



Capítulo 1

Introducción

El presente proyecto se titula **Control Borroso Industrial: Uso de la IEC 1131-7 para el control de plantas industriales**. Se presenta como Proyecto Fin de Carrera (PFC) en el Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de la Universidad de Sevilla del alumno Rafael Pajarón Pérez.

El control automático es de vital importancia en el mundo de la ingeniería. Es y será esencial en operaciones industriales como el control de presión, temperatura, flujo, nivel, humedad, viscosidad y otras variables importantes en la industria de la transformación. Por ello se ha elegido la Planta Piloto, que se encuentra en el laboratorio de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de la Universidad de Sevilla. Se ha elegido para aplicar diversas estrategias de control, centrándonos en la utilización de controladores basados en lógica borrosa y el uso de la norma IEC 1131-7 que proporciona un lenguaje común para la programación de controladores borrosos en autómatas programables (*Programmable Logic Controller PLC*) como el que tiene la planta piloto.



Figura 1.0.1: Aspecto de la planta piloto de laboratorio en la actualidad.

La planta se ha utilizado durante años en la aplicación de numerosos sistemas de control y se ha visto envuelta en una constante evolución. El proyecto toma

como base el PFC de Samara González Urbano en el que se realiza la puesta en marcha y monitorización del funcionamiento de la planta y control de alarmas. El presente proyecto utilizará esta base para aplicar estrategias de control en el PLC de la planta, diseñando también una plataforma para simular el funcionamiento de la misma conectando por el estándar de comunicaciones OPC (*OLE for Process Control*) el software Unity Pro y Simulink.

1.1. Objetivos del proyecto

El objetivo fundamental del proyecto es el ensayo de estrategias de control sobre la planta piloto, usando para ello el PLC industrial. En concreto se hará uso de las librerías de controladores y de lógica Fuzzy, proporcionado por el fabricante. También se pretende que el proyecto sirva de guía de iniciación para aquellos que quieran empezar a implementar técnicas de control borroso en autómatas industriales.

El proyecto se desglosa en 7 capítulos y varios anexos de Documentación Técnica con la programación del modelo utilizado y los controladores diseñados para la Planta. Los capítulos en los que se divide el proyecto son:

- Capítulo 1: Introducción. Se realiza una pequeña introducción y se exponen los objetivos del proyecto.
- Capítulo 2: Control Borroso. Puesto que el proyecto se centra en el control borroso se realizará una explicación de los conceptos fundamentales y se expondrán algunas de las herramientas que se utilizarán a lo largo del proyecto.
- Capítulo 3: Caso de estudio. Ya que el proyecto está orientado a la planta piloto se detallará su estado actual y modelado.
- Capítulo 4: Control clásico aplicado a la planta. Se expondrán las estrategias de control clásico que se han utilizado en la planta.
- Capítulo 5: Control borroso aplicado a la planta. Se expondrán las estrategias de control borroso que se han utilizado en la planta
- Capítulo 6: Conexión por OPC.
- Capítulo 7: Conclusiones.

Tanto las pruebas como la programación de todas las aplicaciones utilizadas en este proyecto se realizaron en un PC con un Intel Core Duo a 2.5 GHz con 4 GB de memoria ram sobre el sistema operativo Windows Vista de 32 bits. Los principales programas que se han utilizado en este proyecto han sido:

- MATLAB R2011b (7.13.0.564) de *The MathWorks, Inc.*
- OPC Factory Server V3.34 de *Schneider Electric.*
- Unity Pro XL V4.0 de *Schneider Electric.*

1.2. Justificación

La mayoría de proyectos dedicados a la Planta Piloto han estado enfocados a sistemas de control en los que se han estudiado comportamientos de la planta, evolución de magnitudes de interés y simulaciones ante entradas y parámetros de control diferentes. Para ello se ha usado siempre la aplicación MATLAB mediante OPC (OLE for Process Control), estándar de comunicaciones industriales. El uso de MATLAB ha quedado justificado por su capacidad de manejar complejas estructuras de control y por su popularidad en el entorno académico.

El uso del PLC ha quedado restringido a la automatización de seguridades y a servir de interfaz entre el software de control (desarrollado en MATLAB) y el sistema real. Es bien sabido que en la industria, prácticamente todas las acciones de control se toman desde sistemas basados en PLC. Debido a su configuración física, la planta piloto constituye una plataforma adecuada para el ensayo de estrategias de control avanzadas basadas únicamente en la plataforma PLC. La posibilidad de crear procesos de dinámica no lineal, unido a la existencia de un PLC de última generación, la hace atractiva para ensayos de esquemas de control avanzado basado en plataformas industriales.

1.3. Estado del Control Borroso en la industria

En los últimos años, el número y variedad de aplicaciones de lógica borrosa ha incrementado significativamente. Las aplicaciones van desde productos de consumo tales como cámaras fotográficas, cámaras de vídeo, lavadoras y hornos de microondas al control de procesos industriales, instrumentación médica, sistemas de apoyo a las decisiones y la selección de carteras.

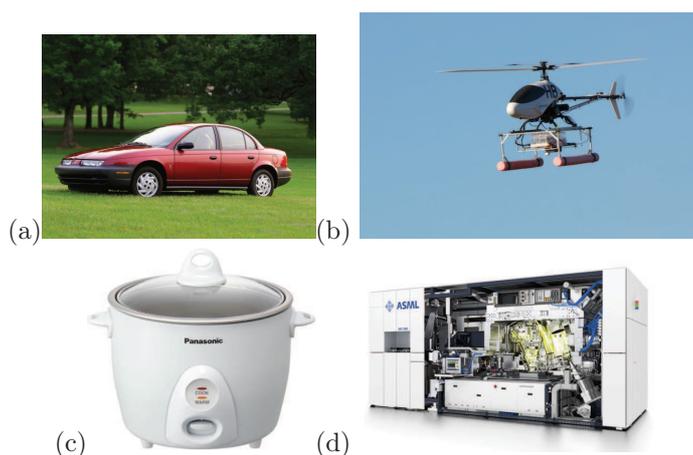


Figura 1.3.1: Algunos ejemplos de las numerosas aplicaciones que utilizan control borroso. (a) 1996 Saturn SL1 equipado con una transmisión automática controlada con lógica borrosa. (b) Helicóptero no tripulado. (c) Panasonic® olla arrocera donde la lógica borrosa controla el proceso de cocción. (d) ASML Water-Steppers.

Después de 1991 la tecnología *fuzzy* salió de los laboratorios científicos y se convirtió en una herramienta industrial. A continuación se muestra un pequeño número de proyectos exitosos y donde se puede apreciar la gran diversidad de aplicaciones posibles:

- Control automático de compuertas para plantas de energía hidroeléctrica (Tokyo Electric Power).
- Control simplificado de los robots (Hirota, Fuji Electric, Toshiba, Omron).
- Apuntado de cámaras para la transmisión de eventos deportivos (Omron).
- Control eficiente y estable de motores de automóviles (Nissan).
- Control de cruce para automóviles (Nissan, Subaru).
- La sustitución de un experto para la evaluación de las actividades de intercambio de existencias (Yamaichi, Hitachi).
- Planificación optimizada de horarios de autobuses (Toshiba, Nippon- Sistema, Keihan-Express).
- Sistema de archivo de documentos (Mitsubishi Elec.).
- Sistema de predicción para la detección temprana de terremotos (Oficina de Sismología de Metrología, Japón).
- Tecnología para la medicina: diagnóstico del cáncer (Facultad de Medicina de Kawasaki).
- Reconocimiento de movimientos en imágenes con cámaras de vídeo (Canon, Minolta).
- Control automático de motores de aspiradoras con un reconocimiento de la condición de la superficie y del grado de suciedad (Matsushita).
- Control de la luz de fondo para cámaras de vídeo (Sanyo).
- Prevención de las fluctuaciones de temperatura no deseados en los sistemas de aire acondicionado (Mitsubishi, Sharp).
- Mejora de la eficiencia y el funcionamiento optimizado de aplicaciones de control industrial (Aptronix, Omron, Meiden, Sha, Micom, Mitsubishi, Nisshin Denki, Oku-Electrónica).
- Posicionamiento de la oblea en el sistema de exposición en la producción de semiconductores (Canon).
- Reconocimiento de los símbolos escritos a mano con los ordenadores de bolsillo (Sony).

- Control de sistemas de metro con el fin de mejorar el confort de conducción, la precisión de la detención y la economía de energía (Hitachi).
- Mejora del consumo de combustible para los automóviles (NOK, Nippon Denki Tools).
- Mejora de la sensibilidad y la eficiencia para el control de elevador (Fujitec, Hitachi, Toshiba).
- Control con un solo botón para lavadoras (Matsushita, Hitachi).
- Ayuda de vuelo para helicópteros (Sugeno).
- Simulación de procesos judiciales (Meihi Gakuin University, Nagoy Univ.).
- Software de diseño para procesos industriales (Aptronix, Harima, Ishikawajima-OC Engeneering).
- Mejora de la seguridad de los reactores nucleares (Hitachi, Bernard, Nuclear Fuel div.).

Para comprender por qué el uso de la lógica borrosa ha crecido, hay que comprender primero lo que se entiende por lógica borrosa por ello se ha realizado un capítulo dedicado a este propósito.