

implica siempre el uso de la acción de control retroalimentado para reducir el error del sistema.

**Sistema de control de lazo abierto.** Los sistemas de control en los que la salida no tiene efecto sobre la acción de control, se denominan *sistemas de control de lazo abierto*. En otras palabras, en un sistema de control de lazo abierto la salida ni se mide ni se retroalimenta para compararla con la entrada. Un ejemplo práctico lo constituye una lavadora de ropa doméstica. El remojo, lavado y enjuague en la lavadora se cumplen por tiempos. La máquina no mide la señal de salida, es decir, la limpieza de la ropa.

En cualquier sistema de control de lazo abierto, no se compara la salida con la entrada de referencia. Por tanto, para cada entrada de referencia corresponde una condición de operación fija. Así, la precisión del sistema depende de la calibración. En presencia de perturbaciones, un sistema de control de lazo abierto no cumple su función asignada. En la práctica el control de lazo abierto sólo se puede utilizar si la relación entre la entrada y la salida es conocida, y si no se presentan perturbaciones tanto internas como externas. Desde luego, tales sistemas no son sistemas de control retroalimentado. Nótese que cualquier sistema de control que funciona sobre una base de tiempos, es un sistema de lazo abierto. Por ejemplo, el control de tráfico con señales accionadas en función de tiempos, es otro caso de control de lazo abierto.

**Sistemas de control de lazo cerrado versus de lazo abierto.** Una ventaja del sistema de control de lazo cerrado es que el uso de la retroalimentación hace que la respuesta del sistema sea relativamente insensible a perturbaciones externas y a variaciones internas de parámetros del sistema. De este modo, es posible utilizar componentes relativamente imprecisos y económicos, y lograr la exactitud de control requerida en determinada planta, cosa que sería imposible en un control de lazo abierto.

Desde el punto de vista de la estabilidad, en el sistema de control de lazo abierto, ésta es más fácil de lograr, ya que en él la estabilidad no constituye un problema importante. En cambio, en los sistemas de lazo cerrado, la estabilidad sí es un problema importante, por su tendencia a sobre corregir errores que pueden producir oscilaciones de amplitud constante o variable.

Hay que puntualizar que para sistemas cuyas entradas son conocidas previamente y en los que no hay perturbaciones, es preferible utilizar el control de lazo abierto. Los sistemas de control de lazo cerrado tienen ventajas solamente si se presentan perturbaciones no previsibles y/o variaciones imprevisibles de componentes del sistema. Nótese que la potencia de salida determina parcialmente el costo, peso y tamaño de un sistema de control. La cantidad de componentes utilizados en un sistema de control de lazo cerrado es mayor a la correspondiente a un sistema de control de lazo abierto. Así, entonces, un sistema de control de lazo cerrado es generalmente de mayor costo y potencia. Para reducir la potencia requerida por un sistema, cuando sea posible, es conveniente usar un sistema de lazo abierto. Por lo común resulta menos costosa una combinación adecuada de controles de lazo abierto y cerrado, lográndose un comportamiento general satisfactorio.

**Sistemas de control adaptables.** Las características dinámicas de la mayoría de los sistemas de control no son constantes por diversas razones, como el deterioro de los componentes al paso del tiempo, o las modificaciones en los parámetros o en el medio ambiente. Aunque en un sistema de control retroalimentado se atenúan los efectos de pequeños cambios en las características dinámicas, si las modificaciones en los pará-