

Capítulo 1

Introducción

En la práctica de la ingeniería comúnmente existe la necesidad de llevar un sistema físico hasta un punto determinado con cierto grado de exactitud. Un sistema de control es el conjunto de técnicas y herramientas que guían un sistema físico hasta las condiciones deseadas. Dentro de la vida cotidiana son cada vez más los aspectos en que se han visto involucrados los sistemas de control, ya sea en la producción industrial, sistemas de transporte, líneas de ensamble, sistemas de seguridad, etc. En algunos de éstos, la precisión y certidumbre de los procesos realizados es de vital importancia, y en ellas el control juega un papel fundamental.

El fundamento del control automático consiste en calcular una acción correctiva en función de la diferencia entre el estado actual del proceso y el estado deseado. Esto se conoce como control realimentado y está conformado por tres bloques básicos: un proceso, planta o sistema a controlar, un sensor y un controlador, como se muestra en la Figura 1.1.

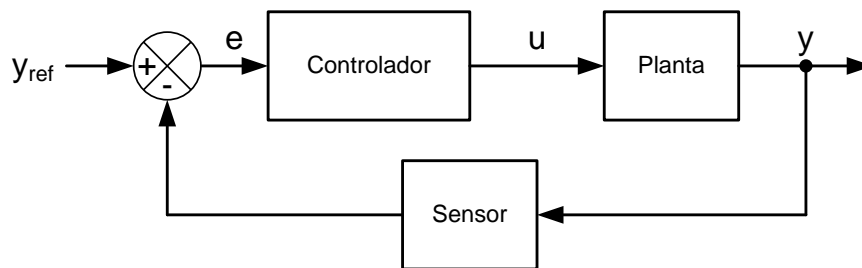


Figura 1.1. Esquema del control realimentado.

El controlador es un conjunto de elementos (de tipo mecánico, eléctrico, hidráulico, neumático, entre otros) que recibe en su entrada el error de referencia y ejecuta una ley de control para producir la señal correctiva de entrada del proceso.

El control PID es el controlador industrial más utilizado, empleado por su buen desempeño y facilidad de implementación. El acrónimo PID proviene de las tres partes que lo componen: una acción proporcional, una acción integral y una acción derivativa: el componente proporcional ajusta la ganancia en relación directa con la magnitud del error, el componente integral elimina el error en estado estacionario y el componente derivativo mejora la velocidad de respuesta [9].

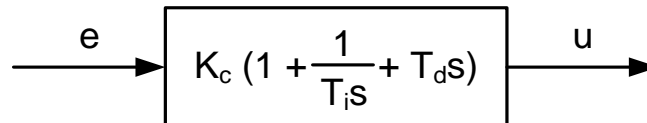


Figura 1.2. Diagrama de bloques de un controlador PID.

Para conseguir un buen rendimiento y evitar comportamientos indeseables en el sistema es preciso ajustar los parámetros del controlador hasta que el desempeño del proceso se considere satisfactorio [19]. A este procedimiento se le conoce como sintonización del controlador y puede realizarse por prueba y error, o siguiendo uno de un conjunto de algoritmos de sintonización que permiten encontrar de manera sistemática valores adecuados de los parámetros del controlador. Existen diversos métodos de diseño de controladores, que requieren ya sea el modelo del proceso o su respuesta en frecuencia para calcular las ganancias óptimas del controlador. Aún así se requiere hacer pruebas de campo para realizar ajustes finales, sobre todo si la información del proceso es incompleta o inexacta. De manera alternativa, se han planteado controladores adaptables, que tienen la capacidad de encontrar valores adecuados durante la operación automática.

El presente trabajo propone el desarrollo e implementación de un controlador tipo PID sintonizado empleando una red wavenet. Las redes wavenet se han utilizado con anterioridad para aproximación de funciones e identificación de procesos cuyas funciones de transferencia –el modelo matemático que describe el comportamiento del proceso– son desconocidas. En trabajos previos ([2] y [17]) se han empleado algoritmos wavenet para sintonizar controladores en plantas con modelos no lineales.

El propósito de utilizar un PID wavenet es que los parámetros del PID respondan a posibles cambios de la planta o a funciones no lineales con cambios no previstos. Un método autosintonizado es una consideración importante de diseño de sistemas para construir controles adaptables de un *sistema desconocido que varía lentamente*. La idea básica en el control adaptable es estimar los parámetros desconocidos de la planta y correspondientemente ajustar en línea los parámetros del controlador, basados en las

señales medidas del sistema, empleando los parámetros estimados en el cálculo de la entrada de control [6].

El algoritmo PID wavenet aquí presentado se desarrolla empleando simulaciones numéricas en el entorno de desarrollo LabVIEW. Posteriormente, se evalúa su desempeño en tiempo real mediante la implementación en un módulo compactRIO y el simulador de procesos PCS327.

1.1 Estudio del estado del arte

Las primeras menciones de teoría wavelet aparecen en el trabajo de Haar en 1909. Gran parte del desarrollo se realizó durante la década de 1930 por varios grupos de investigación en el tema de la representación de funciones empleando funciones base variantes de escala. David Marr produjo un algoritmo para procesar imágenes empleando wavelets en la década de 1980. En esta misma década Meyer construyó wavelets continuamente diferenciables (en contraste con las wavelets de Haar). Daubechies se basó en el trabajo de Mallat para construir una base ortonormal de funciones, que se ha convertido en el fundamento de las aplicaciones más recientes de las wavelets. [7]

Entre los usos más comunes de las transformadas wavelet están el análisis multirresolución y aproximación de funciones e identificación de parámetros.

Las redes neuronales artificiales se desarrollaron como un modelo matemático generalizado del aprendizaje humano basado en neuronas reales [15]. Esta forma de modelado fue estudiada originalmente por McCulloch y Pitts [12]. Este modelo permite almacenar información y reconocer patrones. Lippman las utilizó en 1987 para reconocimiento de patrones [11]. En la década de 1990 se investigó la descripción matemática de modelos de redes neuronales, su arquitectura y algoritmos de aprendizaje ([3], [4], [8] y [16]). Las redes neuronales ven uso en diversos campos, tales como las telecomunicaciones y reconocimiento de patrones en medicina e ingeniería.

La aplicación conjunta de las dos técnicas anteriores da lugar a las redes wavenet: redes neuronales que utilizan wavelets como funciones de activación, como en [19], que se presenta un control PID autosintonizable, [10] se utiliza una red wavenet para identificación de parámetros y otra red para la sintonización del controlador. También se le utiliza en [17] para controlar un generador eólico. En [2] se describe un método similar al presentado en esta tesis para sintonizar un PID multirresolución.

1.2 Planteamiento del problema

La implementación de un controlador PID wavenet para su ejecución a nivel académico en la tarea de controlar un sistema cuya función de transferencia es desconocida.

1.3 Objetivos

Ejecutar un controlador PID wavenet eficientemente en un equipo de operación en tiempo real.

1.4 Justificación

Se ha visto que el algoritmo PID wavenet y las tecnologías de redes neuronales tienen un gran potencial a desarrollar dentro de varios campos en el área del control. Las redes neuronales se han empleado para la identificación de sistemas físicos y en el auxilio de sistemas de control, cálculo de propiedades de estructuras y análisis de señales. También se les ha empleado en conjunto con las redes neuronales wavenet, como puede verse en la documentación consultada en la elaboración de este trabajo. En las aplicaciones específicas del control PID Wavenet, el algoritmo aún está poco documentado en cuanto a aplicaciones a nivel industrial o más allá de lo académico, lo cual es un espacio de trabajo que puede ser explorado más a profundidad y dar lugar a nuevas investigaciones.

El trabajo presente busca contribuir con mediciones experimentales y evidencia de funcionamiento en equipo de grado industrial.