

## REGULACIÓN PROPORCIONAL PWM

---

### Control Proporcional PWM

Los dos métodos, regulación ON/OFF y regulación Zona Neutra, no pueden evitar una fluctuación de la temperatura del proceso, PV, alrededor de la pre-selección, SP.

En los sistemas que puedan admitir este error se usa cualquiera de los dos métodos, pero hay aplicaciones que requieren una exactitud mayor y por lo tanto hay que recurrir a otra forma de lazo de control. Aquí es donde interviene el control proporcional y sus distintas modalidades.

El control proporcional suministra una energía de calefacción, de forma gradual, entre 0% y 100%. Esta proporción de energía, que se suministra en cada momento, es proporcional a la desviación de la temperatura real del proceso con respecto a la deseada.

A partir de ahora denominaremos error a esta desviación: **Error = SP - PV**

Según lo visto en estas consideraciones previas deducimos que los reguladores de temperatura que realicen un control proporcional, deben disponer de una salida analógica (0-10 V ó 4-20 mA) para que, atacando a una válvula proporcional, puedan suministrar una energía gradual entre 0% y 100%.

La válvula proporcional está totalmente cerrada si recibe 4 mA y se abrirá por completo cuando reciba 20 mA. (al recibir 12 mA estará medio abierta, etc.).

Este tipo de válvulas se usa cuando la energía de calefacción proviene, por ejemplo, de un sistema de gas o de un sistema de vapor de agua.

Pero los sistemas basados en estas energías son caros y complicados. Por este motivo son más comunes los hornos eléctricos. Son más baratos y más sencillos de controlar.

Para controlar un horno eléctrico (que se calienta por medio de resistencias calefactoras) se usan reguladores con salidas de relé, por lo tanto la pregunta es:

¿Como se puede suministrar una señal gradual y proporcional al error de la temperatura si el relé suministra una señal todo-nada?

Para responder a esta pregunta vamos a explicar, primero, dos conceptos:

### Tiempo de respuesta de un sistema

Es el tiempo que tarda en apreciarse un aumento de la temperatura a contar desde el instante en que se da la orden de calentamiento.

Por ejemplo, un horno que tiene un tiempo de respuesta de 60 seg. quiere decir que desde que el regulador da orden de calentamiento hasta que empieza a aumentar la temperatura en el display del regulador, pasa 1 minuto.

### Modulación por anchura de pulso (PWM, Pulse Width Modulation)

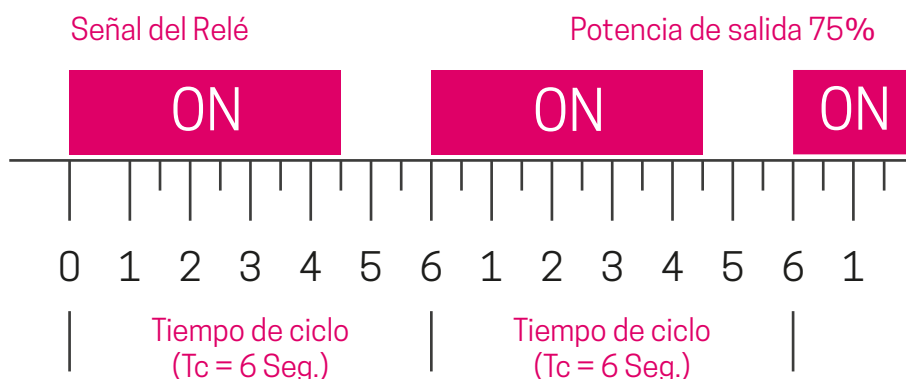
Esta técnica consiste en modular la activación del relé dentro de un lapso de tiempo denominado Tiempo de Ciclo (Tc) que sea inferior al tiempo de respuesta del sistema.

Esto quiere decir que el relé está activado un tiempo determinado y está desactivado el resto del tiempo hasta transcurrir el tiempo de ciclo. De esta forma, si el regulador debe dar una potencia de calefacción del 50%, el relé estará activo la mitad del tiempo de ciclo y permanecerá desactivado el otro 50% del tiempo.

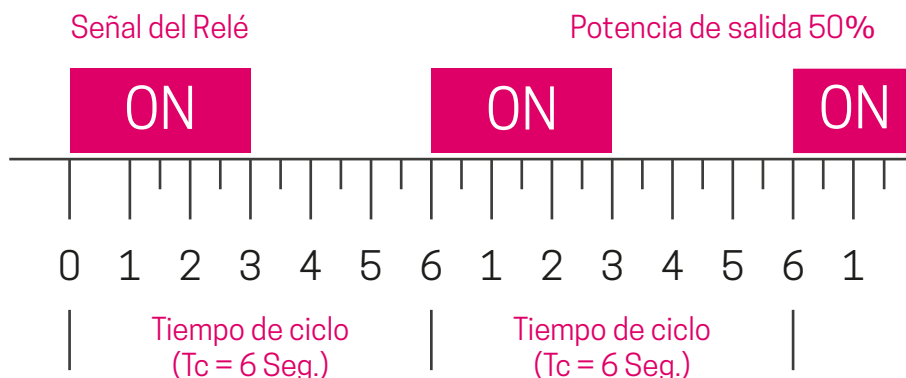
Por ejemplo, tenemos un horno que tiene un tiempo de respuesta de 120 seg. y nosotros ajustamos el tiempo de ciclo en  $T_c = 6$  seg. Cuando el regulador tenga que suministrar el 100% de la potencia de calefacción, el relé estará permanentemente conectado:



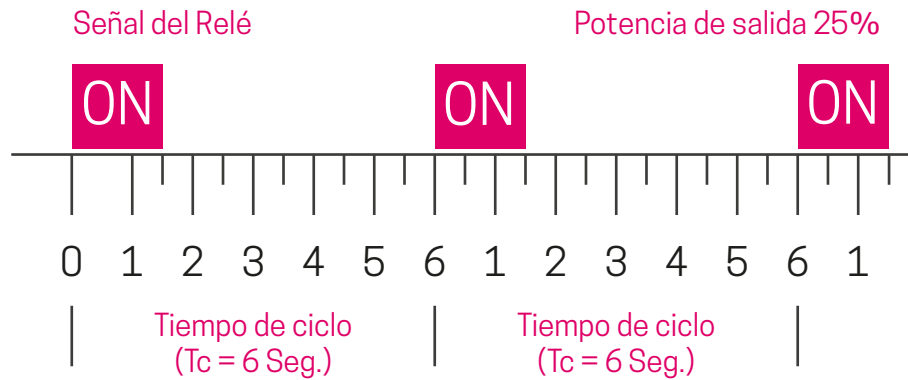
Si el regulador decide suministrar el 75% de la potencia de calefacción, el relé estará 4,5 Seg. activado y 1,5 Seg. desactivado:



Cuando el regulador deba dar el 50% de la potencia de calefacción, el relé de salida estará 3 Seg. activado y 3 Seg. desactivado:



Si el regulador debe suministrar el 25% de la potencia de calefacción, el relé estará 1,5 seg. activado y 4,5 Seg. desactivado:



Podemos deducir que a mayor tiempo de ciclo se desgasta menos el relé de salida y el contactor que conmuta la potencia eléctrica a la resistencia calefactora. Pero hay que tener en cuenta que no se debe superar el tiempo de respuesta del sistema.

Por lo tanto, ya sabemos como un regulador de temperatura, con salida de relé ó transistor, puede suministrar una señal de calefacción “analógica”, gradual y proporcional a la desviación de PV con respecto a SP.