

EL ABC DE LA AUTOMATIZACION

SISTEMAS DE CONTROL AUTOMÁTICO; por Patricio Abarca

El control automático de procesos es una de las disciplinas que se ha desarrollado a una velocidad vertiginosa, dando las bases a lo que hoy algunos autores llaman la segunda revolución industrial. El uso intensivo de las técnicas del control automático de procesos tiene como origen la evolución y tecnificación de las tecnologías de medición y control aplicadas al ambiente industrial.

Su estudio y aplicación ha contribuido al reconocimiento universal de sus ventajas y beneficios asociados al ámbito industrial, que es donde tiene una de sus mayores aplicaciones debido a la necesidad de controlar un gran número de variables, sumado esto a la creciente complejidad de los sistemas. El control automático de procesos se usa fundamentalmente porque reduce el costo asociado a la generación de bienes y servicios, incrementa la calidad y volúmenes de producción de una planta industrial entre otros beneficios asociados con su aplicación.

La eliminación de errores y un aumento en la seguridad de los procesos es otra contribución del uso y aplicación de esta técnica de control. En este punto es importante destacar que anterior a la aplicación masiva de las técnicas de control automático en la industria, era el hombre el que aplicaba sus capacidades de cálculo e incluso su fuerza física para la ejecución del control de un proceso o máquina asociada a la producción. En la actualidad, gracias al desarrollo y aplicación de las técnicas modernas de control, un gran número de tareas y cálculos asociados a la manipulación de las variables ha sido delegado a computadoras, controladores y accionamientos especializados para el logro de los requerimientos del sistema.

El principio de todo sistema de control automático es la aplicación del concepto de realimentación o feedback (medición tomada desde el proceso que entrega información del estado actual de la variable que se desea controlar) cuya característica especial es la de mantener al controlador central informado del estado de las variables para generar acciones correctivas cuando así sea necesario. Este mismo principio se aplica en campos tan diversos como el control de procesos químicos, control de hornos en la fabricación del acero, control de máquinas herramientas, control de variables a nivel médico e incluso en el control de trayectoria de un proyectil militar.

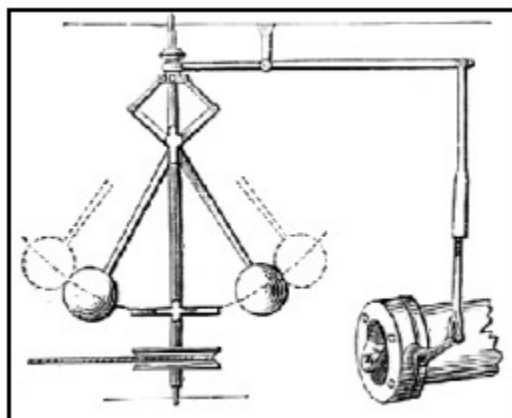


El uso de las computadoras digitales ha posibilitado la aplicación en forma óptima del control automático a sistemas físicos que hace algunos años atrás eran imposibles de analizar o controlar. Uno de estos avances está dado por la aplicación de las técnicas de control difuso, aplicaciones con redes neuronales, simulación de sistemas de control y sistemas expertos entre otros.

Es de vital importancia la aplicación del denominado control adaptativo cuya principal característica es su capacidad de modificar los parámetros del sistema de control en respuesta a cambios en la dinámica y/o perturbaciones del sistema. Esta fue la principal razón para introducir este tipo de reguladores, es decir, los cambios internos que puede sufrir la dinámica de la planta a controlar por factores ambientales u otros inherentes a los sistemas como el envejecimiento, desgaste y los cambios en el entorno del conjunto regulador-planta, como por ejemplo, cambios en la presión y temperatura entre otros. Uno de los primeros campos donde se introdujo esta técnica de control fue en los pilotos automáticos de vuelo, donde las condiciones atmosféricas y las propias del vehículo, como el peso y la velocidad, pueden cambiar radicalmente.

En este punto es importante plantear la pregunta sobre qué es el control automático, siendo la respuesta a esta inquietud la siguiente:

“El control automático es el mantenimiento de un valor deseado para una cantidad o condición física, midiendo su valor actual, comparándolo con el valor referencia, y utilizando la diferencia para proceder a reducirla mediante una acción correctiva. En consecuencia, el control automático exige un lazo cerrado de acción y reacción que funcione sin intervención humana”.



El elemento más importante de cualquier sistema de control automático es el lazo de control realimentado, que no es más que una trayectoria cerrada formada por un sensor, un controlador y un elemento final de control. El concepto de control por realimentación no es nuevo, el primer lazo de control realimentación fue usado en 1774 por James Watt para el control de la velocidad de una máquina de vapor.

A pesar de que los principios de funcionamiento del lazo de control ya eran conocidos, las técnicas de control y análisis de estabilidad se desarrollaron lentamente hasta que los primeros sistemas de transmisión neumática comenzaron a volverse comunes en los años 40. Desde esta fecha en adelante se marca un hito debido a la necesidad de contar con herramientas de análisis y nuevas tecnologías aplicadas a los equipos de control, necesarios para la implementación de sistemas más seguros, robustos y estables.

Dentro de los aportes más importantes tenemos los trabajos desarrollados por Minorsky y Hazen. En el trabajo de Minorsky "Directional Stability of Automatic Steered Bodies" de 1922, se reconoce la no-linealidad de los sistemas y aplica la linealización mediante el desarrollo en serie de Taylor a sistemas no-lineales correspondientes al movimiento angular de un buque. Estudia además la estabilidad y los efectos de los retrasos de la información sobre las salidas de los Sistemas. Hazen, en su publicación "Theory of Servomechanism" (1934), analiza el funcionamiento de los servomecanismos utilizando en su análisis entradas típicas de escalón y rampa. Aparte de proponer un marco conceptual, Hazen utiliza herramientas matemáticas como el cálculo operacional de Heaviside. En sus trabajos estudia el diseño de servomecanismos para posicionar ejes.

El estudio de los servomecanismos y los reguladores en el dominio frecuencial se realiza al obtenerse resultados sobre el diseño de amplificadores de señal realimentados. Destacan los trabajos de Nyquist (1932), BLACK (1934) y Bode (1940).

El suceso que realmente marca un hito en el desarrollo de los métodos de respuesta en frecuencia es la aparición de trabajo clásico de Nyquist sobre la estabilidad de amplificadores realimentados. Nyquist presenta en este trabajo "Regeneration Theory", su celebre criterio de estabilidad.

En 1942 Ziegler y Nichols, ingenieros de Taylor Instruments hicieron un estudio importante que condujo a fórmulas empíricas para sintonizar el regulador PID al proceso. Este estudio "Optimum Settings for Automatic Controllers" fue presentado en el "ASME Winter Annual Meeting". Los coeficientes de las distintas acciones proporcional, integral y derivada, se podían determinar de valores medidos experimentalmente del proceso que se deseaba controlar. La importancia de estas reglas de ajuste óptimo de controladores es enorme, siguen siendo vigentes y ampliamente usadas en el ámbito del control de procesos industriales. El trabajo de Ziegler y Nichols es pionero en el desarrollo de la idea de control óptimo, aunque su criterio de optimización, que consiste en minimizar la superficie de error absoluto, no se puede tratar analíticamente.