

La energía eléctrica: amiga y enemiga

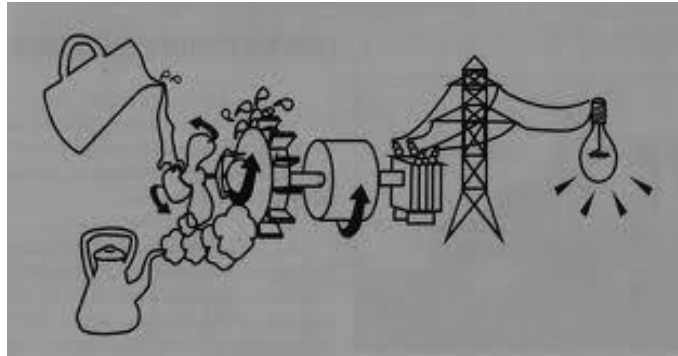
Mario Ramón Mancera Ruiz

www.manceras.com.co

La energía eléctrica es utilizada en forma general, sin tener en cuenta las medidas de prevención que requiere, en parte porque el peligro eléctrico es visible casi siempre sólo cuando en forma intempestiva genera un arco que ocasiona grandes lesiones, la muerte, daños materiales y algunas otras veces un gran susto.

Generación de la Energía Eléctrica

La energía eléctrica es producida en plantas de generación, que dependiendo del sistema, éstas pueden ser dentro de las más conocidas, termoeléctricas, hidroeléctricas, eólicas, geotérmicas y nucleares.

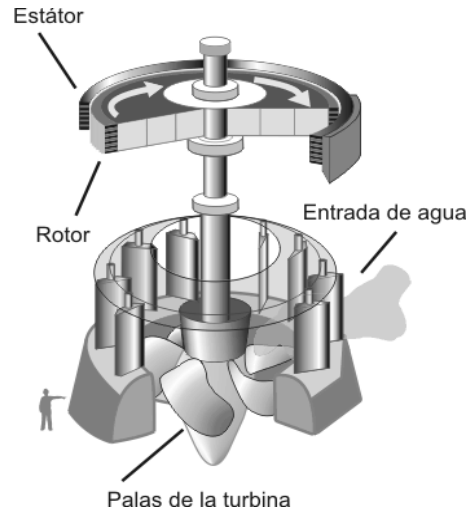


Todas las plantas de generación mencionadas tienen diferencias, en la forma en que aprovechan el sistema inicial de fuerza, que en el caso de una termoeléctrica consiste en calentar agua mediante calderas, para aprovechar el vapor e inducir un movimiento. En el caso de la hidroeléctrica, se aprovecha el movimiento del agua por ejemplo de un río; en el caso de la eólica, se aprovecha el movimiento del viento; en las geotérmicas se aprovecha el calor interior de la tierra que genera vapor en la superficie para inducir un movimiento y en las nucleares, la reacción del uranio u otro elemento nuclear para calentar el agua y convertirla en vapor, para generar movimiento.

Las anteriores diferencias, llevan en todos los casos a un factor común que es la generación de movimiento. En todos los casos, la fuerza del vapor, la fuerza del viento, la fuerza del agua, es aprovechada para mover unas aspas, que pertenecen a la turbina de un generador, de tal forma que, el movimiento

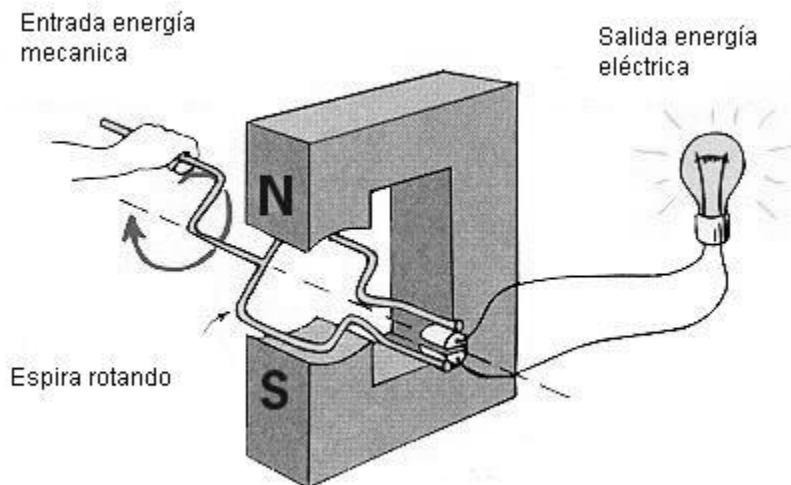
generado en las aspas, hacen que el generador produzca energía eléctrica, que es almacenada en condensadores.

El generador es capaz de producir energía eléctrica alterna, mientras que en el caso de una batería ó pila se trata de energía continua.

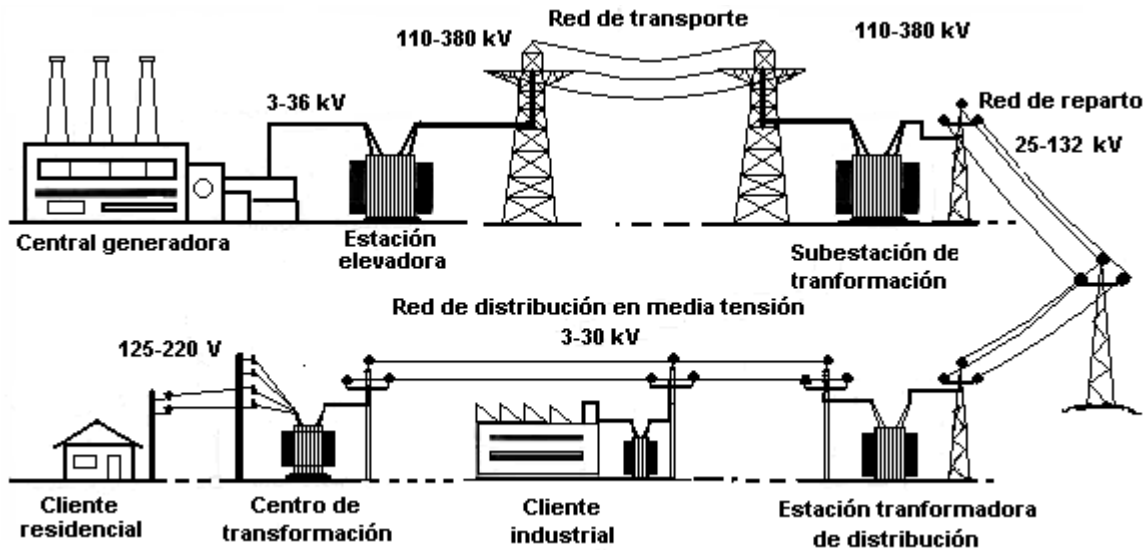


La energía eléctrica se establece por el movimiento de electrones y en el caso de un generador, esta es producida debido al movimiento de un embobinado dentro de un campo magnético, generado por unos imanes de polaridad contraria.

El concepto de energía eléctrica alterna, se da, debido a que si bien los electrones se van moviendo en una única dirección de un punto A, hacia un punto B, cada vez que el generador da medio giro el movimiento de los electrones que siguen avanzando en la misma dirección, se ven en dirección contraria (180°).



En el proceso de generación, la energía fluye a una tensión superior a los 115.000 voltios (V) y debe ser transmitida hacia las diferentes subestaciones eléctricas de alta potencia y de allí distribuida hacia el usuario final con tensiones de 120 V, 220V y 440 V.



Transmisión de la Energía Eléctrica

La razón por la cual la transmisión de la corriente eléctrica se hace a alta tensión (mayor que 115.000 V) a pesar que se va a utilizar a baja tensión (120V ó 220V), se debe a dos factores principales, uno es el efecto Joule, que establece que cuando por un conductor fluye una corriente eléctrica, se pierde energía en forma de calor. El segundo hace referencia a que la potencia (P) transportada por un conductor cuando una corriente (I) fluye por el mismo, se calcula mediante el producto de la tensión (V) por la corriente (I).

$$P = V * I$$

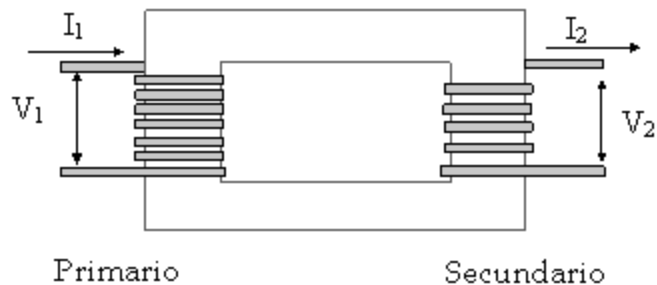
De lo anterior se deduce que podemos transmitir una potencia alta, bien sea mediante un aumento en la tensión (V) ó un aumento en la corriente (I).

Si hiciéramos una transmisión de alta potencia, mediante un aumento en la corriente, tendríamos dos problemas, uno que por el efecto joule habría más pérdidas de energía por calor y por otro que para transportar potencia con alta corriente, requeriríamos un cableado de gran diámetro. Pensemos por un momento en la batería de un carro, cuyo cable es de mayor diámetro comparado con el resto de cables del vehículo, debido a que por este pasa una corriente alta (aproximadamente 40 a 70 Amperios hora (Ah) y en el momento del arranque por

unos segundos esta corriente puede ser de cientos de amperios, que es aproximadamente cinco veces el consumo de la energía nominal.

Transformación de la Energía Eléctrica hasta el usuario final

La energía eléctrica que viene transmitida por cables de alta tensión debe ser transformada para bajar su tensión. Para esto se utilizan los transformadores que permiten aumentar o disminuir la tensión manteniendo la potencia (en un sistema ideal, sin pérdidas) debido a la interacción electromagnética. En su forma más básica, los transformadores están compuestos por dos bobinas de hilo conductor, enrolladas a un mismo núcleo de hierro dulce y aisladas entre sí eléctricamente. La única conexión que se presenta entre las dos bobinas es el flujo magnético que se establece en el núcleo.



Para disminuir la tensión en la entrada a nuestros hogares o empresas, lo que se hace es que el embobinado por donde entra la corriente (primario) tenga más espiras que el embobinado por donde va a salir la corriente.

Si llamamos N al número de espiras en cada bobina, por la ley de Faraday tenemos:

$$V_1 = -N_1 \frac{d\Phi}{dt} \quad V_2 = -N_2 \frac{d\Phi}{dt} \quad (\Phi \text{ es el mismo para ambas bobinas})$$

De esas ecuaciones se deduce:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

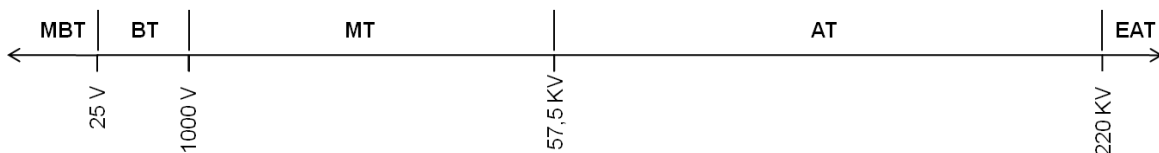
Lo que se hace en realidad el transformador es reducir la tensión (V) y aumenta la corriente (I).

De esta manera llega la energía eléctrica a los lugares de consumo a 120, 220 y 440 V.

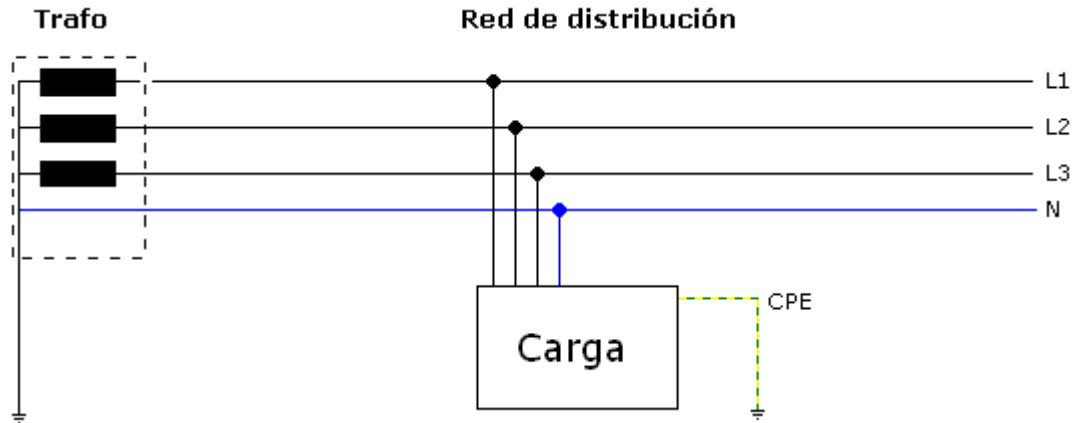
La energía eléctrica, desde su generación, pasando por la transmisión, subtransmisión y usuario final, sufre un proceso de transformación como el indicado por el transformador.

Peligros de la Energía Eléctrica

Dependiendo del lugar donde nos encontremos mientras la energía eléctrica es transportada, estaremos expuestos a diferentes peligros dados por las diferentes tensiones. Aún cuando podemos pensar que a mayor tensión, mayor peligro de contacto eléctrico, con algo de verdad, las estadísticas muestran que los accidentes se presentan con mayor frecuencia en baja tensión. Probablemente esta situación se deba a que quienes trabajan con altas tensiones saben que hacer o que no hacer cuando están en cercanía a estas líneas, mientras que quienes están cerca a líneas de baja tensión, pueden en algún momento pensar que el peligro es también bajo. La clasificación de la corriente eléctrica en extra alta tensión (EAT), alta tensión (AT), media tensión (MT), baja tensión (BT) y muy baja tensión (MBT), no implica que el peligro igualmente sea extra alto, alto, medio, bajo ó muy bajo. El peligro con la corriente eléctrica presenta varias variables que se deben tener en cuenta.



La corriente eléctrica llega en tres fases que en su forma más técnica se denominan R, S, T y cada una tiene 120 V de tensión. Estas tres fases se pueden llamar también 1, 2, 3 ó amarillo, azul, rojo (que corresponde al color de los cables de cada fase). Además de estas tres fases, ingresa también un neutro y una tierra. El neutro es básicamente la tierra o masa del transformador o sistema de suministro y la tierra propiamente dicha es la tierra que se coloca al equipo o sistema en el predio donde se encuentre.



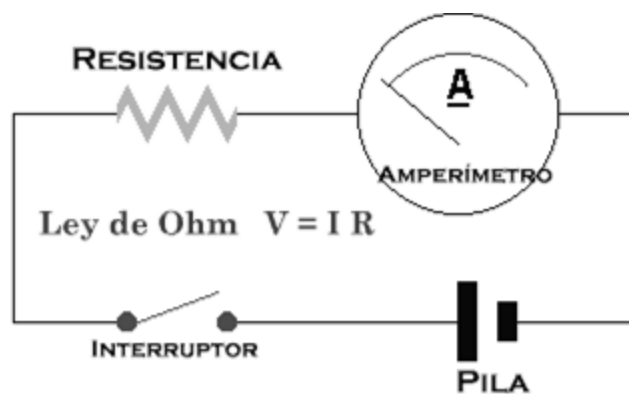
Las tres fases se utilizan, distribuyéndolas equitativamente de acuerdo con los consumos de corriente de cada equipo y dependiendo de si son monofásicos, bifásicos ó trifásicos; a fin de no sobre cargar las fases.

En los equipos trifásicos los tres polos son fases, por lo cual no va neutro. Sólo están las tres fases y la tierra. En los equipos bifásicos, hay dos polos de fases y otro para neutro y tierra. En los equipos monofásicos, un polo es fase, otro neutro y el otro tierra.

Cuando se instalan los interruptores, éstos deben abrir la fase ó fases del circuito y no el neutro; ya que si se instala de tal forma que abra el neutro, también se apagará el equipo, pero la fase quedará con corriente, pudiendo generar una descarga al contacto.

Las tomacorrientes tienen una pata más larga que la otra; ésta, la más larga es para conectar el neutro y en la más estrecha la fase. La conexión debe hacerse con los circuitos abiertos, es decir, sin corriente. No obstante, se debe conectar primero el neutro y la tierra y por último la fase.

Otro aspecto a tener en cuenta es la ley de Ohm, que establece la relación de la tensión (V), corriente (I) y Resistencia (R) en un circuito.



Con lo anterior queda muy esquemáticamente explicado un sistema eléctrico normal. La forma de interacción del hombre con este sistema en sus diferentes fases, puede convertir a la energía eléctrica en una amiga o en una enemiga.

Protección ante la Energía Eléctrica

Se han escrito muchas normas y procedimientos a fin de establecer la seguridad al realizar actividades que puedan involucrar el contacto con la electricidad. Se han definido por lo tanto, niveles de tensión, distancias de seguridad, elementos de protección personal dieléctricos, herramientas dieléctricas, aislamientos eléctricos, etc.

Es importante conocer también que los elementos de protección personal dieléctricos, tienen limitaciones y no protegen en todas las tensiones y por lo tanto existen clasificaciones que se deben conocer. A manera de ejemplo los guantes dieléctricos presentan un aislamiento que va desde 00 a 4. Son:

00 Protege Hasta 500 V.

0 Protege hasta 1000 V.

1 Protege hasta 7.500 V.

2 Protege hasta 16.500 V

3 Protege hasta 26.500 V

4 Protege hasta 36.500 V

Los anteriores rangos pueden variar con la marca, por lo tanto lo importante es conocer la protección ofrecida por cada proveedor, para utilizar el elemento de la forma más técnica y cuidadosa posible. Con los guantes dieléctricos, es preciso tener en cuenta también que están constituidos por tres pares de guantes, un primer par en algodón que van en contacto con la piel de la mano y su función es absorber el sudor, sigue el guante dieléctrico y luego hay un guante que protege al guante dieléctrico. Se debe probar el guante con probadores que inyectan aire a manera de fuelle y estos no se deben desinflar durante un tiempo determinado. Es claro que una porosidad en el guante es suficiente para que éste pierda ya su condición dieléctrica, pues por dicha porosidad puede pasar la corriente con sus respectivas consecuencias. Los vestidos de protección contra el arco eléctrico, se clasifican de acuerdo con la resistencia al calor que pueden soportar y su rango puede oscilar entre 8 Cal/cm^2 y 40 Cal/cm^2 , dependiendo de varios factores.

Una forma genérica para calcular el vestido de protección que debe utilizar un trabajador, es determinar la energía calorífica incidente y está dado por la siguiente fórmula:

$$E = 5,12 \cdot 10^5 \cdot V \cdot I_{bf} \cdot (T/D^2)$$

Donde,

E, energía calorífica incidente (cal/cm²)

V, tensión nominal (kV)

I_{bf}, corriente de falla (kA)

D, distancia de trabajo (mm)

t, tiempo de duración del arco (s)

Se aconseja leer las siguientes publicaciones sobre el tema:

- NTP 904 – Arco Eléctrico (Arc Flash)
- Reglamento Técnico para Instalaciones Eléctricas - RETIE del Ministerio de Minas y Energía de Colombia.
- NTC 1340 – Norma Técnica Colombiana - Niveles de Tensión Normalizados
- NTC 4120 – Norma Técnica Colombiana – Efectos de la corriente sobre los seres humanos y animales domésticos, parte 1.
- NTC 4121- Norma Técnica Colombiana – Efectos de la corriente que pasa por el cuerpo humano, parte 2.
- NTC 4552 – Norma Técnica Colombiana – Protección contra Rayos.
- NFPA 77 – Electricidad estática.
- NFPA 70 E - Estándares eléctricos, requerimientos de seguridad para trabajadores, sitios de trabajo. Personal y otros equipos de protección.
- NFPA 70 B – Practicas recomendadas para mantenimiento de equipos eléctricos.

Conocer la energía eléctrica es un aspecto de vital importancia, para quienes laboran con la presencia del riesgo eléctrico, en cualquiera de sus fases. Es claro que quienes trabajan en una planta de generación eléctrica, este riesgo es prioritario y hace que los departamentos de seguridad e higiene industrial inviertan en equipos, elementos de protección, sistemas de aislamiento, normas, procedimientos, capacitación y entrenamiento a fin de buscar el control del riesgo.

Existen otras actividades donde el riesgo de contacto eléctrico se presenta como un riesgo asociado a la labor y es prioritario igualmente disponer de las medidas de prevención y protección necesarias. Las actividades donde aparentemente el riesgo no se presenta en forma directa, sino donde la electricidad se utiliza como un factor de comodidad, es a veces donde los accidentes son más frecuentes pues no se considera un peligro a quien sí lo es.

Muchas veces el control ante un riesgo eléctrico asociado, es simplemente guardar y respetar una distancia de seguridad, pero por exceso de confianza ó por pensar que lo malo no nos va a suceder a nosotros, es cuando lo inesperado sucede.

Efectos positivos de la Energía Eléctrica

Los efectos positivos de la corriente eléctrica, los podemos ver en el funcionamiento de electrodomésticos en el hogar, equipos con diferentes propósitos en el trabajo, sistemas de iluminación, calefacción, ventilación, control del tráfico vehicular con los semáforos, equipos de diversión, etc, etc. En todos los casos, es factible la utilización de la energía eléctrica para el funcionamiento de los equipos en forma segura, es decir, debemos conocer la tensión que estamos manejando, la compatibilidad de las herramientas, equipos de funcionamiento eléctrico, sistemas de aislamiento eléctrico, elementos de protección personal, etc, con dicha tensión. Además es necesario, conocer el mantenimiento que debemos hacer con cada uno de los equipos utilizados y estar seguros de solicitar dicho mantenimiento a la persona ó institución idónea en el tema. Las normas y procedimientos seguros para el manejo de la corriente eléctrica ó equipos que la utilizan, son de vital importancia, a fin de seguirlos en forma precisa y realizar retroalimentación de los mismos para mejorarlos. Para los casos en que el trabajo que se va a realizar implica un nivel de riesgo alto ó se trata de un trabajo con electricidad que no se realiza rutinariamente, se hace necesario seguir y diligenciar un permiso de trabajo.

Efectos negativos de la Energía Eléctrica

Los efectos negativos de la corriente eléctrica, suceden cuando por alguna razón se ha fallado en alguno de los aspectos que involucran la corriente eléctrica, como puede ser la instalación no técnica de una acometida eléctrica, el uso de equipos defectuosos, sobre cargas de líneas eléctricas (instalación de equipos con un consumo mayor al del diseño de la instalación), instalaciones eléctricas ó controles

sin control de acceso ó falta de señalización, fallas en el seguimiento del permiso de trabajo, mantenimiento realizado por personal no especializado, uso de elementos de protección personal no compatibles con los niveles de tensión presentes, falta de conexión a tierra, no seguir las cinco reglas de oro en un mantenimiento de equipos eléctricos, falta de control sobre la energía estática, no establecer el proceso de bloqueo (candado) y etiquetado, no seguir las normas y procedimientos establecidos. Cuando los efectos negativos de la corriente eléctrica en gran magnitud afectan al hombre, se presentan quemaduras severas, paro cardio respiratorio, la muerte. Los efectos negativos ocurren debido a que se puede presentar fibrilación con una corriente entre 52 y 75 mA, el arco eléctrico genera altísima temperatura, proyección de partículas por ejemplo del cobre del material conductor a altas velocidades, nivel de ruido por encima del umbral del dolor (130 dB). En los estados unidos ocurren más de 30.000 accidentes no mortales por descarga eléctrica al año y más de 600 personas mueren por la misma razón.

Controles ante la Energía Eléctrica

Dentro de los sistemas de control para evitar el contacto eléctrico, en forma general podemos decir que se debe partir de la instalación de acometidas eléctricas bajo los parámetros técnicos siguiendo alguna norma válida, uso de equipos, máquinas y herramientas en óptimas condiciones; conocimiento de los niveles de tensión en el suministro y su compatibilidad con los niveles de tensión del diseño de máquinas, equipos y herramientas; realizar mantenimiento predictivo ó preventivo según convenga de máquinas, equipos, herramientas, instalaciones y acometidas eléctricas; utilizar interruptores térmicos (abren el circuito al subir la temperatura a un nivel específico), utilizar interruptores diferenciales (abren el circuito cuando se presenta una diferencia en el paso de corriente de 30 mA para el caso de instalación monofásica, lo cual es muy conveniente y “salva vidas” dado que al contacto con una persona que eventualmente es alcanzada por la corriente, el circuito se abre); capacitar, entrenar y certificar de acuerdo al caso a los trabajadores expuestos al peligro eléctrico; seguir las normas y procedimientos establecidos para cada trabajo, utilizar los elementos de protección personal cuya protección esté acorde con el nivel de tensión de las líneas, utilizar vestidos de protección contra arco eléctrico acorde con la energía calorífica incidente (cal/cm^2), mantener las distancias de seguridad. Realizar procesos de etiquetado y bloqueo (candado), así como señalización y control de acceso para los sitios que presentan el riesgo eléctrico.

La energía eléctrica puede ser nuestra amiga si sabemos reconocer el peligro y entendemos que en ningún caso podemos suprimir un sistema de control establecido.

Mario Ramón Mancera Ruiz
www.manceras.com.co