los mandos quedaran con la señalización cercana a la posición vertical).

Sondas de medida

Con los pasos detallados anteriormente, ya estamos en condiciones de conectar la sonda de medida al conector de entrada del canal I. Es muy importante utilizar las sondas diseñadas para trabajar específicamente con el osciloscopio. Una sonda no es, ni mucho menos, un cable con una pinza, sino que es un conector específicamente diseñado para evitar ruidos que puedan perturbar la medida.

Además, las sondas se construyen para que tengan un efecto mínimo sobre el circuito de medida. Esta facultad de las sondas recibe el nombre de efecto de carga, para minimizarla se utiliza un atenuador pasivo, generalmente de x10.

Este tipo de sonda se proporciona generalmente con el osciloscopio y es una excelente sonda de utilización general. Para otros tipos de medidas se utilizan sondas especiales, como pueden ser las sondas de corriente ó las activas.

Sondas pasivas

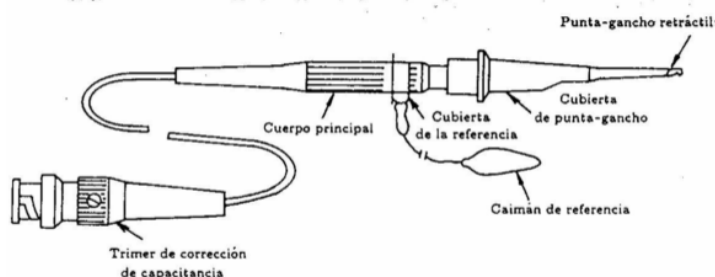
La mayoría de las sondas pasivas están marcadas con un factor de atenuación, normalmente 10X ó 100X. Por convenio los factores de atenuación aparecen con el signo X detrás del factor de división. En contraste los factores de amplificación aparecen con el signo X delante (X10 ó X100).

La sonda más utilizada posiblemente sea la 10X, reduciendo la amplitud de la señal en un factor de 10. Su utilización se extiende a partir de frecuencias superiores a 5 KHz y con niveles de señal superiores a 10 mV. La sonda 1X es similar a la anterior pero introduce más carga en el circuito de prueba, pero puede medir señales con menor nivel. Por comodidad de uso se han introducido sondas especiales con un conmutador que permite una utilización 1X ó 10X. Cuando se utilicen este tipo de sondas hay que asegurarse de la posición de este conmutador antes de realizar una medida.

Compensación de la sonda

Antes de utilizar una sonda atenuadora 10X es necesario realizar un ajuste en frecuencia para el osciloscopio en particular sobre el que se vaya a trabajar. Este ajuste se denomina compensación de la sonda y consta de los siguientes pasos.

- Conectar la sonda a la entrada del canal I.
- Conectar la punta de la sonda al punto de señal de compensación (La mayoría de los osciloscopios disponen de una toma para ajustar las sondas, en caso contrario será necesario utilizar un generador de onda cuadrada).
- Conectar la pinza de cocodrilo de la sonda a masa.
- Observar la señal cuadrada de referencia en la pantalla.
- Con el destornillador de ajuste, actuar sobre el condensador de ajuste hasta observar una señal cuadrada perfecta.



a) Punta de prueba.

Sondas activas

Proporcionan una amplificación antes de aplicar la señal a la entrada del osciloscopio. Pueden ser necesarias en circuitos con una potencia de salida muy baja. Este tipo de sondas necesitan para operar una fuente de alimentación.

Sondas de corriente

Posibilitan la medida directa de las corrientes en un circuito. Las hay para medida de corriente alterna y continua. Poseen una pinza que abarca el cable a través del cual se desea medir la corriente. Al no situarse en serie con el circuito causan muy poca interferencia en él.

¿Qué podemos hacer con un osciloscopio?.

- Medir directamente la tensión (voltaje) de una señal.
- Medir directamente el periodo de una señal.
- Determinar indirectamente la frecuencia de una señal.
- Medir la diferencia de fase entre dos señales.
- Determinar que parte de la señal es DC y cual AC.
- Localizar averías en un circuito.
- Determinar que parte de la señal es ruido y como varía este en el tiempo.

Medida de tensiones con el Osciloscopio

Las pantallas de los Osciloscopios vienen calibradas con un reticulado de modo que en función de las ganancias seleccionadas para los circuitos internos, podemos usarlas como referencias para medir tensiones. Así si la llave selectora de ganancia estuviera en la posición de 1V/div, lo que corresponde a 1 voltio por cada división, bastará centrar la señal para poder obtener diversas lecturas sobre su intensidad a partir de la forma de onda.

En la figura por ejemplo, tenemos un ejemplo de señal de 3 voltios de tensión máxima o 6 voltios de tensión pico a pico, si la llave selectora está en la posición 1V/div.

Este procedimiento no sólo se aplica a señales alternadas. También las tensiones continuas pueden medirse con el osciloscopio. Una vez centrado el trazo en la pantalla, aplicamos en la entrada vertical la tensión que queremos medir. El alejamiento del trazo en la vertical (para arriba o para abajo) va a depender de la tensión de entrada.

Si la señal analizada tiene forma de onda conocida —senoidal, triangular, rectangular— además de los valores de pico resulta fácil obtener otros valores como por ejemplo el valor medio, el valor rms. Del mismo modo si se trata de una señal de audio de forma conocida, también podemos calcular la potencia.

En cada una de las posiciones del atenuador vertical, se puede leer directamente la tensión necesaria para desviar el trazo un centímetro, en sentido vertical. Esto nos permite realizar mediciones de tensión sobre la pantalla, tanto de continua como de alterna. En ambos casos, se situará el conmutador de acoplamiento en la posición adecuada. La medida de una tensión alterna se realizará contando los centímetros o cuadros de la retícula que ocupa la señal sobre la pantalla, multiplicándolos por el factor de conversión seleccionado con el conmutador de vertical, teniendo en cuenta que cuanto mayor sea el espacio ocupado por la señal, sobre la pantalla, más fiable será la medida realizada.

Al realizar una medida de tensión continua, o bien su componente dentro de una forma de onda, lo que mediremos será el desplazamiento vertical que experimenta la deflexión a partir de una determinada referencia. Este desplazamiento nos indicará además, la polaridad de la tensión continua medida, según sea hacia la parte superior de la retícula (tensión positiva) o hacia la parte inferior (tensión negativa).

Medida de Tiempos con el Osciloscopio

La distancia respecto al tiempo, entre dos puntos determinados, se puede calcular a partir de la distancia física en centímetros existente entre dichos puntos y multiplicándola por el factor indicado en el conmutador de la base de tiempos. En el ejemplo anterior si la llave selectora de intervalo de tiempo estuviera en .01 segundo, el tiempo del ciclo dibujado sería de .1 segundo, es decir, esta sería una onda de periodo igual a .1 segundo.

Medida de frecuencia

La frecuencia propia de una señal determinada se puede medir sobre un osciloscopio con arreglo a dos métodos distintos:

1. A partir de la medida de un período de dicha señal según la aplicación del método anterior y empleando la fórmula:
2. Mediante la comparación entre una frecuencia de valor conocido y la que deseamos conocer.

En este caso el osciloscopio se hace trabajar en régimen X/Y (Deflexión exterior). Aplicando cada una de las señales, a las entradas "X" e "Y" del osciloscopio y en el caso de que exista una relación armónica completa entre ambas, se introduce en la pantalla una de las llamadas "figuras de Lissajous", a la vista de la cual se puede averiguar el número de veces que una frecuencia contiene a la otra y por lo tanto deducir el valor de la frecuencia desconocida.

Medida de fase

El sistema anterior de medida de frecuencia mediante el empleo de las "curvas de Lissajous", se puede utilizar igualmente para averiguar el desfase en grados existente entre dos señales distintas de la misma frecuencia. Hacemos trabajar el osciloscopio con deflexión horizontal exterior, aplicando a sus entradas horizontal y vertical (X/Y) las dos señales que se desean comparar.

Mediante esta conexión se formará en la pantalla una "curva de Lissajous" que debidamente interpretada nos dará la diferencia de fase existente entre las dos formas de onda que se comparan.

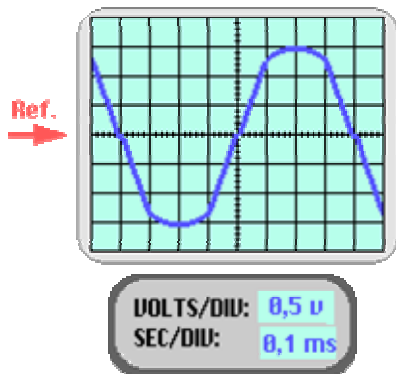
En los anteriores dibujos, se dan algunos ejemplos de este sistema de aplicación.

Aparte de los ejemplos de medida anteriores, en el caso de que se requiera una mayor precisión en la medida de un desfase y empleando igualmente las curvas de Lissajous.

Si se dispone de un osciloscopio con doble canal vertical, se puede también medir el desfase entre dos señales de igual frecuencia, mediante la aplicación a cada canal vertical de una de las señales que se desea comparar.

El osciloscopio trabaja en este caso con su propia deflexión horizontal, con lo que se podrán comparar las señales y apreciar su grado de desfase.

EJEMPLOS



TENSIÓN ALTERNA Y FRECUENCIA

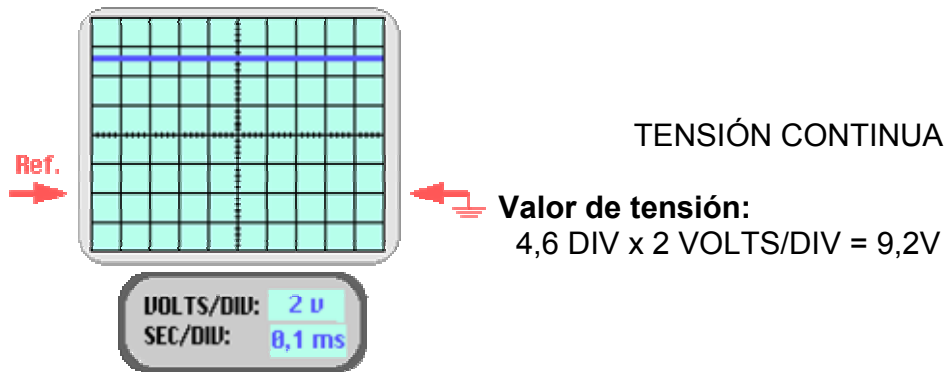
Tensión de pico:

$$3 \text{ DIV} \times 0,5 \text{ VOLTS/DIV} = 1,5 \text{ V (de pico)}$$

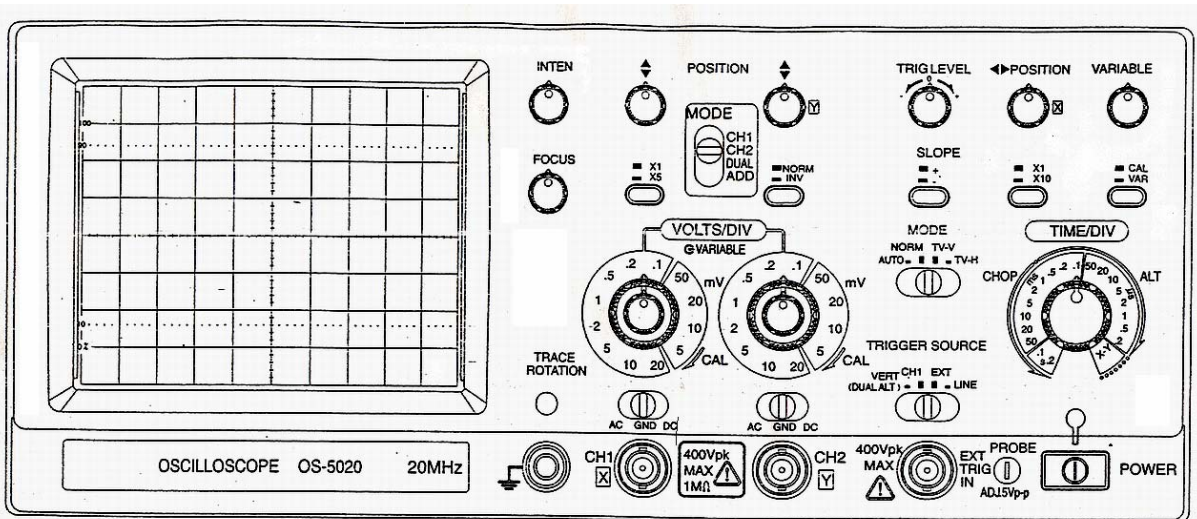
Tensión pico-pico: $V_{p-p} = 3 \text{ V}$

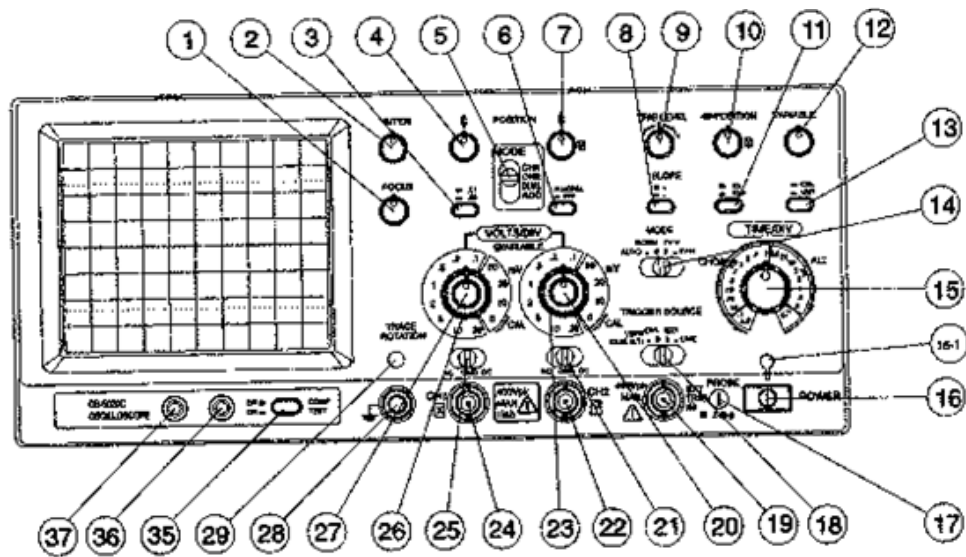
$$\text{Frecuencia: } 8 \text{ DIV} \times 0,1 \text{ ms} = 0,8 \text{ ms}$$

$$f = 1/T = 1/0,8\text{ms} = 1250 \text{ Hz}$$

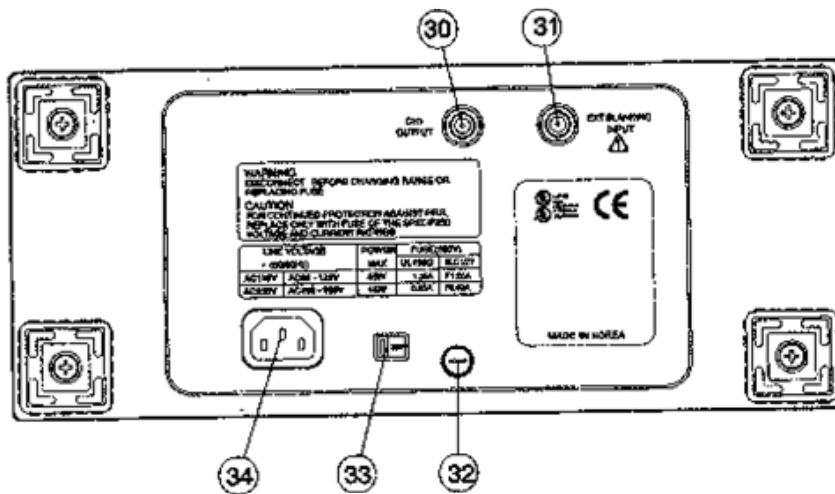


OSCILOSCOPIO EZ DIGITAL
 MODELO OS-5020 DE 20MHZ





(a) FRONT PANEL



(b) REAR PANEL

PANTALLA Y BLOQUES DE ALIMENTACIÓN

(16) POWER SWITCH	el interruptor de encendido, on cuando se encuentra oprimido y off cuando se encuentra liberado
(16-1) POWER LIGHT	Indica si el osciloscopio se encuentra encendido
(2) INTEN	Ajusta el brillo del despliegue de CRT. Al girarlo en el sentido de las agujas del reloj aumenta brillo.
(1) ENFOQUE	Para obtener la mayor nitidez de la señal en CRT
(29) ROTACIÓN	Permite ajuste con un destornillador la alineación de la señal a las líneas horizontales del CRT.
(33) SELECCIÓN DE VOLTAJE	Cambian el rango de voltaje de alimentación del osciloscopio, puede ser 115v (98v-125v) ó 230v (198v-250v).
(34) CONECTOR DE ALIMENTACION	Conector polarizado hembra para la alimentación de CA Permite retirar colocar el cable de energía
(24) CONECTOR CH1 o X	Para aplicar un señal de entrada al canal 1 del amplificador CH1 vertical, o el X-eje(horizontal) el amplificador durante el funcionamiento de X-Y.
PRECAUCION	Para Evitar un daño al osciloscopio no aplican más de 400v (DC + CA de pico) entre "CH1" la terminal y tierra.
(22) CONECTOR CH2 o Y	Para aplicar un señal de entrada al canal 2 del amplificador CH2 vertical, o el Y-eje(horizontal) el amplificador durante el funcionamiento de X-Y.
(25) CH1 interruptor de AC/GND/DC	Para seleccionar el método de acoplamiento de la entrada al CH1 . Inserción de posición de CA un condensador entre el conector de la entrada y amplificador para bloquear cualquier componente de DC en la entrada. La posición de GND conecta el amplificador a que conectó con tierra en lugar del conector de la entrada, para que una referencia de tierra puede establecerse. La posición de DC conecta la entrada directamente a su conector de la entrada y deja pasar todos los componentes de la señal.
(26) CH1 interruptor de VOLTS/DIV	Para seleccionar el factor de calibrado de deflexión de la señal de entrada alimentada al amplificador vertical. CH1
(21) CH2 interruptor de AC/GND/DC	Para seleccionar el método de acoplamiento el signo de la entrada al CH2 amplificador vertical. Inserción de posición de CA un condensador entre el conector de la entrada y amplificador para bloquear cualquier componente de DC en la entrada. La posición de GND conecta el amplificador a que conectó con tierra en lugar del conector de la entrada, para que una referencia de tierra puede establecerse. La posición de DC conecta la entrada directamente a su conector de la entrada y deja pasar todos los componentes de la señal.

BLOQUES DE BARRIDO Y DISPARO

(15) el interruptor de TIME/DIV	Para seleccionar ya sea la velocidad calibrada del barrido de la base del tiempo o la operación X-Y
(12) Variable control	Proporciona un ajuste continuo y variable de la velocidad del barrido entre los pasos del interruptor time/div . La calibración de time/div es exacta solo cuando el control variable del tiempo se detiene con un clic al girar totalmente en dirección de las manecillas del reloj.
(11) X10MAG	Para expandir la deflexión horizontal 10 veces aumentando así la velocidad efectiva de barrido también en 10 veces
(10) Horizontal POSITION control	Para ajustar la posición horizontal de los trazos exhibidos en la pantalla de TRC . Al girarlo en dirección de las manecillas del reloj mueve los trazos hacia la derecha ;al girarlo en sentido contrario hacia la izquierda.
(9) Trigger LEVEL control control de nivel de disparo	Para seleccionar la amplitud de la señal de disparo en la cual ocurre este. Cuando se gira en sentido de las manecillas del reloj. El punto de disparo se mueve hacia el pico positivo de la señal de disparo. Cuando se gira en sentido contrario, el punto de disparo se mueve hacia el pico negativo de dicha señal.
(8) Trigger slope switch (on LEVEL control)	Para seleccionar la inclinación positiva o negativa de la señal de disparo para iniciar el barrido, al oprimirlo, el interruptor selecciona la pendiente positiva (+), al jalarlo selecciona la pendiente negativa (-).
(19) EXT TRIG IN connector	Para aplicar una señal externa de disparo a los circuitos de disparo
(14) TRIGGER MODE SWITCH	<p>Para seleccionar el modo de disparo de barrido.</p> <p>La posición AUTO selecciona un barrido de corrimiento libre en donde se exhibe una línea de base en ausencia de una señal. Esta condición cambia automáticamente a barrido disparando cuando se recibe una señal de disparo a 25 hz o mayor, y se ajustan correctamente los otros controles de disparo.</p> <p>La posición NORM solo se produce barrido cuando se recibe una señal de disparo y se ajustan los otros controles correctamente.No hay trazo visible si falta algun requerimiento de disparo. Este modo debe ser utilizado cuando la frecuencia de señal de señal es de 25hz o menor.</p> <p>La posición TV-V se utiliza para observar una señal de video compuesta en la frecuencia de campo.</p> <p>La posición TV-H se utiliza para observar una señal de video compuesta en la frecuencia de una línea</p>

(18) Interruptor de fuente de disparo Trigger source switch	<p>Para seleccionar conveniente la fuente de disparo</p> <p>La posición canal 1 selecciona la señal CH1 como fuente de disparo</p> <p>La posición canal 2 selecciona la señal CH2 como fuente de disparo</p> <p>La posición LINEA selecciona un disparo derivado de la línea de alimentación de CA esto permite al osciloscopio estabilizar en la pantalla las componentes de una señal relacionada con la línea, aun cuando sea muy pequeños comparados con otros componentes de señal</p> <p>La posición EXT selecciona la señal aplicada al conector EXT TRIG IN</p>
---	---

CARACTERÍSTICAS DIVERSAS

(31) EXT blanking input connector	Para aplicar una señal que module la intensidad del trc. El brillo del trazo se reduce con una señal positiva y se aumenta con una negativa.
(17) PROBE adjust	Proporciona una onda cuadrada de rápida subida, de amplitud exacta para un ajuste de las puntas de prueba y calibrado del amplificador vertical
(28) Ground connector	Proporciona un punto de conexión para una línea separada a tierra



Parte frontal de un osciloscopio EZ digital modelo os-5020 de 20mhz funcionando



Vista isométrica de un osciloscopio EZ digital modelo os-5020 de 20mhz

Resolver las prácticas de la Guía de Prácticas de la asignatura.

Unidad IV

Medición de variables eléctricas

Objetivo Particular

analizar y comprender los valores de medición obtenidos en los elementos resistivos de alto y bajo valor.

Habilidades por desarrollar en la unidad

Escribir la habilidad propuesta que se debe desarrollar en esta asignatura.

IV.1 MEDICIÓN DE RESISTENCIA ELÉCTRICA

Saber en la teoría (2 hrs)

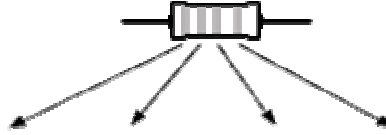
Identificar el valor de la resistencia mediante el código de colores

código de colores de las resistencias.

La mayor parte de las resistencias grandes tienen su valor de resistencia y sus tolerancias estampado en ellas. Sin embargo, las resistencias de composición de carbón y algunas resistencias arrolladas son demasiado pequeñas para emplear este método de identificación. Para poder identificar en forma visual la resistencia y la tolerancia de las resistencias de carbón si tener que medirlas, se emplea un código de colores. Las resistencias que tienen una tolerancia de 5% o mayor tienen 4 o más bandas de color, y las que tienen una tolerancia de 1% o menos tienen cinco o más bandas de color. En las resistencias pequeñas ($<1/3$ de watt), las bandas están juntas que es imposible determinar cuál extremo de la resistencia tiene el primer dígito significativo. En este caso, siempre se debe emplear un ohmmetro para verificar el valor de la resistencia.

El valor de resistencia que indican las bandas de color de las resistencias de composición de carbón se llama valor nominal de la resistencia. Las resistencias de carbón sólo se fabrican en un conjunto específico de valores nominales. Esos valores se determinan siguiendo una fórmula que establece que cada valor nominal es de aproximadamente $(1+2n)$ veces el valor nominal precedente (siendo n la tolerancia de la resistencia). Empleando esa fórmula, la resistencia de cada elemento fabricado está dentro del rango de tolerancia de cada valor nominal.

Código de colores



Colores	1ª Cifra	2ª Cifra	Multiplicador	Tolerancia
Negro		0	0	
Marrón	1	1	$\times 10$	$\pm 1\%$
Rojo	2	2	$\times 10^2$	$\pm 2\%$
Naranja	3	3	$\times 10^3$	
Amarillo	4	4	$\times 10^4$	
Verde	5	5	$\times 10^5$	$\pm 0.5\%$
Azul	6	6	$\times 10^6$	
Violeta	7	7	$\times 10^7$	
Gris	8	8	$\times 10^8$	
Blanco	9	9	$\times 10^9$	
Oro			$\times 10^{-1}$	$\pm 5\%$
Plata			$\times 10^{-2}$	$\pm 10\%$
Sin color				$\pm 20\%$

Saber Hacer en la Practica (4 hrs)

Utilizar el puente de wheastone

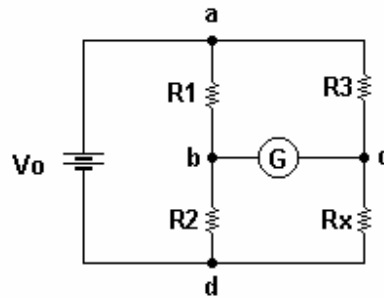
Puentes de wheatstone

La mayor parte de los puentes de wheatstone comerciales tienen una exactitud de aproximadamente 0.1 %. Así los valores de resistencia obtenidos con el puente son mucho más exactos que los obtenidos con el ohmmetro con el voltímetro-amperímetro.

En la figura se muestra el circuito del puente de wheatstone de cd. En donde R_x es la resistencia que se ha de medir. El puente funciona según el principio de que no pasará corriente a través del galvanómetro de d'arsonval, muy sensible, que está conectado a los puntos b y c del circuito si no hay diferencia de potencial entre ellos. Cuando no pasa corriente, se dice que el puente está balanceado. El estado de balance se logra si el voltaje v_o se divide en el camino abd por las resistencias r_1 y r_2 en las misma relación que en el trayecto acd por las resistencias R_3 y R_x . Entonces los puntos

b y c estarán al mismo potencial. Por ello, si no pasa corriente a través del galvanómetro quiere decir que

$$\frac{R_x}{R_3} = \frac{R_2}{R_1}$$



$$R_x = R_3 \frac{R_2}{R_1}$$

ahora, si R_x se desconoce y R_1, R_2 y R_3 se conocen, se pueden encontrar R_x mediante

En la práctica, la relación de R_2 a R_1 se controla mediante un interruptor que cambia esta relación por décadas (es decir, factores de 10). Así, la relación R_2/R_1 se puede ajustar a 10^{-3} , 10^{-2} , 10^{-1} , 1 , 10^2 y 10^3 . R_3 es una resistencia ajustable de variación continua. Cuando se logra la indicación a cero, se puede leer directamente la resistencia de los indicadores porque las posiciones de los indicadores corresponden a las variables.

Como se sabe que el valor de resistencia de un resistor cambia con la frecuencia, las resistencias que se emplean en aplicaciones de alta frecuencia se deben medir a la frecuencia de uso. Cuando se llevan a cabo esas mediciones, se emplea una fuente de ca en lugar de una batería. Hay disponibles varios detectores, incluyendo el osciloscopio y aun los audífonos, para determinar el cero o condición de equilibrio.

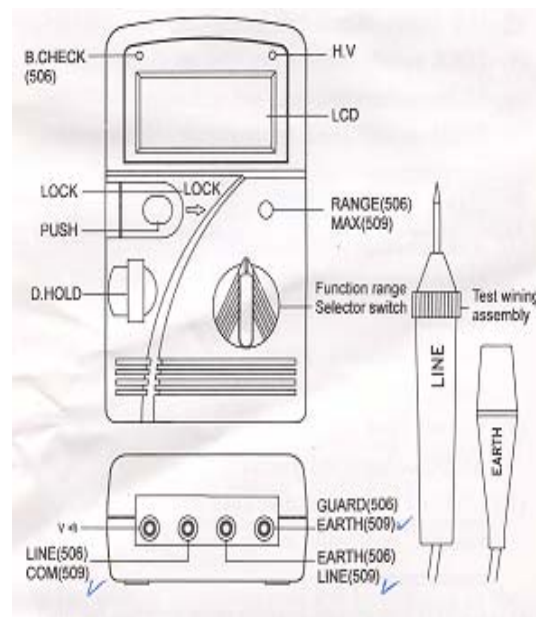
IV.2 MEDICIÓN DE ALTA RESISTENCIA

Saber en la teoría (4 hrs)

Explicar el funcionamiento del medidor de alta resistencia (megger, analógico y digital)

Megger y medidor de tierras físicas

Megger

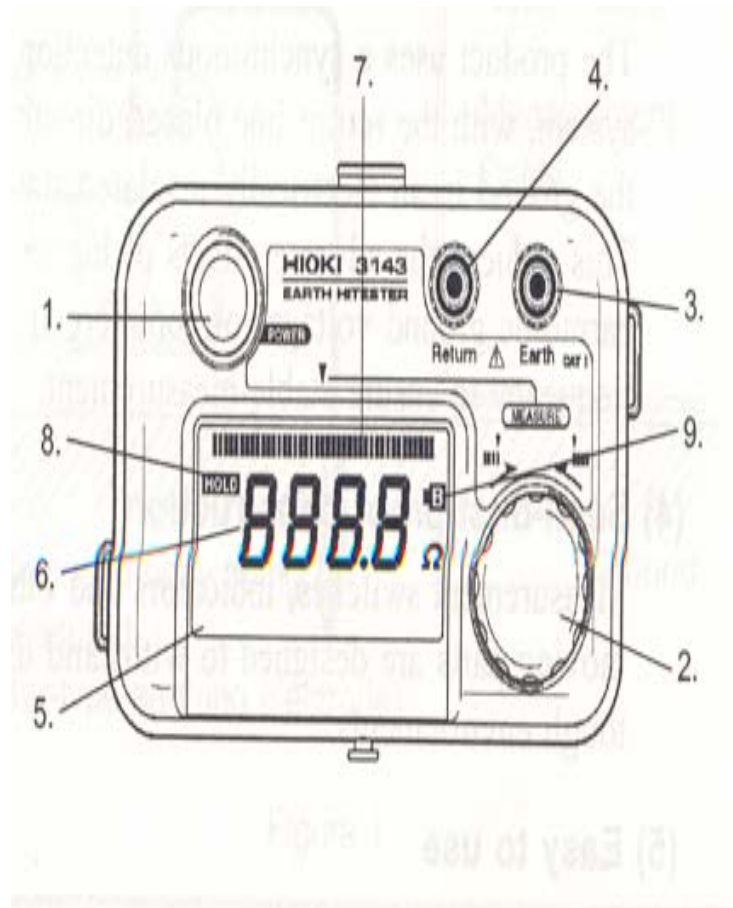


Descripciones

- 1.- Indicador de cristal líquido (LCD): Exhibe las lecturas de la medida, todas las unidades numéricas, los símbolos y las indicaciones de la gama.
2. - Chek: Indica que el voltaje de la batería esta baja.
3. - H.V: Alta indicación de salida de voltaje.
4. - Interruptor de cerradura: Utilizado para las medidas extendidas de la duración
5. - Interruptor del empuje: Utilizado para las medidas momentáneas de la duración $M\Omega$.
6. - D-HOLD: Muestra las lecturas de asimientos.
7. - Interruptor del selector del rango de función: Indicación de la selección del rango de la función del megger.
8. - Rango: Palancas entre el rango automático y manual.
9. - Zócalo de prueba v: Terminal positivo de entrada para los voltajes de AC/DC y la prueba de continuidad.
10. - Forro de línea de prueba: Terminal negativo de entrada para los voltajes de AC/DC, la prueba de continuidad y medidas de la resistencia en $M\Omega$.
11. - Enchufe de prueba de tierra: Terminal positivo de la entrada para las medidas de alto voltaje de la resistencia de la salida en $M\Omega$.
12. -Proteje el enchufe de prueba: El metal terminal protectora de entrada de manga para medidas de resistencia $M\Omega$.
13. - PRUEBA LA ASAMBLEA DEL CABLEADO.
14. - Máximo: Cierre máximo. Valor del LCD.
- 15.: Forro de línea de prueba: Terminal negativo de la entrada para las medidas de la resistencia en $m\Omega$.
16. - Enchufe de prueba com: Para la conexión del terminal negativo de la entrada. Voltajes de AC/DC y pruebas de la continuidad.

Enunciar la operación de los instrumentos de medición para rigidez dieléctrica

Medidor de tierras físicas.



Características

El rango de medición de la resistencia es de 20 a 500 ohms.

Certeza de la medición: $\pm 5\%$ rdg(50-500ohms)

$\pm 10\%$ rdg(20-50ohms)

Efecto de voltaje del surelo(50-60hz.): $\pm 5\%$ rdg a 0-10v

Rango de frecuencia: 100kHz-1.5MHz.

Variación de frecuencia: 240Hz.

Salida de voltaje entre terminales: 0.9vp a.c. típico

Resistencia de salida entre terminales: 200ohms $\pm 1\%$

El corto circuito entre terminales es 3.6mA de a.c. máximo.

Controles.

1. Interruptor de poder
Es el botón de apagado y encendido

2. Perilla de medición
Perilla para medir grandes resistencias. Al mover la perilla esta indicara el valor mínimo de la resistencia.
3. Tierra
Terminal de electrodo enterrado. Terminal que se conecta con el electrodo enterrado (negro).
4. Terminal de retorno
Terminal en la cual se conecta la línea de retorno (rojo posiciona el cable de retorno directamente sobre el suelo.
5. pantalla LCD
Indica el valor de la resistencia del suelo.
6. Barra indicadora de medición.
Indica la dirección en la cual la perilla de medición, es girada para reducir la barra indicadora
7. Indicador de hold
Siguiete medición, el display retiene el valor de la medición anterior. Si la perilla de medición esta sin tocar la izquierda por cerca de 3 minutos el producto entrara en estado asidero. Girando la perilla cancelas el estado de hold y resume la medición.
8. Checador de batería
Indica cuando la batería esta gastada y necesita remplazarse.
9. Cubierta de batería
10. Tornillo que fija la cubierta de la batería.

Saber Hacer en la Practica (10hrs)

Expresar la resistencia eléctrica de algunos materiales

La variacion de la temperatura produce una variacion en la resistencia. Generalmente los metales aumentan su resistencia al aumentar su temperatura y en el carbono la resistencia disminuye, por lo que tiene un coeficiente negativo.

En algunos materiales la resistencia llega a desaparecer cuando la temperatura baja lo suficiente, en este caso hablamos de superconductores.

La formula para obtener la resistencia a una temperatura determinada R_T es :

$$R_{20^{\circ}} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T) = R_T$$

Donde

R_{20} = Resistencia de referencia a 20°C.

α = Coeficiente de temperatura de la tabla siguiente

ΔT = Diferencia de temperatura respecto a lo 20°C.

R_T = Resistencia a la temperatura deseada

Material	Resistividad	Coefficiente de T (α)
Plata	0,0164	0,0007
Cobre	0,01724	0,0039
Aluminio	0,0278	0,0037
Constantán	0,5	0
oro	0,023	
platino	0,107	0,0039
Wolframio	0,55	

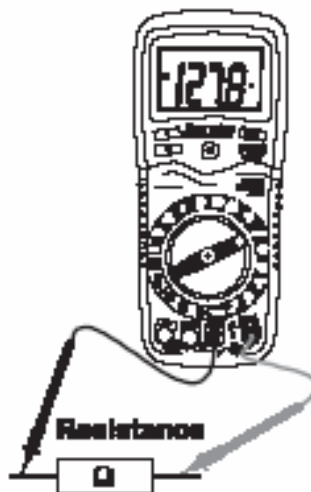
Utilizar el multímetro para checar continuidad y circuito abiertos

1. Fije el selector de función en la posición .
2. Inserte el conector banana del cable negro de prueba tipo "jack" negativo (COM). Inserte el conector banana del cable rojo de prueba en el conector positivo tipo "jack" Ω .
3. Toque las puntas de las sondas al circuito o al cable que desea verificar.
4. Si la resistencia es menor a aproximadamente 150Ω , se emitirá una señal audible. Si el circuito está abierto, la pantalla indicará "1".



Obtener la resistencia eléctrica de bobinado de transformadores, motores y sistemas de tierra

1. Fije el selector de función a la posición Ω más alta (20M Ω)
2. Inserte el conector banana del cable negro de prueba en el conector tipo "jack" negativo (COM). Inserte el conector banana del cable rojo de prueba en el conector tipo "jack" positivo Ω .
3. Toque las puntas de las sondas a través del circuito o parte bajo prueba. Es mejor desconectar un lado de la pieza bajo prueba para que el resto del circuito no interfiera con la lectura de resistencia.
4. Lea la resistencia en la pantalla y enseguida fije el selector de funciones a una posición más baja de Ω , que sea mayor a la resistencia actual o cualquier valor anticipado de resistencia.



Unidad V

Transductores Eléctricos

Objetivo Particular

Seleccionar el tipo apropiado de transductores de acuerdo a la aplicación en un circuito eléctrico.

Habilidades por desarrollar en la unidad

Escribir la habilidad propuesta que se debe desarrollar en esta asignatura.

V.1 TRANSDUCTORES ELÉCTRICOS

Saber en la teoría (4 hrs)

Describir el funcionamiento y operación de los distintos tipos de transductores (inductivo, capacitivo, de proximidad, haz luminoso etc...)

Los transductores se pueden clasificar según su aplicación, método de conversión de energía, naturaleza de la señal de salida, etc. Por lo general todas estas clasificaciones terminan en áreas que se superponen. Una distinción y clasificación estricta de los tipos de transductores es difíciles. El cuadro siguiente muestra una clasificación, de transductores de acuerdo con los principios eléctricos en que se basan. La primer parte del cuadro, lista transductores que requieren potencia externa. Estos son los transductores pasivos, los cuales producen una variación de algún parámetro eléctrico, como resistencia, capacitancia, etc. que se puede medir como una variación de voltaje o corriente. La segunda categoría corresponde a transductores del tipo de autogeneración, que generan un voltaje o corriente analógica cuando son estimulados por medio de alguna forma física de energía. Los transductores de autogeneración no requieren potencia externa. Aunque sería casi imposible clasificar todos los sensores y mediciones, los dispositivos descritos en el cuadro de abajo representan un buen número de transductores disponibles en el comercio para aplicaciones de ingeniería instrumental.

Tipos de transductores

Parámetro eléctrico y clase de transductor	Principio de operación y naturaleza del dispositivo	Aplicación típica
Resistencia Dispositivo potenciométrico	Transductores pasivos (con potencia externa) El posicionamiento de un cursor por medio de una fuerza externa varía la resistencia en un potenciómetro o un circuito puente.	Presión, desplazamiento
Galga extensiométrica resistiva	La resistencia de un alambre o semiconductor cambia según la elongación o compresión debida a esfuerzos aplicados externamente	Fuerza, par, desplazamiento
Medidor de alambre caliente o medidor pirani	La resistencia de un elemento caliente varía enfriándolo con flujo de gas	Flujo de gas, presión de gas
Termómetro de resistencia	La resistencia de un alambre de metal puro con un coeficiente de temperatura de resistencia positivo grande varía con la temperatura	Temperatura, color radiante
Termistor	La resistencia de ciertos óxidos de metal con coeficiente de temperatura de resistencia negativa cambia con la temperatura	Temperatura
Higrómetro de resistencia	La resistencia de una cinta conductiva se altera con el contenido de humedad	Humedad relativa
Celda fotoconductiva	La resistencia de una celda como un elemento del circuito se modifica con la luz incidente	Relevador fotosensible

Capacitancia Medidor de presión de capacitancia variable	Una fuerza aplicada externamente varía la distancia entre dos placas paralelas	Desplazamiento, presión
Micrófono de capacitor	La presión del sonido altera la capacitancia entre una placa fija y un diafragma móvil	Voz, música y ruido
Medidor dieléctrico	La capacitancia varía por cambios en el dieléctrico	Nivel de líquidos, espesor
Inductancia Transductor de circuito magnético	Los cambios del circuito magnético modifican la auto inductancia o inductancia mutua de una bobina excitada por ca	Presión, desplazamiento
Detector de reluctancia	La reluctancia de un circuito varía al cambiar la posición del núcleo de hierro de una bobina	Presión, desplazamiento, vibración, posición
Transformador diferencial	El voltaje diferencial de dos devanados secundarios de un transformador varía al mover el núcleo magnético por medio de una fuerza aplicada desde el exterior	Presión, fuerza, desplazamiento, posición
Medidor de corriente parásita	La inductancia de una bobina se altera por la proximidad de una placa con corrientes parásitas inducidas	Desplazamiento, espesor
Medidor de magnetostricción	Las propiedades magnéticas cambian por presión y esfuerzos	Fuerza, presión, sonido
Voltaje y corriente Detector por efecto de Hall	Se genera una diferencia de potencial a través de una placa semiconductor (de germanio) cuando un flujo magnético interactúa con una corriente aplicada	Flujo magnético, corriente

Cámara de ionización	Se induce flujo de electrones mediante la ionización de un gas debido a radiación radiactiva	Conteo de partículas, radiación
Celda de fotoemisiva	Hay una emisión de electrones debida a la radiación incidente en una superficie fotoemisiva	Luz y radiación
Tubo foto multiplicador	La emisión de electrones secundarios es debida a la radiación incidente sobre un cátodo fotosensible	Luz y radiación, relevadores fotosensibles
	transductores de autogeneración (sin potencia externa)	
Termopar y termopila	Se genera una fem por la unión de dos metales disímiles o semiconductores cuando la unión se calienta	Temperatura, flujo de calor, radiación
Generador de bobina móvil	El movimiento de una bobina en un campo magnético genera un voltaje	Velocidad, vibración
Detector piezoeléctrico	Se genera una fem cuando una fuerza externa se aplica a ciertos materiales cristalinos, como el cuarzo.	Sonido, vibración, aceleración, cambios de presión
Celda fotovoltaica	Se genera voltaje en un dispositivo de unión semiconductor cuando la energía radiante estimula la celda	Medidor de luz, celda solar

Sensores Inductivos

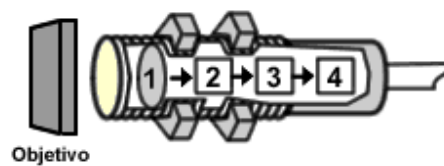
Están formados por cuatro elementos básicos un carrete, un oscilador, un circuito disparador y un switch. El sensor funciona de la siguiente manera, el oscilador genera una frecuencia de radio que es emitida por el Carrete [1] si una lamina de metal entra en su campo la corriente circulara por el metal. El Oscilador [2] necesita energía para mantener las corrientes en la lamina de metal. A medida que la lamina se acerca al sensor la corriente aumenta y crean una mayor carga en el oscilador. El oscilador se detiene cuando la carga es muy grande. El Circuito disparador [3]capta cuando el oscilador se detiene y entonces cambia el estado del switch Switch [4] para controlar la carga



Sensores Capacitivos

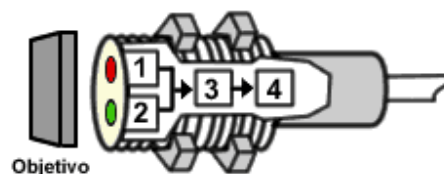
Los sensores capacitivos funcionan de manera similar a un capacitor simple. La lámina de metal [1] en el extremo del sensor está conectada eléctricamente a un oscilador [2]. El objeto que se detecta funciona como una segunda lámina. Cuando se aplica energía al sensor el oscilador percibe la capacitancia externa entre el objetivo y la lámina interna.

Los sensores capacitivos funcionan de manera opuesta a los inductivos, a medida que el objetivo se acerca al sensor capacitivo las oscilaciones aumentan hasta llegar a un nivel límite lo que activa el circuito disparador [3] que a su vez cambia el estado del switch [4].



Sensores Fotoeléctricos

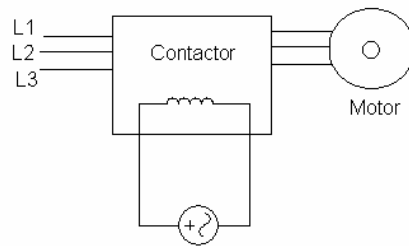
Existen diversos métodos de detección empleando sensores fotoeléctricos entre ellos están: Proximidad difusa, retro-reflexivos, y de barrera. La fuente de luz empleada en los diversos métodos viene de un LED o diodo emisor de luz, estos pueden estar diseñados para emitir una luz de color visible (rojo, amarillo o verde) o una luz invisible (infrarroja). Los LED visibles se emplean como indicadores del estado del switch y en aplicaciones retro-reflexivas. La intensidad lumínica de los LED infrarrojos es mucho mayor que la de los visibles, lo que los hace mejores para sensores difusos o de barrera. Los sensores fotoeléctricos están compuestos fundamentalmente por los siguientes elementos: Una fuente de luz (LED) [1], un receptor (Fototransistor) [2], un convertidor de señal [3] y un amplificador [4]. Los pulsos de luz que son recibidos por el fototransistor son convertidos en señales eléctricas, las cuales son analizadas para determinar si corresponden a una transmisión de luz. Realizada la verificación la salida del sensor cambia de acuerdo a la señal.



Saber Hacer en la Practica (9 hrs)

Utilizar distintos tipos de transductores aplicados en circuitos de control eléctricos

Conecta el motor trifásico en conexión delta y contrólalo por medio del auxiliar del contactor como se muestra en la figura



VI EQUIPOS ESPECIALES

Objetivo Particular

Estimar los diferentes tipos de potencia eléctrica y la operación de equipos especiales

Habilidades por desarrollar en la unidad

Escribir la habilidad propuesta que se debe desarrollar en esta asignatura.

VI.1 POTENCIA ELÉCTRICA

Saber en la teoría (6 hrs)

Describir los conceptos de potencia real, potencia aparente, potencia reactiva y factor de potencia en circuitos monofásicos y trifásicos

POTENCIA ELECTRICA

La potencia es la cantidad de trabajo entre el tiempo o conversión de la energía de una forma a otra, la potencia se mide en joules por segundo.

POTENCIA ACTIVA:

Indicado en vatios (W) es la parte de la potencia aparente de los consumidores inductivos o capacitivos, que gasta el consumidor y transforma en otra forma de energía (por ej. calor, potencia mecánica cedida).

POTENCIA APARENTE:

En corriente alterna es el producto de la tensión y la intensidad sin tener en cuenta el (PHI), se indica en VA (vatios x amperios). La potencia aparente es igual o mayor que la potencia activa o que la potencia reactiva. (PHI)= 1, significa potencia aparente = potencia activa. (PHI)= 0, significa potencia aparente = potencia reactiva. La potencia aparente es una potencia medible.

POTENCIA REACTIVA:

Potencia que es necesaria (en corriente alterna mono o trifásica) para la formación del campo electromagnético, por ej. en motores eléctricos y transformadores. Esta es imprescindible para el servicio de todos los consumidores inductivos, pero al contrario que

la potencia activa, no puede ser transformada en ninguna forma de energía utilizable. Ella carga sin utilidad cable e instalaciones, especialmente las redes de las empresas de abastecimiento de energía. Instalaciones de regulación de condensadores que se montan adicionalmente, suministran al consumidor la necesaria potencia reactiva, compensan los campos electromagnéticos y con ello descargan las redes de abastecimiento de energía.

FACTOR DE POTENCIA

Potencia de CA

En una inductancia pura o en una capacidad pura, no se absorbe potencia, si bien se debe transportar una corriente reactiva. Todas las potencias reales en un circuito de CA son disipadas por resistencias, que son las componentes de la corriente total, en fase con el voltaje aplicado. Esta componente en fase de la corriente, es igual a $I \cos \Theta$, como se muestra en la Fig. 3-7 (A). La potencia total, real, consumida o absorbida por un circuito de CA, es entonces el producto del voltaje aplicado y de la componente en fase de la corriente (Fig. 3-7 B), o

$$P_{\text{real}} = E I \cos \Theta = E I \times \text{factor de potencia (watts)}$$

La cantidad $\cos \Theta$ por la cual debe ser multiplicado el producto $E \times I$ para obtener la potencia real se llama factor de potencia (abreviado fp) :

$$\text{factor de potencia, fp} = \frac{P_{\text{real}}}{E I} = \frac{R}{Z} = \cos \theta$$

La relación $\cos \Theta = R/Z$ se hace evidente con el triángulo de impedancias de Fig. 3-6 (B). El producto de E por I solos (Fig. 3-7 B),

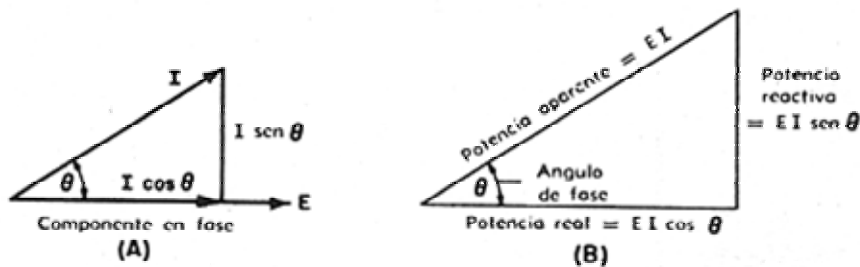


Fig. 3-7. Componente de I en fase con E (A), y triángulo de potencia (B). Potencia aparente, potencia reactiva y potencia real.

se llama potencia aparente y se expresa en volts-ampères (**VA**) o kilo-volt-ampères (**KVA**). La potencia reactiva (Fig. 3-7 B), la cual es entregada y retorna por las inductancias y capacidades del circuito, es el producto del voltaje aplicado y de la componente fuera de fase (reactiva) de la corriente, $I \sin \Theta$; es decir,

$$P_{\text{reactiva}} = E I \sin \Theta$$

La potencia reactiva es expresada en volt-ampère-reactivos (VAR) o kilo-volts-ampères-reactivos (KVAR).

Saber Hacer en la Practica (4hrs)

Utilizar el wattímetro, wathorímetro, factorímetro

Vatímetro (medidor de potencia)

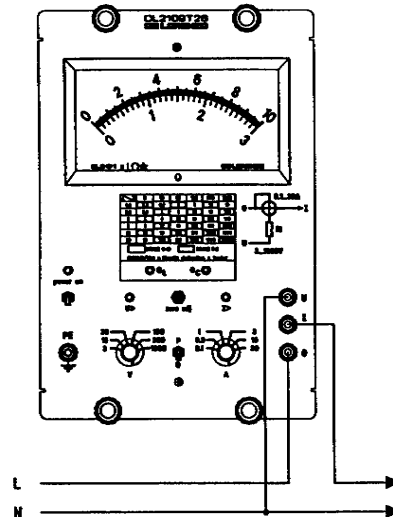
Panel demostrativo tipo monofásico para la medida de la potencia activa (resistiva) y potencia reactiva (capacitiva / inductiva).

Rangos de medida: voltaje 3 / 10 / 30 / 100 / 300 / 1000V
corriente 0.1 / 0.3 / 1 / 3 / 10 / 30A

Rango de frecuencia: potencia activa 0...20kHz
Potencia reactiva 50Hz

Led's indicadores: potencia reactiva capacitiva
potencia reactiva inductiva
voltaje de sobrecarga, con indicador acústico
corriente de sobrecarga, con indicador acústico

Alimentación auxiliar: 220V, 50-60Hz



El medidor siempre debe ser conectado entre el conductor de salida y el conductor neutral. El medidor puede ser usado para medidas de potencia activa (selector en posición P) o potencia reactiva (selector en posición Q: el medidor indica si se trata de potencia inductiva Q_r o capacitiva Q_c que está siendo consumida por la carga).

Para tener medidas adecuadas, los rangos de medida menores deben ser usados (comenzando del rango mayor al menor)

El consumo de potencia total de las tres fases del circuito está determinada por la multiplicación de los valores medidos por 3.

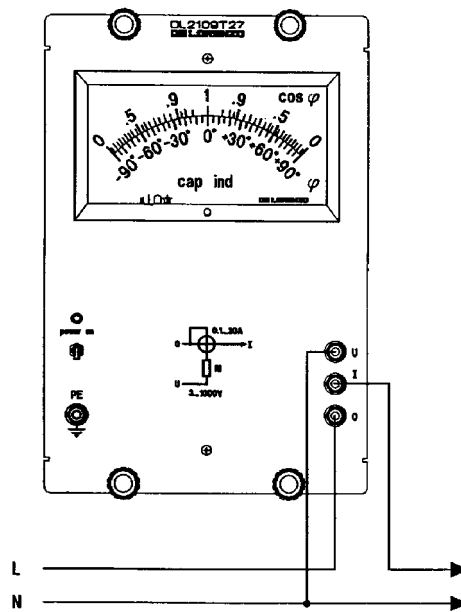
Medidor de factor de potencia

Panel demostrativo tipo monofásico para la medida del factor de potencia y el ángulo de fase de una carga conectada.

Rangos de medida: factor de potencia 0...1...0
 ángulo de fase -90° capacitivo...0... $+90^\circ$ inductivo
 voltaje 3...1000V
 corriente 0.1...30A

Rango de frecuencia: 20Hz...20kHz

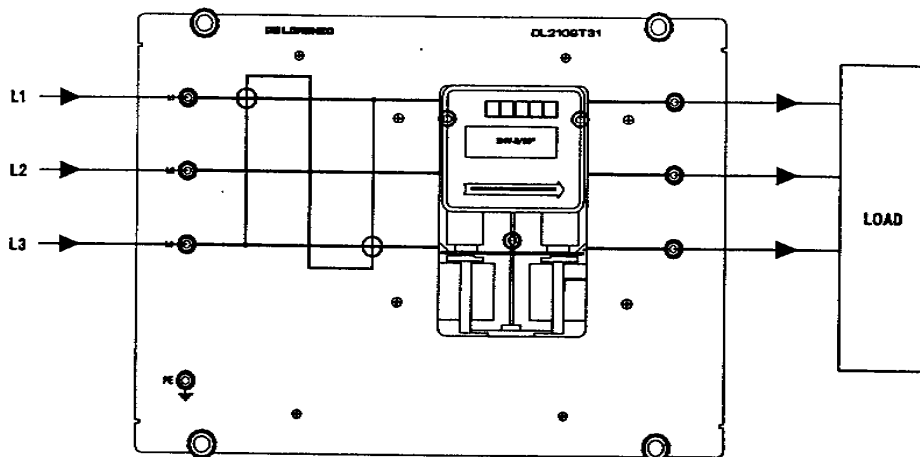
Alimentación auxiliar: 220V, 50-60Hz



MEDIDOR DE kvar

Medidor energía reactiva tipo inductivo para línea trifásica y carga desbalanceada:

El torque del disco es proporcional a la potencia reactiva solo si el medidor está conectado en la correcta secuencia de fases, siendo que el número de revoluciones son proporcionales a la potencia reactiva, esta es grabada por un contador de sucesión escalado en kilovolts-amperes-hora.



Corriente:	1.5A.
Máxima corriente de sobrecarga:	6A.
Voltaje:	2 x 400V
Frecuencia de operación:	50Hz
Contador de dígitos más decimal:	5 + 1
Relación constante:	600r/kvarh.

VI.2 OTROS INSTRUMENTOS

Saber en la teoría (6 hrs)

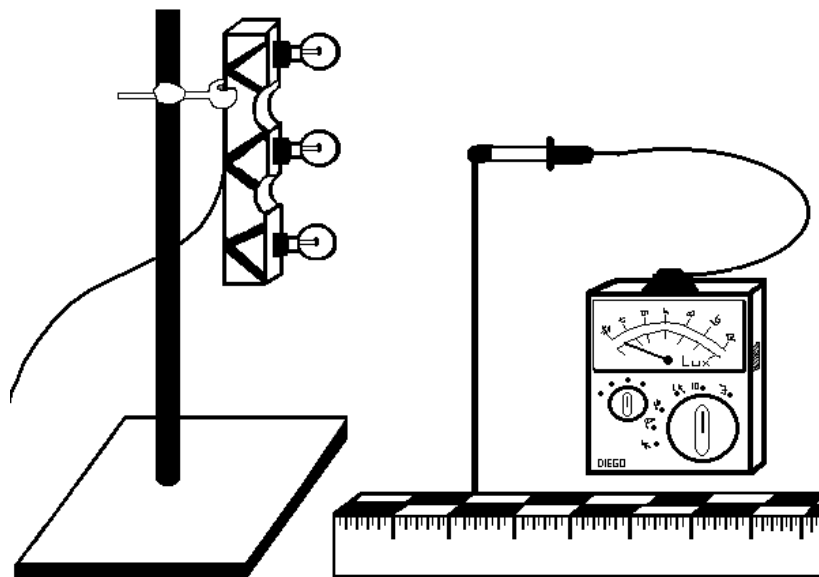
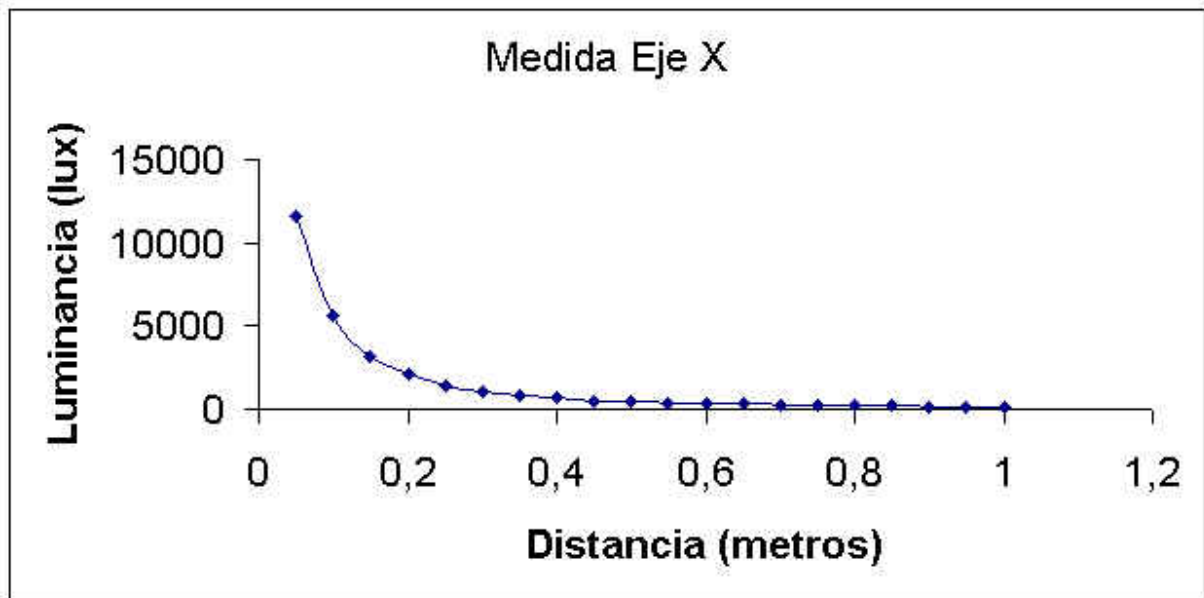
Enunciar el principio de operación del luxómetro, hypot, medidores y graficadores de temperatura

Anexos

operación del luxómetro

Medimos con un luxómetro, y a varias distancias, la luz emitida por un aparato constituido por tres bombillas, en los tres ejes: X, Y y Z. Con los resultados formamos una tabla con los datos obtenidos y desarrollamos tres gráficas, correspondientes a los tres ejes.

Distancia (cm)	Medida (lux) Eje X	Medida (lux) Eje Y	Medida (lux) Eje Z
0,05	11600	11500	20000
0,1	5600	5600	7040
0,15	3190	2700	3600
0,2	2100	1600	2500
0,25	1400	1100	1600
0,3	1000	810	1100
0,35	800	600	890
0,4	650	480	660
0,45	520	390	520
0,5	440	320	440
0,55	380	290	350
0,6	330	250	300
0,65	295	220	260
0,7	260	200	220
0,75	230	175	210
0,8	210	160	195
0,85	190	140	170
0,9	170	125	150
0,95	155	115	135
1	140	105	120



LUXOMETRO TESTO 545

Instrumento portátil para medir la intensidad de la luz.

Rango: 0 a 100.000 lux

Sensor: célula fotoeléctrica de silicio

Resolución: 0 a 2.000 lux - 1 lux

2000 a 20000 - 10 lux

20000 a 100000 - 100 lux

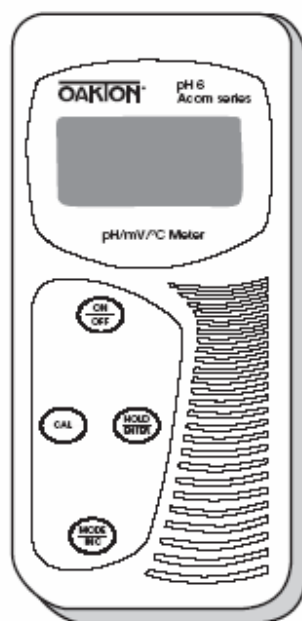
Rango de funcionamiento: 0°C a 50°C / 0% a 85%HR

Precisión: 8% (adaptación) 5% (co-análisis exacto)



operación del hypot

pH 5 and pH 6
Acorn Series Meters





Guía de Prácticas

Prácticas de la unidad 1 y 2

PRÁCTICA No. 1

Fecha	Grupo	
No de alumnos por práctica	No. de alumnos por reporte	
Nombre y firma del profesor		
Nombre (s) del alumno (s)		
Tiempo estimado	Hrs	Calificación

Análisis estadístico

Objetivo: medir la estadística de las lecturas en mediciones, histogramas y desviación estandar. Conocer el metodo de manejo de lecturas de parametros electricos que tienen variabilidad por causas multiples aleatorias

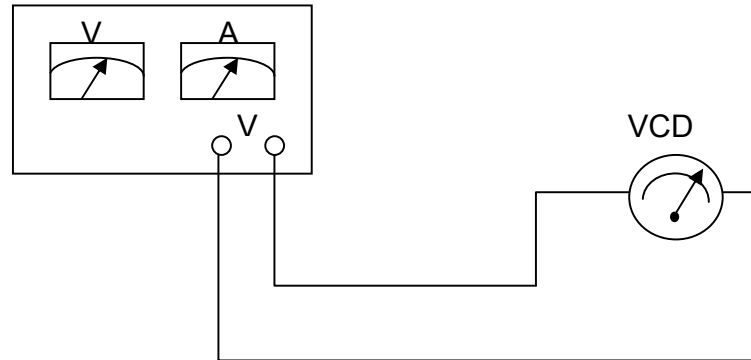
Marco Teórico: cualquier medición tiene variaciones por causas multiples (aleatorias), como pequeñas variaciones en el proceso, errores de lectura, etc. veremos como determinar la lectura o valor mas probable de una serie de mediciones repetidas. este metodo estadistico no corrige errores sistematicos como los debidos a la mala calibración de los instrumentos. En toda medición debemos tomar la misma medida en forma repetida, como minimo 5 veces o mas y en las mismas condiciones de prueba. despues de tomar las medidas calcularemos el valor medio (ponderado), la desviación estandar, la distribución gaussiana y el error probable.

Material

1. FUENTE DE VOLTAJE VARIABLE DE 0-30 VOLTS CD
2. VOLTMETRO ANALOGO
3. AMPERÍMETRO ANALÓGICO
4. RESISTENCIA DE CUALQUIER VALOR

Instrucciones:

1.- ajuste la salida de la fuente a 25vcd y tome 20 lecturas del voltaje utilizando el voltímetro como instrumento de medida.



2.- calcule el valor medio del voltaje (voltaje más probable)

3.- calcule las desviaciones de cada una de las mediciones

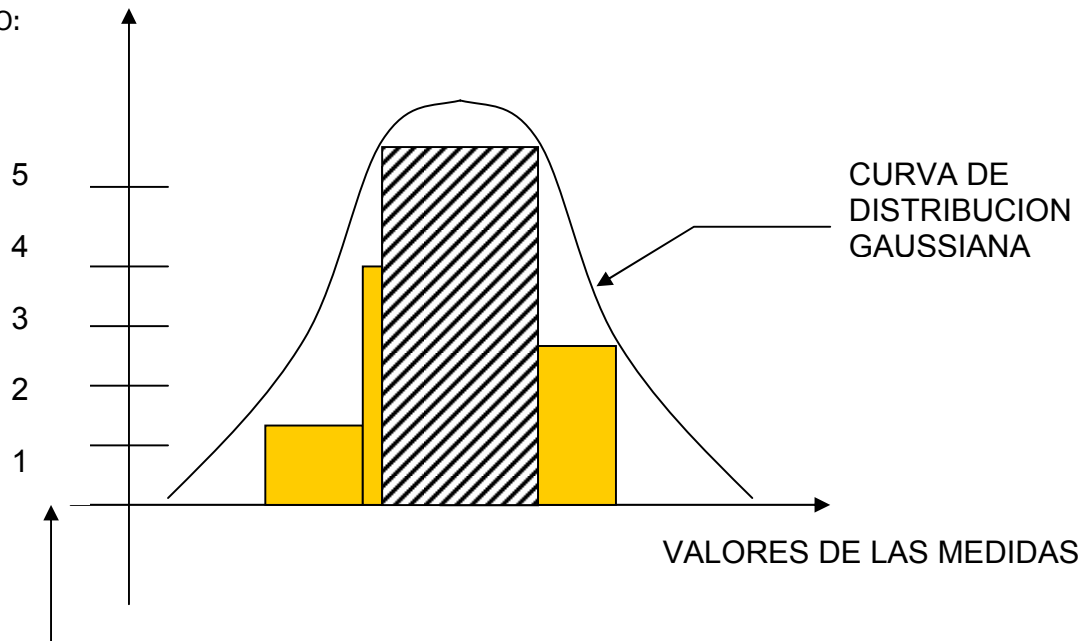
4.- calcule la desviación promedio

5.- calcule la desviación estándar

6.- calcule el error probable

7.- construir el histograma con los datos obtenidos

EJEMPLO:



NUMERO DE
VECES QUE
SE REPITE UN
VALOR

8.- IMPLEMENTE EL SIGUIENTE CIRCUITO Y REALICE 20 MEDICIONES DE LA CORRIENTE



9.- CALCULE EL VALOR MEDIO DE LA CORRIENTE

10.- CALCULE LAS DESVIACIONES DE CADA UNA DE LAS MEDICIONES

11.- CALCULE LA DESVIACION PROMEDIO

12.- CALCULE LA DESVIACION ESTANDAR

13.- CALCULE EL ERROR PROBABLE

14.- CONSTRUIR EL HISTOGRAMA CON LOS DATOS OBTENIDOS

Prácticas de la unidad 3

PRÁCTICA No. 2

Fecha	Grupo	
No de alumnos por práctica	No. de alumnos por reporte	
Nombre y firma del profesor		
Nombre (s) del alumno (s)		
Tiempo estimado	Hrs	Calificación

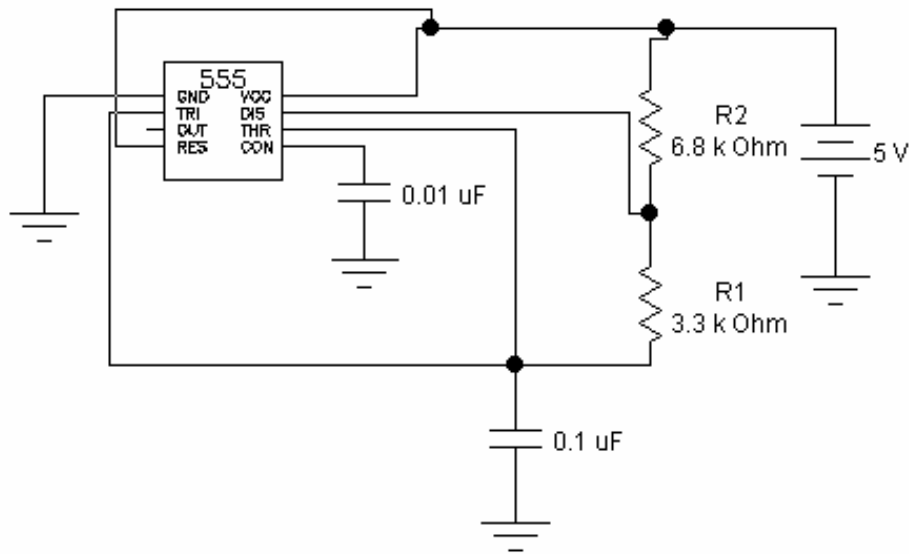
Objetivo: aprender a usar el Im555 en modo astable para generar pulsos de ondas cuadradas y verificar su configuración con el osciloscopio.

Marco Teórico:

El Im555 puede ser utilizado como timer y como generador de pulsos con una simple red rc.

Material

Cantidad	Material
1	OSCILOSCOPIO DE 2 CANALES, 40 MHZ. (Ò MAYOR)
1	FUENTE VARIABLE DE CD, 0-30VCD, 2 AMP.
2	PUNTAS DE PRUEBA PARA OSCILOSCOPIO (10 X)
1	Capacitor de 0.01uF
1	Capacitor de 0.1 uF
1	Resistencia de 150K ohms
2	Potenciómetros de 10k
1	LM555



instrucciones:

1.- conecte el protoboard el siguiente circuito fijando las resistencias variables a los valores indicados y mida la amplitud, periodo y frecuencia de la señal en la terminal out del Im55

amplitud:
periodo:
frecuencia:

2.- fije la resistencia r2 a 9k ohms y mida amplitud, periodo y frecuencia.

amplitud:
periodo:
frecuencia:

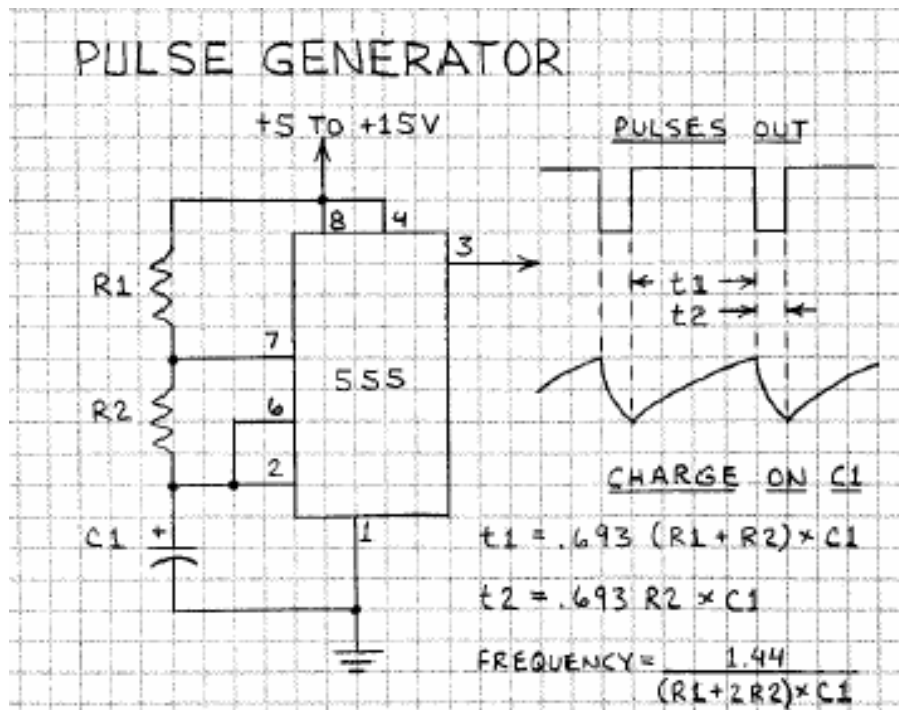
3.- fije la resistencia r2 a 2k ohms y mida amplitud, periodo y frecuencia.

amplitud:
periodo:
frecuencia:

4.- fije las resistencias r1 y r2 a cualquier valor diferente al del circuito y relize las mismas mediciones.

amplitud:
periodo:
frecuencia:

5.- compruebe que cuando se utiliza el Im555 como generador de pulsos se cumplen las siguientes relaciones.



Prácticas de la unidad 3

PRÁCTICA No. 2

Fecha	Grupo	
No de alumnos por práctica	No. de alumnos por reporte	
Nombre y firma del profesor		
Nombre (s) del alumno (s)		
Tiempo estimado	Hrs	Calificación

Objetivo:

aprender a utilizar el amperimetro de gancho de ca que es el tipo mas usual de medición de corriente en la industria.

Marco Teórico:

el amperimetro de gancho utiliza un transformador de corriente para reducir la corriente a medir, esta corriente en el secundario se convierte a voltaje mediante una resistencia, posteriormente se rectifica y se aplica a un galvanometro de d-arsonval para indicar el valor de la corriente medida. tambien se puede aplicar a un convertidor a/d y luego mostrarse a un indicador digital.

Material :

1.- AMPERIMETRO DE GANCHO DE CA .

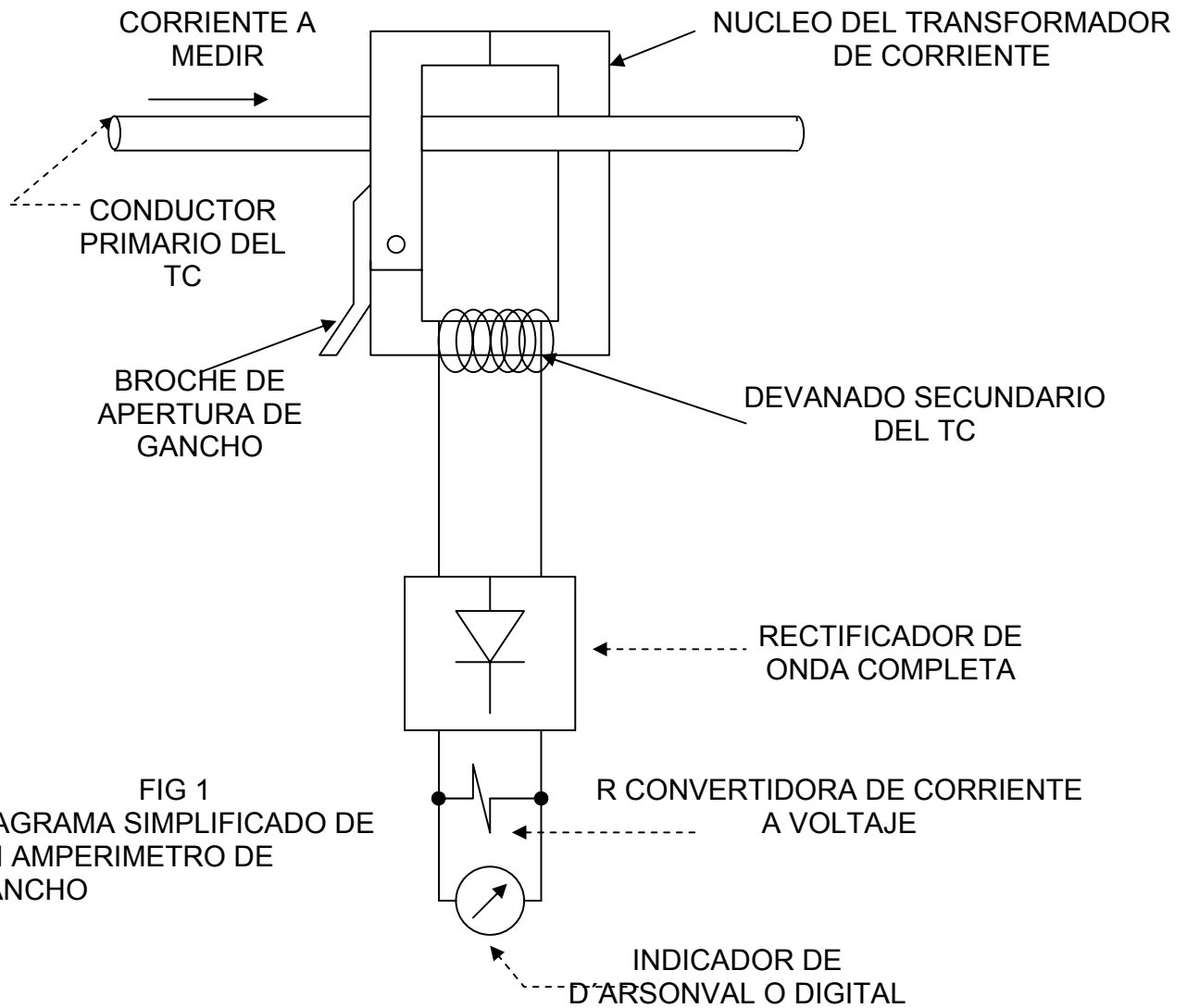


FIG 1
DIAGRAMA SIMPLIFICADO DE
UN AMPERIMETRO DE
GANCHO

Instrucciones

REALIZAR 10 MEDICIONES DIFERENTES DE CA EN VARIOS CIRCUITOS MONOFASICOS Y TRIFASICOS.

RESULTADO:

MEDICIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9
VALOR MEDIO (AMP)									

Conclusiones

Prácticas de la unidad 4

PRÁCTICA No. 1

Fecha	Grupo	
No de alumnos por práctica	No. de alumnos por reporte	
Nombre y firma del profesor		
Nombre (s) del alumno (s)		
Tiempo estimado	Hrs	Calificación

Multímetro

Objetivo determinar el valor ohmico y la tolerancia de resistencias de carbon, utilizando el codigo de colores comprobar el valor con un multímetro digital y por calculo utilizando la ley de ohm.

Marco Teórico: al experimentar con circuitos electricos george simon ohm(1787-1854)descubrio que existe una relación definida entre el voltaje y la corriente que circula por un conductor,esta relación de proporción es la resistencia del conductor.

LEY DE OHM

$$V= I \cdot R$$

esto significa que la corriente que fluye en un conductor es proporcional a la resistencia,a mayor voltaje mayor la circulación de corriente.

ohm=unidad de medida de resistencia(ohms)

volt=unidad de medida de voltaje

amper=unidad de medida de la corriente

Material

7 siete resistencias de diferentes valores

1 multímetro digital

Instrucciones:

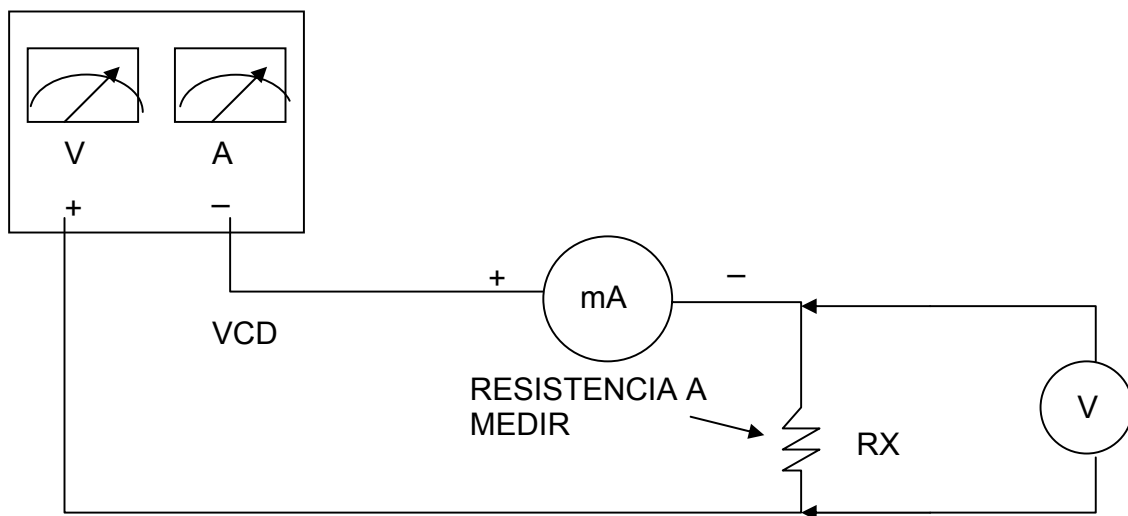
1. lea el codigo de colores de cada una de las resistencias y anotelo en la tabla de resultados.
2. interprete el codigo y escriba el valor ohmico y la tolerancia de cada resistencia.

3. mida el valor ohmico de cada una de las resistencias utilizando un multímetro digital fig 1. seleccione el rango y tipo de medición. anote los valores medidos en la tabla de resultados.
4. aplique 24 vcd mediante una fuente variable, conecte según el circuito de la figura 2 y mida los miliamperes que circulan por la resistencia y anote los valores.
5. calcule la resistencia de cada una mediante la ley de ohm, $r=v/i$ y anote los valores calculados en la tabla de resultados.

TABLA DE RESULTADOS

RESISTENCIA	CODIGO DE COLORES	VALOR INDICADO Ω	TOLERANCIA %	VOLTAJE MEDIDO	VALOR MEDIDO Ω	MILIAMPERES MEDIDOS	VALOR DE RESISTENCIA CALCULADA
R1							
R2							
R3							
R4							
R5							
R6							
R7							

FUENTE 30 VCD



Prácticas de la unidad 5

PRÁCTICA No. 2

Fecha	Grupo	
No de alumnos por práctica	No. de alumnos por reporte	
Nombre y firma del profesor		
Nombre (s) del alumno (s)		
Tiempo estimado	Hrs	Calificación

Luxómetro

Objetivo aprender a utilizar el luxometro para medir el nivel de iluminacion en instalaciones y habituar al alumno a utilizar los niveles de iluminacion recomendadas

Marco Teórico: el nivel de iluminacion a utilizarse para cada actividad es publicada en tablas por diferentes asociaciones de ingenieros en iluminacion como la ies (illumination engineering society) o de la sociedad mexicana de ingenieria en iluminacion, ac.

estos valores son recomendaciones, que en ocasiones hay que someterlas a juicio, considerando otros criterios o puntos de vista como lo es el ahorro de energia, costo, etc.

TABLA SIMPLIFICADA

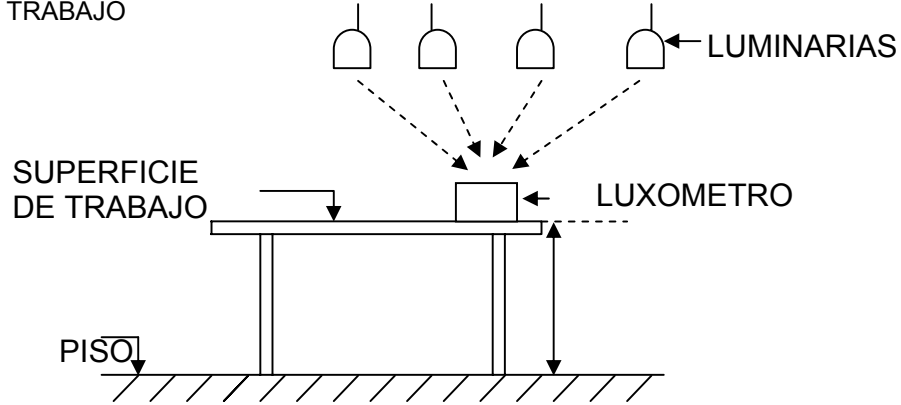
ACTIVIDAD	NIVEL DE ILUMINACION (LUXES)
SALON DE CLASES	400-500
PASILLOS	100
SALA DE LECTURA	500
ALMACENES	75
TALLER MAQUINADO DE PRECISION	100
ENSAMBLE MECANICO	1500-3000
SALA DE OPERACIONES EN HOSPITALES	3000-10000

Material

1.- luxometro con rangos de 300, 1000 y 3000 luxes, con fotocelda como sensor de luz HIOKI 3421 O EQUIVALENTE

Instrucciones:

SELECCIONE CINCO ACTIVIDADES DIFERENTES Y MIDA EL NIVEL DE ILUMUNACION A LA ALTURA DE TRABAJO



RESULTADOS:

ACTIVIDAD	LECTURA (LUXES)	NIVEL RECOMENDADO	COMENTARIOS

Prácticas de la unidad 6

PRÁCTICA No. 1

Fecha	Grupo	
No de alumnos por práctica	No. de alumnos por reporte	
Nombre y firma del profesor		
Nombre (s) del alumno (s)		
Tiempo estimado	Hrs	Calificación

Análisis estadístico

Potencia

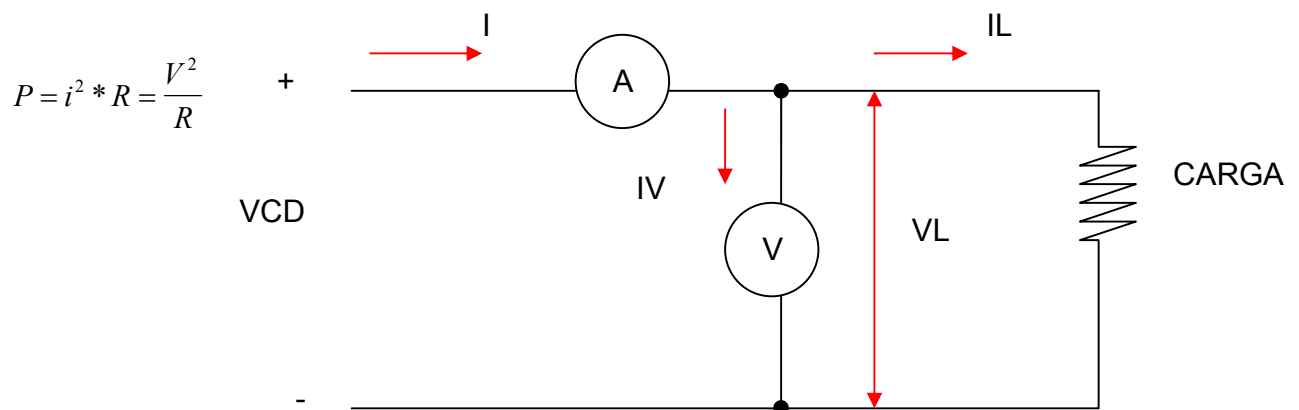
Objetivo aprender a medir la potencia eléctrica monofásica de c.a., y de corriente directa, así mismo aprender a utilizar wattmetros

Marco Teórico: 1. la potencia eléctrica es la cantidad de trabajo efectuado en una cantidad específica de tiempo.

$$\text{POTENCIA}(P) = \frac{\text{TRABAJO}}{\text{TIEMPO}} = \frac{W}{T}$$

$$P = I * V$$

Y PARA LOS CIRCUITOS DE C.D., APLICANDO LA LEY DE OHM TENEMOS



la medición de potencia de corriente directa es mejor realizarla con voltmetros y amperímetros, pues dan mas precisión que los wattmetros.

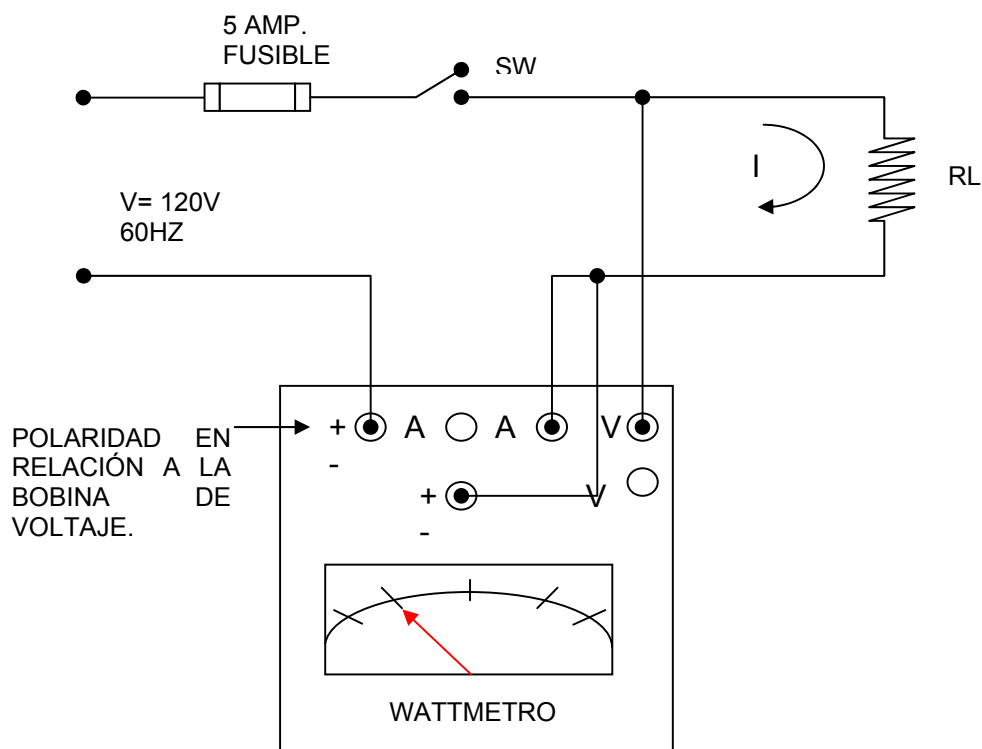
Material

1. multímetro digital.
2. wattmetro monofásico análogo (yew 2041)
3. resistencia de 50Ω , 500 watts.

Instrucciones:

1.- conectese una resistencia de carga y el wattmetro en un circuito monofásico como se indica en el diagrama y realice la medición de potencia.

2.- conectese una resistencia de carga y el wattmetro en un circuito monofásico como se indica en el diagrama anterior y realice la medición de potencia. nota en corriente directa, la conexión es la misma.



Bibliografía

- 1.- Guía para Mediciones Electrónicas y Practicas de Laboratorio
Stanley Wolf – Smith Richard
Prentice Hall Hispanoamericana
Primera edición en español

 - 2.- Instrumentación Electrónica Moderna y Técnicas de medición
William D. Cooper - Albert D. Helfrick
Prentice Hall Hispanoamericana
Primera edicion

 - 3.- El abc de las Maquinas Eléctricas. Tomos 1,2,3.
Gilberto Enríquez Harper.
Ed. Noriega.
Segunda edicion

 - 4.- Os-5020/5020c Analog Oscilloscope Operación Manual
EZ Digital Co.,Ltd

 - 5.- Manual del usuario
Osciloscopio de almacenamiento digital de las series TDS1000 y TDS2000
Tektronix

 - 6.- Enciclopedia Encarta 2002

 - 7.- <http://www.frbb.utn.edu.ar/electronica/med-i/notascurso/ut9me1/pw.pdf>
- .