

CAPÍTULO 9

DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN Y SEGURIDAD DE APARATOS

9.1. Introducción	361
9.2. Tipos de dispositivos	361
9.2.1. Láminas bimetálicas: descripción y funcionamiento	361
9.2.2. Termopares: descripción y funcionamiento	363
9.2.2.1. Dispositivo de seguridad con termopar	363
9.2.3. Analizador de atmósfera: descripción y funcionamiento	364
9.2.4. Termostatos: descripción y funcionamiento	365
9.2.5. Control de evacuación de los productos de la combustión	367
9.3. Órganos detectores sensibles a la luz (sólo categorías B y A).....	367
9.3.1. Válvulas fotoconductoras: descripción y funcionamiento	367
9.3.2. Válvulas fotoeléctricas: descripción y funcionamiento	368
9.3.3. Tubos de descarga: descripción y funcionamiento	369
9.4. Órganos detectores utilizando la conductividad de la llama (sólo categorías B y A)	369
9.5. Resumen de las características de los sistemas de detección de llama (sólo categorías B y A).....	371

DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN Y SEGURIDAD DE APARATOS

9.1. INTRODUCCIÓN

En este Capítulo se describen los **dispositivos de protección y seguridad**, que son aquellos componentes de los aparatos de gas que tienen como objeto **evitar** eventuales **accidentes** debidos a un escape de gas sin quemar o a un **funcionamiento defectuoso** del aparato de consumo. Los dispositivos de protección y seguridad actúan sobre las válvulas de gas interrumpiendo el paso del mismo a los quemadores.

Existen diversos tipos de dispositivos de protección y seguridad. En cada caso debe elegirse el más adecuado en función de las características del aparato, tales como su aplicación, su potencia o el efecto que se desee prevenir, teniendo en cuenta su coste y los requerimientos normativos y reglamentarios exigibles.

En los aparatos que se requiera, deben adaptarse mecanismos de protección que deben realizar las siguientes funciones:

- Impedir el establecimiento o mantenimiento de condiciones anormales y evitar la ejecución de falsas maniobras, asegurando la continuidad del funcionamiento.
- Provocar el paro inmediato de los aparatos protegidos a partir del momento en que aparecen condiciones consideradas como peligrosas.
- Impedir que los aparatos vuelvan a ponerse automáticamente en servicio si no es mediante una intervención manual intencionada.

Entre los diversos dispositivos que incorporan los aparatos a gas merecen especial atención los de control de encendido, calidad de la combustión, exceso de temperatura y desbordamiento de los productos de la combustión (pdc).

9.2. TIPOS DE DISPOSITIVOS

A lo largo del tiempo se han ideado y desarrollado diversos tipos de dispositivos de protección y seguridad para aparatos a gas con distintas funciones. A continuación se describen los habitualmente utilizados.

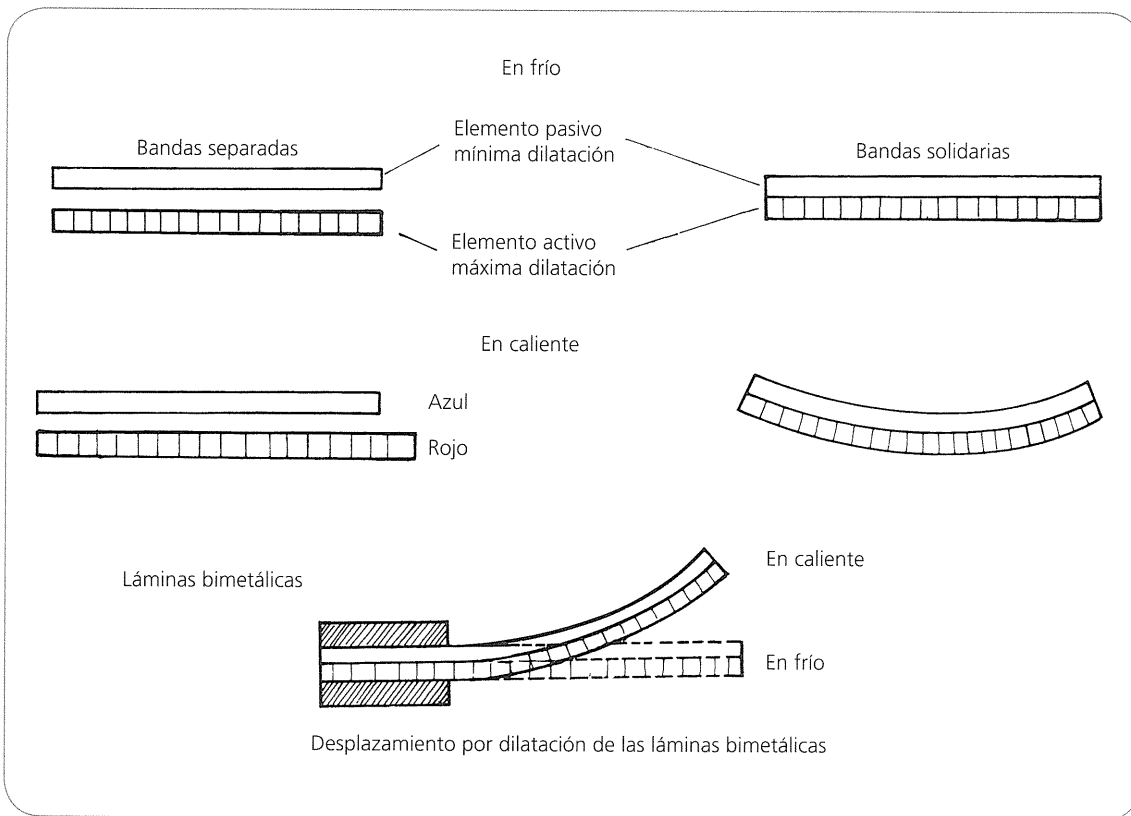
La forma más usual del **control de llama** en los aparatos domésticos (calentadores, calderas, estufas, hornos, etc.), consiste en un sensor que se encuentra en contacto con la llama del quemador piloto o del quemador principal. Si la llama se apaga, el sensor lo detecta actuando sobre la válvula de paso del gas.

9.2.1. Láminas bimetálicas: Descripción y funcionamiento

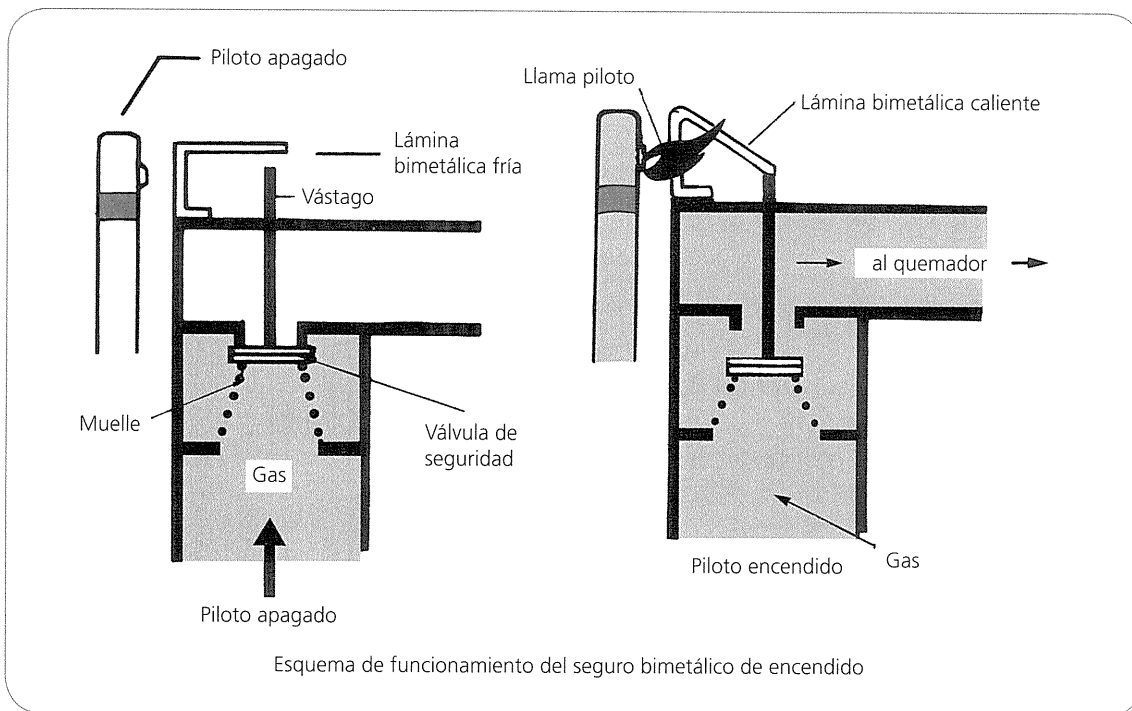
Las láminas bimetálicas son dispositivos de control de encendido. Los metales tienen una característica propia que es el coeficiente de dilatación. **El coeficiente de dilatación expresa la dilatación que sufren los metales al producirse un incremento de su temperatura.**

Dos láminas de metales distintos, sufrirán diferentes dilataciones para un mismo incremento de temperatura. Esto es debido a que sus coeficientes de dilatación no son los mismos.

Las láminas bimetálicas consisten en dos bandas, de distinta aleación de hierro-níquel, unidas solidariamente. Al calentarse, como no tienen el mismo coeficiente de dilatación, se doblan. En la siguiente figura podemos observar el efecto.



Dispositivo de seguridad con láminas bimetálicas



A continuación se describe el funcionamiento del seguro bimetalico de encendido:

- 1) Cuando el piloto se encuentra apagado, la válvula de seguridad cierra el paso del gas. La lámina bimetálica se encuentra en su forma estable sin deformación debida a la dilatación.

- 2) Al encender el piloto, su llama calienta la lámina bimetálica. Esta se deforma y oprime el vástago de la válvula, y la desplaza venciendo la resistencia del muelle. El gas sale hacia el quemador, inflamándose al contacto con la llama piloto.

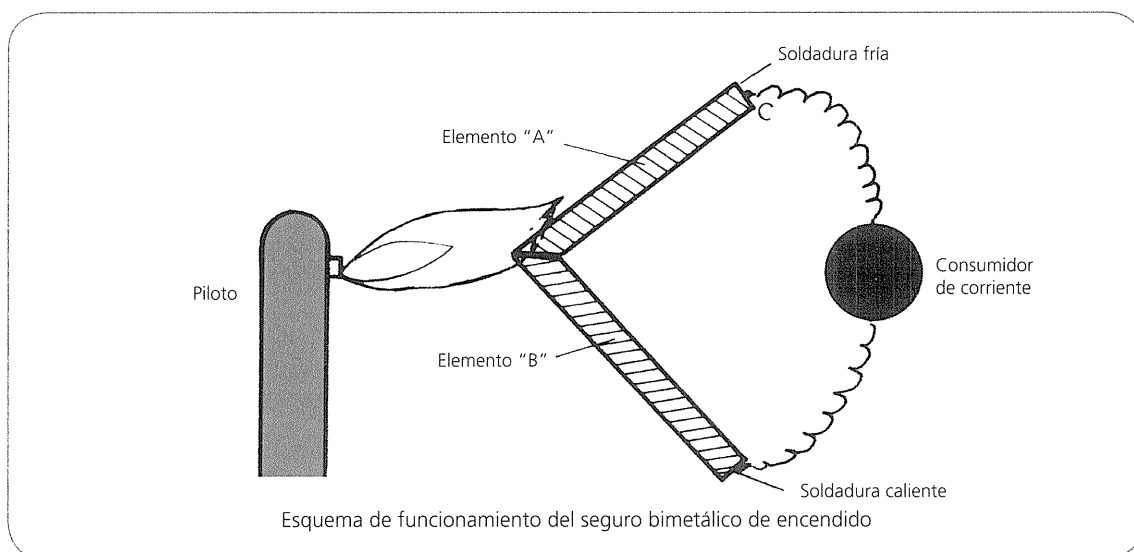
Si el piloto se apaga, la lámina bimetálica se enfriará, recuperando su posición estable. En consecuencia la válvula cerraría el paso al gas, debido a la presión del muelle.

En los aparatos de consumo existe una válvula que permite la llegada del gas al piloto, siempre que se ejerza una presión sobre ella. De esta forma podemos encender el piloto y activar el dispositivo de seguridad.

Debido a que los dispositivos basados en láminas bimetálicas no proporcionan seguridad positiva y a su elevada inercia de funcionamiento (elevado tiempo de respuesta) en la actualidad no se utilizan y han sido sustituidos por sistemas de termopar o ionización.

9.2.2. Termopares: Descripción y funcionamiento

Los termopares son, como las láminas bimetálicas, dispositivos de control de encendido.



Al conjunto formado por dos elementos metálicos distintos, A y B, unidos por sus extremos mediante una soldadura sin metal de aportación, se le denomina **termopar**.

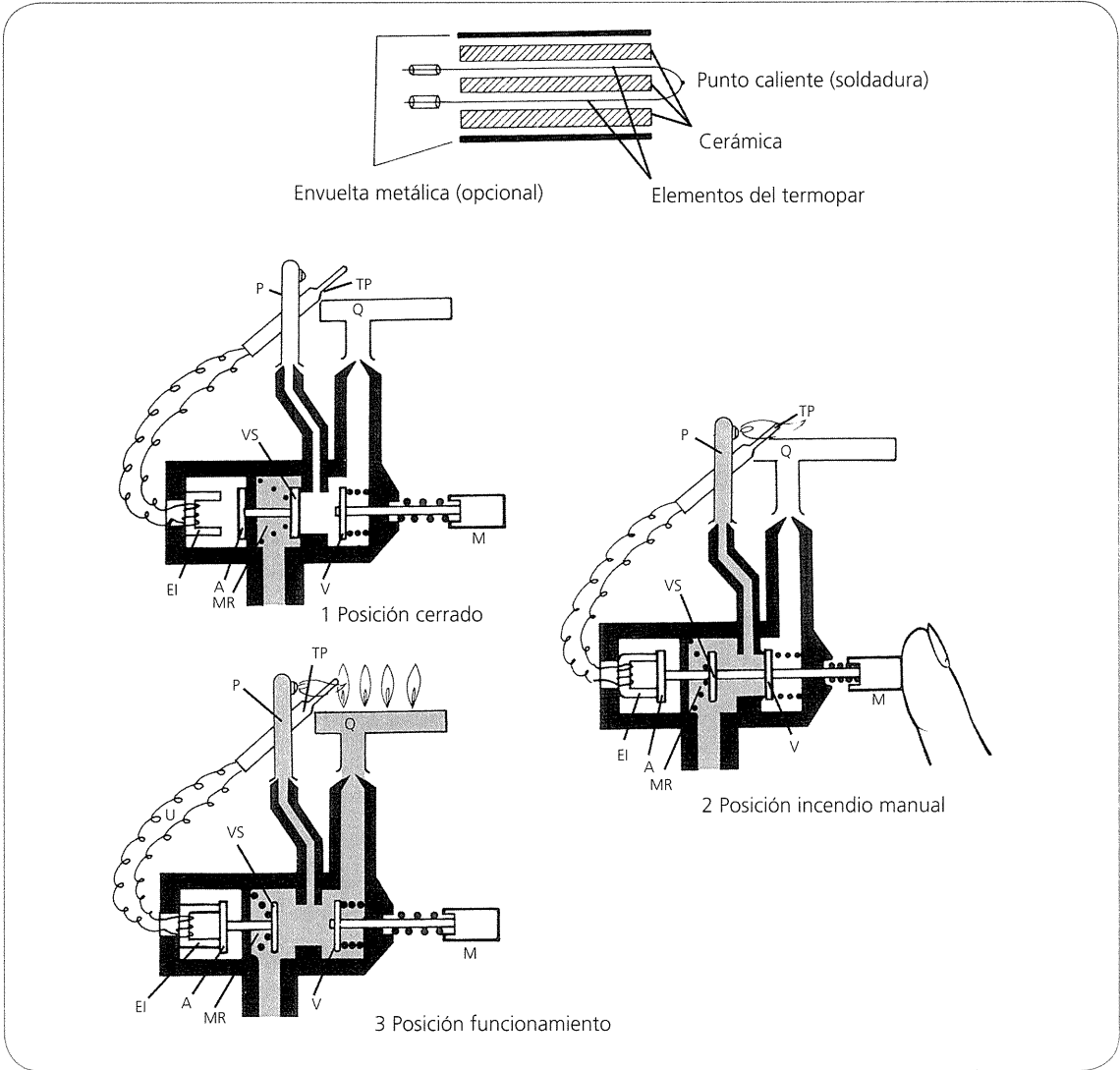
El termopar se basa en el efecto descubierto por Seebeck en 1821. Si se calienta una soldadura entre dos metales diferentes y se cierra el circuito uniendo con un conductor los dos extremos fríos, se produce una débil corriente eléctrica.

Al calentarse la soldadura se origina una diferencia de potencial entre los extremos C y D del termopar. El valor de la diferencia de potencial depende de los metales utilizados y de la temperatura a la cual se encuentra la unión.

9.2.2.1. Dispositivo de seguridad con termopar

Los dispositivos de seguridad mediante termopar constan de:

- 1) **Termopar:** es el elemento que transforma directamente la energía calorífica, generada por la llama del piloto, en energía eléctrica.
- 2) **Conjunto electroimán - válvula de paso:** es el encargado de permitir, o interrumpir el paso del gas al piloto y a los quemadores.



Posición 1) El piloto se encuentra apagado, por tanto la diferencia de potencial entre los extremos del termopar es cero. En consecuencia el electroimán no activa la válvula de paso.

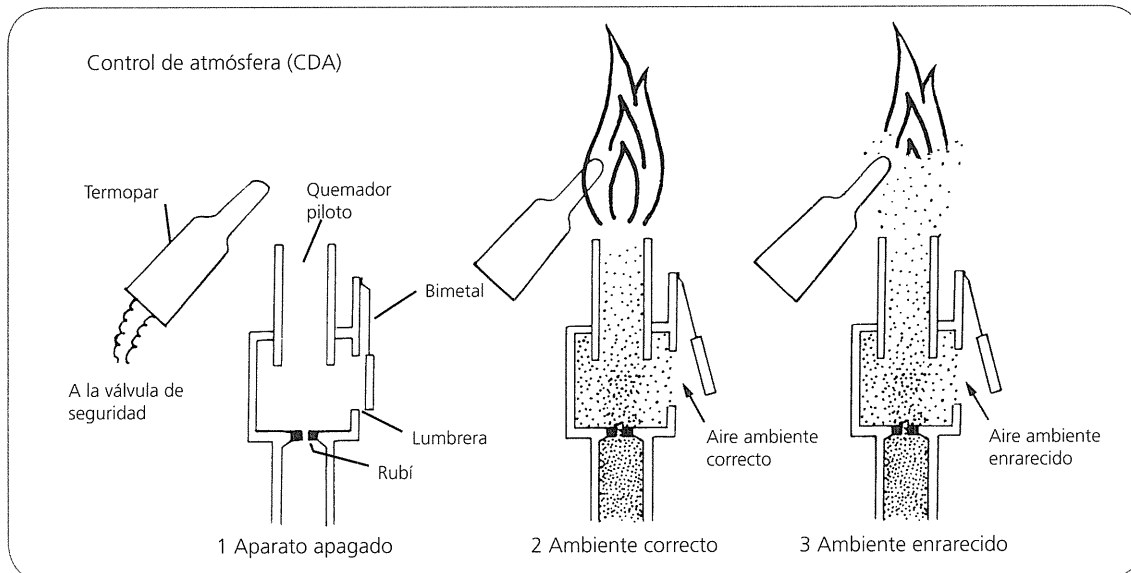
Posición 2) Posición de encendido manual. Empujando el mando M con la mano se fuerza el muelle de la válvula de seguridad VS por medio del vástago prolongación de M. A su vez, se desplaza la válvula V que impide el paso del gas a los quemadores Q. El electroimán empieza a ser activado por la corriente generada en el termopar TP por la llama piloto P.

Posición 3) En la posición de funcionamiento ya no se precisa forzar manualmente la válvula de seguridad VS ya que una vez encendido el piloto P, el termopar TP genera una diferencia de potencial entre sus bornes suficiente para retener fija la válvula de seguridad. A su vez, la válvula V vuelve a la posición 1 permitiendo el paso del gas al circuito de los quemadores Q.

Cuando la llama del piloto P se apaga el termopar TP se enfría y disminuye la diferencia de potencial entre sus bornes por lo que se desactiva el electroimán. Entonces la válvula de seguridad VS, debido al muelle recuperador MR, se cierra e impide el paso al gas a los quemadores Q.

9.2.3. Analizador de atmósfera: Descripción y funcionamiento

El analizador o control de atmósfera (CDA) es un dispositivo de seguridad, que incorporan generalmente las estufas no conectadas a un conducto de evacuación de los productos de la combustión, destinado a interrumpir el funcionamiento del aparato cuando la atmósfera del local en que se encuentra está viciada.



1. El gas no llega al quemador piloto mientras se mantenga la válvula de seguridad cerrada.
2. El gas llega al quemador piloto mientras la llama caliente el termopar que mantiene abierta la válvula de seguridad.
3. La llegada de aire enrarecido por la lumbrera, provoca el desprendimiento de la llama del quemador piloto. Al enfriarse, el termopar cerrará inmediatamente la válvula de seguridad, que impide el paso del gas al quemador piloto y a los quemadores principales.

Este dispositivo consiste en un piloto en el cual la lumbrera ha sido calibrada de forma que admita un caudal máximo de aire primario, sin que se desprenda la llama.

Cuando el ambiente se va enrareciendo debido a un aumento del dióxido de carbono y el correspondiente empobrecimiento de oxígeno por falta de ventilación, la velocidad de propagación de la llama va disminuyendo, produciéndose el desprendimiento de la misma por lo que la llama se separa paulatinamente del piloto hasta que pierde contacto con el termopar. En este momento el termopar se enfría, cerrando la válvula de seguridad e interrumpiendo el paso del gas.

Para el funcionamiento correcto del analizador de atmósfera es necesario que el inyector del piloto esté calibrado con gran precisión, éste se consigue fabricándolo con un rubí sintético.

Debido a que la velocidad de propagación de la llama depende de la temperatura en la zona en la cual se encuentra el quemador, el paso de aire primario por la lumbrera está regulado mediante una lámina bimetal. Esta lámina cierra el paso del aire primario, disminuyendo la sensibilidad del dispositivo en los primeros minutos de funcionamiento.

9.2.4. Termostatos: Descripción y funcionamiento

Los termostatos son elementos capaces de detectar que la temperatura alcanza un cierto valor prefijado y generar una señal que puede ser utilizada para regular el funcionamiento del aparato o como dispositivo de seguridad para evitar sobrecalentamientos.

A continuación se describe el funcionamiento de los termostatos en una caldera de calefacción y en un horno.

Caldera de calefacción

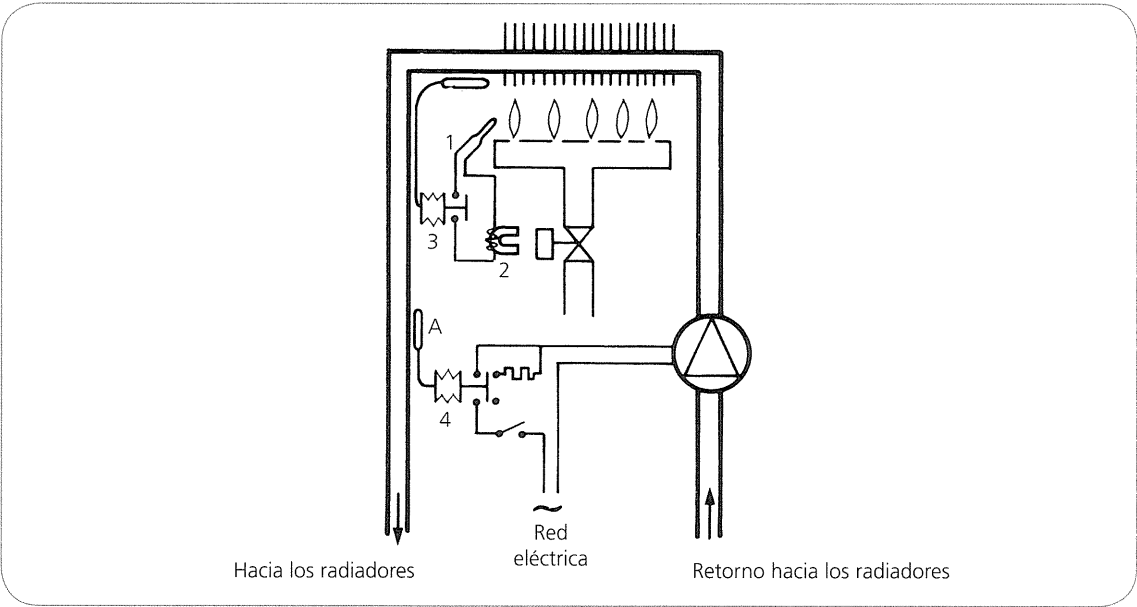
Las calderas de calefacción disponen de dos termostatos:

El termostato B está calibrado a una temperatura máxima de seguridad. De esta forma si el agua del circuito de calefacción supera la temperatura máxima, cierra el paso del gas al piloto, y en consecuencia la válvula de seguridad cierra el paso del gas a los quemadores.

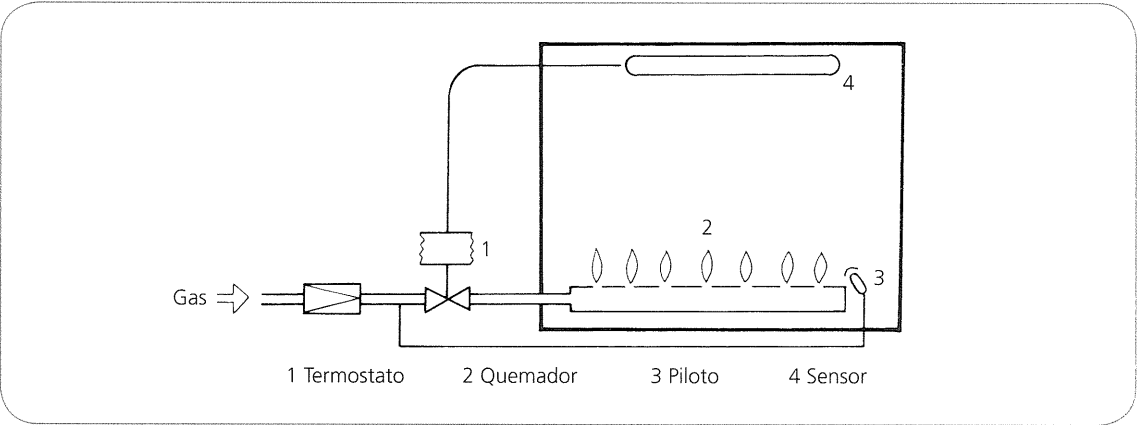
El termostato A regula el funcionamiento de la bomba aceleradora.

Cuando el agua está fría la bomba impulsa el agua dentro del circuito, lo cual hace que se enciendan los quemadores.

Cuando el termostato detecta que el agua ha alcanzado la temperatura predeterminada por el usuario, conmuta la bomba a una velocidad reducida, y el caudal no es suficiente para mantener los quemadores encendidos. De esta forma se consigue un funcionamiento más racional de la calefacción.



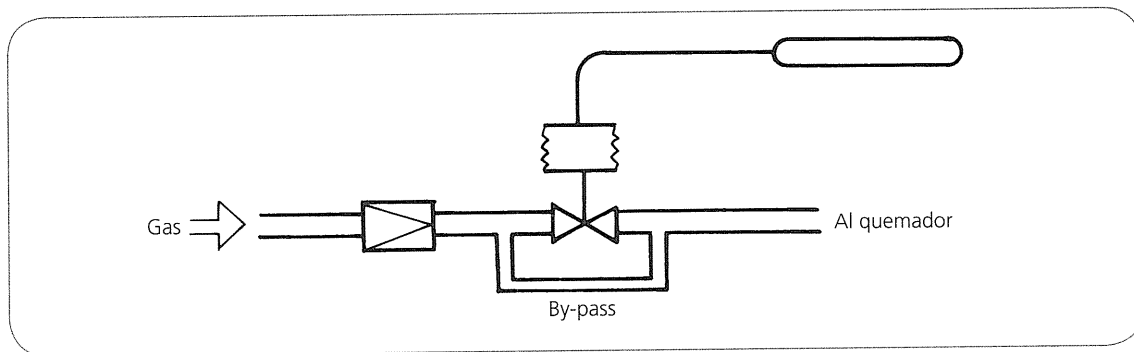
Termostatos de acción directa sobre el gas



Estos termostatos abren o cierran el paso del gas al quemador principal. Un ejemplo de utilización son los hornos domésticos. Cuando la temperatura del horno alcanza la temperatura seleccionada por el usuario el termostato reduce o cierra el paso del gas al quemador, sin apagar el piloto. Al descender la temperatura en el horno, el termostato abre de nuevo el paso del gas al quemador, el cual se enciende al contacto con la llama del piloto.

La apertura o cierre de la válvula de paso sólo puede ser progresiva dentro de unos límites, ya que los quemadores no pueden funcionar correctamente con un caudal de gas muy reducido. En estos casos se podría originar un apagado brusco o no encendido del quemador, lo que originaría una fuga de gas sin quemar.

En el caso de que no se desee que el quemador se apague completamente cuando el termostato cierre la válvula de paso, puede realizarse un **by-pass**.



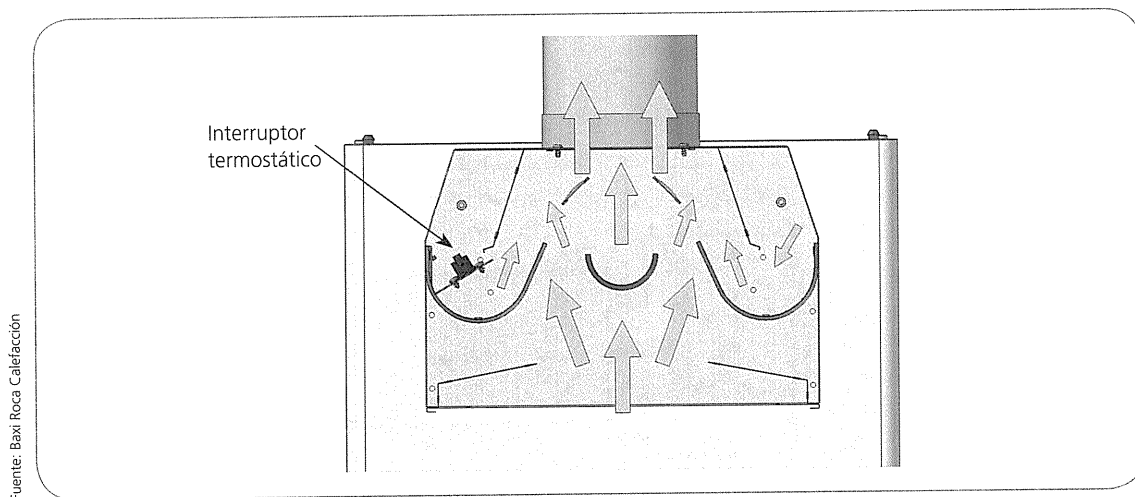
El by-pass consiste en un paso reducido de gas a los quemadores, de forma que cuando se cierre la válvula de paso, permita que llegue al quemador el gas necesario para la combustión o potencia mínima y no se produzcan efectos indeseados que afecten a la estabilidad de la llama.

9.2.5. Control de evacuación de los productos de la combustión

Este dispositivo de seguridad se incorpora en los calentadores y calderas a gas de circuito abierto conectados a un conducto de evacuación de los productos de la combustión (pdc) para evitar el reflujo de los mismos en caso de tiro insuficiente.

El dispositivo consiste básicamente en un interruptor termostático instalado en el cortatiro del aparato e intercalado en serie en el circuito del termopar de seguridad. Cuando el interruptor alcanza una temperatura límite (unos 75 °C), señal que los pdc retroceden hacia el local en el que se encuentra instalado el aparato, corta la corriente eléctrica de la bobina de la válvula del termopar, actuando como si se hubiera apagado el piloto. Al enfriarse el interruptor termostático, automáticamente se cierra el circuito eléctrico con lo que el aparato puede encenderse de nuevo.

El mismo principio puede utilizarse de manera que el interruptor termostático actúe sobre el circuito de una válvula electromagnética de gas situada a la entrada del quemador principal.



Fuente: Baxi Roca Calefacción

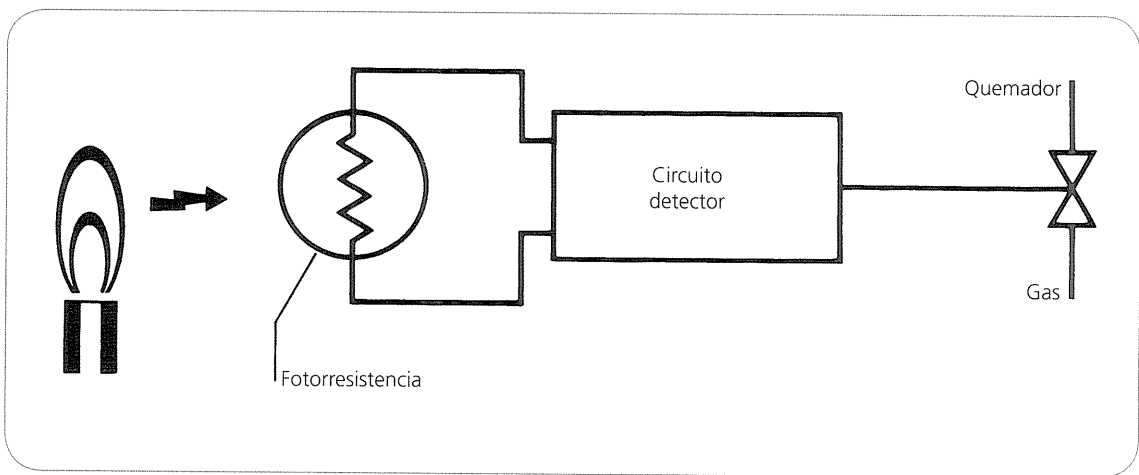
9.3. ÓRGANOS DETECTORES SENSIBLES A LA LUZ (sólo categorías B y A)

Este tipo de dispositivos basa su funcionamiento en la detección de la emisión radiante de la llama (radiaciones visibles, ultravioletas e infrarrojas)

9.3.1. Válvulas fotoconductoras: Descripción y funcionamiento

Las células fotoconductoras están compuestas por ciertas sustancias (selenio, silicio, sulfuro de talio, etc.) que tienen la propiedad de que la resistencia que presentan al paso de la corriente

eléctrica es función de la radiación que reciben, es decir, a medida que aumenta la radiación disminuye su resistencia.

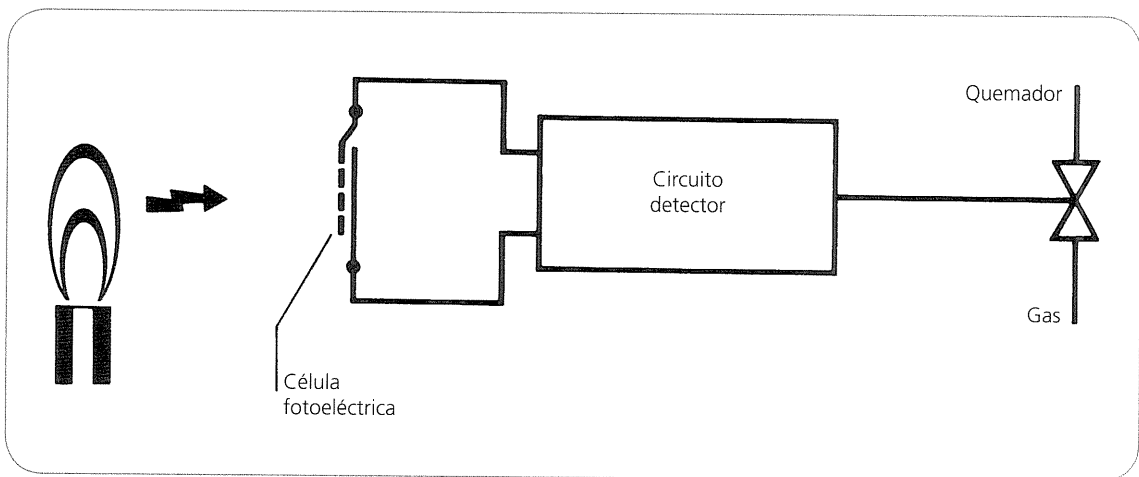


Normalmente estas células tienen una máxima sensibilidad a la radiación infrarroja.

Para independizar la célula de la emisión infrarroja del refractario que recubre la cámara de combustión, al detector se le dota de un sistema electrónico que distingue entre la radiación parpadeante de la llama y la continua del refractario. No obstante, durante las pausas de funcionamiento, los gases calientes pueden simular el parpadeo al pasar cerca del refractario y engañar al detector, por esta causa se ha de montar la célula a cubierto de señales engañosas.

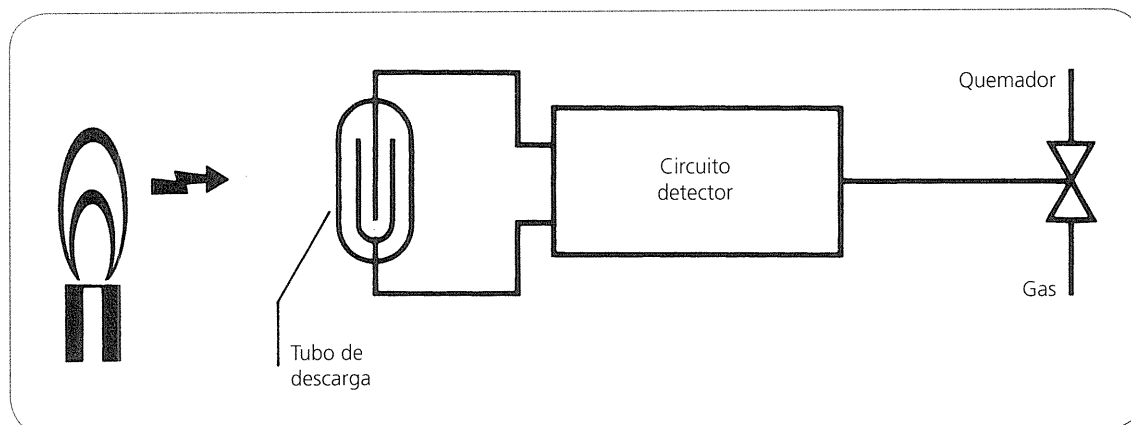
La sensibilidad de la célula disminuye cuando ha recibido una radiación muy intensa, por lo que debe disponer de aislantes protectores como son vidrios y ventilación forzada.

**9.3.2. Válvulas fotoeléctricas:
Descripción y funcionamiento**



Las células fotoeléctricas generan una diferencia de tensión entre sus bordes cuando están sometidas a la radiación luminosa. La zona de sensibilidad es cercana a la del ojo humano, por ello sólo son apropiadas cuando la llama es luminosa.

9.3.3. Tubos de descarga: Descripción y funcionamiento



El tipo más corriente está formado por dos electrodos, uno de ellos tiene forma cilíndrica y el otro es un hilo que se encuentra situado en el eje del cilindro. Este conjunto se encuentra encerrado dentro de una ampolla de cuarzo que contiene gas a baja presión (helio o hidrógeno-argón).

La radiación ultravioleta de la llama ioniza el gas que contiene la ampolla, lo que permite el paso de la corriente entre ambos electrodos. Esta corriente es detectada por un circuito que actúa sobre la electroválvula, la cual controla el paso del gas al quemador.

Los tubos de descarga no son sensibles a las radiaciones infrarrojas ni a las visibles, por lo que el refractario al rojo del horno no altera su función. Ya que las chispas de encendido del quemador emiten radiación ultravioleta, la célula ha de quedar protegida de las mismas.

No se debe interponer, entre la célula y la llama, elemento que pueda absorber la radiación ultravioleta, pues de lo contrario produciría sombra sobre la célula impidiendo su excitación.

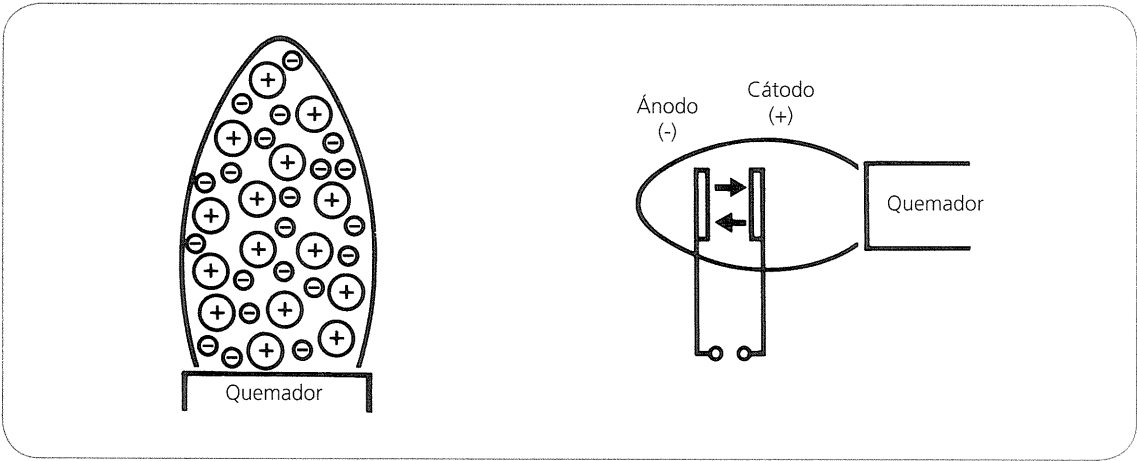
Debido a que tanto la combustión del gas como la del fuel emiten radiaciones ultravioletas, estos detectores de llama pueden utilizarse en los quemadores mixtos de ambos combustibles. Su uso, al ser su aplicación universal, es cada vez más amplio.

La inercia de este sistema de detección es mínima, por lo que puede instalarse en cualquier aparato, independientemente de su potencia.

Los tubos de descarga, al no estar en contacto directo con la llama, no sufren los efectos de la corrosión ni se ensucian por la combustión.

9.4. ÓRGANOS DETECTORES UTILIZANDO LA CONDUCTIVIDAD DE LA LLAMA (sólo categorías B y A)

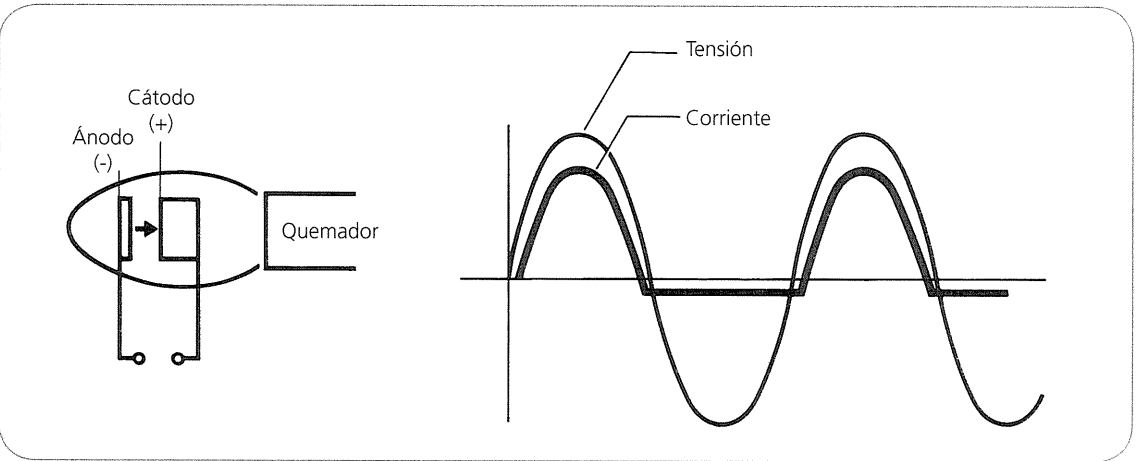
Este tipo de órganos detectores están basados en la ionización de la llama. Cuando una molécula pierde o gana electrones decimos que se encuentra ionizada. Durante la combustión del gas las moléculas del combustible se ionizan positivamente, es decir, pierden electrones adquiriendo la propiedad de ser conductores de la electricidad.



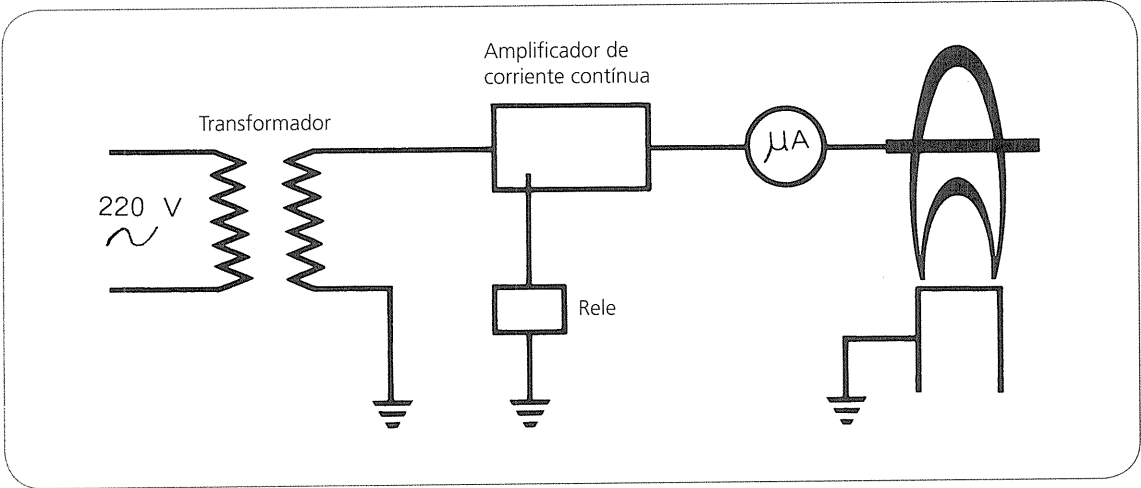
Si situamos convenientemente un par de electrodos, inmersos en la llama, entre los que exista una tensión eléctrica, se puede observar el paso de la corriente mediante un galvanómetro. La llama ofrece una gran resistencia al paso de la corriente por lo que la intensidad que circula es del orden de microamperios. Por esta razón, para que pueda accionar al relé de mando que controla el paso del gas al quemador, debe ser amplificada.

El inconveniente de este sistema radica en que un cortocircuito entre los dos electrodos puede simular la presencia de la llama dejando pasar la corriente y, por tanto, pudiendo dar origen a un accidente.

Para evitarlo se aprovecha una segunda propiedad de la llama, que consiste en la rectificación de la corriente que la atraviesa cuándo los dos electrodos tienen superficies muy diferentes (min 1:5). Efectivamente, si se modifica uno de los electrodos dándole una mayor superficie de contacto con la llama, se observa que la intensidad de uno a otro electrodo es considerablemente mayor en un sentido que en otro.



Al ser alterna la tensión entre los electrodos, un analizador de corriente acoplado al circuito, distingue perfectamente entre la corriente alterna de cortocircuito de la rectificada a través de la llama, bloqueando el sistema además de cerrar el paso al gas cuando detecta corriente alterna sin rectificar. De esta forma, el gas sólo puede salir por el quemador cuando existe la seguridad de que va a ser quemado.



En la práctica, el electrodo de gran superficie es el propio quemador y el otro es de forma y tamaño parecido al de la bujía de los motores de gasolina.

Con este sistema de control se puede prescindir del quemador piloto en los aparatos si se les dota de un dispositivo de encendido automático. En estos casos se dispondrá de los elementos de control adecuados para que en caso de que falle el encendido el sistema se bloquee y se cierre el paso del gas al quemador.

9.5. RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE DETECCIÓN DE LLAMA (sólo categorías B y A)

Se resumen a continuación las características fundamentales de los sistemas de detección descritos:

	Detector térmico		Detector de radiación			Detector ionización
	Bimetal	Termopar	Infrarrojo	Visible luminosa	Ultravioleta	
Le afecta la radiación procedente del material refractado	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	NO	NO
Le afecta la chispa de encendido	NO	NO	NO	NO	SÍ	SÍ
Autocomprobación	NO	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Autónomo	SÍ	SÍ	NO	NO	NO	NO
Inercia en el cierre	Lento	Lento	Instantáneo	Instantáneo	Instantáneo	Instantáneo
Seguridad Positiva	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ

Seguridad positiva es todo dispositivo de seguridad que, en caso de avería del mismo, cierra el paso del gas al quemador.