

Capítulo 1

**Fundamentos para la instalación
de aparatos de calefacción y
climatización de uso doméstico**

Contenido

1. Introducción
2. Energía, potencia, calor, temperatura
3. Escalas de temperatura
4. Equivalencias
5. Producción, transporte, emisión
6. Absorción calorífica
7. Elementos productores y emisores
8. Elementos climatizadores
9. Reacciones de combustión
10. Producción de agua caliente sanitaria
11. Fundamentos de electrotecnia
12. Interpretación de esquemas eléctricos e hidráulicos
13. Circuitos y elementos de los aparatos de producción de calor
14. Aprovechamiento energético
15. Rendimientos
16. Eficiencia energética
17. Normativa aplicable a la instalación de aparatos de calefacción y climatización
18. Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)
19. Resumen

1. Introducción

Las Instalaciones de Calefacción y Climatización tienen como misión mantener la temperatura, humedad y calidad del aire dentro de los límites que se prescriban para cada caso concreto.

El término calefacción hace referencia al sistema o instalación utilizada para calentar el aire de un recinto cerrado y elevar así su temperatura ambiente. Sin embargo, la climatización es un término más amplio puesto que engloba o se refiere al proceso y a los equipos utilizados para dar a un espacio cerrado las condiciones, de temperatura, humedad del aire y a veces también de presión, necesarias para la salud o la comodidad de quienes lo ocupan. No obstante, en muchas ocasiones se utiliza el término climatización como opuesto al de calefacción.

Estas instalaciones, diseñadas para proporcionar un mayor bienestar a los ocupantes de los edificios, intentarán mantener, tanto en verano como en invierno, temperaturas que pueden oscilar entre los 20 y los 25 °C y niveles próximos al 50% de humedad relativa.

2. Energía, potencia, calor, temperatura

Aunque estos términos suenen a lo mismo, la verdad es que cada uno tiene una definición bien diferenciada, por lo que hay que saber las diferencias para poder construir instalaciones correctas.

2.1. Energía

Es la capacidad que tienen los cuerpos para realizar un trabajo. La energía se mide en **Julios (J)**, si se hace por el Sistema Internacional.

En el Sistema Técnico (muy utilizado en esta profesión), la energía se mide en **calorías (cal)**.



Definición

Caloría

La caloría es la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de un gramo de agua en un grado centígrado.

Se emplea mucho la kilocaloría (kcal), que es múltiplo de la caloría:

$$1 \text{ kcal} = 1.000 \text{ cal}$$

2.2. Potencia

La potencia es la capacidad que posee un cuerpo para producir trabajo o para consumir energía eléctrica en un tiempo determinado.

Un vatio es la potencia que se obtiene cuando entre dos puntos de un conductor entre los que existe una diferencia de potencial de 1 V, circula una corriente eléctrica de 1 A.



Nota

La potencia se mide en vatios (W).

2.3. Calor

La definición de calor sería la transferencia de energía entre diferentes cuerpos o diferentes zonas de un mismo cuerpo, que se encuentran a distinta temperatura.

Este flujo siempre ocurre desde el cuerpo de mayor temperatura hacia el cuerpo de menor temperatura, ocurriendo la transferencia de calor hasta que ambos cuerpos encuentren un equilibrio térmico.



Nota

El calor es una energía en tránsito. Siempre fluye de una zona de mayor temperatura a una zona de menor temperatura.

El calor es un tipo de energía, por lo que se mide en las mismas unidades que esta, es decir, en **calorías (cal)**.

2.4. Temperatura

La temperatura viene dada por el nivel térmico que poseen los cuerpos. Los cuerpos que tienen más temperatura ceden más calor a los que tienen menos, hasta que estos alcancen el equilibrio térmico, es decir, que tengan la misma temperatura.

Si se mezcla agua caliente y agua fría se obtiene agua templada, así pues el agua caliente cederá temperatura al agua fría hasta que la temperatura de la mezcla se iguale.

La unidad de temperatura varía según se mida en el Sistema Internacional, que sería el **grado Kelvin (K)** (temperatura absoluta), o en el Sistema Técnico, que sería el **grado Celsius o grado centígrado (°C)**.

La relación entre las dos unidades es:

Temperatura en grados Celsius (°C) es igual a la temperatura en grados Kelvin (K) menos 273.

$$^{\circ}\text{C} = \text{K} - 273$$



Nota

El termómetro es el aparato que mide la temperatura.

3. Escalas de temperatura

Las escalas de temperatura son de dos tipos: **absolutas o relativas**. Los valores que da cualquier escala de medición de temperatura no tienen un nivel máximo, pero sí parten de un nivel mínimo que es el **cero absoluto** para las absolutas, mientras las relativas se basan en otros referentes.

Los tipos de escala se detallan de la siguiente manera:

- **Escalas absolutas.** La principal escala de temperatura absoluta es la de grados **Kelvin**. Es la unidad de medida del **Sistema Internacional**.
- **Escalas relativas.** Las escalas relativas son más numerosas y se basan en una propiedad de un material al que asignan el valor cero.

Las escalas relativas más utilizadas son:

1. **Escala de Celsius (°C).** Esta escala de temperatura se basa en los puntos de fusión y ebullición del agua. Se considera que una mezcla de hielo y agua que se encuentra en equilibrio con aire saturado a 1 atm está en el punto de fusión. Una mezcla de agua y vapor de agua (sin aire) en equilibrio a 1 atm de presión se considera que está en el punto de ebullición. Celsius dividió el intervalo de temperatura que existe entre estos dos puntos en 100 partes iguales a las que llamó grados centígrados o Celsius (°C). Esta escala se aplica en el Sistema Técnico.
2. **Escala Fahrenheit (°F).** Se basa en el punto de congelación de una disolución de cloruro amónico a la que se asigna un valor cero y a la temperatura normal corporal humana a la que se asigna el valor 100. Este tipo de escala se utiliza sobre todo en Estados Unidos.
3. **Escala Réaumur (°R).** Esta escala se utiliza para procesos industriales específicos como el del almidón.



Nota

Puede decirse que la escala de temperatura más utilizada a nivel mundial es la escala de Celsius.

4. Equivalencias

Las equivalencias entre las escalas de temperatura se muestran en la siguiente tabla.

Instalación y puesta en marcha de aparatos de calefacción y climatización de uso doméstico

	Kelvin	Celsius	Fahrenheit	Réaumur
Kelvin	$K = K$	$K = ^\circ C + 273$	$K = (^\circ F + 459,67) \cdot 5/9$	$K = (^\circ R) \cdot 5/4 + 273$
Celsius	$^\circ C = K - 273$	$^\circ C = ^\circ C$	$^\circ C = (^\circ F - 32) \cdot 5/9$	$^\circ C = (^\circ R) \cdot 5/4$
Fahrenheit	$^\circ F = (9/5) \cdot K - 459,67$	$^\circ F = (9/5) \cdot ^\circ C + 32$	$^\circ F = ^\circ F$	$^\circ F = (9/4) \cdot ^\circ R + 32$
Réaumur	$^\circ R = (K - 273) \cdot (4/5)$	$^\circ R = (4/5) \cdot ^\circ C$	$^\circ R = (^\circ F - 32) \cdot (4/9)$	$^\circ R = ^\circ R$



Aplicación práctica

Pase 20 °C a grados Fahrenheit, Kelvin y Réaumur.

SOLUCIÓN

La conversión de grados Celsius a grados Kelvin, según indica la tabla, se realizará con la siguiente fórmula:

$$K = ^\circ C + 273 = 20 + 273 = 293 \text{ K}$$

Para pasar a grados Fahrenheit habrá que utilizar la fórmula siguiente:

$$^\circ F = (9/5) \cdot ^\circ C + 32 = (9/5) \cdot 20 + 32 = 36 + 32 = 68 \text{ }^\circ F$$

Para convertir los grados Celsius o centígrados en grados Réaumur (°R), se utilizará la siguiente fórmula:

$$^\circ R = (4/5) \cdot ^\circ C = 4/5 \cdot 20 = 16 \text{ }^\circ R$$

Como se ha podido comprobar, es muy fácil pasar de una escala de temperatura a otra, solo hay que basarse en las fórmulas de la tabla anterior.



Aplicación práctica

Antonio es un biólogo español que es destinado a Brasil para la cría de avestruces. El huevo de avestruz eclosiona con una temperatura constante de 37,6 °C, al llegar Antonio observa que la temperatura de la incubadora marca 150 °F. ¿Es correcto? ¿Qué debe realizar Antonio?

SOLUCIÓN

Pues debe pasar los °F a °C, para ello:

$$^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32) \cdot 5/9 = 65,55 ^{\circ}\text{C}$$

por lo que deberá bajar la temperatura.

Necesita, 37,6 °C, eso son exactamente:

$$^{\circ}\text{F} = (9/5) \cdot ^{\circ}\text{C} + 32 = 99,68 ^{\circ}\text{F}$$

por lo que este es el nivel que debe marcar el termómetro.

5. Producción, transporte, emisión

Estas tres acciones o fases son fundamentales en los distintos sistemas de calefacción y climatización existentes.



Ejemplo

Existen instalaciones de calefacción que se componen básicamente de un aparato que produce el calor y hace que aumente la temperatura de un líquido (fluido caloportador), que suele ser agua, que pasa a través de este aparato y que, utilizando una red de tuberías y una bomba hidráulica, es llevado hasta unos aparatos terminales, que emiten dicho calor al medio ambiente (emisores). En este ejemplo, puede diferenciar perfectamente esas tres fases que se han nombrado: producción, transporte y emisión.

En general, todas las instalaciones de calefacción tienen un funcionamiento similar y común, que consiste en la producción del calor o de la energía calorífica, el transporte de este calor hasta el lugar a aclimatar y la emisión de este calor para conseguir el efecto deseado.

5.1. Producción

Cuando se quiere dar calor a algún lugar determinado, primero hay que producir este calor. La producción de calor se realiza por medio de una fuente de calor. Existen fuentes de calor muy diferentes, como es el fuego de una hoguera por ejemplo, pero la mayor fuente de calor es el Sol.

En la actualidad, en la vida cotidiana, una fuente de calor para calentar la vivienda puede ser un aparato (la caldera, los termos, etc.) que utiliza un tipo de energía que se convierte en energía calorífica (normalmente necesita utilizar un combustible, ya sea gas, gasoil o incluso electricidad).

5.2. Transporte

Una vez que ya se dispone de la fuente de calor, que puede ser de varios tipos tal y como se ha visto, y se crea la energía calorífica, hay que transportarla a través de algún medio material.

En instalaciones de suelo radiante, por ejemplo, este medio de transmisión es normalmente el agua. Para transportar ese agua se crea una instalación por medio de tubos y una bomba que la impulsa. Esta instalación ha de ser de ida y vuelta, es decir, cíclica y cerrada, para ir calentando siempre la misma agua.

En otros tipos de instalaciones, es necesario llevar a cabo el transporte de aire, que se llevará a cabo a través de los conductos apropiados.

5.3. Emisión

Una vez creada la instalación, esta terminará en unos aparatos, denominados emisores, que son los encargados de liberar al aire el calor y hacer más confortable el espacio que se quiera calefactar.

Al igual que los equipos de calefacción, los equipos de refrigeración también poseen los emisores correspondientes por los que saldrá el aire frío.

6. Absorción calorífica

Como ya se ha visto, el calor es un tipo de energía que está fluyendo de una zona de temperatura más alta a otra más baja. La recepción de calor por parte del cuerpo o materia de temperatura más baja se llama **absorción calorífica**.

Esta absorción de calor se puede realizar de las siguientes formas: por conducción, por convección y por radiación. A continuación se detallan cada una de ellas.

6.1. Por conducción

En los sólidos, la única forma de transferencia de calor es la conducción, la cual se da por contacto directo entre las sustancias. La conducción consiste en la transmisión de calor de un cuerpo a otro sin desplazamiento de sus moléculas.



Ejemplo

Si se calienta un extremo de una varilla metálica, de forma que aumente su temperatura, el calor se transmite hasta el extremo más frío por conducción.

No se comprende en su totalidad el mecanismo exacto de la conducción de calor en los sólidos, pero se cree que se debe, en parte, al movimiento de los electrones libres que transportan energía cuando existe una diferencia de temperatura y el movimiento que los mismos átomos ejercen. Esta teoría explica por qué los buenos conductores eléctricos también tienden a ser buenos conductores del calor, como lo son los metales de transición interna.



Absorción calorífica por conducción

6.2. Por convección

En la convección se produce una transmisión de calor por desplazamiento de las moléculas.

Un típico ejemplo es la transmisión por convección producida al calentar la masa de aire de una habitación, produciéndose una circulación de dicho aire con el consiguiente transporte de calor.

Si existe una diferencia de temperatura en el interior de un líquido o un gas, lo normal es que se produzca un movimiento del fluido. Este movimiento transfiere calor de una parte del fluido a otra por un proceso que se llama **convección**.

El movimiento del fluido puede ser natural o forzado.

Si se calienta un líquido o un gas, su densidad (masa por unidad de volumen) suele disminuir. Si el líquido o gas se encuentra en el campo gravitatorio, el fluido más caliente y menos denso asciende, mientras que el fluido más frío y más denso desciende. Este tipo de movimiento, debido exclusivamente a la no uniformidad de la temperatura del fluido, se denomina **convección natural**.

La **convección forzada** se logra sometiendo el fluido a un gradiente de presiones, con lo que se fuerza su movimiento de acuerdo a las leyes de la mecánica de fluidos.



Ejemplo

Al calentar desde abajo una cacerola llena de agua. El líquido más próximo al fondo se calienta por el calor que se ha transmitido por conducción a través de la cacerola.

Al expandirse, su densidad disminuye y como resultado de ello, el agua caliente asciende y parte del fluido más frío baja hacia el fondo, con lo que se inicia un movimiento de circulación y una transmisión de calor por convección. El líquido más frío vuelve a calentarse por conducción, mientras que el líquido más caliente situado arriba pierde parte de su calor por radiación y lo cede al aire situado por encima.



Absorción calorífica por convección

6.3. Por radiación

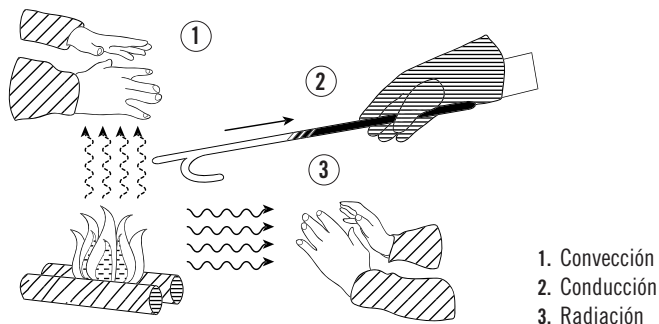
La radiación presenta una diferencia respecto a la conducción y la convección: las sustancias que intercambian calor no tienen que estar en contacto, sino que pueden estar separadas por un vacío. La radiación es un término que se aplica genéricamente a toda clase de fenómenos relacionados con ondas electromagnéticas.

Un ejemplo claro de la absorción de calor por radiación es una chimenea encendida. Cada vez que se acerca a la llama recibe más calor, sin estar en contacto con ella. El calor que recibe la tierra del sol es otro ejemplo de calor por radiación.



Absorción calorífica por radiación

A continuación, se representa en una misma imagen los distintos tipos de absorción calorífica que puede encontrar a modo de ejemplo visual.



7. Elementos productores y emisores

Los elementos **productores** son los encargados de producir calor o frío, en función de las prestaciones del equipo y de las necesidades que se exijan. En el caso de equipos de producción de calor, por ejemplo, estos aparatos convierten un tipo de energía, como puede ser la eléctrica o la solar, o por medio de la quema de un combustible, en energía calorífica.

Los elementos productores de calor son muy variados, desde una chimenea, pasando por un calentador de gas o un termo eléctrico, hasta cualquier tipo de caldera e incluso paneles solares que recogen la energía que aporta el sol.



Chimenea

Los elementos productores de calor pueden estar destinados a un fin en concreto.

Los termos eléctricos y los calentadores de gas suelen utilizarse para la creación de agua caliente sanitaria que se utiliza en duchas, fregaderos u otras utilidades domésticas.

Instalación y puesta en marcha de aparatos de calefacción y climatización de uso doméstico



Termo eléctrico

Las calderas que, además de para calefacción, se utilizan también para la creación de agua caliente sanitaria (ACS), al igual que los elementos vistos anteriormente, se les llama calderas mixtas.



Caldera a gas

Los paneles solares se suelen utilizar para la creación de ACS, aunque en este tipo de instalaciones se debe instalar otro aparato como apoyo, ya que la fuente de calor solar no es constante.



Paneles solares de una instalación solar térmica doméstica

Los aparatos productores de calor pueden formar parte de una instalación centralizada, como una caldera para la calefacción de una casa o individuales, como un brasero eléctrico, una estufa de gas, el cual solo calienta una zona de esta casa.

En cuanto a los aparatos **emisores** son aquellos que recibiendo una energía son capaces de emitirla y calentar (en el caso de emisores de calefacción) el medio ambiente en el que se sitúan.

En calefacción unos de los aparatos emisores más empleados son los radiadores que permiten obtener calor de manera veloz y brindan un servicio silencioso y seguro. La emisión (o disipación) de calor de un radiador, depende de la diferencia de temperaturas entre su superficie y el ambiente que lo rodea y de la cantidad de superficie en contacto con ese ambiente. A mayor superficie de intercambio y mayor diferencia de temperatura, mayor es el intercambio o emisión (o disipación) de calor de un radiador. Por tanto, la emisión de calor de un radiador depende de la diferencia de temperatura entre su superficie y

la del ambiente que lo rodea y de la cantidad de superficie en contacto con ese ambiente.



Radiador



Nota

Los radiadores son los elementos intercambiadores de calor entre el fluido calentado y el espacio que se quiere calentar. En la actualidad, suelen estar fabricados de chapa, aluminio o acero. Es conveniente no tapar ni obstruir los radiadores para aprovechar al máximo el calor que emiten.

Hay aparatos productores que también son emisores, como por ejemplo un brasero eléctrico, que calienta la resistencia y emite el calor alrededor suyo.



Brasero eléctrico

La diferencia entre un radiador y una estufa o un calefactor es que en el radiador no hay producción de energía, se limita a ser un disipador del calor que llega al radiador, generalmente por una red de tuberías por las que circula agua calentada en un dispositivo productor de calor (caldera, generalmente) situado en otro lugar.

8. Elementos climatizadores

La climatización consiste en crear unas condiciones de temperatura, humedad y limpieza del aire adecuadas para la comodidad dentro de los espacios habitados. La climatización puede ser referente tanto a la climatización de invierno (calefacción), como a la de verano (refrigeración).

La climatización se puede conseguir de una manera natural o artificial.

Para poder realizar un estudio de climatización hay que tener en cuenta el espacio que se va a climatizar, si es más o menos grande, así como la temperatura y humedad relativa de dicho entorno.

El aparato que se emplea en la climatización en sí es el climatizador que funciona emitiendo aire tanto frío como caliente, dependiendo de si realiza la refrigeración o la calefacción.

Este aparato emite un caudal de aire que se difunde por una canalización y dota al espacio a climatizar de la temperatura deseada por el usuario.



Climatizador

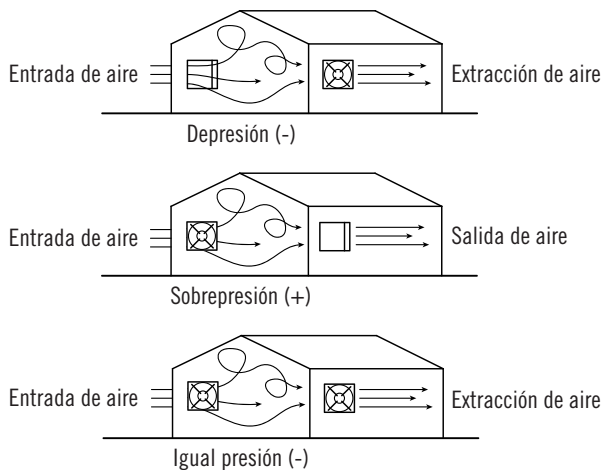
Instalación y puesta en marcha de aparatos de calefacción y climatización de uso doméstico

El climatizador consta básicamente de: una entrada de aire exterior, un filtro, un ventilador, uno o dos intercambiadores de frío/calor, un separador de gotas (para verano) y un humidificador (para invierno).

Los climatizadores pueden ser de tipos muy variados, puede ser individual o colectivo, así como mural, de pie, etc.

Dentro de la climatización se incluyen también los equipos de ventilación y acondicionamiento del aire, muy importantes de cara al bienestar de las personas y a la purificación y calidad del aire. Para conseguir un ambiente puro y adecuado, se debe incluir un buen sistema de ventilación porque el aire puede tener una temperatura agradable, pero puede llegar a estar viciado y no ser adecuado para las personas, afectando a la salud de las mismas. El sistema de ventilación consiste básicamente en la introducción de aire limpio en el sistema, pasando antes por el equipo de climatización para conservar unas condiciones ambientales (de temperatura, por ejemplo) adecuadas.

Esquema de distintos sistemas de ventilación



Generalmente, los sistemas de climatización incluyen un sistema eficaz de ventilación y un equipo que consigue las condiciones de temperatura y humedad adecuadas en el aire que emiten.

9. Reacciones de combustión

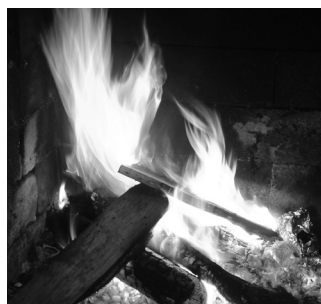
La combustión es una reacción química entre dos sustancias, **combustible y comburente**, en la que se libera energía.

El resultado de esta reacción es la chispa, la llama o el fuego; esto genera una gran cantidad de energía en forma de calor y luz.

Lo que ocurre durante esta reacción es que los componentes del combustible susceptibles de ser quemados (carbono, hidrógeno y azufre) se oxidan al combinarse con el oxígeno que aporta el comburente. Generalmente se utiliza el aire como comburente, que además de oxígeno (21%), aporta a la reacción otros elementos, como nitrógeno (78%), vapor de agua, dióxido de carbono y gases nobles en pequeñas proporciones (1% restante). Por tanto, la combustión puede generarse directamente con el oxígeno o con una mezcla de sustancias que contengan oxígeno.

La reacción química producida es una **oxidación**, y las nuevas sustancias que se forman en el proceso se denominan **óxidos**.

El proceso de combustión se inicia con la aplicación de una fuente de calor a una mezcla lo suficientemente rica en combustible y comburente, produciéndose una reacción rápida de oxidación del combustible, que se suele manifestar en forma de llama.



Combustión

Dependiendo de la cantidad de comburente que esté presente en una reacción de combustión, estas se pueden dividir en:

- **Combustión completa.** Esta combustión se realiza con mucha cantidad de oxígeno, con lo que el combustible se quema totalmente. En la combustión completa se aprovecha al máximo el combustible disponible, pero se generan pérdidas de calor, al eliminarse mayor cantidad de gases junto con los humos. Esta combustión suele liberar dióxido de carbono (CO_2).

- **Combustión incompleta.** Al contrario de la combustión completa, esta se realiza con poca cantidad de oxígeno, por lo que no termina de quemar el combustible totalmente. Este tipo de reacción es antieconómica, ya que no quema todo el combustible. Esta reacción libera un gas bastante tóxico que es el monóxido de carbono (CO).
- **Combustión neutra.** Este tipo de combustión emplea la cantidad de oxígeno justa para quemar todo el combustible, es decir, sería la combustión perfecta.

9.1. Combustibles

Hay que considerar que cualquier tipo de combustible no se encuentra en estado puro, sino que posee impurezas, sobre todo de nitrógeno y azufre. Estos también reaccionan con la combustión formando compuestos de nitratos y sulfuros. Por ello, siempre debe tenerse en cuenta que en el proceso de combustión pueden producirse sustancias tóxicas, de manera que se prestará cuidado especial en las salidas de humos.

Las propiedades más destacables que caracterizan a los combustibles son:

- Composición del combustible.
- Poder calorífico.
- Densidad.
- Viscosidad.
- Temperatura de ignición.
- Temperatura de combustión.
- Contenido de azufre.



Nota

Los combustibles pueden ser sólidos, líquidos o gaseosos.

Combustibles empleados según su estado material

A continuación, se describen los combustibles más empleados dependiendo de su estado material, siendo combustibles sólidos, combustibles líquidos o combustibles gaseosos.

Combustibles sólidos

La madera

La madera es el primer combustible usado por el hombre. Es un producto natural obtenido de troncos de árboles. La madera empleada debe estar en estado seco para poder arder.



Sabía que...

El hidrocarburo que reacciona en la leña es la celulosa de la madera.

Todavía en la actualidad se emplea la leña en estufas y chimeneas, pero de un modo más limitado; las calderas a leña prácticamente ya no existen.

La madera presenta el inconveniente de tener muchas impurezas, por lo cual se producen humos tóxicos. Por otra parte, difícilmente se logra una combustión completa, produciendo gran cantidad de residuos en forma de ceniza. Además, ocupa mucho volumen en relación al poder calorífico que despidе.

El carbón

Este es un combustible fósil, al igual que el petróleo, originado por la descomposición de distintos vegetales que se han ido acumulando en zonas lacustres o pantanosas, y en una lenta transformación durante miles de años han llegado a formar importantes yacimientos.

Este combustible tradicional todavía se emplea en muchas zonas de Europa, donde hay grandes yacimientos. Uno de los problemas en su uso es la emisión de gases tóxicos, especialmente sulfuros (son los que producen la lluvia ácida).

La biomasa

Existen distintos tipos de biomasa, pero la principal es la biomasa residual, que está formada por los residuos que se generan en las actividades de agricultura (leñosa y herbácea) y ganadería, en las forestales, en la industria maderera y agroalimentaria, entre otras, y que todavía pueden ser utilizados y considerados subproductos. Como ejemplo se pueden considerar: el serrín, la cáscara de almendra, el orujillo, las podas de frutales, etc.

Combustibles líquidos

El gasóleo

Este quizás sea el combustible de mayor uso en España para la calefacción.



Nota

Es un combustible fácil de transportar.

Permite una buena regulación de las calderas, pero genera emisiones de gases tóxicos, aunque si se puede regular bien la caldera, pueden llegarse a controlar las emisiones.

El biodiésel

Se trata de un biocombustible obtenido a partir de transformaciones químicas de materias orgánicas, como aceites vegetales o grasas animales.

Se puede utilizar en calderas domésticas y comerciales.

Combustibles gaseosos

En general, el principal inconveniente que tiene la utilización de combustibles gaseosos es que exige mucho cuidado en su manejo y manipulación. Siempre se debe hacer de forma correcta, cumpliendo con la normativa vigente, ya que cualquier escape de gas puede provocar una explosión, poniendo en peligro la vida de los ocupantes de la vivienda y de otras colindantes.

Estos tipos de combustibles (los que se analizarán a continuación) son los que generan menor cantidad de residuos, ya que no emiten ningún tipo de gas tóxico durante su combustión.

Los gases licuados del petróleo (GLP)

Se trata del gas butano y del propano.

El gas butano se suele utilizar como combustible para obtener energía calorífica para los fogones de las cocinas y hornos, para los calentadores o termos a través de los cuales se consigue agua caliente y para estufas móviles. Como desventaja, hay que destacar que presenta limitaciones respecto a transporte y almacenaje.



Nota

Hay que tener mucho cuidado con las estufas de butano, puesto que necesitan una adecuada ventilación del ambiente donde se utilicen para que las personas no sufran ningún tipo de intoxicación.

El propano se utiliza, a veces, mezclado con butano. El propano tiene un punto de ebullición más bajo que el butano y su valor energético por gramo es mayor. Tienen su aplicación en cocinas, hornos y barbacoas, calentadoras y calderas para obtener agua caliente, estufas móviles y calderas para calefacción y en algunos ámbitos industriales, como soldadores.

El gas natural

Es una fuente de energía no renovable formada por una mezcla de gases. Se encuentra en yacimientos de petróleo o en depósitos de carbón. Su composición es diferente según el yacimiento del que se obtenga, pero principalmente está compuesto por metano.

El biogás

El biogás es un residuo natural resultante de la descomposición de restos orgánicos en una atmósfera controlada, con la acción de microorganismos (como son las bacterias) y en ausencia de oxígeno (ambiente anaeróbico).

Está compuesto por metano y dióxido de carbono.

10. Producción de agua caliente sanitaria

Dentro de una vivienda no se puede concebir hoy en día una instalación de agua que no produzca agua caliente para poder lavarse, lavar platos, etc.



Importante

Hay que recordar que la instalación de tuberías de agua es misión del fontanero, sin embargo la instalación y manipulación de las fuentes que producen el calor está a cargo de profesionales autorizados para ello, es decir, el fontanero instalará las tuberías por donde ha de pasar el agua caliente, pero la instalación de gas que suministra al termo tiene que hacerla un profesional autorizado. Esto no quiere decir que no haya que conocer el funcionamiento de dichos aparatos que se estudiarán en este manual.

Los sistemas de producción de agua caliente sanitaria pueden realizarse, dependiendo de la **capacidad**, en **instalaciones individuales**, es decir, para una sola vivienda, o en **instalaciones colectivas**, para varias viviendas, varios locales, etc. Este manual está destinado a las instalaciones individuales o domésticas, por lo que la explicación se centrará principalmente en las instalaciones individuales.

Si se realiza una clasificación de estos sistemas atendiendo a su función, se pueden dividir en **exclusivos**, cuando la caldera o el generador de calor solo se dedican a la producción de agua caliente, o en **mixtos** cuando la caldera o el generador de calor se dedican a la producción de agua caliente y a la calefacción.

El primer dato que hay que conocer para seleccionar el sistema o el aparato de producción de agua caliente sanitaria adecuado es saber la cantidad de agua caliente sanitaria y la temperatura de utilización de esta.

En la siguiente tabla se pueden observar los valores aproximados de consumo de agua caliente y la temperatura de uso.

Aparato sanitario	Necesidades medias de agua caliente	Temperatura	Unidad de consumo
Bañera	110 l	40 a 45 °C	Persona/día
Lavabo	10- 20 l	30 a 40 °C	Persona/día
Bidé	10-20 l	35 a 40 °C	Persona/día
Ducha	30-40 l	38 a 42 °C	Persona/día
Fregadero	20-30 l	40 a 45 °C	Persona/día



Nota

El consumo de una persona es de 50 a 60 l/d a una temperatura de 45 °C.

Así pues, la cantidad de agua caliente que se necesita para una vivienda depende del número de habitantes de esta, del número de aparatos sanitarios y del tipo que sean, además de otros tipos de consideraciones. No es lo mismo en una casa donde vivan tres personas a una en la que vivan diez, o que la casa tenga uno o cinco baños.



Nota

Hay que considerar que el consumo de agua caliente no es igual en una fecha que en otra. Así en verano, con el calor, el consumo del agua caliente disminuye.

En una instalación de agua caliente hay que tener en cuenta que es imprescindible el **aislamiento térmico de las tuberías y de los depósitos** que contengan el agua caliente, para no tener pérdidas de calor innecesarias.

Dependiendo de cómo se caliente el agua, la producción de agua caliente puede ser: instantánea o por acumulación, mediante depósitos de agua caliente sanitaria o mediante un sistema de recirculación de ACS.

10.1. Instantánea y por acumulación

La producción de agua caliente instantánea se realiza en el mismo instante, es decir, el agua se calienta a la vez que se produce su consumo.



Ejemplo de producción de agua caliente instantánea: termo a gas

Por el contrario, en los sistemas de **acumulación**, el agua se calienta poco a poco y se mantiene a temperatura de consumo en el interior de un depósito.



Ejemplo de sistema de acumulación: termo eléctrico

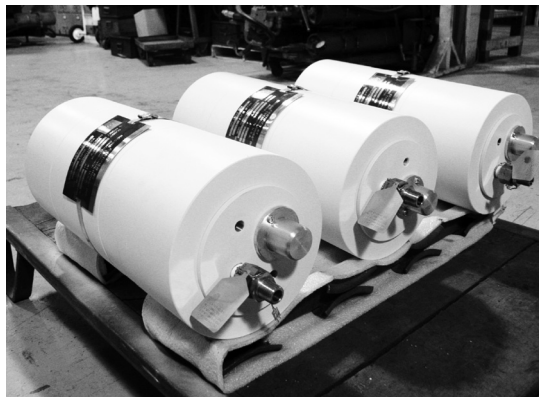
Las diferencias entre un sistema de producción de agua caliente sanitaria (ACS) instantáneo y otro de acumulación son:

- a. El sistema instantáneo debe tener una potencia necesaria para calentar de manera instantánea todo el caudal de agua que proceda. Si hubiera muchos puntos de consumo (grifos) se requeriría de una gran potencia. En el sistema por acumulación, el calentamiento de agua se realiza de forma más lenta (no se calienta de manera instantánea), por lo que se requiere una potencia menor.
- b. Mediante el sistema instantáneo, el caudal del agua caliente varía según se vayan abriendo puntos de consumo (grifos), mientras que en el sistema por acumulación esta variación no se nota, o se nota bastante menos, mientras haya agua en el depósito acumulador.
- c. Los sistemas de producción instantánea suelen ser menos costosos que los de acumulación.
- d. Los sistemas instantáneos ahorran espacio, ya que no tienen que llevar depósito.
- e. Los depósitos de agua caliente van perdiendo calor, aunque existen dispositivos que van corrigiendo dicha pérdida. Los depósitos llevan incorporado un termostato, que es un elemento que, cuando la temperatura del depósito baja de unos niveles, previamente establecidos,

conecta de nuevo la fuente de calor hasta que la temperatura se recupera; cuando se alcanza de nuevo la temperatura de calentamiento deseada, establecida también previamente, el termostato desconecta dicha fuente.

Cuando se emplea un sistema de producción de ACS **individual** de manera **instantánea**, se utilizará un calentador instantáneo a gas o una caldera mixta instantánea.

Si el sistema de producción de ACS es también **individual**, pero por **acumulación**, se pueden utilizar: termoacumuladores a gas, termoacumuladores eléctricos o calderas mixtas de acumulación.



Termoacumulador

Si el sistema de producción de ACS es **colectivo y por acumulación**, se utilizará el termoacumulador a gas, la caldera + intercambiador + acumulador o la caldera + interacumulador.

El sistema de producción de ACS **colectivo e instantáneo** no es habitual instalarlo debido a la gran potencia que se necesitaría para calentar instantáneamente el agua a utilizar.

10.2. Depósitos de agua caliente sanitaria

Los depósitos de agua caliente sanitaria se instalan cuando el sistema de producción de ACS es por acumulación. El agua que llena el depósito, se calienta y se mantiene caliente para el uso por parte del consumidor.

Dentro de los depósitos de ACS se pueden distinguir dos tipos: los que calientan el agua en el mismo depósito o calentadores acumuladores; y los que reciben el agua caliente ya a esta temperatura.

Calentadores acumuladores

Estos depósitos pueden calentarse bien por gas, en cuyo caso se llamarán **calentadores acumuladores a gas**, o bien por electricidad, llamados **calentadores acumuladores eléctricos o termos eléctricos**.



Calentador acumulador

Tanto en uno como en otro, el depósito de almacenamiento está recubierto por un material aislante que evita la pérdida de calor. Aun con este aislante, la temperatura del agua caliente va descendiendo con el tiempo.

Los calentadores acumuladores llevan dentro, en contacto con el agua, un **termostato** que mide la temperatura de esta. Una vez que esta rebasa un límite establecido, el termostato corta automáticamente la producción de energía para que no se caliente más y cuando el termostato marca una temperatura baja por pérdida de calor o entrada de agua fría, vuelve a emplear el sistema de calentamiento de agua, ya sea por medio de gas, electricidad o por energía solar.

La capacidad de los depósitos acumuladores de agua caliente varía con las características de la instalación; pueden ir desde los 10 l de capacidad hasta los 1.000 l en los depósitos de acumulación eléctricos y de 25 hasta 500 l en los de gas.

Depósitos que reciben el agua ya caliente

Es el caso en el que se instala una caldera, por ejemplo. Aquí también hay que instalar un depósito acumulador de parecidas características a lo visto anteriormente, pero en estos casos el calentamiento no se realiza en el mismo depósito.

En general, los depósitos se construyen en un material metálico, normalmente acero galvanizado y debidamente calorifugado para evitar la máxima pérdida posible de calor.

Al tener que producir y conducir agua caliente, el aislamiento se convierte, en esta instalación, en uno de los elementos más importantes que es necesario cuidar con el objeto de limitar a unos valores admisibles las pérdidas energéticas que, inevitablemente, se producen al estar siempre el agua caliente a una temperatura superior a la del ambiente que le rodea.

Los acumuladores e interacumuladores hasta 500 l, que pertenecen a los sistemas de pequeña acumulación, así como los termoacumuladores a gas o eléctricos, se suministran de fábrica con el aislamiento incorporado. Todos ellos se fabrican con doble pared. El aislamiento que, normalmente, emplean es una espuma de poliuretano ecológico expandido (sin CFC Incluir un pie de imagen o en el glosario que CFC es la abreviatura de clorofluorocarbonos) de alta densidad inyectada en el interior de la cámara.

Los depósitos de gran acumulación se aíslan “in situ” utilizando planchas de espuma elastomérica u otro material aislante. En los recipientes con una superficie de pérdida menor de 2 m, el espesor mínimo de aislamiento a adoptar es de 30 mm. Cuando esa superficie supera los 2 m, el espesor mínimo pasa a ser de 50 mm.

10.3. Sistemas de recirculación de ACS

Cuando en una instalación, normalmente colectiva, la instalación de ACS es muy extensa, es conveniente instalar una red de recirculación de agua caliente sanitaria.

El sistema de recirculación de ACS es una red de tuberías que transportan el agua de vuelta desde los puntos más alejados de la red de suministro hasta el acumulador. Su objeto es mantener un nivel aceptable de temperatura del agua caliente en toda la red de suministro, aun cuando los elementos terminales no demanden consumo durante largos periodos de tiempo.

Esta red de recirculación hace que el agua caliente se mantenga con una temperatura estable en todos los puntos de servicio cuando la instalación es tan amplia que puede dejar desabastecidos puntos de consumo de agua caliente sanitaria a la temperatura habitual.

La bomba de recirculación se instala en el circuito de agua caliente y es la encargada de mantener la circulación de retorno del agua cuando no hay consumo de esta. Al emplear esta bomba se logra que los puntos de toma tengan una mejor repartición y que, al ir regenerando el agua caliente, haya un ahorro de energía.



Importante

La red de recirculación de agua caliente debe recubrirse con aislamiento térmico por ley, al igual que la red de distribución de agua caliente.

Hay que tener muy claro que tanto la tubería de salida como la de recirculación y todas las que lleven agua caliente deben estar debidamente aisladas para perder el mínimo calor posible, mientras dicha agua se transporta, y así ganar en eficiencia y rendimiento energético.



Ejemplo

Una de las decisiones que hay que tomar durante el desarrollo de una instalación, es qué tipo de calentador se debe escoger para la producción de agua caliente o incluso para una instalación de calefacción.

Suponiendo que hay un piso unifamiliar con un baño, una cocina y la pila del lavadero. Lo primero que hay que decidir es qué tipo de combustible se emplea.

En este caso se podría emplear un calentador instantáneo de gas o un termo eléctrico.

El calentador instantáneo de gas es propicio para este tipo de piso. Su coste es pequeño y el servicio del gas se puede hacer bien mediante la instalación de gas natural o mediante bombonas. Si se utiliza este tipo de calentador, habría que instalarlo en un lugar con ventilación, teniendo en cuenta las normas para ello. Un sitio óptimo de instalación suele ser el lavadero.

Si, por el contrario, se decide instalar el termo eléctrico, el lugar de instalación no tiene por qué tener ventilación, por lo que se puede instalar en otros lugares de la casa. Su coste tampoco es elevado y puede resultar cómodo, sobre todo en personas mayores, el que en la casa sea todo eléctrico.

El termo eléctrico instantáneo también podría ser una opción, pero su precio es alto y el gasto energético también, pudiendo resultar demasiado alto.

En cualquiera de los dos casos hay que tener en cuenta las personas que allí vivan para poder dimensionar el calentador o termo (no se debe instalar un calentador ni demasiado pequeño, que no pueda satisfacer las necesidades del usuario, ni otro demasiado grande con el sobrecoste que ello ocasionaría).

11. Fundamentos de electrotecnia

La electrotecnia es una disciplina que estudia las aplicaciones técnicas de la electricidad, es decir, las formas de aprovechar la energía eléctrica, mediante su transformación en otros tipos de energía de utilización inmediata.

Las partes fundamentales de la electrotecnia son las que estudian, respectivamente, los circuitos eléctricos, las máquinas eléctricas y la energía eléctrica en sus aspectos de producción, transporte y distribución.

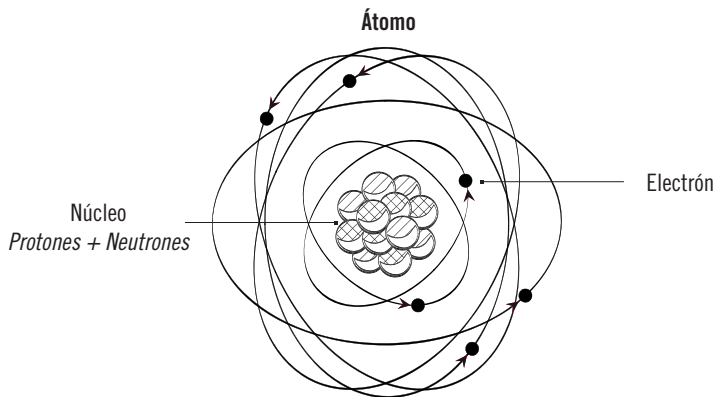
A continuación, se describen una serie de conceptos elementales necesarios para el conocimiento del transporte de cargas eléctricas en conductores y sus aplicaciones en la electrotecnia de uso industrial.

11.1. Conceptos básicos, esquemas, simbología

Concepto de carga eléctrica y otros conceptos relacionados

Para ver qué es una carga eléctrica hay que conocer la estructura del átomo.

La materia está formada por moléculas, que son conjuntos de átomos unidos. Estos, a su vez, están formados por un núcleo, donde se sitúan los **protones**, con carga positiva, y los **neutrones** con carga neutra. Alrededor de este núcleo están los **electrones**, que son unos corpúsculos con carga negativa.



Un átomo en estado neutro ha de tener el mismo número de protones que de neutrones.



Nota

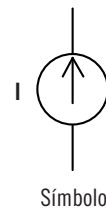
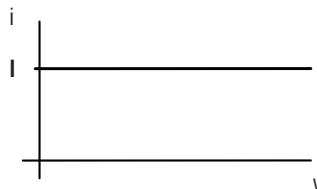
Si el átomo pierde el equilibrio se le llamará positivo si ha perdido electrones, o negativo si tiene exceso de estos.

La unidad de medida de la carga eléctrica es el culombio (C).

$$1 \text{ C} = 6,28 \times 10^{18} \text{ electrones}$$

Si en un espacio físico o en un cuerpo hay acumulación de cargas positivas en un sitio y negativas en otro, se produce un movimiento de electrones de la zona negativa a la positiva; al movimiento de electrones se le llama **corriente eléctrica**.

La corriente eléctrica se representa por una flecha y la letra “I” sobre el elemento por el que pasa la corriente (hay que tener en cuenta que la corriente es contraria al movimiento de los electrones).



La corriente se mide por la cantidad de carga que pasa en la unidad de tiempo y su unidad es el **Amperio**.

$$I = Q / t$$
$$1A = 1 C / 1 s$$

La **corriente continua (CC o DC)** es la corriente eléctrica que fluye de forma constante en una dirección.



Ejemplo

La corriente que fluye en una linterna o en cualquier otro aparato con baterías es corriente continua.

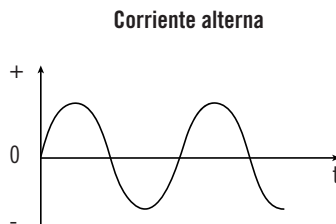
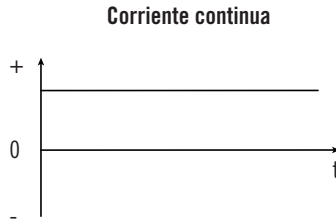
La **corriente alterna (CA o AC)** es un tipo de corriente eléctrica en la que la dirección del flujo de electrones va y viene a intervalos regulares o en ciclos.



Ejemplo

La corriente que fluye por las líneas eléctricas y la electricidad disponible, normalmente en las casas, procedente de los enchufes de la pared es corriente alterna.

A continuación, aparece la representación gráfica de la intensidad de la corriente en función del tiempo.

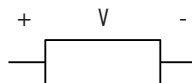


Sabía que...

La corriente estándar utilizada en Europa y en la mayor parte del mundo es de cincuenta ciclos por segundo (es decir, una frecuencia de 50 Hz).

El voltaje o potencial eléctrico entre dos puntos es la energía que se necesita para transportar cada culombio de carga entre esos dos puntos.

El voltaje en CC en un circuito se indica con los signos + y - en los puntos donde existe la diferencia de voltaje y con la letra V. También existe voltaje en CA.



La **resistividad eléctrica** es la propiedad de cada material de oponerse al paso de la corriente eléctrica, es decir, al movimiento de las cargas eléctricas.

Dependiendo de la resistividad eléctrica que posean, se pueden encontrar materiales de alta resistividad a los que se llaman **aislantes eléctricos**, como el poliestireno; si tienen una resistividad media, se llamarán **semiconductores** eléctricos, como el silicio; y si su resistividad eléctrica es baja, se llamarán **conductores** eléctricos, como el cobre o el aluminio.



Nota

La resistividad eléctrica se representa con la letra ρ y se mide en ohmios por metro ($\Omega \cdot m$) en el Sistema Internacional.

La **conductividad eléctrica** es la propiedad que tiene un material de conducir la corriente eléctrica, por lo que su valor es el inverso de la resistividad eléctrica. Se representa por la letra σ .

$$\sigma = 1/\rho$$

La **resistencia eléctrica** es la oposición al paso de la corriente por una parte de cualquier material. La resistencia depende de las dimensiones del material.

Si un conductor de un metro de largo y un milímetro cuadrado de sección tiene una resistencia eléctrica igual a la resistividad de dicha sustancia, un conductor de ese mismo material, pero de longitud l y sección s , tendrá una resistencia l veces mayor y s veces menor.

Luego, la resistencia se puede calcular con la expresión:

$$R = \rho \times l / s$$

Donde:

R = La resistencia eléctrica, en Ω .

ρ = La resistividad eléctrica, en $\Omega \cdot m$.

l = La longitud, en m.

s = La sección, en m^2 .

Ley de Ohm

En un conductor, el movimiento de cargas eléctricas es consecuencia de la existencia de una tensión eléctrica entre sus extremos. Por ello, la intensidad de corriente que circula por el conductor y la tensión o diferencia de potencial deben estar relacionadas. Otros fenómenos de la física presentan una cierta semejanza con la conducción eléctrica; así, el flujo de calor entre dos puntos depende de la diferencia de temperatura entre ellos y la velocidad de caída de un cuerpo por un plano inclinado es función de la diferencia de alturas.

Ese tipo de analogías, y en particular la relativa a la conducción del calor, sirvió de punto de partida al físico alemán Georg Simon Ohm (1789-1854) para investigar la conducción eléctrica en los metales. En 1826 llegó a establecer que en los conductores metálicos, el cociente entre la diferencia de potencial entre sus extremos y la intensidad de corriente que lo atraviesa es una cantidad constante, o en otros términos, que ambas magnitudes son directamente proporcionales. Esta relación de proporcionalidad directa entre tensión e intensidad recibe el nombre de **ley de Ohm**.

Cuando un conductor transporta una corriente, existe un campo eléctrico en su interior que ejerce una fuerza sobre las cargas libres. Como el campo eléctrico tiene la dirección de la fuerza que actúa sobre una carga positiva, y la dirección de la corriente es la de un flujo de cargas positivas, la dirección

de la corriente coincide con la del campo eléctrico. Como el campo eléctrico está siempre dirigido de las regiones de mayor potencial hacia las de menor potencial, en potencial en un punto A inicial es mayor que en el punto B final. Este resultado experimental se conoce como la ley de Ohm. La constante de proporcionalidad se escribe en la forma $1/R$, siendo R la resistencia.

$$I = (1/R) \cdot V \leftrightarrow R = V / I$$

Esta ecuación es una definición general de la resistencia entre dos puntos en función de la caída de potencial. La unidad de resistencia en el SI es el Ohmio (Ω), que es igual al voltio por amperio (V/A).

La resistencia de un material depende de su longitud, del área de su sección transversal, del tipo de material y de la temperatura, pero para los materiales que obedecen la ley de Ohm (materiales óhmicos) la caída de potencial a través de una porción de conductor es proporcional a la corriente.

La ecuación con la condición de R constante (ya que V e I son proporcionales) constituye el enunciado de la **Ley de Ohm**.

$$V = I \cdot R$$

Circuito eléctrico

Un circuito eléctrico se compone de elementos activos y elementos pasivos.

Los **elementos activos** son dispositivos capaces de generar una tensión o una corriente (en forma más general un campo eléctrico) y suministrar poten-

cia a una carga dada (entregan energía). En los elementos activos, la tensión y la corriente tienen igual signo.

Los **elementos pasivos** son aquellos que al circular corriente producen una diferencia de potencial entre sus bornes y disipan potencia en forma de calor (consumen energía). En los elementos pasivos, la tensión y la corriente tienen distinto signo, como por ejemplo una fuente cargándose.

Trayecto o ruta de una corriente eléctrica

El término se utiliza principalmente para definir un trayecto continuo compuesto por conductores y elementos pasivos y activos, que incluye una fuente de fuerza electromotriz (FEM) que transporta la corriente o energía eléctrica por el circuito. Un circuito de este tipo se denomina circuito **cerrado**, y aquellos en los que el trayecto no es continuo se denominan circuitos **abiertos**.



Definición

Cortocircuito

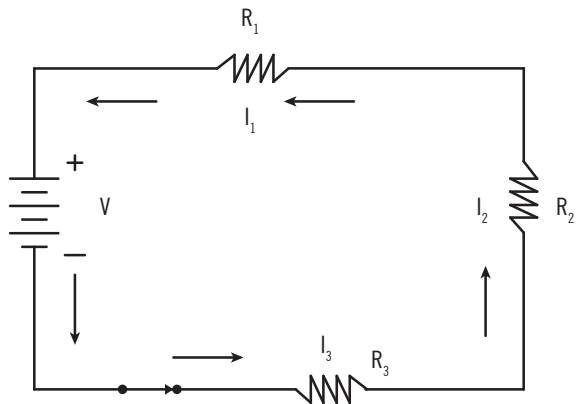
Es un circuito en el que se efectúa una conexión directa, sin resistencia, inductancia ni capacitancia apreciables, entre los terminales de la fuente de fuerza electromotriz (FEM).

Un circuito eléctrico consta esencialmente de generador y receptor. Funcionalmente, consta de: fuente, elementos de maniobra y protección, conductores y receptor.

Se pueden distinguir varios tipos de circuitos en función de la configuración de su conexión: circuitos en serie, circuitos en paralelo y circuitos mixtos.

Circuitos en serie

Se define un circuito en serie como aquel circuito en el que la corriente eléctrica solo tiene un único camino para llegar al punto de partida, sin importar los elementos intermedios. La corriente eléctrica es la misma en todos los puntos del circuito.



$$I = I_1 = I_2 = I_3 = \dots = I_n$$

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n$$

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

Donde:

I = Intensidad de corriente de la fuente.

V = Voltaje de la fuente.

R = Resistencia total.

R_n = Valor de la resistencia n .

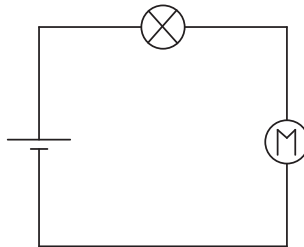
I_n = Intensidad de corriente de la resistencia R_n .

V_n = Voltaje de la resistencia R_n .



Aplicación práctica

Juan tiene el siguiente circuito, en el que el motor tiene una resistencia de 10Ω , y la bombilla tiene otra resistencia de 5Ω ; el motor necesita un voltaje de 24 V para funcionar. ¿Cuántos voltios debe tener la fuente de alimentación, que coloque Juan, para que pueda mantener el motor y la bombilla encendida a la vez?



SOLUCIÓN

Teniendo en cuenta:

$$I_1 (\text{motor}) = I_2 (\text{bombilla})$$

$$V = V_1 + V_2$$

Se sabe R_1 (motor), R_2 (bombilla) y V_1 (motor).

$$\text{Luego } I_1 (\text{motor}) = V_1 / R_1 (\text{Ley de ohm}) = 2,4 \text{ A}$$

$$\text{Si } I_1 (\text{motor}) = I_2 (\text{bombilla}) = 2,4 \text{ A}$$

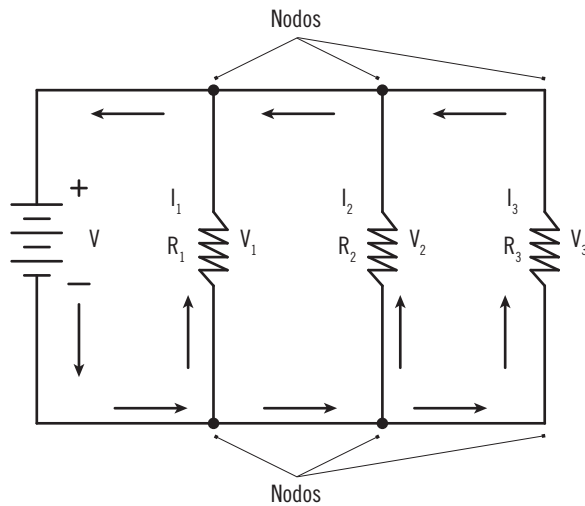
Luego:

$$V_2 (\text{bombilla}) = I_2 \cdot R_2 (\text{Ley de ohm}) = 12 \text{ V}$$

$$\text{Entonces, } V (\text{Voltaje de la fuente}) = 12 \text{ V} + 24 \text{ V} = 36 \text{ V}$$

Circuitos en paralelo

Se define un circuito en paralelo como aquel circuito en el que la corriente eléctrica se bifurca en cada nodo. Su característica más importante es el hecho de que el potencial en cada elemento del circuito tiene la misma diferencia de potencial.



Donde, en general:

$$V = V_1 = V_2 = V_3 = \dots = V_n$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$$

$$R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}}$$

Donde:

I = Intensidad de corriente de la fuente.

V = Voltaje de la fuente.

R = Resistencia total.

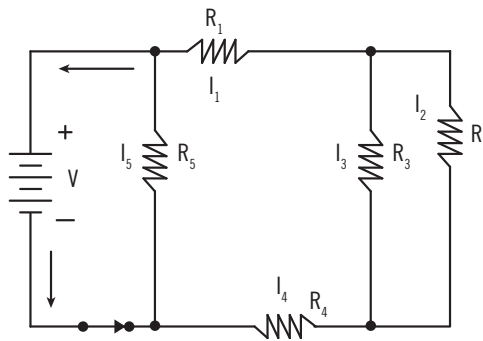
R_n = Valor de la resistencia n .

I_n = Intensidad de corriente de la resistencia R_n .

V_n = Voltaje de la resistencia R_n .

Circuitos mixtos

Son una combinación de elementos tanto en serie como en paralelo. Para la solución de estos problemas se trata de resolver primero todos los elementos que se encuentran en serie, por una parte, y en paralelo, por otra, haciéndolo por partes y poco a poco para finalmente reducirlo a un circuito puro, bien sea en serie o en paralelo.

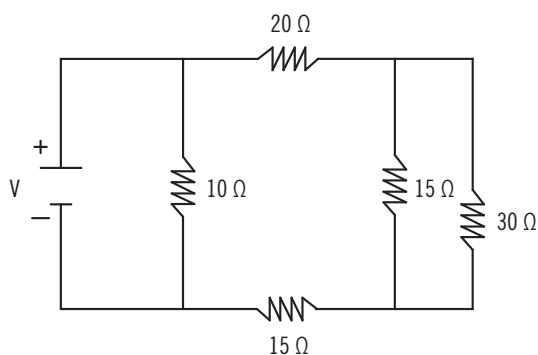




Ejemplo

Se van a mostrar los pasos necesarios para simplificar un circuito mixto como el de la figura anterior.

Si dicho circuito tiene los valores de resistencia que se especifican a continuación, habría que dar los siguientes pasos para llegar al circuito simplificado correspondiente que se especifica al final.



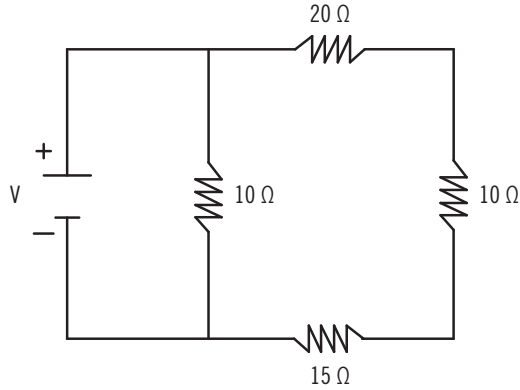
En primer lugar, se va a calcular la resistencia equivalente a las resistencias de 15 y 30 Ω, que están en paralelo.

$$R = \frac{1}{\frac{1}{15} + \frac{1}{30}} = \frac{1}{\frac{2+1}{30}} = \frac{30}{3} = 10 \Omega$$

Continúa en página siguiente >>

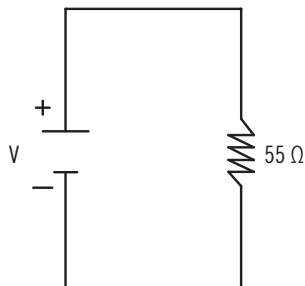
<< Viene de página anterior

El circuito quedaría así:



Como se puede comprobar en la figura anterior, el circuito ha quedado simplificado de forma que tiene cuatro resistencias conectadas en serie entre ellas. Por tanto, mediante un simple cálculo, se puede llegar al circuito simplificado final.

$$R = 10 \Omega + 15 \Omega + 10 \Omega + 20 \Omega = 55 \Omega$$



Esquemas y simbología

A lo largo de este epígrafe se han visto algunos esquemas básicos de circuitos eléctricos, pero a lo largo del epígrafe “12 interpretación de esquemas eléctricos e hidráulicos” se analizarán en profundidad los elementos que se pueden encontrar en un esquema determinado para entender su significado y poder interpretarlos correctamente.

11.2. Circuitos de mando y protección

Circuito de mando

Son aquellos que se utilizan para controlar la puesta en marcha o paro de los equipos, y forman parte de la cadena de automatismos de un aparato o un equipo. Los circuitos de mando y protección se basan en la electrotécnica.

Los más utilizados son: pulsadores, interruptores, conectores o relés y seccionadores.

Un circuito de mando constará de uno o varios circuitos, cuya finalidad es la de alimentar eléctricamente a unos actuadores encargados de realizar un trabajo. Este trabajo será típicamente mecánico aunque también podría ser calorífico, o generar un aviso luminoso, sonoro, etc. El resultado del actuador también podría ser la conexión de sistemas de potencia o generadores eléctricos.

Conveniencia de los circuitos de mando

Cuando se pretende alimentar un actuador o sistema eléctrico permitiendo cierto grado de maniobra -no limitada únicamente a la apertura o cierre-, es conveniente separar el esquema eléctrico en dos: uno principal o de potencia y otro secundario o de mando (y señalización).

El circuito principal será el encargado de transmitir la potencia al elemento accionado. Constará de tres o cuatro hilos o conductores en el caso de alimentación alterna trifásica o de dos hilos en caso de alimentación monofásica o de corriente continua y a los niveles adecuados de tensión

(220 V o superior). Estos conductores deberán soportar el paso de la corriente para el que las máquinas estén diseñadas.

El circuito de mando será el encargado de realizar las funciones de temporización, autorretención, enclavamiento, etc., que permitan un mayor control del proceso o dispositivo. Consta de dos hilos porque se trabaja generalmente con alimentación alterna monofásica de 220 V o menor. Los elementos que forman parte del circuito de mando no maniobran con elevadas potencias y, por tanto, no se les exigen las mismas condiciones que a los elementos del circuito de potencia (son más baratos).

De este modo, al separar el circuito en dos, se consigue:

- Una simplificación en los esquemas, pues se trabaja con dos esquemas diferentes más sencillos.
- Un ahorro en cableado, pues el mando se encarga a un circuito monofásico en vez de trifásico (el usual en la industria).
- Un ahorro económico en los elementos, pues a los elementos del circuito de mando no se les exigen las mismas características que a los de potencia.

Si el elemento a alimentar es de escasa potencia y la maniobra que se pretende realizar es simple, no suele haber esta separación.

Circuitos de protección

Además de las acciones de maniobra que pueden englobarse en lo que se denominaría la operación normal de la instalación, existen otras acciones que son necesarias para proteger los elementos de la instalación o para proteger a las personas. De estas acciones se encargan los elementos de protección.

Dentro del primer grupo, los destinados a la protección de los elementos, se encuentran todos los dispositivos encargados de detectar condiciones anormales de funcionamiento y de realizar las acciones oportunas para evitar las consecuencias dañinas de ese mal funcionamiento. Estas acciones generalmente provocan la interrupción de la alimentación del elemento en situación anormal. Esta acción de interrupción a veces es instantánea tras la detección

de la situación y otras veces permite cierto retardo en función de la gravedad de la situación.

Los principales elementos dentro de este grupo son los relés térmicos o magnetotérmicos y los fusibles, que se encargan de detectar (los relés) y despejar (los fusibles) las sobrecargas y cortocircuitos.

En este sentido conviene introducir el concepto de condiciones nominales. Son aquellas por encima de las cuales no está garantizado que el equipo funcione perfectamente durante el periodo de vida del mismo:

- Si se trabaja por encima de la tensión nominal, es posible que los aislamientos no soporten esa tensión y se produzcan descargas y contorneamientos. También puede dar lugar a corrientes mayores de las esperadas.
- Si se trabaja por encima de la intensidad nominal, las pérdidas por efecto Joule son demasiado elevadas y es posible que el sistema de refrigeración del equipo no permita disipar ese calor, con lo que la temperatura sube excesivamente y puede dañar el aislamiento. Por otro lado, un par por encima del nominal en una máquina rotativa puede producir una fatiga excesiva del material o directamente ocasionar la rotura del eje.

Dentro del segundo grupo de dispositivos de protección, los que se refieren a la protección de las personas, el principal es el relé diferencial, que detecta fugas de corriente.

Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión

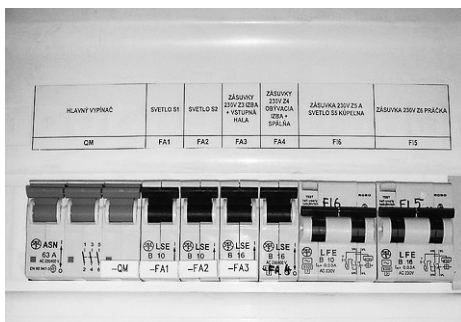
Los circuitos de mando y protección han de ir instalados según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT). A continuación se detallan algunos contenidos de dicho reglamento.

Situación

Los dispositivos generales de mando y protección se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual en el local o vivienda del usuario. En viviendas y en locales comerciales e industriales en los que proceda, se colocará una caja para el interruptor de control de

Instalación y puesta en marcha de aparatos de calefacción y climatización de uso doméstico

potencia, inmediatamente antes de los demás dispositivos, en compartimento independiente y precintable. Dicha caja se podrá colocar en el mismo cuadro donde se coloquen los dispositivos generales de mando y protección.



Dispositivo general de mando y protección

En viviendas deberá preverse la situación de los dispositivos generales de mando y protección junto a la puerta de entrada y no podrá colocarse en dormitorios, baños, aseos, etc.

En los locales destinados a actividades industriales o comerciales, deberán situarse lo más próximos posible a una puerta de entrada de estos.

Los dispositivos individuales de mando y protección de cada uno de los circuitos, que son el origen de la instalación interior, podrán instalarse en cuadros separados y en otros lugares.

En locales de uso común o de pública concurrencia, deberán tomarse las precauciones necesarias para que los dispositivos de mando y protección no sean accesibles al público en general.

La altura a la cual se situarán los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos, medida desde el nivel del suelo, estará comprendida entre 1,4 y 2 m, para viviendas. En locales comerciales, la altura mínima será de 1 m desde el nivel del suelo.

Composición y características de los cuadros

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección, cuya posición de servicio será vertical, se ubicarán en el interior de uno o varios cuadros de distribución de donde partirán los circuitos interiores.

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.439-3, con un grado de protección mínimo IP30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE- EN 50.102. La envolvente para el interruptor de control de potencia será precintable y sus dimensiones estarán de acuerdo con el tipo de suministro y tarifa a aplicar. Sus características y tipo corresponderán a un modelo oficialmente aprobado. Los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán, como mínimo:

- Un interruptor general automático de corte omnipolar, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos. Este interruptor será independiente del interruptor de control de potencia.
- Un interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos; salvo que la protección contra contactos indirectos se efectúe mediante otros dispositivos de acuerdo con la **ITC-BT-24**.
- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores de la vivienda o local.
- Dispositivo de protección contra sobretensiones, según ITC-BT-23, si fuese necesario.



Definición

ITC-BT-24

Son las siglas de Instrucción Técnica Complementaria-Baja Tensión.

Si por el tipo o carácter de la instalación se instalase un interruptor diferencial por cada circuito o grupo de circuitos, se podría prescindir del interruptor diferencial general, siempre que queden protegidos todos los circuitos.

En el caso de que se instale más de un interruptor diferencial en serie, existirá una **selectividad** entre ellos.



Definición

La selectividad eléctrica

La selectividad eléctrica es la coordinación de los dispositivos de corte para que un defecto proveniente de un punto cualquiera de la red sea eliminado por la protección ubicada inmediatamente aguas arriba del defecto y solo por ella. Esto hace que, ante un defecto, no se quede sin suministro eléctrico toda la instalación completa.

Según la tarifa a aplicar, el cuadro deberá prever la instalación de los mecanismos de control necesarios por exigencia de la aplicación de esa tarifa.

Características principales de los dispositivos de protección

El interruptor general automático de corte omipolar tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 4.500 A como mínimo.

Los demás interruptores automáticos y diferenciales deberán resistir las corrientes de cortocircuito que puedan presentarse en el punto de su instalación. La sensibilidad de los interruptores diferenciales responderá a lo señalado en la ITC- BT- 24.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de los circuitos interiores serán de corte omnipolar y tendrán los polos protegidos que correspondan al número de fases del circuito que protegen. Sus características de interrupción estarán de acuerdo con las corrientes admisibles de los conductores del circuito que protegen.

12. Interpretación de esquemas eléctricos e hidráulicos











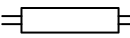




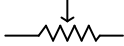
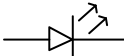
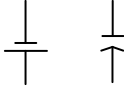
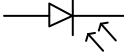
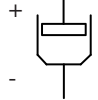

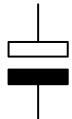


Los esquemas son la forma de representar gráficamente la composición de un objeto, como puede ser cualquier aparato electrónico (TV, radio, computadora, etc.) o instalación (eléctrica, de fontanería, de gas, etc.).

El esquema está compuesto por un grupo de símbolos que en conjunto están indicando los elementos que componen el aparato o instalación que representan, para que funcione correctamente. Algunos símbolos van acompañados de una nomenclatura que indica las características del elemento representado como puede ser, por ejemplo, una resistencia donde una forma de representarla es con un rectángulo al que se le puede añadir el valor óhmico y su potencia en vatios, etc.

Dentro de lo que compete a este manual, hay que controlar la realización e interpretación de los esquemas para poder realizar las instalaciones correctamente y que los aparatos de calefacción y climatización funcionen a la perfección. Una instalación de calefacción y climatización se compone de una parte eléctrica, que hace que funcionen, se pongan en marcha y se paren los aparatos, y otra parte hidráulica, que es la que lleva el líquido que se calienta o enfría hasta los emisores o climatizadores.







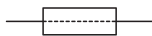





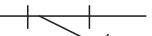




A continuación, se describen los símbolos eléctricos más utilizados, con los que se pueden componer y descifrar los esquemas eléctricos, ya que dichos esquemas están constituidos por estos símbolos.

Instalación y puesta en marcha de aparatos de calefacción y climatización de uso doméstico

	Lámpara incandescente		Cruce sin conexión
	Llave de un punto o interruptor		Cruce con conexión
F+  N- 	Línea conductora		Llave de combinación
	Toma corriente común		Pulsador
	Toma corriente con descarga a tierra		Tubo fluorescente
	Resistencia fija		Variable
	Resistencia variable		Diodo rectificador
	Potenciómetro		Diodo led
	Capacitador o condensador		Foto diodo
	Electrolítico		Diodo zener
	Electrolítico		Transistor NPN
			Transistor PNP


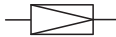








Con estos símbolos se puede construir una serie de esquemas para poder realizar circuitos eléctricos.

En cuanto a los esquemas hidráulicos, su simbología más usual es la que se presenta en la siguiente tabla.

SÍMBOLOS		SIGNIFICADO
	Tubería de agua fría	<p>Las tuberías de agua fría se representan de trazo continuo, aunque las mismas queden empotradas o vayan vistas, sin hacer distinción en los esquemas ni del material de que están hechas, ni de su colocación (datos que se fijarán en las memorias descriptivas de la instalación). No obstante, se destacan en esta simbología algunas situaciones que sí se deben tener en cuenta, como son los pasos a través de muros que exijan protección, los anclajes de las tuberías, la dirección de los tubos en planta, si son ascendentes o descendentes, y la dirección de la corriente del fluido en el tubo.</p> <p>Asimismo, en determinados esquemas, por su importancia, se deben destacar las reducciones de sección y la colocación de filtros, siempre que estos vayan independientes en la tubería. Mientras que si forman parte de algún elemento con filtro incorporado, estos no se representan.</p>
	Tubería de agua caliente	
	Retorno de agua caliente	
	Dirección de la corriente en el tubo	
	Dirección de la pendiente en el tubo	
	Tubería de desagüe	
	Manguito de paso	
	Tubería calorifugada	
	Tubo ascendente	
	Tubo descendente	
	Anclaje de tubo	
	Reducción de tubería	
	Filtro	
		<p>Llave de paso</p> <p>Elemento de corte del fluido en la instalación. Debe colocarse para zonificar o aislar los servicios (derivaciones, ramales de aparatos, columnas, etc.); puede ser roscada o soldada. Los tipos más frecuentes son: de asiento o de compuerta.</p>
		<p>Válvula de retención</p> <p>También denominada antirretorno, ya que su misión es impedir los retrocesos del fluido, permitiendo su paso en una sola dirección. Se colocará en todos los puntos en que la inversión de la circulación pueda traer algún problema (contaminación, vaciado etc.). Puede ser roscada o soldada, y lleva generalmente una flecha que indica la dirección y el sentido del líquido (cuando permanece esta abierta); la misma presión del agua la abre, siendo, por lo general, de clapeta o de bola.</p>















Continúa en página siguiente >>

<< Viene de página anterior

SÍMBOLOS		SIGNIFICADO
		<p>Llave de paso con grifo de vaciado</p> <p>Es una llave de paso normal, que además lleva incorporada una salida para vaciar el tramo de tubería que abarca, por ejemplo, para efectuar reparaciones. Se coloca en columnas, y en todos los puntos bajos de los distribuidores.</p>
		<p>Válvula reductora de presión</p> <p>Sirve, como su nombre indica, para reducir la presión a partir del punto donde se instala, con objeto de permitir funcionar algunos elementos que no lo harían a la presión inicial (por ejemplo, aparatos instalados en las plantas bajas de determinadas instalaciones). Su instalación se hace después del contador general y la llave de paso. Por lo general, son regulables normalmente, o automáticas, para adaptar la presión a los valores adecuados a cada caso particular.</p>
		<p>Válvula de flotador</p> <p>Es una válvula con dispositivo de cierre, a base de un flotador, el cual, al llegar a cierta altura (regulable) cierra la salida del agua. Su utilización es adecuada en depósitos, para evitar los derrames, ya que se cierra al llegar al nivel máximo.</p>
		<p>Válvula de seguridad</p> <p>Es un tipo de válvula que, como su nombre indica, sirve para proteger determinados circuitos, depósitos o elementos, de tal forma que al alcanzar un límite de presión, temperatura, etc., se abre y descarga el fluido líquido o gaseoso. Su utilización es adecuada en depósitos de presión, circuitos de agua caliente o vapor, y en todos aquellos puntos en que puedan producirse riesgos de sobrepresión.</p>
		<p>Válvula de tres vías</p> <p>Son válvulas de distribución, y su utilización permite el paso del fluido linealmente o en ángulo recto; con esto se logra bloquear determinados circuitos, consiguiendo la canalización del fluido hacia el punto que interese, en orden a una prioridad de temperaturas, presiones, utilización, etc. Su mando puede ser manual o automático. En este último caso se denominan motorizadas.</p>
		<p>Válvula de tres vías motorizada</p>

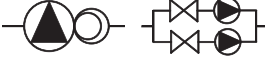


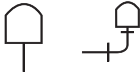

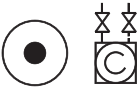


Continúa en página siguiente >>

<< Viene de página anterior

SÍMBOLOS		SIGNIFICADO
		Grifo Es una válvula de salida por la cual llega el agua a cada aparato sanitario, su accionamiento es manual y, por lo general, su cierre es de tipo de asiento.
		Flujómetro Es una válvula de descarga para inodoros. Sustituye al sistema tradicional de cisterna. Su utilización requiere, generalmente, red independiente, ya que es un elemento de gran consumo y precisa una presión residual superior a la de cualquier grifo.
		Válvula motorizada de dos vías Es una válvula normal, pero de accionamiento mediante un motor eléctrico.
		Válvula de compuerta Es un tipo de válvula, cuyo cierre se verifica por una compuerta, en sentido transversal a la vena líquida.
		Llave de paso con desagüe Es una válvula de paso, que además lleva un dispositivo de vaciado, debiendo colocarse en una arqueta provista de desagüe. Sirve para vaciar parcialmente las tuberías y proceder a sus reparaciones.
		Contador general Aparato para controlar el consumo total de una instalación. Su disposición se hace en un armario o cámara en la acometida, debiendo llevar siempre una llave de paso antes y después del mismo. Los hay para roscar o para embridar.
		Contador divisionario Sirve para controlar el consumo particular de cada abonado. Su disposición puede ser individual en cada vivienda, o bien centralizada, formando baterías.
		Llave de paso general Es la llave general que corta toda la instalación. Se dispone en la acometida y puede ser roscada o soldada.
		Bomba Elemento impulsor del agua, cuya utilización normal es para elevar la presión del agua o impulsarla hasta lograr una cota de altura. Por lo general, se utilizan moto-bombas (motor y bomba incorporados en un mismo eje). Su utilización es frecuente, lo mismo en los circuitos de agua fría que caliente.



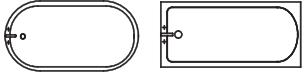
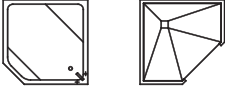
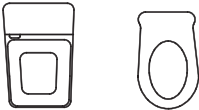





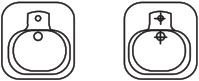
Continúa en página siguiente >>

<< Viene de página anterior

SÍMBOLOS	SIGNIFICADO
	<p>Grupo de presión Conjunto formado por una moto-bomba y un depósito, cuya utilización se verifica en las instalaciones que tienen presión insuficiente, lográndose con este mecanismo la presión adecuada para alcanzar los puntos de consumo peor situados.</p>
	<p>Depósito acumulador Depósito de agua que permite la acumulación para el servicio de una instalación. Su uso puede ser muy diverso, a veces se utiliza para toma de los grupos de presión, para acumular una capacidad que permita un caudal punta, para instalaciones de servicio intermitente, contraincendios, etc. Cuando su capacidad es muy grande, se desdobra en varios menores.</p>
	<p>Purgador Es un elemento para eliminar el aire de las canalizaciones, puede ser manual o automático. Por lo general se dispone en los puntos más altos de la instalación, donde el aire tiene más posibilidades de embolsamiento.</p>
	<p>Antiarriete Es un elemento para absorber los aumentos de presión en la red, básicamente los producidos por golpes de ariete. Los hay de muy diversos tipos: de colchón de aire, de resorte, de membrana, etc. Se colocan en los puntos altos de las columnas, en instalaciones donde la velocidad del agua o el caudal sean elevados.</p>
	<p>Dilatador Disposición de tuberías para absorber los cambios de longitud, debidos a las temperaturas. Son imprescindibles en las instalaciones de agua caliente. Se consiguen con el trazado de la tubería en forma de "U", o bien mediante elementos de compresión axial.</p>
	<p>Calentador Punto donde toma el agua el calor necesario para la instalación del agua caliente sanitaria. Estos pueden ser instantáneos cuando calienta solo el caudal que se consume, o acumuladores cuando mantienen caliente un volumen de reserva.</p>
	<p>Calentador acumulador</p>
	<p>Ventosa Válvula para expulsar el aire. Por lo general automática. Se coloca en los puntos altos de la red de abastecimiento.</p>




Continúa en página siguiente >>

<< Viene de página anterior

SÍMBOLOS	SIGNIFICADO
	<p>Hidromezclador Tipo de válvula para mezclar agua fría y caliente, hasta obtener una temperatura intermedia.</p>
	<p>Lavabo</p>
	<p>Bañera</p>
	<p>Plato de ducha</p>
	<p>Inodoro</p>
	<p>Bidé</p>
	<p>Media bañera</p>
	<p>Urinario colgante</p>
	<p>Urinario mural</p>
	<p>Placa turca</p>
	<p>Polibán</p>

Continúa en página siguiente >>

<< Viene de página anterior

SÍMBOLOS	SIGNIFICADO
	Fregadero
	Lavavajillas
	Lavadora automática



Aplicación práctica

Pedro está montando una instalación de agua en su vivienda donde tiene varias salidas de agua, una va al riego del jardín posterior y la otra al riego del jardín delantero. El sistema de riego está programado para que se riegue automáticamente una zona u otra de la vivienda. ¿Qué tipo de símbolo tendrá la válvula de unión de las tres tuberías que deberá montar Pedro?

SOLUCIÓN



Válvula de tres vías motorizada.

13. Circuitos y elementos de los aparatos de producción de calor

Cuando se procede a la instalación de un aparato productor de calor, hay que conocer con precisión y claridad la forma y técnica de montaje de dicho aparato. El fabricante adjunta con el aparato un plano de instalación y de composición de este, que se debe estudiar e interpretar claramente de forma previa.

Los aparatos de producción de calor más normales son las calderas, los calentadores y los quemadores, los cuales se verán con más detalle en capítulos siguientes.

Las calderas y los calentadores tienen distintos tipos de circuitos específicos.

El **circuito hidráulico** es el que establece el agua al pasar por ella. Hay que tener en cuenta que una caldera hay que conectarla a la instalación de agua caliente sanitaria y a la instalación de calefacción. El agua pasa por el aparato calentador o el quemador de una caldera y es sometido a un aumento de temperatura. Este agua caliente recorre una serie de tuberías que la llevan a los aparatos emisores de calor, los cuales lo reparten a las estancias que se hayan determinado.

Este circuito hidráulico es único en el interior de los calentadores o calderas, pero al salir de dichos aparatos, el circuito puede ser doble, como por ejemplo en las calderas mixtas, que producen ACS por un lado y calefacción por otro. Para direccionar el agua hacia un circuito u otro se instala un elemento llamado válvula de tres vías.

Dentro del circuito hidráulico de la caldera, la válvula de tres vías tiene dos posiciones de funcionamiento; estas son las siguientes:

- a. **Función calefacción.** Cuando se conecta la calefacción, a través de un sistema electrónico, se pasa una señal al motor que, a su vez, acciona la válvula para que abra la vía de calefacción. De esta forma, el agua circula por el circuito cerrado, se calienta en el intercambiador y pasa por los radiadores, realizando de esta forma la función de calefacción.

- b. **Función de ACS.** Cuando se abre un grifo para obtener ACS, la caldera recibe una señal del fluxostato (componente que percibe el paso de agua por la tubería), manda una orden a la válvula de tres vías, abriendo la vía del intercambiador agua-agua. De esta forma, el agua que calentaban los radiadores pasará al circuito de agua sanitaria. En el caso en que previamente no estuviese la calefacción en marcha, la caldera daría la orden de encender la bomba y el quemador, al mismo tiempo que acciona la válvula de tres vías.

Por otra parte, estos aparatos contienen un **sistema eléctrico y electrónico** para el funcionamiento de partes de su aparato como los circuitos de mando y control. Existen calentadores que emplean la electricidad para calentar el agua u otro líquido que emita calor o refrigere.

Otro de los circuitos que se pueden encontrar en los calentadores y calderas es **el circuito del combustible** que utilice la caldera o el calentador. El más común es el de gas, aunque también está muy extendido el de gasóleo. Dicho circuito va desde el depósito que almacena dicho combustible hasta el aparato en cuestión, que en una caldera sería el quemador.



Recuerde

Dentro del circuito hidráulico de la caldera, la válvula de tres vías tiene dos posiciones de funcionamiento; estas son: función calefacción y función de ACS.

14. Aprovechamiento energético

El aprovechamiento energético consiste en intentar aprovechar el recurso de energía de manera que no se pierda en el camino, ni se hagan gastos inútiles de dicha energía.

El consumo de energía en el hogar depende de muchos factores, como son la zona climática donde se ubica la vivienda, la calidad constructiva, el nivel de aislamiento, el grado de equipamiento, el uso que se le da a los equipos, etc.

La calefacción y el agua caliente sanitaria suponen un 67% del consumo energético de los hogares españoles. Existen medidas de bajo coste o sin coste alguno, que pueden reducir el gasto de energía entre el 10% y el 40%.

14.1. Temperatura de confort en invierno y regulación de la calefacción

La temperatura a la que se programa la calefacción condiciona el consumo de energía de los sistemas de calefacción. Por cada grado que se aumente la temperatura, se incrementa el consumo de energía aproximadamente en un 7%.



Nota

Aunque la sensación de confort sea subjetiva, se puede asegurar que una temperatura de entre 19 y 21 °C es suficiente para la mayoría de las personas. Además, por la noche, en los dormitorios basta tener una temperatura de 15 a 17 °C para sentirse confortable.

En el R. D. 486/1997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, se indica que la temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares estará comprendida entre 17 y 27 °C y donde se realicen trabajos ligeros, entre 14 y 25 °C. Y en la Guía Técnica del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) sobre trabajos con pantallas de visualización de datos (trabajos de oficina con una pantalla de ordenador), se recomienda una temperatura entre 20 y 24 °C en invierno y de 23 a 26 °C en verano.

Para los sistemas de caldera y radiadores de agua caliente, un procedimiento para mantener la temperatura deseada en cada una de las habitaciones consiste en la instalación de **válvulas termostáticas** sobre los propios radiadores. Estas válvulas tienen varios niveles de ajuste, en función de la temperatura

deseada, abriendo o cerrando el paso del agua caliente al radiador, según corresponda.

Para aquellos casos en los que la vivienda esté vacía durante un número elevado de horas es interesante poner un **termostato regulable**. Estos no necesitan ninguna obra y su precio en el mercado oscila entre los 150 y los 200 €, que pueden amortizarse rápidamente por los ahorros conseguidos.



Consejo

Un procedimiento sencillo, y al alcance de todos, consiste en bajar la temperatura del termostato en 4 o 5 °C cuando se vaya de casa por un periodo prolongado y volverlo a subir cuando vuelva.

15. Rendimientos

El rendimiento es la relación entre lo que se produce y lo que se consume para producirlo.

El rendimiento de combustión da un ratio inferior al 100%, puesto que la combustión no es perfecta (existen partes que no se queman).

Las normas españolas y europeas aconsejan el PCI (Poder Calorífico Inferior) como referencia de cálculo de rendimiento de una caldera. El poder calorífico inferior PCI indica la cantidad de calor que puede ser producida con una determinada cantidad de combustible. El rendimiento sobre PCI expresado en porcentaje permite evaluar el rendimiento de la caldera.

El rendimiento de una caldera expresa su capacidad para recuperar la energía de su combustible para devolverlo al circuito de calefacción.

El rendimiento de una caldera también debe tomar en consideración las pérdidas por las paredes de la misma.

Esto actualmente se expresa en porcentaje de la energía directa producida por el combustible (PCI = Poder Calorífico Inferior) sin tener en cuenta la energía del calor latente que se puede recuperar de los humos (PCS = Poder Calorífico Superior).



Nota

Las normas españolas y europeas señalan el PCI como referencia de cálculo del rendimiento.

En el mismo sentido, el rendimiento de producción debe tener en cuenta las pérdidas de la caldera por los humos. Eso explica que una caldera a condensación que recupera la energía contenida en los humos de la combustión (PCS) puede tener un rendimiento próximo a 110% del PCI.

El rendimiento de las calderas viene marcado por un número de estrellas, el cual está regulado en el Real Decreto 275/1995, que identifica las prestaciones energéticas de las calderas. De acuerdo a esta norma, llevan una estrella las instalaciones con un rendimiento a potencia nominal mayor o igual al 84% y dos, aquellas cuyo rendimiento es mayor o igual al 90%. No obstante, la normativa de las estrellas se derogó en Europa en el año 2005, por lo que es previsible la transposición de esta norma en el futuro y la modificación del RITE¹.

En la siguiente tabla aparecen los rendimientos mínimos de una caldera para la obtención de estrellas.

¹ Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

Instalación y puesta en marcha de aparatos de calefacción y climatización de uso doméstico

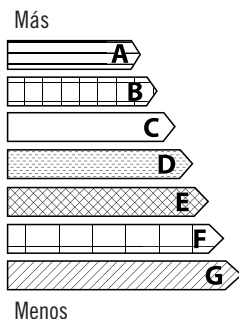
Caldera funcionando a Potencia y Tª del agua Indicadas		Potencia Nominal de Calderas (PN)					
		10 kW	30 kW	50 kW	100 kW	200 kW	400 kW
*	Carga total 100% PN y Tª media 70 °C	86,0%	87,0%	87,0%	88,0%	88,6%	89,2%
	Carga parcial 30% PN y Tª > 50 °C	83,0%	84,4%	85,1%	86,0%	86,9%	87,8%
**	Carga total 100% PN y Tª media 70 °C	89,0%	90,0%	90,4%	91,0%	91,6%	92,2%
	Carga parcial 30% PN y Tª > 50 °C	86,0%	87,4%	81,1%	89,0%	89,9%	90,8%
***	Carga total 100% PN y Tª media 70 °C	92,0%	93,0%	93,4%	94,0%	94,6%	95,2%
	Carga parcial 30% PN y Tª > 50 °C	89,0%	90,4%	91,1%	92,0%	92,9%	93,8%
****	Carga total 100% PN y Tª media 70 °C	95,0%	96,0%	96,4%	97,0%	97,6%	98,2%
	Carga parcial 30% PN y Tª > 50 °C	92,0%	93,4%	94,1%	95,0%	95,9%	96,8%

16. Eficiencia energética

El 31 de enero de 2007 se publicó el Real Decreto 47/2007, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción. En este Real Decreto se establece la obligación de poner a disposición de los usuarios de todos los edificios (viviendas y sector terciario) un Certificado de Eficiencia Energética del mismo. La entrada en vigor de este R. D. fue el 31 de abril de 2007 y su obligatoriedad a partir del 31 de octubre de 2007. Mediante esta etiqueta (que ya se viene usando en otros productos como los electrodomésticos) el usuario puede hacerse una idea del consumo energético de la vivienda que adquiere mediante una letra que irá desde la A (máxima eficiencia energética) hasta la G (la peor calificación posible). De esta manera, se añade un valor a las nuevas construcciones desde un punto de vista energético que, hasta dicha fecha, no se tenía en cuenta.

La etiqueta muestra de forma clara tanto la demanda de energía para calefacción y refrigeración como las emisiones de CO₂ asociadas a esas demandas, incluyendo la producción de agua caliente sanitaria.

Calificación Energética de Edificios
proyecto / edificio terminado



Edificio: _____

Localidad / Zona climática: _____

Uso del edificio: _____

Consumo Energía Anual: _____ kWh / año

_____ kWh / m²

Emisiones de CO₂ Anual: _____ KgCO₂ / año

_____ KgCO₂ / m²

El consumo de Energía y sus Emisiones de Dióxido de Carbono son las obtenidas por el Programa_____, para unas condiciones normales de funcionamiento y ocupación.

El Consumo real de Energía del Edificio y sus Emisiones de Dióxido de Carbono dependerán de las condiciones climáticas, entre otros factores.

Ejemplo de etiqueta de Certificado de Eficiencia Energética de un edificio

En la fase de ingeniería se calificará el edificio con las condiciones de diseño. Esa etiqueta se podrá mantener siempre que la ejecución de la obra se ajuste a dichas condiciones. De no ser así, la Certificación tendría que ser modificada dando lugar a la etiqueta definitiva del edificio. Para obtener una buena calificación, el edificio debe conseguir tener:

- **Una baja demanda de energía:** buen diseño arquitectónico conseguido mediante técnicas bioclimáticas, aislamiento, etc.
- **Un bajo consumo de energía:** buen diseño de instalaciones con utilización de las energías renovables, calderas de alta eficiencia, etc.

Las instalaciones térmicas deben diseñarse y calcularse, ejecutarse, mantenerse y utilizarse de tal forma que se reduzca el consumo de energía convencional de las instalaciones térmicas y, como consecuencia, las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes atmosféricos, mediante la utilización de sistemas eficientes energéticamente, de sistemas que permitan la recuperación de energía y la utilización de las energías renovables y de las energías residuales, cumpliendo los requisitos siguientes:

1. **Rendimiento energético.** Los equipos de generación de calor y frío, así como los destinados al movimiento y transporte de fluidos, se seleccionarán en orden a conseguir que sus prestaciones, en cualquier condición de funcionamiento, estén lo más cercanas posible a su régimen de rendimiento máximo.
2. **Distribución de calor y frío.** Los equipos y las conducciones de las instalaciones térmicas deben quedar aislados térmicamente, para conseguir que los fluidos portadores lleguen a las unidades terminales con temperaturas próximas a las de salida de los equipos de generación.
3. **Regulación y control.** Las instalaciones estarán dotadas de los sistemas de regulación y control necesarios para que se puedan mantener las condiciones de diseño previstas en los locales climatizados, ajustando, al mismo tiempo, los consumos de energía a las variaciones de la demanda térmica, así como interrumpir el servicio.
4. **Contabilización de consumos.** Las instalaciones térmicas deben estar equipadas con sistemas de contabilización para que el usuario conozca su consumo de energía, y para permitir el reparto de los gastos de explotación en función del consumo entre distintos usuarios, cuando la instalación satisfaga la demanda de múltiples consumidores.
5. **Recuperación de energía.** Las instalaciones térmicas incorporarán subsistemas que permitan el ahorro, la recuperación de energía y el aprovechamiento de energías residuales.
6. **Utilización de energías renovables.** Las instalaciones térmicas aprovecharán las energías renovables disponibles, con el objetivo de cubrir con estas energías una parte importante de las necesidades del edificio.

17. Normativa aplicable a la instalación de aparatos de calefacción y climatización

Las instalaciones de calefacción deben cumplir el **Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)**, Real Decreto 1027/2007 de 20 de Julio, y, en lo que respecta a temas relativos a seguridad, salubridad y ahorro energético, deben cumplir el **Código Técnico de Edificación (CTE)**, Real Decreto 314/2006 de 17 de Marzo. Estas son las normas más importantes, aunque no las únicas.

La normativa referente a la instalación de aparatos de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria es larga y extensa. Las normativas que hay que tener en cuenta a la hora de desarrollar una instalación son las siguientes:

- La **Ley 31/1995**, de 8 de noviembre, de **Prevención de Riesgos Laborales**.
- Real Decreto 3099/1977, de 8 de septiembre, por el que se aprueba el **Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas**.
- **Real Decreto 358/1985, de 23 de enero**, por el que se establece la sujeción a normas técnicas de las griferías sanitarias para utilizar en locales de higiene corporal, cocinas y lavaderos y su homologación por el Ministerio de Industria y Energía. Y la **Orden de 15 de Abril de 1985**, sobre normas técnicas de las griferías para utilizar en locales de higiene corporal, cocinas y lavaderos y su homologación por el Ministerio de Industria y Energía.
- **Real Decreto 1630/1992**, de 29 de diciembre, por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE.
- **Real Decreto 275/1995, de 24 de Febrero**, por el que se dicta las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 92/42/CEE, relativa a los requisitos de rendimiento para las calderas nuevas de agua caliente, alimentadas con combustibles líquidos o gaseosos, modificada por la Directiva 93/68/CEE del Consejo (BOE de 27-03-95).
- En el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el **Reglamento de los Servicios de Prevenciones**.

- **Real Decreto 1427/1997, de 15 de septiembre**, por el que se aprueba la **Instrucción Técnica Complementaria MI-IP 03** Instalaciones Petrolíferas para uso propio.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el **Reglamento electrotécnico para baja tensión**.
- Real Decreto 919/2006, de 28 de julio, por el que se aprueba el **Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos** y sus instrucciones técnicas complementarias ICG 01 a 11.
- Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el **Reglamento de equipos a presión** y sus instrucciones técnicas complementarias:
 - ITC EP-1 sobre calderas.
 - ITC EP-2 sobre centrales generadoras de energía eléctrica.
 - ITC EP-3 sobre refinerías y plantas petroquímicas.
 - ITC EP-4 sobre depósitos criogénicos.
 - ITC EP-5 sobre botellas de equipos respiratorios autónomos.
 - ITC EP-6 sobre recipientes a presión transportables.

18. Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)

El *Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios* (RITE) establece las condiciones que deben cumplir las instalaciones destinadas a atender la demanda de bienestar térmico e higiene a través de las instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria, para conseguir un uso racional de la energía.

El Consejo de Ministros del 20 de julio de 2007 aprueba un nuevo texto revisado del RITE que deroga el anterior; se trata del Real Decreto 1027/2007. Con posterioridad se publicó una corrección de errores.

La necesidad de transposición parcial de la Directiva 2002/91 CE de eficiencia energética de edificios, así como la armonización con el “Documento Básico de Ahorro de Energía” del “Código Técnico de la Edificación”, la incorporación de nuevas exigencias de ahorro y eficiencia energética de este tipo

de instalaciones y la experiencia de su aplicación práctica durante los últimos años, convergen en la revisión de este Reglamento.



Nota

El Real Decreto ha sido elaborado conjuntamente por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, y el Ministerio de Vivienda.

El R. D. 1027/2007, está compuesto por un artículo único, tres disposiciones transitorias, una disposición derogatoria única, cuatro disposiciones finales y un anexo, en el cual se desarrollan los contenidos del RITE.

Las mayores exigencias en eficiencia energética que establece el RITE, se concretan en:

- Mayor Rendimiento Energético en los equipos de generación de calor y frío, así como los destinados al movimiento y transporte de fluidos.
- Mejor aislamiento en los equipos y conducciones de los fluidos térmicos.
- Mejor regulación y control para mantener las condiciones de diseño previstas en los locales climatizados.
- Utilización de energías renovables disponibles, en especial la energía solar y la biomasa.
- Incorporación de subsistemas de recuperación de energía y aprovechamiento de energías residuales.
- Sistemas obligatorios de contabilización de consumos en el caso de instalaciones colectivas.
- Desaparición gradual de combustibles sólidos más contaminantes.
- Desaparición gradual de equipos generadores menos eficientes.

Con el fin de facilitar el cumplimiento de las exigencias del RITE se crean los denominados documentos reconocidos, que se definen como documentos técnicos sin carácter reglamentario, pero que cuentan con el reconocimiento

conjunto del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, y del Ministerio de Vivienda.

De acuerdo con el artículo 7 del RITE se crea un Registro general de documentos reconocidos del RITE, adscrito a la Secretaría General de Energía del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

El RITE además impone la obligación de revisar y actualizar periódicamente, al menos cada cinco años, las exigencias de eficiencia energética. Es esta una tarea que compete a la Comisión Asesora del RITE, encargada de realizar las propuestas conforme a la evolución de la técnica y la política energética nacional.

Este Real Decreto tiene el carácter de reglamentación básica del Estado. Para su aplicación se deberá desarrollar por las Comunidades Autónomas la reglamentación complementaria correspondiente. Esto quiere decir que las Comunidades Autónomas podrán introducir requisitos adicionales sobre las mismas materias cuando se trate de instalaciones radicadas en su territorio.

19. Resumen

En este capítulo se han visto las bases que contiene una instalación de calefacción. El tipo de emisiones de calor es por conducción, por convección y por radiación.

En una instalación de calefacción o climatización existen tres fases desarrolladas por elementos diferentes: la fase de producción de calor, el transporte de este y la emisión al lugar que se quiere calentar.

Los productores de calor son aparatos como la caldera, un calentador o incluso un brasero o una chimenea. Los productores deben utilizar unos combustibles que, al realizar la combustión, es decir, al quemarlos, produzcan calor. Estos combustibles pueden ser sólidos, líquidos o gases. Dependiendo de que la combustión sea más o menos efectiva, se dice que el aparato tiene más o menos rendimiento.

Instalación y puesta en marcha de aparatos de calefacción y climatización de uso doméstico

El transporte se realiza por medio de tuberías que se han de instalar para que lleven el calor hacia los aparatos diseñados para disipar el calor al ambiente de la zona a calentar o climatizar, que son los llamados aparatos emisores.

Además de producir calor para el ambiente, también se puede crear agua caliente sanitaria de manera que se forme instantáneamente, cuando la pida el consumidor, abriendo un grifo o mediante acumulación de esta en un depósito habilitado para ello.

Las instalaciones de calefacción se plasman en planos que contienen símbolos y esquemas, tanto eléctricos como hidráulicos, que hay que saber leer para poder interpretarlos correctamente.