

## 1.1. Sistemas de control. Conceptos básicos

Quizás una de las primeras cuestiones que nos deberíamos plantear antes de estudiar los sistemas de control consistiría en intentar responder la pregunta ¿qué es el control?. Sería difícil responder de una forma exacta a esta pregunta, pero todos tenemos una idea más o menos clara de la respuesta. Así encontramos en la vida cotidiana numerosos ejemplos donde podemos observar que existe control de algún sistema. El ejemplo más cercano lo encontramos en las viviendas donde observamos la existencia de un mecanismo que permite regular la temperatura de las viviendas. Basándonos en este ejemplo podemos entender cómo el mecanismo actúa sobre un sistema (caldera, etc.) para que la vivienda alcance una mayor o menor temperatura (señal de salida) en relación con la temperatura que nosotros deseemos (señal de referencia). Hoy en día, casi todas las actividades en las que se desarrolla el ser humano aparece involucrado de alguna u otra forma un sistema de control.

De esta forma podríamos considerar en un sentido lo más amplio posible un sistema de control como aquel sistema que ante unos objetivos determinados responde con una serie de actuaciones (figura 1.1).

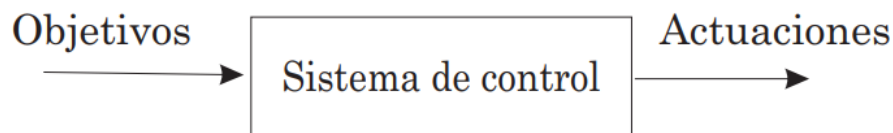


Figura 1.1: Sistema de control.

En el presente libro se van a considerar sistemas tanto de tiempo continuo como de tiempo discreto, lineales e invariantes con el tiempo. Recordemos que un sistema continuo se dice que es lineal si se puede aplicar al mismo el principio de superposición. De igual forma, cuando los parámetros del sistema son estacionarios con respecto al tiempo el sistema se denomina invariante con el tiempo. Así pues, dentro de la teoría de sistemas de control, el ámbito de este libro queda restringido a considerar sistemas (tanto continuos como discretos) lineales e invariantes con el tiempo.

### 1.1.1. Elementos en un sistema de control

En todo sistema de control aparecen claramente diferenciados una serie de elementos característicos al mismo que es necesario clarificar:

**Variable a controlar.** Generalmente se le conoce como señal de salida. Constituye la señal que deseamos que adquiera unos valores determinados. En el ejemplo anteriormente descrito la señal de salida o variable a controlar sería la temperatura ambiente de la vivienda o de una habitación determinada.

**Planta o Sistema.** La planta o sistema constituye el conjunto de elementos que realizan una determinada función. En el ejemplo propuesto la planta o sistema lo constituiría toda la vivienda en su conjunto. El sistema estaría determinado por las relaciones de transmisión de calor en la misma con las aportaciones y fugas que presentase en función de sus características.

**Sensor.** El sensor es el elemento que permite captar el valor de la variable a controlar en determinados instantes de tiempo. En el caso propuesto consistiría en el elemento que permitiría conocer la temperatura de la vivienda en determinados momentos.

**Señal de referencia.** Es la señal consigna o valor que deseamos que adquiera la señal de salida (objetivo de control). En el ejemplo indicaría la temperatura que deseamos que tenga la vivienda a lo largo de toda la jornada.

**Actuador.** El actuador es el elemento que actúa sobre el sistema modificando de esta forma la señal de salida. En el caso de un sistema de calefacción consistiría en la caldera que permite aportar mayor o menor cantidad de calor sobre el sistema o planta (vivienda) a regular.

**Controlador.** El controlador o regulador es el elemento que comanda al actuador en función del objetivo de control. En el ejemplo planteado anteriormente, el regulador tendría como misión decidir cuál debe ser la aportación de la caldera en todo instante para mantener el objetivo de control (temperatura de la vivienda).

Todos estos elementos aparecen de alguna u otra forma en casi todo sistema de control. Identificar y estudiar cada uno de ellos de una forma correcta resulta esencial para poder diseñar un controlador que permita alcanzar el objetivo de control deseado en todo instante.

### 1.1.2. Control en bucle abierto y bucle cerrado

Cuando se desea mantener un objetivo de control determinado en un sistema dos son los esquemas de control que se pueden considerar: sistemas de control en bucle abierto y sistemas de control en bucle cerrado.

Un sistema de control en bucle abierto es aquel en el que la señal de salida no influye sobre la acción de control. De esta forma el controlador o regulador no tiene en cuenta el valor de la señal de salida, ni se compara ésta con la señal de referencia para decidir la actuación en todo instante sobre el sistema. El caso más típico de un sistema de control en bucle abierto lo constituye la lavadora eléctrica donde el sistema de control va modificando el tiempo, la temperatura de lavado, etc. en función de la indicación del usuario y no en función del nivel de lavado de la ropa (que constituiría el objetivo de control). De esta forma el usuario decide el programa que desea realizar (señal de referencia), y el controlador actúa sobre los diferentes mecanismos del sistema (lavadora) de forma que realiza una serie de actuaciones sin tener en cuenta la señal de salida. En la figura 1.2 se pueden observar las señales involucradas en un control en lazo abierto.

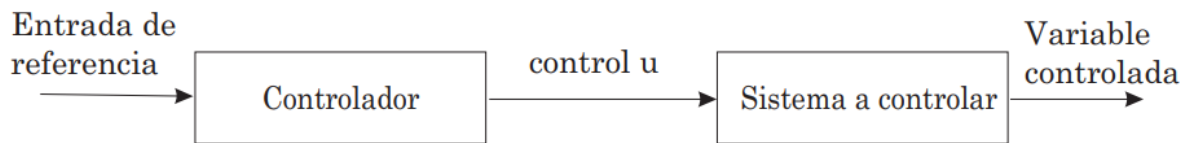


Figura 1.2: Sistema de control en bucle abierto.

Evidentemente los sistemas de control en bucle abierto funcionarán razonablemente bien siempre y cuando hayan sido perfectamente estudiados y no exista ninguna alteración sobre el sistema. Si el fabricante ha estudiado perfectamente cuál debe ser el proceso de lavado para la ropa de unas características determinadas y no se altera en modo alguno el proceso, el objetivo final quedará perfectamente alcanzado. Sin embargo, en el momento en que se altere alguna de las características del proceso (cantidad de ropa, temperatura del agua, suciedad de la ropa, etc.) por cualquier motivo, el objetivo de control puede no satisfacerse.

Por el contrario, en los sistemas de control en bucle cerrado existe una realimentación de la señal de salida o variable a controlar. En este tipo de sistemas se compara la variable a controlar con la señal de referencia de forma que en función de esta diferencia entre una y otra, el controlador modifica la acción de control sobre los actuadores de la planta o sistema. En la figura 1.3 aparece representado un esquema típico de un sistema controlado en bucle cerrado.

En el sistema de control en bucle cerrado ya no afecta tanto las variaciones en cada una de las características del proceso (cantidad de ropa, temperatura, etc.) ya que el controlador debe actuar en todo instante en función de la diferencia entre la señal a controlar (limpieza de la ropa) y la señal de referencia (por ejemplo blancura deseada).

Es necesario comentar que si se conociese perfectamente un sistema y no pudiese alterarse de ninguna forma las características del mismo (tanto internas como externas), es más aconsejable utilizar un sistema de control en lazo abierto pues serían más sencillos y económicos. Los sistemas de control en lazo cerrado presentan ventajas cuando se pueden producir perturbaciones sobre el sistema o bien variaciones impredecibles en alguna de las características del mismo.

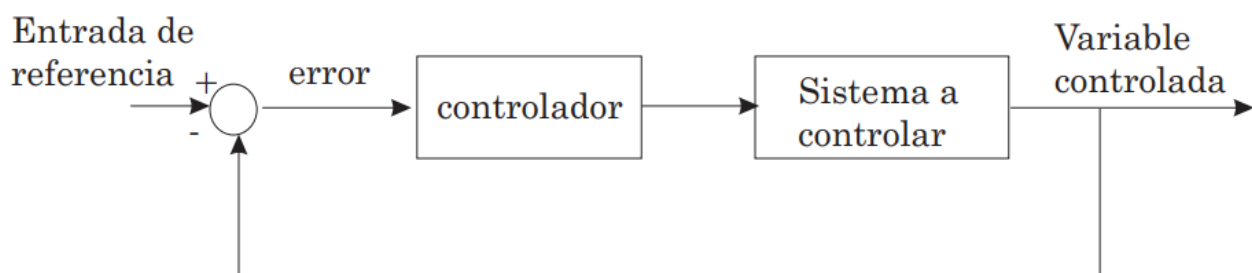


Figura 1.3: Sistema de control en bucle cerrado.

### 1.1.3. Realimentación de sistemas

En el apartado previo se ha establecido la diferencia entre los sistemas de control en bucle abierto y los sistemas de control en bucle cerrado. Como quedó establecido, en estos últimos se compara la señal de salida (o variable que se desea controlar) obtenida en la mayor parte de las ocasiones a través de un conjunto de sensores, con una señal de referencia. Este efecto se conoce como realimentación. El efecto inmediato que persigue esta realimentación es reducir el error entre la señal de salida y la señal de referencia actuando en consecuencia.

Pero no sólo la realimentación tiene por cometido reducir el error entre la señal de salida y la señal de referencia de un sistema. La realimentación también produce efectos sobre la ganancia global del sistema (puede tanto aumentar como disminuir en función de la realimentación), la estabilidad (un sistema inicialmente estable puede pasar a ser inestable o a la inversa en función de la realimentación), así como sobre las perturbaciones posibles que se presenten sobre el mismo (puede reducir el efecto de las perturbaciones que se originan sobre el sistema). Por lo tanto, la realimentación es un elemento clave muy a tener en cuenta en el estudio de los sistemas de control ya que puede modificar considerablemente los resultados producidos por éstos.