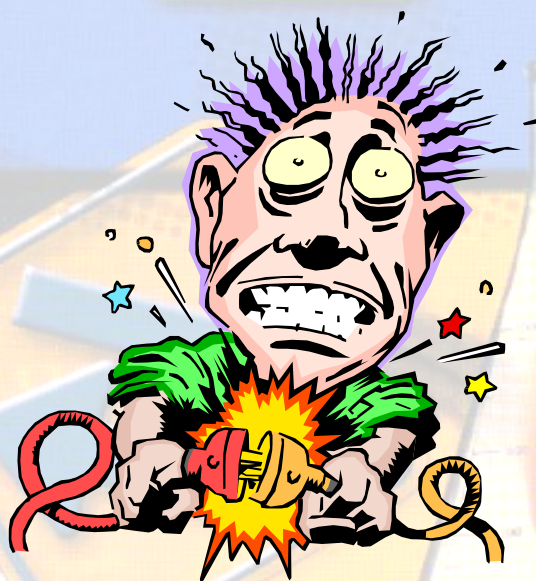


SEGURIDAD **CON LA ELECTRICIDAD**

MÓDULO 1: **ASPECTOS TÉCNICOS BÁSICOS** HIGIENE, CONTROL Y SEGURIDAD





DEPÓSITO LEGAL
TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS
HECHO EL DEPÓSITO QUE MARCA LA LEY 11.723

EL DERECHO DE PROPIEDAD DE ESTA OBRA COMPRENDE PARA SU AUTOR LA FACULTAD EXCLUSIVA DE DISPONER DE ELLA, PUBLICARLA, TRADUCIRLA, ADAPTARLA O AUTORIZAR SU TRADUCCIÓN Y REPRODUCIRLA EN CUALQUIER FORMA, TOTAL O PARCIAL, POR MEDIOS ELECTRÓNICOS O MECÁNICOS, INCLUYENDO FOTOCOPIA, COPIA XEROGRÁFICA, GRABACIÓN MAGNETOFÓNICA Y CUALQUIER SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN. POR CONSIGUIENTE, NINGUNA PERSONA FÍSICA O JURÍDICA ESTÁ FACULTADA PARA EJERCITAR LOS DERECHOS PRECITADOS SIN PERMISO ESCRITO DE RED PROTEGER.



"CONOCER NUESTRA
IGNORANCIA ES LA MEJOR
PARTE DEL CONOCIMIENTO"

ANÓNIMO



INDICE

- 1) INTRODUCCIÓN
- 2) HISTORIA DE LA ELECTRICIDAD
 - 2.1) Hitos de la Historia de la Electricidad
- 3) DEFINICIONES
- 4) FALLOS TÉCNICOS Y FALLOS HUMANOS
 - 4.1) Fallos Técnicos
 - 4.2) Fallos Humanos
 - 4.3) Imprudencia
- 5) ¿QUÉ ES LA ELECTRICIDAD?
 - 5.1) El Descubrimiento de la Electricidad
 - 5.2) EL Atomo de Bhor
 - 5.3) Iones
 - 5.4) Niveles de Energía
 - 5.5) La Banda de Valencia
 - 5.6) La Banda de Conducción
 - 5.7) Conductividad
 - 5.8) Conductores
 - 5.9) Aislantes o Dieléctricos
 - 5.10) Semiconductores
 - 5.11) Datos
 - 5.12) Movimiento de Electrones
 - 5.13) Tipos de Electricidad
 - 5.14) Centrales, Turbinas y Generadores
- 6) ¿QUE ES UN ACCIDENTE ELÉCTRICO?
 - 6.1) Tensión Aplicada al Cuerpo
 - 6.2) Resistencias del Circuito de Defecto
 - 6.3) Resistencia del Cuerpo Humano



1) INTRODUCCIÓN

Hemos llegado a un alto nivel de tecnología e industrialización en la invención y construcción de aparatos eléctricos, electrónicos y electrodomésticos, aplicados tanto en la industria como en el hogar, destinados a hacer la vida más cómoda y más alegre.

La energía eléctrica, desde su invención y escalonada a través de los años, ha ido aportando grandes adelantos técnicos y científicos, todos orientados hacia el confort, la obtención de alimentos, su conservación, etc., de forma que la humanidad cada día va obteniendo más ventajas en el transporte, en la industria, en la vivienda, más tiempo libre y libertad.

Los grandes y pequeños aparatos eléctricos, todos ellos sin excepción y en un momento determinado, pueden presentar un riesgo inminente y en consecuencia un accidente eléctrico e incluso ser capaces de producir la muerte. De hecho, sucede en muchas ocasiones, como se verá, si no sabemos hacer uso apropiado de ellos, si no se cuidan y si no nos protegemos adecuadamente, si no somos responsables de nuestros actos, si no prevenimos y si no nos convencemos de la necesidad de disponer de una seguridad personal y colectiva.

Algunos de los muchos motivos por los cuales se pueden producir accidentes eléctricos son: la ignorancia, la imprudencia, el desconocimiento, la falta de preparación y seguridad técnica y personal; sin olvidar la negligencia, el exceso de confianza en la actividad laboral de su trabajo, en particular en aquellos que trabajan cotidianamente con la electricidad o tienen relación con ella.

Es creencia natural y mundialmente reconocida que la electricidad es muy peligrosa y que un electrocutado significa una muerte casi segura; pero pese a su peligrosidad manifiesta y potencial, no existe una proporción de accidentes mortales tan numerosos como en otras ramas de la industria.

El accidente eléctrico se puede producir en función de muchos factores, como se verá más adelante; en algunos, puede concurrir una o más circunstancias; en otras, más influirán fallos humanos o técnicos y la falta de prevención, tanto personal como directiva, de proyección y de realización de obra.

Cuando ocurre un accidente todo es tratar de buscar causas, motivos, recriminaciones, posibilidades, etc. Empezamos a preocuparnos y ponemos en marcha el dispositivo de seguridad y una campaña de seguridad y de prevención. No cabe duda de que, de los accidentes se aprende y se obtienen muy buenas conclusiones para el futuro; pero mejor es tratar de evitarlos, no llegar a ellos; muchos son evitables y la mayor parte son factibles de impedir, pero son el resultado de la imprevisión, del incumplimiento de las órdenes y normas, de la negligencia, del desconocimiento, de la falta de preocupación, de la desidia, desorden, de fallos humanos y técnicos y otras muchas disposiciones negativas.

No se debe culpar a la casualidad, ni a la mala suerte, ni al número 13; los accidentes se producen porque hay un motivo, un fallo técnico o humano que tarde o temprano, al repetirse las condiciones, se producirá si carecemos de prudencia, de seguridad, atención y responsabilidad.

En el trabajo diario con la electricidad se va adquiriendo una confianza que hace llegar a olvidar los peligros que en potencia y en todo momento pueden producirse. Esta confianza e indiferencia paulatina en el trabajo con la corriente eléctrica llega a ser un engaño, un error que se debe evitar. Se debe desconfiar siempre y recelar de los peligros escondidos que pueden aparecer en cualquier momento, frente a los que se debe estar siempre prevenidos. En todos nuestros actos y movimientos debe imperar un sentido de seguridad.

La seguridad nació para hacer frente al accidente en el trabajo, en casa, el cualquier parte; la seguridad crea métodos preventivos con los cuales incorpora valores positivos en el terreno y ambiente laboral. Despreciar la seguridad es una imprudencia que se puede pagar muy cara; no seguir las normas de prevención supone conceptos equivocados en la

consecución de un trabajo, ya que el accidente se presenta en cualquier momento, en un descuido, sin previo aviso y cuando ocurre vemos y apreciamos el error cometido.

2) HISTORIA DE LA ELECTRICIDAD

Las propiedades eléctricas de ciertos materiales ya eran conocidas por civilizaciones antiguas. En el año 600 AC, Tales de Mileto había comprobado que si se frotaba el ámbar, éste atraía hacia sí a objetos más livianos. Se creía que la electricidad residía en el objeto frotado. De ahí que el término "electricidad" provenga del vocablo griego "elektron", que significa ámbar.

En la época del renacimiento comenzaron los primeros estudios metodológicos, en los cuales la electricidad estuvo íntimamente relacionada con el magnetismo. El inglés William Gilbert comprobó que algunas sustancias se comportaban como el ámbar, y cuando eran frotadas atraían objetos livianos, mientras que otras no ejercían ninguna atracción. A las primeras, entre las que ubicó el vidrio, el azufre y la resina, las llamó "eléctricas", mientras que a las otras, como el cobre o la plata, "aneléctricas".

Benjamin Franklin fue quien postuló que la electricidad era un fluido y calificó a las sustancias en eléctricamente positivas y negativas de acuerdo con el exceso o defecto de ese fluido. Franklin confirmó también que el rayo era efecto de la conducción eléctrica, a través de un célebre experimento, en el cual la chispa bajaba desde una cometa remontada a gran altura hasta una llave que él tenía en la mano.

Hacia mediados del siglo XVIII se estableció la distinción entre materiales aislantes y conductores. Los aislantes eran aquellos a los que Gilbert había considerado "eléctricos", en tanto que los conductores eran los "aneléctricos". Esto permitió que se construyera el primer almacenador rudimentario: estaba formado por dos placas conductoras que tenían una lámina aislante entre ellas. Fue conocido como botella de Leyden, por la ciudad en que se lo inventó.

A principios del siglo XIX, el conde Alessandro Volta construyó una pila galvánica. Colocó capas de cinc, papel y cobre, y descubrió que si se unía la base de cinc con la última capa de cobre, el resultado era una corriente eléctrica que fluía por el hilo de unión. Este sencillo aparato fue el prototipo de las pilas eléctricas, de los acumuladores y de toda corriente eléctrica producida hasta la aparición de la dinamo.

Mientras tanto, Georg Simon Ohm sentó las bases del estudio de la circulación de las cargas eléctricas en el interior de materias conductoras.

En 1819, Hans Oersted descubrió que una aguja magnética colgada de un hilo se apartaba de su posición inicial cuando pasaba próxima a ella una corriente eléctrica y postuló que las corrientes eléctricas producían un efecto magnético. De esta simple observación salió la tecnología del telégrafo eléctrico. Sobre esta base, André Ampère dedujo que las corrientes eléctricas debían comportarse del mismo modo que los imanes.

Esto llevó a Michael Faraday a suponer que una corriente que circulara cerca de un circuito induciría otra corriente en él. El resultado de su experimento fue que esto sólo sucedía al comenzar y cesar de fluir la corriente en el primer circuito. Sustituyó la corriente por un imán y encontró que su movimiento en la proximidad del circuito inducía en éste una corriente. De este modo pudo comprobar que el trabajo mecánico empleado en mover un imán podía transformarse en corriente eléctrica.

Los experimentos de Faraday fueron expresados matemáticamente por James Maxwell, quien en 1873 presentó sus ecuaciones, que unificaban la descripción de los comportamientos eléctricos y magnéticos, y su desplazamiento, a través del espacio en forma de ondas.

En 1878 Thomas Alva Edison comenzó los experimentos que terminarían, un año más tarde, con la invención de la lámpara eléctrica, que universalizaría el uso de la electricidad.

Desde que en 1880 entró en funcionamiento en Londres la primera central eléctrica destinada a iluminar la ciudad, las aplicaciones de esta forma de energía se han extendido



progresivamente. En Buenos Aires, el sistema eléctrico comenzó con la aparición de la Compañía General Eléctrica Ciudad de Buenos Aires, en 1887. La electricidad se ha convertido en una fuente de energía indispensable, presentando las ventajas de su limpieza, su bajo costo, y su fácil transporte y conversión en otros tipos de energía.

2.1) Hitos de la Historia de la Electricidad

- 600 AC:** Tales de Mileto (624-548 AC) descubre que si se frota el ámbar, éste atrae a los objetos más livianos.
- 1800:** Alessandro Volta (1745-1827) descubre la pila eléctrica.
- 1819:** Hans Oersted (1777-1851) descubre el efecto magnético de la corriente eléctrica, probando que la electricidad puede producir magnetismo.
- 1821:** Michael Faraday (1791-1867) describe el principio de la dínamo.
- 1827:** André Marie Ampère (1775-1836) descubre las leyes que relacionan la fuerza magnética con la corriente eléctrica.
- 1827:** George Ohm (1789-1854) establece la ley de la resistencia eléctrica.
- 1831:** Michael Faraday descubre la inducción electromagnética, confirmando así que el magnetismo puede producir electricidad.
- 1879:** Thomas Alva Edison inventa la lámpara eléctrica.
- 1880:** En Londres comienza a funcionar la primera central eléctrica destinada a iluminar una ciudad.
- 1887:** Se inicia el sistema de iluminación eléctrico en la Ciudad de Buenos Aires.
- 1908:** Heike Kammerlingh Onnes (1853-1926) descubre el principio de la superconducción.

3) DEFINICIONES

Energía: Capacidad de un cuerpo o sistema para realizar un trabajo. La energía eléctrica se mide en kilowatt-hora (kWh).

Potencia: Es el trabajo o transferencia de energía realizada en la unidad de tiempo. Se mide en Watt (W) o kilowatt (kW).

Tensión: Potencial eléctrico de un cuerpo. La diferencia de tensión entre dos puntos produce la circulación de corriente eléctrica cuando existe un conductor que los vincula. Se mide en Volt (V), y vulgarmente se la suele llamar voltaje.

Corriente: Flujo de electrones a través de un conductor. Su intensidad se mide en Amperes (A).

Resistencia: Cualidad de un material de oponerse al paso de una corriente eléctrica.

Conductor: Material que opone mínima resistencia ante una corriente eléctrica. Los materiales que no poseen esta cualidad se denominan aislantes.

Circuito: Trayecto o ruta de una corriente eléctrica, formado por conductores, que transporta energía eléctrica entre fuentes (p.ej. centrales eléctricas) y cargas (p.ej. consumidores).

Watt: Es la unidad que mide potencia. Se abrevia W y su nombre se debe al físico inglés James Watt. También se lo denomina vatio.

Kilowatt-hora: Unidad de energía utilizada para registrar los consumos. Equivale al consumo de un artefacto de 1.000 W de potencia durante una hora.

Volt: Unidad que mide la tensión, también llamada voltio. Su abreviatura es V, y su nombre recuerda al físico italiano Alessandro Volta. En la industria eléctrica se usa también el kilovolt (kV), que equivale a 1.000 V.



Ampere: Unidad que mide la intensidad de una corriente eléctrica. Su abreviatura es A, y su nombre se debe al físico francés André Marie Ampère. También se lo denomina amperio.

Umbral de percepción: Es el valor de la corriente de contacto que puede soportar el experimentador cuando al sujetarse un electrodo con tensión en las manos solamente percibe cierto cosquilleo, sin sensaciones desagradables, daño físico ni dolor muscular.

Corriente límite o umbral de autoliberación: Es la intensidad capaz de soportar un individuo sin perder la posibilidad de soltarse a voluntad del electrodo que sujeta en sus manos.

Contacto Directo: contacto de las personas con partes activas de materiales y equipos componentes de una instalación eléctrica.

Parte Activa: es el conjunto de conductores y piezas conductoras que se encuentran bajo tensión permanente durante el servicio normal.

Contacto Indirecto: contacto de personas con masas puestas accidentalmente bajo tensión.

Masa: conjunto de las partes metálicas de una instalación o aparato eléctrico que en condiciones normales están sin tensión.

4) FALLOS TÉCNICOS Y FALLOS HUMANOS¹

Todo accidente tiene sus causas, que pueden ser de naturaleza muy diversa como vamos a ver. Las causas que predisponen a un posible accidente se dividen en dos grandes grupos, aunque éstos pueden subdividirse en otros atendiendo a varios factores: fallos técnicos, fallos humanos

4.1) Fallos Técnicos

Son aquellos que se imputan a errores de cálculo y proyección, de obra, dirección, ejecución de trabajos, etc.

Así tenemos los siguientes entre otros:

- Por errores de cálculo en la ejecución de los planos, delineaciones, etc.
- Por deficiencia en el proyecto de la obra o máquina, instalación, defecto de materiales, mala calidad.
- Materiales defectuosos o escatimados en cantidad y medida, que perjudican la obra.
- Falta de aislamiento o deterioro en las instalaciones y máquinas.
- Instalaciones escasas, defectos, mal atendidas y sobrecargadas.
- Falta de protección o ausencia de elementos protectores.
- Falta de señalizaciones.
- Defectuoso funcionamiento de las máquinas e instalaciones.
- Utilajes y herramientas inadecuadas y sin aislamiento.
- Defectos en la iluminación.
- Mala ventilación y exceso de temperatura

4.2) Fallos Humanos

Son imputables a la persona, capaz de almacenar un sinnúmero de defectos en actos de inseguridad, negligencia, poca formación y despreocupación. Vamos a citar un buen número de fallos imputables directamente al género humano:

¹ Punto desarrollado sobre la base del libro “Prevención de Accidentes Eléctricos”, autor Pablo Marco Sancho, Editorial Paraninfo, segunda edición 1997.



- Por actos realizados con inseguridad.
- Por preocupaciones personales.
- Por imprudencia, distracción y exceso de confianza.
- Por temeridad y desafío a las normas.
- Por desobedecer las órdenes.
- Por no aceptar los consejos y creerse autosuficiente.
- Por desconocimiento del peligro, falta de reflejos.
- Por no ser previsor, no informarse, etc.
- Por haber adquirido malos hábitos.
- Por fatiga, defecto de visión y sordera.
- Por gastar bromas pesadas en el trabajo.
- Por no ser responsable de sus actitudes.
- Por tomar el trabajo con desaliento y sin interés.
- Por mal uso de las herramientas y máquinas.
- Operar en lugares peligrosos sin autorización.
- Reparar máquinas en marcha.
- No tomar las medidas al trabajar bajo tensión.
- Trabajar ignorando los dispositivos de seguridad.
- Trabajar en instalaciones en malas condiciones.
- Usar materiales en malas condiciones e inadecuadas.

4.3) Imprudencia

Una de las definiciones dadas por los diccionarios a la palabra imprudencia es:

“La imprudencia temeraria, en derecho, punible e inexcusable; negligencia con olvido de las precauciones que la prudencia vulgar aconseja”.

Es una imprudencia:

- El desprecio al peligro haciendo caso omiso de la seguridad y no tomar las medidas pertinentes.
- Trabajar con máquinas y herramientas en malas condiciones, creyendo que no va a pasar nada.
- No respetar las órdenes y consignas recibidas de los superiores.
- Trabajar en condiciones peligrosas, posiciones incorrectas y sin dedicar atención a su protección.
- Conectar un interruptor, una línea, una máquina, etc., sin asegurarse de que otros operarios puedan estar en contacto con dichos elementos.
- Gastar bromas con la electricidad a otras personas.
- Engrasar un motor durante su trabajo, cuando el engrase no es fácilmente accesible o hay que quitar las protecciones para poder engrasar. Muchos de los puntos a engrasar y en particular en motores eléctricos, deben hacerse a motor parado, previa desconexión, con la seguridad de que nadie pueda ponerla en marcha.
- Conectar un interruptor que acciona una máquina o pone bajo tensión una línea, sin asegurarse de si hay un cartel de aviso o personas trabajando.
- Subirse a un porte de conducción de energía eléctrica sin los gatos trepadores y sin arnés de seguridad. Sin usar los trepadores se desliza el cuerpo y no se puede mantener libertad de movimiento de las manos para poder trabajar.
- Permitir que los cables conductores vayan por el suelo, estén pelados o faltos de aislamiento; esto puede producir un accidente con sólo tocarlos, pisarlos, etc.



- Usar el portátil con la lámpara al descubierto, sin la protección debida contra golpes, contactos eléctricos y sobre todo contra los destellos de la iluminación.
- Utilizar un destornillador, alicates u otra herramienta con magos sin aislar, cuando se trata de maniobras en un aparato eléctrico bajo tensión.
- Trabajar con la taladradora portátil o manual, sin tener la precaución de unir sus partes metálicas a una puesta a tierra.
- El simple efecto de cambiar un fusible, tomándolo con la mano. Según el tipo de fusible que se trate, deben emplearse unas tenazas aislantes, alicates, guantes, y las pinzas destinadas a tal efecto.
- Trabajar con una portátil o herramienta manual eléctrica, en locales, lugares, estructuras, depósitos, etc., con humedad o muy conductores. En estos casos se debe utilizar la tensión de trabajo de seguridad.
- Trabajar en una línea o máquina, realizando una reparación, sin colocar un cartel indicador y no quitar los fusibles.

Como vemos, la posibilidad de cometer una imprudencia alcanza porcentajes muy altos en nuestras actividades y relaciones con la electricidad, tanto en casa como en la industria. Cualquier imprudencia puede significar un accidente y puede ser la última que se cometa.

Además de la imprudencia, tenemos otros fallos humanos, como:

La temeridad: Es un desprecio contra la vida, un riesgo, producto de la irresponsabilidad personal.

La ignorancia: Es un desconocimiento en el trabajo a realizar, en el manejo de las herramientas trabajando con electricidad y de la seguridad, el cual puede producir un accidente.

La indisciplina: Toda indisciplina e incumplimiento de las órdenes en el trabajo, en cuanto a prevención, seguridad y realización de lo ordenado en esta materia.

El descuido: Toda persona descuidada en el trabajo tiene una elevada predisposición al accidente. Omitir detalles y tener descuidos, significa una falta de atención e incluso un desinterés que conduce a aumentar los riesgos cuando se trabaja con la electricidad.

La pereza: La pereza es mala consejera en el trabajo y es causante de no tomar las medidas necesarias de seguridad.

La impaciencia: Trabajar contrarreloj en el campo de la electricidad no es aconsejable. Con las prisas se omiten tomar las medidas de seguridad, aumentando los riesgos.

5) ¿QUÉ ES LA ELECTRICIDAD?

5.1) El Descubrimiento de la Electricidad

La palabra electricidad deriva del griego "elektron" que significa "ámbar". Tales de Mileto (600 años A.C.) descubrió que, frotando una varilla de ámbar con un paño, aquélla atraía pequeños objetos como cabellos, plumas, etc. Se dice que la varilla se ha electrizado.

No todas las materias poseen la propiedad de cargarse de electricidad y, aunque lo hagan, pueden comportarse de distintas maneras. El siguiente experimento explicará estas diferencias:



Se construye un péndulo con una bolita de médula de saúco y un hilo. Si ahora se le acerca una varilla de ámbar previamente cargada de electricidad (por frotamiento), la bolita se acerca a la varilla, pero en el momento que la toca, se siente repelida.

La explicación es la siguiente:

Inicialmente, la bolita estaba descargada y la varilla cargada. La varilla atrae la bolita. (Por tener cargas de distinto signo). Cuando se tocan, parte de la electricidad de la varilla pasa al péndulo cargándolo; (ya tienen cargas del mismo signo) entonces se repelen. El péndulo está cargado. Si ahora se le aproxima otra varilla cargada por frotamiento, pero de vidrio, aquel será atraído hacia esta.

De esta experiencia se deduce:

- Que existen dos tipos de electricidad: la que adquiere el vidrio y la que adquiere el ámbar.
- Que la electricidad del mismo signo se repele, y de distinto tipo se atrae. Para distinguir estos dos tipos, se les da el nombre de "positivo" (+) y "negativo" (-).

5.2) EL Atomo de Bhor

La materia está formada por moléculas, y estas a su vez, por átomos. El átomo es, por tanto, la parte más pequeña de la materia. Pero, ¿de qué está constituido el átomo?

El modelo de Bhor nos da la siguiente explicación. Existen tres tipos de partículas subatómicas:

El electrón tiene una masa muy pequeña y una unidad de carga eléctrica, del tipo que llamamos negativa.

El protón tiene una masa mucho mayor que el electrón, y también una unidad de carga eléctrica, pero del tipo que llamamos positiva.

El neutrón no tiene carga eléctrica y posee una masa igual que la del protón

En el núcleo se encuentran aglutinados protones y neutrones, en número diferente según el elemento de que se trate.

Por ejemplo, el hidrógeno tiene un solo protón. En cambio el sodio tiene once protones y doce neutrones.

La corteza está formada por capas, en las cuales giran los electrones en órbitas circulares alrededor del núcleo.

En cada capa hay uno o varios electrones. El número total de electrones de la corteza es igual al número de protones del núcleo, de tal manera que la carga eléctrica total de un átomo es nula.

El número de cargas negativa (electrones) es igual al número de cargas positivas (protones).

Cuando un electrón salta de una capa a otra inferior, desprende energía radiante. Para que un electrón salte de una capa a otra superior, es preciso comunicarle energía exterior.

5.3) Iones

Un átomo es, como se ha dicho, eléctricamente neutro. Ahora bien, debido a fuerzas externas, puede perder o ganar electrones procedentes de otros átomos. En el caso de que gane o acepte electrones, se queda con exceso de carga negativa (es decir, tiene más



electrones que protones), por el contrario, cuando pierde o cede electrones, se queda con exceso de carga positiva (tiene más protones que electrones).

En ambos casos, dicho átomo con exceso de carga (positiva o negativa) se comportará como si fuera él mismo una carga susceptible de moverse, siendo atraído o repelido, según el caso, por otras cargas. Debido a esa capacidad de moverse que tiene ahora ese átomo cargado se le da el nombre de ión (viajero, en griego).

El átomo que ha cedido electrones será pues un ión positivo o catión. El átomo que ha ganado electrones será pues un ión negativo o anión.

5.4) Niveles de Energía

En un átomo, los electrones están girando alrededor del núcleo formando capas. En cada una de ellas, la energía que posee el electrón es distinta. En efecto; en las capas muy próximas al núcleo, la fuerza de atracción entre éste y los electrones es muy fuerte, por lo que estarán fuertemente ligados.

Ocurre lo contrario en las capas alejadas, en las que los electrones se encuentran débilmente ligados, por lo que resultará más fácil realizar intercambios electrónicos en las últimas capas.

El hecho pues, de que los electrones de un átomo tengan diferentes niveles de energía, nos lleva a clasificarlos por el nivel energético (o banda energética) en el que se encuentra cada uno de ellos. Las bandas que nos interesa a nosotros para entender mejor el comportamiento del átomo son:

5.4.1) La Banda de Valencia

Es un nivel de energía en el que se realizan las combinaciones químicas. Los electrones situados en ella, pueden transferirse de un átomo a otro, formando iones que se atraerán debido a su diferente carga, o serán compartidos por varios átomos, formando moléculas.

El átomo de Sodio (Na) tiene 11 electrones, 2 en la primera capa, 8 en la segunda y 1 en la tercera, y el Cloro (Cl) tiene 17 electrones, 2 en la primera, 8 en la segunda y 7 en la tercera. Debido a que todos los átomos tienden a tener 8 electrones en la última capa (regla del octeto): el Sodio cederá 1 electrón al Cloro con lo que el primero se quedará con 8 electrones en su ahora última capa, en cambio el Cloro aceptará ese electrón pasando su última capa de tener 7 electrones a 8.

Así pues, el átomo de Sodio que ha perdido un electrón se ha transformado en un ión positivo **Na → Na⁺** y el Cloro que lo ha ganado se transforma en un ión negativo **Cl → Cl⁻**.

Ambos se atraerán y formarán la molécula de Cloruro Sódico o Sal común (Cl Na).

5.4.2) La Banda de Conducción

Es un nivel de energía en el cual los electrones están aún más desligados del núcleo, de tal forma que, en cierto modo, todos los electrones (pertenecientes a esa banda) están compartidos por todos los átomos del sólido, y pueden desplazarse por este formando una nube electrónica.

Cuando un electrón situado en la banda de valencia se le comunica exteriormente energía, bien sea eléctricamente, por temperatura, luz, etc. puede (al ganar energía) saltar a la banda de conducción, quedando en situación de poder desplazarse por el sólido.

5.5) Conductividad

De lo anteriormente expuesto se concluye que hay sustancias que tienen más electrones en la Banda de Conducción que otras, o que en un mismo material, cuando las condiciones exteriores cambian, se comporta de diferente manera. Cada capa electrónica



puede tener un número determinado de electrones. En el caso de la última capa, que es la que origina la valencia o conducción, este número es de ocho, y todos los átomos tienden a completar su última capa con ocho electrones (regla del octeto).

Por ejemplo, un átomo que tenga siete electrones en la última capa, tendrá fuerte tendencia a captar uno de algún otro átomo cercano, convirtiéndose en un anión. En cambio, un átomo que tenga sólo un electrón en su última capa, tendrá tendencia a perderlo, quedándose con los ocho de la penúltima capa, y convirtiéndose en un catión. Estas posibilidades dependen del tipo de átomo, es decir, del tipo de sustancia (hay 103 átomos distintos conocidos), y dan lugar a las combinaciones químicas o a la conducción eléctrica.

La propiedad que poseen algunas sustancias de tener electrones libres (en la Banda de Conducción), capaces de desplazarse, se llama **conductividad**.

Estos materiales serán capaces, bajo la acción de fuerzas exteriores, de "conducir" la electricidad, ya que existe una carga eléctrica (los electrones) que pueden moverse en su interior.

Basándose en el criterio de mayor o menor conductividad, se pueden clasificar los materiales en tres grupos:

5.5.1) Conductores

Son aquellos con gran número de electrones en la Banda de Conducción, es decir, con gran facilidad para conducir la electricidad (gran conductividad). Todos los metales son conductores, unos mejores que otros. Buenos conductores son: la plata, el cobre, el aluminio, el estaño. Malos conductores son: el hierro, el plomo

5.5.2) Aislantes o Dieléctricos

Son aquellos cuyos electrones están fuertemente ligados al núcleo y, por tanto, son incapaces de desplazarse por el interior y, consecuentemente, conducir. Buenos aislantes son por ejemplo: la mica, la porcelana, el poliéster, el aire.

5.5.3) Semiconductores

Algunas sustancias son poco conductoras, pero sus electrones pueden saltar fácilmente de la Banda de Valencia a la de Conducción, si se les comunica energía exterior: son los semiconductores, de gran importancia en la electrónica. Algunos ejemplos son: el Silicio, el Germanio, el Arseniuro de Galio.

5.6) Datos

Diámetro del átomo: 10^{-8} cm
Diámetro del electrón: 10^{-13} cm
Masa del electrón: $9,1 \times 10^{-28}$ g
Masa del protón: $1,673 \times 10^{-24}$ g
Masa del neutrón: $1,673 \times 10^{-24}$ g
Carga del electrón: $-1,602 \times 10^{-19}$ Cul
Carga del protón: $+1,602 \times 10^{-19}$ Cul

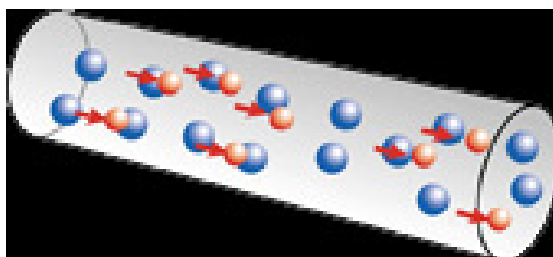
5.7) Movimiento de Electrones

La energía que encierra la electricidad proviene de unas de las partículas más pequeñas conocidas por la ciencia: los electrones, que poseen una carga eléctrica negativa.

Toda la materia está formada por átomos, y los átomos están formados por partículas más pequeñas: protones, neutrones y electrones. Algunos tipos de átomos tienen

electrones que están menos "apegados" al núcleo. Esto quiere decir que fácilmente pueden ser movilizados de un átomo a otro. Cuando los electrones se mueven entre los átomos de la materia, se produce una corriente de electricidad. Esto es lo que sucede cuando los electrones (en rojo, en la figura) circulan por un trozo de alambre.

Algunos elementos son mejores conductores que otros. Esto se relaciona con la capacidad de los electrones de los átomos de esa materia, de moverse de un lugar a otro. A esta capacidad se le llama resistencia de un material. A menor resistencia, mejor conductor de electricidad es el elemento. El cobre es un excelente metal conductor de electricidad, ya que su resistencia es baja.



Las pilas y baterías contienen energía química almacenada. Cuando las sustancias químicas del interior de las pilas reaccionan unas con otras, producen una carga eléctrica. Esta carga se transforma en energía eléctrica cuando la batería o pila se conecta en un circuito.

La electricidad produce calor. Cuando fluye, la resistencia causa fricción, y la fricción provoca calor. Mientras mayor sea la resistencia de un elemento, más caliente puede ponerse. Ese principio es el que utilizan, por ejemplo, las estufas eléctricas de radiación, los secadores de pelo o los calentadores de agua.

Otro tipo de energía eléctrica es la **electricidad estática**. Al contrario de la corriente eléctrica, que se mueve, la electricidad estática se mantiene en un lugar y consiste en los átomos que se traspasan de un elemento a otro, sin moverse.

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.

$$i = q/t$$

donde:

q: carga

t: tiempo

La corriente (i) se mide en amperes, 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 (mA, una milésima de ampere) y microampere (μ A, una millonésima de ampere).

A pesar de que son los electrones los que se mueven en el conductor, y éstos tienen carga negativa, se convino elegir el sentido de la corriente por los respectivos portadores negativos. Es decir, que en la teoría se imagina cargas positivas moviéndose en un sentido, cuando en realidad son cargas negativas dirigiéndose en el opuesto. Pero esto no trae problemas porque en el fondo el movimiento de cargas es el mismo. Importará la verdad del asunto por supuesto cuando se estudien otras cosas. En cuanto a circuitos la elección del sentido de la corriente es arbitraria mientras se respete la convención.

La corriente entonces se dirige del punto de mayor potencial al de menor.

El estudio realizado por **Georg Simon Ohm** en cuanto a la relación que podía haber entre la corriente y la diferencia de potencial, dio como resultado que si dividía el potencial

medido con la corriente de un circuito, obtenía el mismo número constante sin importar cuanto variara el potencial. Ese número se modificaba solo si construía el circuito con otro conductor. Esto lo llevó a definir a esa constante como RESISTENCIA ELÉCTRICA, y que era una constante para cada conductor (dependía de otras cuestiones, pero la idea básica era correcta).

Luego de definir lo que llamó resistencia, la ahora llamada ley de Ohm queda expresada de esta forma:

$$i = V/R$$

donde:

V= potencial

R= resistencia

i = Corriente

5.8) Tipos de Electricidad

Hasta ahora se ha considerado que la corriente eléctrica se desplaza desde el polo positivo del generador al negativo (la corriente electrónica o real lo hace al revés: los electrones se ven repelidos por el negativo y atraídos por el positivo).

En una gráfica en la que en el eje horizontal se expresa el tiempo y en el vertical la tensión en cada instante, la representación de este tipo de corriente, que llamaremos CORRIENTE CONTINUA, si el valor de la tensión es constante durante todo el tiempo y si dicho valor varía a lo largo del tiempo (pero nunca se hace negativa).

Ahora bien, existen generadores en los que la polaridad está cambiando constantemente de signo, por lo que el sentido de la corriente es uno durante un intervalo de tiempo, y de sentido contrario en el intervalo siguiente. Obsérvese que siempre existe paso de corriente; lo que varía constantemente es el signo (el sentido) de ésta.

Naturalmente, para cambiar de un sentido a otro, es preciso que pase por cero, por lo que el valor de la tensión no será el mismo en todos los instantes. A este tipo de corriente se le llama CORRIENTE ALTERNA, y, por el mismo motivo, se habla de TENSIÓN ALTERNA.

La corriente continua se abrevia con las letras CC (Corriente Continua) o DC (Direct Current), y la alterna, por CA (Corriente Alterna) o AC (Alternated Current)

5.9) Centrales, Turbinas y Generadores

La electricidad que nosotros consumimos, y que se transporta a través de una red de cables, se produce básicamente al transformar la energía cinética en energía eléctrica. Para ello, se utilizan turbinas y generadores. Las turbinas son enormes engranajes que rotan sobre sí mismos una y otra vez, impulsados por una energía externa. Los generadores son aparatos que transforman la energía cinética -de movimiento- de una turbina, en energía eléctrica.

5.9.1) Centrales Hidroeléctricas

Utilizan la fuerza y velocidad del agua corriente para hacer girar las turbinas. Las hay de dos tipos: de pasada (que aprovechan la energía cinética natural del agua corriente de los ríos) y de embalse (el agua se acumula mediante represas, y luego se libera con mayor presión hacia la central hidroeléctrica).

5.9.2) Centrales Termoeléctricas

Usan calor para producir electricidad. Calientan una sustancia, que puede ser agua o gas, los cuales al calentarse salen a presión y mueven turbinas y entonces el movimiento se transforma. Como ya hemos visto, para alimentar una central termoeléctrica se pueden usar

muchas fuentes energéticas: carbón, petróleo, gas natural, energía solar, geotérmica o nuclear.

Centrales térmicas a vapor: En este caso, se utiliza agua en un ciclo cerrado (siempre es la misma agua). El agua se calienta en grandes calderas, usando como combustible el carbón, gas, etc. La turbina se mueve debido a la presión del vapor de agua, y su energía cinética es transformada en electricidad por un generador.

Centrales térmicas a gas. En vez de agua, estas centrales utilizan gas, el cual se calienta utilizando diversos combustibles (gas, petróleo o diesel). El resultado de esta combustión es que gases a altas temperaturas movilizan a la turbina, y su energía cinética es transformada en electricidad.

Centrales de ciclo combinado. Utilizan dos turbinas, una a gas y otra a vapor. El gas calentado moviliza a una turbina y luego calienta agua, la que se transforma en vapor y moviliza, a su vez, a una segunda turbina.

6) ¿QUE ES UN ACCIDENTE ELÉCTRICO?

Se denomina accidente eléctrico al hecho de recibir una sacudida o descarga eléctrica, con o sin producción de daños materiales y/o personales.

El riesgo de contacto con la electricidad para las personas está vinculado a la posibilidad de circulación de corriente eléctrica a través del cuerpo humano. Para que esto suceda, debe existir un circuito eléctrico cerrado y una diferencia de potencial. Para que la corriente circule por el cuerpo humano, éste debe ser conductor, debe formar parte del circuito, y entre los puntos de entrada y salida de la corriente debe haber una diferencia de potencial mayor de cero.

La gravedad de las consecuencias dependerá del valor y recorrido de la corriente, órganos que afecte y tiempo que dure el pasaje de la corriente por el cuerpo. Al cuerpo humano lo podemos considerar como una resistencia eléctrica o impedancia, según se trate de corriente continua o alternada, que forma parte de un circuito eléctrico. La corriente que circula por él depende del valor de la tensión aplicada, y su magnitud empleando la ley de Ohm.

6.1) Tensión Aplicada al Cuerpo

La tensión aplicada al cuerpo es lo que provoca la circulación de una corriente por él, y se define como "tensión de contacto". No se debe confundir con "tensión de defecto", que es la diferencia de potencial que aparece como consecuencia de una falla de aislación en una instalación o aparato eléctrico. Esta tensión de defecto puede manifestarse entre conductor y masa, entre dos masas o entre masa y tierra.

6.2) Resistencias del Circuito de Defecto

La figura muestra un circuito típico de falla del cual forma parte una persona. Al considerar la corriente i que circula por el cuerpo de la persona, debemos tener en cuenta todas las resistencias que componen el circuito.

El valor de la corriente será el resultado de dividir la tensión de contacto por la sumatoria de las resistencias.

Estas resistencias las identificamos como:

R_d : resistencia de defecto que depende de la falla de aislación. En el caso de contacto directo es nula.

R_{c1}: resistencia de contacto, depende de los materiales que recubren la parte del cuerpo que hace contacto, puede ser un guante, ropa, etc. Si el contacto se hace en forma directa, este valor es nulo.

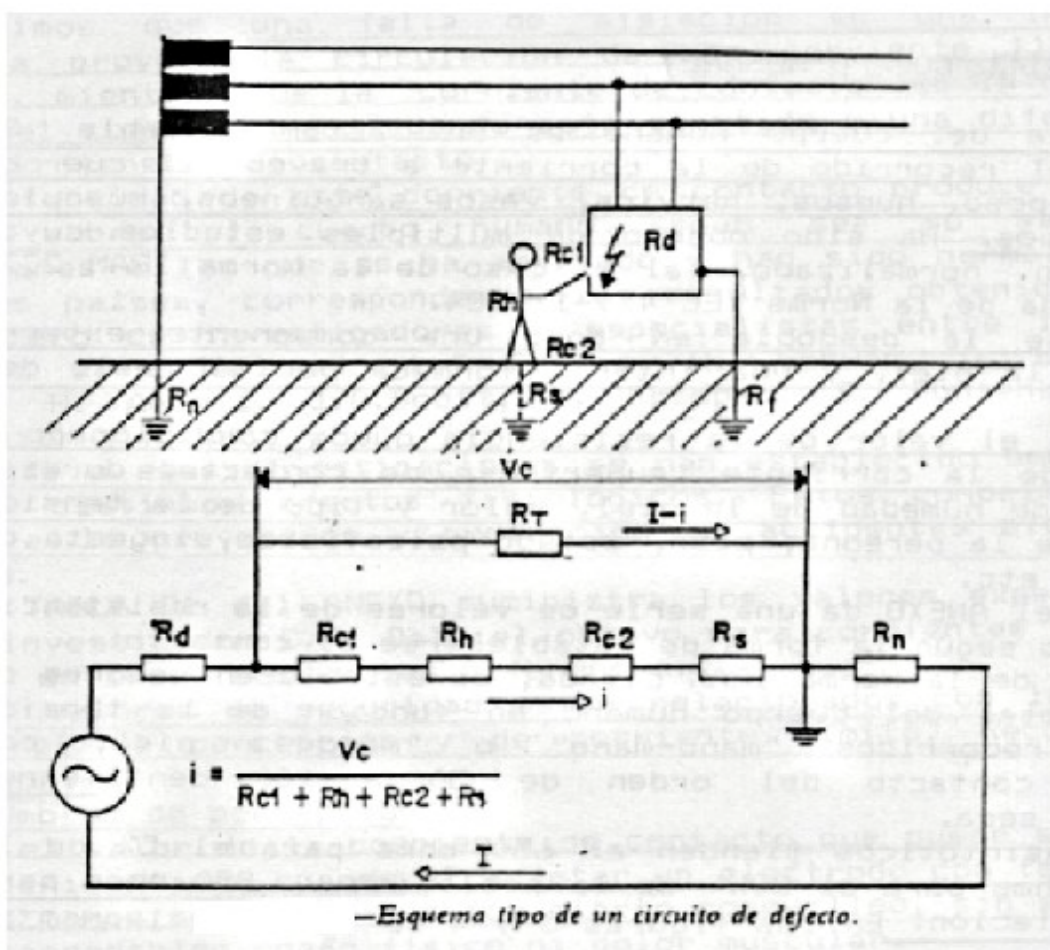
R_h: resistencia o impedancia del cuerpo humano en el momento de hacer contacto.

R_{c2}: resistencia de retorno, depende de los materiales que cubren la parte del cuerpo por donde se cierra el circuito. Generalmente, la corriente sale por los pies, en este caso tiene importancia el tipo de calzado.

R_s: resistencia del suelo, incluyendo la del piso y la tierra.

R_N: resistencia de la toma a tierra del neutro de la red.

R_T: resistencia de la toma a tierra de las masas (está en paralelo con R_h).



6.3) Resistencia del Cuerpo Humano

La intensidad de la corriente eléctrica disminuye al paso por el cuerpo humano, en razón directa del aumento de la resistencia que éste presenta; es decir, son factores inversamente proporcionales. Esta resistencia es muy variable y depende de múltiples factores, no siempre fáciles de determinar. Por ello, para disminuir el valor de la intensidad al atravesar el cuerpo humano, debe aumentarse cuanto se pueda la resistencia; ahora bien, esto no siempre se puede conseguir y por eso debemos acudir a dos sistemas de protección; el personal y la instalación de dispositivos de seguridad.

Las resistencias que ofrecen las manos como punto más débil son tan variables de una a otra persona y tan dependiente del trabajo que efectúa y de los múltiples factores que



lo condicionan, que se hace preciso hablar de condiciones agrupadas por su afinidad material, emocional, psicológica, ambiental, etc. Un ejemplo lo tenemos en un oficinista que puede recibir una descarga mortal, mientras que en las mismas condiciones un obrero o un mecánico sólo recibirá una tetanización o una sacudida más o menos desagradable; esto es debido a que sus manos son menos conductoras por la rugosidad, callosidad y piel más basta o áspera, presentando más resistencia al paso de la corriente.

Los grupos condicionantes son:

- **Constitución de la persona:** cantidad de agua, grasas, obesidad, piel fina o áspera, manos rugosas o callosas, estado emocional y psicológico, humedad en las extremidades.
- **Camino recorrido por la corriente:** Entrada y salida de la corriente, diferencia de potencial en el punto de contacto.
- **Prevención personal:** empleo de los elementos de protección personal necesarios y de las herramientas de trabajo aislantes y apropiadas a cada caso.

Considerando que el cuerpo humano, en condiciones normales de aislamiento, presenta unos 3.000 ohm de resistencia y en vista de tantos factores particulares y generales que pueden influir en un contacto eléctrico, los investigadores dividen el valor de la resistencia en las personas en tres gamas:

- **Primera**, en lugares húmedos y poco aislantes de 500 a 1.000 ohm
- **Segundo**, en lugares normales, de 1.000 a 2.000 ohm
- **Tercera**, en lugares secos o aislados de 2.000 a 3.000 ohm

Pero, ¿somos capaces en todo momento cuando trabajamos o tenemos relación con la electricidad de apreciar cuál de los valores expuestos es el que nuestro cuerpo presenta? No. Es difícil saberlo; éstos sirven de orientación nada más.



**Trabajamos para que no
haya nada que perder**

**Mejor que
asegurar es
evitar,
y evitar es
proteger**

Prevenición de incendios, asesoramiento
integral de seguridad e higiene

info@redproteger.com.ar

www.redproteger.com.ar

Tel.: (0341) 156 420607 / (0341) 445-1251

RED
PROTEGER
HIGIENE, CONTROL
y SEGURIDAD