

- 37 -

239-1 PRINCIPIOS BASICOS DEL CONTROL AUTOMATICO DE TEMPERATURAS

(Principles of Automatic Control)

J.C. Peters.

De: "THE GLASS INDUSTRY", 613, noviembre 1949.



El control automático, en general, presenta muy diversas modalidades. En algunas ocasiones, el control es muy fácil, mientras que en otras, en apariencia similares, se hace francamente dificultoso. Aparto de las dificultades inherentes a la operación en sí (inercia de las respuestas del registro, dificultad en la transmisión de señales etc.) se encuentran las derivadas de la construcción mecánica de los dispositivos. Esto último, en realidad, se ha mejorado bastante en los últimos años gracias a la construcción casi perfecta de los aparatos de medida, relés electrónicos, amplificadores, servomecanismos etc.

La fig. 17 es el diagrama de un control automático de temperaturas aplicado a un horno cualquiera. El par termoeléctrico situado a la izquierda del horno hace la toma de temperaturas, enviando sus indicaciones a una caja-control, en la que hay un indicador visual (tipo galvanómetro), una cinta de papel para el registro continuo y un amplificador (generalmente electrónico) que envía impulsos de tensión o corriente a la unidad de mando. Esta tiene por finalidad mover la válvula que abre y cierra la entrada de combustible. Este movimiento puede ser de tipo eléc-

- INSTITUTO TECNICO DE LA CONSTRUCCION Y DEL CEMENTO -

trico (solenóide, motor), neumático o hidráulico. Finalmente, la válvula, gobernada por la unidad de mando, controla la entrada de combustible de alimentación del horno.

Hay varios tipos de controles. El más sencillo de todos es aquél que podríamos denominar "todo-o-nada", o también de "dos posiciones". Tal es el caso de un mechero que calienta un tanque de aceite hasta una temperatura determinada (Fig. 18). Dentro del tanque hay un termómetro de resistencia, cuyas indicaciones van a la caja-registro que, a su vez, gobierna la válvula de entrada de gas combustible, mediante un dispositivo cualquiera. Como se puede apreciar, el fondo del tanque, que es metálico, está en contacto directo con la llama del mechero. Supongamos que el dispositivo termométrico está calibrado de tal modo que se abra la válvula cuando la temperatura baja a  $298^{\circ}$  y se cierre cuando se alcanzan los  $302^{\circ}$ . La diferencia entre estos dos márgenes ( $4^{\circ}$ ), se llama "intervalo diferencial". Como es lógico, con un dispositivo de este tipo, hay un desfase entre la apertura y cierre de la válvula y la toma de temperatura del termómetro. Esto dá lugar a que, si observamos la cinta de registro, encontremos una curva periódica (fig. 19a). Con este sistema, la temperatura se mantiene bastante bien: rara vez pasa de los  $302$  ni cae por debajo de  $298$ ; las respuestas son bastante rápidas.

Pero, si en el esquema de la fig. 18 introducimos una modificación que consiste en colocar una placa de hierro sobre la lla

ma, y entre ésta y el fondo del tanque una capa de amianto, las cosas transcurren de modo diferente. Suponiendo los mismos límites de temperatura señalados para el caso anterior, la gráfica de temperaturas toma la forma representada en la fig. 19b. Cuando el termómetro alcanza los  $302^{\circ}$ , el gas se corta, pero, a causa del calor almacenado en el conjunto hierro-amianto, la temperatura del aceite sigue subiendo hasta un punto n ( $316^{\circ}$ ), fig. 19b. Luego cae hasta  $298^{\circ}$ , punto p, a cuya temperatura el gas se abre, y sigue bajando hasta llegar a un mínimo de  $292^{\circ}$ . En realidad, todo esto ocurre por la inercia térmica que representa la placa del fondo.

Para lograr un funcionamiento satisfactorio, en este caso, es preciso reducir el "intervalo diferencial" a menos de  $4^{\circ}$ , a 0, por ejemplo. De todos modos, esto es una solución parcial. Para lograr un funcionamiento conveniente hay que adoptar otra disposición; la llamamos "control proporcional". Como su nombre indica, ya no se trata de un mecanismo todo-o-nada, sino de una apertura de válvula, proporcional a la temperatura marcada por el termómetro. La válvula estaría completamente abierta a una cierta temperatura y completamente cerrada a otra (umbrales máximo y mínimo), con posiciones intermedias entre las dos, proporcionales a la temperatura en un instante dado.

Veamos, gráficamente, el funcionamiento de un dispositivo de esta clase. Las tres curvas a, b y c de la fig. 20 expresan -

las temperaturas, o posiciones de la válvula de alimentación del combustible (en ordenadas) en función del tiempo (en abscisas). Veamos lo que ocurre cuando, en el esquema del tanque de aceite (fig. 18) tiene lugar un aumento momentáneo del gasto, es decir, de la cantidad de aceite caliente que ha de extraerse del tanque. Evidentemente, al elevarse la cantidad de aceite que entra por unidad de tiempo, la temperatura desciende. Esto puede verse en el bucle de la curva b. Inmediatamente empieza a funcionar el control y la temperatura, con unas leves oscilaciones, tiende a mantenerse constante, pero siempre por debajo del tramo recto del principio. Si hacemos más estrecho el "intervalo proporcional", podremos acercarnos más a la temperatura de régimen, pero, en este caso (curva c), aparecen unas oscilaciones en la temperatura, que tienden a hacerse periódicas. Si el intervalo se hace aún más pequeño (cuarta parte del primitivo), obtenemos la curva d, en la cual la temperatura de trabajo se acerca más a la de régimen, pero ya aparecen las oscilaciones periódicas, muy similares a las que teníamos para el simple control "de dos posiciones". Hay, pues, un límite en el estrechamiento de la banda de intervalo proporcional, por debajo del cual, no se logran temperaturas aproximadamente constantes.

Cuando se quiere lograr una constancia mayor, en el caso de tanques de calentamiento o en otros ejemplo reducibles a estos, hay que adoptar otro sistema: el llamado "de velocidad de apertura

ra variable". En óste, la velocidad con que se abre (o cierra) la válvula no es constante sino "proporcional" a la desviación de temperatura respecto a la de régimen. Estos controles son más complicados, en general, que los anteriores y funcionan, casi siempre, por medio de amplificadores electrónicos no lineales.

---