

Programa Específico: Instalaciones hidráulicas y plantas potabilizadoras

TEMA 10. Maquinaria en general. Bombas elevadoras de agua y especiales para reactivos. Productos corrosivos. Detección y reparación de averías de máquinas y sistemas eléctricos, así como su puesta a punto.

1. MAQUINARIA EN GENERAL

El término de maquinaria hace referencia a un dispositivo mecánico compuesto por determinadas piezas (ya sean móviles o inmóviles) que interactúan entre sí para transformar la energía y realizar una acción determinada.

Por tanto, una función muy importante de una máquina es realizar una transformación de la energía entre alguna de sus diferentes formas: potencial, eléctrica, química, cinética, etc.

Hoy en día las máquinas son un elemento esencial en todos los aspectos de la industria y de la vida cotidiana.

Existen muchas maneras de clasificar las máquinas. Una de ellas es según el tipo de energía sobre las que actúa las máquinas, que se pueden clasificar en:

a) Máquinas eléctricas

Tienen la capacidad de recibir energía eléctrica y realizar algún trabajo, como por ejemplo un motor eléctrico o, en sentido contrario, convertir el movimiento en electricidad como el caso de un generador eléctrico.

b) Máquinas hidráulicas

Las máquinas hidráulicas se valen de las propiedades de un fluido incompresible o que se comporta como tal porque su densidad no sufre variaciones importantes, entre ellas podemos citar, según la transformación de energía que tiene lugar:

- **Turbina hidráulica:** transforma la energía cinética del agua debida a su velocidad en un movimiento de rotación que después se transforma en electricidad gracias a un generador eléctrico acoplado al eje.

- **Bomba hidráulica** (o bomba de agua): es una máquina generadora que trabaja con un fluido en la que se produce una transformación de energía mecánica en hidráulica. La misión de una bomba es transferir energía a un líquido para permitir su transporte en una instalación.

c) Máquinas térmicas.

Utilizan el calor producido al quemar algún tipo de combustible para producir movimiento. Entre este tipo podemos citar el motor de combustión interna alternativo o las turbinas y máquinas de vapor, entre otros.

2. BOMBAS ELEVADORAS DE AGUA Y ESPECIALES PARA REACTIVOS

Las bombas elevadoras están destinadas a elevar un fluido varios metros de altura o enviarlo a presión hacia un conducto. Se utilizan frecuentemente cuando se recupera el agua por debajo del nivel de la red.

El uso de **bombas elevadoras de agua** se extiende a una gran variedad de aplicaciones comerciales, industriales, residenciales y agrícolas, que cubren diversas situaciones como las siguientes:

- Drenar el agua de un sótano.
- Extraer agua de un pozo.
- Trasladar agua de un lugar a otro, aún a diferentes niveles del suelo. Tanto aguas limpias para sus usos como aguas residuales para su evacuación o su conducción hasta una estación de tratamiento.
- Incrementar la presión o el caudal de agua.
- Drenar zonas poco profundas que están inundadas.
- Regar zonas agrícolas de manera tradicional o por aspersión (que requiere agua a presión).
- Distribuir fertilizantes y pesticidas.
- Realizar diversas tareas en el área de la construcción.

Bombas especiales para reactivos

Una bomba para reactivos, también conocida como bomba dosificadora de productos químicos inyecta una cantidad precisa de producto químico u otra sustancia en agua, gas o vapor.

Por lo general, es parte de un sistema de alimentación de productos químicos que comprende una bomba o varias bombas, un tanque de almacenamiento, tuberías y un panel de control.

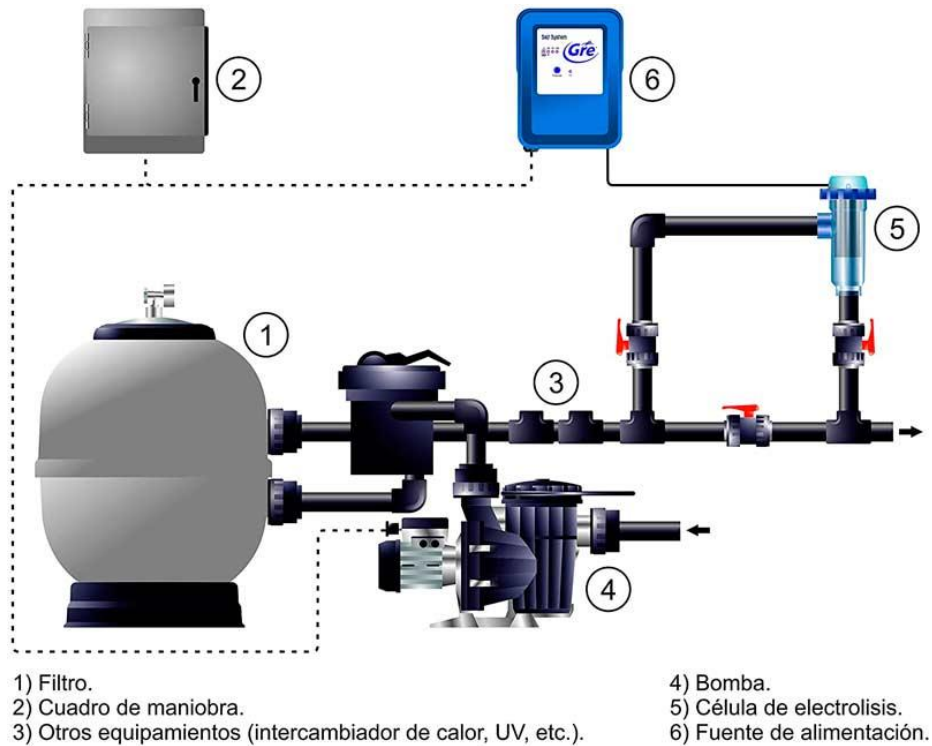
Existen diferentes métodos y tipos de bombas que se pueden usar, pero el procedimiento general es aspirar una cantidad preestablecida del producto químico en un recipiente de almacenamiento y luego inyectarlo en una tubería o tanque que contiene el agua u otro material a dosificar.

Componentes de una bomba para reactivos

Independientemente de que se trate de bomba para reactivos para el tratamiento de agua para un suministro de agua potable o de bombeo de productos químicos para procesar aguas residuales industriales, las bombas tendrán ciertos componentes estándar. Las bombas dosificadoras suelen ser pequeñas y funcionan con unos motores eléctricos o accionadas por aire. Inyectan el reactivo en una conducción o un depósito a los efectos oportunos (desinfección, depuración por coagulación, etc).

Los principales componentes de estas bombas son:

- Tanque o contenedor: contiene el material para la dosificación.
- Inyector: una válvula unidireccional en el punto de inyección de productos químicos.
- Línea de dosificación: manguera reforzada o tubo de plástico rígido. El acero inoxidable se utiliza para operaciones con agua caliente, vapor y alta presión. La línea de dosificación puede incluir válvulas de alivio de presión, purga y liberación de aire.
- Válvula de pie: una válvula unidireccional que se coloca en el tambor del producto y se conecta a la línea de succión para mantener la bomba cebada. Se puede conectar un interruptor de flotador para activar una alarma cuando el nivel de líquido es bajo.
- Sistema de control: enciende y apaga la bomba en momentos específicos y garantiza una dosificación precisa. Éste podría ser un simple interruptor o temporizador, o un sistema de control completo con varios sensores y control de caudal variable.

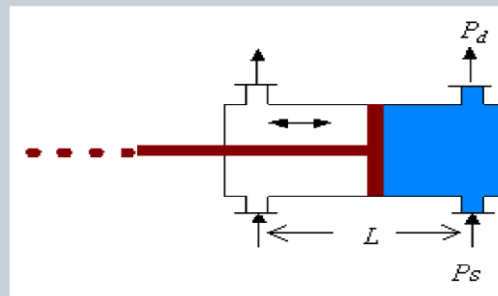
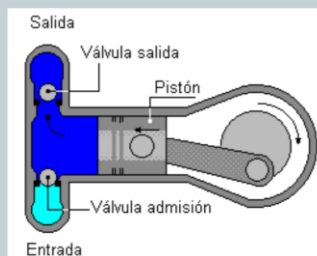


Ejemplo: cloración salina en una piscina.

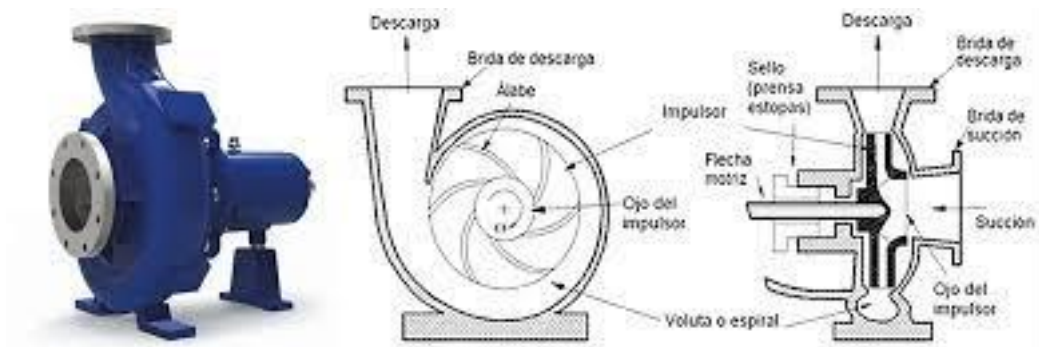
Tipos de bombas dosificadoras de reactivos

Las bombas dosificadoras de productos químicos que se utilizan para el tratamiento del agua se clasifican en las siguientes categorías:

- Bombas de pistón: Son máquinas que suministran presión a un líquido por acción de un pistón o émbolo en un cilindro. Se pueden usar en entornos de muy alta presión, por lo que se usan con frecuencia para sistemas de ósmosis inversa y otros procesos de recuperación de agua.



- Bombas centrífugas: tienen impulsores que ayudan a mover el fluido hacia el punto de descarga. Dado que pueden bombear grandes cantidades de agua, este tipo de bomba se suele utilizar para la recirculación de agua.



- Bombas de desplazamiento: se puede utilizar como bomba de cloro y para inyectar otros productos químicos para el tratamiento del agua.



3. PRODUCTOS CORROSIVOS

Las sustancias corrosivas son aquellas capaces de destruir o dañar de un modo irreversible las superficies con las que entran en contacto. Por ejemplo: ácido sulfúrico, cloruro de zinc o hidróxido de potasio.

A la hora de seleccionar una máquina o instalación es muy importante tener en cuenta el tipo de sustancias con las que va a estar en contacto. Siempre se elegirá maquinaria diseñada específicamente para soportar la corrosión a la que va a estar sometida en las condiciones normales de funcionamiento.

Riesgos para la salud

Las sustancias corrosivas pueden causar irritación o quemaduras en los tejidos de la piel, los ojos, las vías respiratorias o los conductos gastrointestinales que bien podrían conducir a la muerte. A este tipo de daños se les conoce como quemaduras químicas.

Este tipo de maquinaria debe emplearse con los **medios de protección** apropiados: guantes, vestimenta, máscaras faciales. En los lugares o recipientes en que se depositen o se contengan los materiales corrosivos, se deberá (de acuerdo a regulaciones internacionales) marcar con etiquetas que tengan un ícono estándar que represente la corrosión.

Generalmente, las sustancias corrosivas poseen un pH extremo, esto es, sumamente ácido o básico, si bien pueden ser también sustancias altamente oxidantes o de otra naturaleza.

En contacto con la materia orgánica los ácidos generan energía calórica lo que lleva a la destrucción irreparable del tejido. Las bases, en cambio, desecan la materia orgánica de forma extrema.

Clasificación

La instrucción técnica complementaria ITC MIE-APQ-6, de almacenamiento de líquidos corrosivos, publicada en el Real Decreto 656/2017, especifica las condiciones en las que deben almacenarse estos productos, que deberán respetar siempre las medidas seguridad que exigen este tipo de productos.

Además, establece una clasificación en función de su grado de corrosividad:

Corrosivos clase a): sustancias muy corrosivas. Pertenecen a este grupo las sustancias que provocan una necrosis perceptible del tejido cutáneo en el lugar de aplicación, al aplicarse sobre la piel intacta de un animal por un período de tiempo de tres minutos como máximo.

Corrosivos clase b): sustancias corrosivas. Pertenecen a este grupo las sustancias que provocan una necrosis perceptible del tejido cutáneo en el lugar de aplicación, al aplicarse sobre la piel intacta de un animal por un período de tiempo comprendido entre tres minutos como mínimo y sesenta minutos como máximo.

Corrosivos clase c): sustancias con un grado menor de corrosividad. Pertenecen a este grupo las sustancias que provocan una necrosis perceptible del tejido cutáneo en el lugar de aplicación, al aplicarse sobre la piel intacta de un animal por un período de tiempo a partir de una hora y hasta cuatro horas como máximo. También pertenecen a la clase c) los productos que no son peligrosos para los tejidos epiteliales, pero que son corrosivos para el acero al carbono o el aluminio produciendo una corrosión a una velocidad superior a 6,25 mm/año a una temperatura de 55 °C cuando se aplica a una superficie de dichos materiales.

Algunos de los productos corrosivos más habituales son:

Ácido clorhídrico. De fórmula HCl y conocido también como aguafuerte, se puede obtener a partir de la reacción del cloruro de sodio (NaCl) con el ácido sulfúrico (H_2SO_4), o también producirlo durante la quema de ciertos plásticos. Es sumamente corrosivo y su disolución concentrada tiene un pH inferior a 1, por lo que se emplea como reactivo, disolvente industrial o como catalizador en la obtención de otras sustancias químicas.

Ácido nítrico. De fórmula HNO_3 , es un líquido viscoso de uso común como reactivo en el laboratorio. Se utiliza para producir diversos fertilizantes como el nitrato de amonio. También se puede encontrar disuelto en la lluvia ácida, un conocido fenómeno medioambiental consecuencia de la contaminación de la humedad del aire.

Ácido sulfúrico. Su fórmula es H_2SO_4 y es uno de los productos más elaborados del mundo ya que se emplea a menudo en la obtención de fertilizantes o para sintetizar ácidos, sulfatos o incluso en la industria petroquímica. También es útil en la industria de los aceros y en la fabricación de todo tipo de baterías.

Ácido acético concentrado. También llamado ácido metilcarboxílico o ácido etanoico. Es el ácido del vinagre, que le confiere su sabor y olor agrios característicos. En concentraciones muy altas podría resultar peligroso para la salud.

Hidróxido de sodio. La sosa o sosa cáustica, de fórmula NaOH , es una base muy desecante que existe como sólidos blancos cristalinos e inodoros, cuya disolución en agua o un ácido genera grandes cantidades de calor. Se emplea en porcentajes más o menos puros en la industria papelera, de los tejidos y de los detergentes, así como en la industria petrolera.

Hidróxido de potasio. Conocido como potasa cáustica y de fórmula química KOH , es un compuesto inorgánico sumamente desecante, cuya corrosividad natural es aprovechada en aplicaciones como saponificador de grasas (en la obtención de jabón). Su disolución en agua es exotérmica, es decir, genera energía calórica.

Hipoclorito de sodio. Conocido como lejía cuando es disuelto en agua, este compuesto de fórmula química NaClO es fuerte oxidante y reacciona con cloruros formando gases letalmente tóxicos de cloro. Se utiliza como blanqueador, potabilizador de agua y desinfectante, pues en ciertas concentraciones tiene la capacidad de disolver la materia orgánica.

Óxido de calcio. Llamada cal viva y de fórmula química CaO , es una sustancia largamente empleada por la humanidad, que la ha obtenido de la roca caliza. Tiene aplicaciones en la construcción y la agricultura. Al mezclarse con agua reacciona exotérmicamente, por lo que puede irritar las vías respiratorias, la piel o causar daño ocular grave.

Amoníaco concentrado. Normalmente, el amoníaco, un gas incoloro de olor repulsivo compuesto por nitrógeno e hidrógeno (NH_3), se produce en diversos procesos orgánicos que lo liberan al medio ambiente debido a su toxicidad.

4. DETECCIÓN Y REPARACIÓN DE AVERÍAS DE MÁQUINAS Y SISTEMAS ELÉCTRICOS, ASÍ COMO SU PUESTA A PUNTO.

4.1. Mantenimiento preventivo.

Todos los equipos e instalaciones sufren un deterioro de sus componentes debido a su uso normal, que requerirá antes o después la sustitución o reparación de algunos de sus elementos. Mediante la información proporcionada por el fabricante, así como la obtenida de los procedimientos según la experiencia propia de la operación es posible adelantarse al fallo de los componentes.

Además, es necesario realizar determinadas tareas de mantenimiento rutinario como engrase, limpieza, etc., que van a alargar la duración de los componentes del sistema.

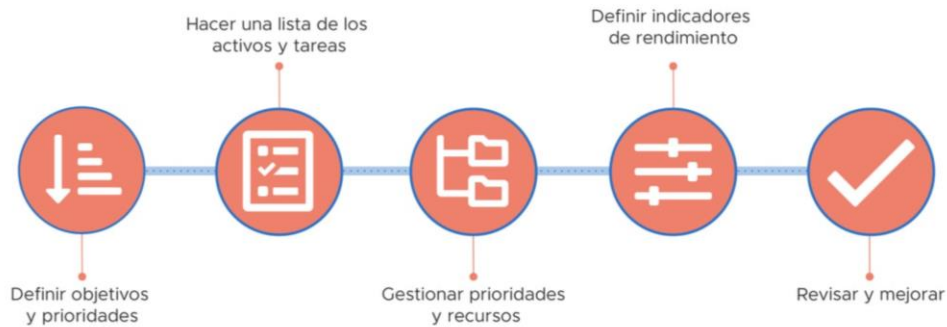
Todas estas tareas forman lo que se llaman el mantenimiento preventivo o programado, y se define como la acción de revisar de manera sistemática y bajo ciertos criterios a los equipos o aparatos de cualquier tipo para evitar averías ocasionadas por uso, desgaste o paso del tiempo.

Realizar un mantenimiento preventivo es esencial para minimizar las interrupciones indeseadas en el servicio, así como para evitar la aparición de averías más costosas y difíciles de reparar.

Existen tres tipos de mantenimientos preventivos y el conjunto de todos ellos forma un plan de mantenimiento que es indispensable para realizar una labor de mantenimiento de calidad y profesional. Estos son los tres tipos principales de mantenimiento preventivo:

- **Mantenimiento programado:** Se realizan por tiempo, kilómetros u horas de funcionamiento.
- **Mantenimiento predictivo:** Es realizado al final del período estimado máximo de utilización.
- **Mantenimiento de oportunidad:** Se aprovecha el período en el que no se está utilizando el equipo para realizar el mantenimiento y evitar cortes de producción.

LOS 5 PASOS DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO



4.2. Mantenimiento correctivo

En ocasiones, no es posible evitar la aparición de averías, en máquinas y sistemas eléctricos. En estos casos el servicio queda interrumpido y es necesario realizar la reparación lo antes posible y de una manera eficiente.

El mantenimiento correctivo consiste en el conjunto de las actuaciones del servicio técnico en respuesta a avisos sobre el mal funcionamiento de algún equipo, que realiza determinadas tareas técnicas destinadas a reparar o sustituir los equipos que sufren una avería.

Para reparar averías en máquinas y sistemas eléctricos, las incidencias deben solucionarse substituyendo únicamente los componentes defectuosos utilizando el mínimo tiempo posible. Uno de los factores más importantes para llevar esto a cabo es el enfoque utilizado en la ejecución.

Lo más efectivo es analizar lógica y sistemáticamente la máquina o sistema para determinar dónde y cómo se han producido las incidencias.

Una aproximación sistemática puede realizarse en las siguientes fases:

Fase 1. Preparación.

Antes de comenzar el diagnóstico, es fundamental estar familiarizado con la normativa de seguridad aplicable y los procedimientos de trabajo previstos para estos equipos. Estas normas y procesos limitan los métodos que pueden ser utilizados para el diagnóstico y deben ser respetadas en el proceso de ejecución.

Seguidamente, es necesaria la recopilación de la documentación e información referente al equipo y el problema. Debe quedar claramente comprendido el funcionamiento para el que el equipo está diseñado con el fin de analizar un funcionamiento incorrecto. Los

manuales de operación y esquemas son fuente de información necesarias y es imprescindible tenerlas disponible

También es muy conveniente consultar el histórico de las incidencias de los equipos y repararlo para ver si hay problemas recurrentes.

Es necesario insistir en la importancia de desconectar las máquinas de la red eléctrica antes de realizar cualquier tipo de intervención en ella, y de asegurarse que las partes móviles quedan inmovilizadas para evitar accidentes que pueden ser muy graves causa de lesiones irreparables o incluso la muerte.

Fase 2: Observación.

La mayoría de las averías nos dan muchas pistas sobre su causa base. A través de una inspección minuciosa y un poco de razonamiento, la mayoría de las causas de avería pueden ser trazadas hasta el componente o causa origen sin necesidad de demasiados ensayos de prueba-error. Cuando se observa un funcionamiento defectuoso en un equipo, hay que buscar evidencias visuales de daño mecánico, como por ejemplo:

- impactos,
- cables presionados,
- fijaciones desajustadas, o
- partes directamente caídas en el suelo bajo el equipo.

También hay que buscar señales de sobrecalentamiento, fundamentalmente en cables, bobinas de relé o circuitos impresos.

Es importante utilizar todos los sentidos en la inspección del equipo. El olor a aislamiento plástico quemado, el sonido del funcionamiento del equipo, son señales que pueden dar indicios de la ubicación del problema o su posible causa.

Comprobar la temperatura de los componentes también ayudará en la inspección, pero se debe realizar con todas las precauciones necesarias para no sufrir accidentes.

Es necesario prestar atención a lo descrito por la persona que notifica la avería o por el histórico de averías. No obstante, las notificaciones y el histórico también deben ser comprobados ya que es posible que la descripción de la avería esté sesgada o la avería del histórico no sea la misma que la actual. Debe ser comprobada la existencia del problema antes de iniciar la observación.

Ante de un equipo con mal funcionamiento el técnico debería:

- Asegurarse de haber entendido el funcionamiento para el que el equipo está diseñado.

- Tomar nota del estado en el que se ha encontrado el equipo. Revisar estado de los relés (con o sin tensión), que indicadores están iluminados, si el equipamiento auxiliar está funcionando, etc. Es este el mejor momento para la inspección minuciosa del equipo usando todos los sentidos.
- Comprobar el funcionamiento del equipo y todas sus características. Tomar nota de cualquier característica que no opere de la manera prevista. Asegurarse de verificar la operativa de manera exhaustiva y cuidados. Esta verificación puede suministrar mucha información respecto a las causas de la avería.

Fase 3: Definir Área del Problema.

En esta etapa es necesario aplicar la lógica y el razonamiento a las observaciones realizadas para determinar el área de la avería del equipo. En las averías, es común que algunas partes del equipo funcionen correctamente y otras no.

La clave es usar las observaciones realizadas para descartar las partes del equipo o sistema que están operando de manera correctamente y no contribuyen a la causa de la avería. Se realizará este descarte hasta aislar la parte o partes que operan en avería.

Para ayudar a la definición del área del problema, se debería disponer de los esquemas de funcionamiento de la máquina o sistema además de las notas tomadas durante la observación.

Fase 4: Identificar Posibles Causas.

Una vez se ha definido el área del problema, es necesario identificar posibles causas de la avería. Ello normalmente implica considerar cualquier componente presente en el área del problema.

Es necesario listar cualquier avería, aunque pueda parecer muy remota la posibilidad de que ocurra. En el siguiente paso se descartarán las posibles causas cuya probabilidad sea remota.

Fase 5: Determinar la Causa Más Probable.

Una vez disponemos de la lista de posibles causas, será necesario priorizar cada posible causa en base a la probabilidad que tiene cada una de ser la causa de la avería. Seguidamente se describen algunos criterios para priorizar.

A pesar de que es posible que dos componentes fallen de manera simultánea, no es demasiado probable que eso pase (salvo en el caso en el que el fallo de uno produzca inevitablemente el fallo del otro, por ejemplo, si un fusible ha fallado es posible que se deba a una sobre intensidad producida por el fallo de otro componente). Se debe iniciar siempre considerando un único componente como causante.

En esta lista se muestra el orden en el cual se deben comprobar los componentes basándose en la probabilidad de que esos mismos componentes puedan ser defectuosos:

- Primero se deben revisar componentes a los que el desgaste afecte más acusadamente (interruptores mecánicos, fusibles, contactos de relés, bombillas). Hay que recordar que los fusibles se funden por un motivo. Se debe conocer el motivo antes de sustituirse.
- Los siguiente en orden de probabilidad son las bobinas, motores, transformadores y otros elementos con bobinados. Normalmente son elementos que generan calor y con el tiempo pueden averiarse.
- Posteriormente se deben revisar las conexiones, sobre todo las atornilladas. Con el tiempo, estas conexiones pueden aflojarse y causar gran resistencia. A veces esta resistencia puede llegar a quemar y desconectar el circuito. Esto es más probable en equipos con vibración o movimiento brusco.
- Por último, se debería revisar el cableado. Se debe revisar atentamente las áreas donde el aislamiento del cable puede ser dañado y provocar cortocircuitos. No se deben descartar cableados o conexiones incorrectas si se trata de equipos nuevos o equipos manipulados.

Fase 6: Comprobar y Reparar.

Comprobar el equipo eléctrico puede ser peligroso. Para llevar a cabo esta comprobación se deben seguir todas las precauciones, la normativa y los procedimientos de seguridad de la organización.

Una vez se ha determinado la causa más probable, es necesario evidenciar que esta causa es efectivamente el origen del problema o de lo contrario debe ser descartada. Esto puede hacerse mediante una inspección minuciosa. No obstante, en muchos casos el tipo de avería no permite detectar el componente que causa el problema con una simple observación y análisis. En esas circunstancias, los equipos de medida sólo nos ayudarán a estrechar el cerco.

Existen muchos tipos de equipos de comprobación y medida para el diagnóstico de averías. Algunos son instrumentos especializados diseñados para monitorizar parámetros de equipos específicos. Por otro lado, existen otros equipos de uso más general. Este sería el caso del multímetro o tester.

Antes de la realización de la lectura con un equipo de comprobación hay que tener en consideración qué valor debería dar como resultado. La desviación de la lectura respecto al valor esperado nos identifica el componente comprobado como componente afectado por la avería.

Dependiendo del circuito y del tipo de avería, el área del problema (limitada por las mediciones) puede llegar a incluir una gran parte del circuito existente. Ello crea una lista de causas probables muy numerosa. En estos casos, se puede utilizar la táctica de “dividir y eliminar” comentada. Los resultados de cada comprobación suministran información que ayudará a reducir el tamaño del área del problema hasta que el componente defectuoso sea identificado.

Una vez se ha determinado la causa de la avería en el circuito, puede procederse a la sustitución o reparación. Antes de llevar a cabo este paso deben asegurarse las consignaciones de los equipos y la ausencia de tensión en los componentes (además de comprobar que se cumplen todos los procedimientos y normas de seguridad).

Consignaciones de los equipos

El fin a alcanzar con un procedimiento de este tipo es el de garantizar una intervención segura en máquinas e instalaciones, evitando que energías activas o energías residuales almacenadas, que surjan de forma inesperada puedan suponer una fuente de peligro.

Para lograr este objetivo deben realizarse, al menos, las siguientes actividades:

1. Separar la máquina o instalación de TODAS sus fuentes de energía, tales como: energía eléctrica (incluyendo todas las posibles fuentes como baterías o segundas alimentaciones), hidráulica, neumática, etc.
2. Bloqueo y señalización de la máquina o instalación. Utilizando elementos (por ejemplo, un candado, el medio más habitual) que garanticen que nadie, salvo el trabajador afectado por el riesgo, puede reenergizar una instalación desenergizada.
3. Disipación o retención de todas las energías residuales o almacenadas, tales como: condensadores eléctricos, fluidos bajo presión, muelles o similares, partes de la máquina que puedan moverse por su propio peso, etc.
4. Prueba de puesta en marcha. Esta parte de proceso es fundamental, puesto que son relativamente frecuentes los errores en la definición y/o ejecución de los bloqueos, realizándolos en ocasiones sobre equipos distintos a aquellos sobre los que se va a realizar la intervención

Después de la sustitución o reparación, se debe comprobar el funcionamiento de todas las características del circuito, para asegurar que la intervención se ha realizado sobre el componente defectuoso y se ha tenido el éxito en el restablecimiento del funcionamiento del circuito.

Fase 7: Análisis y Seguimiento.

Aunque no se trata de un paso más del método, una vez comprobada con éxito la intervención, es necesario realizar un análisis para determinar la causa de que el componente haya tenido un funcionamiento defectuoso, buscando la respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿Falló el componente por haber finalizado su vida útil?
- ¿Pudo el entorno del componente haber afectado a su integridad?
- ¿Existen puntos de desgaste que justifiquen el un posible cortocircuito?
- ¿Pudo ocurrir la avería debido a un uso incorrecto del equipo?
- ¿Se trata de una avería repetitiva en el tiempo?
- ¿Pudo ocurrir la avería debido a un diseño incorrecto del equipo?
- Etc.

Para comprender mejor la diferencia entre mantenimiento preventivo y correctivo puede consultarse esta tabla:

	Mantenimiento correctivo	Mantenimiento preventivo
Objetivo principal	Para restablecer la operatividad de la máquina	Para el funcionamiento continuo del sistema
Naturaleza de la tarea	No planificado y no programado	Planificado y programado
Frecuencia	Cada vez que el equipo se rompe	Se realiza regularmente a una hora determinada
Protocolo general	Implementar reparaciones: sustitución de piezas, remontaje, ajuste y pruebas	Realización de inspecciones: detección y prevención de fallos inminentes