

# MEMORIA DE SEGUIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS PROYECTOS COORDINADOS DE INNOVACIÓN EDUCATIVA DE LAS TITULACIONES OFICIALES (PCIETO)

## CURSO ACADÉMICO 2013-2014

### DATOS IDENTIFICATIVOS:

CENTRO: ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR CÓRDOBA

TITULACIÓN: GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL

**1. Título del Proyecto: DESARROLLO DE EXPERIENCIAS PARA LA ADAPTACIÓN A LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS Y HERRAMIENTAS DE LOS CONTENIDOS PRÁCTICOS DE LAS ASIGNATURAS DE AUTOMATIZACIÓN DEL GRADO DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL**

**2. Código del Proyecto:**

2013/UCO075/002221

**3. Resumen del Proyecto:**

Es indudable la importancia y el papel relevante que la formación en automatización industrial tiene en el Grado de Ingeniería Electrónica Industrial y, como tal, es imprescindible que los contenidos, herramientas y plataformas involucrados en su docencia estén actualizados, con el fin de que el alumnado disponga de un conocimiento adecuado para su posterior desarrollo profesional. En este sentido, y en especial las aplicaciones prácticas que se propongan en las asignaturas relacionadas con la automatización dentro de la titulación, existe una íntima conexión con el hardware/software utilizado en las mismas y, dada la constante evolución en la tecnología y en las aplicaciones informáticas, se hace imprescindible la necesaria adaptación a las nuevas circunstancias en las asignaturas comentadas. Obviamente, esto redundará en una mejora de la calidad docente y en el aprendizaje del alumno, situándolo en mejor posición para abordar su posterior futuro profesional, enmarcado en disciplinas en constante evolución donde la obsolescencia de los conocimientos adquiridos es un problema fundamental que se debe tratar de paliar. Es por ello que en el presente proyecto se pretende llevar a cabo esta labor a lo largo de varios cursos en los que se imparten las asignaturas correspondientes a automatización industrial en el Grado de Ingeniería Electrónica Industrial y, dado que se encuentran involucradas varias de ellas, se plantea como proyecto coordinado de la titulación.

**4. Coordinación general del Proyecto:**

Nombre y Apellidos	Cargo Institucional
Francisco Javier Vázquez Serrano	Director EPSC

**5. Coordinadores/as específicos/as de cada subproyecto (solo para grados)**

Nombre y Apellidos	Departamento	Subpr.
Luis Manuel Fernández de Ahumada	Informática y Análisis Numérico	S1
Jorge Eugenio Jiménez Hornero	Informática y Análisis Numérico	S2
Juan Garrido Jurado	Informática y Análisis Numérico	S3

**6. Participantes de los subproyectos de grado/proyecto de máster**

Nombre y Apellidos	Departamento	Tipo Personal <sup>(1)</sup>	de	Subpr. <sup>(2)</sup>
Ramón Soldado Laredo	Informática y Análisis Numérico	PDI		S1
Ángel Ruiz Moreno	Informática y Análisis Numérico	Becario		S2
Mario Luis Ruz Ruiz	Informática y Análisis Numérico	Becario		S3

(1) Indicar si se trata de PDI, PAS, becario/a, alumnado contratado, colaborador o personal externo a la UCO

(2) Asignar a cada colaborador el número de subproyecto al que pertenece. Añadir las filas que sean necesarias.

**7. Asignaturas implicadas (incluir las líneas que se necesiten)**

Nombre de la asignatura	Carácter (básica, obligatoria, optativa)
Automática	Obligatoria
Automatización Industrial	Obligatoria
Sistemas Automatizados	Obligatoria
Laboratorio de Control de Procesos	Optativa

# MEMORIA DE SEGUIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS PROYECTOS COORDINADOS DE INNOVACIÓN EDUCATIVA DE LAS TITULACIONES OFICIALES (PCIETO)

## Apartados

### 1. Nivel de logro de los objetivos

Dentro de los objetivos a conseguir con la realización del presente proyecto de innovación hay que distinguir los objetivos generales de todo el proyecto frente a los particulares del subproyecto 1, que estaba centrado en la asignatura “Automática”, de 2º curso de la Titulación (recordemos que se establecía una temporización de tres cursos en el desarrollo del proyecto global). Una vez aclarado dicho punto, posteriormente se presentarán los resultados obtenidos a nivel de proyecto general, pero haciendo hincapié en los objetivos específicos del subproyecto 1.

En la memoria presentada para la obtención de este proyecto se destacaba como objetivo principal la adaptación de las asignaturas relacionadas con la Automatización Industrial del Grado de Ing. Electrónica a las nuevas plataformas hardware/software del mercado, con el fin de actualizar los contenidos que se transmitan a los alumnos. Para la consecución de dicho objetivo, el equipo de profesores solicitante del proyecto ha adquirido el siguiente material hardware: 10 equipos CPUs son S7 314C-2PNDP, como el que se muestra en la Figura 1, con las siguientes características:

- 192 Kbytes de memoria de trabajo
- 24 entradas digitales, 16 salidas digitales
- 4 entradas analógicas, 2 salidas analógicas, 1 salida para PT100
- 1 Interfaz Profibus integrado
- 2 interfaz PROFINET/Ethernet integrado. Switch de 2 puertos.



Figura 1. PLC S7-314C-2PNDP

En paralelo, se han adquirido 10 licencias del software TIA PORTAL v12, del que se muestra una

captura en la Figura 2.

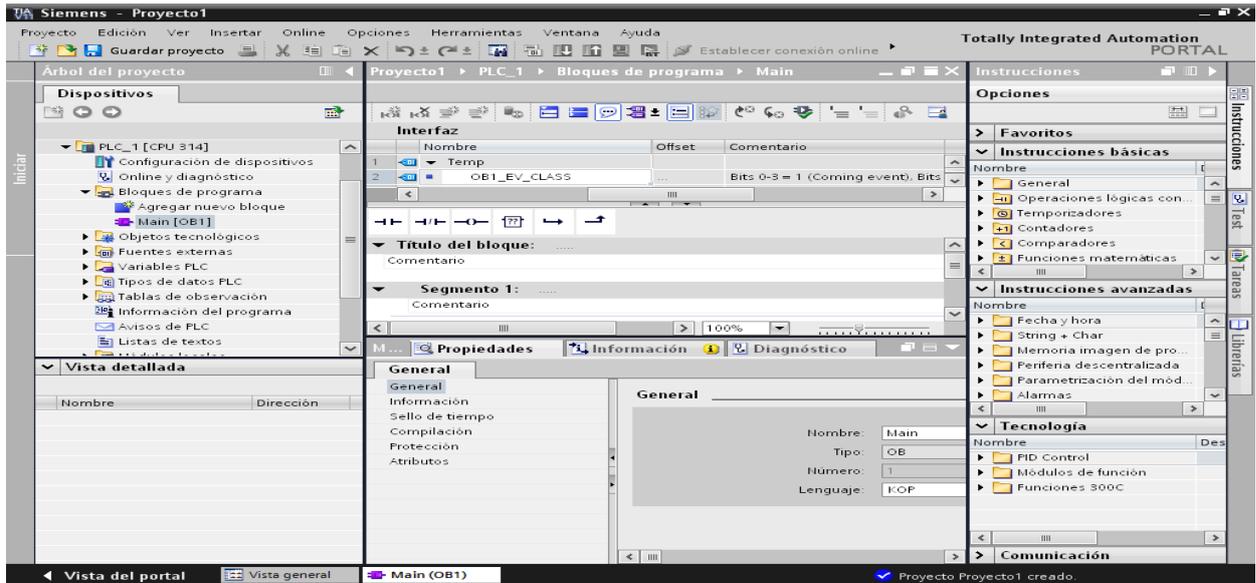


Figura 2. Ventana de TIA PORTAL

Una vez que se contaba con dicho equipamiento, se ha llevado a cabo el proceso de adecuación del material de prácticas existente y el desarrollo de nuevo material adicional para lograr el objetivo marcado. En este sentido, se ha generado abundante documentación consistente en guiones de prácticas que abordan aspectos considerados clave para que los alumnos consigan dominar los equipos y herramientas antes referidas (se adjunta un anexo con dichos documentos). En este sentido, puede afirmarse que se ha cumplido uno de los objetivos principales del proyecto global establecidos para este primer año.

Respecto a los objetivos específicos del subproyecto 1, éstos se centraban en las competencias específicas de la asignatura “Automática” indicadas en su Guía Docente, concretamente “**Conocimientos sobre los fundamentos de automatismos y métodos de control**” y “**Capacidad para diseñar sistemas de control y automatización industrial**”, diseminadas en las diferentes partes en las que se dividía la asignatura. En el apartado de indicadores se especificarán con más detalle, pero se puede afirmar que se han alcanzado los porcentajes mínimos previstos (evaluación de los estudiantes) en los apartados que se definieron inicialmente: operaciones básicas con el autómatas así como con el software asociado, desarrollo de funciones que impliquen temporizadores y contadores, capacidad de trabajo en sistemas de numeración, tipos de datos y operaciones asociadas con la programación a nivel de control de flujo, operación con señales analógicas e implementación de sistemas secuenciales con las herramientas específicas.

2. **Descripción de la experiencia** (exponer con suficiente detalle lo realizado en la experiencia hasta el momento).

Como se ha comentado previamente, el primer año de desarrollo del presente Proyecto de Innovación se ha centrado en la asignatura Automática del Grado de Ing. Electrónica. Ésta consta de un total de 6 créditos ECTS que se distribuyen en 3,6 de Grupo Grande y 2,4 de Grupo Mediano.

La adquisición del material hardware/software ya citado anteriormente presenta dos puntos diferenciados en el desarrollo de la asignatura. Por un lado, a nivel de Grupo Grande en clase se han llevado a cabo modificaciones en la estructura de la temática en la que se presentan los sistemas automatizados con los que se va a trabajar a lo largo del curso. Así, tanto en el contenido de las clases como en el material adicional de que disponen los estudiantes, se han introducido las

nuevas herramientas con que se cuenta. En este sentido, es importante resaltar que la parte más importante del temario modificado la ha asumido la herramienta software en torno a la cual se desarrolla la asignatura.

A nivel de Grupo Mediano se han hecho modificaciones en los guiones de prácticas, encauzadas a presentar la nueva herramienta hardware (principalmente en los bloques 1 y 5, operaciones básicas con el autómata así como con el software asociado y operación con señales analógicas) y software (en todos los bloques).

Es importante resaltar que para los estudiantes era la primera experiencia de acercamiento a la automatización (exceptuando repetidores y estudiantes procedentes de ciclos formativos), por lo que no había que trabajar con un esquema predeterminado de las herramientas utilizadas hasta la fecha.

A continuación se detallan, por cada uno de los bloques en que se divide la estructura de la asignatura, los progresos realizados:

### **Bloque 1. Operaciones básicas. Introducción al autómata programable, configuración y software asociado.**

En este bloque ha sido muy importante el trabajo de adaptación tanto al nuevo autómata como al software a utilizar. Se ha hecho hincapié en los siguientes aspectos: migración de proyectos, requisitos hardware y software de los mismos, reajuste de proyectos integrados y uso de la herramienta del software para migración.

Con la programación de la herramienta TIA PORTAL se ha trabajado de forma detallada en las claves para los siguientes bloques de la asignatura. Así se ha profundizado en el estudio de la interfaz de usuario y su manejo, configuraciones y modificaciones, la estructura de la propia interfaz, los comandos de teclado y las peculiaridades referidas al sistema operativo.

Por encontrarse por primera vez con una herramienta de este tipo, se ha trabajado en la edición de proyectos, donde los estudiantes han podido crear y gestionar, así como editar los datos de los proyectos y han usado bibliotecas y simulado dispositivos.

### **Bloque 2. Temporizadores y Contadores**

En este bloque se ha trabajado con el objetivo de implementar eventos que dependen del tiempo transcurrido, cuestión fundamental en sistemas automatizados y motivo por el que los autómatas programables tienen integrados temporizadores. Los autómatas de Siemens de la serie S7-300 incorporan temporizadores propietarios de cinco tipos, además de los definidos en el estándar IEC, que se utilizan en función de la aplicación que se quiera llevar a cabo. Estos temporizadores son: de impulso, impulso prolongado, retardo a la conexión, retardo a la conexión memorizado y retardo a la desconexión.

Los contadores se implementan en los autómatas mediante instrucciones de contaje que cuentan los flancos de subida de los impulsos que se producen en una determinada variable. Se ha trabajado con contadores ascendentes, descendentes y reversibles (ambos modos).

### **Bloque 3. Sistemas de Numeración. Tipos de Datos. Operaciones aritméticas y de Conversión**

Como en el entorno de programación del autómata S7-300 existen diferentes formatos de representación de números, se ha trabajado en la diferenciación de los mismos para poder utilizarlos en las aplicaciones que se presenten. De esta manera, se ha trabajado con los formatos binario, BCD y hexadecimal. Se ha resaltado que las propiedades de los datos (formato de presentación, áreas de memoria admisibles...) vienen dados por el tipo de dato utilizado.

### **Bloque 4. Flujo de programa**

En este subproyecto se ha trabajado a nivel de programación lineal, sin embargo, se han dado unas primeras pinceladas del control de flujo, básico para tareas de cierta complejidad. Se han

configurado las estructuras básicas de salto condicionales e incondicionales, así como bucles. Como más adelante se comentará, una comprensión profunda de este bloque es básica para la continuación del proyecto a lo largo de los siguientes cursos.

### **Bloque 5. Tratamiento de señales analógicas**

En este bloque, y gracias a la adquisición del nuevo hardware, se ha podido ampliar el rango de posibilidades que nos brindaban los anteriores autómatas, como se indicaba en las características antes descritas. El trabajo desarrollado ha tratado de simultanear el uso de las herramientas hardware y de simulación, esta última incorporada en el propio entorno de desarrollo. Ha sido importante hacer un estudio de la estructura interna de las entradas y salidas analógicas que, al contar respectivamente con conversores A/D y D/A, permiten adaptar las señales a los estándares de voltaje, corriente y resistencias variables.

### **Bloque 6. Sistemas Secuenciales**

La utilidad S7-GRAPH que incluye la herramienta TIA PORTAL, es un elemento facilitador del diseño de sistemas secuenciales, tal y como se analiza en la asignatura mediante el formalismo GRAFCET. De forma paulatina y a lo largo de varias sesiones de trabajo se han ido introduciendo sucesivos grados de complejidad en dichos sistemas. De esta manera, se ha pasado de sistemas lineales básicos a sistemas con diferentes ramas que se ejecutan concurrentemente, de forma alternativa y que simultanean tratamiento de señales analógicas, temporizaciones y contajes.

### **3. Mecanismos de **coordinación** y relaciones entre los proyectos y/o acciones de innovación.**

Con independencia de las acciones previstas de coordinación, los estudiantes han recibido información de manera explícita en momentos puntuales del curso acerca de la relación existente entre el subproyecto 1 y el resto del proyecto. Como ejemplo, se destaca en el bloque 1 la configuración de redes, con especial seguimiento posterior en el subproyecto 2. De igual forma, en el bloque 4 (control de flujo) se ha enlazado a la programación estructurada que, de forma detallada, se desarrollará en el subproyecto 2. En este primer subproyecto se han sentado las bases para el desarrollo progresivo del aprendizaje y la profundización en conocimientos más complejos y de aplicación que se aborda en los dos subproyectos siguientes. Dado que cada subproyecto se centra en asignaturas que se desarrollan en la misma secuencia establecida en el Plan de Estudios, la coordinación entre subproyectos está garantizada y los mecanismos para llevar a cabo dicha coordinación ya están definidos en el documento Verifica, fundamentalmente a nivel de temario y de actividades a realizar.

### **4. **Transferencia** de la innovación educativa a la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje.**

La edición de guiones de prácticas adaptados a las nuevas realidades hardware/software, así como el uso de las plataformas de enseñanza virtual se han convertido en una fuente alternativa de aprendizaje para el estudiantado implicado en el proyecto. En el contexto de un sistema basado en la adquisición de competencias, se ha ahondado en la necesidad de que el estudiante sea un sujeto autónomo y, para ello, las herramientas desarrolladas nos dan la posibilidad de completar ese proceso.

De igual forma, la estructura de los Grupos Medianos en donde se plantean estrategias de grupo para la resolución de las prácticas nos dan pie a desarrollar aprendizajes cooperativos que culminan la operatividad del nuevo paradigma de enseñanza.

### **5. Evaluación de la innovación (evidencias e indicadores)**

La evaluación de la adquisición de competencias específicas en el subproyecto 1 se ha llevado a cabo de diversas formas. Así se han realizado entregas de memorias de proyectos, tareas

evaluadas por Moodle, así como el diseño de sistemas reales (trabajo en grupo) que generaran un asentamiento de los conceptos trabajados a lo largo de los seis bloques.

En función de la evaluación de dichos ítems, se han obtenido los siguientes indicadores.

- Un 90% del alumnado que realiza trabajos con el nuevo equipamiento es capaz de realizar operaciones básicas con el autómata así como con el software asociado 62/69 (esperado 80%)
- Un 82% del alumnado puede desarrollar funciones que impliquen temporizadores y contadores. Y tiene capacidad de trabajo en Sistemas de numeración, tipos de datos y operaciones asociadas 57/69 (80% esperado)
- Un 75% del alumnado se encuentra familiarizado con la programación a nivel de control de flujo y opera con señales analógicas 52/69 (70% esperado)
- Un 72% es capaz de implementar sistemas secuenciales con las herramientas específicas 50/69 (70% esperado).

## **6. Acciones previstas para la continuidad**

En el ámbito de los dos cursos posteriores (3º y 4º de la Titulación) se llevará a cabo el desarrollo de los dos subproyectos restantes, que suponen una continuación lógica en la adquisición de los conocimientos y destrezas adquiridos en este primer subproyecto, en el contexto de las nuevas herramientas y equipos introducidos.

Concretamente, durante el segundo subproyecto, que abarcará dos años y estará centrado en las asignaturas “Automatización Industrial” y “Sistemas Automatizados”, se profundizará en el hardware y el software ya empleado para implementar el paradigma de la programación estructurada, diseminando el código en diferentes bloques parametrizados, y el de programación de alto nivel, ambos adecuados para tareas de automatización y control más complejas. El desarrollo de sistemas SCADA, así como la configuración y programación de comunicaciones industriales (objeto de la asignatura “Sistemas Automatizados”), también se abordan en este subproyecto.

Durante el tercer subproyecto, basado en la asignatura “Laboratorio de Control de Procesos” de 4º curso, se pretende aunar todos los conocimientos adquiridos en subproyectos anteriores sobre el uso de las nuevas herramientas y equipos basados en PLC, para aplicarlos a la implementación de estrategias de control continuas o en batch sobre plantas específicas de laboratorio, que completen la formación de los alumnos en materias relacionadas, fundamentalmente, con la ingeniería de control.

Córdoba, 21 de julio de 2014

**Sr Vicerrector de Postgrado y Formación Continua**