



Diseñar, programar y planificar la automatización de una planta embotelladora, optimizando el presupuesto

Javier Portillo Berasaluze

Cuaderno del estudiante

IKD baliabideak 1 (2011)

GUÍA DEL ESTUDIANTE

Proyecto de Automatización Industrial

Automatización de Procesos Industriales
Ingeniería en Organización Industrial
ETSI de Bilbao

Tabla de Contenidos

1 OBJETIVOS DEL PROYECTO	3
2 PREGUNTA MOTRIZ	4
3 ESCENARIO DEL PROYECTO	8
4 CONOCIMIENTOS PREVIOS, EXPECTATIVAS Y NECESIDADES DE FORMACIÓN	8
5 TIPOS DE ACTIVIDADES	9
6 PRODUCTOS DE APRENDIZAJE Y SU EVALUACIÓN	10
7 SISTEMA DE EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN	14
8 PLAN DE TRABAJO SEMANAL	15

.1 OBJETIVOS DEL PROYECTO

El objetivo de la asignatura es dar una visión general de las tecnologías más comunes utilizadas en la automatización y control de procesos industriales, así como de la organización jerárquica que adoptan en la industria los dispositivos empleados.

La asignatura busca un equilibrio entre los contenidos teóricos, metodológicos, tecnológicos y prácticos:

- Ⓢ **Contenidos teóricos** respecto a los **fundamentos de electrónica** necesarios. Se partirá de la base adquirida respecto a la codificación de la información en la asignatura "Fundamentos de Informática" del primer curso.
- Ⓢ **Contenidos metodológicos** en cuanto al estándar **GRAFCET** para automatizar el diseño y programación de sistemas secuenciales.
- Ⓢ **Contenidos tecnológicos** en lo tocante a la **instrumentación (sensores y actuadores)**, las **comunicaciones** industriales y los sistemas de **supervisión**.
- Ⓢ **Contenidos prácticos** en lo relativo a las sesiones de laboratorio en que se utilizará la **programación de PLCs** para solucionar problemas de automatización reales.

Este documento es una guía para el desarrollo de un proyecto de automatización que te servirá para trabajar de forma activa una gran parte de los contenidos de la asignatura, mediante técnicas de **Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)** y **Aprendizaje Colaborativo (AC)**. En otras palabras, aprenderás colaborando con tus compañeros en el desarrollo de un proyecto concreto. El **proyecto pretende ser un marco** en el que aprendas todo lo necesario sobre la tecnología de instrumentación y autómatas programables y lo pongas en práctica realizando un trabajo profesional en la automatización de un proceso industrial siguiendo una metodología formal para el diseño y programación.

El proyecto te capacitará para elegir la metodología más adecuada en el desarrollo de una solución de automatización, para seleccionar las tecnologías y equipos más adecuados para dicha solución y para conocer cómo encaja dicha solución en el conjunto de la jerarquía de comunicaciones de la planta. De forma más detallada, al finalizar el proyecto deberás ser **MÁS capaz** para:

Poseer conocimientos sobre la automatización de procesos que te permitan comprender conceptos avanzados en este área.
Aplicar tus conocimientos a tu trabajo de una forma profesional, elaborando y defendiendo tus opiniones con argumentos y siendo capaz de resolver problemas
Transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado.
Aplicar las habilidades de aprendizaje adquiridas en estudios posteriores con un alto grado de autonomía.
Adaptarse a nuevas situaciones y a la comprensión de nuevos métodos y teorías basándose en los conocimientos adquiridos.
Realizar mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planes de labores y otros trabajos análogos.
Conocer los fundamentos del control de máquinas y accionamientos eléctricos y sus aplicaciones.
Analizar, diseñar, simular y optimizar procesos y productos.
Diseñar, gestionar y operar procedimientos de simulación, control e instrumentación de procesos químicos.
Conocer los fundamentos y aplicaciones de la electrónica digital y microprocesadores.
Conocer la tecnología de la instrumentación electrónica.
Conocer los fundamentos de la informática industrial y comunicaciones.
Diseñar sistemas de control y automatización industrial.
Diseñar el control secuencial de un proceso, identificando las fases, los eventos que lo hacen avanzar y las acciones asociadas a cada fase.

Codificar sencillos programas de control combinacional y secuencial en autómatas programables.

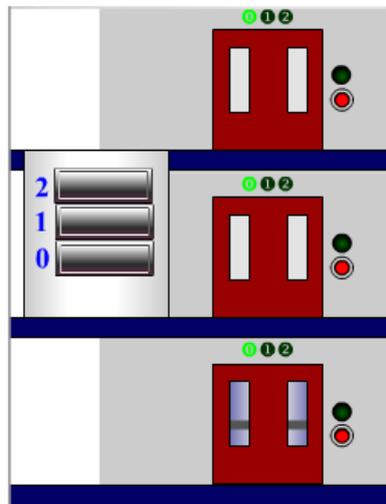
.2 PREGUNTA MOTRIZ

Trabajas en una empresa de ingeniería y te ha sido asignado, **junto con otros dos compañeros**, el siguiente proyecto:

Diseñar, programar y planificar la automatización de ESTE* proceso industrial, optimizando el presupuesto.

(*) Acude a la web http://www.easyveep.com/modules.php?akt_Lang=5 para consultar los detalles del proceso cuya automatización tienes que acometer

Grupo 1: Ascensor



Entradas Digitales=12
 Salidas Digitales=5

Una comunidad de vecinos posee un ascensor muy antiguo. Ante la necesidad de introducirle algunas mejoras encargan un estudio de las mismas a tu empresa de ingeniería.

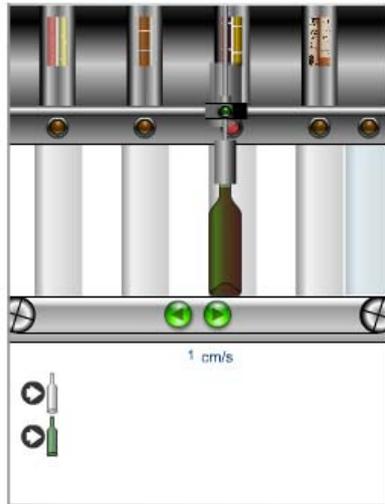
El funcionamiento es el del clásico ascensor pero con las siguientes simplificaciones:

1. No hay sensor de peso ni pulsador de **Stop** en la cabina.
2. Todos los botones de llamada están siempre activos. Los botones de la cabina deben tener mayor prioridad en la programación.

El listado de dispositivos es el siguientes:

- ⑩ 3 sensores/botones de llamada al ascensor en piso 0, piso 1 y piso 2.
- ⑩ 3 sensores/pulsadores dentro de la cabina del ascensor para alcanzar el piso 0, piso 1 y piso 2.
- ⑩ 3 sensores para conocer el estado cerrado de las puertas de cada piso.
- ⑩ 1 actuador sobre el motor para subir el ascensor.
- ⑩ 1 actuador sobre el motor para bajar el ascensor.
- ⑩ 3 actuadores, 1 actuador por piso, para abrir la puerta de cada piso.

Grupo 2: Embotelladora de vino



Entradas Digitales = 7

Salidas Digitales = 8

Una bodega desea automatizar su planta embotelladora y encarga el estudio pertinente a tu empresa de ingeniería. El proceso de embotellado incluye vino tinto, para el que se utilizarán botellas verdes y blanco, para el que se emplearán botellas blancas. La selección del tipo de vino a embotellar y por ende del tipo de la botella es aleatoria y se realiza desde el pupitre del operador.

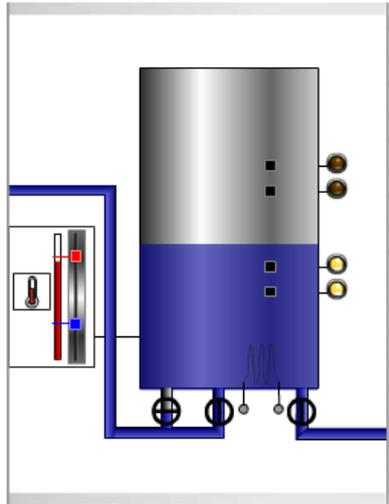
Una vez seleccionada la botella debe llenarse con el tipo de vino correspondiente, debe taponarse y se le deben colocar las etiquetas que le correspondan a cada tipo de vino.

Al final de la línea de embotellado tiene lugar un control de calidad y una lámpara verde o roja indica si la botella cumple con unos mínimos o no. La velocidad de la cinta transportadora también puede cambiarse.

Listado de dispositivos:

- ⑩ 4 sensores para indicar en cual de las 4 estaciones se encuentra actualmente la botella.
- ⑩ 2 sensores para indicar las botellas claras y oscuras.
- ⑩ 1 sensor indica si la estación actualmente en función termina el proceso.
- ⑩ 1 manipulador para llenar vino tinto □ Botella oscura.
- ⑩ 1 manipulador para llenar vino claro □ Botella clara.
- ⑩ 1 manipulador para colocar las etiquetas en el cuerpo de la botella para vino tinto.
- ⑩ 1 manipulador para colocar las etiquetas en el cuerpo de la botella para vino blanco.
- ⑩ 1 manipulador para colocar las etiquetas en el cuello de la botella para vino tinto.
- ⑩ 1 manipulador para colocar las etiquetas en el cuello de la botella para vino blanco.
- ⑩ 1 manipulador para taponar.
- ⑩ 1 actuador para activar el motor de la cinta transportadora.

Grupo 3: Depósito de agua caliente



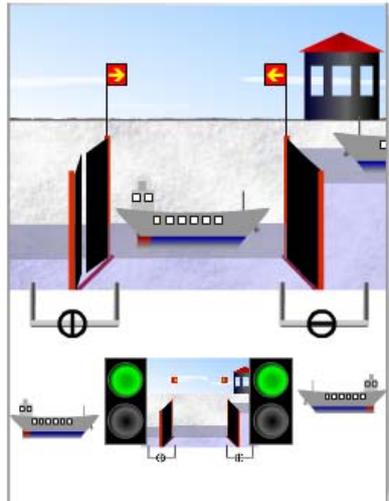
Entradas Digitales = 6
Salidas Digitales = 4

En una empresa química se pretende automatizar el control del nivel del caudal y de la temperatura de un líquido en un tanque. Mediante las válvulas de aspiración y de evacuación puede llenarse y vaciarse el depósito de manera cíclica y puede mantenerse la temperatura del líquido entre valores límites necesarios para el correcto funcionamiento del proceso.

El listado de dispositivos es el siguiente:

- ⑩ 1 sensor para indicar el nivel del líquido mínimo.
- ⑩ 1 sensor para indicar el nivel del líquido máximo.
- ⑩ 1 sensor para indicar el nivel de líquido en el límite inferior.
- ⑩ 1 sensor para indicar el nivel de líquido en el límite superior.
- ⑩ 1 sensor para indicar límite de temperatura mínimo.
- ⑩ 1 sensor para indicar límite de temperatura máximo.
- ⑩ 1 actuador para la válvula de aspiración rápida.
- ⑩ 1 actuador para la válvula de aspiración lenta.
- ⑩ 1 actuador para la válvula de evacuación del líquido.
- ⑩ 1 actuador para el encendido de la resistencia de calentamiento.

Grupo 4: Esclusa



Entradas Digitales = 11

Salidas Digitales = 6

Se pretende automatizar el control de una esclusa de un canal de unión de dos cuencas fluviales para el paso de buques. Las embarcaciones, que pueden llegar por ambas direcciones a la esclusa, entran automáticamente en la cámara de la esclusa cuando el semáforo de entrada se habilita. Una vez dentro hay que nivelar el nivel de líquido para luego abrir la compuerta contraria y permitir que el buque prosiga con su camino.

El listado de dispositivos que intervienen es el siguiente:

- Ⓢ 2 sensores, 1 sensor por compuerta, para indicar si la compuerta izquierda o derecha están cerradas.
- Ⓢ 2 sensores, 1 sensor por compuerta, para indicar si la compuerta izquierda o derecha están abiertas.
- Ⓢ 2 sensores para indicar equilibrio de agua derecho o izquierdo, respectivamente.
- Ⓢ 2 sensores para indicar si el buque se acerca por la izquierda o por la derecha, respectivamente.
- Ⓢ 2 sensores para indicar si la embarcación se halla en la compuerta izquierda o en la derecha, respectivamente.
- Ⓢ 1 sensor para determinar la permanencia del buque dentro de la esclusa.
- Ⓢ 2 actuadores para abrir la esclusa derecha e izquierda, respectivamente.
- Ⓢ 2 actuadores para incrementar o reducir el nivel de agua.
- Ⓢ 2 actuadores para generar una señal verde para dar paso libre a la embarcación, a la derecha o a la izquierda, respectivamente.

.3 ESCENARIO DEL PROYECTO

El desarrollo de este proyecto supone una "simulación" del tipo de encargos a los que te enfrentarás durante el desarrollo de tu carrera profesional.

Debes diseñar, implementar, justificar y presentar un proyecto que de respuesta a la pregunta motriz para el caso del proceso de automatización que le ha correspondido a tu grupo. Extrae de la página web en que se describe el proceso las especificaciones para tu proyecto:

- Ⓢ Objetivo de automatización
- Ⓢ Número y tipo de sensores y actuadores
- Ⓢ Número y naturaleza de entradas y salidas del autómata

El resultado final del proyecto será un **Documento de Viabilidad** y una **Presentación** de la solución adoptada. Ambos productos se le entregarán al cliente de tu empresa de ingeniería, que debe quedar convencido de lo óptimo de la solución que ha pagado. Deberás esforzarte en demostrar la idoneidad de todos los dispositivos elegidos (frente a otros del mercado), la eficacia del código que has programado y el adecuado coste total de la solución.

En el resultado final del proyecto deberán incluirse los siguientes aspectos convenientemente razonados:

- ⑩ los diagramas GRAFCET y programas para automatizar ese proceso concreto
- ⑩ las referencias comerciales de los aparatos de instrumentación a emplear junto con una justificación sobre la idoneidad del tipo de sensores y actuadores seleccionados y el modelo concreto, frente a otras opciones del mercado
- ⑩ la referencia comercial del modelo exacto de autómatas a utilizar junto con la justificación sobre la idoneidad de ese modelo de entre los de su familia y frente a los de otras marcas del mercado
- ⑩ el presupuesto detallado del proyecto de automatización

.4 CONOCIMIENTOS PREVIOS, EXPECTATIVAS Y NECESIDADES DE FORMACIÓN

Se asume que dispones de unos **conocimientos previos** sobre sistemas de numeración y conversiones entre ellos (binario, octal, hexadecimal), sistemas de codificación (ASCII, BCD) y conceptos básicos de electrónica digital (unidades de información, álgebra booleana, biestables). Todos estos conceptos se han adquirido en la asignatura de primer curso "Fundamentos de Informática", pero se recogen en el anexo "Conceptos previos APIO" (disponible en Moodle) para aquel que necesite repasarlos y practicarlos.

Se ha configurado una **actividad en Moodle** (del tipo "texto en línea") denominada "**Análisis de expectativas y necesidades de formación**". El objetivo de esta actividad es que reflexionéis y reflejéis por escrito:

1. las expectativas que os genera el planteamiento de formación de esta forma novedosa
2. las necesidades de formación que prevéis os serán necesarias para poder materializar el proyecto de automatización que os ha correspondido

Una vez todos los grupos hayan completado esta actividad, la someteremos a una **evaluación por pares mediante Escala de Valoración (EV)**. Esta forma de evaluación la utilizaremos a lo largo del curso y consiste en evaluar cada uno el trabajo de nuestros compañeros en base a ciertos criterios objetivos.

Por último, dado que la evaluación por pares ha conllevado una puesta en común de las expectativas y necesidades de formación, discutiremos entre todos cuál es el mínimo común de formación del grupo y dónde y cómo se adquirirán las necesidades formativas identificadas.

.5

.6 TIPOS DE ACTIVIDADES

A lo largo del proyecto se consideran los siguientes **tipos de actividades**:

⑩ **Puzzle.** Cada componente de un grupo trabajará previamente a la sesión un tema diferente pero complementario al de sus compañeros. En clase se realizarán comités de expertos (reunión de todos los alumnos que han preparado un mismo tema para aclarar dudas) y posteriormente puestas en común en cada grupo (cada cual explica su tema y los compañeros toman notas). Se utilizará como técnica de aprendizaje colaborativo para trabajar en tres sesiones de laboratorio los temas básicos de programación del autómeta: arquitectura, lógica binaria, flip-flops, temporizadores, contadores, comparadores y graficet. Esta actividad no estará sujeta a evaluación

⑩ **Problema práctico.** El grupo tiene que resolver un problema concreto de automatización mediante un programa. Se utilizarán para demostrar en las sesiones de laboratorio que se han adquirido los conocimientos mínimos sobre los elementos de programación que se trabajaban en la sesión. La resolución será sometida a evaluación por parte del profesor.

⑩ **Desarrollo del proyecto.** Existen todo un conjunto de labores que se deberán repartir entre los miembros del grupo para llevar a buen puerto el proyecto y conseguir la entrega en plazo y forma. Todas estas labores serán sometidas a algún tipo de evaluación por parte de otros alumnos, otros grupos o el profesor. Entre estas labores caben mencionar:

- ⑩ Descripción de las necesidades de formación
- ⑩ Acuerdo de las normas de funcionamiento del grupo
- ⑩ Deducción y redacción de las implicaciones que tienen para el proyecto los elementos de programación estudiados en una sesión
- ⑩ Análisis de mercado y selección de los sensores, actuadores y autómetas para el proyecto
- ⑩ Diseño y programación del código
- ⑩ Redacción del documento de viabilidad del grupo
- ⑩ Integración de dos documentos de viabilidad (los de los dos grupos que están trabajando en paralelo en el mismo proyecto) en el documento de viabilidad final del proyecto
- ⑩ Presentación y defensa oral del proyecto final

.7 PRODUCTOS DE APRENDIZAJE Y SU EVALUACIÓN

El proyecto se formula como una única tarea global (T.1), pero su consecución se lleva a cabo mediante la realización de actividades y, algunas de ellas, generan resultados parciales (**Productos de Aprendizaje, Pr.X**) que serán objeto de evaluación y son listados en la siguiente tabla:

T.1.	Diseñar, programar y planificar la automatización de ESTE proceso industrial (se describirá un proceso concreto) optimizando el presupuesto.
Pr.1.	Texto descriptivo de las expectativas de aprendizaje y necesidades de formación del grupo.
Pr.2.	Normas de funcionamiento del grupo.
Pr.3.	Informe de Implicaciones en el Proyecto (IIP) para cada sesión presencial.
Pr.4.	Solución a los ejercicios prácticos planteados.
Pr.5.	Aportaciones al foro y a la base de datos de la asignatura
Pr.6.	Tecnología de instrumentación necesaria para el proyecto
Pr.7.	Documento de Viabilidad del Grupo.
Pr.8.	Documento de Viabilidad del Proyecto.
Pr.9.	Presentación oral y defensa del proyecto.
Pr.10.	Evaluación labor individual dentro del grupo

Para la evaluación de dichos productos se utilizarán estos criterios:

Criterios	Definición
Cr.1	Claridad. Es sencilla la comprensión de lo expresado para el lector oyente.
Cr.2	Precisión. Lo expresado no da lugar a dudas, ambigüedades o diferentes interpretaciones.
Cr.3	Viabilidad. Es factible el llevarlo a cabo.
Cr.4	Participación. Rol proactivo (no pasivo) en el trabajo en grupo, aportaciones propias.
Cr.5	Colaboración. Habilidades para acomodar las aportaciones propias y las de otros miembros del grupo.
Cr.6	Argumentación. Se razona para probar o demostrar las afirmaciones.
Cr.7	Coherencia. Adecuada relación lógica y ausencia de contradicciones entre los diferentes documentos del proyecto.
Cr.8	Asistencia. Estar presente en las sesiones que corresponda.
Cr.9	Mejora. Se puede percibir mayor calidad que en entregas anteriores.
Cr.10	Originalidad. Nuevo, que resulte de la inventiva del autor.
Cr.11	Solidez. Asentado, suficientemente razonado.
Cr.12	Puntualidad. En la asistencia a las sesiones o en la entrega de resultados.
Cr.13	Corrección gramatical (vocabulario técnico adecuado, sintaxis correcta)

A continuación, se describen uno a uno las peculiaridades de la evaluación de cada producto de aprendizaje. Se utilizan las siglas **IE** para referirse a **Instrumentos de Evaluación**, que son listados posteriormente:

- ⑩ **Pr.1:** Texto descriptivo de las expectativas de aprendizaje y necesidades de formación del grupo.
 - ⑩ Descripción de la actividad: El grupo, tras comprender el enunciado del proyecto que se les plantea, describe los aspectos del proyecto que creen que son capaces de realizar sin formación adicional y aquellos para los que prevean necesitarla. Así mismo, se detallan los aspectos adicionales que esperan que el proyecto les permita trabajar comparándolo con el tipo de docencia tradicional de laboratorio.
 - ⑩ Descripción de la participación en la evaluación: Cada grupo evalúa las expectativas de otro grupo de acuerdo a los criterios establecidos. La evaluación recibida sirve para obtener realimentación sobre la calidad de nuestro documento y la evaluación realizada para recopilar nuevas ideas de los compañeros. Esta evaluación no tendrá reflejo en la calificación final, el objetivo es familiarizarse con la dinámica a seguir y las herramientas que se emplearán.
 - ⑩ Criterios: 1, 2, 3, 12.
 - ⑩ Carácter de la tarea: No presencial / Grupal.
 - ⑩ Recursos necesarios: Enunciado del proyecto, ordenador conectado a la red, actividad Moodle "texto en línea" a evaluar con IE1.
 - ⑩ Organización temporal: 30 min (realización) + 30 min (evaluación).
- ⑩ **Pr.2:** Normas de funcionamiento del grupo.
 - ⑩ Descripción de la actividad: El grupo consensúa las normas internas de funcionamiento y las redacta en un

acta.

- ⑩ Descripción de la participación en la evaluación: Cada grupo evalúa las normas del resto de los grupos en función de los criterios establecidos. La evaluación recibida sirve para obtener realimentación sobre la calidad de nuestro documento y la evaluación realizada para recopilar nuevas ideas de los compañeros. Esta evaluación no tendrá reflejo en la calificación. Cabe la posibilidad de retocar el acta tras la fase de evaluación
- ⑩ Criterios: 1, 2, 3, 12.
- ⑩ Carácter de la tarea: No presencial / Grupal.
- ⑩ Recursos necesarios: Ordenador conectado a la red, tarea Moodle "subir un sólo archivo" a evaluar con IE2.
- ⑩ Organización temporal: 30 min (realización) + 30 min (evaluación).
- ⑩ **Pr.3: Informe de Implicaciones en el Proyecto (IIP).**
- ⑩ Descripción de la actividad: Un wiki sirve al grupo como recopilatorio de sus decisiones, dudas y reflexiones a lo largo del proyecto. Cuanto menos tendrá que contener las actas de todas las reuniones realizadas y una página por cada sesión de clase (de laboratorio o teórica) en la que se trate algún aspecto de aplicación al proyecto. Tras una reflexión sobre la materia tratada en cada sesión, se describe de qué forma van a utilizarse esos conocimientos en el proyecto particular.
- ⑩ Criterios: 1, 2, 4, 6, 7, 12.
- ⑩ Descripción de la participación en la evaluación: El profesor evalúa empleando IE3 el trabajo grupal reflejado en el wiki.
- ⑩ Carácter de la tarea: No presencial / Grupal.
- ⑩ Recursos necesarios: Materiales de apoyo utilizados en clases teóricas y sesiones de laboratorio, ordenador conectado a la red, wiki Moodle para IIPs.
- ⑩ Organización temporal: 1 hora * 3 informes.

Pr.4: Código solución de los ejercicios

prácticos planteados.

- ⑩ Descripción de la actividad: Generar el código para los ejercicios básicos que se propondrán en cada sesión de laboratorio para trabajar alguno de los elementos de programación.
- ⑩ Descripción de la participación en la evaluación: El profesor evalúa las soluciones en base a IE4.
- ⑩ Criterios: 1, 2, 12.
- ⑩ Carácter de la tarea: Presencial / Grupal.
- ⑩ Recursos necesarios: Ordenador conectado a la red, PLC, tarea Moodle "subir un sólo archivo" a evaluar con IE4.
- ⑩ Organización temporal: 6 horas repartidas en 3 semanas de laboratorio.

Pr.5: Aportaciones al foro y a la base de

datos de la asignatura.

- ⑩ Descripción de la actividad: El foro de la asignatura es el lugar en el que plantear las dudas que vayan surgiendo a lo largo del proyecto. Así mismo, una base de datos permitirá recopilar recursos (documentos, URLs) de interés para la asignatura y el desarrollo de los proyectos. Es labor de cada alumno colaborar aportando dudas, respuestas y comentarios en el foro, así como, recursos que puedan ayudar a sus compañeros en la base de datos. Todos estos recursos puestos en común se podrán utilizar en los proyectos debidamente referenciados y el propio foro y base de datos servirán como garante de la persona que los aportó por primera vez.
- ⑩ Descripción de la participación en la evaluación: Cada estudiante evalúa, al final del curso, las aportaciones del resto de compañeros empleando IE5a para el foro e IE5b para la base de datos.
- ⑩ Criterios: 1, 2, 3, 4, 6, 10.
- ⑩ Carácter de la tarea: No presencial / Individual
- ⑩ Recursos necesarios: Ordenador conectado a la red, actividad Moodle tipo foro y base de datos a evaluar con IE5a e IE5b.
- ⑩ Organización temporal: a lo largo de todo el desarrollo del proyecto.

- ⑩ **Pr.6: Lectura y estudio de la documentación de las unidades temáticas de sensores y actuadores.**

- ⑩ Descripción de la actividad: Tras el estudio e interacción entre alumnos mediante la técnica del puzzle, se reflejarán en el IIP las implicaciones de la tecnología de sensores y actuadores revisada en cada proyecto particular.
- ⑩ Descripción de la participación en la evaluación: Se considera evaluada dentro de Pr.3.
- ⑩ Carácter de la tarea:

- ↘ Estudio y preparación: No presencial / Individual.
- ↘ Puzzles: Presencial / Grupal.
- ⑩ Recursos necesarios: Materiales preparativos, papel y bolígrafo para tomar notas.
- ⑩ Organización temporal:
- ↘ Preparación puzzles: 2 horas * 2.
- ↘ Estudio individual puzzle: 2 horas * 2.
- ⑩ **Pr.7:** Documento de Viabilidad del Grupo.
 - ⑩ Descripción de la actividad: Redacción del documento de viabilidad del proyecto de automatización diseñado por el grupo.
 - ⑩ Descripción de la participación en la evaluación: Evaluación por parte del profesor del formato del documento de viabilidad. Evaluación por parte del otro grupo que desarrolla el mismo proyecto del contenido del documento.
 - ⑩ Criterios: 1, 3, 7, 10, 11, 12.
 - ⑩ Carácter de la tarea: No presencial / Grupal.
 - ⑩ Recursos necesarios: Ordenador conectado a la red, PLC, tarea Moodle "subir un sólo archivo" evaluada con IE7forma e IE7contenido.
 - ⑩ Organización temporal: 10 horas de trabajo en grupo a lo largo de 5 semanas de laboratorio.
- ⑩ **Pr.8:** Documento de Viabilidad del Proyecto.
 - ⑩ Descripción de la actividad: Redacción del documento de viabilidad del proyecto de automatización común a dos grupos, documentando las fortalezas y debilidades de cada aproximación.
 - ⑩ Descripción de la participación en la evaluación: Evaluación del contenido por parte del profesor mediante IEy de la forma por parte de un grupo diferente.
 - ⑩ Criterios: 1, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11.
 - ⑩ Carácter de la tarea: No presencial / Grupal.
 - ⑩ Recursos necesarios: Ordenador conectado a la red, PLC, tarea Moodle "subir un sólo archivo" evaluada con IE8.
 - ⑩ Organización temporal: 3 horas.
- ⑩ **Pr.9:** Presentación oral y defensa del proyecto.
 - ⑩ Descripción de la actividad: Presentación ante toda la clase del proyecto defendido conjuntamente por 2 grupos (6 personas).
 - ⑩ Descripción de la participación en la evaluación: Uno de los miembros, por sorteo, realizará la presentación. Un tribunal rotatorio compuesto por compañeros, donde cada uno asume un rol (control de tiempo, moderación preguntas), evaluará. La calificación se les aplicará a todos los miembros del grupo.
 - ⑩ Criterios: 1, 2, 7, 12.
 - ⑩ Carácter de la tarea: Presencial / Grupal.
 - ⑩ Recursos necesarios: Ordenador conectado a la red, tarea Moodle "actividad offline" evaluada con IE9.
 - ⑩ Organización temporal: 3 horas.
- ⑩ **Pr.10:** Evaluación labor individual dentro del grupo.
 - ⑩ Descripción de la actividad: Cada estudiante deberá autoevaluar su desempeño en la dinámica de trabajo en grupo.
 - ⑩ Criterios: 1, 2, 7, 12.
 - ⑩ Carácter de la tarea: No presencial / Individual.
 - ⑩ Recursos necesarios: Ordenador conectado a la red, tarea Moodle "actividad offline" evaluada con IE10.
 - Organización temporal: 30 min.

Por tanto, para conducir estas evaluaciones se utilizarán los siguientes Instrumentos de Evaluación (IEs):

- ⑩ IE1. Escala de valoración del análisis de expectativas y necesidades de formación.
- ⑩ IE2. Escala de valoración de la normativa de funcionamiento del grupo
- ⑩ IE3. Escala de valoración para IIP (Informe Implicaciones en Proyecto).
- ⑩ IE4. Escala de valoración de la solución a los ejercicios prácticos.
- ⑩ IE5a. Escala de valoración sobre la participación en el foro

- Ⓢ IE5b. Escala de valoración sobre la participación en la base de datos general.
- Ⓢ IE7forma. Lista de control y Escala de Valoración para un documento de viabilidad de grupo.
- Ⓢ IE7contenido. Rúbrica y Escala de Valoración para un documento de viabilidad de grupo.
- Ⓢ IE8. Lista de Control, Rúbrica y Escala de Valoración para valorar un documento de viabilidad de proyecto.
- Ⓢ IE9. Rúbrica para valorar la presentación oral y defensa del proyecto.
- Ⓢ IE10. Escala de Valoración de la labor en el grupo de cada componente.

.8 SISTEMA DE EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN

Pretendemos que todo el trabajo que se realice a lo largo de esta experiencia sea evaluado, para ello nos ayudaremos del módulo Moodle desarrollado en el proyecto de investigación EVALCOMIX (Evaluación de competencias en un contexto de aprendizaje mixto) que permite, además de la evaluación por parte del profesor, la autoevaluación y la evaluación por pares. Sin embargo, distinguimos la calificación como el acto de poner una nota final entre 0 y 10 a cada alumno. Habrá actividades que serán evaluadas (para informar al alumno, como objeto evaluado, sobre el grado de cumplimiento de lo que se le pedía y para permitir al alumno, como sujeto evaluador, aprender del trabajo de sus compañeros) pero "no contarán para nota" o no formarán parte de la calificación final.

La calificación se realizará de forma proporcional a las horas de trabajo dedicadas a cada parte de la asignatura. Se van a diferenciar las horas dedicadas al trabajo mediante ABP (Aprendizaje Basado en Proyectos) y AC (Aprendizaje Colaborativo) del resto de las horas de la asignatura. De este modo, el reparto en créditos en función de las horas dedicadas a cada bloque es el siguiente:

- Ⓢ LABORATORIO (3 créditos)
 - ↘ Un tercio de las horas presenciales se dedican a matlab-simulink □ 1 crédito
 - ↘ Dos tercios de las horas presenciales se dedican a PLCs (trabajados con ABP) □ 2 créditos
- Ⓢ TEORÍA (3 créditos)
 - ↘ Cuatro quintos de las horas presenciales se dedican al análisis de sistemas y síntesis de controladores □ 2,5 créditos
 - ↘ Un quinto de las horas presenciales se dedican a tecnología de sensores y actuadores (trabajados con AC) □ 0,5 créditos

En definitiva, el binomio **ABP-AC** se lleva 2,5 créditos de la asignatura, el 42% ó **42 puntos sobre 100**.

El **resto de la asignatura** consta de 3,5 créditos, el 58% ó **58 puntos sobre 100** que se calificarán en el examen escrito final.

Cabrá la posibilidad de un examen final que engloba toda la asignatura para los alumnos que no sigan la misma con las técnicas propuestas. Es necesario considerar esta posibilidad porque al tratarse de una asignatura de segundo ciclo siempre hay un porcentaje de alumnos que trabajan y no pueden acudir a algunas de las clases.

Los **42 puntos** asignados al proyecto de automatización se reparten del siguiente modo:

Producto de aprendizaje	Tipo de calificación	Puntos
Pr.3. Informe de Implicaciones en el Proyecto (IIP) para cada sesión presencial	Grupal	4
Pr.4. Solución a los ejercicios prácticos planteados	Grupal	8
Pr.5. Aportaciones al foro y a la base de datos de la asignatura	Individual	6
Pr.7. Documento de viabilidad del grupo	Grupal	8
Pr.8. Documento de viabilidad del proyecto	Grupal	5
Pr.9. Presentación oral y defensa del proyecto	Grupal	5
Pr.10. Evaluación labor individual dentro del grupo	Indi	5
Puntuación total (se otorga un punto con la asistencia a todas las sesiones)		41 + 1

.9 PLAN DE TRABAJO SEMANAL

En el reparto de la carga de trabajo se tiene en cuenta que se considera una hora de trabajo no presencial por cada hora de teoría y dos horas de trabajo no presencial por cada hora de laboratorio. Además, en la siguiente planificación sólo se está teniendo en cuenta la parte de la asignatura trabajada mediante el proyecto. Por esta razón, en la carga de horas de trabajo no presenciales hay semanas con 4 horas (si la teoría trabajada esa semana no se relaciona con el proyecto) y otras con 6 horas (si la teoría trabajada esa semana pertenece al ámbito del proyecto).

En este plan de trabajo no se incluye la dedicación horaria a Pr.5 porque se considera distribuída a lo largo de todo el proyecto.

Abreviaturas utilizadas:

- Ⓢ AC: Aprendizaje Colaborativo
- Ⓢ CE: Clase Expositiva (en principio, dada por el profesor sobre un material trabajado previamente por el alumno fuera de clase y sobre el que al estudiante se le deben ocurrir implicaciones y preguntas de cara a su proyecto)
- Ⓢ TGP: Trabajo Grupal en el Proyecto

Código de colores:

- Ⓢ Entregables (se califican, se les pone una nota que pasa a tomar parte de la final)
- Ⓢ Actividades individuales
- Ⓢ Actividades grupales

Sem	Horas presenciales		Horas no presenciales (*) 4 h (si la teoría de esta semana no es sobre el proyecto) ó 6h	Entregables
	Teoría (2 sesiones de 1 h)	Laboratorio (2h)		
6.	Resto de la asignatura	CE: Introducción a los autómatas programables (historia, función, marcas, arquitectura...) CE: Introducción al entorno de programación STEP7 EP1: Puertas lógicas Formación de grupos de 3 personas y asignación de proyectos	TGP (3): Lectura guión estudiante. Acuerdo en normas funcionamiento grupo y en el reparto de trabajo para AC1. Redacción expectativas y necesidades de formación. Solución a EP1. Preparación AC1 (1)	Pr.1. Pr.2. Pr.4 (EP1)
7.		CE: Introducción al ABP, AC y co-evaluación. Entorno de trabajo Evaluación de entregables AC1: Puzzle sobre programación simbólica, observabilidad y forzado, estructura de programa y biestables EP2: Puerta de garage	TGP (2,5): Reparto de trabajo para AC2. Solución a EP2. Trabajo en Pr.3 (0,5) Preparación AC2 (1)	Pr.3 sesión Pr.4 (EP2)
8.		Evaluación de entregables AC2: Puzzle sobre funciones de temporización, cómputo y comparación EP3: Semáforo	TGP (2,5): Reparto de trabajo para AC3. Solución a EP3. Trabajo en Pr.3 (0,5) Preparación AC3 (1)	Pr.3 sesión Pr.4 (EP3)
9.		Evaluación de entregables AC3: Puzzle sobre GRAFCET EP4: Estampación de libros	TGP (2,5): Reparto de trabajo para AC4 y AC5. Solución a EP4. Trabajo en Pr.3 (0,5) Preparación AC4 y AC5 (3)	Pr.3 sesión Pr.4 (EP4)
10.		AC4: Puzzle Sensores	AC5: Puzzle Sensores Evaluación de entregables Trabajo en proyecto grupal	TGP (2,5): Reparto de trabajo para AC6. Trabajo en Pr.7 Trabajo en Pr.3 (0,5) Preparación AC6 (2) Estudio personal (1)
11.	AC6: Puzzle Actuadores	AC7: Puzzle Actuadores Trabajo en proyecto grupal	TGP (2,5): Trabajo en Pr.7 Trabajo en Pr.3 (0,5) Estudio personal (1)	Pr.3 sesión
12.		Fiesta	TGP (2): Trabajo en Pr.7	Pr.7
13.	Resto de la asignatura		Trabajo en proyecto conjunto de los dos grupos	Pr.8
14.			Presentación de proyectos y evaluación por pares	Pr.9

(*) Entre paréntesis el número de horas estimadas para cada tarea



Portillo, J. (2011). Diseñar, programar y planificar la automatización de una planta embotelladora, optimizando el presupuesto. <http://www.ikd-baliabideak/ik/Portillo-04-2011-ik.pdf>



Reconocimiento - NoComercial - CompartirIgual (by-nc-sa): No se permite un uso comercial de la obra original ni de las posibles obras derivadas, la distribución de las cuales se debe hacer con una licencia igual a la que regula la obra original.