

PLATAFORMA MULTIMEDIA EN INTERNET PARA AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

Alicia Esparza Peidro, José Luis Díez Ruano, Enrique J. Bernabeu Soler
Dept. Ingeniería de Sistemas y Automática. Universidad Politécnica de Valencia.
Camino de Vera s/n, 46022, Valencia.
alespei@isa.upv.es, jldiez@isa.upv.es, ebernabe@isa.upv.es

Resumen

La aparición de las nuevas tecnologías multimedia, así como la generalización del uso de Internet como medio de transmisión de la información, dotan a la enseñanza de poderosas herramientas para mejorar el aprendizaje del alumno. En el área de Ingeniería de Sistemas y, en concreto, en la asignatura de Automatización Industrial, estos instrumentos se han empleado para crear una Plataforma Multimedia para la Automatización Industrial. Ésta constituye un lugar de autoaprendizaje que será de utilidad tanto para alumnos, desde los asistentes a clase hasta los no presenciales, como para profesores y personas interesadas en los temas relacionados con la automatización.

Palabras Clave: autoaprendizaje, curso no presencial, tecnología multimedia, web, Internet, automatización industrial.

1 INTRODUCCIÓN

La aplicación de las nuevas tecnologías multimedia en los métodos educativos de la enseñanza universitaria en general y de la Ingeniería de Sistemas en particular es un hecho constatado, como lo demuestran los diferentes eventos técnicos relativos a este tema que han tenido lugar en los últimos años tanto a nivel nacional ([1], [2]) como internacional ([6], [7]). Las técnicas empleadas son muy diversas y van desde los cursos multimedia en la red hasta laboratorios remotos y virtuales, pasando por infinitas combinaciones de todos ellos con diferentes grados de interactividad con el usuario.

Motivados por las posibilidades de aprendizaje que ofrecen las herramientas multimedia así como por la creciente utilización por parte del alumnado de los recursos docentes existentes en la red, dado el cada día más común acceso de los alumnos a Internet, los autores del presente artículo han creído conveniente recopilar toda la información que sobre el tema de la "Automatización Industrial" tenían disponible, ponerla en común y desarrollar una "Plataforma Multimedia en Internet para Automatización

Industrial". Este sitio web servirá como Centro de Aprendizaje e Información tanto para los profesores de las asignaturas en las que la Automatización Industrial tenga un peso importante como para los alumnos, ya que abre caminos alternativos al aprendizaje por la posibilidad de que los alumnos aprendan por sí mismos y no solo con la asistencia a clase.

Para el desarrollo del portal ha sido necesario crear el sitio web, incluir en él las herramientas multimedia que podrían ser útiles (software, documentación, etc.) y transformar material diverso (transparencias en diversos formatos, presentaciones multimedia de cursos presenciales) en material multimedia.

Finalmente, se pretende solicitar durante el próximo curso académico y dentro del "Programa de Ayuda a la Mejora del Aprendizaje" de la Universidad Politécnica de Valencia [15], una ayuda existente para "complementar o establecer métodos alternativos a la docencia reglada por medio de textos y cursos vía INTERNET interactivos".

2 MARCO ACADÉMICO

El portal desarrollado es útil para diferentes asignaturas de las impartidas en la Universidad Politécnica de Valencia. En concreto, las asignaturas implicadas más directamente son:

- "Automatismos Industriales" en la Escuela Universitaria de Informática,
- "Automatización Industrial" en la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial,
- "Automatización de Procesos" en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales.

En la Escuela Universitaria de Informática (EUI) [12], la docencia se estructura en 6 semestres, quedando la asignatura "Automatismos Industriales" enmarcada, como asignatura optativa, en el segundo semestre del segundo curso de la especialidad de sistemas, como se observa en la tabla 2.1.

Tabla 2.1. Optativas del cuarto semestre de la EUI especialidad sistemas.

| Curso | Sem. | Denominación | Tot. | Teór. | Práct. |
|-------|------|--|------|-------|--------|
| 2 | B | Informática Gráfica 2D | 4.5 | 2 | 2.5 |
| 2 | B | Arquitectura del PC | 6 | 4.5 | 1.5 |
| 2 | B | Introducción Diseño Lógico | 6 | 3 | 3 |
| 2 | B | Introducción a la Transmisión de Datos | 6 | 3 | 3 |
| 2. | B | Automatismos Industriales | 6 | 3 | 3 |

En la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial (EUITI) [13] el plan de estudios se estructura en 3 cursos de dos semestres cada uno, independientes para cada una de las cinco especialidades que se imparten. La asignatura "Automatización Industrial" es troncal y se imparte de forma anual en el último curso en la especialidad de electrónica, como se muestra en la tabla 2.2.

Tabla 2.2. Troncales y obligatorias anuales de la EUITI especialidad electrónica.

| Esp. | Sem. | Denominación | Tot. | Teór. | Práct. |
|--------|------|----------------------------------|------|-------|--------|
| Elect. | 5-6 | Oficina Técnica | 6 | 3 | 3 |
| Elect. | 5-6 | Electrónica de Potencia | 6 | 3 | 3 |
| Elect. | 5-6 | Administración Empresas | 6 | 3 | 3 |
| Elect. | 5-6 | Automatización Industrial | 9 | 4.5 | 4.5 |

En la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales (ETSII) [11] el plan de estudios comprende un total de 10 semestres. La asignatura "Automatización de Procesos" queda enmarcada entre las materias del octavo semestre en la intensificación de Sistemas Electrónicos y Automáticos (SEA), como se describe en la tabla 2.3.

El temario que se ha seguido para la realización del curso en torno al cual se estructura la plataforma web que se describe en el siguiente apartado, es el de la asignatura Automatización Industrial, ya que es la que hace un estudio profundo (partiendo desde un nivel de conocimientos muy básico) de las técnicas de diseño e implementación de Automatismos Industriales en los Autómatas Programables. Este curso multimedia en la red será, en todo o en parte, útil para el estudio de todas las asignaturas que tengan algún tema sobre Automatización Industrial (las enumeradas en este apartado u otras), con la

apropiada supervisión del profesor responsable de la misma.

Tabla 2.3. Asignaturas del noveno semestre de la ETSII para la intensificación SEA.

| Ciclo | Sem. | Denominación | Tot. | Teór. | Práct. |
|-------|------|--------------------------------------|------|-------|--------|
| 2 | 9 | Sistemas Informáticos de Tiempo Real | 6 | 3 | 3 |
| 2 | 9 | Ingeniería de Control | 6 | 3 | 3 |
| 2 | 9 | Electrónica Analógica | 4 | 2 | 2 |
| 2 | 9 | Circuitos Electrónicos Programables | 6 | 3 | 3 |
| 2 | 9 | Automatización de Procesos | 4 | 2 | 2 |

3 AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

Se trata de la asignatura que aborda el análisis y síntesis de los sistemas de eventos discretos, así como sus aplicaciones industriales, para mejorar los niveles de producción. Esta asignatura es troncal en la titulación de Ingeniero Técnico en Electrónica Industrial, impartida en la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial [12]. Por tanto, se trata de una asignatura totalmente necesaria para que el Ingeniero Técnico tenga los mínimos conocimientos requeridos para la automatización de los procesos industriales.

El material desarrollado permite impartir una docencia cuantificada en 9 créditos, especialmente dedicados al carácter práctico. El material docente multimedia presentado en este trabajo permite, de forma directa, su aplicación en laboratorio mediante la implementación de automatismos que consideren distintas problemáticas.

La asignatura de Automatización Industrial presenta los siguientes objetivos:

- Diferenciar la tecnología requerida para la aplicación de la automatización industrial. De este modo, se distinguirá entre captadores, preaccionadores, accionadores, etc., identificando, por otro lado, la arquitectura del autómatas programable.
- Caracterizar la estructura y modelado de los sistemas de eventos discretos, identificando su uso para la generación de automatismos. El alumno

distinguirá, en una aplicación industrial dada, las entradas y las salidas de un sistema dado.

- c) Diseño de automatismos, desarrollando la capacidad de análisis y síntesis para resolver distintas problemáticas industriales.

El programa de la asignatura consta de un total de siete temas:

1. *Introducción a la Automatización* ([3], [10]). Los objetivos de este tema son:

- Definir los conceptos de automatización industrial y automatismo.
- Distinguir los modos de implementación y de funcionamiento de los automatismos.
- Aplicar la nomenclatura utilizada para la representación de automatismos.
- Identificar la problemática del escenario de la automatización industrial.

En este tema, tras introducir los conceptos de automatización industrial y automatismo, se muestra, de forma básica, la tecnología y funcionamiento de los automatismos para su aplicación en la industria. El tema finaliza incorporando al estudio de los automatismos cualidades requeridas sobre seguridad, fiabilidad y disponibilidad.

2. *Tecnología de la Automatización Industrial* ([3], [9]). Este tema presenta los siguientes objetivos:

- Distinguir la tecnología requerida para la aplicación de la automatización industrial.
- Caracterizar el funcionamiento de los distintos tipos de captadores, preaccionadores y accionadores.
- Generalización de los principios de funcionamiento de los captadores, preaccionadores y accionadores bajo tecnología neumática.

En primer lugar, se muestra la necesidad de unos mecanismos que enlacen el automatismo con el proceso industrial en cuestión. Sin más, se pasa a estudiar las características y clasificar los distintos tipos de captadores, preaccionadores y accionadores de naturaleza eléctrica, electrónica y neumática.

3. *Arquitectura del Autómata Programable* ([3], [9]). Este tema introduce los siguientes objetivos:

- Identificar el funcionamiento de cada uno de los módulos que componen un autómata programable.
- Distinguir los distintos tipos de ciclos de funcionamiento, deduciendo su uso aplicado más apropiado.

- Reconocer los distintos módulos de entrada y salida, así como las unidades externas de programación.
- Identificar las características del autómata programable de prácticas, distinguiendo entre ellas el uso de los temporizadores y contadores.

En este tema se realiza un barrido sobre todos los aspectos funcionales de los autómatas programables. Así, desde el punto de vista del hardware, se presenta al alumno todos los módulos que son necesarios para el correcto funcionamiento del autómata. Por otro lado, se relaciona al alumno con las principales características de los lenguajes de programación.

4. *Sistema de Eventos Discretos* ([3], [4], [5], [8], [10]). Herramientas de Modelado. Los objetivos planteados para este tema son:

- Identificar el concepto de sistema de eventos discretos, detectando y diferenciando sus entradas, salidas, condiciones y eventos.
- Inferir la capacidad de los sistemas de eventos discretos para representar el comportamiento de un automatismo.
- Extrapolar la necesidad de una herramienta matemática para el modelado de dichos sistemas de eventos discretos.
- Reconocer a las Redes de Petri, distinguiendo sus propiedades, como herramienta de modelado de automatismos de aplicación industrial.

Tras introducir y analizar el concepto de sistema de eventos discretos, se deduce su facultad para representar automatismos. A continuación, se presenta al alumno la Red de Petri, analizando sus propiedades, de tal forma que se puedan mostrar, utilizando dicha herramienta, ejemplos sencillos de automatismos. El tema finaliza con una serie de ejercicios prácticos. Importante: se debe transmitir al alumno que, utilizando este tipo de herramienta, el diseño de automatismos no es, en principio, tan complejo como resultaría empleando las técnicas tradicionales de síntesis de automatismos.

5. *Diseño de Automatismos Mediante el Diagrama Etapa-Transición* ([3], [4], [5], [8], [10]). Los objetivos son los siguientes:

- Caracterizar la nueva herramienta de modelado de automatismos llamada Grafcet.
- Relacionar los modos de funcionamiento de la Redes de Petri con el Grafcet, detectando las diferencias existentes entre ambos.
- Diseño de automatismos utilizando el Grafcet.

Conocido el modo de funcionamiento de las Redes de Petri, es relativamente sencillo, por analogía, introducir el Grafcet. Simplemente hay que hacer hincapié en las diferencias existentes entre ambas

herramientas, y reforzar los conocimientos adquiridos en el tema anterior. Posteriormente, dado que se trata de un tema meramente práctico, se realizan una serie de ejercicios, cuya complejidad va en aumento, permitiendo inducir en el alumno cierta destreza en el uso del Grafcet.

6. *Implementación de los automatismos a Partir del Diagrama Funcional del GRAFCET* ([3], [4], [5], [8], [10]). Para este tema los objetivos son:

- Representar por medio de ecuaciones lógicas el funcionamiento de un diagrama Grafcet dado.
- Reestructurar los automatismos diseñados por medio de la herramienta Grafcet para que puedan ser ejecutados en autómatas programables genéricos.
- Completar la destreza en el diseño de automatismos con el uso de normas especiales de representación (evoluciones simultáneas, secuencias exclusivas, acciones y receptividades temporizadas, acción mantenida, etc.).

En este tema, se le muestra definitivamente la potencia de la herramienta Grafcet en el diseño de automatismos, ya que al carácter asistente que presenta el Grafcet se le une la facultad de ser implementable y, por tanto, ejecutable en cualquier autómatas programable. Por otro lado, se presenta al alumno una serie de normas especiales de representación Grafcet, que son de gran utilidad en la resolución de problemáticas propias de aplicaciones industriales.

7.- *Diseño Estructurado* ([3], [4], [5], [8], [10]). Este tema se centra en los siguientes objetivos:

- Distinguir los distintos tipos de ciclos de ejecución, así como su correspondiente implementación.
- Aplicar el tratamiento de emergencias, diferenciado sus distintos tipos, a los diagramas Grafcet diseñados, desarrollando las requeridas ecuaciones de activación/desactivación asociadas a dicho tratamiento.
- Decidir las ventajas del Diseño Estructurado, aplicando esta nueva metodología para el diseño de automatismos.

El tema se inicia mostrando los distintos tipos de ciclos de ejecución, introduciendo posteriormente los diferentes tratamientos de alarmas y emergencias y su implementación por medio de la herramienta Grafcet. A continuación se presenta, como prestación adicional, la facultad de enfocar el diseño de automatismos de una forma estructurada y jerárquica, de tal modo que permita abordar cómoda y elegantemente la resolución de problemas complejos. Finalmente, se muestra al alumno la implementación

estructurada de los ciclos de ejecución y del tratamiento de alarmas y emergencias.

4 MOTIVACIÓN DEL CURSO MULTIMEDIA

El desarrollo de este curso multimedia ya queda justificado por el importante hecho de permitir la docencia de la asignatura Automatización Industrial para alumnos no presenciales. Estos alumnos podrán seguir desde sus casas, vía Internet, toda la asignatura con una posibilidad de éxito similar a la de los alumnos que asistan a clase. Simplemente, deberán resolver sus dudas, si lo requieren, en horario de tutorías, además de asistir a las sesiones de prácticas y, por supuesto, superar el correspondiente examen.

Este material, por supuesto, está también enfocado como material complementario para cualquier alumno que lo requiera, incluso para cualquier persona que necesite seguir un curso de básico de Automatización Industrial.

El marco en la Universidad Politécnica de Valencia, en el que se encuentra este trabajo, es el Proyecto EUROPA (Una Enseñanza Orientada al Aprendizaje, [15]) que nació en el curso 1999/2000. Este Proyecto se compone actualmente de cinco programas.

- Ayuda Complementaria a la Docencia. Se trata de unos incentivos que reconocen el esfuerzo del profesorado en la mejora de la calidad de la enseñanza
- Ayuda a la Organización Docente. Con la intención de potenciar y canalizar la coordinación de los centros y departamentos
- Ayuda a la Formación Integral del Alumno. Pretende incentivar la formación más amplia del alumno que contribuya a una mejor incorporación en el mercado laboral.
- Ayuda a la Mejora de la Enseñanza. Son objetivos la coordinación de temarios, la aplicación de nuevos métodos de enseñanza-aprendizaje y la mejora de la cualificación del profesorado.
- Ayuda a la Mejora del Aprendizaje. Se procura mejorar el aprendizaje del alumno suministrándole métodos alternativos que favorezcan el autoaprendizaje.

El trabajo realizado se enmarca concretamente dentro de este último programa, ya que se trata de un método alternativo a la docencia reglada que favorece el aprendizaje de la Automatización Industrial.

5 PLATAFORMA EN INTERNET

El curso multimedia desarrollado se incluye en una página web que trata de ofrecerle al alumno no sólo la posibilidad de seguir a distancia la asignatura de Automatización Industrial, sino también abundante información adicional. En concreto, la página se divide en varias secciones, tal y como se muestra en la figura 1:

- *Página principal.* En ella se ofrece una introducción al curso, donde se expone la motivación que impulsó su creación, y donde se detalla qué es lo que el visitante puede encontrar en las restantes secciones (figura 1).
- *Curso.* Se trata del curso multimedia propiamente dicho. Una vez en él, el usuario se puede mover a su través empleando una serie de botones que permiten acceder a determinadas zonas del mismo (figura 2).
- *Asignaturas.* En esta sección se presenta una relación de asignaturas impartidas por el Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática de la Universidad Politécnica de Valencia relacionadas con la automatización industrial. Esta información complementaria resultará de gran utilidad a aquel alumno que desee ampliar su conocimiento en cuestiones que presenten alguna relación con la automatización.
- *Enlaces.* En esta sección se enumeran varios enlaces a otras páginas web que contengan temas relacionados con el curso y que puedan resultar de utilidad para el alumno interesado en la automatización.
- *Ayuda.* En esta sección se muestran las direcciones de contacto a las que puede acceder cualquier persona que tenga alguna duda.



Figura 1: Página web principal

El acceso a este lugar web se encuentra en la página del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática de la Universidad Politécnica de Valencia [14].

5.1 CURSO MULTIMEDIA DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

Constituyendo la parte central de la página web creada, el curso cubre la totalidad del temario desarrollado en el apartado 3 (figura 2). El objetivo final es posibilitar el aprendizaje de la asignatura a alumnos no presenciales. Por lo tanto, el material debe presentar las siguientes características:

- Claridad en los conceptos.
- Ejemplos ilustrativos y animaciones que ayuden a comprender las ideas principales expuestas.
- Ejercicios resueltos y propuestos.
- Fácil manejo del entorno y movilidad a través del mismo. Para ello se incluyen una serie de botones que permiten realizar diversas acciones:
 - Avanzar o retroceder una página (con los botones  y , respectivamente).
 - Ir al índice inmediatamente precedente o posterior a la diapositiva actual ( y , respectivamente). Desde el índice de cada tema se podrá acceder a cada apartado del mismo.
 - Ir a la página inicial (, desde donde se puede acceder a cualquiera de los temas contenidos en el curso.
 - Obtener una ayuda rápida del funcionamiento y manejo del curso ().



Figura 2: Curso de Automatización Industrial. Bloques temáticos y temas que cubre el mismo

La estructura que presenta el curso multimedia de Automatización Industrial es la siguiente:

- En primer lugar, se incluye una introducción al curso y las instrucciones para el manejo del mismo (figura 3).
- El curso se divide en bloques temáticos (figura 2). Cada bloque puede contener uno o varios temas. En concreto, estos bloques son:
 - *Introducción.* Este bloque sólo incluye un tema: Introducción a la automatización.

- *Autómata Programable*. Está compuesto por dos temas: *Tecnología de la automatización y Arquitectura del autómata programable*.
- *Diseño*. Cuatro son los temas que constituyen este bloque temático: *Sistemas de eventos discretos, Diseño de automatismos, Implementación de automatismos y Diseño estructurado*.
- Al inicio de cada bloque se presenta la bibliografía específica recomendada para la ampliación de la información presentada en los temas contenidos en el bloque ([3], [4], [5], [8], [9], [10]).
- Al comienzo de cada tema se incluye un índice desde el que se puede acceder a cualquier apartado del mismo.

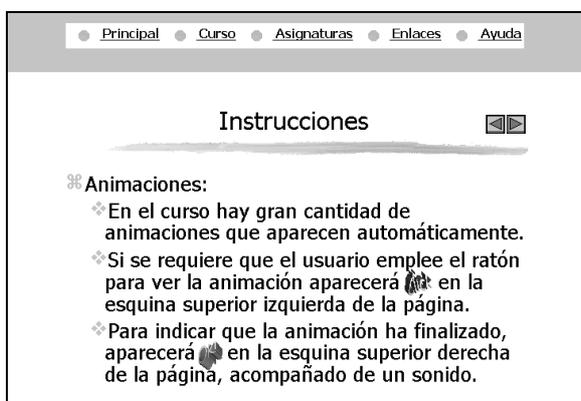


Figura 3: Instrucciones para el seguimiento del curso multimedia

6 CONCLUSIONES

Se ha desarrollado un curso de Automatización Industrial empleando técnicas multimedia, cuyo objetivo principal es dotar al alumno no presencial de las herramientas necesarias para poder superar con éxito la asignatura. Asimismo, el curso constituye un valioso material de apoyo para todos aquellos alumnos presenciales que lo requieran, así como para cualquier otra persona interesada en la automatización de procesos.

Al curso se le ha dotado de información adicional, colocándose todo ello en un sitio web desde donde pueden acceder todos los alumnos. Esta plataforma en Internet permite una gran flexibilidad en la docencia de la asignatura, ya que el alumno contará en cualquier momento con la información actualizada.

Gracias a la tecnología multimedia, el aprendizaje del alumno resulta más motivador, ya que la ausencia del profesor se suple con ejemplos ilustrativos claros, e incluso animaciones convenientemente diseñadas.

Se prevé realizar una experiencia para comprobar la utilidad de la herramienta desarrollada durante el próximo curso 02-03, en un primer paso como apoyo a la docencia habitual como lección magistral y, si la Universidad Politécnica lo permite y apoya el proyecto, para la futura creación de un grupo de alumnos con docencia no presencial de Automatización Industrial, ya que el temario coincide con el del curso incluido en el portal desarrollado y se podrían articular los medios para la realización de las prácticas de alguna forma alternativa.

Referencias

- [1] Actas de las “I Jornadas de Trabajo sobre Enseñanza via Internet/Web de la Ingeniería de Sistemas y Automática: EIWISA 2000”. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, 2000.
- [2] Actas de las “II Jornadas de Trabajo sobre Enseñanza via Internet/Web de la Ingeniería de Sistemas y Automática: EIWISA 2001”. Universidad Nacional de Educación a Distancia, Madrid, 2001.
- [3] E. García, (1999) *Automatización industrial*, Universidad Politécnica de Valencia, SPUPV-99.4116.
- [4] J. Balcells, (1997), *Autómatas programables*, Ed. Marcombo.
- [5] J.C. Bossy, (1995) *Grafcet. Práctica y aplicaciones*, Ed. UPC.
- [6] Proceedings of “Education in Automatic Control Workshop: EDCOM 2001”, Linz (Austria), 2001.
- [7] Proceedings of “Internet Based Control Education Workshop: IBCE 2001”, Madrid, 2001.
- [8] R. David, (1992) *Petri nets and grafcet*, Ed. Prentice-Hall.
- [9] R. Pallás, (1998) *Sensores y acondicionadores de señal*, Ed. Marcombo-Boixareu.
- [10] R. Piedrafita, (1999) *Ingeniería de la automatización industrial*, Ed. Ra-ma.
- [11] <http://www.etsii.upv.es>
- [12] <http://www.eui.upv.es>
- [13] <http://www.euiti.upv.es>
- [14] <http://www.isa.upc.es>
- [15] <http://www.upv.es/europa>