

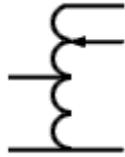
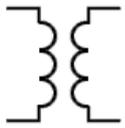
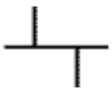
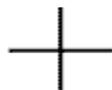
CAPITULO III

FUNDAMENTOS DE ELECTRICIDAD

3.1. ENERGIA ELECTRICA

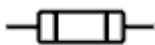
Es la relacionada con la corriente de partículas llamadas electrones, y se define como el producto de la potencia eléctrica (kW) por el tiempo. Usualmente su unidad de medida es el kilowatts-hora.

3.1.1. SIMBOLOGÍA ELÉCTRICA

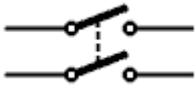
SÍMBOLOS	DENOMINACIÓN	SÍMBOLOS	DENOMINACIÓN
TRANSFORMADORES			
	Autotransformador		Autotransformador variable
	transformador		Transformador núcleo aire
LINEAS Y CONDUCTORES			
	Conductor blindado		Conductores entrelazados
	Cruce con conexión		Cruce con conexión
	Cruce con conexión		Cruce sin conexión
	Cruce sin conexión		Tierra

	Línea conductor eléctrico		Punto positivo
	Punto de unión borne		Punto negativo
	Línea subterránea		Masa
	Masa		Punto de conexión para conductor de protección
	Línea aérea con conductores aislados		Línea aérea con conductores desnudos

FUSIBLES

	Fusible de operación rápida		Fusible
	Fusible		Fusible
	Fusible		Fusible

INTERRUPTORES

	Botón pulsador con señalización luminosa		Botón pulsador
	Conmutador deslizante		Conmutador dos posiciones
	Conmutador fin de carrera		Conmutador multiposiciones
	Contacto abierto con retardo, tanto al abrir como al cerrar		Conmutador cerrado con retardo al abrir
	Interruptor contacto abierto		Interruptor contacto cerrado
	Interruptor doble uno cierra antes que el otro		Interruptor contacto doble
	Pulsador contacto cerrado		Pulsador contacto cerrado

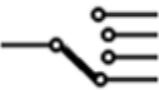
	Pulsador contacto abierto		Pulsador que actúa sobre dos circuitos
	Pulsador contacto abierto		Conmutador multiposiciones
INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA			
	Amperímetro con cero al centro		Amperímetro
	Contador de corriente		Contador de energía reactiva
	Contador de intensidad		Contador de tiempo
	Fasímetro		Frecuencímetro
	Ohmímetro		Indicador del coseno
	Tacómetro		Termómetro o pirómetro
	Wattímetro		Voltímetro

Tabla 1. Simbología eléctrica.

3.1.2. INSTRUMENTOS DE MEDIDA

La importancia de los instrumentos eléctricos de medición (Fig. 22) es incalculable, ya que mediante el uso de ellos se miden e indican magnitudes eléctricas, como corriente, carga, potencial y energía, o las características eléctricas de los circuitos, como la resistencia, la capacidad, la capacitancia y la inductancia. Además que permiten localizar las causas de

una operación defectuosa en aparato eléctrico en los cuales, como es bien sabido, no es posible apreciar su funcionamiento en una forma visual, como en el caso de un aparato mecánico.

La información que suministran los instrumentos de medición eléctrica se da normalmente en una unidad eléctrica estándar: ohmios, voltios, amperios, culombios, henrios, faradios, vatios o julios.

MULTIMETRO ANALÓGICO



MULTIMETRO DIGITAL



Fig. 22. Instrumentos de medición

3.1.2.1. OHMETRO

Aparato que mide el valor de las resistencias, y que de forma obligatoria hay que colocar en paralelo al componente estando éste separado del circuito Fig. 23. (sin que le atraviese ninguna intensidad). Mide resistencias en Ohmios (Ω).

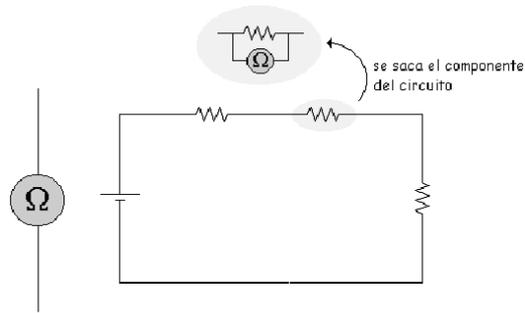


Fig. 23. Conexionado del óhmetro.

3.1.2.2. VOLTÍMETRO

Aparato que mide tensiones eficaces tanto en continua como en alterna y su colocación es de forma obligatoria en "paralelo" al componente sobre el cual se quiere medir su tensión (Fig. 24).

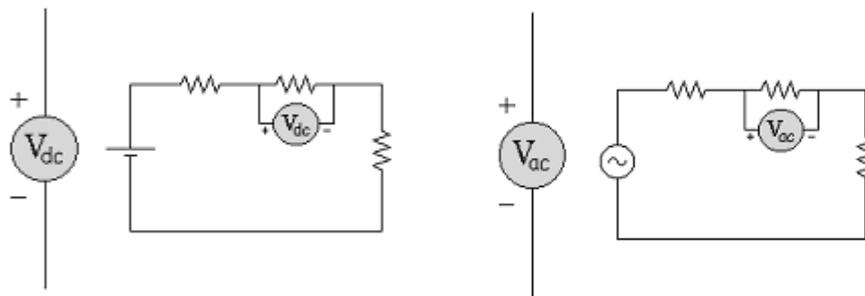


Fig. 24. Conexionado del voltímetro.

3.1.2.3. AMPERÍMETRO

Aparato que mide el valor medio de la corriente, y su colocación es de forma obligatoria en "serie" con el componente del cual se quiere saber la corriente que le atraviesa (Fig. 25).

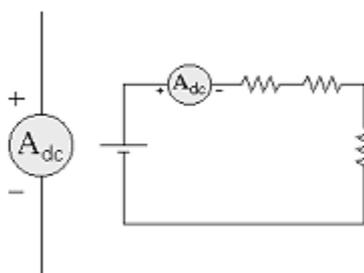


Fig. 25. Conexionado del amperímetro.

3.1.2.4. VATÍMETROS

La potencia consumida por cualquiera de las partes de un circuito se mide con un vatímetro, un instrumento parecido al electrodinamómetro. El vatímetro tiene su bobina fija dispuesta de forma que toda la corriente del circuito la atraviese, mientras que la bobina móvil se conecta en serie con una resistencia grande y sólo deja pasar una parte proporcional del voltaje de la fuente. La inclinación resultante de la bobina móvil depende tanto de la corriente como del voltaje y puede calibrarse directamente en vatios, ya que la potencia es el producto del voltaje y la corriente.

3.2. CORRIENTE ELECTRICA

Una corriente eléctrica se origina como consecuencia del movimiento de los electrones libres a través de un material (Fig. 26.)

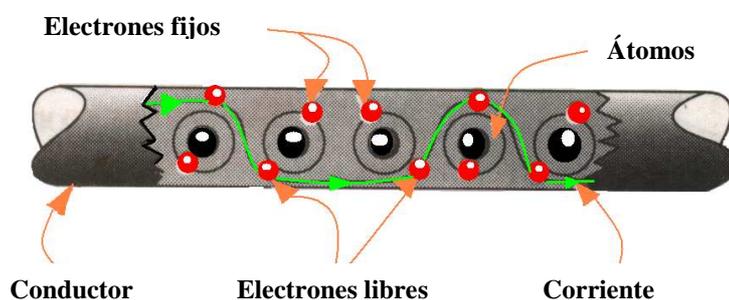


Fig. 26. Origen de la corriente eléctrica.

Es decir un flujo de cargas que pasan por un punto determinado, los electrones libres dentro de un conductor aislado se mueven irregularmente dentro del material; pero si en los extremos del mismo se aplica una diferencia de potencial, las cargas comenzarán a moverse en la dirección contraria al campo generado. La cantidad de carga que pasa por unidad de tiempo se la llama corriente eléctrica.

$$I = q/t \quad (\text{A})$$

q: carga

t: tiempo

La corriente (I) se mide en amperes (A), unidad definida por la fuerza electromagnética con que interactúan dos cables. En una corriente de 1 ampere fluyen 6 trillones de electrones por segundo. Para corrientes menores se usan las subunidades miliampere (una milésima de ampere) y microampere (una millonésima de ampere).

La cantidad de corriente eléctrica que circula entre dos puntos depende tanto de la diferencia del voltaje aplicado como de la resistencia (Corriente = Voltaje / Resistencia): mientras más alto sea el voltaje o menor sea la resistencia, mayor será la corriente

$$I = V / R$$

3.2.1. CORRIENTE ALTERNA

Es la corriente generada con un cambio de sentido permanente. La corriente circula en un sentido y al instante en el contrario. La cantidad de cambios de sentido por segundo se llama frecuencia.

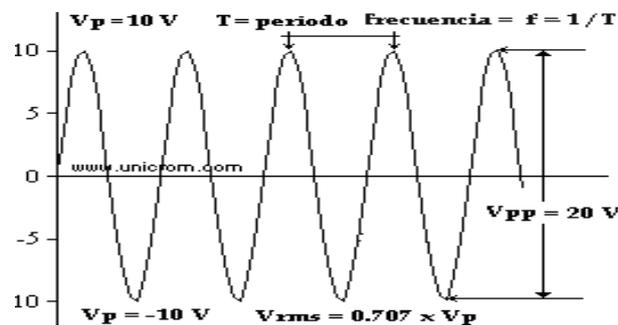


Fig. 27. Grafica de la corriente alterna.

En este caso el gráfico (Fig. 27). Muestra el voltaje (que es también alterno) y tenemos que la magnitud de éste varía primero hacia arriba y luego hacia abajo (de la misma forma en que se comporta la corriente) y nos da una forma de onda llamada: onda senoidal.

El voltaje varía continuamente, y para saber que voltaje tenemos en un momento específico, utilizamos la fórmula; $V = V_p \times \text{Seno}(\Theta)$ donde $V_p = V$ pico, es el valor máximo que obtiene la onda y Θ es una distancia angular y se mide en grados

Aclarando un poco esta última parte y analizando el gráfico anterior, se ve que la onda senoidal es *periódica* (se repite la misma forma de onda continuamente). Si se toma un período de ésta (un ciclo completo), se dice que tiene una distancia angular de 360° .

Y con ayuda de la fórmula que ya dimos, e incluyendo Θ (distancia angular para la cual queremos saber el voltaje) obtenemos el voltaje instantáneo de nuestro interés. Para cada distancia angular diferente el valor del voltaje es diferente, siendo en algunos casos positivos y en otros negativos (cuando se invierte su polaridad.).

3.2.2. CORRIENTE CONTINUA.

Es el flujo continuo de electricidad a través de un conductor entre dos puntos de distinto potencial (Fig. 28). A diferencia de la corriente alterna, en este caso, las cargas eléctricas circulan siempre en la misma dirección del punto de mayor potencial al de menor potencial. Aunque comúnmente se identifica la corriente continua con la corriente constante (por ejemplo la suministrada por una batería), es continua toda corriente que mantenga siempre la misma polaridad.

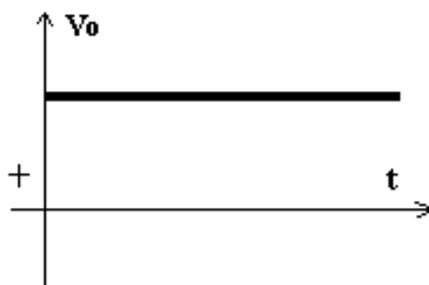


Fig. 28. Grafica de corriente continúa.

3.3. TENSIÓN

Es la fuerza que impulsa a los electrones o a las partículas cargadas a desplazarse y formar corrientes eléctricas es lo que se denomina "voltaje" o "tensión".

3.4. POTENCIA

La potencia es una medida de trabajo realizado por una corriente al circular a través de una carga. La unidad de medida es el watt o vatio (**W**)

$$P = E * I$$

3.5. PUESTAS A TIERRA EN INSTALACIONES DOMICILIARIAS E

INDUSTRIALES

Las cubiertas metálicas de los equipos eléctricos se conectan a tierra, así, si estas entraran en contacto con cualquiera de los conductores del circuito, se evita que pasen corrientes peligrosas hacia las personas, pues se mantiene al potencial de tierra.

La forma más simple de hacer una toma a tierra de protección es a través de una barra con aleación de cobre (copperwell) conexas al conductor de tierra (verde) de la instalación (Fig. 29). Esta barra se entierra completamente, en uno de sus extremos lleva una abrazadera (o similar) para permitir la conexión con el conductor de tierra de la instalación. Es importante mencionar que para puesta a tierra de protección **NO deben ser utilizados las cañerías de cobre de la vivienda.**



Fig. 29. Puesta a tierra.

3.6. RIESGOS ELECTRICOS

La energía eléctrica es extremadamente útil y fácil de usar; pero también es potencialmente peligrosa y letal. Por esta razón, debe ser utilizada racionalmente y tratada con precaución y respeto. De lo contrario, nosotros nos exponemos y a su vez aquellas personas quienes nos rodean, a sufrir graves accidentes de origen eléctrico incluyendo lesiones personales e incendios.

RIESGO DE ELECTROCUCIÓN

El riesgo de electrocución para las personas se puede definir como la "posibilidad de circulación de una corriente eléctrica a través del cuerpo humano". Así, se pueden considerar los siguientes aspectos:

Para que exista **posibilidad de circulación de corriente eléctrica** es necesario:

- Que exista un circuito eléctrico formado por elementos conductores
- Que el circuito esté cerrado o pueda cerrarse
- Que en el circuito exista una diferencia de potencial mayor que cero.

Para que exista **posibilidad de circulación de corriente por el cuerpo humano** es necesario:

- Que el cuerpo humano sea conductor; El cuerpo humano, si no está aislado, es conductor debido a los líquidos que contiene (sangre, linfa, etc.)
- Que el cuerpo humano forme parte del circuito.
- Que exista entre los puntos de "entrada" y "salida" del cuerpo humano una diferencia de potencial mayor que cero.

Cuando estos requisitos se cumplan, se podrá afirmar que existe o puede existir riesgo de electrocución.

EFFECTOS DE LA CORRIENTE SOBRE EL ORGANISMO

La acción de la corriente eléctrica sobre el organismo, depende de algunos factores que actuando independientemente o en forma conjunta, inciden sobre el organismo:

- La Tensión
- La Intensidad
- La Frecuencia y tiempo de corriente
- Forma y tiempo de contacto
- La resistencia eléctrica del cuerpo
- El trayecto tomado por la corriente en el organismo

De 1 a 3 mA: umbral de percepción (sensación de cosquilleo).

De 10 a 15 mA: tetanización o contracción muscular (se pega al conductor o sale proyectado, si se contraen los músculos respiratorios; asfixia).

A partir de 50mA: fibrilación cardiaca contracciones no coordinadas del corazón (falta de riego cerebral y muerte. Suele ser irreversible).

Más de 500mA: Se reduce a la posibilidad de paro cardíaco y aumenta la parálisis cerebral

Estos valores varían en función del tiempo de exposición:

Tiempo <150ms no existe peligro para corrientes menores de 300mA.

Tiempo >150ms no hay riesgo para corrientes inferiores a 30mA.

La corriente de baja tensión mata por fibrilación cardiaca, mientras que la de alta tensión lo hace por destrucción de órganos o por asfixia.

TIPOS DE ACCIDENTES ELÉCTRICOS

Los accidentes eléctricos se clasifican en:

Directos: Provocados por la corriente derivada de su trayectoria normal al circular por el cuerpo, es decir, es el choque eléctrico y sus consecuencias inmediatas. Puede producir las siguientes alteraciones funcionales:

- Fibrilación ventricular- paro cardíaco.
- Asfixia- paro respiratorio.
- Tetanización muscular.

Indirectos: No son provocados por la propia corriente, sino que son debidos a:

Afectados por golpes contra objetos, caídas, etc., ocasionados tras el contacto con la corriente, que si bien por él mismo a veces no pasa de ocasionar un susto o una sensación desagradable, sin embargo sí puede producir una pérdida de equilibrio con la consiguiente caída al mismo nivel o a distinto nivel y el peligro de lesiones, fracturas o golpes con objetos móviles o inmóviles que pueden incluso llegar a producir la muerte.

Quemaduras de la víctima debidas al arco eléctrico. La gravedad de las mismas puede abarcar la gama del primer al tercer grado y viene condicionada por los dos factores siguientes:

- a) La superficie corporal afectada
- b) La profundidad de las lesiones

EFFECTOS FÍSICOS INMEDIATOS

Según el tiempo de exposición y la dirección de paso de la corriente eléctrica para una misma intensidad pueden producirse lesiones graves, tales como: asfixia, fibrilación ventricular, quemaduras, lesiones secundarias a consecuencia del choque eléctrico, tales como caídas de altura, golpes, etc., cuya aparición tiene lugar dependiendo de los valores $t \cdot I_c$ (tiempo-Intensidad de corriente en mA)

Paro cardíaco:

Se produce cuando la corriente pasa por el corazón y su efecto en el organismo se traduce en un paro circulatorio por parada cardíaca.

Asfixia:

Se produce cuando la corriente eléctrica atraviesa el tórax. el choque eléctrico tetaniza el diafragma torácico y como consecuencia de ello los pulmones no tienen capacidad para aceptar aire ni para expulsarlo. Este efecto se produce a partir de 25-30 mA.

Quemaduras:

Internas o externas por el paso de la intensidad de corriente a través del cuerpo por Efecto Joule o por la proximidad al arco eléctrico. Se producen zonas de necrosis (tejidos muertos), y las quemaduras pueden llegar a alcanzar órganos vecinos profundos, músculos, nervios e incluso a los huesos. La considerable energía disipada por efecto Joule, puede provocar la coagulación irreversible de las células de los músculos estriados e incluso la carbonización de las mismas.

Tetanización ó contracción muscular:

Consiste en la anulación de la capacidad de reacción muscular que impide la separación voluntaria del punto de contacto (los músculos de las manos y los brazos se contraen sin poder relajarse). Normalmente este efecto se produce cuando se superan los 10 mA.

Fibrilación ventricular:

Se produce cuando la corriente pasa por el corazón y su efecto en el organismo se traduce en un paro circulatorio por rotura del ritmo cardíaco. El corazón, al funcionar incoordinadamente, no puede bombear sangre a los diferentes tejidos del cuerpo humano. Ello es particularmente grave en los tejidos del cerebro donde es imprescindible una oxigenación continua de los mismos por la sangre. Si el corazón fibrila el cerebro no puede mandar las acciones directoras sobre órganos vitales del cuerpo, produciéndose unas

lesiones que pueden llegar a ser irreversibles, dependiendo del tiempo que esté el corazón fibrilando. Si se logra la recuperación del individuo lesionado, no suelen quedar secuelas permanentes. Para lograr dicha recuperación, hay que conseguir la reanimación cardíaca y respiratoria del afectado en los primeros minutos posteriores al accidente. Se presenta con intensidades del orden de 100 mA y es reversible si el tiempo de contacto es inferior a 0.1 segundo

La fibrilación se produce cuando el choque eléctrico tiene una duración superior a 0.15 segundos, el 20% de la duración total del ciclo cardíaco medio del hombre, que es de 0.75 segundos.

Lesiones permanentes:

Producidas por destrucción de la parte afectada del sistema nervioso (parálisis, contracturas permanentes, etc.)

EFFECTOS FÍSICOS NO INMEDIATOS

Se manifiestan pasado un cierto tiempo después del accidente. Los más habituales son:

Manifestaciones renales:

Los riñones pueden quedar bloqueados como consecuencia de las quemaduras debido a que se ven obligados a eliminar la gran cantidad de mioglobina y hemoglobina que les invade después de abandonar los músculos afectados, así como las sustancias tóxicas que resultan de la descomposición de los tejidos destruidos por las quemaduras.

Trastornos cardiovasculares:

La descarga eléctrica es susceptible de provocar pérdida del ritmo cardíaco y de la conducción aurículo- ventricular e intraventricular, manifestaciones de insuficiencias coronarias agudas que pueden llegar hasta el infarto de miocardio, además de trastornos únicamente subjetivos como taquicardias, sensaciones vertiginosas, cefaleas rebeldes, etc.

Trastornos nerviosos:

La víctima de un choque eléctrico sufre frecuentemente trastornos nerviosos relacionados con pequeñas hemorragias fruto de la desintegración de la sustancia nerviosa ya sea central o medular. Normalmente el choque eléctrico no hace más que poner de manifiesto un estado patológico anterior. Por otra parte, es muy frecuente también la aparición de neurosis de tipo funcional más o menos graves, pudiendo ser transitorias o permanentes.

Trastornos sensoriales, oculares y auditivos:

Los trastornos oculares observados a continuación de la descarga eléctrica son debidos a los efectos luminosos y caloríficos del arco eléctrico producido. En la mayoría de los casos se traducen en manifestaciones inflamatorias del fondo y segmento anterior del ojo. Los trastornos auditivos comprobados pueden llegar hasta la sordera total y se deben generalmente a un traumatismo craneal, a una quemadura grave de alguna parte del cráneo o a trastornos nerviosos.

PRIMEROS AUXILIOS EN CASO DE ACCIDENTE ELÉCTRICO

En primer lugar habrá de procederse a eliminar el contacto, para lo cual deberá cortarse la corriente si es posible. En caso de que ello no sea posible se tenderá a desprender a la persona accidentada, para lo cual deberá actuarse con las debidas precauciones (utilizando guantes, aislarse de la tierra, empleo de pértigas de salvamento, etc.) ya que la persona electrocutada es un conductor eléctrico mientras está pasando por ella la corriente eléctrica.

ACCIDENTES POR BAJA TENSIÓN

Cortar la corriente eléctrica, si es posible.

Evitar separar a la persona accidentada directamente y especialmente si está húmeda.

Si la persona accidentada está pegada al conductor, cortar éste con herramienta de mango aislante

ACCIDENTES POR ALTA TENSIÓN

Cortar la subestación correspondiente. Prevenir la posible caída si está en alto, Separar la víctima con auxilio de pértiga aislante y estando provisto de guantes y calzado aislante y actuando sobre banqueta aislante.

Librada la víctima, deberá intentarse su reanimación inmediatamente, practicándole la respiración artificial y el masaje cardíaco. Si está ardiendo, utilizar mantas o hacerle rodar lentamente por el suelo.

REGLAS BASICAS DE SEGURIDAD ELECTRICA

- No asuma nunca *a priori* que un circuito está desenergizado. Compruébelo siempre con un proba fase, un multímetro, una lámpara de prueba o cualquier otro aparato o instrumento en buen estado.
- Si está completamente seguro sobre como proceder ante un problema de electricidad, hágalo; si tiene alguna duda, solicite ayuda de un electricista o de un técnico calificado.
- No trabaje con bajos niveles de iluminación, ni cuando esté cansado o tomando medicinas que induzcan al sueño.
- No trabaje en zonas húmedas o mientras usted mismo o su ropa estén húmedos. La humedad reduce la resistencia de la piel y favorece la circulación de la corriente eléctrica. Si el piso esta mojado, utilice una tabla seca para aislarse.
- Use herramientas, equipos y aparatos de protección aprobados y apropiados (gafas, guantes, zapatos, casco, etc.).
- Mantenga sus herramientas y demás elementos de trabajo eléctrico limpios y en buen estado.

- Evite el uso de anillos, cadenas, pulseras y otros accesorios metálicos mientras realice trabajos eléctricos. No utilice tampoco prendas sueltas que puedan enredarse. Si usa cabello largo, recójase.
- No utilice agua para combatir incendios de origen eléctrico. Use únicamente extintores de incendios apropiados, preferiblemente de anhídrido carbónico (CO₂). También pueden servir algunas espumas y sustancias halogenadas.
- No intente trabajar sobre equipos o circuitos complicados hasta estar seguro de comprender bien como funcionan y haya localizado los puntos potenciales de peligro.
- Conozca siempre donde se localizan los dispositivos de desconexión de los aparatos e instalaciones eléctricas como enchufes, fusibles e interruptores generales. Si es necesario, márkelos con algún tipo de etiqueta.
- No elimine la toma ni los alambres de tierra de las instalaciones y aparatos eléctricos. Por el contrario, compruebe que estén en buen estado. Las conexiones de tierra protegen a las personas de recibir choques eléctricos. El conductor de protección verde/amarillo de las instalaciones no debe ser desconectado, eliminado ni empleado para otros fines.
- Una persona que no tenga habilidades para utilizar herramientas básicas o seguir instrucciones escritas no debe intentar realizar instalaciones ni reparaciones eléctricas de cierta magnitud. Cualquier error podría ser fatal o causar daños irreversibles a la propiedad o a los aparatos.