

## **CAPÍTULO 2** **EQUIPO ELÉCTRICO**

El equipo del sistema de protección contra incendios está compuesto básicamente por una bomba principal, accionada por motor eléctrico, una bomba de reserva accionada por motor diesel con capacidad igual a la principal y una bomba auxiliar o jockey que es siempre eléctrica.

La bomba Jockey mantiene constantemente presurizada la red, entre dos valores próximos, que son superiores a la presión de arranque de la bomba principal, compensando a su vez las posibles fugas en la instalación. En caso de incendio, al abrirse cualquier punto de la red, como hidrantes, lanzas, sprinklers, etc., la presión disminuye, con lo cual se pone en marcha la bomba principal que solo se podrá parar manualmente.

Las bombas del sistema deben de contar con un sistema de control para el paro y arranque del sistema. El equipo de control debe tener las características propias de los sistemas contra incendios.

### **2.1 BOMBAS.**



*Figura 2.1. Bomba contra incendios.*

Una bomba es una máquina que añade energía a un líquido. Las bombas se utilizan para mover líquidos (agua, aceites de lubricación, combustibles ácidos, líquidos alimenticios, cerveza, leche, etc.), de lugares bajos a otros de mayor altura con respecto al nivel del mar; también se emplean para bombear los líquidos espesos con sólidos en suspensión, como pastas de papel, melazas, fangos, desperdicios, etc.

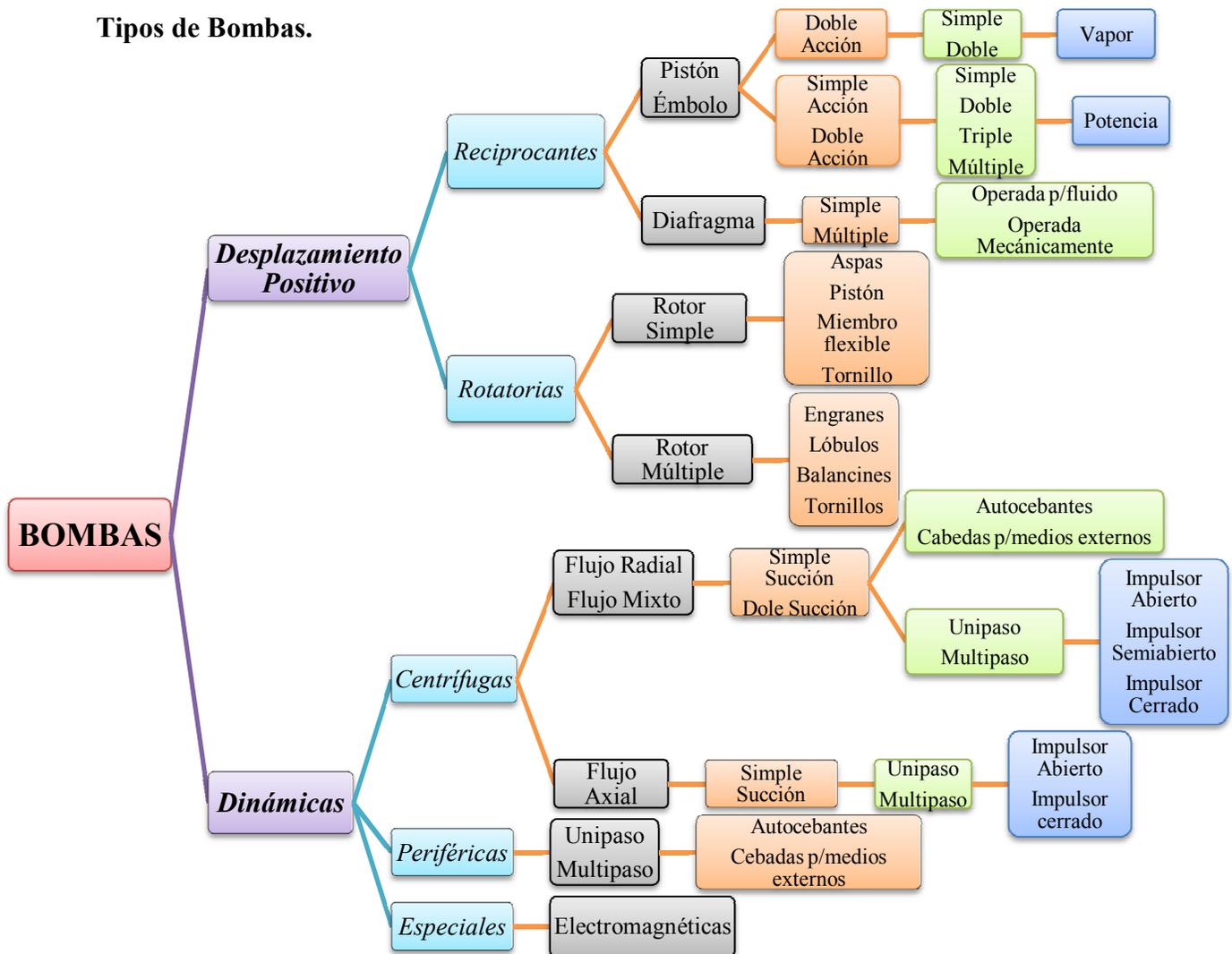
También podemos por medio de las bombas hacer fluir un líquido desde un tanque de baja presión a otro de mayor presión.

Una manera de aumentar la cantidad de líquido que fluye por una tubería en un cierto tiempo es intercalando una bomba en la tubería.

Buscando una analogía con las máquinas eléctricas, y para el caso exclusivo del agua, una bomba es un generador hidráulico y normalmente es accionada por un motor eléctrico, térmico, etc. El propósito de cualquier bomba es transformar la energía de presión.

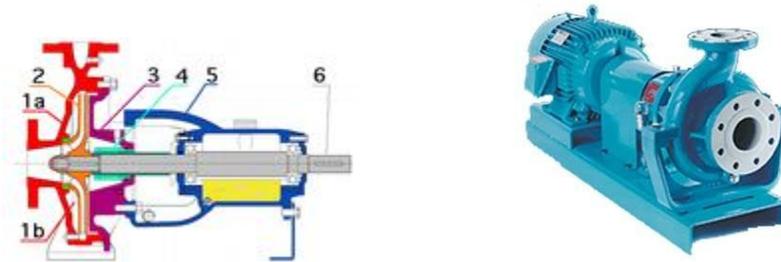
Existen bombas empleadas para cambiar la posición de un cierto fluido, como en el caso de pozos profundos en los que se adiciona energía para que el agua logre salir a la superficie. De igual modo existen bombas trabajando a presiones y alturas iguales que únicamente adicionan energía de velocidad.

**Tipos de Bombas.**



### 2.1.1. Bombas Centrífugas.

La bomba centrífuga es una máquina que se utiliza para mover líquidos de un lugar a otro que se encuentre más elevado, lográndose este efecto gracias a la presión generada por un impulsor que gira dentro de una carcasa. Esta máquina se compone principalmente de dos elementos que son: el elemento rotativo (impulsor) y la carcasa.



**Figura 2.1.1** Corte esquemático de una bomba centrífuga: 1a carcasa, 1b cuerpo de bomba, 2 rodete, 3 tapa de impulsión, 4 cierre del eje, 5 soporte de cojinetes, 6 eje.

Las bombas centrífugas, debido a sus características, son las bombas que más se aplican en la industria. Las razones de estas preferencias son las siguientes:

- a) Son aparatos giratorios.
- b) No tienen órganos articulados y los mecanismos de acoplamiento son muy sencillos.
- c) La impulsión eléctrica del motor que la mueve es bastante sencilla.
- d) Para una operación definida, el gasto es constante y no se requiere dispositivo regulador.
- e) Constituyen no menos del 80% de la producción mundial de bombas, porque es la más adecuada para manejar más cantidad de líquido que la bomba de desplazamiento positivo.
- f) No hay válvulas en las bombas de tipo centrífugo; el flujo es uniforme y libre de pulsaciones de baja frecuencia.
- g) Los impulsores convencionales de bombas centrífugas se limitan a velocidades en el orden de 60 m/s (200 pie/s).
- h) Se adaptan con facilidad a muchas circunstancias.

Estas bombas se suelen montar horizontales, pero también pueden estar verticales y para alcanzar mayores alturas se fabrican disponiendo varios rodetes sucesivos en un mismo cuerpo de bomba. De esta forma se acumulan las presiones parciales que ofrecen cada uno de ellos. En este caso se habla de bomba multifásica o multietapa, pudiéndose lograr de este modo alturas del orden de los 1200 metros para sistemas de alimentación de calderas. Aparte de las ventajas ya enumeradas, se unen las siguientes ventajas económicas:

- a) El precio de una bomba centrífuga es aproximadamente  $\frac{1}{4}$  del precio de la bomba de émbolo equivalente.

- b) El espacio requerido es aproximadamente 1/8 del de la bomba de émbolo equivalente.
- c) El peso es muy pequeño y por lo tanto las cimentaciones también lo son.
- d) El mantenimiento de una bomba centrífuga sólo se reduce a renovar el aceite de las chumaceras, los empaques y el número de elementos a cambiar es muy pequeño.

### 2.1.2. Bombas Centrífugas Multietapas.

- *De un paso:* Que es aquella bomba en la que la altura de elevación se obtiene con un solo impulsor.
- *De varios pasos:* Cuando la altura de elevación no se alcanza con un solo impulsor, es necesario poner otro u otros impulsores de tal manera que la descarga del primero sea la succión del segundo; la descarga del segundo sea la succión del tercero y así sucesivamente hasta alcanzar la altura deseada.

La selección de una bomba centrífuga es casi siempre cuestión de hacer coincidir una de las muchas bombas disponibles en el mercado, con las características del sistema. Para ello el punto de máxima eficiencia debe estar en el punto de operación o cerca de él.

### 2.1.3. Bombas de Desplazamiento Positivo.

Estas bombas guían al fluido que se desplaza a lo largo de toda su trayectoria, el cual siempre está contenido entre el elemento impulsor, que puede ser un émbolo, un diente de engranaje, un aspa, un tornillo, etc., y la carcasa o el cilindro. El principio de desplazamiento positivo consiste en el movimiento de un fluido causado por la disminución del volumen de una cámara. En la máquina de desplazamiento positivo, el elemento que origina el intercambio de energía, puede tener movimiento alternativo (émbolo) o movimiento rotatorio (rotor). Las bombas de desplazamiento positivo se dividen en dos grandes grupos principales:



- Reciprocantes.
- Rotatorias

En las máquinas de desplazamiento positivo tanto reciprocantes como rotatorias siempre hay una cámara que aumenta de volumen (succión) y disminuye de volumen (impulsión) por lo que también se le llama máquinas volumétricas.

El principio de funcionamiento de las bombas de desplazamiento positivo, está basado en la hidrostática, de modo que el aumento de presión se realiza por el empuje de las paredes de las cámaras que varían su volumen. En este tipo de bombas, en cada ciclo el órgano propulsor genera de manera positiva un volumen dado o cilindrada, por lo que también se denominan *bombas volumétricas*. En caso de poder variar el volumen máximo de la cilindrada se habla de bombas de volumen variable. Si ese volumen no se puede variar, entonces se dice que la bomba es de volumen fijo.

## **2.2 LA BOMBA PRESURIZADORA (JOCKEY).**

Este tipo de bombas son de pequeña capacidad, y se seleccionan por ser capaces de suministrar elevadas presiones y caudales moderados con potencias reducidas. Además mantienen presurizada la instalación compensando las posibles pérdidas que puedan originarse y evitando la puesta en marcha de la bomba principal. El arranque y paro es regulable y se efectúa de forma automática.

La bomba jockey es la encargada de mantener la red presurizada y compensar pequeñas fugas.

Cuando un incendio es declarado, se abren puntos de consumo en la red y la presión de la misma comienza a disminuir. Cuando la presión de la red es inferior a la presión consigna de la bomba principal eléctrica, ésta se pone en funcionamiento de forma automática.

En el caso de que exista una segunda bomba principal, ésta arrancará sólo si la demanda de agua sigue aumentando, a una presión inferior a la consigna de la primera bomba principal.



Se recomienda utilizar bombas Jockey “Multipasos” para Sistemas que usen Bombas Horizontales, y “Sumergibles” para Sistemas que usen Bombas Verticales de Turbina.

## **2.3 DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN CONTRA SOBRECORRIENTE.**

La protección contra sobrecorriente es una de las partes más importantes en cualquier sistema eléctrico. La NOM-001-SEDE-2005 nos indica cual es su importancia:

*Las personas y los animales deben protegerse contra lesiones y los bienes contra daños debidos a temperaturas excesivas o esfuerzos electromecánicos ocasionados por cualquier sobrecorriente que pueda ocurrir en los conductores vivos.*

*Esta protección puede obtenerse, por uno de los métodos siguientes:*

- *la desconexión automática antes de que la sobrecorriente alcance un valor peligroso considerando su duración;*
- *limitando la máxima sobrecorriente a un valor seguro considerando su duración.*

*Fuente: NOM-001-SEDE-2005 Inst. Eléct. Nota 3.1.4*

Existen en el mercado distintos dispositivos de protección contra sobrecorriente. Los más utilizados en los sistemas de bombeo de protección contra incendios por su facilidad de manejo, economía y conocimiento en su manejo son:

- *Fusibles:* son elementos de protección que constan de un alambre o cinta de una aleación de plomo y estaño con un bajo punto de fusión, que se funde cuando se excede el límite para el cual fue diseñado.
- *Interruptor de disparo magnético instantáneo:* son usados para la protección de motores contra corriente de cortocircuito en combinación con arrancadores de motor. La selección debe hacerse de acuerdo a lo recomendado por la NOM. Las capacidades interruptivas están establecidas en combinación con el arrancador. La gama de ajuste de disparo es el conjunto de valores de corriente, dentro del cual puede seleccionarse el punto de disparo magnético instantáneo ajustable.
- *Relevadores de sobrecorriente:* Uno de los sistemas más simples es la coordinación de los relevadores 50 (sobrecorriente instantáneo) y 51 (sobrecorriente de tiempo inverso), como su nombre lo indica, la operación de este tipo de protección se basa en el aumento de corriente que provocan los cortocircuitos en la línea de distribución protegida.

Las magnitudes sobre las que se debe actuar para su aplicación son la corriente mínima de operación “pick-up” y la curva de operación “lever”.

El “pick-up” fija la sensibilidad de la protección, lo que permite detectar cualquier tipo de cortocircuito en su zona protegida, incluida la zona en que debe dar respaldo.

El “lever” nos permite seleccionar la curva de tiempo de operación del relé, de modo que sea selectivo con la operación de relés ubicados en zonas adyacentes.



Los relés de sobrecorriente instantáneos operan sin retardo cuando la corriente excede de un valor preestablecido; sin embargo, el tiempo de operación de estos tipos de relés pueden variar significativamente (desde 0.016 a 0.1 seg.)

Los relés de sobrecorriente con retardo poseen características de operación tal que el tiempo varía inversamente con la magnitud de la corriente que detecta. La figura muestra características de los tipos de relés de sobrecorriente más comúnmente usados, y éstos son tres: inverso, muy inverso y extremadamente inverso.

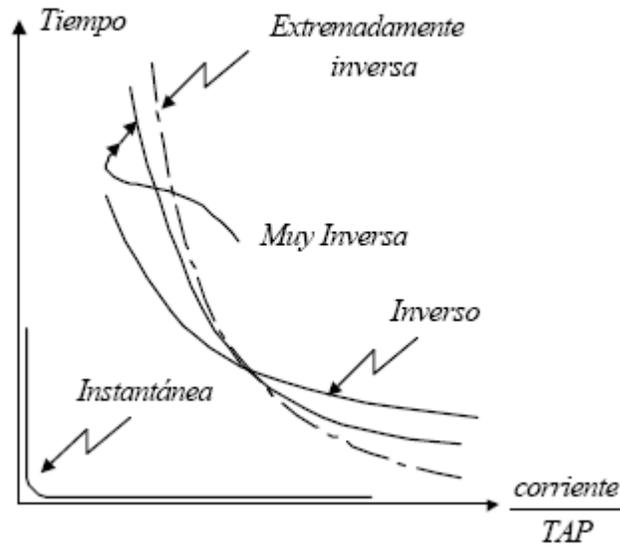
Tanto los relés instantáneos como los de tipo inverso, son inherentemente no selectivos, dado que pueden detectar condiciones de sobrecorriente en sus zonas de protección como también en las zonas adyacentes. Sin embargo, en la práctica, esta selectividad se logra mediante una adecuada calibración de sus sensibilidades o mediante un retardo intencional, o bien, combinando estas dos alternativas.

En la actualidad no sólo las curvas clásicas de protección, (inversa, muy inversa, extremadamente inversa, tiempo definido) están disponibles, sino que el usuario puede seleccionar el tipo de curva de acuerdo a estándar ANSI o IEC, y la opción de re-cierre cuando la aplicación lo requiera.

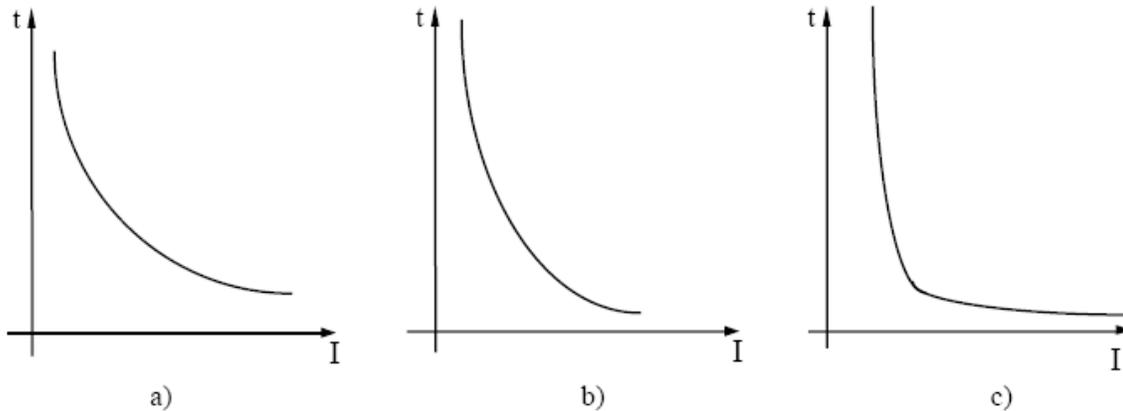
Adicional a estas funciones básicas, las unidades con microprocesadores muestran al usuario los parámetros de medición, registros de los eventos y fallas que han ocurrido, con su correspondiente fecha y hora de ocurrencia, permitiendo al analista disponer de la información requerida para la evaluación de la operación y comportamiento del sistema de potencia.

#### *Criterios de coordinación:*

- 1.- Si se presenta un fallo en alguna zona del sistema, se debe garantizar un intervalo de tiempo de coordinación entre la operación de la protección primaria y la protección de respaldo. Este intervalo de coordinación depende de los tiempos de operación de los interruptores de potencia, criterios de operación, margen de seguridad para errores de medición.
- 2.- Límites máximos y mínimos de las variables de ajustes del relé y los tiempos de operación.
- 3.- Límites máximos y mínimos impuestos por los relés de distancia, en el caso en que el sistema de protección sea combinado.



Gráfica Curvas características de protección contra sobrecorriente.



Curvas características tiempo-corriente de relés inversos: a) Inverso; b) muy inverso; c) extremadamente inverso

Existen otros dispositivos de protección contra sobrecorriente que se utilizan en las instalaciones de las Bombas Contra Incendios. En todos los casos se debe verificar que la protección este aprobada por la NOM-001-SEDE-2005, y sea adecuada para la instalación. Frecuentemente tanto proyectistas como instaladores incurren en el error de colocar dispositivos de protección que incluyen protección contra sobrecarga, como es el caso de los interruptores termomagnéticos. La instalación de dichos componentes creará el riesgo de pérdida de energía en las fases, por lo cual es un grave error colocarlos.



## **2.4 CONTROL.**

La función básica del Controlador de Bomba Contra Incendios es la de arrancar el motor de la bomba para mantener la presión del sistema de agua. Esto se puede realizar por:

### **Controladores automáticos:**

Arrancándose automáticamente el motor de la bomba por medio de una baja de presión del agua en la cañería principal, o por medio de varias otras señales de demanda. El controlador automático puede ser programado para pararse automáticamente, o para requerir un paro manual después de un arranque automático.

### **Controladores manuales:**

Deben ser arrancados manualmente, mientras que el controlador automático puede ser arrancado automáticamente o manualmente.

Ambos controladores pueden ser arrancados por medios manuales remotos, pero no se pueden parar por control remoto.

Para fines de nuestro proyecto se optará por un controlador automático ya que su manejo y respuesta resulta más eficiente al tratarse de un cuarto diseñado para una operación automática y en donde se carece de personal para su maniobra sino solo para su mantenimiento.

El control utilizado está diseñado de acuerdo a las recomendaciones de la NFPA 20, el cual es un control que sirve para operar un sistema de bombas eléctricas contra incendios en donde se encuentran la Bomba Jockey (presurizadora) y la Bomba Principal, en donde además integra protección para trabajo en vacío por nivel bajo de cisterna.

### **Activación del Sistema de Bombeo.**

El control detecta la presión del sistema por medio de dos interruptores de presión (externos) que deberán ser precalibrados con un corte a máxima presión de ambas bombas, (principal y jockey).

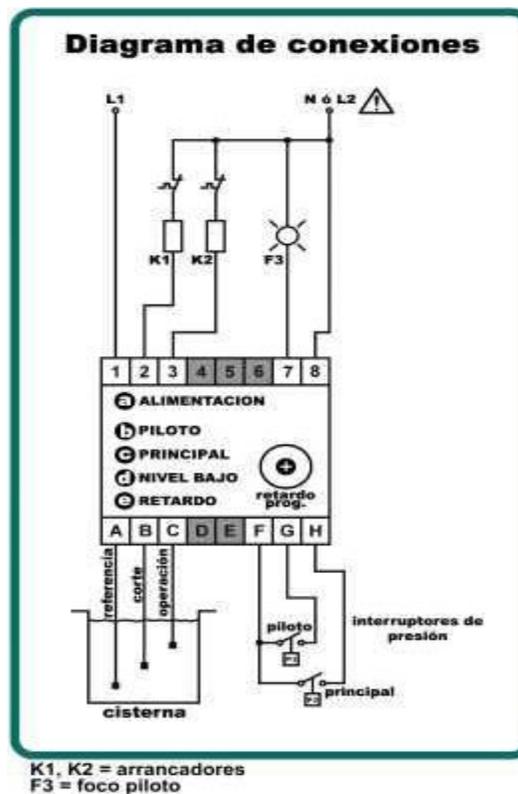
En cada ciclo de trabajo la Bomba Jockey está operando exclusivamente para presurizar el sistema, cuando la presión decrezca se activará la Bomba Principal. Una vez que la presión del sistema se eleve al rango de máxima presión se activará el retardo de paro (el cual varía de acuerdo al equipo de control elegido), una vez transcurrido dicho retardo la Bomba Principal se desactivará automáticamente.

### **Protección por Nivel Bajo en la Cisterna.**

El control está constantemente detectando el nivel de agua en la cisterna que provee a las bombas, si el nivel decrece será detectado por un par de electrodos que al ser descubiertos de agua provocarán que el control bloquee la operación de las bombas encendiendo un led de alarma por nivel bajo activando un contacto para operar un foco piloto externo.

La operación se restablece automáticamente cuando el nivel del agua vuelva a cubrir los electrodos de acuerdo a su nivel.

A continuación se muestra el diagrama de conexiones básico de este equipo:



## 2.5 TRANSFORMADOR.

La alimentación eléctrica a los inmuebles puede ser en baja, media o alta tensión. De acuerdo a la tensión del servicio eléctrico con el que se cuente y la tensión de operación del equipo del sistema de bombeo, se verá la necesidad de ocupar transformadores en algunos casos. Dichos transformadores no tienen características especiales en su construcción o funcionamiento para su uso en los sistemas contra incendios, la única particularidad que tiene es la forma en que debe ser dimensionado.



*Transformador Eléctrico*

### **Transformador:**

Dispositivo que trabaja de acuerdo al principio de inducción mutua entre dos bobinas o devanados. Todo transformador tiene un devanado primario y uno o más devanados secundarios. El devanado primario recibe energía eléctrica de una fuente de energía y acopla esta energía al devanado secundario por medio de un cambio magnético variable. La energía aparece como una FEM en el devanado secundario y si se conecta una carga al secundario, entonces la energía es transferida a la carga.

## **2.6 GENERADOR.**

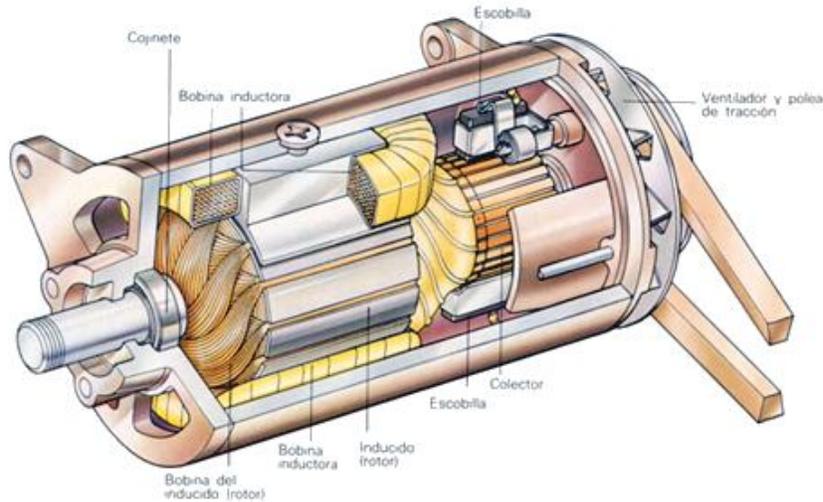
Una de las finalidades del sistema eléctrico que alimenta al equipo de bombeo de protección contra incendios es ser confiable, lo cual significa que pueda estar energizado en todo momento, y así asegurar que las bombas puedan seguir operando hasta que el incendio sea controlado, que el equipo deje de operar o incluso hasta que sea destruido.

El uso de generación en sitio es común en los sistemas de protección contra incendios, puesto que nos permite tener un mayor grado de confiabilidad en el sistema eléctrico, ya que generalmente se instala de manera adyacente a las bombas contra incendios y a sus controladores.

### **Generador:**

Dispositivo que produce electricidad por la rotación de un grupo de conductores dentro de un campo magnético. Por lo tanto la energía que entra a un generador es la energía mecánica necesaria para hacer que giren los conductores. Esta energía puede provenir de motores de gasolina o diesel, o bien de turbinas de vapor, motores eléctricos, agua corriente y hasta de reactores atómicos. A la salida del generador se obtiene la FEM

que se induce en los conductores cuando estos se mueven a través del campo magnético. También se podría definir al generador como un mecanismo que convierte energía mecánica en energía eléctrica por medio de un campo magnético ó inducción magnética.



*Estructura básica de un generador.*

## 2.7 EQUIPO DE TRANSFERENCIA.

Cuando se utilizan varias fuentes de suministro para la alimentación de las bombas contra incendios, es necesario el uso de un equipo de transferencia para alternar entre las distintas fuentes de alimentación.

La función principal que el equipo de transferencia realiza es que, ante un parámetro preestablecido, éste se verifica constantemente y si la energía suministrada por la red comercial se sale de estos parámetros, entonces se envía una señal que arranca la planta de emergencia y se inicia el suministro de energía eléctrica de emergencia.

El equipo de transferencia debe ser dimensionado adecuadamente para soportar la corriente del sistema que alimentará. Los equipos de transferencia de carga pueden exigirse por código o normas, o bien ser convenientes para procesos críticos. Los equipos de transferencia se pueden operar de forma manual o automática y se pueden complementar con un suministro de energía ininterrumpible para lograr una confiabilidad aún mayor.

